

## **II.**

# **FAKTORY ZE VNÍHO PROSTŘEDÍ, VLIV NA ZDRAVÍ, PREVENCE**

# 6 FAKTORY ZE VNÍHO PROSTŘEDÍ

## 6.1 ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

Znečištění ovzduší se stalo v minulém století symbolem devastace prostředí. Je to dáno mimo jiné dobrou smyslovou postizitelností změn kvality ovzduší, ale také intenzitou měření a publicitou ve sdělovacích prostředcích.

Postoj lidí k znečištění ovzduší je ovlivňován také vědomím, že znečištění ovzduší může za určitých okolností dosáhnout takového stupně, že se změní v podstatě v havárii. Při tom emocionální náboj tohoto postoje je zvyšován faktem, že musíme dýchat vzduch takový, jaký se momentálně kolem nás nachází, nemůžeme přestat dýchat, nemáme možnost výběru. Toto všechno staví člověka do pozice, ve které může velmi těžko zaujmout k možným rizikům, znečištění ovzduší objektivní postoj nepřeceňující ani nepodceňující jeho význam. Subjektivně vnímané riziko ze znečištěného ovzduší u nás spíše přeceňuje skutečnou nebezpečnost situací. Je to dáno historickou zkušeností s intenzivním znečištěním v minulých desetiletích. Problém znečištěného ovzduší je vždy nutno vnímat v kontextu významu faktorů životního stylu, především kouření.

Znečištění ovzduší je předmětem pozornosti již od dob, kdy člověk začal svojí činností vnášet do přírodního složení ovzduší další příměsi. Jako rizikový faktor, který může ovlivnit zdraví celých velkých skupin populace, začalo být širším okruhem odborné veřejnosti znečištění ovzduší vnímáno a zkoumáno v 20. století. Podnětem byly známé katastrofy, které se vyskytly v různých částech světa např. v roce 1930 v údolí řeky Maasy v Belgii, v roce 1948 v Donoře v USA nebo v roce 1952 v Londýně. Za extrémně nepříznivých podmínek vznikly situace, kdy se koncentrace znečišťujících látek v ovzduší mnohonásobně zvýšily a měly za následek vzestup zdravotních potíží, onemocnění a úmrtí. Například v Londýně, kde byla průměrná koncentrace oxidu siřičitého kolem  $1800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , zemřelo v době smogové epizody a těsně po ní o 4000 osob více, než ve srovnatelném období v dřívějších letech.

Od těch dob bylo na světě publikováno tisíce odborných pojednání, která dokumentují vliv znečištěného ovzduší na zdravotní stav obyvatelstva, především na zvýšení nemocnosti a úmrtnosti. Předmětem zájmu jsou v první řadě onemocnění dýchacích cest, které jsou vstupní branou inhalační expozice, a tím i místem hlavních projevů účinku znečišťujících látek z ovzduší na lidský organismus. Další pozornost je soustředěna na imunitní stav organismu, poruchy reprodukce, výskyt nádorů a další.

Základem odborných informací o vztahu znečištění ovzduší a zdraví jsou dobře založené epidemiologické studie, které sledují na jedné straně zvolené ukazatele zdravotního stavu a na druhé straně charakteristiky kvality ovzduší dané oblasti a snaží se definovat jejich vztahy. Překážkou nalezení jednoduchých a jednoznačných kauzálních vztahů je skutečnost, že existuje velmi mnoho spolupůsobících faktorů. Jde v první řadě o vliv momentální epidemiologické situace, tedy vliv infekčních agens, stav odolnosti organismu, vliv životního stylu (kouření a pod.) ale také třeba vliv socioekonomické situace a z ní plynoucích rozdílů v chování za určitých situací. Také ovzduší neobsahuje ve skutečnosti jen jednu noxu, ale složitou a různorodou směs znečišťujících látek ve velmi proměnlivé koncentraci, jejíž účinek je dále modifikován fyzikálním stavem ovzduší a meteorologickými podmínkami.

Přesto bylo na základě řady epidemiologických prací prokázáno, že znečištění ovzduší má odraz ve zdravotním stavu obyvatel. A to nejen akutní, tedy přímou odezvu na zvýšené koncentrace konkrétních znečišťujících látek, ale i chronický, v důsledku dlouholetého expozice znečištěnému ovzduší. Efekt se projevuje podle konkrétní situace škálou projevů od zvýšeného výskytu subjektivních obtíží (kašel, pálení očí, ztížené dýchání) přes změny náležitých parametrů dýchacích funkcí, zhoršení obtíží u chronicky nemocných, zvýšení nemocnosti na dýchací choroby, chronické změny mízních uzlin a ovlivnění růstových ukazatelů u dětí až po zvýšení úmrtnosti osob oslabených chronickým onemocněním respiračního a kardiovaskulárního ústrojí. V poslední době jsou epidemiologické studie zaměřené na hodnocení vztahu mezi ovzduším a zdravím doplňována sledováním biomarkerů v organismu populace. Jako biomarkery jsou označovány látky, jejich metabolity, i další biologické, biochemické i molekulární změny v organismu člověka, o nichž je prokázáno, že souvisejí s expozicí sledované látky, faktoru či komplexní směsi prostředí. Biomarkery mohou informovat o tom, že látka skutečně vstoupila do organismu, pronikla k cílovým orgánům, nebo již způsobila časné nežádoucí účinky související s expozicí (např. změny hematologické, imunologické, biochemické, enzymatické i cytogenetické). Sledování biomarkerů vede k upřesnění expozice a k signalizaci případných změn, které předcházejí pozdějším zdravotním poškozením.

### 6.1.1 PŮSOBNÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK NA ORGANISMUS

Pro hodnocení chronického vlivu znečišťujících látek z venkovního ovzduší na organismus je charakteristická skutečnost, že se jedná o působení nízkých koncentrací, jejichž toxický účinek je obtížně prokazatelný a je nutno jej extrapolovat. Další nejistotou je rozlišit současné působení jiných, často neznámých znečišťujících látek, které se v ovzduší nacházejí často v podobě komplexní směsi.

Pokud uvažujeme o vztahu člověk – ovzduší za podmínek běžně se v prostředí vyskytujících, pak se uplatňuje téměř výhradně jako vstupní cesta do organismu dýchací ústrojí.

Podle toho v jaké časové návaznosti na expozici dojde ke vzniku subjektivních obtíží a objektivních známek onemocnění jsou rozlišovány účinky akutní, subchronické až chronické a pozdní. Z pohledu lokalizace se mohou projevit jak lokálně tak i celkově.

Látky obsažené ve vdechovaném vzduchu se mohou uplatnit ve všech etážích dýchacího ústrojí. Akutní účinek je závislý na jejich složení. Účinky plyných škodlivin na sliznici dýchacích cest jsou závislé na rozpustnosti látky ve vodě a tím i v tělních tekutinách. Místo působení je ovlivněno mimo jiné např. přítomností prашného aerosolu a velikostí částic, které jej tvoří. Sorpce plynu na respirabilní částice může usnadnit jeho transport do dolních partií dýchacích cest, kde po zachycení na stěnách může působit na jejich výstelku.

Kontakt těchto látek se sliznicí dýchacích cest může vyvolat pocit pálení, dráždění, reflexivní kašel až bronchokonstrikci. Dále působí na bronchiální a plicní cévy a na mukózní membrány. Delší expozice vyvolá funkční změny povrchových buněk, např. změny ciliární aktivity, zvýšení produkce mukózních žláz a další. Jedním z důsledků působení na organismus je ovlivnění (alterace) plicních funkcí. Vzhledem k popsáným změnám je pochopitelné, že dochází např. k snížení náležitých hodnot vitální kapacity plic a k prodloužení rozepsaného (usilovného) výdechu i k ovlivnění dalších funkcí.

## Specifický účinek nejběžnějších znečišťujících látek v ovzduší

### Oxid siřičitý

Zdrojem oxidu siřičitého v ovzduší je spalování fosilních paliv, hlavně uhlí.

Působí přímo na sliznice dýchacích cest svým dráždivým účinkem. Díky dobré rozpustnosti ve vodě je většina oxidu siřičitého resorbována mukózními membránami v dutině nosní a dalších partiích horních cest dýchacích a jen malé množství proniká dál do dolních cest dýchacích. Oxid siřičitý, který je vstřebán do krve, se vylučuje po biotransformaci v játrech převážně prostřednictvím ledvin. Expozice vysokým koncentracím (kolem  $10000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) způsobuje bronchokonstrikci, bronchitidu a tracheitidu. Interindividuální rozdíly v citlivosti jsou extrémně velké u zdravých jedinců a ještě větší u astmatiků. Zúžení dýchacích cest je způsobováno jednak jejich drážděním, jednak zvýšenou produkcí hlenu. Toto vede k zvýšení dechového odporu. Téměř vždy se současně uplatňuje vliv oxidu sírového a síranového aniontu, které vznikají z oxidu siřičitého reakcemi v ovzduší. Při tom jde o látky s intenzivnějším dráždivým účinkem než má oxid siřičitý.

### Prašný aerosol

Z hlediska původu jde o částice organické i anorganické, které se do ovzduší dostávají z přírodních zdrojů i z lidské činnosti (doprava a průmysl). Účinek prachových částic na organismus je závislý na složení, tvaru a velikosti částic, které ho tvoří. Větší částice (nad  $100 \mu\text{m}$ ) sedimentují velmi rychle a do dýchacích cest se prakticky nedostanou. Částice jejichž velikost je mezi  $100$  a  $10 \mu\text{m}$  jsou většinou zachyceny v horních cestách dýchacích, částice menší než  $10 \mu\text{m}$  pronikají do dolních partií dýchacích cest a bývají proto také nazývány thorakálními částicemi. Částečně jsou odstraňovány aktivitou ciliárního epitelu, částečně fagocytovány a ukládány v intersticiu a lymfatické tkáni. Prach tak zatěžuje samočisticí mechanismy plic. Částice menší než  $2,5 \mu\text{m}$  se dostávají až do plicních alveolů a jsou někdy nazývány respirabilními částicemi. Částice submikronické jsou z velké části opět strhávány vydechnutým vzduchem a dostávají se ven z organismu. Účinek prachu je závislý na složení částic, na rozpustnosti v tělních tekutinách a na biologické aktivitě. Význam mají prachové částice také jako nosič plynných znečištěnin, které jsou takto lépe transportovány do dolních partií dýchacích cest. Podle svého složení a adsorbovaných látek může mít prach účinky dráždivé, toxické, fibrogenní i alergizující, adsorbované látky mohou mít i účinky genotoxické a karcinogenní.

### Oxidy dusíku

Hlavním zdrojem oxidů dusíku je spalování fosilních paliv ve stacionárních emisních zdrojích (vytápění, elektrárny) a v motorových vozidlech. Ve většině případů je emitován do ovzduší oxid dusnatý, který je transformován na oxid dusičitý.

Zdravotní rizika plynoucí z expozice oxidům dusíku se odvozují od nepříznivých účinků oxidu dusičitého. Dominantní je dráždivý účinek.  $\text{NO}_2$  v důsledku své malé rozpustnosti ve vodě proniká do dolních dýchacích cest a plicní periferie, kde působí mechanismem peroxidace lipidů a různým působením vzniklých volných radikálů. Více než  $60\%$  vdechnutého  $\text{NO}_2$  je absorbováno a v krvi konvertováno na dusitany a dusičnany. Tvorbou kyseliny dusité a dusné poškozuje povrchové membrány buněk. Zároveň snižuje účinnost mukociliární bariéry, porušuje funkce makrofágů a tím zvyšuje vnímavost k bakteriálním a pravepodobně i k virovým infekcím plic.

Překročení krátkodobé imisní koncentrace  $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  nevyklučuje při spolupůsobení dalších faktorů (chlad, námaha apod.) zhoršení zdravotního stavu pro některé zvláště citlivé osoby s astmatickými obtížemi a chronickou obstrukční bronchitidou, i když toto zhoršení je popisováno většinou až od  $400 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  při jednodinové expozici. Při expozici oxidu dusičitému (kolem  $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  u alergiků a kolem  $2000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  u zdravých jedinců) bylo zjištěno zvýšení citlivosti na histamin vedoucí k bronchokonstrikci. Pro děti znamená expozice  $\text{NO}_2$  zvýšené riziko respiračních onemocnění v důsledku snížení plicních funkcí, zvýšené reaktivity dýchacích cest a snížené obranyschopnosti. Vysoké koncentrace  $\text{NO}_2$  ( $560000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) mohou vést ke smrti v důsledku edému plic.

### Oxid uhelnatý

Nejvýznamnějším zdrojem oxidu uhelnatého ve venkovním ovzduší jsou všechny spalovací procesy. Hlavním mechanismem účinku je vznik karboxyhemoglobinu, který omezuje kapacitu krve pro přenos kyslíku. Akutní otrava se projevuje bolestmi hlavy, závratí, srdečními obtížemi a malátností. Dále se oxid uhelnatý váže na jiné bílkoviny a podle postiženého cílového orgánu se objevují různé příznaky. V nižších koncentracích může vyvolávat poruchy kardiovaskulární a neurologické. Zvýšenými koncentracemi oxidu uhelnatého v prostředí jsou nejvíc ohroženi jedinci citliví na nedostatek kyslíku (těhotné ženy, vyvíjející se plod, malé děti, nemocní anémií) a osoby s chronickým kardiovaskulárním nebo respiračním onemocněním.

Z hlediska ochrany zdraví je doporučováno, aby hladina COHb v krvi nepřesáhla  $2,5\%$  – to je hodnota, která nemá negativní následky ani pro citlivou populaci. Tomuto požadavku odpovídají následující koncentrace CO v ovzduší :

Koncentrace v $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Časový interval
100 000	15 min
60 000	30 min
30 000	1 hod
10 000	8 hod

### Ozón

Troposferický ozón je typickou druhotně vznikající škodlivinou. Žádný významný zdroj, který by vypouštěl do ovzduší ozón, totiž neexistuje. Určité malé množství ozónu se vyskytuje v ovzduší přirozeně, po bouřce a v horských oblastech. Další ozón v přízemní vrstvě vzduchu je již způsoben lidskou činností. Vzniká fotochemickými reakcemi primárních znečištěnin, zejména oxidů dusíku a těkavých organických látek. Z oxidu dusičitého vzniká oxid dusnatý a atomární kyslík, který se ihned sloučí s molekulou kyslíku na ozón. Současně probíhá zpětná oxidace NO, způsobující úbytek ozónu. Dynamika chemických procesů je velmi složitá, závisí na vzájemném poměru koncentrací látek vstupujících do reakcí a na fyzikálních parametrech (teplota, sluneční záření), ovlivňujících reakční rychlost. Kromě ozónu se při fotochemických reakcích formují i další látky, zejména toxický peroxyacetylnitrát (PAN), peroxid vodíku, aldehydy, řada radikálů s krátkou dobou setrvání apod.

Ozón je jedno z nejsilnějších známých oxidačních činidel. Dráždí oční spojivky a dýchací cesty. Ve vyšších koncentracích dochází drážděním ke stažení dýchacích cest. Hlavním mechanismem účinku na biochemické úrovni je oxidace sulfdrylových skupin aminokyselin enzymů a bílkovin nebo oxidace polynenasycených mastných kyselin na peroxidy mastných kyselin. V řízených studiích na lidech bylo při krátkodobé expozici ozónu popsáno významné poškození plicních funkcí, doprovázené dechovými a jinými symptomy

– kašel, suchost v krku, zvýšená produkce hlenu, bolesti na hrudníku, únava, nevolnost. Akutní účinky byly u zdravých dospělých cvičících jedinců zaznamenány již při koncentraci ozónu  $160 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  po dobu 6 hodin (u dětí a mladých lidí při koncentraci  $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  po dobu 8 hodin). Zvýšená expozice ozónu bývá často spojována se zvýšením nemocničních příjmů z respiračních důvodů a pro exacerbaci astmatu.

Zvýšenou citlivost vůči expozici ozónu vykazují osoby s chronickými obstrukčními onemocněními plic a astmatem. Zdá se, že na působení ozónu jsou citlivější ženy než muži, obzvláště citlivé jsou též děti a mladiství, zatímco starší osoby vykazují citlivost nižší než mladší dospělé osoby.

### ***Těkavé (volatilní) organické látky (VOC)***

Představují rozsáhlou skupinu organických sloučenin různé struktury a vlastností. Mezi nejvýznamnější patří alifatické a aromatické uhlovodíky a jejich halogenované deriváty, dále terpeny a aldehydy. Do ovzduší jsou emitovány především z průmyslové výroby a z dopravy. Jejich negativní působení na zdraví je dáno jednak přímým vlivem (časté je dráždění očí a dýchacích cest, bolesti hlavy, ztráta koordinace, nevolnost, poškození jater, ledvin, CNS a karcinogenita), jednak nepřímo jejich účastí na tvorbě fotochemického smogu, kde VOC působí jako prekurzory ozónu.

Z hlediska vlivu na zdraví je nejvýznamnější těkavou organickou látkou benzen. Jeho hlavními zdroji jsou emise výfukových plynů, manipulace s pohonnými hmotami a cigaretový kouř. Při dlouhodobé expozici má, v závislosti na koncentracích, účinky hematotoxické, genotoxické, imunotoxické a karcinogenní. Poškozuje kostní dřev a způsobuje změny buněčných krevních elementů a vznik leukocytopenie, trombocytopenie a aplastické anemie. U osob vystavených dlouhodobě účinkům miligramových koncentrací v pracovním prostředí byly zjištěny změny chromozomů signalizující možné genotoxické působení.

Dalšími aromatickými sloučeninami ze skupiny VOC, které mohou být přítomny v ovzduší, jsou toluen, etylbenzen, xyleny a styren. Menší inhalační zátěž těmito látkami se projevuje drážděním sliznic dýchacích cest, očí a pocitem tlaku v hlavě, při větší zátěži dominuje působení na CNS (vzrušení, opilost, křeče, bezvědomí a poruchy nebo zástava dýchání). Ve venkovním ovzduší se v koncentracích ovlivňujících zdraví běžně nevyskytují. Mnoho látek z této skupiny je podezřelých z karcinogenity, u některých je karcinogenita pro člověka prokázána.

Ze skupiny halogenových uhlovodíků se jako kontaminanty venkovního ovzduší mohou vyskytovat například chloroform, dichlormetan, tetrachloreten nebo trichloreten, které způsobují hyperreaktivitu dýchacích cest a alergické reakce.

### ***Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)***

PAU jsou velkou skupinou několika set různých sloučenin se dvěma nebo více kondenzovanými benzenovými jádry v molekule. Vznikají při nedokonalém spalování uhlíkatých látek. Mají schopnost přetrvávat v prostředí, kumulují se ve složkách prostředí a v živých organismech, jsou lipofilní a vyznačují se řadou nežádoucích zdravotních účinků. Na prvním místě je nutno zmínit jejich mutagenitu a karcinogenitu vlastnosti.

PAU patří mezi nepřímo působící genotoxické sloučeniny, kdy elektrofilní metabolity schopné se kovalentně vázat na DNA a poškozovat přenos genetické informace vznikají v průběhu biotransformačního procesu po vstupu základní látky do organismu. Elektrofilní metabolity kovalentně vázané na DNA představují základ karcinogenního potenciálu PAU. Reprezentativní strukturou s karcinogenními účinky je

benzo(a)pyren, avšak mezi PAU s potenciálními karcinogenními účinky je zahrnuto i několik dalších struktur. Z dalších nežádoucích účinků PAU je zmiňován zásah do endokrinní rovnováhy (jsou zahrnovány mezi endokrinní disruptory). Vliv PAU na poruchy reprodukce byl dokumentován vzestupem IUGR (intrauterinní růstové retardace) korelujícím s vyšší expozicí těhotných v prvním trimestru. Ve vysokých koncentracích (převyšujících koncentrace nejen ve venkovním ovzduší ale i v pracovním prostředí) mohou mít dráždivé účinky, a působí imunopresivně snížením hladin IgG a IgA.

## **6.1.2 KONKRÉTNÍ RIZIKA**

Vliv znečišťujících látek z ovzduší závisí nejen na jejich chemických vlastnostech, ale také na velikosti expozice, tedy na tom po jakou dobu jak vysoká koncentrace látky působí.

Zdravotní a ekologické důvody vedly téměř na celém světě k zavedení systematického sledování znečištění ovzduší měřeními nejběžnějších znečišťujících látek. Výsledky měření slouží k vyhodnocování úrovně znečištění, formulování opatření, které musí provést provozovatelé zdrojů znečištění a k jejich následné kontrole, k hodnocení zdravotních rizik, sledování trendů kvality ovzduší atd. Kromě rutinních měření je v České republice od roku 1994 v provozu celostátní Systém monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí, který je garantován Ministerstvem zdravotnictví a Státním zdravotním ústavem. Tento Systém formou odborných a souhrnných výročních zpráv poskytuje podklady pro rozhodování státní správy, orgány ochrany veřejného zdraví i informace pro odbornou veřejnost. V oblasti vlivu ovzduší na zdraví je sledována incidence ošetřených akutních respiračních onemocnění a prevalence alergických onemocnění u dětí. Současně jsou monitorovány koncentrace základních i speciálních škodlivin v ovzduší a sledována expozice populace. V roce 2002 vstoupila v ČR v platnost nová legislativa pro ochranu ovzduší plně reflektující předpisy Evropské unie. Imisní limity, podmínky a způsob sledování a hodnocení kvality ovzduší stanovuje Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb. a Nařízení vlády č. 350/2002 Sb. Přípustnou úroveň znečištění ovzduší určují hodnoty imisních limitů, meze tolerance (část imisního limitu, o kterou smí být překročen) a četnost překročení pro jednotlivé znečišťující látky, které vycházejí ze současného stavu znalostí o působení těchto látek na lidský organismus a na životní prostředí. Imisní limity jsou stanoveny s takovým bezpečnostním faktorem, že při jejich dodržení je vědecky odůvodněný předpoklad, že znečišťující látky nebudou mít negativní vliv na zdraví. Berou v úvahu i citlivější jedince a dlouhodobý, rozumný se celoživotní výskyt znečišťujících látek v ovzduší. Jde tedy o limity znečištění.

Odlišnou funkci mají tzv. zvláštní imisní limity (varovné limity), které slouží k ochraně před takovou úrovní znečištění, při jejímž překročení hrozí bezprostřední poškození zdraví nebo ekosystému. Zákon o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb. stanovuje podmínky a opatření pro případ vyhlášení smogové situace, která vzniká při velkém nahromadění znečišťujících látek v ovzduší díky zvláště nepříznivým meteorologickým podmínkám. Vyhláška č. 553/2002 Sb. stanovuje hodnoty zvláštních imisních limitů pro  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  a troposferický ozon při jejichž překročení se vyhláší signál upozornění, signál varování a signál regulace, spočívající v omezení provozu vybraných stacionárních nebo mobilních zdrojů znečištění. Je logické, že tyto limity jsou podstatně vyšší než běžné imisní limity, protože s ohledem na svůj epizodický výskyt pracují s menším bezpečnostním faktorem. Slouží k ochraně před dalším zhoršováním situace. Vyhláška č. 553/2002 Sb. sta-

novuje ústřední regulační řád, způsob informování veřejnosti a seznam stacionárních zdrojů, kterých se týká omezení provozu v případě vyhlášení signálu regulace.

O kvalitě ovzduší informuje v pravidelných relacích sdělovacích prostředků Český hydrometeorologický ústav. V případě smogové situace jsou orgány ochrany ovzduší (tj. Ministerstvo životního prostředí, orgány krajů a obcí) povinny informovat veřejnost.

V ovzduší se může nacházet řada dalších znečišťujících látek, pro které není legislativně stanoven imisní limit. Pro potřeby odhadu zdravotních rizik při výskytu těchto látek v ovzduší slouží **referenční koncentrace**, které se používají také při hodnocení kvality ovzduší, nebo při zpracovávání rozptylových studií. Jedná se o odhad takové koncentrace látek, která při celoživotním inhalačním působení na populaci včetně citlivých skupin pravděpodobně nezpůsobí poškození zdraví. Seznam referenčních koncentrací zpracovává, průběžně doplňuje a aktualizuje Ministerstvo zdravotnictví. Podkladem pro jejich stanovení jsou nejnovější toxikologické informace z renomovaných informačních zdrojů (např. EPA-IRIS, WHO, RIVM Bilthoven.).

V období od devadesátých let, kdy došlo k významnému politickému, ekonomickému a technickému vývoji, se změnila také imisní situace v ČR. Na základě výsledků měření nejběžněji se vyskytujících znečišťujících látek v celostátní měřicí síti je možno říct, že znečištění ovzduší, které v devadesátých letech výrazně pokleslo, v posledních letech spíše stagnuje nebo mírně klesá. V případě nejznámější znečišťující látky, oxidu siřičitého, v důsledku redukce emisí v rámci celé střední Evropy, lze od roku 1999 mluvit o stabilní expozici oxidu siřičitému na úrovni přirozeného pozadí. Znečištění prachem je o něco vyšší, jeho dlouhodobý vývoj lze spíše charakterizovat zmenšováním rozpětí naměřených koncentrací při stabilních středních hodnotách. Oxidy dusíku jsou typické pro místa zatížená dopravou, koncentrace jsou dlouhodobě stabilní, bez výrazných výkyvů. V případě ozónu průměrné koncentrace v ČR stejně jako v celé Evropě mírně rostou, zatímco se snižuje frekvence výskytu a výška maxim. V důsledku snižování významnosti některých klasických škodlivin a především s ohledem na vysoká zdravotní rizika, která se vyskytují již při velice nízkých koncentracích, je v posledních letech větší pozornost věnována polycyklickým aromatickým uhlovodíkům. Výsledky měření PAU ukázaly, že doporučované koncentrace pro ovzduší jsou v ČR běžně překračovány.

Ve druhé polovině devadesátých let významně poklesl počet situací s přechodným zhoršením kvality ovzduší způsobeným nepříznivými rozptylovými podmínkami, které mohou dosáhnout parametrů smogových epizod. Vývoj znečištění ovzduší v posledním období naznačuje, že větším problémem než typický zimní smog za inverzních situací bude v budoucnu letní smog jako jeden z civilizačních problémů.

Slovo smog vzniklo spojením dvou anglických slov smoke (kouř) a fog (mlha) a původně bylo použito pro silně znečištěné ovzduší za určitých meteorologických podmínek v zimním období. V současné době je používán termín zimní smog. Vzniká převážně na podzim a v zimě obzvláště v ranních hodinách v průmyslových aglomeracích. Hlavními složkami směsi znečišťujících látek jsou oxidy síry a prachové částice, celá směs má redukční charakter. Později se pojmem smog začala označovat také kritická situace ve znečištění ovzduší typická pro letní období.

Letní, fotochemický smog se tvoří z oxidů dusíku a uhlovodíků, jejichž zdrojem jsou především výfukové plyny z autodopravy. Za silného slunečního záření z nich vzniká přízemní ozón, aldehydy, peroxyacetylinitráty. Záludnost letní-

ho smogu spočívá v tom, že vzniká v parných letních dnech a jeho koncentrace vrcholí v odpoledních hodinách, kdy se většina lidí sluní venku u vody a člověkem je prakticky nepozorovatelný, protože to není klasická „mlha s kouřem“.

Smog může způsobit dráždění očí až záněty spojivek, záněty dýchacích cest, větší počet astmatických záchvatů a respiračních potíží, větší počet úmrtí, při častém opakovaní snížení délky života. Ohroženy jsou především malé děti, starší jedinci, astmatici, kardiaci a lidé se sníženou imunitou.

Oblastmi s nejvíce znečištěným ovzduším v České republice jsou severní Morava, severní Čechy a Praha. S vyššími koncentracemi znečišťujících látek se dále můžeme setkat v bezprostřední blízkosti frekventovaných silnic a kolem místních zdrojů znečištění. V zimním období je možno nalézt přechodně vyšší znečištění ovzduší kdekoliv, třeba i v malých obcích, kde jsou nahromaděna lokální topeniště s nízkými komíny, zvláště pokud se současně uplatní špatné rozptylové podmínky.

Na otázku, jak velké riziko představuje znečištění ovzduší pro zdraví člověka a v jakém rozsahu se uplatňuje, není, vzhledem k mnoha spolupůsobícím faktorům, jednoduchá odpověď. Studie, prováděné v České republice od začátku 90. let 20. století (Program Teplice, Studie Znečištění ovzduší a zdraví), poukázaly především na zdravotní riziko PAU kontaminujících ovzduší v pánevních oblastech.

### 6.1.3 INTERVENCE

Občan žijící v oblasti se zhoršenou kvalitou venkovního ovzduší by se měl snažit posilovat celkovou nespecifickou odolnost organismu, zejména:

- zdravou výživou s dostatkem vitaminů a dalších ochranných faktorů
- přiměřeným denním režimem s dostatkem spánku
- nekuřáctvím a umírněností v požívání alkoholických nápojů
- péčí o přiměřenou zdatnost a duševní pohodu

Není pravda, že ve znečištěném ovzduší už nezáleží na tom, zda člověk kouří. Kouření je bezesporu významnější zátěž než znečištění ovzduší a při současném působení na organismus se tyto vlivy sčítají.

Sportovní aktivity, jako je např. jízda na kole nebo běh pro zdraví, je nevhodné provozovat např. na silnicích s hustým automobilovým provozem nebo okolo chemické továrny.

Občan žijící v oblasti se zhoršenou kvalitou venkovního ovzduší by měl podporovat komunitní programy zaměřené na snížení znečištění a přispívat ke zlepšení situace i svým osobním chováním. Např. přechodem na „čistší“ způsob vytápění svého domku nebo alespoň tím, že nebude používat kamna ke spalování domácího odpadu obsahujícího umělé hmoty.

Zvláštní kapitolou individuální ochrany zdraví je chování při zhoršení rozptylu škodlivin v ovzduší (tedy při zvýšení koncentrací znečišťujících látek, které může přerůst až do smogové situace). Pokud se koncentrace znečišťujících látek v ovzduší zvýší natolik, že jsou překračovány zvláštní imisní limity (viz výše) musí být obyvatelstvo, školy, podniky a zdravotnická zařízení o této situaci informováni. Podle vývoje situace se vyhláší stupeň „upozornění“, první a druhý stupeň „regulace“. Kromě toho mohou místní orgány v jednotlivých místech zavést i podrobnější hodnocení.

Za zhoršené rozptylové situace, nejsou prakticky ohroženi zdraví dospělí jedinci. Delší trvání „smogu“, může mít nepříznivé účinky na zdraví disponovaných osob, tj. chronicky nemocných (chronická bronchitida, astma, kardiovaskulární onemocnění) citlivých a oslabených. Disponujícím faktorem je věk do 5 let a nad 70 let.

Doporučení, jak se v takové situaci chovat jsou určena především těmito věkovým skupinám.

Tato doporučení směřují ke snížení individuální expozice a zamezení její kombinace s expozicí dodatkovou:

1. Omezit pobyt venku, zejména v době mezi 6 – 10 a od 16 – 20 hodin
2. Při pobytu venku nevyvíjet nadměrnou fyzickou aktivitu, která by vedla ke zvýšené plicní ventilaci
3. Neprovázet tělesnou výchovu a sport na venkovních sportovištích
4. Místnosti, kde se zdržují lidé, větrat krátkodobým (na 3 – 5 minut) otevřením oken ne více než 3 – 4 x denně
5. Nezdržovat se v zakouřených místnostech, v obytných místnostech nekouřit
6. Nepoužívat přípravky s organickými rozpouštědly, spreje s hnacími plyny
7. Neprovádět lakýrnícké práce a podobné činnosti zvyšující potřebu větrání
8. Nepoužívat krbová topeniště, nespalovat žádné materiály na otevřeném ohni, nespalovat odpadky v kamnech
9. Omezit jízdy osobním autem
10. Nepřetápět obytné místnosti, resp. snížit teplotu vytápění obytných místností alespoň o 2°C oproti obvyklé úrovni

Při popularizaci těchto doporučení je nezbytné zamezit vzniku přehnaných obav nebo dokonce paniky. Není žádoucí, aby se maminka bála jít s dítětem na nutný nákup do blízkého obchodu, protože má strach ze zdravotních důsledků.

Jsou lidé, kteří prožívají ohrožení ze znečištění ovzduší tak silně, že tento strach je zdravotně škodlivější než samy znečišťující látky. Takové osoby je třeba uklidnit, že jim nic vážného nehrozí, pokud budou dodržovat daná opatření, zvláště pokud jsou zdraví.

Na druhé straně, jestliže máme zkušeností potvrzeno, že náš pacient, např. astmatik, reaguje zhoršením na zvýšené znečištění ovzduší, je dobré takovému zhoršení předejít včasnou úpravou režimu a medikace.

### Komunitní intervence

V pravomoci i možnostech obce, města, radnice i obyvatel je řada opatření, která mohou podstatně zlepšit zátěž obyvatel znečištěním ovzduší. Tato opatření by měla být součástí ozdravných programů referátu životního prostředí a zdravotního úřadu. Jde např. o tato opatření :

- omezení lokálního vytápění pevnými palivy a jeho nahrazení plynem, elektřinou, případně dálkovým topením
- omezení znečišťování ovzduší z průmyslových a živnostenských provozoven ( důsledná podpora orgánů inspekce ochrany ovzduší )
- omezení spalování odpadů domácích i průmyslových na volných prostranstvích, v zahradách, v domácích topeništích a ve spalovacích zařízeních, která nejsou k tomu účelu uzpůsobena
- vhodná organizace dopravy, snižující dopravní zátěž v obytných oblastech
- bezprašné povrchy komunikací. Mytí ulic a chodníků. Zpevnění nebo zatravnění prašných ploch, skládek a pod.
- opatření na snížení prašnosti při stavební činnosti, výkopech a pod.

### Celospolečenská intervence

Snahy společnosti zajistit v České republice dobrou kvalitu ovzduší jsou dány legislativou Ministerstva životního prostředí, konkrétně zákonem O ochraně ovzduší a návaznými vyhláškami. Ty by měly zajišťovat z hlediska ovzduší „kauzální léčbu“, tedy minimalizaci zdrojů znečištění. Bohužel jde o dlouhodobou léčbu. Měření znečišťujících látek má pak mimo jiné funkci zpětné vazby, hodnotící léčebný efekt.

### Literatura

- ⇒ Symon K., Bencko V. a spol.: Znečištění ovzduší a zdraví, Avicenum 1988
- ⇒ WHO Regional Office for Europe : Air quality guidelines for Europe, WHO 2000
- ⇒ Teplice Program. Impact of Air Pollution on Human Health. R.J. Šrám (ed.), Academia, Praha, 2001.
- ⇒ Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. Souhrnné a odborné zprávy za roky 1994 – 2003. Státní zdravotní ústav, Praha, 1995 – 2004.

## 6.2 ROSTLINNÉ PYLY V OVZDUŠÍ – SOUČASNÝ STAV PROBLÉMU

Vznik onemocnění dýchacích cest je podmíněn přítomností infekčního agens, znečištěním ovzduší, kouřením, alergeny a defektem imunity. Podíl determinantů může být různý. Většina poruch imunokompetence je získaných. Alergických projevů v naší populaci přibývá. Bylo zjištěno, že počet postižených stoupl za posledních 35 let dvaapůlkrát, na nynějších 24%. Mimořádně narostl počet alergiků, trpících sezónní pylovou alergií. Nejde už jen o sennou rýmu, ale o onemocnění projevující se kromě zánětu nosní sliznice i reakci spojivek, kůže, dechovými potížemi i celkovými příznaky.

Mortalita na astma bronchiale u nás v posledních desetiletích klesá ( od roku 1970 asi na polovinu ), prevalence, zjišťovaná cílenými studiemi se v posledních letech pohybovala mezi 1,8 a 3,2 procenty.

Alergiků v dětském věku přibývá; nástup prvních příznaků se objevuje už v kojeneckém a batolecím věku. Polovina případů dětského astmatu začíná před dovršením třetího roku. Vina je připisována interakci účinků stoupajícího množství alergenů, častějších infekcí horních cest dýchacích a narušeného prostředí.

Škodliviny, poškozující systém tkáňové (slizniční) imunity se kombinují se specifickými alergizujícími činiteli. K výskytu pylových alergií přispívá to, že v sídlech, zejména v nových obytných souborech, byla vysazována druhově nevhodná zeleň (zpravidla pro svůj rychlý růst a nenáročnost) a že se zvětšil rozsah neobhospodařovaných a neošetřovaných zaplevelených ploch.

### 6.2.1 PATOFYZIOLOGICKÉ MECHANISMY

Pylová zrna vyskytující se v ovzduší vyvolávají imunologicky podmíněné alergické reakce. Mechanismus vzniku alergizace a průběhu alergické odpovědi organismu je popsán v příslušné odborné literatuře. Zde jsou zmíněny jen některé specifické záležitosti.

Vzdušné alergeny jsou převážně proteiny, které jsou součástí biogenních částic o rozměrech 2-60 um. Pylová zrna a větší spóry plísní jsou při vstupu do dýchacích cest zachyceny již v jejich horní části a nepronikají do subglotických oblastí. Při testech s izotopy značenými pylovými zrny

ambrózie bylo zjištěno, že částice větší než 18 – 20 um se nedostávají pod úroveň cariny. Naopak aerosoly s částicemi 5 um a menšími běžně procházejí do periferních dýchacích cest, kde se usazují. To vysvětluje nejčastější projevy polinózy – konjunktivitidu a rhinitidu. V případě pylového bronchiálního astmatu, kde místem nejvýznamnějších změn jsou průdušky, je ale třeba hledat jiné mechanismy. Uvažuje se o reflexech vznikajících podrážděním nasopharyngeálních receptorů nebo o hematogenním přenosu alergenů.

Navíc bylo prokázáno, že některé pylové alergeny se mohou po vyplavení z pylového zrna vázat na částice menší než původní zrno a vstupovat do dolních dýchacích cest touto cestou. U organických látek dochází k poměrně rychlému rozpadu bílkovinného obsahu, zvláště ve vlhkém počasí. Pylová zrna, která se poté větrem znovu dostávají spolu s prachem do ovzduší, již proto alergické potíže většinou nevyvolávají.

Pacient alergický na pyl může vytvářet protilátky proti alergenům, které jsou

1. vlastní pouze pylu určité rostliny nebo
2. jsou společné pro pylu příbuzných rostlinných druhů.

Pacient tak může trpět přecitlivělostí omezenou na pyl jednoho konkrétního (specifického) druhu rostliny, nebo díky imunologické zkřížené reaktivitě strukturálně blízkých alergenů, může vykazovat přecitlivělost na pyl příbuzných rostlinných druhů. Velmi často se zkřížená reaktivita objevuje mezi příbuznými druhy trav a rovněž mezi příbuznými druhy Asteraceae – složnokvěté. U dřevin existuje poměrně vysoký stupeň zkřížené reaktivity zvláště mezi druhy (rody) taxonomicky příbuzných čeledí Betulaceae – Břízovité (Betula – bříza, Alnus – olše) a blízkou čeledí Corylaceae – Lískovité (Corylus – bříza, Carpinus – habr), uvníť čeledí Fagaceae – Bukovité (Fagus – buk, Quercus – dub), Salicaceae – Vrbovité (Salix – vrba, Populus – topol), avšak byla popsána zkřížená reaktivita i mezi druhy taxonomicky vzdálenými, dokonce např. i mezi pylovým extraktem z břízy a některými druhy zeleniny (mrkev, celer, brambory, meloun), ovoce (jablka, třešně, hrušky) či jedem blanokřídleho hmyzu. Pylový extrakt z *Artemisia vulgaris* – Černobýl rovněž zkříženě reaguje s alergeny kořenové zeleniny celeru a mrkve i s alergeny semen mrkvovitých rostlin, která se často používají jako koření (kmín, koryandr, fenykl).

## 6.2.2 RIZIKO EXPOZICE

Šíření pylových zrn ovzduším záleží na meteorologické situaci, vzdušných proudech, vlhkosti ovzduší.

Pyly větrosprašných rostlin jsou speciálně přizpůsobeny pro dobré šíření vzduchem na značné vzdálenosti (tvar zrna, produkce pylu), pyly hmyzosprašných rostlin se naopak vzduchem většinou šíří jen na krátké vzdálenosti – proto také pyly vyvolávající alergie jsou převážně produkovány rostlinami větrosprašnými.

Většina pylových zrn, která jsou příčinou potíží, pochází ze zdroje v blízkosti pacienta, přesto dolet pylových zrn při vzdušném transportu bývá udáván v desítkách, stovkách, dokonce i v tisících kilometrech. Dálkové přenosy probíhají ve velkých výškách, kde bývá velmi silné proudění, takže materiál může během 24 hodin urazit vzdálenost i kolem 3000 km. Díky takto rychlému transportu nemusí dojít k biologické degradaci bílkovinného obsahu pylového zrna a při následném sestupu do nižších vrstev atmosféry mohou tato pylová zrna vyvolávat alergické potíže. K vyčištění atmosféry od pylů a jiných větších částic dochází nejefektivněji při dešti.

K tomu, aby došlo k uvolnění pylu do ovzduší je třeba aby květy dosáhly určité biologické zralosti. Jejich uvolňo-

vání dále závisí na vývoji teploty ovzduší, vlhkosti a mnohdy na denní době – např. typické uvolňování pylu pelyňku či ambrózie v časných ranních hodinách.

Protože znalost aktuálního výskytu pylové situace je pro diagnostiku i terapii alergického pacienta důležitá, rozvinula se od 60.let v Evropě a od r. 1992 i u nás, pylová informační služba.

V síti stanic (rozložení stanic v ČR a SR viz. obrázek) se provádí odběr vzorků a diagnostika pylových zrn v nich.

### Pylová informační služba

Jako nejsnadnější a nevhodnější oblast pro využití aerobiologie v lékařství se dnes nabízí prevence a terapie pylových alergií. Pro přesné načasování začátku preventivního podávání antialergik je nutné co nejpřesněji znát

a) vyvolávající alergen

b) období jeho výskytu v ovzduší,

které se většinou kryje s obdobím sezónních potíží alergického pacienta. Přesným určením nevhodnějšího termínu pro zahájení léčby a její ukončení po sezóně je možno ušetřit značné finanční prostředky. Stejně tak je důležité mít přesné informace pro správné vedení hyposenzibilizační léčby. Tyto problémy řeší právě pylová informační služba (PIS).

Při znalosti údajů z celé Evropy je možno nejen podávat informace zpětně, ale lze vytvářet i předpovědi pro další období. To je umožněno počítačovým propojením národních PIS do celoevropské informační sítě (European Aeroallergen Network Server – EANS).

PIS tvoří otevřený systém, do kterého je možno zapojit neomezené množství stanic, které informace dále zpřesňují. Informace PIS mají smysl jen tehdy, pokud se k lékařům i pacientům dostanou včas.

V České republice se informace šíří těmito cestami:

- týdenní hlášení v novinách, rozhlasu a televizi; týdenní zpravodaj
- (bulletin); počítačové sítě Fidonet a Internet; výroční zpráva (Annual report).

Vedle lékařského využití informací PIS se nabízí i využití mimolékařské – pro základní výzkum (aerobiologie, aeropalinologie), botaniku, ekologii, kriminalistiku (např. boj proti drogám – Cannabis), zemědělství a lesnictví (např. fytopatogenní plísň, včelařství, hodnocení dlouhodobých změn vegetace, globálních klimatických změn).

Celoroční pylový monitoring umožňuje sestavit pro každou lokalitu podrobný pylový kalendář. Pylovou sezónu lze v našich podmínkách orientačně rozdělit na tři hlavní období:

1. **jarní období**, kdy se v ovzduší vyskytuje převážně pyl **dřevin**
2. **letní období**, kdy dominantním alergenem je pyl **trav**
3. **podzimní období**, dominantními alergeny jsou pylová zrna **vysokobylinných plevelů**.

Orientační pylový kalendář níže položených oblastí ČR je uveden v tab.1.

**Pylový kalendář. Stručný přehled nejvýznamnějších pylových alergenů a období jejich obvyklého výskytu v ovzduší** (bez nároků na úplnost).

Tab. 1

Dřeviny	Maximum výskytu	Okrajová období
Líška	1.3. - 1.4.	leden - duben
Olše	10.3. - 10.4.	únor - květen
Topol	10.3. - 1.5.	březen - květen
Bříza	10.4. - 1.5.	březen - květen
Jasan	10.4. - 10.5.	březen - květen
Dub	20.4. - 20.5.	duben - červen
Bez černý	10.5. - 10.6.	květen - červenec
Lípa	1.6. - 10.7.	červen - červenec
Byliny	Maximum výskytu	Okrajová období
Trávy	10.5. - 20.7.	květen - srpen
Jitrocel	10.5. - 20.8.	květen - září
Šťovík	10.5. - 20.8.	květen - září
Kopřiva	1.6. - 1.9.	květen - říjen
Merlíkovité	1.7. - 20.9.	červen - říjen
Pelyněk	20.7. - 20.8.	červenec - říjen
Ambrózie	1.8. - 1.10.	červenec - říjen

Průběh sezóny je tedy přibližně tento :

- **únor/březen – duben:** převažují pyly dřevin (olše, líška, topol), z bylin podběl, později pampeliška
- **květen – začátek června:** v ovzduší je maximum pylu, zpočátku ještě převažují dřeviny (buk, dub, bříza, habr, jasan, borovice, smrk), z bylin se objevují první zrna trav
- **červen – začátek srpna:** dominují pyly bylin, z dřevin již jen černý bez a lípa; z bylin převažují trávy divoké i kulturní (obiloviny), jitrocel, šťovík, ve druhé polovině období maximum kopřivy; maximum vzdušných plísni
- **srpen – září:** převaha plevelných a rumištních rostlin (merlíkovité, pelyněk, ambrózie, kopřiva..), jitrocele, velké množství vzdušných plísni

Období od konce října do ledna je klidové s minimem pylu v ovzduší

Praktické využití informací PIS v alergologii :

- diagnostika** – stanovení, ev. upřesnění diagnózy – využívá zpětně výsledky monitoringu ovzduší. Pacientovy záznamy potíží se porovnávají s aeropolinologickou situací v tomto období. To umožní sestavit poměrně podrobnou a současně cílenou řadu alergenů, která se použije ke kožním testům nebo k vyšetření specifických IgE.
- terapie** – známe-li již přesně pylové alergeny, které u pacienta vyvolávají potíže, je možno pomocí předpovědí PIS předem stanovit období, kdy se daný alergen objeví v ovzduší. Tím je dána možnost včasného zahájení preventivních opatření a nasazení vhodné léčby.
- imunofarmakologie** – údaje o výskytu pylu jednotlivých rostlinných druhů v ovzduší dané oblasti a informace o dlouhodobých trendech umožní firmám vyrábějícím diagnostické a terapeutické pylové alergeny přesně a s předstihem reagovat na potřeby a požadavky alergologů.

### 6.2.3 INDIVIDUÁLNÍ INTERVENCE

Preventivní opatření spočívají především v kontrole prostředí, v kontrole kontaktu s alergenem a ekologických intervencích. V pylové sezóně se postiženému nemocnému doporučuje ovlivnit své chování.

Režim dne v pylové sezóně:

- omezit větrání, větrat přes vlhké prostěradlo nebo alespoň přes sousední místnost
- využívat čističe vzduchu
- omezit vycházky z domu, zvláště za slunečných a větrných dnů;
- maximum pylu bývá v ovzduší kolem poledne, nejvhodnější částí dne pro pohyb mimo domov je časné ráno
- pro vycházky využít déšť a období těsně po dešti, kdy je v ovzduší minimální množství pylu
- při jízdě autem nevětrat oknem, ale pořídit si vzduchový filtr
- vyhýbat se zatravněným plochám a dle možností těm keřům a stromům, které u konkrétního pacienta vyvolávají potíže
- vyhýbat se okraji lesa, který funguje jako filtr, ve kterém se pyl koncentruje, naopak uvnitř lesa bývá pylu velmi málo
- vhodný je pobyt u vodních ploch, raději s písčnými nebo kamenitými okraji, vyhýbat se zatravněným břehům
- pro alergické děti jsou naprosto nevhodné školní brigády na poli či sběr léčivých rostlin
- vhodné časové naplánování dovolené, podle možností vycestovat v kritickém období do klimaticky výhodnějšího prostředí – hory, moře
- (na horách bývá pylová sezóna o 1-3 týdny zpožděná, naopak směrem k jihu Evropy se zvětšuje předstih sezóny
- denně zaznamenávat charakter a intenzitu potíží, porovnávat se zpravodajstvím PIS ve sdělovacích prostředcích a sdělovat výsledky ošetřujícímu lékaři

### Komunitní intervence

Na úrovni obce je důležité prosadit opatření týkající se tvorby krajinného prostředí, zejména prostředí v obytných čtvrtích a opatření týkající se údržby zelených ploch:

- ve městech a obcích, v obytných čtvrtích a parcích nepoužívat k výsadbě stromy s velkou tvorbou pylu zejména břízu, černý bez, olši a akát
- vyhýbat se většímu seskupení rostlin téhož druhu (tzn. monokulturám) v blízkosti obydlí
- klást důraz na pečlivou údržbu zelených ploch, trávníky je třeba pokosit včas, tj. ještě před rozkvětem trav a pokosenou travu odvézt (pokosené seno může být alergenně agresivnější než zelená tráva)
- je třeba zlikvidovat porosty alergenně velmi agresivních plevelů (pelyněk, merlíkovité, ambrózie aj.) na rumištích a skládkách, plochách podél komunikací, železnice, továrních pozemcích, sportovištích a neobdělávaných zemědělských plochách v blízkosti míst pobytu lidí  
Podmínkou úspěchu je vysvětlování významu výše uvedených opatření mezi občany a ve školách.

### Celospolečenská intervence

- propagace a vysvětlování významu pylové služby ve sdělovacích prostředcích a její finanční zabezpečení
- popularizace opatření snižujících pylovou zátěž obyvatel
- legislativní opatření poskytující obcím potřebné pravomoci při prosazování řádné údržby zeleně



## 6.3 PITNÁ VODA

Problematika dostatku i jakosti pitné vody pro člověka, jakkoli již dnes představuje aktuální téma, bude stále nabývat na významu. Hygienické nároky na pitnou vodu totiž stoupají, ale kvalita suroviny k její „výrobě“ klesá, nejen v České republice, ale v celosvětovém měřítku. Kvalitní voda je stále vzácnější a dražší.

### Situace v zásobování pitnou vodou

Současný stav veřejného a individuálního zásobování obyvatel ČR pitnou vodou lze z údajů za rok 2002 stručně charakterizovat následovně: 10 % obyvatel je zásobováno z individuálních zdrojů a 90 % obyvatel je zásobováno z veřejných vodovodů. Voda veřejných vodovodů pochází více než z poloviny ze zdrojů povrchových, z menší části ze zdrojů podzemních. Vlivem intenzivního zemědělství, imisí, splachů a průsaků z řady lidských činností však klesá kvalita vody i v samotných vodárenských tocích a v podzemních zdrojích. Podzemní vody mohou obsahovat i některé nežádoucí látky (dusičnany, radon) nebo jejich nežádoucí množství (železo, mangan, atd.) přirozeně vyluhované z podloží.

**Pouze minoritní část vody z veřejných vodovodů není nutné upravovat (jen se, vzhledem k dopravě potrubím, chloruje).** Ostatní vody veřejných vodovodů procházejí několikanásobnou chemickou úpravou (zakončenou s následnou chlorací), aby vody dopravované potrubím byly zabezpečené při případném znečištění. Všechny hromadné vodovody splňují požadavky legislativy pro pitnou vodu a voda může být klasifikována jako zdravotně nezávadná.

### 6.3.1 KVALITA PITNÉ VODY V ČESKÉ REPUBLICE

Získat reprezentativní představu o kvalitě pitné vody z veřejného zásobování v ČR umožňuje „**Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí**“ a to jeho Projekt II: Zdravotní důsledky a rizika znečištění pitné vody, který je v rutinním provozu od roku 1994. Monitorovaná města (vybraná okresní a krajská města a hlavní město Praha, celkem 32 měst) zásobují svými vodovody okolo 3,5 milionu obyvatel, což reprezentuje přibližně třetinu populace České republiky a více než 60 % osob žijících ve městech s více než 20 000 obyvateli. Z celkového počtu obyvatel, zásobovaných pitnou vodou z veřejných vodovodů je tímto monitoringem pokryto okolo 40 % obyvatel.

V roce 2002 bylo ze sítí monitorovaných měst odebráno 2242 vzorků pitné vody a jejich rozbořením získáno 48059 údajů o jakosti pitné vody ve sledovaných vodárenských sítích. Nedodržení limitní hodnoty nejméně u jednoho zdravotně významného ukazatele limitovaného nejvyšší mezní hodnotou bylo nalezeno v 38 vzorcích. Nejčastěji byla překročena limitní hodnota ukazatelů enterokoky (16 případů), *Clostridium perfringens* (12 případů) a *Escherichia coli* (8 nálezů). V žádném případě však nešlo o trvalé překračování některého z ukazatelů jakosti pitné vody nebo o soustavné nedodržování jakosti pitné vody distribuované monitorovaným vodovodem.

Z výsledků Projektu II lze konstatovat, že v posledních letech nedochází k výrazným změnám v jakosti pitné vody v distribučních sítích sledovaných měst, přičemž tuto jakost nutno obecně hodnotit jako velmi dobrou, srovnatelnou s vyspělými evropskými státy.

V souvislosti se vstupem ČR do EU je zaváděn celostátní monitoring jakosti vod, který bude zahrnovat všechny veřejné vodovody, veřejné studně označené jako zdroj pitné

vody a studně využívané veřejností nebo k podnikatelské činnosti, která vyžaduje užití pitné vody. První výsledky za rok 2002 ukazují, že ve srovnání s velkými vodovody je jakost vody v malých vodovodech a veřejných studních horší. Zatímco ve vodovodech zásobujících více než 5000 obyvatel byla četnost nálezů s překročením nejvyšší mezní hodnoty 0,24 %, v menších vodovodech dosahovala hodnoty 1 % a v monitorovaných veřejných studních dokonce 2,8 %.

### Kvalita pitné vody v určitém místě

Obecné informace o kvalitě pitné vody poskytují uživatelům Manuálu prevence pouze náhled na závažnost problematiky a nemohou být přirozeně vodítkem k přístupu k místním zdrojům, jejichž kvalita v rámci naší země může být – a je – zcela odlišná. Někde vhodná pro kojence, jindy skrývající riziko i pro zdravé spotřebitele. O kvalitě konkrétního zdroje je nutné se informovat u příslušného provozovatele, na MÚ nebo Orgánu ochrany veřejného zdraví. Není-li kvalita vody u individuálního zdroje známa, je nutné ji alespoň jednou do roka, nebo podle potřeby i častěji, nechat zkontrolovat pro tento účel akreditovanou laboratoří. Pro prvotní a obecnou informaci není nutné dělat rozbor všech 70 položek podle Vyhlášky Ministerstva zdravotnictví České republiky 376/2000 Sb., stačí provést základní chemický a mikrobiologický rozbor, který trvá asi týden a stojí cca 1000,- Kč. Laboratoř, neodebírá-li vzorky sama, by měla poučit o správném odběru vzorku a dodat speciální sterilní lahvičku na mikrobiologický rozbor.

### 6.3.2 VLIV PITNÉ VODY NA ZDRAVÍ

Zdravotní rizika mohou plynout z konzumace vody bakteriálně či biologicky kontaminované, z vody s vyšším obsahem chemických či radioaktivních látek a prvků, ať už umělého nebo přirozeného původu. Pomineme-li rizika spojená s kvantitou – s nedostatečným příjmem tekutin (vody) nebo naopak s příjmem nadbytečným u některých patologických stavů, kde konzumace až desítek litrů vody denně může znamenat významnou zátěž některými obsaženými kontaminantami, nutno počítat s účinky akutními i chronickými.

Za zdravotně nevýznamné (a bohužel stále více opomíjené) jsou považovány **organoleptické vlastnosti vody – pach, chuť, vzhled**. Ještě před 70 – 50 lety byl zcela samozřejmý požadavek, že pitná voda má být chutná a osvěžující; dnes už pouze „její smyslově postižitelné vlastnosti nemají bránit jejímu požívání“. Přitom senzorické poruchy jsou u pitné vody velmi časté a mohou působit u člověka odpor a odklon k požívání méně zdravých nápojů, u některých jedinců i poruchy trávicí soustavy (nauzea apod.).

Z hlediska akutního účinku je významná mikrobiální kvalita vody. K otravám toxickými látkami z vody u nás již prakticky nedochází, i když je nelze s rostoucím počtem nejrůznějších havárií do budoucna nikdy vyloučit.

Fekálním znečištěním se do vody dostávají mnohé patogenní střevní mikroorganismy rodů *Salmonella* a *Shigella*, *Vibrio cholerae*, rod *Leptospira*, druh *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter fetus* a enteropatogenní a enterotoxigenní typy *Escherichia coli*. Kromě toho ve vodě lze najít podmíněné patogeny jako druh *Pseudomonas aeruginosa*, rody *Flavobacterium*, *Klebsiella* a *Serratia* a v poslední době stále více prokazovaná atypická *Mycobacteria*, zvláště rod *M. kansasii*. Ve vodě najdeme ale i různé další bakterie, které mohou způsobovat organoleptické závady (pach, chuť), např. sírné a železitě bakterie apod.

Pokud se týká střevních patogenů, pak minimální infekční dávka schopná vyvolat onemocnění u člověka kolísá podle druhu (*Salmonella* 2-5, enteropatogenní *E.coli* 10<sup>10</sup> atd.) a je

ovšem závislá i na momentálním zdravotním stavu a věku postiženého jedince.

Málo osvětlenou otázkou je, může-li pomnožení saprofytní, zdravotně nezávadné mikroflory (tzv. psychofilní a mezofilní bakterie), nad normou přípustnou mez mít zdravotní dopad. Ze zkušeností a výzkumů potravinářské mikrobiologie vyplývá, že **lidské zdraví mohou ohrozit i organismy saprofytické**, které svou metabolickou činností, podmíněnou enzymatickým vybavením, mohou proteolyticky a lipolyticky měnit některé součásti poživatin. Vzniklé štěpné produkty představují zdravotní riziko (zažívací potíže, průjmky, snížení výkonnosti a odolnosti) **zvláště pro děti a staré osoby**. Obdobné produkty s nejvyšší pravděpodobností vznikají i při odumírání a rozkladu samotných bakteriálních buněk. Analogicky lze takové riziko odvodit i pro kontaminovanou vodu, zvláště je-li použita pro přípravu kojenecké stravy.

Významnou roli může hrát také **kontaminace vody viry**. Voda může být kontaminována více než 100 druhy virů, **nejvýznamnější je skupina enterovirů a virus hepatitidy A**. Tyto viry mohou způsobit akutní gastroenterická onemocnění, současně však mohou postihnout i jiné orgány – např. respirační, mozek a mozkové blány, oční spojivky apod. K vstupu infekce může dojít cestou trávicího traktu po napití vody, ale také vzduchem při zavlažování skrápěním nebo při sprchování a kontaktem při koupání (zánět spojivek). *Izolace a průkaz virů z vody je velmi náročná* a tak stanovení virů ve vodě nepatří k rutinním zkouškám. Proto není ani dostatečný přehled o situaci v pitných vodách. Není jisté, zda dávka volného chloru účinná na bakterie působí desinfekčně i v případě virů.

U stálých uživatelů domovních studní, kde bychom vzhledem k rozšířené mikrobiální kontaminaci očekávali vysoký výskyt průjmových onemocnění, sehrává zřejmě obrannou roli získaná tolerance k danému druhu a dávce.

**Anorganické i organické chemické toxické látky** obsažené ve vodě mohou v našich podmínkách představovat různě významnou zátěž s následným rizikem negativního chronického účinku na organismus.

**Těžké kovy** (Pb, Cd, Hg, Cr, As, Ni ad.), schopné vyvolat poškození především jater a ledvin, dále poškození krevtvorby, alergie a v některých případech zřejmě i nádorový proces, nedosahují ve zdrojích ČR hodnot, které by ohrozovaly zdraví. S výjimkou omezených lokalit, kde vyšší obsah těžkých kovů může být dán i přirozeně z podloží, je situace příznivá ve většině veřejných vodovodů i domácích studní.

Naopak asi nejvíce diskutovaným problémem pitné vody jsou **dušičnany**, schopné vyvolat nejenom alimentární methemoglobinemii u kojenců a některých nemocných s chorobami srdce nebo s poruchami metabolismu, ale také, stejně jako **dušitany**, mohou být prekurzory N-nitrososloučenin (nitrosaminů a nitrosamidů), látek s karcinogenním účinkem. I když voda z veřejných vodovodů v naprosté většině případů vyhovuje požadavku normy (50 mg/l), ne vždy ji lze označit za vhodnou i pro kojence (15 mg/l) a situace u individuálních zdrojů může být rozdílná.

**Široké spektrum organických látek typu chlorovaných uhlovodíků, PAU, chlorovaných benzenů apod. představuje vážný hygienický problém**. I když se v pitných vodách vyskytují ve velmi nízkých koncentracích, vyznačují se často vysokou toxicitou a schopností vázat se a kumulovat v tkáních. *Řada z nich má prokázaný mutagenní a karcinogenní účinek*, řada dalších je z něho podezřívána. Jejich výroba, užití (především ve formě pesticidů v zemědělství, dále v nejrůznějších průmyslových činnostech, včetně dopravy) i výskyt v prostředí stoupá, jsou ohroženy zdroje pitné vody a v současnosti používané vodárenské technologie dokáží tyto látky jen těžko odstranit.

Specifickou a zdravotně významnou skupinu organických látek v pitných vodách tvoří desinfekční prostředky a jejich vedlejší produkty. Desinfekce představuje zřejmě nejvýznamnější krok v úpravě vody pro veřejné zásobování. Účinné chemické biocidní látky jako chlor, chloraminy či  $\text{ClO}_2$  vedle destrukce mikrobiálních agens však mají schopnost reagovat s organickými látkami (tzv. huminové látky) přirozeně se vyskytujícími zvláště v povrchových vodách za vzniku nových nežádoucích sloučenin. Vznikají tzv. trihalometany, jejichž nejznámějším zástupcem je v našich podmínkách *chloroform*. Většina látek, vznikajících jako vedlejší produkt chlorace, je podle IARC klasifikována jako podezřelý karcinogen pro člověka, epidemiologické důkazy vztahu konzumace chlorované vody a vzniku nádorových onemocnění (zejména močového měchýře a konečníku) však nejsou jednoznačně doloženy. Riziko onemocnění rakovinou následkem vedlejších produktů desinfekce vody je však o několik řádů nižší než riziko onemocnění a úmrtí na choroby způsobené patogenními organismy v pitné vodě.

U pitné vody je nutno zvažovat i přítomnost radioaktivních látek. Přestože geologické podloží ČR je z velké části tvořeno vyvřelými a metamorfovanými horninami, které představují nejvýznamnější zdroj přírodní radioaktivity a uvolňovaný radon tvoří rozhodující podíl (až 55 %) na celkovém ozáření lidského organismu, dávka přijatá z přírodní radioaktivity je vždy pod prahovou koncentrací akutních účinků a co se týče pitné vody, nelze její příspěvek (cestou skutečné ingesce) považovat za významný.

Pitná voda není a ani nemůže být chemicky čistá kapalina  $\text{H}_2\text{O}$ , ale obsahuje přirozeně a v často významně různém množství také zdraví prospěšné součásti. Ať už jsou to:

- **esenciální stopové prvky** (Cr, Mn, Cu, Zn, Fe, Mo, Se, F, J atd.) nebo
- **hlavní minerálie** (Ca, Mg, Na, K, Cl).

Pitná voda je obsahuje v iontové, oproti potravinám lépe vstřebatelné formě a tak může v některých případech významně přispívat k plnění potřebné denní dávky řady deficitních prvků. Naopak, některými výrobci propagovaná konzumace destilované nebo demineralizované vody může způsobit vážné poruchy minerálového metabolismu.

**Škodlivý však není jen deficitní příjem esenciálních prvků, ale i příjem nadbytečný: sodík (!), selen atd. Příkladem je také například fluor, který v nedostatku v určitém věku působí zvýšený výskyt zubního kazu, v nadbytku pak tzv. fluorózu, projevující se m.j. poruchou skloviny**. Od fluorizace pitné vody se v ČR již všude ustoupilo a u ohrožených skupin populace se provádí cílená substituce fluoru v tabletech.

Jedním z nejdéle prokázaných vztahů minerálů v pitné vodě k lidskému zdraví je **příznivý vliv** dlouhodobé konzumace „**tvrdší vody**“ (obsah vápníku a především hořčíku) **na výskyt kardiovaskulárních chorob**.

Potřeba esenciálních prvků je však individuálně specifická a stanovit všeobecně platné jejich optimální složení v pitné vodě lze pouze jako doporučení, nikoliv závazný požadavek.

*Důsledný ošetřující lékař*, který do komplexního působení na pacienta samozřejmě zahrnuje i otázku výživy, *by se neměl zapomenout informovat, jakou vodu (včetně obsahu minerálů) pacient pravidelně konzumuje*.

### 6.3.3 HODNOCENÍ RIZIKA

Při interpretaci jistě varujících údajů o kvalitě pitné vody je nutné si uvědomit, že prosté překročení limitní hodnoty ještě nemusí znamenat zdravotní ohrožení. Limitní koncentrace škodlivin jsou podle doporučení WHO formulovány

s bezpečnostním koeficientem tak, že ani při krátkodobém překročení limitní hodnoty 10 – 100x nedojde obvykle k přímému a zjištělnému zdravotnímu poškození konzumenta. Tomu odpovídá i skutečnost, že v období let 1994 – 2002 nebyl hlášen žádný případ přímého zdravotního poškození či úmrtí z pitné vody veřejného vodovodu monitorovaného v rámci Projektu II, ať už původu infekčního nebo toxického. Bezpečné limitní hodnoty normy na pitnou vodu jsou počítány pro průměrného spotřebitele a nemusí ve všech směrech vyhovovat některým populačním skupinám se zvýšenou citlivostí: kojencům, nemocným lidem apod.

I když riziko přímého zdravotního poškození z pitné vody (mimo studny) je v ČR minimální, je nepochybné, že v mnoha případech dochází k zbytečné zátěži lidského organismu, což se může projevit až za delší dobu po expozici a ve vztahu k pitné vodě kauzálně nespecifickým způsobem.

### 6.3.4 ALTERNATIVNÍ ZÁSODOVÁNÍ PITNOU VODOU

Je známo, že pouze méně než 1 % vyrobené a vodárenskou sítí distribuované pitné vody se skutečně lidmi v nějaké formě požije. Navíc zřejmě stále klesá podíl této vody na celkovém denním příjmu tekutin cca 2l/den (přesné údaje z ČR nejsou k dispozici, celosvětový trend je ale evidentní). Stále stoupá počet lidí, kteří pitnou vodu z vodovodu považují za něco nezdravého, či dokonce škodlivého – a to dokonce i tam, kde kvalita vody celkově i po chuťové stránce odpovídá příslušné legislativě.

**Jaké alternativy zásobování se nabízejí a jaká nová rizika se objevují před těmi, kteří hledají vodu vyšší kvality?**

Při výběru alternativ hraje roli mnoho faktorů – požadavky na kvalitu vody, dostupnost vhodného řešení, informovanost, socioekonomické podmínky a další. Na čelném místě by se měla ze zdravotně-hygienického hlediska uplatňovat zásada, že kvalitní a zdravá pitná voda je dána především kvalitním zdrojem. Voda již znečištěná může být pomocí různých technologií sice upravena tak, aby splňovala požadavky normy na pitnou vodu, ale protože většina procesů úpravy nemá 100 % účinnost a bezchybnou funkčnost, často snižuje obsah a narušuje poměr esenciálních prvků, měla by tam, kde je to možné, být dána přednost zdroji (nejlépe podzemní) vody nevyžadující žádnou nebo minimální úpravu.

#### Voda z vlastní studny

- Kvalita by měla být aspoň 1x ročně kontrolována.
- Předpokladem kvality vody je ochrana okolí a správné technické provedení studny – zajištění proti splachům, hloubka sahající minimálně pod jednu nepropustnou vrstvu.
- Vyskytne-li se znečištění, nutno analyzovat příčinu a konzultací s hydrogeologem stanovit reálné možnosti nápravy: sanace zdroje znečištění, utěsnění a prohloubení studny apod.
- Pokud jde jen o studnu dlouho nevyužívanou, jednorázové znečištění nebo je zastaveno stávající znečištění, stačí někdy jen vodu vyčerpat nebo ji jednorázově dezinfikovat.

#### Voda z pramenů a veřejných studní

Řada lidí, kteří preferují jinou než vodovodní vodu a nemožou či nechtějí si kupovat vodu balenou, si dováží vodu ze studní, pramenů a studánek. Přestože chybí číselné údaje, počet takto se zásobujících, především městských obyvatel není zanedbatelný.

- Jde-li o **veřejnou studnu** (měla by být vždy označena tabulkou, zda voda je pitná či nikoliv) nebo o pravidelně kontrolovanou soukromou studnu na chatě, může jít o schůdné řešení – záleží ovšem na čistotě přepravní nádoby, na době a podmínkách skladování vody.
- Mnohem rizikovější je dovoz vody z **přírodních pramenů a studánek**, kterým většinou chybí jakékoliv ochranné pásmo a které nejsou oficiálně vůbec kontrolovány. Zde je nutné znát kvalitu vody, ale i ta se může změnit ze dne na den.
- Bezpečnější jsou **prameny vydatnější** a upravené tak, aby voda vytékala trubkou a do zakrytého prameniště nebyl vůbec přístup.
- **Vody stojaté a s volným přístupem k hladině** nelze v žádném případě k zásobování doporučit.

U vhodných pramenů je na místě ochrana, pravidelná údržba a kontrola jakosti vody, kterou si však musí zorganizovat i zaplatit sami uživatelé. Otevírá se zde prostor pro preventivní působení ekologických, zdravotních či jiných dobrovolných organizací.

**Při nutnosti použití neznámého zdroje vody** je třeba předpokládat bakteriální i chemickou kontaminaci. V případě bakteriální kontaminace lze použít převaření nebo jednorázové dezinfekční tablety. **Při podezření na chemickou kontaminaci** je lépe vodu nepožívat vůbec, v krajním případě lze použít kvalitní komerčně vyráběné přenosné filtrační zařízení na principu ultrafiltrace (keramická vložka) a sorpce na aktivním uhlí. Je-li to možné, je v těchto zemích nejbezpečnější používat vodu balenou.

#### Převaření vody

**Varem se může z vody odstranit** volný chlor i některé těžké organické látky, radon a dále CO<sub>2</sub> (důležité zvláště u kojenců a dětí). Při nejméně dvacetiminutovém varu lze získat i jistotu baktericidního účinku. **Neodstraní se tím však většina chemických látek** (těžké kovy, dusičnany, chlorované uhlovodíky apod.). Obsah volného chloru poklesne prakticky na nulové hodnoty i stáním vody v otevřené nádobě při pokojové teplotě za cca 60 minut.

#### Balené vody

Prodej balených vod má u nás dlouhou tradici. Vždy však šlo buď o vody (minerální) léčivé nebo vody, které pro svou zvláštní chuť byly považovány za osvěžující nápoj (minerální vody stolní a vody s vysokým obsahem CO<sub>2</sub> ať původu přirozeného nebo umělého u vod sodových). Teprve po roce 1990 se na trhu objevují balené vody „prosté“ (kojenecké a stolní), které mají představovat kvalitnější alternativu k vodě pitné.

Legislativně je problematika balených vod ošetřena zákonem o potravinách (zákon č. 110/1997 Sb.), resp. navazujícími vyhláškami, především pak vyhláškou MZ č. 292/1997 Sb., o požadavcích na zdravotní nezávadnost balených vod a o způsobu jejich úpravy; novelizovanou vyhláškou MZ č. 241/1998 Sb.

**Mezi velkou nabídkou domácích a zahraničních výrobců je nezbytné rozlišovat tyto základní druhy balených vod, lišících se kvalitou i užitím:**

**Kojenecká voda** (vyhláška 292/1997) – nejjakostnější přírodní voda, určená pro přípravu stravy a nápojů kojenců a k trvalému přímému požívání dětmi a dalšími skupinami populace. Zdrojem musí být vhodná podzemní voda stálé kvality, nevyžadující vodárenské úpravy. Celková mineralizace – obsah rozpuštěných látek (dále jen RL) do 1 g/l. Voda nesmí být chlorována, je povoleno zabezpečení ultrafiltrací nebo UV zářením a mírná stabilizace vody CO<sub>2</sub> tak, aby hod-

nota pH neklesla pod 5,0. Při sycení  $\text{CO}_2$  by mělo být na etiketě upozornění, že pro kojence nutno  $\text{CO}_2$  varem odstranit.

**Stolní voda** (vyhláška 292/1997) – přírodní voda z podzemního zdroje. Na rozdíl od kojenecké vody je připuštěn vyšší obsah dusičnanů, i tak jde ale o vodu vyhovující podmínkám pro trvalé a přímé požívání dětmi i jinými rizikovými skupinami populace. Je povolena úprava vody fyzikálními prostředky. RL do 1 g/l. Pokud má tato voda ukazatele jakosti shodné s požadavky na vodu kojeneckou, může být se souhlasem hygienických orgánů označena jako “vhodná pro přípravu kojenecké stravy a nápojů”.

**Pitná voda** – voda, která vyhovuje požadavkům na pitnou vodu veřejného zásobování (vyhláška 376/2000). RL do 1 g/l.

**Sodová voda** (vyhláška 335/1997) – nápoj vyrobený z jakékoli pitné vody přidáním  $\text{CO}_2$  (obsah nejméně 0,4 hmotnostních %).

**Přírodní minerální voda** (vyhláška 292/1997) – podzemní voda, která svým složením a vlastnostmi je vhodná jako nápoj s předpokládanou občasnou konzumací a nevyznačuje se výraznými farmakologickými účinky. Obsahuje obvykle více než 1 g/l rozpuštěných minerálních látek a dalších fyziologicky významných složek.

**Přírodní léčivá voda** (ČSN 86 8000) – voda s vědecky prokázanými léčivými účinky. Měla by být používána jen v příslušných indikacích, na doporučení lékaře a po určitou dobu.

**Jiné druhy vod.** V poslední době se na trhu objevují i tzv. **vody mineralizované** (neplést s minerálními!), které se vyrábějí z pitné vody umělým obohacením minerály (hlavně  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ). Mají charakter nápojů a kvalitou nemohou být srovnávány s přírodními minerálními vodami. Jiným, naopak vítaným rozšířením sortimentu balených vod je výroba stolních vod (Oasa a Horský pramen) obohacených jódem. Takový výrobek nelze již podle zákona nazývat stolní vodou, ale obohacenou potravinou – nápojem (dle vyhlášky 298/1997), přesto ho můžeme mezi balené vody zahrnout. Používaná dávka obohacení (80 ?g/l) je významná z hlediska prevence jódového deficitu. Na trhu se mohou objevovat i zvláštní druhy jako elektrickým proudem aktivovaná (tzv. živá a mrtvá) voda, destilovaná a deionizovaná voda atd. Tyto vody nemají charakter vody pitné a nejsou určené pro vnitřní (dlouhodobé) užívání.

Positivum všeobecné dostupnosti kvalitních pitných vod v obalech je nepříjemně vyvažováno průvodními negativními jevy. Cena balené vody oproti vodě vodovodní je o 2 až 3 řády vyšší (v ČR asi 600 – 700x). Nevratné obaly představují velkou zátěž pro prostředí. Od zdroje ke spotřebiteli bývá dlouhá cesta, místně i časově. Transport na velké vzdálenosti znamená opět nemalou zátěž životního prostředí; *časové prodlení* – týdny i měsíce v klimatických podmínkách ne vždy vyhovujících – pak nese *riziko ovlivnění vody samotné, zejména po stránce mikrobiální*. Přesto spotřeba balených vod celosvětově stoupá a spotřebitel by měl být schopen se při výběru vod správně orientovat.

### K jakým zásadám by měl spotřebitel přihlížet?

- \*Rozlišovat mezi jednotlivými druhy vod. Kupovat jen ty vody, kde etiketa dostatečně informuje o typu a původu vody, o výrobci (popř. i dovozci) a je vyznačeno aspoň základní minerálové složení a věnovat mu pozornost.
- \*K stálému pití pro lidi bez rozlišení věku a zdravotního stavu jsou vhodné vody kojenecké a stolní, zejména s obsahem RL 200-500 mg/l. Z hlediska dlouhodobého příjmu lze pro průměrného spotřebitele orientačně uvést optimální hodnoty některých hlavních minerálií:  $\text{Ca} > 40\text{-}80\text{ mg/l}$ ,

$\text{Mg} > 20\text{ mg/l}$ ,  $\text{K} > 1\text{ mg/l}$ ,  $\text{Na} < 20\text{ mg/l}$ ,  $\text{Cl}^- < 25\text{ mg/l}$ ,  $\text{SO}_4^{2-} < 240\text{ mg/l}$ ,  $\text{NO}_3^- < 10\text{ mg/l}$ .

- Pokud je voda používána k přípravě umělé kojenecké výživy na bázi kravského mléka, měla by být vybrána co nejméně mineralizovaná voda; s obsahem dusičnanů  $< 15\text{ mg/l}$  a obsahem sodíku  $< 20\text{ mg/l}$ . Pokud nejde o vodu kojeneckou nebo je voda dosycována  $\text{CO}_2$ , měla by být nejprve voda převařena.
- Některé druhy vod (především minerálních, ale i stolních), mohou být některými svými komponenty méně vhodné či nevhodné pro kojence a nemocné s urolitiázou, sodíkovou dietou apod. Naopak pro některé zdravotní stavy mohou být tyto či jiné vody prospěšné, zvláště podílejí-li se významněji na substituci chybějících prvků (deficit ze stravy nebo nadměrných ztrát, průjmky, tubulopatie...). Věnovat pozornost minerálovému složení, při nejistotě se poradit s lékařem.
- Přírodní minerální vody by se neměly konzumovat trvale a nikdy ne více než 2l/den (optimálně asi do 0,5l), je dobré střídat různé druhy; kojenci by je však neměli pít vůbec. Některé minerální vody v závislosti na složení jsou nevhodné i pro děti a nemocné s určitými chorobami, zejména srdce, oběhového systému a ledvin. Naopak cílené (indikované) podávání minerálních vod může mít řadu prospěšných účinků. Zatímco v zahraničním lékařském tisku se vyskytují přehledy balených vod i s minerálovým složením a doporučenými indikacemi, v tuzemsku podobné souhrnné studie chybí. Cenným příspěvkem jsou však nedávné práce předního balneologa J.Bendy, které informují jak obecně o účincích minerálních vod, tak též o konkrétních indikacích balených vod Magnesia a Mlýnský pramen.
- Přestože přítomnost vyššího množství  $\text{CO}_2$  může příznivě ovlivňovat chuť a působí konzervačně, není přímá konzumace více sycených vod příliš vhodná. Tyto vody jsou jednak kyselější, jednak volný  $\text{CO}_2$  může (nejen u dětí) mechanicky rušit proces zažívání a vyvolávat subjektivní tlakové potíže (Roemheldův syndrom). Na druhou stranu uhlíčitější přírodní minerální vody (kyselky) mohou být používány k pitné léčbě a to k obecnému povzbuzení funkcí trávicího ústrojí a zlepšení poruch chuti nebo též k posílení diurézy u nefrologických onemocnění. Dávkování určí lékař.
- Při přípravě stravy či nápoje kojencům je nutné  $\text{CO}_2$  odstranit varem.
- Při dlouhodobějším užívání léků se poradit s lékařem, jaká voda je k pití nevhodnější a to i s ohledem na celkový zdravotní stav. Některé experimentální studie prokázaly, že pokud se při podávání určitých léků (např. kortikoidů) pije oligominerální (méně mineralizovaná) voda, jsou vedlejší účinky léků a poškození orgánů menší než při současném pití minerální vody. Některé léky je zase doporučeno zapíjet alkalickou minerálkou.
- Dbát na pitný režim. Myslet na to, že někdy je lepší napít se třeba i ne zcela přitažlivé vodovodní vody hned, než déle čekat, až bude v dosahu kvalitní balená voda. K uhrazení potřebného denního množství tekutin mohou pochopitelně vedle čisté vody sloužit i čaje, zeleninové a ovocné šťávy. Průměrný dospělý člověk, který není vystaven nadměrným ztrátám tekutin (horko, fyzická zátěž, některé nemoci), by měl v průběhu dne přijmout asi 2 litry tekutin, což však plní jen menší část populace. Naopak většina lidí trpí v současnosti trvalou (částečnou) dehydratací, což se projevuje nejen snížením celkové výkonnosti organismu, ale i v řadě nespecifických příznaků jako vyšší únavnost, bolesti hlavy a kloubů apod.

- Všimát si, v jakých podmínkách je voda skladována. Nekupovat vodu u stánků ani v obchodech, kde nejsou dodržovány podmínky správného uchování (v chladu a temnu). Průhledný obal umožňuje vizuální kontrolu.
- Všimát si data spotřeby, resp. data výroby a kupovat vodu „co nejčerstvější“. U mikrobiologických ukazatelů sice (vždy) neplatí, že riziko vzrůstá s dobou skladování, u některých chemických ukazatelů (zvláště kontaminant vyluhujících se z plastových obalů a víček) však ano, zvláště je-li láhev s vodou vystavena přímému slunci a vyšší teplotě. Stejně podmínky podporují i nadměrné pomnožení ve vodě přirozeně přítomných bakterií, jejichž metabolické a rozpadové produkty „obohacují“ vodu nežádoucími organickými látkami. To vše může vést minimálně k nepříznivým chuťovým a pachovým změnám vody, v některých případech pak u citlivých jedinců též k různým nespécifickým zdravotním obtížím. Ty sice nebývají vážné, ale rozhodně nejsou očekávaným důsledkem konzumace vody nadstandardní kvality, kterou od balených vod právem očekáváme.
- Vody sodové bývají kvalitou nesrovnatelné s vodou stolní či kojeneckou, jako nápoj nejsou ani určeny pro trvalé požívání. Jsou vyrobeny z vodovodní, většinou chemicky upravované vody bohatým nasycením oxidem uhličitým. Bohužel pro spotřebitele nebývá snadné na první pohled tyto vody odlišit od kvalitních vod stolních nebo kojeneckých, protože výrobci jim dávají různé „maskovací“ obchodní názvy, např. „Perlivá voda“. Spotřebitel má dvě možnosti, jak tuto vodu určit: na etiketě sodových vod je uvedeno složení (pitná voda, CO<sub>2</sub>) a mělo by tam být napsáno „sodová voda“, naopak tam určitě nebude napsáno ani „stolní“, ani „kojenecká“ voda.
- Je-li láhev s vodou otevřena a není-li hned spotřebována, nemělo by se pít přímo z lahve (riziko mikrobiální kontaminace), voda by měla být uchovávána v chladu a temnu a spotřebována do 3-4 dnů.
- Velkoobjemové balení stolních vod je po otevření a nasazení na watercooler nutno spotřebovat do doby udané distributorem, obvykle nejpozději do 3 dnů. U výdejních automatů musí zákazník dbát na čistotu vlastních nádob, jinak s vodou zachází jako u jiných balených vod.
- Myslet na osud obalu, resp. na životní prostředí. Dávat přednost vratným obalům (sklo, vratný PET) před nevratnými. U nevratných obalů dát přednost těm materiálům, které jsou v místě bydliště sbírány a recyklovány.

### Výdejní automaty

Výdejní automaty na pitnou, nebo jak prodejci ne zcela správně označují na „nebalenou stolní vodu“, představují novou, v některých městech rychle se rozšiřující alternativu zásobování vodou vyšší kvality.

- Princip: ze zdroje stolní nebo kojenecké vody je za přísných hygienických opatření rozvážena cisternou voda do výdejních stojanů, kde je chlazená (v zimě zahřívána) na stálou teplotu 8 – 12°C a obden vyměňována za novou. Zákazník se sám obslouží vhozením mince a postavením vlastní nádoby pod výtokovou trubici.
- Výhody: zákazník získá čerstvou nechlorovanou vodu, po chemické a mikrobiologické stránce srovnatelnou s prodávanými stolními vodami a to za výrazně nižší cenu; navíc odpadá problém hromadění nevratných a transport vratných obalů.
- Nevýhody: vysoké nároky na hygienickou kvalitu provozu a obsluhy; prodejce ručí za kvalitu vody jen do okamžiku výdeje. Je na zákazníkovi, aby své nádoby pravidelně udržoval v čistém stavu, vodu uchovával v chladu

a do prodejcem doporučené doby (obvykle 3 dny) ji spotřebovatel.

### 6.3.5 ZAŘÍZENÍ NA DOÚPRAVU PITNÉ VODY V DOMÁCNOSTI („VODNÍ FILTRY“)

Zatímco dříve byla úprava chemických vlastností vody výsadou vodáren, došlo v posledních desetiletích k „miniaturizaci“ některých klasických způsobů úpravy a jejich přenesení do domácích podmínek. Se všemi výhodami a nevýhodami původních metod a ještě nějakými navíc. Z hlediska ceny za upravený litr vody a náročnosti na obsluhu představují tato zařízení nejlevnější a nepohodlnější variantu z nevodárenských způsobů zásobování vodou. Je nutno přiznat, že většina „filtrů“ po určitou dobu skutečně může vodu v některém z parametrů zlepšovat. Zkušenosti však ukazují, že riziko často převyšuje možný zisk. Hlavní nevýhodou je skutečnost, že procesy vyžadující průběžnou kontrolu a řízení ze strany odborníků se dostávají do rukou laiků s minimálními možnostmi kontroly.

Těchto zařízení na (do)úpravu pitné vody v domácnosti, pro které se vžil nesprávný název „vodní filtry“, existuje dnes velké množství a zvláště pro laika není lehké se v nich vyznat. Pro hrubou orientaci uveďme jejich základní rozdělení, jednak podle konstrukce a místa použití, jednak podle principu úpravy.

Základní typy přístrojů podle konstrukce a místa použití:

- a) nádobový (2 nádoby nad sebou spojené přes filtrační vložku, voda protéká samospádem; objem filtračních hmot cca 0,1 litru),
- b) „point-of-use“ = v místě užití (přístroj se montuje těsně před vodovodní baterii a má samostatný vývod – odtud tzv. „zařízení třetího kohoutku“, nebo přímo na konec výtokového ramínka – odtud tzv. „bateriový filtr“; v prvním případě se objem filtračních hmot pohybuje cca 0,2 – 1,0 litru, v druhém cca 0,1 litru; voda protéká pod tlakem),
- c) „point-of-entry“ = na vstupu (přístroj o větší kapacitě se montuje na vodovodní potrubí na vstupu do objektu – odtud také používaný název „domácí vodárna“ – a upravuje vodu pro celý objekt; tento typ je oproti předchozím relativně nejbezpečnější, protože má značnou kapacitu – objem filtračních hmot až desítky litrů – a je dodáván a kontrolován odbornou firmou na základě provedeného rozboru vody).

Cena nádobových filtrů, které mají nejmenší kapacitu, se pohybuje ve stovkách až tisících, cena přístrojů „point-of-use“ obvykle v tisících, cena zařízení „point-of-entry“ minimálně v desetitisících Kč.

Tato zařízení pracují na různém principu: mechanická filtrace, sorpce na aktivním uhlí a podobných médiích, výměna iontů na iontoměničích, speciální membránové filtrace, katalytická oxidace apod. Většinou se jedná o kombinaci 2-3 způsobů úpravy, protože každý působí pouze selektivně na určitý druh znečištění. Častá je kombinace s některým prvkem dezinfekce.

Všechna tato zařízení vyžadují pravidelnou údržbu! Například iontoměniče u větších výkonů nutno regenerovat několikrát týdně, u malých zařízení se vyměňuje celá vložka. Mechanické filtry nutno proplachovat nebo čistit.

Již naznačené problémy s užitím „vodních filtrů“ mohou mít původ v přístrojích samotných, v návodu k užití a v obsluze.

#### Chyby přístrojů:

- účinnost není konstantní po celou dobu životnosti; žádný z prodávaných systémů nedává uživateli možnost v plné míře si průběžně kontrolovat jakost vyrobené vody ani stupeň vyčerpanosti náplně;

- u iontoměníčů jsou z vody odstraňovány nežádoucí součásti výměnou za jiné, ve zvýšeném množství taktéž nežádoucí (chloridy, sodík, sírany);
- z vody jsou vedle nežádoucích odstraňovány i součásti prospěšné (vápník, hořčík, stopové esenciální prvky), případně se mění jejich přirozený poměr;
- filtrační jednotka slouží – díky vlhku, teplu, temnu a sorbovaným organickým látkám – jako živné médium pro růst ve vodě obsažených mikroorganismů a je zdrojem bakteriální kontaminace filtrátu, chuťových a pachových závad. Tomu bývá dnes ze strany výrobců často předcházeno impregnací filtrační náplně stříbrem, nezřídka pak ale dochází k uvolňování stříbra do filtrátu v nadměrném množství, pročež opět není možné považovat zařízení za zdravotně nezávadné; některé systémy dokonce uvolňují kovy (měď, zinek, stříbro) do filtrátu záměrně pro jejich baktericidní účinek. I když hlavní rizikovou součástí bakteriální kontaminace zůstává filtrační vložka, většinou se zapomíná, že bakterie (za pomoci slizovitého biofilmu) mohou osídlit i plastový vnitřní povrch nádoby filtru. U naprosté většiny filtrů chybí v návodu doporučený postup, jak při výměně filtrační vložky asanovat i celý vnitřní povrch nádoby filtru, který se jinak stává dalším zdrojem rekontaminace upravované vody.

### Chyby návodů k použití:

- výrobce (prodejce) doporučuje „plošné“ použití přístroje bez znalosti typu vody a její chemické a mikrobiologické kvality;
- výrobce slibuje odstranění i těch kontaminantů, které přístroj odstranit nedokáže, nebo neurčitými sliby („100% superčistá voda po celý rok“) v neinformovaném zákazníkovi tuto představu vyvolává;
- výrobce (dovozce) nedává jasnou informaci o mechanismu úpravy a nedává tak zákazníkovi se objektivně rozhodnout (příklad distributorů zařízení na bázi ze zdravotního hlediska nevhodné reverzní osmózy, kde distributoři hovoří jen obecně o „vodním filtru“);
- neurčitá nebo nadhodnocená informace o životnosti filtrační vložky;
- několikanásobné nadhodnocení doporučené rychlosti průtoku, které má za následek výrazné snížení účinnosti a předčasné vyčerpání filtrační náplně;
- neúplný návod, neoborný překlad z cizího jazyka, neinformovanost prodejců.

### Chyby obsluhy:

- nedodržování návodu (proplach po delší odstávce filtru);
- přetěžování přístroje nadměrným průtokem;
- nerespektování doby životnosti náplně (po vyčerpání sorpční kapacity může docházet k vyplavování některých již zachycených škodlivých látek).

Pokud se přece jenom někdo rozhodne pro alternativu domácí (do)úpravy vody, ať už z přesvědčení o finanční výhodnosti tohoto řešení nebo proto, že jiné řešení nezbyvá,

### doporučujeme řídit se následujícím doporučením:

1. Informujte se o kvalitě své vody a druhu kontaminace, případně nechejte udělat rozbor. Jsou-li limity některých ukazatelů překročeny, konzultujte s místní hygienickou stanicí jejich zdravotní riziko. Uvažte, zda je úprava vody ze zdravotního hlediska opravdu nutná – často bývají důvody úpravy spíše technické než zdravotní (např. změkčení vody), ale prioritou by mělo být zdraví. Nesnažte se upravovat vodu výrazně znečištěnou; čím složitější úprava, tím větší riziko a menší pravděpodobnost kvalitního produktu.
2. Pokud máte vlastní zdroj vody (obvykle studnu), podle přísloví „dvakrát měř, jednou řež“ si raději nechejte udělat opakovaný rozbor (nejlépe v jiné laboratoři) dříve než začnete investovat desetitisíce do domácí vodárny. Zvažte všechny alternativy a jejich finanční náklady (např. jde-li o studnu na chatě, kam nejezdíte často, může být lacinější dovést si vodu k pití a na vaření v lahvích nebo kanystru).
3. Při rozhodování o koupi zařízení vyhledávejte odborné informace nezávislé na prodejci.
4. obraťte se nezávisle nejméně na tři firmy zabývající se úpravou vody. Pošlete jim výsledky rozboru své vody a požadavky na účel a množství upravené vody a vyžádejte si nabídku technického řešení, pořizovacích a provozních nákladů, nároků na obsluhu a údržbu, **kvality upravené vody**, záruky a servisu.
5. Při nákupu zařízení vyžadujte určité a jasné informace o průtoku, účincích, podmínkách provozu a životnosti (vše musí být uvedeno v návodu). Pokud u přístrojů typu „point-of-use“ průtok uveden není nebo je větší než 0,5 l/min., je dobré dodržovat vyzkoušené pravidlo, že na jednosložkových sorpčních filtrech, jakými jsou filtry z aktivního uhlí, by množství přefiltrované vody za jednu minutu mělo být přibližně rovno nebo menší, než je objem lože aktivního uhlí ve filtrační vložce. Tedy např. přes vložku s objemem granulovaného aktivního uhlí 0,15 l, kterou jsou vybaveny nejmenší „bateriové“ filtry, můžeme kvalitně profiltrovat jen asi 0,1-0,15 l/min. Při rychlejším průtoku je filtrace neúčinná!
6. Kupujte jen takové zařízení, jehož výkon a účinnost odpovídají vašim požadavkům. V návodu by mělo být jasně uvedeno, které látky přístroj schopen odstranit je a které není. Nevolte přístroje na bázi reverzní osmózy, nanofiltrace nebo destilace, které jsou sice účinné, ale zároveň vodu zcela demineralizují (zbavují všech nezbytných minerálních látek), čímž vzniká voda, která **nemá** charakter vody pitné a nelze ji používat jako její náhradu. Její konzumace znamená prokázané zdravotní riziko (blíže viz studie Státního zdravotního ústavu „*Zdravotní rizika pití demineralizované vody*“), o čemž se u nás nedávno, bohužel, na „vlastním těle“ přesvědčily minimálně desítky lidí, kteří si takové přístroje pod vlivem sugestivní a někdy i klamavé reklamy za drahé peníze pořídili. Ani deklarovaná „remineralizace“ (zpětné obohacení vody minerály) nedokáže učinit z filtrátu vodu pitnou, protože má jen symbolickou hodnotu.
7. Nepoužívejte pro úpravu pitné vody magnetickou nebo elektromagnetickou úpravu vody, která má snížit tvorbu vápenatých usazenin v potrubí. Takto upravená voda se na základě dosavadních experimentů podezřívá, že může při dlouhodobějším podávání způsobit poruchy vnitřního prostředí, a dosud nebyla nikde na světě provedena žádná lékařská studie, která by prokázala zdravotní nezávadnost takto upravené vody při trvalém požívání. V ČR byla některá zařízení na (elektro)magnetickou úpravu povolena na úpravu **teplé užitkové vody**, ale nikoliv na úpravu pitné vody.
8. Po koupi, instalaci a uvedení do provozu je vhodné ověřit kvalitu upravené vody, zda odpovídá deklarovaným parametrům. Zvláště u nákupu dražších zařízení by měl zákazník do kupní smlouvy prosadit odpovědnost dodavatele za kvalitu upravené vody.
9. Po odstavení z provozu přístroj propláchněte, po delší odstávce nejméně 15-20 minut. Pokud je kapacita uváděná počtem proteklých objemů (litrů), sledujte pečlivě svou spotřebu. Filtrační náplň vyměňujte nejpozději v intervalech doporučených návodem.

10. Nepoužívejte filtrát pro přípravu kojenecké stravy! Žádný z nabízených přístrojů není v současné době schválen pro tento účel.
11. Zatímco dříve se mohl kupující při výběru důvěryhodného přístroje alespoň trochu „opřít“ o úřední schválení, nyní již takovou možnost nemá, protože všechny „atesty“ hlavního hygienika na tyto přístroje pozbyly k 30.6.2002 svou platnost a ministerstvo zdravotnictví (MZ) již podobné výrobky neschvaluje. Závazně však pro ně platí, že musí odpovídat hygienickým požadavkům stanoveným ve vyhlášce MZ č. 37/2001 Sb. a jejich prodejce se musí na požádání prokázat nezávislým posudkem, nejlépe od nějaké hygienické nebo jiné akreditované laboratoře, který shodu prodáváného přístroje s tímto předpisem dokládá.

I když dnes existují některá zařízení, ke kterým lze mít z hygienického hlediska jen minimální výhrady nebo je lze doporučit (řada mechanických filtrů, zvláště keramických, ad.), nutno vzhledem k výše zmíněným rizikům opakovat a zdůraznit hlavní hygienickou zásadu: **za nejvhodnější a nejzdravější musí být vždy považován kvalitní zdroj vody, která již nemusí být nijak upravována.**

### 6.3.4 ZÁVĚR

Zásobování pitnou vodou je složitý systém, jehož kvalita závisí na řadě faktorů jak přírodních, tak civilizačních, a jako takový umožňuje a i vyžaduje intervenční opatření na všech úrovních. Nejdůležitějším opatřením je ochrana všech vodních zdrojů, resp. celého přírodního a životního prostředí člověka, která musí být účinně legislativně zakotvena na úrovni státu i obcí. **Obcím přísluší nejdůležitější konkrétní krok: místní ochrana jednotlivých zdrojů pitné vody.**

Kvalitní zdroje by měly být přednostně využívány pro výrobu vody pitné, nikoliv užitkové či průmyslové. Je nutné odmítnout krátkozraké technokratické tendence, že moderní úpravou lze z jakékoliv (jakkoli znečištěné) vody vyrobit kvalitní vodu pitnou. U nových projektů by se neměla trvale opomíjet možnost dvojích rozvodů vody (pitné x užitkové), jednou z možností je i zprovoznění nových místních zdrojů kvalitní pitné vody formou veřejných studní. Samozřejmostí by měly být investice do zlepšení stavu rozvodných sítí i technologického vybavení vodáren.

**Občan má možnost ovlivnit kvalitu své vody jednak přímo** (vzácně volbou zdroje, častěji volbou některé z výše uváděných alternativ), jednak **nepřímo** tím, že buď jako vlastník individuálního zdroje má jeho ochranu do značné míry ve svých rukou nebo svým aktivním zájmem o správu věcí veřejných různými formami podporuje systémově správné rozhodnutí v případě ochrany větších zdrojů.

Každý by si měl však uvědomit, že rámce legislativních opatření i **možnosti konkrétní ochrany jsou dány způsobem života společnosti** a jí přijatou stupnicí hodnot a priorit. Zde spočívá prvotní příčina problémů a tedy i klíč ke skutečně účinným preventivním opatřením. Klíč je v rukou každého jednotlivce.

### Literatura

- ⇒ Guidelines for drinking-water quality. Vol.1. WHO, 1993.
- ⇒ Vyhláška Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 376/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly.
- ⇒ Kolektiv autorů: Hygienický význam životních dějů ve vodách. Avicenum, 1979.
- ⇒ Morris, R.D., et al: Chlorination, Chlorination By-products, and Cancer: A Meta-analysis. Am. J. Publ. Health, 1992, 82, 955-963.

- ⇒ Balená voda – zdravotní a hygienická hlediska (sborníky ze seminářů). ČVTVHS, Praha 1993 – 2002.
- ⇒ Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí. Souhrnné a odborné zprávy za roky 1994 – 2003. Státní zdravotní ústav, Praha, 1995 – 2004

## 6.4 SLUNEČNÍ ZÁŘENÍ

### 6.4.1 ÚVOD

Sluneční záření je hlavní součástí zevního prostředí člověka a ovlivňuje přímo i nepřímo většinu živých forem na Zemi. Jako první byla odhalena prospěšná vlastnost slunečního záření v prevenci nedostatku vitamínu D a v léčbě rachitis. Na druhé straně však již **koncem** 19. století dermatologové upozorňovali na možnost nepříznivých účinků při dlouhodobé expozici. „Honba za bronzem“ a zavádění fototerapie do laické kosmetologie se nepříznivě promítají v urychleném stárnutí kůže, v nárůstu počtu karcinomů i maligního melanomu kůže a poškození oka.

Novou skutečností s velkými důsledky pro celou oblast fotobiologie je redukce ozónové vrstvy stratosféry. Po řadě výkyvů až k hodnotám 20% – 40% úbytku oproti hodnotám za minulých 30 let se hodnoty ustálily na hranici absolutního minima.

### 6.4.2 FYZIOLOGICKÉ A PATOFYZIOLOGICKÉ ASPEKTY

Sluneční záření je elektromagnetické vlnění. Vlnový rozsah celého spektra překrývá více než 15 řádů. Rozsah působení a vedlejších účinků je **závislý na vlnové délce a na dávce ozáření. Čím je vlnová délka kratší, tím má záření větší energii.**

Záření, které dopadá na zemský povrch, je velmi odlišné od záření, které Slunce vlastně vyzařuje. Sluneční záření, které se vyskytuje vně zemské atmosféry, se tam rozptyluje, odráží se od mraků a je absorbováno různými složkami atmosféry (vodní páry, ozón, kyslík, aerosoly).

Spektrální složení a intenzita slunečního záření, které dopadá na Zemi, značně kolísá. Závisí na ročním období a denní době, na znečištění atmosféry, na zeměpisné šířce, na nadmořské výšce atd. S těmito faktory je nutno počítat zejména u osob s **nižšími fototypy (tab.1) a u pacientů s fotodermatózami.**

Celé elektromagnetické spektrum slunečního záření je složeno ze souboru vln plynule se měnících frekvencí. Viditelné světlo v něm tvoří jen nepatrnou část (cca 400 – 780 nm). Oko vnímá tuto vlnovou oblast jako spektrum barev od fialové přes modrou, zelenou, žlutou, oranžovou až k červené. Viditelné světlo vyvolává zrakový vjem a je bezpodmínečně nutným prostředkem k získání zrakové informace o vnějším světě. **Delší vlnové délky** přísluší infračervenému záření, dále mikrovlnám, televizním a radiovým vlnám. Naopak **kratší vlnové délky** má záření ultrafialové, rentgenové a gama záření.

Sluneční záření s vlnovou délkou zhruba 780 – 10<sup>6</sup> nm, které má charakter **infračerveného záření**, vnímá člověk převážně povrchem těla ve formě působení tepla. Toto záření proniká do pokožky a svalů, způsobuje lepší prokrvení.

Sluneční záření s vlnovou délkou menší než 400 nm patří do oblasti **ultrafialového záření.**

Typ kůže Popis	Označení	Reakce na slunění - solární zánět	Ochranná reakce kůže	Možný čas pro první expozici bez reakce
<b>I.</b> Kůže nápadně světlá Pihy husté Vlasy rezavé Oči modré, zřídka hnědé Prsní bradavky velmi světlé	Keltský typ (2 %)	vždy těžký	žádná červená kůže bez pigmentace za 1 - 2 dny se loupe	5 - 10 minut
<b>II.</b> Kůže trochu tmavší než I. Pihy řídké Vlasy blond až hnědé Oči modré, zelené, šedé Prsní bradavky světlé	Evropan se světlou pletí (12 %)	vždy silný	velmi slabá pigmentace kůže se loupe	10 - 20 minut
<b>III.</b> Kůže světlá, světle hnědá Pihy žádné, pigment. névy hnědé Prsní bradavky tmavší	Evropan s tmavou kůží (78 %)	zřídka mírný	průměrná reakce s pigmentací	20 - 30 minut
<b>IV.</b> Kůže světle hnědá, olivová Pihy žádné, pigment. névy tmavé Vlasy tmavé Oči tmavé Prsní bradavky tmavé	Středomořský typ (8 %)	téměř nikdy	rychlá reakce hluboká pigmentace	40 minut

Podle účinků na biologické systémy se konvenčně dělí na pásma:

- dlouhovlnné UVA záření..... 315 – 400 nm
- středněvlnné UVB záření..... 280 – 315 nm
- krátkovlnné UVC záření..... 100 – 280 nm
- vakuové záření (UVD)..... 10 – 100 nm

Při hodnocení biotropních efektů jednotlivých částí spektra UV záření je nutno počítat se vzájemným překrýváním v hraničních oblastech, obzvláště také vzhledem k tomu, že hranice mezi jednotlivými druhy UV záření jsou vlastně umělé.

Sluneční záření, které dopadá na zemský povrch se skládá přibližně z 5 % ultrafialového záření, 50 % viditelného záření a z 45 % infračerveného záření.

**Rozhodující pro kvantitu a kvalitu záření na Zemi je především redukce ultrafialového záření ozónovou vrstvou stratosféry a pohlcování infračerveného záření vodními parami.** Ozón absorbuje všechno UVC a velkou část UVB záření, takže ultrafialové spektrum na Zemi je tvořeno především UVA (90 – 99 %) a malou částí UVB záření (1 – 10 %). Intenzita ultrafialového záření se podstatně zesiluje odrazem od sněhu, ledovců, bílého písku, vodních ploch, a to až o 85 %. **Nezanedbatelným faktorem je nadmořská výška.** Pro každých 300 m nad mořem roste intenzita erytematogenní složky o 4 %, takže ve výšce asi 1500 m je intenzita asi o 20 % větší než na hladině moře. Erytematogenní působení slunce je ovlivňováno i vlhkostí vzduchu a teplotou. Oblaka absorbují méně UV záření než viditelného spektra, takže při zatažené obloze se snižuje intenzita UV jen o 20 – 40 % oproti jasnému dni.

Při hodnocení interakce slunečního záření a kůže je nutno zvažovat jednak parametry záření (spektrum záření, intenzitu záření, dávku záření, výkon zdroje), dále velikost ozářené plochy, dobu expozice a optické vlastnosti ozařované tkáně.

**Složitý proces interakce záření a kůže lze schematicky rozdělit do 3 fází:**

1. optická fáze
2. fotochemická a fototermitická reakce
3. fotobiologické účinky

Dopadne-li záření na kůži, část záření se odrazí a část projde do tkáně, kde dochází k jeho rozptylu a absorpci. Kůži z optického hlediska je možno považovat za mnohovrstevné nehomogenní prostředí. Prochází-li záření jednotlivými vrstvami kůže, dochází k jeho rozptylu do všech směrů a část záření může dosáhnout zpětně povrchu. Rozptyl se zpětným odrazem ovlivňuje významně prostorovou distribuci záření ve tkáni a možnost jeho absorpce v určitém objemu tkáně.

**Absorpce** je konečnou a nejvýznamnější částí optické fáze, neboť absorbované fotony dodávají aktivační energii pro fotochemické procesy, jejichž důsledkem je fotobiologická odpověď organismu.

- **Přirozeným endogenním absorbentem** v epidermis je především melanin, dále i nukleové kyseliny, kyselina urokánová, aromatické aminokyseliny. Přirozeným absorbentem v dermis je hemoglobin, beta-karoten i bilirubin.
- **Exogenními absorbenty** jsou např. psoraleny, deriváty hematoporphyrinu, UV absorbéry v přípravcích ke slunění aj. Průběh fotochemické a fototermitické reakce při interakci záření a kůže závisí především na energii dopadajících fotonů. Pro krátkovlnné záření (méně než 400 nm) jsou typické fotochemické reakce (fotoionizace, fotoexcitace), pro dlouhovlnné záření (více než 700 nm) je typický vznik tepla.

Fotochemická reakce se vyskytuje hlavně u konjugovaných systémů (nukleové kyseliny, proteiny, koenzymy). K porušení chemických vazeb v nukleových kyselinách a indukci mutací dochází vlivem záření s vlnovou délkou kratší než 310 nm. Nejhlouběji penetruje UVA, kdy z dopadajícího záření dosáhne coria až 35 – 50 % .



UVB část je podstatně absorbována ve stratum corneum a epidermis. Jen maximálně 10 – 15 % tohoto záření pronikne do pars papilaris dermis. UVC záření (z umělých zdrojů) je selektivně absorbováno v DNA a proteinech, proniká tedy nejpovrchověji.

V důsledku poškození membránových struktur, DNA, RNA a proteinové syntézy je uvolňována řada cytokinů a zánětlivých mediátorů. Přenosem absorbované energie na okolní molekuly, především vody, vznikají volné radikály. Toxické radikály vznikají rovněž při peroxidaci kožních lipidů. Fotobiologická reakce je tedy navozována nejen v místě absorpce, ale i v okolí.

Důsledkem fotochemické a fotobiologické reakce jsou makroskopicky patrné změny na kůži – solární zánět, charakterizovaný erytémem a edémem, s následným fotoprotektivním procesem hyperplázie epidermis a pigmentace kůže. Jako **akutní** účinky slunečního záření jsou někdy označovány zánět a pigmentace, jako **chronické** pak degenerativní změny a karcinogeneze.

Fotochemický erytém je vizuálně patrný zhruba mezi 2. – 6. hodinou po ukončení ozařování, s vrcholem asi za 8 – 24 hodin. **Nejúčinnější** je vlnová délka 280 – 315 nm.

UVA oblast je 100 – 1000 krát méně účinná. **Krátkovlnné UVC** podněcuje rovněž erytém, přestože je zcela absorbováno v epidermis, což se vysvětluje difúzí mediátorů do pars papilaris dermis. Za klíčové mediátory solárního zánětu jsou považovány především prostaglandiny a histamin.

Sluneční záření významně modifikuje imunitní odpověď v kůži i distribuci imunokompetentních buněk jak po jednorázové expozici, tak po opakovaném ozařování. Alterace antigen prezentujících buněk (Langerhansovy buňky, keratinocyty) zářením je zahrnuta do mechanismu vzniku tolerance k UV indukovaným tumorům, imunosuprese a potlačení reakce kontaktní přecitlivělosti. **Vysoké dávky UVB** záření vedou k systémové imunosupresi, zatímco nízké dávky vyvolávají změny jen v místě expozice. **UV záření** vyvolává v závislosti na dávce funkční a morfologické změny Langerhansových buněk až k redukci jejich počtu v kůži. Úprava stavu v několika dnech je vysvětlována jejich redistribucí z centrálních lymfoidních orgánů do kůže. **V této souvislosti je nutno zdůraznit, že ani účinné fotoprotektivní přípravky s ochranným faktorem 15 a vyššími, ani intenzivně pigmentovaná kůže nezabránily alteraci Langerhansových buněk v epidermis a imunosupresivnímu efektu.** Při alteraci buněk epidermis je uvolňován interleukin 1, který je vysoce účinným zánětlivým mediátorem a je modulátorem aktivní imunitní odpovědi s následnou aktivací systému proteinů akutní fáze.

**Fotoprotektivní reakce kůže** je založena především na pigmentaci kůže a hyperplázii epidermis. Základem fenoménu **pigmentace** jsou dvě různé fotobiologické reakce, lišící se navzájem akčním spektrem, dobou latence i mechanismem.

● **Okamžitá (přímá) pigmentace** představuje šedohnědé zbarvení kůže, vznikající během několika minut po zahájení ozařování. Je indukována především UVA v oblasti 315 – 340 nm. Maximum je pozorováno zhruba 1h po expozici, s ústupem během několika hodin až dní, v závislosti na dávce ozařování. Mechanismus vzniku zahrnuje především fotooxidaci redukovaných forem melaninu a tvorbu nestabilních volných radikálů semichinonového typu. Chybění reakce časné pigmentace u nízkých fototypů je vysvětlováno nedostatečným množstvím preformovaných melanosomů v buňkách. **Osoby s fototypem III vykazují až 10 krát vyšší počet melanosomů v melanocytech a keratinocytech oproti osobám s fototypem I-II.**

● **Pozdní (nepřímá) pigmentace** nastupuje po určité době latence (48 – 72h) a přetrvává několik měsíců. Je indukována převážně UVB v oblasti 280 – 315 nm, méně vlnovými délkami v oblasti 315 – 500 nm. Pozdní pigmentace zahrnuje syntézu nových melanosomů a proliferaci melanocytů. Reakce probíhá i v kůži neozařené, což se vysvětluje uvolňováním a cirkulací dosud neidentifikovaného mitogenního faktoru pro melanocyty. **Pozdní pigmentace se považuje za jeden z hlavních ochranných mechanismů proti fototraumatizaci.**

Za neúčinnější faktor fotoprotekce je považován keratin. **Hyperplázie epidermis a ztlustění stratum corneum** po UVB ozařování poskytuje až několikanásobně vyšší ochranný faktor než intenzivně pigmentovaná kůže. Přechodné zesílení epidermis je pozorováno již po jednorázovém ozařování. Chronická expozice vyvolává perzistující ztlustění kůže s výraznou závislostí na vlnové délce. Hyperplázie není způsobena jen zesílením stratum corneum, ale především hyperplázií vitálních vrstev epidermis.

Při **interakci slunečního záření s tkáněmi zrakového orgánu** se negativně uplatňují všechny oblasti UV záření. **Nejpovrchnější proniká UVC záření.** Při dostatečné dávce vyvolává především **zánět spojivky a rohovky**. Za přirozených podmínek tato situace může nastat pouze ve vysokých horských polohách. Při expozici z umělých zdrojů může nastat i při expozici pod 1 minutu (např. při elektrickém sváření, použití horského slunce aj.). Podíl UVC záření na vzniku basaliomů víček nebyl potvrzen. UVC záření je zcela absorbováno rohovkou a neproniká hlouběji do oka.

**UVB a UVA záření s rozsahem 280 – 400 nm způsobuje analogické poškození spojivky a rohovky jako UVC, proniká však rohovkou a je absorbováno především v hlubších vrstvách zrakového orgánu.** Asi 70 % je absorbováno oční čočkou a 30 % nitrooční tekutinou. Za fyziologických podmínek neproniká hlouběji do oka a nepoškozuje zadní segment, zejména sítnici. Při chybění čočky nebo při operativní náhradě vlastní čočky čočkou umělou je možný průnik UV záření až do nejhlubších částí oka a jeho spoluúčast na věkově podmíněné degeneraci makuly a dalších chorobách sítnice. Další rizikovou skupinu představují nemocní, kteří jsou léčeni některými fotosensibilizujícími látkami. U nich stoupá zejména riziko pro vznik katarakty.

### 6.4.3 RIZIKA PLYNOUCÍ Z EXPOZICE

Kožní povrch je vystaven působení značných energetických dávek UV záření, sumovaných během celého života. Maximum chronických změn se objevuje ve vazivové tkáni na nekrytých místech těla.

Nejvýraznější biologické účinky v akutních i chronických reakcích jsou přisuzovány UVB. Ačkoliv UVA oblast je charakterizována méně energetickým zářením, její vlnové délky představují až 90 % z UV spektra slunce a navíc penetruje podstatně hlouběji než UVB a absorbuje se většinou v pojivové tkáni. Může se tak podílet nejen na chronických, ale i akutních reakcích:

● **Aktinická elastóza** je dominantní změnou, která je pravidelně přítomna zejména při tzv. stárnutí (photoaging) kůže. Jde o hypertrofii elastické tkáně s přítomností velkého množství ztlustělých, propletených, degradovaných elastických vláken, které místy přecházejí do amorfni hmoty. Elastoidní materiál je tvořen převážně elastinem, mikrofibrilárními proteiny a fibronektinem. Zároveň dochází kontrastně k redukci kolagenních vláken a úbytku prokolagenu. Fibroblasty a mastocyty jsou zmnožené a produkují aktivní působky, které vedou k poškození tkáně a zánětlivé reakci. Je přítomen zánětlivý infiltrát.

Degenerativní změny jsou zčásti reverzibilní. Již během solární expozice a po jejím ukončení nastupuje reparativní proces s novotvorbou kolagenu v subepidermální části coria. Málo známá je skutečnost, že přetížení regeneračních mechanismů a poškození buněčných jader začíná již u cca 66 % prahu erytému.

- **Narušení mikrocirkulace v kůži** je provázáno dilatací cév, jejich pokroucením a postupnou redukcí. Může dojít k téměř úplné destrukci povrchové horizontální pleteně.
- **Karcinogenní účinky** jsou potvrzeny experimentálně i epidemiologickými studiemi. Byl prokázán nárůst incidence kožních karcinomů a maligního melanomu v posledních desetiletích především v souvislosti se změnou sociálních návyků a se zvýšením individuálních expozic UV záření slunečního i umělého původu. Odhaduje se, že UV záření je zodpovědné zhruba za 70 % kožních nádorů.
- **Imunosuprese a imunotolerance** k UV indukovaným tumorům a potlačení reakce buňkami zprostředkované imunity. Nejúčinnější je UVB, zanedbatelné není ani UVC a UVA záření. UVA záření samotné však podněcuje tumorigenezu až po extrémně vysokých dávkách.
- **Fototoxické a fotoalergické reakce** představují proces fotosenzibilizačního poškození tkáně in vivo a následnou biologickou odpověď na toto fototrauma. Fototoxický účinek je cíleně využíván u fotodynamických látek při fototerapii (například psoraleny a PUVA terapie nebo deriváty porfyrinu, metylenové modři, ftalocyaninů a fotodynamická léčba primárních kožních nádorů a kožních metastáz). Fotosenzibilizujícími látkami je i řada léků, známý je např. účinek některých antibiotik. Fotoalergické reakce vznikají buď jen jako přímá imunitní reakce navozená solárním zářením (většinou UVA) nebo v kombinaci s nějakou substancí.

Je obtížné stanovit hranici mezi prospěšnými a škodlivými účinky slunečního záření pro člověka. Oblast viditelného světla umozňuje vidění a ovlivňuje svými periodickými změnami i některé fyziologické funkce (cirkadiální, lunární a cirkaanuální rytmy). Známé jsou psychovegetativní a psychosomatické vlivy, určité dávky pod prahem erytému individuálně navozují pocit svěžesti a výkonnosti.

*Fotobiologické studie potvrzují, že jediný prospěšný efekt UV záření pro člověka je jeho podíl na metabolismu kalcia. Akčním spektrem pro tvorbu vitamínu D je pouze UVB oblast. Nedostatek vitamínu D se u dětí může projevit rachitidou, u dospělých osteomalácií. Fotoprotektivní externa, která účinně filtruje především UVB oblast, se mohou negativně uplatnit v epidermální syntéze vitamínu D.*

Cílené terapeutické využití UV záření je především v dermatologii při fototerapii a fotochemoterapii. UVC záření má velmi silné baktericidní účinky a nejbližší použití našlo v oblasti desinfekce (germicidní výbojky).

### Škodlivé účinky UV záření pro zrak

- **Keratitida**, zánětlivé onemocnění oční rohovky, dělí se na povrchovou keratitidu a hlubokou keratitidu a projevuje se buď pouze zánětlivými ložisky na krajích rohovky nebo rohovkovým vředem šířícím se do okolí, případně může postihnout celou tkáň rohovky a způsobit trvalou ztrátu její průhlednosti. Akční spektrum pro keratitidu podle DIN 5031 nabývá maxima pro vlnovou délku 270 nm.
- **Konjunktivitida**, zánětlivé onemocnění oční spojivky, projevující se překrvením spojivkových cév, zvýšeným slzením a hlenovitou nebo hnisavou sekrecí. Stejně jako u keratitidy se jedná převážně o oblast UVC. Maximální vlnová délka, která tuto reakci vyvolává je 260 nm.

- **Katarakta**, šedý zákal, porucha průhlednosti oční čočky vlivem fotochemických reakcí, projevuje se zhoršením zrakové ostroty.

*Akční spektrum pro šedý zákal lidského oka nebylo dosud určeno, neboť katarakta má dlouhou skrytou fázi a zakalování oční čočky probíhá velmi pomalu. UV záření je jedním z hlavních rizikových faktorů při rozvoji katarakty.*

- **Poškození sítnice**, představuje nepříznivé účinky UV záření na buňky sítnice. Poškození je navozováno již **krátkodobým zářením (350 – 780 nm)** a to cestou jak fotochemickou, tak termicky.

## 6.4.4 INTERVENČNÍ TÝKAJÍCÍ SE OCHRANY KŮŽE A ZRAKU

### Ochrana kůže před UV zářením

Dočasnou ochranu kůže před nadměrným působením UV záření poskytují speciální prostředky označované jako opalovací přípravky nebo lépe **prostředky ke slunění**. Obsahují různé kombinace UV filtrů dle požadovaného stupně ochrany, který se vyjadřuje jako **ochranný faktor**. Pro nižší stupeň ochrany se používají jen filtry pro UVB oblast, pro vyšší hodnoty je nutná kombinace filtrů pro UVB a UVA oblast, event. UVC. Velikost ochrany je ovlivňována nejen koncentrací a druhem UV filtrů, ale celkovou recepturou přípravku.

**Účinnost přípravku musí splňovat následující cíle:**

- odlehčit přirozeným fotoprotektivním mechanismům (pigmentace, zesílení rohové vrstvy),
- prodloužit dobu slunění,
- zamezit vzniku akutních a chronických změn v důsledku expozice.

**Ochranné prostředky nanášené na kůži působí v zásadě dvojím způsobem, navozují:**

- reflexi, případně rozptyl záření (fyzikální, mechanická ochrana);
- absorpci energie záření (chemická ochrana).

V některých ochranných prostředcích jsou přítomny i jiné substance, které omezují vznik erytému. Jsou to různé deriváty pyrimidinu a purinu, **extrakty některých rostlin** (*Rhus coriaria*), případně další látky v rostlinách obsažené (*Rathania*, *Humulus lupulus*, *Sambunus nigra*). Ochranný mechanismus je vysvětlován farmakologickým efektem na vznik erytému v časně fázi nebo inaktivací volných radikálů.

Předpokladem použití každého UV filtru a prostředku ke slunění je jeho požadovaný UV ochranný rozsah, fotostabilita, afinita ke kožnímu povrchu a dobrá snášenlivost. Výši ochranného faktoru lze spolehlivě stanovit pouze biologicky ve skupině exponovaných osob. **Ochranný faktor je definován podílem tzv. minimální erytérové dávky (MED) potřebné k vyvolání prahového erytému pro kůži chráněnou fotoprotektivním přípravkem a MED pro kůži nešetřenou.** Velmi zjednodušeně to znamená, že např. u přípravku s ochranným faktorem 4 může exponovaná osoba prodloužit čas slunění do vzniku erytému 4krát. V úvahu je ovšem třeba vzít smývavost prostředku při koupání nebo pocení. Při užívání léků, ale i působením některých trav a v důsledku složení stravy může individuálně citlivost na sluneční záření vzrůstat.

Mezi účinné fyzikální blokátory patří některé **anorganické substance** jako oxid zinečnatý, oxidy železa, uhličitán vápenatý, silikáty (masek, kaolin) a pigmenty (oxid titaničitý). Jejich zpracováním na rozftatelné přípravky lze získat vysoce účinnou ochranu, kdy podle koncentrace práškového podílu může být zajištěna ochrana nejen proti UV záření, ale i viditelnému světlu a záření infračervenému.

Použití UV filtrů je regulováno vyhláškou č.26/2001 Sb., o kosmetických prostředcích, kde v příloze č. 7 je uveden pozitivní seznam povolených UV filtrů pro kosmetické prostředky. V tab. č. 2 jsou z povolených UV filtrů uvedeny pouze ty UV filtry, které jsou nečastěji používané.

Nejčastěji používané UV filtry (dle INCI nomenklatury) Tab. 1

Chemické UVA filtry	Chemické UVB filtry
Benzophenone-3	Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid
	Ethylhexyl Methoxycinnamate
Butyl Methoxydibenzoylmethane	Ethylhexyl Dimethyl PABA
	4-Methylbenzylidene Camphor
Fyzikální UV filtry	Octocrylene
Titanium Dioxide	Ethylhexyl Salicylate
Zinc Oxide	Homosalate

#### 6.4.5 JAK SE MŮŽEME BEZPEČNĚ SLUNIT?

##### Jak se máme chovat při turistických cestách na jih?

Pečlivě vybereme ochranný prostředek podle typu kůže a zvážíme dobu expozice.

Speciální ochranu potřebuje dětská kůže. *Kojence* slunci nevystavujeme vůbec a děti do tří let minimálně. *I starší děti*, které si hrají na slunci celé hodiny, dostávají veliké dávky UV záření, které se vzhledem ke stavbě kůže u dětí absorbuje několikanásobně více, než je tomu u dospělých. U dětí dochází k solárnímu poškození snáze i proto, že *fotoprotektivní mechanismy kůže jsou plnohodnotné až v době dospívání*. U **přípravků ke slunění pro děti je doporučován ochranný faktor 15 – 30, ochranný film obnovujeme častěji než u dospělých. Děti na slunci musejí mít pokrývku hlavy a sluneční brýle. I jejich zrak je proti záření méně odolný než zrak dospělých.**

U *dospělých vybíráme ochranný prostředek dle typu kůže*. Ti, kdo mají **světlou a citlivou pleť**, potřebují nezbytně prostředek s faktorem 15 – 30, a to minimálně pro první 3 – 5 dní slunění. Pro další dobu jim snad postačí přípravky s faktorem 10 – 20. Lidé s tendencí k rozvoji solárního zánětu (typ II-III) musí začínat s faktorem min.12, později mohou přejít na faktor 8 – 12. **Tmavé typy** začínají s faktorem kolem 10, po té přecházejí individuálně na přípravky s faktorem nižším. Přípravky ke slunění nanášíme asi půl hodiny před sluněním, nešetříme, aplikaci opakujeme pravidelně min. po 1 – 2 hodinách i častěji, v závislosti na podmínkách slunění (koupání, pocení atd.). Po ukončení slunění vždy aplikujeme speciální přípravky po slunění, které pomáhají obnovovat hydrataci kůže a zabraňují jejímu vysoušení. V souvislosti s celkovou dehydratací organismu při pobytu na slunci nezapomínáme na doplňování tekutin a upřednostňujeme studená jídla. **I s nejlepšími ochrannými prostředky se vyhýbáme slunci v poledne. Při užívání léků se vždy přesvědčíme, zda nemají fotosenzibilizační efekt.**

##### Ochrana zraku před UV zářením

Z výše uvedených skutečností o škodlivém vlivu UV záření na zrakový orgán člověka vyplývá důležitost a nutnost ochrany zraku, zejména před účinky UVB a UVC záření. Ochrana zrakového orgánu může být realizována pomocí různých materiálů, které brání přímému působení záření. Tuto úlohu splňují nejlépe **brýle proti slunci**, které mohou být zhotoveny ze skla, ale i z plastových materiálů. *Samotné sklo brýlí odfiltruje UV záření až do vlnové délky 320 nm.*

Účinnost materiálu roste s nanesením speciálního UV filtru. Praktická měření spektrální propustnosti brýlí proti slunci (jak skleněných, tak plastových), ukázala, že v oblasti UVA záření brýle propouští maximálně 2 – 3 % záření, což je zcela akceptovatelná hodnota. V oblasti UVB a UVC záření je materiál brýlí zcela absorpční. *Brýle s nanesenou odraznou vrstvou dosahují nejnižší propustnosti v oblasti UVA záření, a to maximálně 0,5 %.*

Kromě ochrany zraku před UV zářením plní brýle i další, stejně nezanedbatelnou úlohu. Je to ochrana očí před nadměrným oslněním a nadměrnými jasovými hodnotami. Jasy a jasové kontrasty mají veliký vliv na zrakovou pohodu. Výskyt různě osvětlených ploch, jejichž jasy se značně liší, vedou ke změně adaptace oka, tím zhoršují vidění a způsobují únavu očí. Oslnění kontrastem vzniká, jestliže se v zorném poli vyskytují plochy s různými jasy (např. jasná slunečná obloha a tmavý terén). Při dlouhodobém oslnění se zrak unavuje a mohou vzniknout i typologické poruchy (např. zánět spojivek). Další vedlejší ochrannou funkcí brýlí je ochrana proti větru a nečistotám unášených větrem.

**Brýle proti slunci jsou tedy nezbytným ochranným prostředkem při pobytu na slunci, neboť chrání oči:**

- před nežádoucími účinky UV záření,
- před nadměrnými jasovými kontrasty (před oslněním),
- před nadměrnými účinky infračerveného záření (tepelné záření).

**Je nutno zdůraznit nezbytnost používání ochranných brýlí u osob, které podstoupili operaci oční čočky nebo náhradu vlastní čočky, čočkou umělou. V těchto případech je možný průnik UVB a UVA záření do oka a poškození sítnice.**

#### 6.4.6 SOLÁRIA

Solária jsou neterapeutické ozařovací přístroje, které slouží ke kosmetickému „opalování“ pokožky pomocí ultrafialového záření.

**Nejdůležitější součástí ozařovacího přístroje jsou zdroje záření. V současné době se jako zdroje záření používají:**

- vysokotlaké rtuťové výbojky, což jsou vzduchotěsně uzavřené křemenné trubice, kde se pod vysokým tlakem nachází buďto samotná rtuť nebo rtuť kombinovaná s dalšími prvky;
- nízkotlaké výbojky (zářivky), což jsou luminiscenční zářiče, které mají uvnitř luminiscenční látky a jsou na obou koncích vzduchotěsně zataveny.

**Zdroje záření, které jsou používány v solárních zařízeních, musí splňovat následující kritéria:**

- spektrum zdroje musí mít takové složení, aby se posílily výhody slunečního záření a zabránilo se účinkům negativním;
- vysoký výkon v oblasti UVA záření (315 – 400 nm);
- podíl záření v oblasti UVB (280 – 315 nm) musí být co nejnižší (lépe vůbec žádný).

**Použití solária předpokládá dodržování určitých pravidel, a to před ozařováním, během ozařování a po ozařování. Minimálně je nutno vzít v úvahu tato hlediska:**

- použití solárií je určeno především zdravým osobám;
- je nutno respektovat individuální rozdíly v citlivosti vůči UV záření;
- je třeba dodržovat doporučenou dobu ozařování (zejména při prvním ozařování) podle typu pokožky a typu zdroje záření a doporučené intervaly mezi jednotlivými sériemi;
- při výskytu kožních reakcí a kožních nemocí je nutno upozornit lékaře;

- jestliže kůže během ozařování reaguje zčervenáním, jedná se pravděpodobně o tepelný erytém a je třeba lépe chladit místnost, zkrátit dobu ozařování, zabránit pocení a použít chladicího zařízení u solárního přístroje;
- kontraindikací pro použití solaria je užívání léků, které navozují zvýšenou fotosensitivitu, případně fototoxické a fotoalergické reakce (antibiotika – např. tetracyklin, chlorpromazin, sulfonamidy, některá antirevmatika a další);
- je nutné používání ochranných brýlí, a to zvláště osobami, které mají šedý zákal nebo absolvovaly operaci oční čočky;
- před ozářením je třeba odstranit veškeré kosmetické prostředky s povrchu těla a nepoužívat ochranné prostředky během ozařování;
- po ozařování je nutno provést ošetření pokožky hydratačními krémy;
- je třeba provést desinfekci lůžka po každém zákazníkovi (a to speciálními prostředky pro tento účel vhodnými);
- obsluha solária musí být poučena o účincích ultrafialového záření na lidský organismus a způsobech ochrany (např. použití brýlí, ochranné textilie a pod.);
- je třeba nepřehánět ozařování a pamatovat na to, že pokožka potřebuje několik dní, než se objeví fotobiologická reakce. Čím je opalování pomalejší, tím žádaný kosmetický efekt déle vydrží. Lepší efekt navodí stejné množství ozáření rozdělené do několika menších dávek.

Při provozu solária se musí věnovat pozornost správné údržbě zdrojů záření. Výrobce obvykle uvádí „životnost“ zdrojů, což je doba, po kterou se zdroj může používat. Intenzita záření s erytémovým účinkem klesá v souvislosti se stárnutím a znečištěním jak zářičů, tak opticky účinných součástí ozařovacího přístroje. Výrobce zářičů obvykle definuje úbytek záření v závislosti na čase a uvádí dobu, po které je nutno zdroj vyměnit.

Moderní solária se zářením v oblasti UVA poskytují možnost ozařování po celý rok, ale je nutno pamatovat, že solárium nenahrazuje ozdravovací hodnotu dovolené na letním slunci.

Může ale, pokud se správně používá, zmírnit některá nebezpečí přírodního slunění nebo se může použít cíleně na vyrovnání nedostatku přírodního slunečního záření.

#### Literatura

- ⇒ DIN 5050, část 1, (návrh prosinec 1990) “Neterapeutické UV ozařovací přístroje pro lidské tělo”
- ⇒ Metodický pokyn pro posuzování solárií AHEM, příloha 3/95
- ⇒ Kitler R., Mikler J.: Základy využívania slnečného žiarenia. VIED, Bratislava 1986.
- ⇒ Menné T., Maibach H.I.: Exogenous Dermatoses: Environmental Dermatitis. CRC Press, Boca Raton-Florida 33431, 1991, s. 458.
- ⇒ Fremuth F.: Účinky záření a chemických látek na buňky a organismus. SPN, Praha 1981, s. 269.
- ⇒ Vyhláška MZ 26/2001 Sb., o kosmetických prostředcích.

# 7 FAKTORY OBYTNÝCH PROSTOR

## 7.1 VNITŘNÍ KLIMA BYTŮ, VĚTRÁNÍ, VYTÁPĚNÍ, DOPORUČENÉ HODNOTY MIKROKLIMATICKÝCH PARAMETRŮ

### 7.1.1 ÚVOD

Větrání a vytápění jsou základní opatření k zajištění tepelné pohody prostředí, tj. tepelné rovnováhy mezi člověkem a prostředím bez zatěžování termoregulačních systémů. Vzhledem ke značným rozdílům v individuálním vnímání teplot je při dodržení doporučených teplot v prostředí bytů rozhodující i subjektivní pocit člověka k tepelnému prostředí. Subjektivní pocit tepelné pohody je stav, při němž je zachována rovnováha metabolického tepelného toku a toku tepla odváděného z těla do prostředí při optimálních fyziologických hodnotách člověka. Jako fyziologická kritéria slouží **teplota povrchu pokožky** a tepelný tok odváděný při **vypařování potu**. Mechanicky lze upravit tok tepla z povrchu těla **změnou tepelného odporu oděvu** – výměnou částí oděvu a **změnou činnosti** člověka.

Základními parametry prostředí v místě pobytu člověka, které je nutné pro posouzení tepelné pohody znát, jsou mikroklimatické parametry. A to jak **teplota vzduchu** měřená běžným teploměrem, tak **výsledná teplota kulového teploměru** (tj. teplota vzduchu ovlivněná ochlazujícími nebo naopak tepelnými účinky okolních ploch – oken, stěn, sálajících elektrospotřebičů a způsobů vytápění apod. měřená kulovým teploměrem) spolu s **relativní vlhkostí** a **rychlostí proudění vzduchu**.

Pro oblast bytů, bytových i rodinných domů neexistují závazné předpisy řešící tepelně vlhkostní požadavky na optimální prostředí v bytech, na jejich dostatečné větrání a vytápění. Obecné požadavky typu „byty musí být vytápěné, větratelné a větrané“ vycházejí pouze ze stavebního zákona a jeho prováděcí vyhláška č. 137/98 Sb. Některé doporučené hodnoty lze najít v ČSN. Přitom je známo, že tepelná pohoda člověka má daleko větší vliv na jeho subjektivní pocit pohody, míru odpočinku i skutečnou produktivitu práce než nežádoucí emise, či obtěžující hluk. Ale ani krátkodobý pobyt v prostředí, kde se teploty vzduchu doporučeným hodnotám pouze blíží a prostředí vyvolává pocit tepelné nepohody nemá pro zdravého člověka negativní dopad na jeho zdravotní stav. Většinou mírné rozdíly mezi produkovaným teplem a teplem odnímaným tělu okolím vyrovnávají termoregulační mechanismy lidského těla. Jejich vyrovnávací schopnost je závislá na věku člověka, jeho celkovém zdravotním stavu, pohybovém režimu, stravovacích zvyklostech, psychickém stavu apod. a je přímo ovlivněna tepelně vlhkostním stavem prostředí.

### 7.1.2 DOPORUČENÉ HODNOTY

**Doporučené teploty** pro místnosti bytu s malou pohybovou aktivitou – obývací pokoj, pracovna – jsou  $22 \pm 2$  °C, pro kuchyň stačí 18 °C, v koupelně by neměla v době jejího provozu teplota klesnout pod 24 °C. V létě by teplota v bytech neměla překročit 26 °C. Ale to je při extrémních venkovních hodnotách těžko dosažitelný požadavek, protože vnitřní teplota je závislá především na těchto venkovních teplotách a uvnitř ji můžeme ovlivnit vlastnostmi stavební konstrukce, dodatečnými stínícími prvky (žaluzie, baldachýny, zastínění objektu venkovní zelení apod.) a použitím řízeného větrání

celého bytu (domu). Nesmí se zapomenout na dostatečný příjem tekutin.

Sledovaným parametrem je **rozdíl teplot** v úrovni hlavy a kotníků stojící nebo sedící osoby. Ten by pro zachování pocitu pohody neměl být větší než 3 °C. Stejně tak **teplota podlahy**, která by se měla pohybovat v rozmezí 18 – 27 °C podle využití místností.

Důležitým požadavkem je, aby se teplota stěn místností nelišila od teploty vzduchu v místnosti o více než 2 °C.

S teplotou úzce souvisí **relativní vlhkost vzduchu**. V našich bytech dochází ke dvěma extrémům. V zimě při vytápění, klesá relativní vlhkost vzduchu z optimálních hodnot kolem 40 % na hodnoty 20 % relativní vlhkosti i méně. Organismus je tak vystaven zcela nefyziologickému prostředí, dochází k pálení a svědění očí, intenzivnímu vysoušení sliznic horních cest dýchacích a tím ke ztrátě jejich obranyschopnosti proti průniku látek až do dolních cest dýchacích. Důsledkem je nárůst onemocnění s tím souvisejících.

Opakem je trvalé překračování 60 % relativní vlhkosti v bytech. Může k tomu celoročně docházet vlivem činnosti člověka – sušení mokrého prádla a další činnosti se zdrojem vlhkosti (tab. 3) při nedostatečném větrání, nedostatky v tepelně technických vlastnostech stavby (tepelné mosty s kondenzací vzdušné vlhkosti), havarijní stavy budovy – zatékání apod. Důsledkem takového stavu vnitřního prostředí je **růst plísní a mikroorganismů**. Je třeba, aby při vyšší vlhkosti vzduchu nemohlo docházet k její kondenzaci, tj. orosování stěn, oken a dalších povrchů ve vnitřním prostředí bytu. A to jak z důvodů zdravotních (růst plísní), tak estetických i ekonomických. Při poklesu tepelně izolačních vlastností vlhkosti stěn dochází k nezanedbatelným energetickým nárůstům na vytápění.

Spojí-li se vysoká vlhkost s vysokou teplotou, může být nepříznivě ovlivňována tepelná rovnováha organismu – omezí se možnost ochlazování organismu odpařováním potu.

Některé zdroje vlhkosti ve vnitřním prostředí bytů Tab. 1

Druh činnosti		Množství vodní páry
Člověk	lehká činnost	30 - 60 g/h
	středně těžká práce	120 - 200 g/h
	těžká práce	200 - 300 g/h
Koupelna	s vanou	cca 700 g/h
	se sprchou	cca 2 600 g/h
Kuchyně	při vaření	600 - 1 500 g/h
Sušení prádla (pračka 4,5 kg)	odstředěného	50 - 200 g/h
	mokrého kapajícího	100 - 500 g/h
Žehlení prádla		cca 200 g/h
Bazény (volné vodní plochy)		cca 40 - 50 g/m <sup>2</sup> h
	pokojevé květiny	5 - 10 g/h
Rostliny	vlhkomilné rostliny v květináči	7 - 15 g/h
	fíkus střední velikosti	10 - 20 g/h

Velmi obtěžujícím faktorem může být **rychlost proudění vzduchu** v prostředí. Ta by se měla pohybovat v rozmezí 0,1 – 0,2 m/s. Je-li rychlost proudění nižší než 0,05 m/s, působí tento stav na člověka jako „těžký, nedýchatelný vzduch“, je-li vyšší než 0,25 m/s, způsobuje u citlivějších jedinců již silný pocit nepohody, pocit průvanu. Rychle proudící vzduch může kromě pocitu nepohody způsobit i zdravotní potíže, především v létě, kdy se člověk intenzivněji potí. Proudícím vzduchem dochází k tzv. adiabatickému odpařování potu.

Teplu potřebné k odpařování je odebíráno z pokožky a ta je tím ochlazována. Typickým příkladem je, pustíme-li si v létě na sebe stolní ventilátor. Chvilí je to příjemné, postupně se ale ochlazení stává nepříjemným a může tak dojít i k silnému prochlazení ofukované části těla – a objeví se v parném létě rýma.

### Větrání

Protože byt a činnost člověka jsou zdrojem celé řady pachů, chemických látek, vlhkosti, tedy „škodlivin“, musí zde být zajištěno **dostatečné větrání**. Za dostatečnou hodnotu je pro byty považována násobnost výměny vzduchu  $0,5 \text{ h}^{-1}$  (větráním se za 1 hod vymění polovina objemu větraného prostoru). Chceme-li stanovit množství vzduchu jako hygienický limit pro 1 osobu, vychází se zpravidla z množství kyslíčnicku uhličitého v prostoru. Ukazatelem znehodnocení vnitřního ovzduší přítomností lidí je v praxi hodnota  $\text{CO}_2$  ve výši 0,07 % objemových. Z této hodnoty, průměrné koncentrace  $\text{CO}_2$  ve venkovním ovzduší a hodnoty produkce  $\text{CO}_2$  člověka při klidové aktivitě vyplývá požadovaný objemový průtok čerstvého vzduchu v množství  $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  na 1 osobu.

Dostatečně musí být také větraný bytový prostor, kde je umístěn plynový spotřebič, především takový, který si bere spalovací vzduchu přímo z prostoru a spaliny v tomto prostoru zůstávají (např. kuchyňské plynové sporáky). Při nedostatečném větrání se zvyšuje koncentrace spalin, vlivem úbytku kyslíku dochází ke zhoršování procesu spalování a tím nárůstu toxického kyslíčnicku uhelnatého. V krajním případě hrozí zhasnutí hořáků a únik nespáleného plynu do prostoru bytu. Pro plynové kuchyně se proto požadavek na větrání zvyšuje až na  $3 \text{ h}^{-1}$ .

Požadavky na přirozené větrání bytů se zajišťují infiltrací a exfiltrací vzduchu (tj. průnikem vzduchu do prostoru a z prostoru netěsnostmi oken, dveří a s tavebních konstrukcí). Předpokladem správné funkce přirozeného větrání je i občasné provětrání místností, tzn. tam, kde tomu nebrání vysoké venkovní znečištění nebo hluk, otevřít na krátkou dobu (5 – 10 min) plný průřez okna a rychle vyměnit vzduchu v místnosti, aniž by (v zimním období) došlo k poklesu teploty vnitřních stěn.

Při používání současných těsných oken a těsných stavebních konstrukcí nelze již zajistit v bytech dostatečné přirozené větrání, proto se vzduch z bytu odvádí nuceným způsobem, nejčastěji ventilátorem na WC a v koupelně – s minimálním výkonem  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  odsávaného vzduchu z WC a  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  z běžných vanových koupelen. Z kuchyní se vzduch odvádí pomocí digestoří nad sporákem (pozor, oběhová digestoř bez nuceného odvodu vzduchu mimo kuchyň není vhodná, nezajistí odvod vlhkosti vznikající při vaření z prostoru). Doporučují se kuchyňské digestoře s možností regulace průtoku v rozmezí 200 – 300  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  odsávaného vzduchu.

Aby fungoval nucený odvod vzduchu, musí být zároveň zajištěn jeho přívod – větracími šterbinami, které jsou součástí oken, nebo jsou na fasádě budovy. Tyto šterbiny by měly být regulovatelné tak, aby se na minimum snížily energetické ztráty větráním při zachování všech požadavků na větrání. Pro větší byty a rodinné domy se stále častěji volí nucené větrání pomocí vzduchotechnické jednotky se zpětným získáváním tepla.

### Vytápění

Vytápěním musí být zajištěny dostatečné teploty po celé otopné období roku, vyrovnávají se tak tepelné ztráty objektu a ztráty větráním při klesajících venkovních teplotách. S vytápěním se začíná, pokud průměrná denní teplota venkovního vzduchu poklesne pod  $13 \text{ }^\circ\text{C}$  ve dvou po sobě ná-

sledujících dnech a jestliže podle předpovědi vývoje počasí nelze očekávat oteplení ani pro následující třetí den.

Základním předpokladem vhodného použití otopného systému je vždy respektování účelu a charakteru stavby i časového využití jednotlivých prostor vytápěného objektu. S tím samozřejmě souvisí i pružnost otopných systémů, neboť ta přináší úspory energie zejména při tlumeném či přerušovaném vytápění s omezením otopu na nezbytnou dobu zajištění tepelné pohody v místnostech a zejména rychlou reakcí na tepelné zisky uvnitř vytápěných místností (např. z pobytu osob, provozu el. spotřebičů a oslunění). Je vždy nutno posoudit i další související vlivy:

- Vertikální a horizontální rozložení teplot v místnosti, které je dáno druhem a umístěním otopných ploch v místnosti – otopné těleso musí eliminovat ochlazující účinky zasklených ploch (nesmí být cítit proud chladného vzduchu v úrovni nohou)
- Víření prachu v místnosti, způsobené:
  - ventilátory teplovzdušného vytápění nebo akumuláčnických kamen s dynamickým vybíjením,
  - samovolným prouděním vzduchu v místnosti daným stoupáním proudů teplého vzduchu.
- Vytváření oděrů, ke kterému dochází při spalování prachu nebo při intenzivnějším uvolňování některých látek z konstrukce budovy a vybavení interiéru při vyšších teplotách vzduchu.
- Vliv na pokles relativní vlhkosti vzduchu.
- Hluk způsobovaný při ohřevu některých topidel nebo vyvolaný spalinovými ventilátory.
- Vliv na rozložení elektromagnetického pole v místnosti zvláště při použití elektrických tapet, fólií nebo kabelů podlahového vytápění.
- Čistitelnost otopných těles.
- Ochrana otopných těles před dotykem dětí.

**Z hlediska zdrojů tepla** – upouští se od fosilních paliv, stále více se používá plyn, tekutá paliva, elektřina a různá netradiční paliva – dřevěné pelety, biomasa apod.

**Z hlediska otopných systémů** – méně výhodný z pohledu uživatelů je centrální zdroj tepla, snahou uživatele bytu je přechod na lokální topidla nebo soustavy topidel v každé místnosti. Výhodou jsou především podstatně lepší možnosti časové a teplotní regulace vytápění bez ztrát tepla v nevytápěných prostorech a proto vesměs nižší spotřeba energie pro vytápění proti centrálním soustavám. Určitou nevýhodou mohou být větší nároky na prostor v místnostech u některých typů topidel (např. u akumuláčnických nebo hybridních kamen) a nutnost rekonstrukce rozvodů topného média (elektřina, plyn).

**Z hlediska přenosu tepla** od zdroje do prostoru se používají převážně dva způsoby – **konvekce a sálání**.

Konvekční vytápění představují klasická otopná tělesa (teplododná), kdy teplý vzduch stoupá vzhůru a zvyšuje proudění vzduchu ve vnitřním prostředí. Vzduch se přímo ohřívá na potřebnou teplotu.

Při sálovém vytápění se vzduch ohřívá na podstatně nižší teplotu, tepelnou pohodu zajistí sálová složka – potom se tepelné podmínky hodnotí podle výsledné teploty kulového teploměru.

Jako sálové systémy se používají nejčastěji velkoplošné systémy podlahové, stěnové i stropní. Systémy zabudované do konstrukce (podlahové vytápění) jsou často investičně náročnější a proto vhodné hlavně pro nové stavby. Nespornou výhodou je vesměs ideálnější rozložení teplot ve vytápěných místnostech a pro pocit tepelné pohody příjemnější sálová složka tepla. Při vyšších povrchových teplotách stěn, podlah apod. je možno snížit teplotu vzduchu v místnosti při zachování pocitu tepelné pohody – výsledná teplota vzduchu odpovídá doporučeným hodnotám.

V současné době se dává přednost kombinovaných otopným soustavám – např. podlahové vytápění je u chladných obvodových konstrukcí doplněno teplovzdušným vytápěním, základní otopná soustava (plyn, pevná paliva) je při větších teplotách doplněna elektrickými lokálními topidly pro dotápění apod. Stejným způsobem se používají smíšené systémy vytápění, které je možné realizovat ústředními zdroji tepla a lokálními bytovými topidly pro mrazivé dny.

Tam, kde je celý systém větrání a vytápění bytu nebo rodinného domu řešen pomocí vzduchotechnické jednotky je prostor vytápěn teplovzdušně. Pro extrémní venkovní teploty je možné celý vzduchotechnický systém kombinovat s dotápěním řešeným kotlem (na jakékoli palivo) nebo elektrickým ohřevem. Vzduchotechnický systém by měl vždy pracovat se zpětným získáváním tepla, používá se akumulace tepla, tepelné čerpadlo apod.

## Literatura

- ⇒ Zákon č.50/1976 Sb. ve znění pozdějších předpisů – stavební zákon
- ⇒ ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Funkční vlastnosti
- ⇒ ČSN 73 4301 Obytné budovy
- ⇒ Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 152/2001, kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé užitkové vody

## 7.2 KONTAMINANTY OVZDUŠÍ BYTŮ

### 7.2.1 ÚVOD

Chemické a biologické škodliviny v ovzduší interiérů a jejich možný vliv na zdraví a pohodu obyvatel jsou v současné době jsou hlavním zájmem většiny odborníků zabývajících se prostředím budov, resp. obytných prostor, tedy tím, co se v anglické terminologii zahrnuje pod pojem indoor. Hlavními důvody zvýšeného zájmu o tuto oblast jsou (a) nutnost snižování tepelných ztrát budov technickými a technologickými prostředky (omezení přirozeného větrání okny, používání klimatizace), což je spojeno s kumulací škodlivin v obytných prostorech, popř. i se vznikem nových rizikových faktorů a situací, (b) se zvýšeným používáním chemických látek a produktů v konstrukčních materiálech, nábytku a dalších zařízeních a vybaveních bytu, (c) s intenzivním používáním chemických čisticích a úklidových, desinfekčních a desinsekčních prostředků, (d) se skutečností, že v interiérech pobývá většina populace až 90% času a (e) s novými vědeckými poznatky v oblasti studia vlivu prostředí interiérů na zdraví.

**Kvalita vzduchu uvnitř budov je závislá na mnoha faktorech, zejména na:**

- kvalitě venkovního ovzduší;
- objemu vzduchu připadajícího na osobu v místnosti (vzduchová kostka);
- výměně vzduchu;
- množství vzdušných škodlivin, jejichž zdrojem jsou:
  - o obyvatelé a jejich metabolismus;
  - o aktivity obyvatel;
  - o stavební materiály, zařízení a předměty;
  - o úklid, čištění a údržba bytu.

**Onemocnění spojovaná se špatnou kvalitou ovzduší v interiérech**

K onemocněním nebo spíše symptomům onemocnění, která jsou spojována se zvýšenou koncentrací chemických

látek a se změnami mikroklimatu v prostředí interiérů patří **syndrom nemoci z budov (sick building syndrom)**, který je multifaktoriálně podmíněn a souvisí s přítomností a koncentrací škodlivin v prostředí, používáním klimatizačních zařízení, kouřením v budovách a je subjektivně dotvářen pocity nepohody a stresu.

**Syndrom nemocných budov** je charakterizován všeobecnými příznaky:

Celkovými nespecifickými projevy (bolesti hlavy, únava, neschopnost se soustředit

Respiračními projevy (dráždění nosní sliznice, rýma, pocit ucpaní nosu, zhoršení alergických obtíží, dráždění ke kašli, zastření hlasu apod.)

Očními projevy (pocit suchosti, dráždění spojivek)

Kožními projevy (pocit suchosti a podráždění kůže, alergické kožní projevy)

Tyto symptomy mohou mít příčinnou souvislost s expozicí chemickým látkám nebo prachovým částicím v ovzduší budov. Diferenciálně diagnosticky je poznatek, že tyto symptomy ustupují nebo mizí úplně v krátké době po opuštění místnosti nebo budovy, ve které se tyto symptomy projevíly.

Symptomy nemoci z budov mohou být doprovázeny častějším výskytem infekčních onemocnění respiračního traktu v důsledku užšího kontaktu a snadšího přenosu infekce v budovách a dále výskytem častějších alergických reakcí při expozici alergenům domácího prachu.

**Opatření k úpravě prostředí v budovách** se liší v rozsahu technických úprav i finančních nároků.

- **Nejjednodušším** obecným příkladem takového opatření je pravidelné větrání a běžné udržování čistoty, nepřetápění a nepřehřívání vnitřních prostor nábytkem a jinými zařízeními. Někdy lze výrazně zlepšit pocit pohody již úpravou mikroklimatu, především vlhkosti vzduchu.
- **K složitějším a nákladnějším** patří odstranění zdrojů emitujících chemické látky nebo stavební úpravy – instalování klimatizačního systému.
- **Nejkrajnějším** řešením v prokázaných případech je demolice budovy, pokud je zdroj zdravotního závažného rizika součástí její konstrukce.

### 7.2.2 PŘEHLED ŠKODLIVIN VYSKYTUJÍCÍCH SE V BYTECH, OBYTNÝCH PROSTORÁCH A INTERIÉRECH

#### Oxid uhličitý– CO<sub>2</sub>

**Oxid uhličitý patří mezi běžné kontaminanty ovzduší, jejichž koncentrace jsou vždy vyšší v interiérech než venku.**

Zdrojem tohoto plynu je především člověk, jeho metabolismus, dýchací a termoregulační pochody. Také spalování pevných paliv je zdrojem oxidu uhličitého a vodní páry. Současně se zvyšující se koncentrací oxidu uhličitého se proto zvyšuje i množství vodní páry v ovzduší a tím i relativní vlhkost vzduchu.

Počet osob přítomných v místnosti, velikost prostoru a nedostatečné větrání jsou hlavní příčinou zvyšování koncentrace oxidu uhličitého nad normální hodnoty v prostředí vyjádřené v absolutních jednotkách do 10 000 – 30 000 mg/m<sup>3</sup> nebo relativních jako 0,03 – 0,06 objemových procent vzduchu.

#### Patofyziologické působení

Snížené množství kyslíku v tkáních a poruchy acidobazické rovnováhy jsou podstatou působení vysokých koncentrací oxidu uhelnatého.

#### Zdravotní rizika

Vyššími koncentracemi oxidu uhelnatého je nepříznivě

ovlivněné především dýchání – již při koncentracích nad 1,5 objemových procent. Pokud se jeho koncentrace v ovzduší zvyšuje nad 3 %, většina lidí trpí bolestmi hlavy, závratěmi a nauseou. Koncentrace nad 6 – 8 % vede k letargii a ztrátě vědomí.

#### Opatření ke snižování koncentrací oxidu uhličitého

Zvýšená koncentrace CO<sub>2</sub> v obytném prostředí je považována za indikátor neadekvátního větrání, přeplněnosti užívaného prostoru osobami nebo technickou závadou na zařízení pro vytápění. Dostatečné větrání je také nejjednodušším a nejlevnějším prostředkem snižování hladin CO<sub>2</sub> ve vnitřním prostředí. K dalšímu, již náročnějšímu opatření patří změna vytápění z používání pevných paliv na jiný zdroj energie. Snižování počtu osob v bytě je požadavek v současnosti obtížně realizovatelný. Alespoň ložnice nebo prostory na spaní by měly být pro spaní maximálně dvou osob.

#### Oxid uhelnatý – CO

Oxid uhelnatý způsobuje ve vysokých koncentracích příznaky akutní otravy a stále je příčinou předčasných smrtí při používání technicky nevhodných topidel na pevná paliva. Je to bezbarvý plyn bez chuti a zápachu a proto i životu nebezpečné zvyšování, jeho koncentrací, je smyslem člověka nepostřehnutelné.

Hlavním zdrojem tohoto plynu ve vnitřním prostředí je nekompletní spalování za spotřebovávání kyslíku – kamna na pevná paliva, plynové spotřebiče bez odvodu, krby, nevětrané kuchyně s plynovým sporákem, ale také garáže v těsné blízkosti obytných prostor. Zemní plyn používaný ve většině domácností u nás k vaření, vytápění nebo ohřevu teplé vody obsahuje 5 % oxidu uhelnatého.

Významným zdrojem CO je také kouření tabákových výrobků.

#### Patofyziologie působení

Nepříznivé zdravotní účinky oxidu uhelnatého jsou vyvolány jeho schopností vázat se s hemoglobinem a snižovat tak oksylčování krve. Množství absorbovaného plynu závisí zejména na ventilačních plicních objemech, tělesné aktivitě a množství hemoglobinu v krvi.

#### Zdravotní rizika

Hlavním popsáním účinkem CO jsou projevy akutní otravy. V nižších koncentracích může vyvolávat poruchy kardiovaskulární a neurologické, má prokázaný perinatální efekt. Osoby s chronickým kardiovaskulárním onemocněním, chronickými respiračními chorobami, nebo osoby více citlivé na nedostatek kyslíku – těhotné ženy, malé děti i osoby anemické jsou zvýšeně ohrožené zvyšujícími se koncentracemi oxidu uhelnatého v prostředí a karboxyhemoglobinu v krvi. Enormní citlivost je prokázána také u fetu. Srdeční selhání i mozkové mrtvice zejména u starých lidí v bytech s technicky závadnými kamny mohou mít vyvolávající příčinu v otravě oxidem uhelnatým. Tabulka č. 1 shrnuje výsledky epidemiologických a experimentálních studií popisující následky zvýšených koncentrací karboxyhemoglobinu v krvi.

Správná diagnostika chronické otravy oxidem uhelnatým je důležitá pro identifikaci zdroje vysokých koncentrací v prostředí a k jeho následnému odstranění. Příznaky, které jsou tímto plynem vyvolány jsou často nespecifické, protože mají původ v nedostatečném zásobení kyslíkem různých tkání i orgánů. Nejčastěji bývají diagnostikovány jako otrava z potravin nebo jiná otrava, neuropsychiatrické problémy nebo zhoršování stávajícího kardiovaskulárního nebo plicního onemocnění z jiných příčin.

Zdravotní následky koncentrací karboxyhemoglobinu Tab. 1

Koncentrace (v %)	Zdravotní následky
2,3 - 4,3	rychlejší nástup vyčerpání při tělesné zátěži u mladých zdravých mužů
2,9 - 4,5	časnější nástup anginosních bolestí při tělesné zátěži u pacientů s anginou pectoris
5,0 - 7,6	snížená vigilita u zdravých dobrovolníků
5,0 - 10	poruchy vidění, schopnosti učení, poruchy senzomotoriky celkově
10	rozšíření kožních cév, pocit napětí na čele
20	bolesti ve spáncích, poruchy dýchání
30	bolesti hlavy, snadná unavitelnost, poruchy úsudku, závratě, poruchy vidění
40 - 50	bolest hlavy, kolaps, mdloby
60 - 70	bezvědomí, intermitentní křeče, poruchy dýchání
80	rychlá smrt

Základní klinická kritéria podporující diagnózu otravy oxidem uhelnatým:

- Anamnéza
  - možný zdroj CO
  - nespecifické symptomy (např. bolesti hlavy, závratě, únava, nausea, zvracení)
  - členové domácnosti mající stejné příznaky
  - nevysvětlitelné onemocnění nebo smrt domácího zvířete
- Fyzikální nález
  - retinální hemorrhagie
  - nevysvětlitelné koma
  - nevysvětlitelná srdeční arytmie
- Laboratorní nález
  - COHb větší než 10% u nekuřáků
  - nevysvětlitelná lakto-acidóza

#### Opatření k zabránění zvýšených koncentrací oxidu uhelnatého

K zabránění takových koncentrací oxidu uhelnatého v bytech, které mohou způsobovat příznaky otravy je třeba dbát na technická opatření vedoucích k bezpečnému užívání zařízení pro vytápění a vaření, zejména, aby odvětrávání spalin bylo odváděno mimo obytné prostory. Nejbezpečnější způsob je výměna kamen na pevná paliva za jiný druh vytápění bez vývinu zplodin hoření přímo v obytných prostorách.

#### Formaldehyd

Formaldehyd se vyskytuje v prostředí jako bezbarvý plyn s charakteristickým štiplavým zápachem, nebo jako kapalina.

Hlavním zdrojem formaldehydu ve vnitřním prostředí bytů mohou být již samotné stavební materiály použité v konstrukci budovy, zařizovací předměty jako nábytek, podlahoviny, koberce, tapety, dále kosmetické, čistící a desinfekční prostředky používané v domácnostech. Zdrojem formaldehydu je také spalování uhlí, hoření plynu a kouření. Venkovní znečištění, zejména z dopravy nemá na výslednou koncentraci ve vnitřním prostředí významný vliv. Výsledná koncentrace formaldehydu v interiéru závisí značně na dalších podmínkách prostředí, zejména na teplotě a vlhkosti.

Jeho koncentrace v bytech jsou vysoké zejména tam, kde bylo použito ke konstrukci domu dřevotřískových desek nebo močovino-formaldehydové izolace. I po dvaceti letech se mohou pohybovat kolem 300 µg/m<sup>3</sup>. Měření v bytech v domech z cihel nebo panelů prokázala, že kon-



centrace formaldehydu závisí především na stáří a množství nábytku. Nejčastěji se pohybuje v rozmezí 29 – 60 µg/m<sup>3</sup>.

### Patofyziologie působení formaldehydu

Formaldehyd se vyskytuje v prostředí jako bezbarvý plyn s charakteristickým štiplavým zápachem, nebo jako kapalina. Právě pro obtěžující zápach, který se objevuje již v nízkých koncentracích je formaldehyd zdrojem častých stížností a obav. Hlavní cestou jeho vstupu do organismu v interiéru je inhalace, popř. i kožní resorpce. Protože je vysoce rozpustný ve vodě, více než 90 % je zachycováno v horních cestách dýchacích při inhalaci, jen 6 – 10 % se do organismu dostává kůží. Po vstupu do organismu je rychle metabolizován.

### Zdravotní rizika

Dráždění sliznice horních cest dýchacích a spojivek, pocíťované subjektivně jako suchost, dráždění ke kašli, pálení očí a slzení, jsou první příznaky zvyšující se koncentrace.

Bolesti hlavy, nevolnost, únava a žízeň nastupují při déle trvající expozici v konstantně vysokých koncentracích. Dráždivým účinkem zvyšuje reaktivitu respiračního traktu a může potencovat vznik astmatického záchvatu vyvolaného jiným agens, ale může být i hlavní příčinou sensibilizace, charakterizovanou tvorbou specifických IgE protilátek. Snížením lokální bariéry tvořené mukociliární bariérou může usnadnit pronikání infekčních i jiných agens.

Formaldehyd v koncentracích, ve kterých se může vyskytovat v bytech, je považován za akutní iritant dýchacích cest zejména u sensitivních jedinců. Po opuštění místa expozice příznaky dráždění HCD a spojivek vymizí. Z hlediska možných pozdních účinků je zvažována zejména karcinogenita. Formaldehyd je na základě hodnocení IARC řazen do skupiny 2A – možný karcinogen pro člověka a to s přihlédnutím k průkazu zvýšené proliferace a incidence tumoru nosního epitelu u potkanů a myši. V epidemiologických studiích nebylo dosud jeho karcinogenní působení na člověka prokázáno. V několika studiích byl však prokázán zvýšený výskyt chromozómových aberací u exponovaných populačních skupin.

Sensitivita k formaldehydu v populaci je velmi široká, jak dokazuje tabulka č. 2 rozsahu koncentrací a výskytu symptomů.

Účinek formaldehydu při krátkodobé expozici Tab. 2

Koncentrace formaldehydu (µg/m <sup>3</sup> )	Účinek
60 - 120	čichový práh pro 50 % exponovaných osob, iritace nosní sliznice
10 - 1900	práh oční iritace
100 - 3100	práh dráždění ke kašli

### Opatření

**Doporučení WHO**, že by koncentrace formaldehydu neměla dlouhodobě přesahovat 60 µg/m<sup>3</sup> je realistické z hlediska jeho výskytu ve vnitřním prostředí a odpovídá současným poznatkům o zdravotních účincích.

**Hlavní opatření spočívá v kontrole zdrojů** formaldehydu – stavebních materiálů, zařizovacích předmětů, nábytku a čisticích prostředků, aby bylo pokud možno zabráněno používání materiálů s vysokou emisí formaldehydu.

**V individuálních případech** se doporučuje zvýšit větrání, nepřetápět, nepřepřehřovat byt dřevotřískovým nábytkem. Od čpavkování, tj. umytí povrchů čpavkovou vodou se ustupuje jako od opatření pouze krátkodobě omezující emisí formaldehydu a zvyšující zátěž vnitřního prostředí další

chemickou látkou. Ani současně trhem nabízené ochranné nátery proti pronikání formaldehydu z konstrukcí staveb či nábytku nemají dlouhodobý efekt.

### 7.2.3 DALŠÍ ORGANICKÉ CHEMICKÉ LÁTKY

**VOCs je anglická zkratka pro označení skupiny organických těkavých sloučenin**, používaná i v naší odborné literatuře. Pro tyto látky neexistuje obecně přijatá definice. Jsou to sloučeniny schopné tvořit fotochemické oxidanty reakcí s oxidy dusíku za přítomnosti slunečního záření. Jejich toxikologické vlastnosti a mechanismus působení na člověka se navzájem liší. Většinou se v neprůmyslovém prostředí nevyskytují izolovaně, ale jako suma sloučenin v podprahových koncentracích neodpovídajících popsáním toxikologickým účinkům.

V domácnostech je možné identifikovat asi 2000 různých chemických sloučenin, jen však asi 50 se jich vyskytuje běžně, z nichž jen asi **10 má prokázané či předpokládané závažné zdravotní účinky**.

Hlavním zdrojem těkavých organických látek v interiérech je kouření, používané čisticí prostředky, deodoranty, kosmetické přípravky, osvěžovače vzduchu, vonné oleje, nátery, barvy a laky, koberce, podlahoviny, fungicidy, desinfekční, deratizační a desinsekční prostředky. Venkovní vzduch, zejména v bytech umístěných v blízkosti hustého dopravního provozu, má významný podíl na výsledné koncentraci ve vnitřním prostředí.

### Patofyziologie

Iritační, toxické a karcinogenní účinky jednotlivých sloučenin jsou odvozeny od sledování profesionálně exponované populace vystavené tisíckrát i vícekrát větší koncentraci těchto látek než populace běžná. Mechanismus působení jejich podprahových koncentrací v domácím prostředí je stále předmětem výzkumů bez podání definitivního vysvětlení.

### Zdravotní riziko

Akutní následky expozice těkavým sloučeninám se projevují jako akutní otravy, zejména skupinou látek, jejichž zdroji jsou barvy, nátery, rozpouštědla a lepidla při rozsáhlých rekonstrukcích místností či budov.

- **Toluen, xylen, styren a etylbenzen** mají neurotoxicke účinky a způsobují s ohledem na jejich koncentraci v prostředí bolesti hlavy, poruchy koncentrace, poruchy motoriky, závrať, nevolnost a zvracení. Po expozici ve vysokých koncentracích těchto látek mohou příznaky přetrvávat i několik dní a jen pomalu ustupovat. **Chronické působení nižších koncentrací** těchto aromatických sloučenin se po dlouhodobé nebo opakovaně nízké expozici může projevovat velmi subtilními neurologickými změnami, které se projeví trvalým somatomotorickým poškozením, zejména drobných svalů končetin. Další změny se mohou projevovat v oblasti neurobehaviorální, stejně nenápadnými změnami v chování. Skupina těchto látek provázených zápachem nebo bez něj mohou vyvolávat kromě toho krátkodobé dráždivé účinky na sliznici dýchacích cest a očí.
- Některé z látek této skupiny jsou prokázané karcinogeny (**benzen-1,3-butadien**). Toto zařazení však odpovídá dlouhodobé expozici těmto látkám v pracovním prostředí. Environmentální studie toto riziko nepotvrdily a považuje se za velmi malé.
- Další látky, které prokazatelně souvisí s hyperreaktivitou dýchacích cest nebo s alergenním působením jsou **etylbenzen, chlorované uhlovodíky, ftaláty**. Tyto slou-

činy mohou vyvolávat alergii na principu zvýšení imunoglobulinů E, tedy na imunologickém podkladě, stejně jako biologické alergeny na rozdíl od chemických látek, které zvyšují hypersensitivitu plic bez následné aktivace imunologického systému.

- **Chloroform** v bytovém prostředí vzniká odpařováním pitné vody ošetřené chlorem. K expozici dochází při praní, mytí nádobí a provádění osobní hygieny, zejména sprchování horkou vodou. Odhaduje se, že přívod chloroformu tímto způsobem inhalovaného se rovná stejnému množství, který je přijímán ingescí pitné vody.
- K dalším sloučeninám chloru – chlorovaným uhlovodíkům patří **tetrachloretylen**, který se používá k chemickému čištění oděvů, **methylen chlorid**, který je součástí rozpouštědel a **trichloretan** obsažený v mnoha produktech domácí chemie. Všechny sloučeniny chloru mohou způsobovat hypersensitivní reakce plic.
- **Terpeny** jsou běžně identifikovanými sloučeninami v bytovém prostředí, protože jsou součástí osvěžovačů vzduchu, deodorantů a leštidel. I v nízkých koncentracích mohou být příčinou alergických respiračních reakcí.
- **Pesticidy** obsažené v desinsekčních prostředcích používaných v domácnostech k hubení nežádoucího hmyzu, látky používané k ochraně dřeva další látky, které vytékávají pomalu, kumulují se v domácím prachu a jsou zdrojem dlouhodobé expozice resp.zátěže s možným rizikem karcinogenity nebo chronického poškození jater a ledvin (- **lindan**, **pentachlorophenol**, **chlordan**, **heptachlor**).

Přes nedostatek průkazných výsledků studií těchto látek ve vnitřním prostředí, i přes přítomnost potenciálních karcinogenů je velice pravděpodobné, že těkavé organické sloučeniny v koncentracích, které se většinou nacházejí ve vnitřním prostředí, nejsou zdrojem rizika pro nepříznivý zdravotní efekt. Jejich koncentrace ovlivňují spíše pohodu a komfort prostředí v závislosti na citlivosti k jejich charakteru jejich zápachu. Zdá se však pravděpodobné, že existuje skupina nebo skupiny populace, které jsou vnímavější k působení VOCs a mohou být ve zdravotním riziku i při jejich nízkých koncentracích. Zatím však nebyla stanovena žádná anamnestická nebo prediktivní kritéria pro její charakteristiku.

#### **Opatření ke snižování koncentrací chemických organických látek**

K nápravným opatřením snižující koncentrace chemických látek patří především **odstranění zdroje nebo režimová opatření k snížení jejich emisí**. Patří mezi ně účinná kontrola stavebních materiálů, předmětů užívaných v interiéru, používání čistících prostředků, vhodný výběr zdroje pro vytápění a vaření, zvýšené větrání, zejména při práci s barvami a laky. Udržování optimální teploty a vlhkosti v interiéru je základní podmínkou.

#### **Oxidy dusíku**

Z osmi oxidů dusíku, které mohou být přítomny ve vnitřním prostředí, se jenom dva mohou nacházet v koncentracích způsobující prokazatelný vliv na zdraví – **oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>)** a **oxid dusný (NO)**.

Základním zdrojem oxidů dusíku jsou emise z automobilové dopravy a ze stacionárních zdrojů spalující fosilní paliva za vysokých teplot.

Rovnocenným zdrojem z hlediska kontaminace vnitřního prostředí je používání plynu jako energetického zdroje pro vaření a vytápění nebo ohřev teplé vody. V ČR používá plyn k vaření či pečení asi 80 % domácností, elektrinu kolem 18 % a zbylá 2 % vaří na jiných zdrojích, včetně spalování

pevných paliv. Dle výsledků epidemiologických studií se předpokládá, že obyvatelé domácností, kde se používá pro vaření plynových zdrojů jsou v mírném, ale signifikantním riziku pro vyšší výskyt respiračních onemocnění.

#### **Patofyziologie působení**

**NO<sub>2</sub> je málo rozpustný ve vodě, to znamená, že snadno proniká do dolních dýchacích cest, na rozdíl od např. dobře rozpustného oxidu siřičitého nebo formaldehydu, které tak působí zejména v horních cestách dýchacích.** Místem jeho působení a vstupu do organismu jsou buněčné membrány alveolů, ale i intersticiem plic. Zde působí mechanismem peroxidace lipidů a různým působením vzniklých volných radikálů. S vodou reaguje tvorbou kyselin dusitých a dusných, které poškozují povrchové membrány buněk.

**NO<sub>2</sub> snižuje imunitu** snížením účinnosti mukociliární bariéry a poškozuje funkci makrofágů. Umožňuje tak snadnější pronikání ostatních agens z prostředí, včetně bakterií a virů a **zvýšuje náchylnost k respiračním onemocněním**. Stejným mechanismem usnadňuje působení alergenů.

#### **Zdravotní důsledky**

NO<sub>2</sub> působí především dráždivě na dolní cesty dýchací a plice. Jeho vysoké koncentrace mohou vést ke smrti v důsledku edému plic (560 000 µg/m<sup>3</sup>). **Respirační onemocnění vedoucí ke smrti během několika týdnů v důsledku bronchiolitis fibrosa obliterans mohou být způsobeny koncentracemi 280 000 – 380 000 µg/m<sup>3</sup>**. Reversibilní bronchiolitidy jsou připisovány účinku 47 000 – 140 000 µg/m<sup>3</sup>. Koncentracím běžným ve vnitřním prostředí bytů (100 – 400 µg/m<sup>3</sup>) se připisuje nepříznivý efekt na zvýšení výskytu a komplikací bakteriálně vyvolaných respiračních infekcí.

NO má podobný účinek na krev jako CO – výsledkem je snížené množství hemoglobinu a tvorba methemoglobinu. Zhoršené oxysličování tkání je často výsledkem působení jak CO tak NO, protože většina zařízení ve vnitřním prostředí produkuje zároveň oba plyny.

*Epidemiologické studie prokazují příčinný vztah k používání plynu pro vaření nebo vytápění zejména na respirační onemocnění u dětí. Zejména: vyšší prevalence respiračních symptomů a onemocnění a mírné snížení plicních funkcí. Vylučují při tom vliv dalších faktorů jako sociální vrstva a kuřáctví rodičů.*

Na základě současných dostupných údajů lze říci, že obyvatelé domů používajících plyn jako zdroj pro vytápění, vaření či ohřev teplé vody, zejména pokud nemají dostatečný odtah mimo byt, jsou v malém, ale signifikantně vyšším riziku vyššího výskytu respiračních infekcí, než obyvatelé elektrifikovaných domácností.

#### **Opatření vedoucí ke snížení koncentrací oxidů dusíku**

K nejjednodušším opatřením patří větrání a používání digestoře při vaření. Výměna plynových sporáků za elektrické sníží koncentrace NO<sub>2</sub> v průměru pětikrát. Používání katalyzátorů v automobilech, omezování dopravy v obytných čtvrtích snižuje zátěž vnitřního prostředí z venkovních zdrojů.

#### **Oxidy síry**

V době před 30 lety tvořily oxidy síry hlavní složku venkovního znečištění ovzduší, zejména v městských a průmyslových oblastech. Jeho značným zdrojem jsou i domácí topeniště, jak dokumentují historické smogové situace např. v r. 1950 v Londýně, která byla následována zvýšením úmrtnosti. Omezení množství domácích topenišť vedlo k významnému snížení koncentrace SO<sub>2</sub> a poletavého prachu ve venkovním ovzduší. Kamna na uhlí, kerosen a naftu jsou zdrojem

SO<sub>2</sub> ve vnitřním prostředí, i když převažující komponentou jeho zvýšených koncentrací v bytech je venkovní ovzduší v typických oblastech tepelných elektráren.

### *Patofyziologie působení*

Vysoká rozpustnost ve vodě předurčuje oxidy síry způsobovat iritaci zejména v horních cestách dýchacích.

### *Zdravotní důsledky*

Dráždivý účinek na horní cesty dýchací projevující se kašlem, zvýšená nemocnost respiračními infekcemi horních cest dýchacích, ale i snížení plicních funkcí u astmatických dětí patří k hlavním zdravotním účinkům oxidů síry.

Studie vlivu vnitřního ovzduší s ohledem na koncentraci SO<sub>2</sub> ukazují signifikantně vyšší nemocnost na onemocnění horních cest dýchacích, ale neberou v úvahu synergické působení dalších plynů, zejména NO<sub>2</sub> a CO a prachových částic.

SO<sub>2</sub> může být i ve vnitřním prostředí plynem, který přispívá ke zvýšenému riziku respiračních onemocnění.

Sloučeniny síry jako sirouhlík a síra samotná se mohou v bytech vyskytovat také ze špatně provedené odpadové instalace nebo následně po jeho rekonstrukci. Vede to zejména k obtěžování zápachem a ke zvýšeným obavám o zdraví, které mohou působit jako stres.

### *Opatření vedoucí ke snížení koncentrací oxidů síry*

Omezení vytápění domácností pevnými palivy a naftou.

Opatření vedoucí ke snížení koncentrací CO a NO<sub>2</sub> snižují zároveň koncentraci SO<sub>2</sub>.

### *Azbest a další minerální vlákna*

Azbest je termínem označujícím několik typů vláknitých minerálních vláken lišících se v tvaru, délce a flexibilitě a zároveň v agresivitě jejich biologického působení v organismu.

Azbest byl používán pro své výhodné protipožární a tepelně izolační vlastnosti ve velmi širokém spektru výrobků i v domácnostech: elektrická a tepelná izolace, v konstrukci stěn azbesto-cementové desky nebo vinyl-azbestové podlahové a stropní díly. Při všech těchto aplikacích může docházet v průběhu užívání k mechanickému poškození povrchu výrobků, k uvolňování vláken azbestu do ovzduší a inhalační expozici člověka. Asbest je dle IARC řazen do skupiny látek a faktorů prokazatelně karcinogenních pro člověka.

Prostředím, ve kterém může docházet k vyšší expozici azbestu než je prostředí budov jsou interiéry dopravních prostředků, kdy dochází k uvolňování azbestových vláken z brzdových destiček, zejména při jízdě městem.

Minerální vlákna nahrazující azbest, tj. uměle vyráběná (v angličtině označovaná jako MMMF – man made mineral fibers) mají amorfní strukturu a používají zejména křemík, hliník a bor. Tyto materiály jsou považovány za zdraví neškodnou náhradu azbestu při zachování všech jeho pozitivních stavebních vlastností, ale studie z poslední doby na laboratorních zvířatech varují před nekontrolovaným používáním těchto vláken, které mohou pravděpodobně způsobovat stejné poškození plic jako azbest.

### *Patofyziologie působení*

Mechanismus působení azbestových vláken je kombinací iritačního, biologického a chemického působení. V poslední době je hlavní příčina vzniku zhoubných nádorů vyvolaných azbestem vysvětlována přes volné radikály, jejichž vznik azbestová vlákna cestou oxidačního stresu usnadňují.

### *Zdravotní důsledky*

K hlavním projevům dlouhodobého působení azbestových vláken v ovzduší – více než 20 let, patří **azbestóza a bronchogenní karcinom plic**. Tato onemocnění jsou častější u kuřáků než nekuřáků při současné dlouhodobé profesionální expozici azbestovým vláknům.

Relativně krátkodobým efektem vdechování azbestových vláken je vznik pleurálního nebo peritoneálního mesotheliomu po 15 letech expozice.

Riziko onemocnění z expozice azbestu v nepracovním prostředí, tj. i v bytovém, je považováno za velice malé a nepravděpodobné. Přesto je používání materiálů obsahujících azbest limitováno a kontrolováno ve většině rozvinutých zemí, včetně naší republiky.

### *Opatření ke snížení expozice azbestu*

Používat azbest jen v odůvodněných případech v konstrukcích staveb. Pokud dochází ke kontaktu výrobku obsahujícího azbest přímo s ovzduším interiéru, je třeba chránit jeho povrchy nátěry před mechanickým poškozením, způsobeným i mikrovibracemi celé budovy a kontrolovat celistvost povrchu těchto výrobků. Stejně požadavky by měly být uplatňovány i při použití materiálů z jiných minerálních vláken.

Odstaňování azbestu vyžaduje zvláštní systém bezpečnostních opatření, zabraňující uvolňování azbestu do venkovního ovzduší, půdy a vody a také ochranu pracovníků, kteří odstraňování provádějí.

### *Domácí prach*

Domácí prach představuje komplex pevných částic různé velikosti. Zatímco částice větších rozměrů rychle sedimentují na povrchy a textilie ve vnitřním prostředí, menší částice mohou být neustále přítomny v ovzduší jako aerosoly. Množství respirabilních aerosolových částic je významně vyšší v prostorech, kde se kouří. Na zvýšení se podílejí i další faktory: pohyb vzduchu, aktivity osob v bytě – zejména úklidové práce, vaření, způsob vytápění (kamna na pevná paliva či krb) a zvyšují tak pravděpodobnost jejich vdechnutí.

Hlavní složkou domácího prachu, která souvisí s projevem onemocnění jsou biologické částice. Biologický materiál z různých domácích zdrojů je zdrojem imunologické hypersenzitivní reakce (viz kap. 3). Domácí prach obsahuje plísňe – části mycelii nebo spóry, bakterie či frakce jejich těl, roztoče a produkty jejich metabolismu, šupinky lidské kůže, vlasy, chlupy domácích zvířat, částičky textilií i potravin. Pyly, písek a prach pronikají do interiéru z venkovního prostředí. V závislosti na velikosti a tvaru jsou tyto komponenty vdechovány a mohou způsobovat alergické a jiné reakce nebo být deponovány v plicích.

Hlavním zdrojem bakterií jsou prokazatelně samotní uživatelé bytu. Venkovní vzduch má na jejich vnitřní koncentraci malý podíl. Obdobně je možno použít toto tvrzení pro viry. **Množství bakterií a virů** se mění velice rychle v závislosti na počtu osob v místnosti, jejich aktivitách, velikosti prostoru a způsobu a četnosti větrání.

**Pro plísňe (mikroskopické vláknité houby)** můžeme najít stacionární vnitřní zdroje (kolonie plísni na stěnách, potravinách, pokojových rostlinách) a jejich množství v ovzduší vykazuje závislost na ročním období a počasí.

**Druhově různorodá skupina roztočů (Dermatophydes ss.)** jsou paraziti živící se mezi jiným šupinkami lidské a zvířecí kůže. Proto místem jejich množení jsou zejména lůžkoviny a matrace. Přežívají dobře i v dalších textiliích, zejména vlněných a v kobercích. Je prokázáno, že expozice alergenům Dep I a Der I získaných z těl roztočů, je hlavním

sensibilátorem v prvním roce života a pozdějším významným alergenem pro vyvolání astmatického záchvatu.

Dalším biologickým materiálem obsaženým v domácím prachu jsou **kočičí a jiné zvířecí chlupy**, části jejich výkalů a slin. Obecně lze říci, že venkovní alergeny, zejména pyly vyvolávají projevy polinózy, vnitřní alergeny, zejména roztoči a kočičí, alergické astma.

### **Patofyziologie působení**

Hlavním mechanismem působení domácího prachu je sensibilizace u geneticky disponovaných jedinců a nebo spouštění alergických reakcí, zejména astmatu.

### **Opatření ke snižování expozice domácímu prachu**

Pravidelné odstraňování prachu, snížení množství jeho rezervoárů, tj. textilií, bezpečná lůžka, časté větrání a nepřetápění bytů a další jednoduchá režimová opatření mohou snížit projevy alergických reakcí u sensibilizovaných jedinců. Používání chemických prostředků proti roztočům, speciální lůžkoviny s mikropóry zamezující pronikání roztočů z lůžek do prostředí mohou mít výraznější efekt.

### **Literatura:**

- ⇒ Cone J.E., Hodgson M.J.: "Problem buildings" Building-Associated Illness and the Sick Building Syndrome, Hanley-Belfus, Philadelphia, 1989.
- ⇒ Koss G., Tesseraux I. Hydrocarbons. In: Toxicology, H. Marquardt, S.G. Schäfer, R. McClellan, F. Welsch (eds.), Acad. Press, 1999.
- ⇒ Šrám R.J., Rössner P., Šmerhovský Z: Cytogenetic analysis and occupational health in the Czech Republic. Mutation Res. 2004; 566:21-48.

## **7.3 RADON V BYTĚ**

### **7.3.1 ÚVOD**

Zdravotní důsledky inhalace radonu byly známy mnohem dříve než byly diagnostikovány jako rakoviny plic, přesněji jako bronchogenní karcinomy, a mnohem dříve než byl radon (a radioaktivita vůbec) objeven a mechanismus jeho působení vysvětlen. Šlo o „hornickou nemoc“, profesionální chorobu horníků v stříbrných dolech na německé a české straně Krušných hor už od 15. stol. Po objasnění příčin začátkem 50. let stačilo v USA, Kanadě, SSSR, NDR, u nás a jinde doly řádně odvětrat a zavést další režimová opatření, aby riziko profesionální rakoviny plic bylo sníženo na přijatelnou úroveň.

Bylo proto určitým překvapením, když byly začátkem 70. let v některých domech zjištěny koncentrace radonu vyšší než v uranových dolech. V některých případech šlo o souvislost s před- i poválečnou těžbou uranu, převážně však zvýšená koncentrace radonu souvisela s geologickým podložím a s (ne)kvalitou základů domů. Teoreticky lze odhadnout, že v důsledku inhalace radonu v bytových prostorách v České republice by mohlo dojít ke zhruba 600 úmrtí ročně na karcinomy plic. **Asi 2% obyvatel ČR bydlí v prostředí, kde je překročena zásahová úroveň radonového rizika, aniž si toto riziko uvědomují.** Neexistuje byt či prostředí, kde by ve vzduchu radon nebyl, přinejmenším je tam taková koncentrace radonu jako ve venkovním vzduchu. Naproti tomu existují lokality, domy a režimy bydlení s koncentracemi tisíc- i desíttisíckrát vyššími, aniž by o tom kdo věděl. Riziko z radonu si tedy zaslouží pozornost, i když je v průměru řádově nižší než riziko kouření.

**Řešení problému radonu spočívá ve schopnosti toto riziko kvantifikovat, znát příčiny přítomnosti radonu v domech a vědět, jak uživatele ochránit.**

### **7.3.2 RADON A JEHO ZDRAVOTNÍ ÚČINKY**

Termín radon je v úvodu i v dalším textu použit jen jako heslo či zkratka. **Radon – přesněji radionuklid Rn 222** – je jedním z členů přírodní uran-radiové radioaktivní řady. Postupným vyzařováním částic alfa a beta se uran změní v olovo, takže každý atom uranu získá přechodně vlastnosti různých kovů, a taky jen přechodně je inertním plynným atomem radonovým. V této etapě své existence se ale může výrazně víc uvolnit z pevných (většinou porézních) látek a šířit se (ovšem podle fyzikálních zákonů) vzduchem do životního prostředí. Po přeměně atomu radonu vznikají poměrně rychle za sebou a většinou ještě ve vzduchu atomy polonia, olova a vizmutu (takzvané krátkodobé dceřiné produkty radonu) a další dlouhodobý radionuklid olova. Tyto krátkodobé dceřiné produkty Rn jsou pro zdravotní účinky „radonu“ velmi důležité. Radon jako inertní plyn (nevytváří sloučeniny) se po inhalaci jen rozpouští v tělních tekutinách (jako třeba kyslík), ale v žádné tkáni nebo orgánu se výrazně nezkoncentruje. Naproti tomu dceřiné produkty radonu, tedy jednotlivé atomy polonia, olova a vizmutu, se ještě ve vzduchu při střetu s aerosolovou částicí či kondenzačním jádrem na ně adsorbují nebo po inhalaci se adsorbují při střetu s povrchem dýchacích cest. Trvalá filtrace dceřiných produktů radonu z inhalovaného vzduchu vede tedy ke značnému zkoncentrování ve velmi malé části těla. Samočisticí mechanismus v dýchacích cestách nejsou schopny tento depozit dostatečně rychle odstranit. Malý dosah záření alfa – v tkáni zhruba 100  $\mu\text{m}$  – vede k tomu, že **z dýchacích cest je ozářen především jeho epitel, ale až do hloubky bazálních buněk. Záření může vést k mutaci v genomu buněk s následným vznikem zhoubného nádoru.** Podrobněji mechanismus karcinogeneze v epitelu dýchacích cest zářením alfa od dceřiných produktů radonu zatím není znám, je ale předmětem intenzivních výzkumů na úrovni genové a molekulární biologie.

V letech 1993/4 byl proveden reprezentativní průzkum radonové situace v domácnostech ČR. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1 a obrázku 1.

**Průměrná hodnota pro celou republiku 116 Bq/m<sup>3</sup> je mezi evropskými státy nejvyšší.** To je zčásti dáno geologickou stavbou (Český masiv), zčásti se v tom odráží i stáří (a často zanedbanost) domového fondu ČR a snížená infiltrace čerstvého vzduchu v důsledku zvýšených nákladů na otop.

Detailnější obraz o výskytu domů s vyššími objemovými aktivitami radonu poskytuje obrázek převzatý černobíle z internetové stránky [www.suro.cz](http://www.suro.cz) Státního ústavu radiační ochrany v Praze, který je každoročně aktualizován.

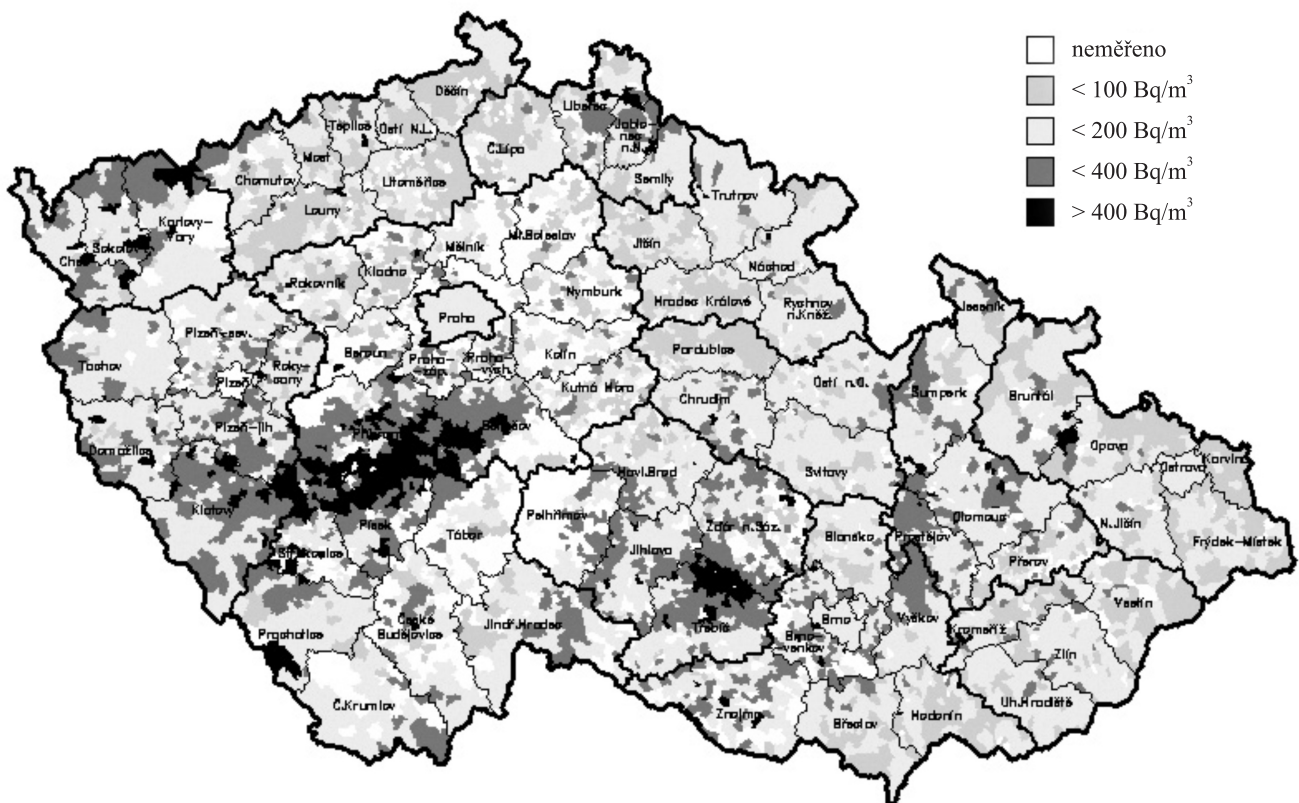
Po překvapivém zjištění, že v některých bytech je mnoho radonu, byly v řadě zemí zahájeny rovněž epidemiologické studie (typu case – control), které mají doložit (nebo vyvrátit) vládním opodstatněnost radonových programů. Překrytí účinků radonu účinky kouření je velkou komplikací těchto studií, a proto je tu snaha koordinovat je tak, aby společným hodnocením výsledků ze všech zemí byla dosažena vyšší statistická průkaznost. I u nás byla v roce 1989 zahájena rozsáhlá epidemiologická studie výskytu rakoviny plic ve vztahu k radonu, a to u obyvatel bydlících na Středočeském plutonu v okolí Petrovic u Sedlčan (celkem 12 tisíc osob). Výsledky této studie publikované v roce 2001 jsou v souladu jak s výsledky zahraničními, tak s výsledky mezi horníky (přibližně zvýšení rizika o 9% při koncentraci 100 Bq/m<sup>3</sup>).

## Přehled výsledků průzkumu radonového rizika v bytech ČR 1993/4

Objemová aktivita radonu - průměr a směrodatná odchylka, aritmeticky a geometricky

Tab. 1

Území, kraj	Počet měřených bytů	a Bq/m <sup>3</sup>	s Bq/m <sup>3</sup>	ag Bq/m <sup>3</sup>	sg -	95 % interval Bq/m <sup>3</sup>	Procento bytů nad 400 Bq/m <sup>3</sup>
PRAHA	217	75	50	62	1,88	18 - 218	0
STČ	154	74	127	102	2,10	24 - 448	5,1
JČ	180	149	167	107	2,18	22 - 508	4,4
ZČ	202	138	153	104	2,01	26 - 420	5,5
SČ	275	119	141	87	2,05	20 - 364	5,1
VČ	305	125	126	99	1,92	26 - 364	2,3
JM	501	113	123	89	1,90	24 - 320	2,4
SM	515	103	88	83	1,84	24 - 282	2,1
ČR	2349	116	128	89	2,12	20 - 460	3,1



V žádné sídelní jednotce nedochází k alarmujícímu výskytu rakovin plic. Na území s běžným radonovým rizikem je kouření dominantní příčinou úmrtí na rakovinu plic, tedy v průměru u 7 % úmrtí, kdežto na území s vysokým radonovým rizikem se dá očekávat maximálně zdvojnásobení rakovin plic (při koncentraci radonu 1 kBq/m<sup>3</sup>).

**Rakovina plic způsobená radonem** je tzv. pozdním zdravotním účinkem, vyskytuje se v **pozdějším věku** a spíše zkracuje délku života, **nevyskytuje se v dětském věku ani v mladším věku dospělých**.

Častá je snaha (a to nejen u nějak postižených osob, ale bohužel i u lékařů) svést na radon všechny běžné i neběžné nemoci a potíže – bolesti hlavy, alergie, neplodnost, malformace atd. Nejsou doloženy u horníků a nejsou známy ani důvody, proč by k tomu mělo dojít. Byla například zvažována možnost vzniku leukémie v důsledku radonu v kostní dřeni nebo depozicí Pb 210 v kostech, ale pravděpodobnost vzniku leukémie je téměř o dva řády nižší než vznik rakoviny plic.

Zásahová úroveň 400 Bq/m<sup>3</sup> (viz níže) je poměrně přísná a navíc je míněna jako přijatelně bezpečná pro celoživotní

pobyt v této koncentraci. Absolutní riziko je u radonu úměrné koncentraci. Snazší je snad posuzování relativního rizika oproti průměrnému riziku rakoviny plic při průměrné koncentraci 116 Bq/m<sup>3</sup> v ČR. Zásahová úroveň pak představuje 3,4 násobek rizika, kdežto 410 Bq/m<sup>3</sup> představuje 3,6 násobek rizika, jen o 5 % vyšší. To by soudného člověka nemělo vyvést z míry, pokud je ochoten připustit, že **riziko odpočívající koncentraci 390 Bq/m<sup>3</sup> je dostatečně bezpečné**. Znepokojení a nezbytnost preventivních opatření je naopak na místě při 4000 Bq/m<sup>3</sup> a výše.

**Zvláštní pozornost lékaře si zasluhuje radiofobie, nezdůvodněný, nebo málo zdůvodněný strach z ozáření.** Zdravotní újma způsobená radiofobií u postižené osoby samotné a často i psychický dopad na nejbližší příbuzné je zpravidla daleko závažnější než zdravotní újma způsobená třeba 600 Bq/m<sup>3</sup>.

### 7.3.3 MĚŘENÍ KONCENTRACE DCEŘINÝCH PRODUKTŮ RADONU VE VZDUCHU, ODHAD EXPOZICE A MÍRY ZDRAVOTNÍHO RIZIKA

Míra zdravotního rizika se u ionizujícího záření dá snadno měřit nebo počítat. V případě radonu jde předně o stanovení (změření) množství inhalované škodliviny a pak o stanovení (výpočet) velikosti ozáření terčové tkáně.

Koncentrace dceřiných produktů radonu ve vzduchu se vyjadřují většinou nikoliv počtem jejich atomů v jednotce vzduchu, ale jako aktivitní koncentrace, tedy počtem přeměn, nebo-li počtem vyslaných částic alfa nebo beta v jednotce objemu za jednotku času, a to v jednotkách Bq/m<sup>3</sup> (becquerel na krychlový metr), přičemž aktivita 1 becquerel = 1 přeměna za sekundu, či-li 1 Bq = 1 s<sup>-1</sup>. Po prosátí známého množství vzduchu filtrem (s vysokou účinností filtrace) se měří počty přeměn v depozitu na filtru vhodným detektorem, který dokáže rozlišit energii částic alfa, čili vysílající radionuklid.

Protože ve vzduchu je přítomna směs dceřiných produktů radonu, byla zavedena jednotka **ekvivalentní rovnovážné koncentrace radonu** (často zkráceně EOAR – ekvivalentní objemová aktivita radonu), což je tolik radonu v radioaktivní rovnováze se svými krátkodobými dceřinými produkty, aby energie částic alfa vyslaná dceřinými produkty v rovnováze byla stejná jako u měřené směsi. Tato veličina byla u nás používána do roku 2002. Vyhláškou č. 307/2002 Sb. se přešlo přímo na **objemovou aktivitu radonu** (tedy mateřského radioaktivního plynu) a dřívější hodnoty EOAR se na novou veličinu převádějí vynásobením dvěma. Koncentrace radonu ve vzduchu bytů leží v rozptýlení od jednotek Bq/m<sup>3</sup> (tak jako ve venkovním vzduchu) až po desetitisíce Bq/m<sup>3</sup> v domech se špatnou izolací vůči podloží s vysokým radonovým indexem pozemku.

Pro hodnocení ozáření lidí se v ochraně před zářením používá koncentrace předané energie záření, čili joule na kilogram tkáně, s názvem dávka. Speciální jednotkou je gray, kdy 1 Gy = 1 J/kg. K respektování rozdílné biologické účinnosti různých druhů záření v různých orgánech a tkáních lidského těla se zavádí jakostní činitel a ozáření se hodnotí jako ekvivalentní dávka se speciální jednotkou sievert (Sv). Aby se dala jednoduše hodnotit i velmi nerovnoměrně předaná energie záření (jako je ozáření epitelu dýchacích cest), byla stanovena relativní rizika vzniku pozdních účinků důležitých orgánů a tkání, a takto váženě sečtené ozáření celého těla se označuje jako **efektivní dávka**, rovněž v jednotkách sievert.

**Pro trvalý a standardní roční pobyt v bytech** je stanoven konvenční konverzní přepočítání mezi koncentrací radonu a roční efektivní dávkou: 160 Bq/m<sup>3</sup> = 3 mSv/rok. To umožňuje první posouzení závažnosti radonové expozice doma s limitovanou expozicí 20 mSv ročně u pracovníků se zářením (jako např. horníci v uranových dolech). S takovou expozicí se musí v bytě počítat při 1066 Bq/m<sup>3</sup>. Počet bytů, v nichž je tato koncentrace radonu v ČR překročena, je odhadnut na 15000.

Jiné poučné porovnání poskytuje údaj 0,26 mSv pro průměrnou expozici občana ČR během prvního kalendářního roku po havárii černobylského reaktoru v roce 1986 (v dalších letech expozice postupně klesá). Tomu odpovídá koncentrace radonu 14 Bq/m<sup>3</sup> – takové prostředí má doma jen méně než 10 % našeho obyvatelstva. K tomu ale každý dostává 1 mSv od zevního záření a od přírodních radionuklidů v potravě. A přesto kolik lidí má dodnes dojem, že byli tehdy celoživotně poznamenáni, zatímco ve skutečnosti řada lidí žije trvale v podmínkách podstatně rizikovějších (z hlediska radonu) než dnešní uranoví horníci. Cílená, adresní pomoc

těmto občanům je tedy zcela na místě. Ale kde k takovým situacím dochází?

### 7.3.4 PŘÍČINY PŘÍTOMNOSTI RADONU V DOMECH A BYTECH

Hlavní zdroje radonu v domě a mechanismy jeho přísunu jsou uvedeny v tabulce 2.

**Hlavní zdroje radonu v domě a mechanismy jeho přísunu**

Tab. 2

Zdroj radonu	Mechanismus přísunu radonu do vzduchu bytů
podloží domu	nasávání půdního vzduchu skrz nedostatečnou bariéru vůči podloží
stavební materiál	exhalace radonu z povrchu stěn, podlah a stropů bytu
voda	deemanace radonu ze spotřebované vody

Pořadí závažnosti jednotlivých zdrojů se nedá stanovit jediným parametrem nebo označením, závisí na četnosti výskytu zdroje, na dosahované koncentraci radonu ve zdroji, na možnosti kombinace zdrojů, na obtížnosti sanace atd. Pořadí uvedené v tabulce však vystihuje závažnost zdrojů radonu obecně.

#### Radon z podloží

**O míře rizikovitosti radonu z podloží rozhodují tři základní faktory, jevy či skutečnosti:**

- radon je v půdním vzduchu vždy přítomen a to v koncentracích 1000 až 1000000 Bq/m<sup>3</sup>;
- dům nasává půdní vzduch s radonem tzv. komínovým efektem, může-li;
- bariéra domu vůči podloží bývá zřídka dokonalá.

#### Radon v půdním vzduchu

**Koncentrace radonu v půdním vzduchu závisí opět na řadě faktorů:**

- koncentrace uranu v půdě;
- geologický původ podloží;
- propustnost;
- porozita;
- zrnitost;
- vlhkost ap.;

Důležitý je moment vzniku atomu radonu při přeměně atomu radia, kdy dostává zpětný ráz (obdobně jako při výstřelu z děla), urazí sice jen asi 100 nm (srovnatelné s délkou chromozomu), ale v porézním materiálu a při uložení uranu spíše na povrchu zrn to stačí k vysoké pravděpodobnosti uvolnění z pevné fáze do půdního vzduchu a dále konvekci nebo difuzí do domu. Proto vedle koncentrace radonu v půdním vzduchu rozhoduje o rizikovitosti podloží i jeho propustnost, či-li snadnost transportu radonu vlivem podtlaku (či přetlaku) vzduchu.

#### Komínový efekt

Podtlak ve sklepech (či na podlaze nejnižšího podlaží domu) vůči podloží domu vytvořený tzv. **komínovým efektem v domě je hlavním mechanismem přísunu radonu do domu**, čili jde především o aktivní účast domu na radonovém riziku a nikoliv o pasivní vnikání radonu do domu. Podtlak je způsoben rozpínáním, zlehčením a tedy stoupáním vzduchu při ohřátí (obdobně jako u teplovzdušných balonů nebo u stoupajícího kouře hořící cigarety), **což vede nutně k nasátí chladného vzduchu vespod, např. u prahu dveří. Podstatně méně vzduchu, a tedy nepozorovaně, se nasává přes podlahy. Ovšem při vysoké koncentraci radonu v půdním vzduchu to může způsobit radonové riziko v domě.** Komínový efekt působí přes celé topné období

a jeho účinnost je dána velikostí rozdílu vnitřní a venkovní teploty.

Podtlak v domě vyvolává i vítr přes celý rok, ale proměnlivě a plošně nerovnoměrně. Na kontaktní ploše (vodorovné i svislé) domu s podložím dochází i k difúznímu průniku radonu, což je dáno vysokým koncentračním spádem mezi podložím a domem. Střední životnost atomu radonu je však jen pět a půl dne a difúzní šíření, byť porézním materiálem, je pomalé.

### Bariéra mezi domem a podložím

**Mezi nejčastější a nejzávažnější netěsnosti domu vůči podloží patří:**

- dřevěné podlahy u nepodsklepených domů;
- neutěsněné prostupy kolem kanalizačních, vodovodních, topných a jiných potrubí;
- drenážní otvory v podlaze sklepa pro odvod spodní vody nebo suché guly a syfony;
- mezery mezi zdí a podlahou sklepa či nepodsklepené místnosti vzniklé odtržením;
- kamenné základy se zvětralým pojivem;
- praskliny v základech;
- plynopropustné podlahy v suchém sklípku (dusaná hlína ap.);
- nevhodný kanalizační systém;
- netěsné dveře do sklepa, neprovětraný sklep a nesčetné množství dalších nedokonalostí plynoizolace vůči podloží.

**Domy s vysokým radonovým rizikem můžeme tedy očekávat:**

- na území s vysokým radonovým indexem geologického podloží jako jsou středočeský, liberecký, třebíčský, karlovarský žulový masiv a řada dalších méně rozlehlých podobných území (viz obr.1), ta jsou vyznačena na Mapách radonového indexu geologického podloží v měřítku 1:50000, které jsou k dispozici na internetu na webové stránce České geologické služby, např. [www.geology.cz](http://www.geology.cz). Mapy však mohou posloužit jen k organizačním opatřením (upřednostnění průzkumu apod.), nikoliv ke stanovení rizika konkrétního domu. Dalším geologickým rizikovým faktorem jsou tektonické poruchy, které procházejí sídelní jednotkou
- zejména v topném období, při největším rozdílu teplot uvnitř a venku, zejména v noci, kdy se vytváří největší podtlak při nejmenší výměně vzduchu
- u domů starších, v nichž jsou stářím porušeny základy (sedáním), nebo bariéry pozbyly svou izolační schopnost
- u domů prostších, u nichž protiradonové bariéry chyběly již v projektu
- u domů rodinných a venkovských
- v bytech v nejnižších podlažích (ve sklepech, v suterénu, v přízemí).

A naopak menší či žádnou obavu je možno mít na území s nízkým radonovým indexem geologického podloží, u domů městských, bytových, sídlištních, moderních, nákladních. Jistotu je však možno získat až po změření.

Koncentrace radonu v domě či bytě je velmi proměnlivá během dne i během roku, což je dáno především průběhem venkovních teplot a tím vyvolaným režimem větrání a topení a režimem užívání domu (spánek, příprava k odchodu do zaměstnání či do školy, domácí činnosti apod.).

**V ustáleném stavu je koncentrace radonu ve vzduchu místnosti dána jednoduchým vztahem**

$$\text{koncentrace radonu} = \frac{\text{rychlost přísunu radonu do místnosti}}{\text{rychlost výměny vzduchu (infiltrace)}}$$

Obě veličiny ve zlomku jsou ovlivnitelné a do značné míry nezávislé. Jakmile se najde hlavní zdroj a místo přísunu radonu do místnosti a do domu, je jen otázkou technického důvtipu, snadnosti a nákladnosti přísunu zamezit a riziko odstranit nebo alespoň výrazně snížit. Dostatečné větrání radonové riziko odstraní bezpečně, ale v průvanu se nedá bydlet a v zimě je větrání limitováno náklady na otop. **Nikdy by však větrání nemělo klesnout pod hygienické doporučení – výměna třetiny objemu místnosti za hodinu.**

### 7.3.5 RADON ZE STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

Běžný stavební materiál (cihly, beton, pórobeton) je vyroben z přírodních surovin (jíl, písek, cement apod.), obsahuje tedy uran stejně jako podloží a je tak neodstranitelným zdrojem radonu v domě. Menší množství stavebního materiálu, jeho menší propustnost i nižší schopnost uvolnění radonu oproti podloží však vede k tomu, že způsobené riziko je přijatelné. Problémy vznikají jen v případě, že byly použity zcela nevhodné suroviny.

**V ČR se vyskytly tři specifické případy:**

- V Jáchymově byl v letech 1850 – 1910 použit odpadní písek z továrny na uranové barvy. Na odpadním písku je naadsorbováno radium, někdy v neuvěřitelných koncentracích. Pokud byl písek použit jen do omítek, je sanace sejmutím omítky snadná, ale při použití do malt ke zdění je sanace často možná jen vybouráním. “Rekordní” případy radiační expozice byly hygienickou službou zjištěny již na přelomu 70. a 80. let. V občasných dobách probíhá ozdravení staré zástavby.
- V letech 1956 – 85 byla k výrobě škvárobetonových tvárnic, bloků a později i panelů použita škvára z elektrárny u Rynholce, která spalovala místně těžené uhlí. Použití škvárobetonu k výstavbě bytoven bylo v roce 1960 hygienickou službou zakázáno, zákaz však byl pro nedůslednost dozoru nedodržen. Radiační riziko v domech postavených z tohoto materiálu nepřekračuje dvojnásobek zásahové úrovně, což je navíc často dáno i nízkou výměnou vzduchu v důsledku nesplnění normy pro tepelnou izolaci u tohoto škvárobetonu a postupného zdražení topných medií. V důsledku neadekvátní paniky a radiofobie došlo i k několika případům psychického selhání s nutností odborné léčby.
- V letech 1956 – 82 byl k výrobě pórobetonových tvárnic v Poříčí u Trutnova použit elektrárenský popílek z místní elektrárny EPO, která spalovala nekvalitní černé uhlí těžené ve svatoňovicko-žacléřském revíru. Tepelná izolace pórobetonu natolik dobrá, že nenutí majitele k redukci ventilace, takže k překročení zásahové úrovně dochází jen výjimečně. Stavební materiál je od r. 1983 u nás monitorován a nebyl nalezen žádný další druh surovin (ať přírodních nebo sekundárních) či výrobků s vysokým obsahem radia. Nyní podléhá dozoru dle atomového zákona.

### Radon z vody

Rizikovost radonu ve vodě spočívá jak v požití takové vody, tak v inhalaci radonu (a ve vzduchu vzniklých dceřiných produktů) uvolněného (deemanovaného) při spotřebě vody v domě (při sprchování, praní, koupání, mytí nádobí apod.), a nejrizikovějším místem v domě bývá sprchovací kout. Průzkum radonu v hromadně dodávané vodě byl hygienickou službou v 80. letech zahájen a podléhá nyní dozoru dle atomového zákona. U řady **veřejných vodovodů byla instalována deemanáčnická zařízení** a to z prostředků Radonového programu ČR. V současné době je zahájen program řešení individuálních zdrojů vody s vysokou koncentrací radonu.

Radon se do vody dostává podobně jako do půdního vzduchu a to v koncentracích i přes milion Bq/m<sup>3</sup>, přitom radon bývá doprovázen dalšími přírodními radionuklidy (uran, radium apod.), ale nad zásahovou úroveň méně často než u radonu. Obrana je snadná – deemanáční zařízení a důkladné větrání koupelen.

### Protiradonová opatření

Obrana proti radonu v domě vychází ze znalosti zdrojů radonu (podloží, stavební materiál, voda) a z pochopení základních příčin (aktivní nasávání, nedokonalá bariéra), které k nepříjemné koncentraci radonu mohou vést.

**Preventivní opatření** je zpravidla levnější než dodatečná sanace, takže **stavaři budou v budoucnu dbát na „radonovou pohodu“** stejně jako o čistý vzduch, teplo, světlo, sucho a další pohody potřebné ke kvalitnímu bydlení. Stavební materiály jsou z hlediska radioaktivity monitorovány a voda před přivedením do domu je ve vodárně upravena a zbavena radonu. Obtížněji se dá zajistit trvale (stovky let) dokonalá (pasivní či aktivní) plynotěsnost domu vůči podloží.

U stavebních materiálů se zvýšeným obsahem radia je nutno posoudit napřed možnost odstranění (sejmutí omítek) a pak problém řešit spíš nucenou ventilací, protože nátěry se neosvědčily (malé snížení přísunu radonu, malá trvanlivost, srážení vlhkosti). **Vodu je nutno odradonovat před zavedením do domu nebo nuceně odvětrat alespoň koupelnu.**

Proti radonu z podloží se nejlépe osvědčuje drenážní systémem pod celým domem, přirozeně nebo nuceně odvětráný. Pouhé utěšňování průchodů, štěrbin a prasklin nemusí vést k trvalému úspěchu. Idylická dřevěná podlaha v nepodsklepené chalupě má však odzvoněno. Často řeší situaci zlepšený větrací režim, odizolování sklepa, přepážky na schodišti ap. Dá se očekávat, že projektant školený na protiradonová ozdravná opatření a s dostatečnou praxí bude vždy úspěšný.

## 7.3.6 RADONOVÝ PROGRAM ČR

Vláda ČR vyhlásila Radonový program v r.1990. Od roku 1999 převzal gesci nad Radonovým programem ČR Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB), taky za pomoci Regionálních center SÚJB, která vznikla z odborů hygieny záření KHS. Geologickou odbornost programu garantuje Česká geologická služba a Katedra geofyziky Přírodovědecké fakulty UK. Stavařskou odbornost garantuje Stavební fakulta ČVUT. Měříčských prací se komerčně, ale pod dozorem SÚJB, ujala stovka firem a stovky autorizovaných projektantů byly vyškoleny v oboru protiradonových ozdravných opatření a podléhají tedy České komoře autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě.

Vyhl. č. 76/91 byla nahrazena ustanoveními atomového zákona č. 18/1997 Sb. ve znění nových úprav a ustanoveními prováděcích vyhlášek, zejména vyhlášky č. 307/2002 Sb., která požaduje (ve smyslu směrných, nikoliv limitních hodnot), aby v nových obytných domech (míněno od platnosti vyhlášky MZ) koncentrace radonu v ročním průměru nepřekročila 200 Bq/m<sup>3</sup>, a k tomu doporučuje, aby index hmotnostní aktivity v použitém stavebním materiálu byl pod hodnotou 0,5, koncentrace radonu v dodané vodě byla pod 50 Bq/l, a pokud radonový index pozemku není nízký, aby do základů bylo zaprojektováno preventivní protiradonové opatření. To musí stavebník doložit v žádosti o stavební povolení.

Ve starých obytných domech (tj. zkolaudovaných před platností vyhlášek) by neměla průměrná roční koncentrace radonu překročit 400 Bq/m<sup>3</sup>, tzv. zásahovou úroveň, a obdobně je stanoveno 1 μSv/h pro zevní ozáření. **Nad zása-**

**hovou úrovní by majitel obytného objektu měl přikročit k ozdravným opatřením a k tomu má možnost zažádat o dotaci ze státního rozpočtu v rámci Radonového programu ČR.**

Vyhledávání domů s radonovým rizikem nad zásahovou úrovní organizuje SÚJB v součinnosti s krajskými úřady. Bylo zahájeno v r. 1991 (v Královéhradeckém kraji experimentálně už v r. 1988) **distribucí stopových detektorů**, což je speciální plastická fólie upevněná v rámečku, v níž dopadající záření vytváří latentní stopy, které je pak možno leptáním zviditelnit a pod mikroskopem spočítat. Distribuují se přednostně do území s vysokým radonovým indexem geologického podloží podle Radonových map. V domech s koncentrací radonu nad 1000 Bq/m<sup>3</sup> se pak pomocí radonové diagnostiky mohou zjistit místa přísunu radonu, aby projekt ozdravných opatření byl cílený a nákladově přiměřený. Soupis ověřených měřících firem je k dispozici na stránce [www.sujb.cz/registry](http://www.sujb.cz/registry).

### Literatura

- ⇒ Usnesení vlády ČR č. 970 ze 7. října 2002 o Radonovém programu ČR
- ⇒ Vyhláška č. 107/2003 Sb., o podílu krajských úřadů na rozdělení dotací na zjištění rizika vyplývajícího z přítomnosti radonu a jeho dceřiných produktů ve vnitřním ovzduší staveb a ve vodách pro veřejné zásobování a na přijetí opatření s tím spojených
- ⇒ Martin Jiránek, Opatření proti radonu ve stávajících budovách, SÚJB 2000; též na [www.suro.cz](http://www.suro.cz)
- ⇒ Martin Jiránek, Izolace proti radonu, návrh a pokládka izolací v nových stavbách, SÚJB 2000; též na [www.suro.cz](http://www.suro.cz)
- ⇒ Martin Jiránek, Izolace proti radonu, návrh a pokládka izolací ve stávajících stavbách, MMR 2002 též na [www.mmr.cz](http://www.mmr.cz)
- ⇒ ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží
- ⇒ Ladislav Tomášek et al., Study of lung cancer and residential Radon in the Czech Republic, Centr. Eur. J. Publ. Health, 9, 3, 150-153, 2001

## 7.4 KOUŘENÍ

Kouření patří mezi nejrozšířenější a nejzávažnější návyky lidské populace, které jednoznačně poškozují zdraví člověka na individuální i populační úrovni.

Škodlivé **účinky aktivního i pasivního** kouření jsou přitom stále ve veřejnosti podceňovány. Vystavení tabákovému kouři je vnímáno jen jako obtěžování nekuřáků a ne jako nepříznivý vliv na zdraví.

Všechny formy spotřeby tabáku, tj. kouření cigaret, doutníků, dýmky, žvýkání tabáku nebo šňupání i pasivní vystavení produktům hoření tabáku představují závažné zdravotní riziko a přispívají ke vzniku řady významných onemocnění (nemoci srdce a cév a nádorová onemocnění) a k předčasnému úmrtí na ně. Za nejzávažnější je však nutno pokládat kouření cigaret a to pro vznik dalších chemických škodlivin v důsledku pyrolýzy cigaretového papíru a pro masové rozšíření tohoto zlovyku.

Zdravotní rizika kouření souvisejí s inhalační expozicí chemickým látkám obsaženým v cigaretovém kouři.

Cigaretový kouř je komplexní směs cca 4000 chemických anorganických i organických látek, z nichž většina vzniká v průběhu hoření nebo se vytváří v důsledku interakcí. Asi 50 látek identifikovaných v cigaretovém kouři patří mezi látky s karcinogenním účinkem.

Více než 90% tabákového kouře představuje plynná fáze, zbytek pak je hmotná část.



**Plynná fáze** obsahuje kromě oxidů uhlíku řadu zdravotně nebezpečných látek. Z nich lze uvést kyanovodík, který ochromuje činnost řasinek epitelu a inhibuje enzymy tkáňového dýchání. Formaldehyd se vyznačuje iritačními, alergizujícími, mutagenními a karcinogenními účinky. Mezi další potenciální karcinogeny lze zařadit nitrosaminy specifické pro tabákový kouř, které vznikají pyrolýzou dusičnanů i nikotinu přítomných v tabáku. Z dalších zdravotně významných látek je v cigaretovém kouři obsažen akrolein (dráždivé účinky), těkavé uhlovodíky jako 1,3-butadien, vinylchlorid, hydrazin apod..

**Hmotná fáze** obsahuje vysoce koncentrovaný aerosol obsahující především polycyklické aromatické uhlovodíky, z nichž některé se účastní karcinogenního procesu v jeho iniciační i promoční fázi.

**Podle IARC je cigaretový kouř jako takový řazen do skupiny 1 mezi prokázané karcinogeny pro člověka.** S působením cigaretového kouře jsou svázány především nádory plic, dutiny ústní, jícnu a močového měchýře.

Z dalších látek obsažených v cigaretovém kouři je kromě nikotinu, který je hlavní příčinou vzniku závislosti, možno zmínit aromatické aminy, heterocyklické aminy, dioxiny, z anorganických látek pak radioaktivní polonium, kadmium, olovo, nikl.

### Co je primární a sekundární proud cigaretového kouře

**Primárním proudem** cigaretového kouře je ta část kouře, kterou po inhalaci vydechuje kuřák. Obsahuje vždy o něco méně škodlivin než sekundární proud kouře. To proto, že kuřákovy plice poslouží jako částečný filtr a při potažení vzniká vyšší teplota hoření tabáku, cigaretového papíru i ostatních příměsí. Aktuální teplota oharku dosahuje 900°C až 1100°C. **Sekundární proud** cigaretového kouře vzniká z volně hořící cigarety a tvoří asi 85 % veškerého kouře.

### Co je vedlejší proud cigaretového kouře, jeho chemické složení

**Vedlejší proud cigaretového kouře** vzniká při samovolném doutnání oharku cigarety, kterou kuřák drží bez potahování v ruce nebo odloží na popelník, teplota oharku postupně klesá na 300°C až 80°C, kdy dochází k doutnání organických látek a chemickým reakcím za nízkých teplot hoření. Vedlejší proud kouře obsahuje vyšší množství škodlivin než kouř primární – uvádí se například 78x více amoniaku, 52x více dimetylnitrosaminu, 1,7x více dehtů, 2,7x více nikotinu, 57x více tabákově specifických nitrosaminů, 8,1x více CO<sub>2</sub>, 2,5x více CO, 3,1x více metanu, 10x více pyridinu, 28x více 3-vinylpyridinu, 27x více nitrosopyrolidinu, 2,6x více fenolů, 28x více metyl-naftalenu, 3,4x více benzo(a)pyrenu, 16x více naftalenu, 39x více 2-naftylaminu, 30x více anilinu, 5,6x více toluenu a řady dalších látek.

### Ukazatele tabákového kouře

Tabákový kouř je prakticky všudypřítomný v prostředí ve kterém člověk žije. Je známo mnoho molekulárních i biochemických markerů, ukazatelů, svědčících pro přítomnost cigaretového kouře. Pro odhad expozice člověka, ale neexistuje ukazatel, který by hodnotil celou integrovanou dávku, která působí na organismus. Biologické ukazatele umožňují hodnotit současnou nebo velmi nedávnou expozici (přítomnost tabákového kouře za posledních 48, maximálně 72 hodin), ale většinou se těmito údaji ověřuje pouze validita dat získaných anamnézou.

Řada hodnocených ukazatelů atmosférické kontaminace tabákovým kouřem vzniká nejen při hoření tabáku, ale i při jiné lidské činnosti (vaření, topení, motorismus), například

oxid uhelnatý, aromatické uhlovodíky, benzo(a)pyren, fenoly, akrolein, respirabilní částice. Některé z nich mohou být i přírodního původu.

Jediným ukazatelem, který je v hmotné části hlavního proudu a v plynné části vedlejšího proudu tabákového kouře, je **nikotin**, který lze v prostředí hodnotit. Hladina nikotinu, resp. jeho hlavního metabolitu kotininu, v krvi, moči či slinách člověka je proto vhodným a často používaným biomarkerem pro potvrzení kuřáctví. Poločas kotininu je v průměru 20 hodin (10 – 37 hod.) a jeho koncentrace v krvi je po tuto dobu relativně stabilní. Mezi příjmem nikotinu a plasmatickou koncentrací kotininu je lineární vztah. Při ověření pasivního kouření je situace složitější. Vrcholu hladiny kotininu je ve slinách dosahováno velmi brzy, ale koncentrace rychle klesá. V krvi je jeho koncentrace velmi nízká než aby mohla být ukazatelem pasivního kuřáctví, poločas je několik hodin v závislosti na množství a délce expozice tabákovému kouři. Proto je u hodnocení pasivního kuřáctví výhodnější použít neinvazivní techniky stanovení hladin kotininu ve slinách a moči.

Z dalších látek, které jsou součástí tabákového kouře, jde především o **oxid uhelnatý**, který měříme ve vydechaném vzduchu. Při vyhodnocení výsledků je nutno zvažovat další možné zdroje expozice – vytápění v bytě (plynová kamna, sporák), zaměstnání nebo dlouhodobý pobyt na rušných komunikacích (výbušné motory). Endogenní vznik oxidu uhelnatého přispívá ke vzniku karboxyhemoglobinu (COHb) jen velice málo (1%) a proto z hladiny COHb v krvi lze usuzovat na množství CO, kterému byl organismus vystaven. Za normálních okolností nepřesahuje koncentrace oxidu uhelnatého ve vydechaném vzduchu nekuřáka hodnoty 5 ppm, to odpovídá 1% až 1,5% COHb.

Vedle oxidu uhelnatého lze hodnotit i **thiokyanát**, který vzniká v játrech jako metabolit kyanovodíku. Jedná se o nespecifický biomarker, jehož zdrojem kromě tabákového kouře může být i potrava (listová zelenina, ořechy i pivo). Thiokyanát je vylučován ledvinami a jeho poločas je 7-14 dnů. Prokazatelný je ve slinách kde dosahuje desetinásobné koncentrace proti koncentracím v krevním séru. Koncentrace thiokyanátu je v organismu poměrně stabilní, dvakrát až čtyřikrát vyšší u kuřáků než u nekuřáků a prokazatelná po zanechání aktivního i pasivního kouření ještě za 3 až 6 týdnů.

*Z experimentálních studií vyplývá, že pasivní (nedobrovolný) kuřák absorbuje přibližně 0,5% nikotinového příjmu kuřáka. To znamená, že za předpokladu, že průměrný kuřák absorbuje při aktivním kouření 40 mg nikotinu, tj. 20 až 30 cigaret denně, je nekuřáková expozice 0,2 mg.*

### Prevalence a trendy

Kouření je závažným zdravotním problémem ve většině evropských zemí. Prevalence kuřáctví sice poklesla mezi muži severovýchodních a západoevropských států, ale na druhé straně zde stoupají počty kouřících mezi mládeží a ženami. V zemích střední a východní Evropy kuřáctví stále stoupá. Vyšší prevalence kuřáctví je v mladších věkových skupinách u obou pohlaví. Z globálního hlediska představuje závažné riziko stále se rozšiřující návyk kuřáctví v rozvojových zemích Asie a Afriky.

Návyk kouření nevzniká rychle. Mladí lidé procházejí stadiem přípravy, prvních pokusů a příležitostného kouření, než se stanou pravidelnými kuřáky. Postupný nárůst kuřáctví jak příležitostného (méně než 1x týdně), tak pravidelného je možné pozorovat již od věku 10 let.

K významnějšímu posunu v pohledu na pasivní kuřáctví dochází až v posledním desetiletí, kdy jsou postupně získávány nové poznatky o chemickém složení tabákového kou-

ře a jeho škodlivých účincích na zdraví. Údaje o negativním působení pasivního kouření jsou získávány ze stále rostoucího počtu cílených zdravotnických šetření a ze zájmu populace i řady nemocných, kteří své ošetřující lékaře upozorňují, že jsou kuřáky ať již aktivními nebo pasivními.

#### **Kdo je nejvíce ohrožen pasivním kuřáctvím**

Bezohledností kuřáků jsou nejvíce ohroženy jejich vlastní děti, osoby sdílející s nimi jedno bydliště nebo pracoviště. Mohou však být postiženi i jejich domácí miláčci (pes, kočka).

#### **Vnitřní prostředí a kuřák jako zátěž**

Kuřák se stává negativní součástí sociálního prostředí rodiny nebo společenství ve kterém žije a pracuje. Svým naučeným chováním zhoršuje ekonomické ukazatele rodiny, chemicky znečišťuje a esteticky mění vnitřní prostředí bytu, pracoviště, automobilu i jiných prostor. Při sociologických studiích v mnoha státech světa, bylo zjištěno, že v průměru 70 % denního času člověk stráví ve vnitřních prostorech. Expozice zvýšeným koncentracím aerosolu z cigaretového kouře v bytech, na pracovištích či ve veřejných prostorech znamená proto jednoznačné zdravotní riziko.

### **7.4.1 ZDRAVOTNÍ NÁSLEDKY KOUŘENÍ**

- Zhruba polovina úmrtí na kardiovaskulární onemocnění, zejména koronárních příhod, je zapříčiněna kouřením. Odhadované riziko se pravidelným kouřením zvyšuje dvakrát a ještě vyšší je u mladých lidí.
- Kouření je příčinou asi 30% všech úmrtí na karcinom a karcinom plic se na této prognóze podílí 20%. V populacích, v nichž je kouření rozšířeno po dvě a více generací, je kouření příčinou karcinomu plic v téměř 90%. Kromě toho je kouření v příčinném vztahu k dalším nádorům.
- Převážná většina úmrtí na chronické obstrukční nemoci plic je přisuzována kouření. Riziko je u kuřáků 5 – 8x vyšší než u nekuřáků.
- Kouření v těhotenství přináší riziko potratu, nižší porodní váhy novorozence, předčasného úmrtí plodu, retardovaného tělesného i mentálního vývoje dítěte. Kromě toho je spojováno se sníženou fertilitou a vzestupem abnormalit spermií.
- Kouření ovlivňuje průměrnou délku života. Kuřák ve věku 35 let může očekávat zkrácení života o 7 let oproti nekuřákovi a žena kuřačka o 5 let.
- Kuřáctví zvyšuje významně i nebezpečí plynoucích z dalších rizikových faktorů kardiovaskulárních onemocnění, jako jsou hypertenze, obezita, hypercholesterolemie, nízká pohybová aktivita.
- Pasivní kouření uvádí Americká agentura životního prostředí (EPA) do příčinného vztahu s:
  - o rakovinou plic dospělých;
  - o zvýšenou incidencí infekcí dolních dýchacích cest;
  - o zvýšenou prevalencí exudačních procesů středního ucha, iritací horních dýchacích cest a redukcí plicní tkáně, zvýšeným výskytem astma u dětí.

#### **Riziko aktivního i pasivního kouření pro zdraví**

Negativní zdravotní důsledky aktivního i pasivního kouření nejsou tak bezprostřední jako u jiných nebezpečných látek. Existuje asi 30 – 40letá latence mezi nástupem kouření a smrtí, na které se kouření podílí. Kouření bylo označeno jako nejsnáze ovlivnitelná příčina předčasného úmrtí, invalidity, nemocnosti a stárnutí. Mezi nejzávažnější zdravotní rizika patří nádorová a kardiovaskulární onemocnění, respirační onemocnění a poruchy imunity. Neexistuje žádná bezpečná hranice spotřeby tabáku a tabákových výrobků.

### **Nemoci podmíněné kouřením**

#### **Ischemická choroba srdeční**

Čtvrtina onemocnění ICHS je vyvolána kouřením (WHO). Kouření cigaret značně zvyšuje riziko přítomné již pouze zvýšenou hladinou cholesterolu, systémovou hypertenzí a diabetem. Toto platí i pro periferní vaskulární onemocnění, aneurysma aorty, pro mozkovou příhodu a subarachnoidální krvácení. Náhla smrt se vyskytuje u kuřáků asi 10x častěji než u nekuřáků. Zdraví kuřáci, kteří zanechají kouření, snižují riziko vzniku infarktu myokardu i náhlé smrti. Toto snížení rizika se zvětšuje s dobou po zanechání kouření.

#### **Onemocnění periferních cév**

Na vzniku ICHDK (ischemická choroba dolních končetin) se kouření podílí 95% (WHO). Riziko vzniku ICHDK se zvyšuje u kuřáků s jiným onemocněním například s diabetem, s metabolickými nebo hormonálními onemocněními, s hypertenzí a řadou dalších faktorů například s užíváním některých léků.

#### **Karcinom plic**

Riziko onemocnění rakovinou plic je u osob, které kouří zhruba 20 let 20 cigaret denně, (tj. s celkovým konzumem cigaret více než 150 000 cigaret), po dosažení věku 45 let asi 18x vyšší, než u nekuřáků. Po 10 letech zanechání kouření klesá riziko onemocnění rakovinou plic na úroveň rizika trvalých nekuřáků.

#### **Jiné druhy maligních onemocnění**

Epidemiologické studie prokázaly souvislost kouření tabáku se vznikem rakoviny hrtanu, dutiny ústní, jícnu (zde hlavně v souvislosti s konzumací alkoholu), močového měchýře, slinivky břišní, ledvin a děložního čípku.

#### **Chronická respirační onemocnění**

Výskyt onemocnění chronickou obstrukční nemocí plicní je v 75% podmíněn kouřením.

#### **Vředová choroba žaludku a duodena**

Kuřáci cigaret trpí 1,7x častěji vředovým onemocněním žaludku a duodena, než nekuřáci. Po zanechání kouření dochází k rychlému hojení vředového onemocnění.

#### **Perinatální morbidita a mortalita**

Novorozenci matek kuřaček mají obvykle o 200 g nižší porodní hmotnost ve srovnání s novorozenci matek nekuřaček. U kuřaček se zvyšuje podíl spontánních potratů, časných i pozdějších úmrtí plodu, jakož i vyšší podíl úmrtí novorozenců. Mentální vývoj dítěte matky kuřačky, kouřící během těhotenství, je opožděn a vyrovnává se teprve v 10. roce věku.

### **7.4.2 PATOFYZIOLOGIE**

#### **Kardiovaskulární onemocnění**

Při kouření je do organismu vpravován **nikotin** a **oxid uhelnatý**. Obě látky podmiňují a podporují vznik ICHS a ICHDK. **Oxid uhelnatý** vazbou na hemoglobin snižuje okysličování krve a vyvolává tím ischemii cévní stěny a tkání. Je pravděpodobné, že hraje určitou úlohu při tvorbě sklerotických plátů ve stěnách tepen. **Nikotin** zvyšuje potřebu kyslíku pro srdeční činnost, zvyšuje agregaci krevních destiček a napomáhá vzniku arytmií.

#### **Nádorová onemocnění**

Tvorba maligního onemocnění je komplexní multifaktoriální a vícestupňový proces, na němž se podílejí chemické látky s různým mechanismem účinku.

- V **iniciační fázi** jsou zapojeny látky s genotoxickým působením. V důsledku změn v přenosu genetické informace postupně dojde k přeměně normální buňky na buňku maligní.
- V **průběhu promoční fáze** se uplatňuje řada látek působících jako negenotoxické karcinogeny, jejichž rozličné mechanismy působení (např. podpora proliferace, omezení mezibuněčné komunikace, ovlivnění apoptózy apod.) rozvíjejí dále karcinogenní proces k nekontrolovanému dělení buněk a metastatickému procesu. Celý karcinogenní proces je dále ovlivňován látkami vnikajícími v důsledku oxidačního stresu.

Všechny výše uvedené chemické látky jsou obsaženy v cigaretovém kouři. Cigaretový kouř je tedy jednoznačně prokázaným komplexním karcinogenem.

**Riziko vzniku maligního bujení v důsledku kouření** je závislé na množství denně vykouřených cigaret, na počtu kuřáckých let, na hloubce inhalace a na věku, kdy kuřák začal kouřit – čím dříve, tím je riziko onemocnění větší.

### Respirační onemocnění

Tvorba emfyzému plic je podmíněna následujícími mechanismy působení cigaretového kouře:

- **snížením hladiny antiproteáz**, čímž se zvyšuje hladina elastázy a následně dochází k převaze proteolytické aktivity v plicích a poškození elastické plicní tkáně,
- **snížením imunitní odpovědi** především u alveolárních makrofágů,
- **snížením mukociliárního transportu**,
- **hypersekrecí mukózních bronchiálních žlázek** s následnou hypertrofií, stagnací hlenu a tvorbou zánětlivých změn bronchiální sliznice.

Důsledkem těchto procesů je vznik chronické bronchitidy, hypertrofie bronchiálního svalstva a vznik obstrukční bronchopulmonální nemoci.

### 7.4.3 PASIVNÍ KUŘÁCTVÍ

Pasivní kouření ohrožuje zdraví všech skupin populace od nenarozených až po staré občany, ohrožuje zdraví lidí, zvířat i rostlin. Tabákový kouř znehodnocuje životní prostředí, zvyšuje riziko vývoje zhoubných onemocnění například u rakoviny plic o 30 %. Dále se v literatuře uvádí riziko vzniku nádorů mozku, orofaciální oblasti, močového měchýře, prsu a jiných gynekologických nádorů, zvýšené riziko malignit endokrinní soustavy, 4 – 6x vyšší riziko vzniku leukémie atd. **Zvýšení rizika vzniku nádorových onemocnění u nedobrovolných kuřáků je vyjadřováno faktorem 2,66 s jednoznačnou dávkovou závislostí.**

U osob exponovaných pasivnímu kouření je nezbytné při vzniku nemoci, při zhoršení zdravotního stavu posuzovat i ostatní faktory, které se významnou měrou mohou podílet na jejich vzniku. Například kvalita bydlení (velikost bytu, větrání, vytápění), kvalita pracovního interiéru, doba expozice, životní styl a způsob výživy.

Pasivní kuřáci mají změny imunitní odpovědi, která je indukována přímými mechanismy, kde převládají změny na cílovém orgánu, tj. respiračním ústrojí. Změny imunity jsou pozorovány i v **celkové alteraci imunitního systému**. Z porušeného sekrečního imunitního systému lze potom odvodit zvýšenou frekvenci **onemocnění horních i dolních cest dýchacích, vysokou frekvenci otitid, konjunktivitid** atd. Důsledkem pasivního kuřáctví jsou i **poruchy cholesterolového metabolismu (LDL, HDL) a změny celého lipidového profilu organismu**.

Podle literárních údajů je postižena celá škála buněčných,

humorálních, specifických i nespecifických imunitních mechanismů. V hodnotách imunoglobulinů jsou největší změny především u IgG a IgA, kde dochází k redukcí hodnot v průměru o 15 – 20% u pasivních kuřáků v porovnání s aktivním kuřákem. Hodnoty IgE jsou u části aktivních i pasivních kuřáků zvýšeny o 50%, jde pravděpodobně o geneticky determinovanou část populace a toto zvýšení je výrazně akcelerováno expozicí dalším škodlivinám, předchozím životním stylem, pracovním prostředím (práce s těžkými kovy – Hg, Cd, s organickými látkami, alergeny). Je postižena i nejvýznamnější protekční složka – SIgA, jejíž redukce činí minimálně 20%. Málo údajů je o změnách struktury i počtu T-lymfocytů i jejich subpopulací. Pravděpodobně je i negativní ovlivnění přirozených zabíječů, tzv. NK buněk. Vedle poškození imunitní homeostázy respiračního ústrojí jde o poškození imunitní homeostázy i jiných orgánů například kůže (kožní senzibilizace), nebo indukci celkové protilátkové odpovědi na jednotlivé složky tabákového kouře.

Všechny výše uvedené změny jsou způsobeny přímým ovlivněním regulačních mechanismů. Změny počtu makrofágů, komplementového systému, redukce lysozymu sérového i sekrečního (málo makrofágů), jsou indukovány hlavně sekundárně především chybou nutriční kyselinou askorbovou, (jednak nedostatečným přívodem potravou, jednak vysokou spotřebou při antioxidantních pochodech). Fyziologická nedostatečnost fagocytárního systému vede k nefunkčnímu zvyšování počtu buněk bílé krevní řady s výraznými proporcionálními změnami v jejich rozpočtu. V důsledku všech těchto změn dochází k vyšší náchylnosti k bakteriálním i virovým onemocněním, k zvýšenému výskytu autoimunitních chorob.

Vliv pasivního kouření na vznik aterosklerotických změn v cévách přímo prokázán nebyl. Pasivní kuřáctví však může nejen snížit zátěžovou toleranci u osob s anginou pectoris, ale může vyvolat její záchvat. Snižuje toleranci na zátěž u osob s intermitentními klaudikacemi. **Pasivní i aktivní kouření je modifikovatelný rizikový faktor kardiovaskulárních onemocnění.**

Nízké hodnoty plicních funkcí nacházíme nejen u aktivních kuřáků, ale i u dětí matek kuřaček a některých pasivních kuřáků. **Nespecifická bronchiální hyperreaktivita je rizikem vzniku chronické obstrukční plicní nemoci.** Epidemiologické studie zatím neprokázaly kauzální spojitost mezi pasivním kouřením a bronchiálním astmatem, je však prokázáno zhoršování průběhu tohoto onemocnění. Tento vliv je podmíněn alterací bronchiální odpovědi. Není vyloučena možnost, že expozice tabákovému kouři zvyšuje frekvenci a závažnost ataky bronchiální konstriktce zvlášť u astmatických nemocných nebo ataky stenozující faryngitidy. Dráždění očních spojivek, nosní sliznice a horních cest dýchacích, častější záněty středouší jsou v odborné literatuře dávány do spojitosti s pasivním kouřením dětské populace. U zdravých dospělých nekuřáků pasivní expozice nevyvolává žádné vážnější změny ani chronická zánětlivá onemocnění dýchacích cest. Významnější roli může pasivní kouření hrát u pacientů se zvýšenou citlivostí ke komponentám tabákového kouře, podmíněnou expozicí v dětství a dospívání.

Pasivní kuřák je v důsledku zředování tabákového kouře ve vzdušném prostředí vystaven tak nízkým koncentracím škodlivin, že jejich škodlivé působení nelze vysvětlit obvyklými mechanismy. Předpokládá se, že relativně nízké dávky škodlivin nestačí vyvolat indukci ochranných enzymových detoxikačních mechanismů a pasivní kuřák je pak plně vystaven působení látek z tabákového kouře i ostatních škodlivin.

### Literatura

⇒ IARC. Tobacco smoking. IARC Monographs on the

Evaluation of the Carcinogen Risk of Chemicals. 1986, Vol. 38, IARC, Lyon, s. 83-126.

- ⇒ IARC. Overall Evaluations of Carcinogenicity to Humans. IARC, Lyon, 2000.
- ⇒ The European Report on Tobacco Control Policy, Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2002. Document EUR/01/5020906/8.
- ⇒ Sovinová H., Czémy L. Smoking behaviour of Czech adolescents: Results of the global youth tobacco survey in the Czech Republic. Cent. Eur. J. Publ. Health 2004; 12(1): 26-31.

#### 7.4.4 METODY ODVYKÁNÍ KOUŘENÍ A ZÁSADY POSTUPŮ

**Metody odvykání kouření jsou:**

- sebeodvykání
- výchovné programy, poradny pro odvykání, telefonické programy
- medikamentózní léčba
- hypnóza
- poradenství lékaře
- preventivní ovlivnění rizikových faktorů
- programy hromadných sdělovacích prostředků
- společenské programy
- behaviorální metodiky

**Individuální intervence.** Individuální intervence spočívá v trpělivém vysvětlování a přesvědčování nemocného, aby zanechal kouření a v pomoci lékaře při této snaze. Pasivnímu kuřákovi lze doporučit změnu prostředí a zvýšené větrání. Doporučíme posilovat vlastní nespecifickou imunitu, zvýšením přívodem antioxidantních látek, zlepšením výživových zvyklostí, zvýšením tělesné aktivity (změny celého životního stylu).

**Komunitní intervence.** Intervence komunitní je pro ošetřujícího lékaře i pro individuálního nekuřáka velmi obtížná, pokud se nejedná o vedoucího pracoviště a nebo „osvícenou hlavu rodiny“. Zákonem jsou vymezena některá nekuřácká pracoviště, například školy, nemocnice, ale často se setkáváme s překračováním zákazu kouření. Kuřák se hájí zákonem omezení lidských práv a svobod. Zařazujeme nekuřácké aktivity do **projektů Zdravé město, Zdravá škola, Zdravý podnik**. Pracujeme pomocí **sociálně-psychologické intervence**, kdy využíváme **spolupráce** autoritativních starších spolužáků nebo zkušeností odnaučených kuřáků. Vedle tohoto monofaktoriálního působení, které je častěji používané v dětských kolektivech můžeme používat i **multifaktoriální působení**, kde se snažíme podchytil rizikovou populaci a ovlivnit hned několik faktorů.

**Celospolečenská intervence.** Intervence celospolečenské jsou závislé na zdravotní osvětě a schopnosti lékařů prosadit své poznatky o škodlivosti aktivního i pasivního kouření do **vědomy široké veřejnosti**. Snažit se prosadit **změnu životního stylu a způsobu výživy**, kam také náleží odvykání kouření. Podporovat tvorbu **legislativních opatření**, která budou omezovat kouření a stanovovat **práva nekuřáků**. Zatím velmi malý účinek v omezování kouření mají upozornění o škodlivosti kouření publikovaná na tabákových výrobcích i cenová opatření.

#### Odvykání kouření

##### 1. krok – zeptat se pacienta, zda kouří

„Kouříte, či kouřil jste někdy?“

**a. „Ne.“** „To je dobře! Kouření při Vaší chorobě by bylo naprosto nevhodné.“ uvést důvody ke konkrétnímu stavu, chválit.

„Jestliže jste kouřil, jak dlouho již nekouříte? Je důležité, abyste zůstal nekuřákem i nadále!“

(Výsledek zaznamenat do chorobopisu.)

**b. „Ano.“** (Přejít ke druhému kroku).

##### 2. krok – vysvětlit nemocnému, proč má přestat kouřit

Vysvětlit vliv kouření na současný zdravotní stav, zdůraznit důsledky kouření na průběh léčby, vysvětlit, jak zanechání kouření ovlivní příznivě průběh choroby i léčení.

##### 3. krok – domluvit se na termínu, dni „D“, ke kterému pacient přestane kouřit

„Souhlasíte s tím, že přestanete kouřit?“

Jestliže pacient odpoví kladně, dohodněte se s ním, ke kterému datu přestane kouřit. Je vhodné určit datum vzdálené nejméně 14 dnů. Zaznamenejte toto datum do chorobopisu a pozvěte pacienta ke kontrolní návštěvě těsně přede dnem „D“.

Pokud pacient není odhodlán přestat kouřit, není sám schopen kouření zanechat, nabídněte mu pomoc. Opakujte své výzvy při každé kontrole, návštěvě ve vaší ordinaci.

##### 4. krok – bezprostředně přede dnem „D“, kdy má nemocný zanechat kouření

Pozval jsem Vás, abych Vám připomněl, že byste měl zítra přestat kouřit. Doufám, že jste své rozhodnutí nezměnil. Pokud byste potřeboval pomoc, můžete se na mne kdykoli obrátit.“

##### 5. krok – týden poté, co měl pacient zanechat kouření, zkontrolovat, zda se tak stalo

„Zanechal jste kouření?“

Jestliže pacient **odpověděl kladně**, povzbuďte ho! „To je výborné! Zpočátku budete mít ještě někdy touhu si zapálit, či můžete mít ještě jiné abstinenci příznaky. Ty však pomalu budou ustupovat, až zmizí úplně. Kdybyste přesto měl nějaké problémy, kontaktujte mne.“

Jestliže pacient **odpoví záporně**, zeptejte se ho, proč kouření nezanechal. Proberte s ním abstinenci příznaky. Nabídněte mu možnost náhradní léčby pomocí žvýkaček, náplastí nebo inhalátoru s nikotinem, možnost podávání bupropionu. (Způsob léčby těmito preparáty je probrán dále).

#### 7.4.5 HODNOCENÍ ZÁVISLOSTI

##### Fagerströmův dotazník tolerance FTQ

Otázky	Odpovědi	Body
1. Jak brzy po probuzení si zapálíte svoji prvou cigaretu?	do 30 minut	1
	po 30 minutách	0
2. Je pro Vás obtížné nekouřit v místech, kde je to zakázáno? (kupříkladu v kostele, kině, divadle)	ano	1
	ne	0
3. Které cigarety byste se nerad vzdal?	prvé ranní	1
	některé jiné	0
4. Kolik cigaret denně vykouříte?	15 a méně	0
	16 až 25	1
	26 a více	2
5. Kouříte častěji během prvních hodin po probuzení, nebo v jinou dobu ?	ano po probuzení	1
	ne	0
6. Kouříte, když jste nemocen a upoután na lůžko ?	ano	1
	ne	0
7. Kolik nikotinu obsahuje cigareta, kterou kouříte ?	0,9 mg a méně	0
	1,0 - 1,2 mg	1
	1,3 mg a více	2
8. Inhalujete tabákový kouř?	nikdy	0
	občas	1
	vždy	2
<b>Součet bodů</b>		

Hodnocení Fagerströmova dotazníku tolerance FTQ

Odpovězte na otázky dotazníku jednou z uvedených odpovědí a sečtěte body, kterými je každá odpověď ohodnocena. Pokud bude součet bodů 3 – 5 a více, jste závislý/a na nikotinu a měl/a byste – pokud chcete kouření zanechat – vyhledat svého lékaře.

Výsledek: .....

### Zásady postupu zanechání kouření

1. Zapisujte po dobu jednoho týdne hodinu a důvod, proč si chcete zapálit cigaretu.
2. Zhodnoťte týdenní zápis: zjistíte, že některá cigareta Vaší denní dávky je pro Vás důležitá, jiná méně, nebo naprosto nedůležitá. Ty v dalším týdnu či 14 dnech eliminujte.
3. Při spotřebě 7-8 cigaret denně setrvejte asi týden.
4. V den, který jste si stanovil se svým lékařem, zanechte kouření **naráz a úplně**.
5. Večer před tímto dnem odstraňte ze svého okolí všechny popelníky, zapalovače, cigarety: nebudete je již potřebovat, jsou zbytečné.
6. V uvedený den a v následujících dnech si ráno opakujte: „Dnes nebudu celý den kouřit!“

7. Změňte stereotyp dne: místo kávy pijte čaj, vystříhejte se dočasně společnosti kuřáků, návštěv kuřáků, na pracovišti oznamte, že nebudete kouřit a požádejte o ohleduplnost.
8. Věnujte se nějaké činnosti, sportujte, chodte na procházky, při chuti na cigaretu proventilujte plíce rychlými vdechy a výdechy, či vydržte v maximálním nádechu jak můžete nejdéle.
9. Kontrolujte svoji hmotnost: jezte více zeleniny, zbytkovou stravu, pijte větší množství neslazených nealkoholických nápojů.
- 10. PAMATUJTE: Jediná cigareta, kterou si znovu zapálíte, Vás vrhne zpět do pravidelného kuřáctví!**
11. Vysvětlete kuřákovi, že kouření je jednak závislost psycho-sociální, jednak závislost na droze – nikotinu. Léčba podáním nikotinu jinou cestou než kouřením snižuje až eliminuje výskyt abstinenčních příznaků, které vznikají po deprivaci nikotinu a nutí závislého kuřáka opět si zapálit.
- 12. Jak zvládat psycho-sociální závislost?** Doporučte vystříhat se příležitostí nabídky cigaret, při stresových situacích rychle proventilovat plíce, nebo co nejdéle vydržet v maximální inspiraci, pít hojně tekutin, nejlépe s bikarbonou, (vylučování nikotinu je v zásadité moči zpomaleno), apod.

<p><b>Nicorette: Nicotini resinas 10 mg, odpovídá Nicotinum 2 mg.</b>  <b>Nicorette Plus: Nicotini resinas 20 mg, odpovídá Nicotinum 4 mg.</b>  <b>Nicorette Mint: Nicotini resinas 10 mg, odpovídá Nicotinum 2 mg.</b>  <b>Nicorette Mint Plus: Nicotini resinas 20 mg, odpovídá Nicotinum 4 mg.</b></p>	
<b>IS:</b>	Varium. Přípravek k odvykání kouření.
<b>CH:</b>	Nicorette Mint a Nicorette Mint Plus žvýkačky jsou čtvercovitého tvaru v blistru s hliníkovou folií, obsahují příchuť máty. Žvýkačky pomáhají překonat projevy doprovázející abstinenci kouření a tím umožňují odvyknout kouření. Nicorette Mint a Nicorette Mint Plus žvýkačky neposkytují tolik uspokojení jako cigareta, protože výrazné účinky nikotinu, které kuřák pociťuje jako příjemné se u žvýkaček nedostavují. Proto se nemusíte obávat, že pro Vás vysazení žvýkačky po odvyknutí kouření bude obtížné. Podmínkou úspěšného odvyknutí kouření je především silná vůle a motivace, pro které představuje léčba žvýkačkami Nicorette Mint a Nicorette Mint Plus významnou pomoc.
<b>I:</b>	Odvykávací léčba kouření.
<b>KI:</b>	Dětem žvýkačku Nicorette nepodáváme! Pokud trpíte těmito chorobami: alergie na jakoukoliv složku přípravku, závažné nepravidelnosti v srdečním tepu (arytmie), žaludeční vřed, těžká angina pectoris, čerstvý srdeční infarkt, zánět jícnu, onemocnění čelistního kloubu, neměli byste přípravek užívat. O vhodnosti používání přípravku při cukrovce, zvýšené činnosti štítné žlázy a při nádoru dřeně nadledvin (feochromocytom) se poraďte s lékařem.
<b>NÚ:</b>	Většina nežádoucích účinků se vyskytuje zejména v prvních týdnech po zahájení léčby. Nežádoucí účinky jsou většinou způsobeny chybnou technikou žvýkání nebo účinky nikotinu závislými na výši dávky. Pocit závratí, bolest hlavy, nevolnost, lehká žaludeční nevolnost, bolesti čelistních svalů, podráždění sliznice ústní dutiny a krku. Rychlý nebo nepravidelný tep, červenání kůže, kožní vyrážky. Velmi zřídka se vyskytuje přechodná fibrilace (míhání) srdečních síní. Při případném výskytu těchto chorob nebo jiných nežádoucích účinků se o dalším užívání Nicorette poraďte s lékařem.
<b>IT:</b>	S cimetidinem: zvýšené hladiny nikotinu. S haloperidolem: zesílení účinku haloperidolu. Jsou popsány další možné interakce s kofeinem, fenacetinem, teofylinem, furosemidem, paracetamolem, benzodiazepiny - urychlení odbourávání těchto léků.
<b>ZP:</b>	Obvyklý postup je: 1. Vezměte žvýkačku Nicorette a žvýkejte pomalu a s přestávkami několik vteřin. 2. Žvýkejte znovu 10krát a pak vsuňte žvýkačku na 1 nebo 2 minuty pod jazyk nebo k tvářím. 3. Žvýkejte znovu 10krát a pak nechejte žvýkačku opět odpočinout. 4. Žvýkejte takto půl hodiny. 5. Když jste si na chuť žvýkačky zvykli, můžete dle potřeby rychlost žvýkání zrychlit.
<b>UZ:</b>	Užíváte-li jiné léky (na lékařský předpis nebo volně prodejně), poraďte se o vhodnosti současného užívání žvýkaček Nicorette s lékařem. Při předepisování jiných léků oznamte lékaři, že užíváte žvýkačky Nicorette. Bez porady s lékařem neměňte dávkování doporučené v této informaci. Některé příznaky jako podrážděnost, poruchy spánku a závratě popsané ve spojitosti s užíváním žvýkačky Nicorette by mohly být projevem abstinence z důvodu nízkého množství nikotinu. Během odvykání kouření byly pozorovány afty, kožní vyrážka, které nemají souvislost s užíváním Nicorette. Při výskytu těchto příznaků se poraďte s lékařem. Dojde-li k použití nebo požití žvýkaček dítětem, poraďte se s lékařem.
<b>U:</b>	Uchovávejte při teplotě do 25 st. C.
<b>VA:</b>	Přípravek se nesmí používat po uplynutí doby použitelnosti vyznačené na obalu. Přípravek se musí uchovávat mimo dosah dětí a zvířat.

## Zásady náhradní léčby nikotinem pomocí žvýkaček (Nicorette, Kabi Pharmacia)

**Při současném žvýkání Nicorette a kouření vzniká riziko intoxikace nikotinem!** Nikotin je jen tehdy účinný, je-li **vstřebáván ústní sliznicí**. Při rychlejší žvýkání se ho uvolní větší množství a vznikají vedlejší příznaky: slinění, škytavka, pálení jazyka, pocit plnosti žaludku apod. Rovněž se nesmí při žvýkání pít tekutina. Nikotin se vstřebává pouze v zásaditém prostředí, které je vytvářeno samotnou žvýkačkou a tekutina by prostředím rušila.

**Žvýkat se má vždy, když má pacient chuť na cigaretu**, v průměru 8 až 10 žvýkaček denně, ne však více než 15 žvýkaček za den. Jinak je nutné přejít na žvýkačky obsahující 4 mg nikotinu.

Pacient má zapisovat počet denně použitých žvýkaček, sledovat svoji hmotnost a dodržovat dietní pokyny.

Po třech měsících této léčby se počet denně spotřebovaných žvýkaček snižuje tak, aby během 6 – 8 týdnů klesla spotřeba na nulu.

Kuřáci se zubní protézou mohou mít se žvýkáním obtíže: Doporučujeme aplikovat nikotinové náplasti.

## Zásady náhradní léčby nikotinem pomocí náplastí

Při léčbě nikotinem **pomocí náplastí** Nicorette tatch® Kabi Pharmacia, Nicotinell® Ciba-Geigy) nutno rozlišit délku jejich aplikace: Nicorette patch® 16 hodin, Nicotinell® 24 hodin. Náplast s obsahem 15 mg nikotinu se nalepí na neochlupenou, suchou část kůže předloktí, volární část paže, na pectorální krajinu apod. a ponechá se po uvedené době. Večer týž den (u Nicorette patch®) či druhý den ráno (u Nicotinell®) se náplast odstraní a aplikuje se další či tentýž (u Nicotinell®) den na jiné místo. Na totéž místo lze aplikovat další náplast po uplynutí dvou až tří dnů. Od prvního dne aplikace je nutné kouření zanechat.

<b>S:</b>	Nicotinell TTS je náplast, ze které se uvolňuje nikotin, který se pak dostává přes kůži do organismu. Nikotin je jedna z nejdůležitějších látek obsažených v tabáku. Náplasti jsou vyráběny ve třech velikostech: Nicotinell TTS 30 obsahuje 52,5 mg nikotinu (nicotinum). Nicotinell TTS 20 obsahuje 35,0 mg nikotinu (nicotinum). Nicotinell TTS 10 obsahuje 17,5 mg nikotinu (nicotinum).
<b>IS:</b>	Varium, přípravek pro odvykací léčbu kouření.
<b>CH:</b>	Nicotinell TTS by vám měl pomoci skončit s kouřením. Je dočasným zdrojem nikotinu, který jste obvykle získávali při kouření. Tím, že postupně snižuje velikost Nicotinellu TTS a tím i množství dodávaného nikotinu, můžete se postupně zbavit návyku na kouření. Nicotinell TTS však neobsahuje další škodlivé látky obsažené v kouři cigaret, doutníků a dýmkového tabáku, jako je např. oxid uhelnatý a dehet, které mohou vyvolávat nebo zhoršovat závažná onemocnění.
<b>I:</b>	Nicotinell TTS se používá k léčbě závislosti na nikotinu u osob starších 18 let, jako pomoc při skončení kouření. Omezení použití: Celkové kožní onemocnění, onemocnění srdce nebo krevních cév, mrtvici v průběhu posledních tří měsíců, vysoký krevní tlak, žaludeční vředy, zvýšenou činnost štítné žlázy, cukrovku nebo onemocnění ledvin a jater a jestliže užíváte nějaké jiné léky. Kuřák zpravidla potřebuje vyšší dávky léků než nekuřák a při skončení kouření je třeba změnit dávky léků, které užíváte. Pokud kouříte příležitostně pak byste Nicotinell TTS neměli používat.
<b>NÚ</b>	Když máte přiloženou náplast, neměli byste kouřit. Nežádoucí účinky: Dočasné nepříjemné důsledky má samo skončení kouření (poruchy spánku, zvýšená podrážděnost nebo jiné projevy abstinence). Může se projevit podráždění kůže, poruchy spánku a živé sny, pocit na zvracení (nauzea) a lehká bolest hlavy.
<b>D:</b>	U silných kuřáků kouřících více než 20 cigaret denně se léčba zahajuje Nicotinellem TTS 30 a po 3-4 týdnech se přechází na používání Nicotinellu TTS 20 a po dalších 3-4 týdnech se přechází na používání Nicotinellu TTS 10 po další 3-4 týdny. U středně silných kuřáků, kouřících nejvýš 20 cigaret denně se po dobu cca 8 týdnů používá Nicotinell TTS 20 a po další 3-4 týdny Nicotinell TTS 10. Nepoužívejte najednou více než jednu náplast. Léčba trvá obvykle 3 měsíce.
<b>PŘ:</b>	Dojde-li k některému z následujících příznaků předávkování: - silné bolesti hlavy; - závratě a omdlávání; - podrážděný žaludek, zvracení, průjem; - rozostřené vidění, sluchové obtíže, zmatenost; - studený pot, slabost; - bušení srdce; pak odstraňte náplast a informujte svého lékaře. Při náhodném použití přípravku dítětem ihned vyhledejte lékaře.
<b>U:</b>	Uchovávejte za teploty 15 - 25 st. C.
<b>VA:</b>	Uchovávejte mimo dosah dětí! Nicotinell TTS nesmí být používán po uplynutí doby použitelnosti vyznačené na obalu!
<b>BA:</b>	7 náplastí

## Zásady náhradní léčby nikotinem pomocí inhalátoru

<b>Nicorette inhalátor (nicotinum)</b>	
<b>S:</b>	1 náplň obsahuje: nicotinum 10 mg.
<b>IS:</b>	Přípravek k odvykání kouření.
<b>CH:</b>	Nicorette Inhalátor je určen k odvykání kouření.
<b>I:</b>	Přípravek se užívá jako podpora odvykání kouření u dospělých kuřáků.
<b>KI:</b>	Nicorette Inhalátor nesmí používat osoby s přecitlivělostí na nikotin nebo mentol. Nicorette Inhalátor by neměli užívat lidé mladší 18ti let, příležitostní kuřáci či nekuřáci, těhotné a kojící ženy, pacienti s nestabilní anginou pectoris, s čerstvým infarktem myokardu a se závažnými poruchami srdečního rytmu. O možnosti užívání Nicorette Inhalátoru u pacientů trpících žaludečními nebo dvanáctníkovými vředy, trávicími obtížemi, cukrovkou, jaterním či ledvinovým onemocněním, zvýšenou funkcí štítné žlázy, nádory nadledvin, dlouhodobým onemocněním hrtanu a průduškovým astmatem, musí rozhodnout lékař.
<b>NÚ:</b>	Nejčastěji udávané jsou místní nežádoucí účinky, tj. podráždění v ústech a hrdle. Většina pozorovaných nežádoucích účinků vzniká v průběhu 1. týdne po zahájení léčby: kašel, bolest hlavy, dráždění hrdla, nevolnost, sucho v ústech, rýma, zánět nosohltanu, zánět sliznice dutiny ústní, zažívací potíže, úzkost, bolest na hrudi, kosterní bolesti, průjem, nadýmání, brnění, alergie, deprese, zvracení, dušnost, žízeň, dráždění dásní, škytavka. Některé z popisovaných příznaků mohou však být projevem abstinčních příznaků spojených s ukončením kouření.
<b>IT:</b>	Z důvodů možnosti předávkování se během používání přípravku Nicorette Inhalátor nesmí kouřit ani používat jiný přípravek s obsahem nikotinu. Účinky přípravku Nicorette Inhalátor a účinky některých dalších současně užívaných léků se mohou vzájemně ovlivňovat. Pokud užíváte nějaké léky na lékařský předpis nebo i volně prodejné, poraďte se o vhodnosti používání Nicorette Inhalátoru s lékařem.
<b>D:</b>	Dospělí (včetně starších 65 let). Dávkování se přizpůsobuje předchozím kuřáckým zvyklostem - síle nikotinové závislosti. Nicorette Inhalátor se užívá vždy při nutkání ke kouření, ne však více než 12 náplní denně. Pro léčbu nikotinové závislosti se doporučuje doba nepřesahující 3 měsíce. Před zahájením léčby je třeba zcela přestat kouřit. a) V prvních 8-ti týdnech užívejte od 6 do max. 12 náplní denně k omezení abstinčních příznaků a nutkání kouřit. b) V následujících dvou týdnech snižte spotřebu náplní na polovinu a v dalších dvou týdnech omezte spotřebu náplní postupně tak, aby došlo k úplnému vysazení.
<b>PŘ:</b>	Předávkování může vzniknout při užití více dávek nikotinu než je doporučeno nebo při častějším obměňování náplní. Při předávkování vyhledejte lékaře.
<b>UZ:</b>	Pacienti s chronickým onemocněním dýchacích cest mohou pokládat užívání Nicorette Inhalátoru za obtížné. V těchto případech se dává přednost užití Nicorette žvýkaček nebo náplastí. Účinek nikotinu na srdečně-cévní systém může být zvláště škodlivý pro pacienty s těžkým srdečně-cévním onemocněním. Nicorette Inhalátor představuje menší riziko pro pacienta než kouření.
<b>U:</b>	Uchovávejte při teplotě do 30 st. C.
<b>VA:</b>	Přípravek se nesmí používat po uplynutí doby použitelnosti vyznačené na obalu. Přípravek se musí uchovávat mimo dosah dětí a zvířat.
<b>BA:</b>	Startovací balení: 6 náplní+špička+plastikové pouzdro+příbalová informace; 42 náplní+špička+plastikové pouzdro+příbalová informace; Doplňující balení: 18 náplní+špička+příbalová informace; 42 náplní+špička+příbalová informace.

## Zásady náhradní léčby pomocí ZYBANU = BUPROPION

Zyban (Bupropioni hydrochloridum) - tablety s prodlouženým uvolňováním k vnitřnímu užití	
IS:	Várium.
CH:	Přípravek Zyban se užívá k léčbě závislosti na nikotinu jako pomocné léčivo při odvykání kouření. V průběhu odvykací kúry omezuje abstinenční příznaky a zmenšuje touhu po cigaretách nebo nutkání ke kouření.
I:	Přípravek mohou užívat dospělí.
KI:	Zyban se nesmí užívat při přecitlivělosti na kteroukoliv jeho složku. Přípravek Zyban se nepodává pacientům, u kterých byl náhle zastaven příjem alkoholu nebo léčiv užívaných ke zklidnění. Přípravek se nepodává pacientům již dříve léčeným pro diagnózu bulimie nebo anorexie a pacientům, kteří užívají nebo před 14 dny přestali užívat přípravky obsahující inhibitory monoaminoxidázy. Pouze ze zvlášť závažných důvodů mohou tento přípravek užívat pacienti, kteří byli dříve léčeni pro úraz hlavy, nádor mozku, epilepsii nebo křeče.
SU:	Dávku doporučenou lékařem nikdy sami neměňte. Při překročení dávky by mohly nastat křeče. Přípravek může nepříznivě ovlivnit činnost vyžadující zvýšenou pozornost a rychlé rozhodování (řízení motorových vozidel, obsluhu strojů, práce ve výškách apod.). Během léčby přípravkem Zyban byste neměli pít alkoholické nápoje. V průběhu léčby dále nesmíte přerušit užívání sedativ (léků pro zklidnění) a diabetici nesmějí přerušit svou léčbu cukrovky. Přípravek se obvykle nepodává pacientům z anamnézou depresivního onemocnění. Při současném užívání přípravku Zyban a nikotinových transdermálních náplastí (uvolňujících léčivou látku pronikající kůží) bude Vám lékařem pravidelně kontrolován krevní tlak.
NÚ:	Přípravek je obvykle dobře snášen, pouze ojediněle se mohou vyskytnout tyto nežádoucí účinky: horečka, bolest na hrudi, tachykardie, zvýšení krevního tlaku, prchavé zrudnutí, pocit sucha v ústech, poruchy soustředění, bolest hlavy, nucení na zvracení, zvracení, závratě, bolest břicha, zácpa, nechutenství nebo přechodné kožní projevy (zčervenání, svědění, kopřivka). Běžným nežádoucím účinkem je nespavost, která je často přechodná.
IT:	Účinky přípravku Zyban a účinky jiných současně užívaných léčiv se mohou navzájem ovlivňovat. Váš lékař by proto měl být informován o všech léčivech, které v současné době užíváte nebo které začnete užívat. Společně s přípravkem Zyban by se neměly užívat přípravky obsahující léčivé látky: orfenadrin, cyklofosfamid, ifosfamid, levodopa, amantadin nebo samotný bupropion.
D:	Neurčí-li lékař jinak, doporučuje se léčbu zahájit v době, kdy pacient ještě kouří, a "den D" (tj. den, kdy přestane kouřit) stanovit v prvních dvou týdnech léčby přípravkem Zyban, přednostně ve druhém týdnu. Po dobu prvních tří dnů se užívá 150 mg (jedna tableta) jednou denně, od čtvrtého dne se dávkování zvýší na 150 mg (jednu tabletu) dvakrát denně. Mezi dvěma po sobě následujícími dávkami má být časový odstup nejméně 8 hodin. Maximální jednotlivá dávka 150 mg ani celková denní dávka 300 mg se nemají překročit. Léčba přípravkem Zyban má trvat alespoň 7 týdnů. Pacientům s poruchou funkcí ledvin nebo jater lékař upraví dávkování.
ZP:	Tabletu spolkněte a zapijte dostatečným množstvím tekutiny, např. sklenicí vody. Tablety nikdy nedrťte ani nežvýkejte. Tablety lze užívat nalačno i spolu s jídlem.
U:	Přípravek uchovávejte při teplotě do 25 st. C.
VA:	Přípravek se nesmí používat po uplynutí doby použitelnosti vyznačené na obalu. Přípravek uchovávejte mimo dosah dětí.
BA:	30 x 150 mg; 60 x 150 mg; 100 x 150 mg. Vysvětlení údajů uvedených na blistru: LOT - číslo šarže; USE BY - použitelné do.

## 7.5 ČISTIČE – „PRAČKY“ VZDUCHU

### 7.5.1 ÚVOD

Zatímco úprava a celkové zlepšení kvality životního prostředí – a tím i venkovního ovzduší – jsou programem dlouhodobým, v uzavřeném interiéru lze kvalitu dýchaného ovzduší zlepšit pomocí vhodných přístrojů prakticky okamžitě.

### 7.5.2 PŘÍSTROJE NA ZLEPŠENÍ KVALITY VZDUCHU V UZAVŘENÉM INTERIÉRU

Jsou to především **čističe vzduchu**, nesprávně nazývané „pračky“ vzduchu. V těchto přístrojích se totiž vzduch nepere, ale čistí se kontinuální recirkulací přes filtr nebo soustavu filtrů různé povahy. Některé čističe vzduchu jsou konstruovány tak, že vzduch proudí nad hladinou vody v nádržce a ta nečistoty zadržuje. Může, ale nemusí sloužit zároveň k vlh-

čení vzduchu svým odpařováním. **Hlavním úkolem čističů vzduchu je zbavit ovzduší s co nejvyšší účinností pevného a kapalného aerosolu, zejména jeho respirabilní frakce, příp. dalších škodlivin.** Jejich použití je celoroční.

Ke zlepšení kvality vnitřního ovzduší slouží i **zvlhčovače vzduchu**. Jejich úkolem je zvýšení relativní vlhkosti vzduchu. Pracují na různých principech. K jejich náplni se užívá plně kvalitní pitná voda. Zvyšují obsah vodních par v ovzduší tam, kde je vzduch příliš suchý. Uplatňují se hlavně v zimě, kdy je venkovní vzduch zbavován vlhkosti vymrzáním vodních par a vnitřní vzduch vysušován vytápěním. Výrazně suchý vzduch bývá v zimě v centrálně vytápěných objektech. V našich klimatických podmínkách je v létě vlhkost vzduchu dostatečná, proto se tyto přístroje v letním období uplatní spíš výjimečně. Při volbě přístroje dáváme přednost samostatnému čističi a samostatnému zvlhčovači, kombinuje-li přístroj obě funkce, dáme přednost takovému, u něhož lze vlhčení odstavit a použít pouze čisticí funkci.

**Ionizátory** jsou přístroje, které obohacují vnitřní ovzduší o lehké ionty, zpravidla záporné, výjimečně obojí polarity.



Za biologicky příznivé je pokládáno zvýšení koncentrací lehkých iontů na hodnoty obvyklé v čisté přírodě. Úkolem ionizátorů je zvyšování čistoty vnitřního ovzduší shlukováním částic a tím urychlování jejich sedimentace.

Různí výrobci nabízejí čističe vzduchu, zvlhčovače i samostatné ionizátory. Jsou ale i přístroje různě kombinované. Vedle čističů s vlhčením, příp. čističů s ionizátorem, se vyskytují i přístroje s topným tělesem k urychlení odparu a tím k intenzivnějšímu vlhčení, příp. přístroje s UV zářičem k dezinfekci zachycených nečistot na filtr, příp. s dalším vybavením. I když hlavním úkolem těchto přístrojů je zlepšení kvality vzduchu v interiéru, některé z nich mohou mít **nepříznivé vedlejší účinky**, např. produkují nadměrné koncentrace ozónu, jsou zdrojem nadměrného hluku či ultrazvuku. Nabídka na trhu je pestrá nejen v sortimentu, ale – bohužel – i v kvalitě.

Informace prodávajících jsou často nedostatečné, neúplné, a někdy zcela chybné (např. vzduchový výkon je udáván na plochu, místo na objem místnosti). Informací o kvalitě není ani cena. Trh sám si vynutil **hygienické hodnocení**, neboť zákazníci začali požadovat ověření deklarovaných vlastností a charakteristik přístrojů.

Proto byla ve Státním zdravotním ústavu v Praze připravena metodika hygienického hodnocení přístrojů pro úpravu vnitřního ovzduší. Protože ale toto hodnocení není podle platné legislativy povinné, provádí se v rozsahu daném požadavky zákazníka jako placená expertizní služba.

### 7.5.3 HYGIENICKÉ HODNOCENÍ PŘÍSTROJŮ

**Základní hodnocení** zahrnuje měření vzduchového výkonu přístroje v  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , protiprašné účinnosti, resp. účinnosti zachycování prachových částic v závislosti na jejich velikosti v oblasti respirabilní frakce a měření hlučnosti. Pokud je přístroj vybaven elektrostatickým filtrem nebo ionizátorem, patří k základnímu hodnocení měření produkce  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_x$  a koncentrace produkovaných lehkých záporných iontů. Základní hodnocení se provádí na tom výkonovém stupni, který je určen k trvalému, nebo dlouhodobému provozu. Na žádost zákazníka lze hodnocení rozšířit a hodnotit více výkonových stupňů. U čističů vzduchu kombinovaných s vlhčením, zvlhčovačů a chladičů lze ověřit účinnost vlhčení, resp. chlazení.

**Speciální hodnocení** zahrnuje stanovení účinnosti vestavěných filtrů vůči chemickým látkám, např.  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , formaldehydu aj. Lze hodnotit účinnost filtrů vůči radonu a jeho dceřinným prvkům. Hodnotí se event. přežívání zachycených mikroorganismů na filtru, pomnožování bakterií ve vlhčícím médiu a možný únik mikroorganismů do ovzduší.

#### Desatero správného výběru čističe vzduchu

1. Vzduchový výkon přístroje (tj. počet  $\text{m}^3$  vzduchu přefiltrovaných za jednu hodinu provozu) musí minimálně 1,5x převýšit kubaturu místnosti, která má být čištěna. Optimálního efektu je dosaženo, když vzduchový výkon kubaturu místnosti převyší 2x až 3x. Tak by tomu mělo být vždy, když je v místnosti alergik, nebo jinak nemocný člověk. Je-li naopak vzduchový výkon menší než kubatura místnosti, čistící efekt se neprojeví.
2. Je nutno posoudit převažující charakter znečištění ovzduší v místě použití přístroje a vybrat čistič s odpovídajícím způsobem filtrace. Zatímco polétavý prach zachytí (s různou účinností) každý čistič, pro záchyt plynů jsou nezbytné speciální filtry.
3. Podle typu a využití místnosti je třeba zvážit i hlučnost přístroje, neboť co nevádí v rušné kanceláři, může obtěžovat při náročné duševní práci nebo v ložnici.

4. Důležitá je informace o cenách. Podstatnější než pořizovací cena samotného přístroje – to je vydání jednorázové – je cena filtrů, které je třeba měnit, někdy i vícekrát do roka. Taková je pak spolu s cenou spotřebované elektrické energie výše skutečných provozních nákladů.
5. Dokonalejší přístroje mají indikátor zanášení filtrů a svého uživatele upozorní, kdy je třeba filtry v přístroji vyměnit. Pokud čistič tento indikátor nemá, je jeho uživatel odkázán na laický odhad. Nutnost výměny filtrů signalizuje pak větší hlučnost přístroje.
6. Doporučujeme přístroje s vestavěným ionizátorem vzduchu. Ten jednak vzduch obohacuje o biologicky příznivě působící lehké záporné ionty, jednak zvyšuje čistící účinek přístroje. Je také možné čistit vzduch pouze ionizátorem (zejména v noci), protože jeho provoz není slyšitelný. Emitor iontů může být tvořen kovovou jehlou nebo uhlíkovým vláknem. Z hlediska trvalé spolehlivosti výkonu je lepší uhlíkové vlákno. Nevyžaduje, na rozdíl od emitoru kovového, prakticky žádnou údržbu.
7. Je konstrukční výhodou, má-li čistič vzduchu směrovatelné výústky čištěného vzduchu. Lze jej zavěsit na stěnu z dosahu malých dětí, ale proud čištěného vzduchu nasměrovat do oblasti jejich dýchání.
8. Z hlediska dobrého provětrání prostoru je vhodné, když sání znečištěného vzduchu do přístroje a vyústění přefiltrovaného vzduchu do místnosti jsou řešeny na sebe v kolmém směru. Podporuje se tak kruhové proudění vzduchu v místnosti.
9. Pozor na zcela neznámé výrobce. Nikdy se nestydme přečíst si návod k použití před vlastním nákupem. Návod musí být v českém jazyce. Úroveň a gramatická správnost dokumentace jsou obrazem vztahu výrobce (dovozce) k zákazníkovi. Zeptejme se, zda byly charakteristiky přístroje ověřeny nějakou nezávislou institucí. Jestli ano, seznámme se s výsledky.
10. Pokud se rozhodneme pro čistič vzduchu se zvlhčovačem, ověřme si, zda lze obě funkce provozovat na sobě nezávisle. Jak bylo řečeno výše, vlhčení vzduchu není u nás v létě nezbytné, někdy by spíš mohlo podpořit růst plísní. Dáme přednost vlhčení parnímu, nucenému, před odparem stojaté vody pokojové teploty. Mohou se v ní množit mikroorganismy. Desinfekční prostředky nabízené některými výrobci jsou potenciálním nebezpečím pro alergie.

Dodržením tohoto desatera je zajištěno půl úspěchu. Druhou polovinu tvoří **správné používání** přístroje v interiéru. Nesprávné užívání čističů vzduchu je příčinou některých stížností na jejich malou účinnost.

#### Desatero správného používání čističe vzduchu

1. Čističe vzduchu jsou plně funkční pouze v uzavřené místnosti. O této skutečnosti musí být uživatel poučen a dbát na zavírání oken a dveří. I při pootevřených oknech jsou přístroje nefunkční. Není vhodné je instalovat do místností průchozích a trvale neuzavřených.
2. Čistič vzduchu by měl být v provozu trvale, nebo alespoň podobu pobytu osob v ošetřované místnosti. Provoz kratší než 1 hodina není dostatečný.
3. Vzduchový výkon čističe (počet  $\text{m}^3$  vzduchu přefiltrovaných za 1 h provozu) musí být dostatečný vzhledem ke kubatuře místnosti.
4. Čistič vzduchu nemá být umístěn na zemi a v těsné blízkosti oken a dveří, aby nedocházelo k nadměrné

mu přísávání sedimentovaných nečistot a infiltrovaného vzduchu, ani v blízkosti zdrojů tepla. Optimální je umístění ve střední vzdálenosti mezi okny a dveřmi, na stěně nebo na stropě (pokud je k takové montáži přístroj uzpůsoben výrobcem).

5. Pokud je přístroj opatřen směrovatelnými výstřky čistěného vzduchu, měly by být nastaveny tak, aby hlavní proud čistěného vzduchu směřoval do dýchací zóny osob. Umístění přístroje by mělo být zvoleno tak, aby rychlost proudění vzduchu neovlivňovala negativně pocit tepelné pohody přítomných lidí.
6. Čistič vzduchu je třeba udržovat v čistém stavu. V případě čištění a umývání musí být odpojen z elektrické sítě.
7. Uživatel musí být poučen, že čištění vzduchu filtračním přístrojem je doplňkovým opatřením, které navazuje na přirozené nebo nucené větrání a pečlivý úklid. V místnostech s přirozeným větráním je doporučeno 3 – 4x denně provětrání místnosti okny krátkodobě – vždy max. 5 min.
8. Pokud je čistič vzduchu opatřen vodní nádržkou k zachytu nečistot a ta slouží zároveň jako zvlhčovač vzduchu, doporučuje se výměna vodní náplně co nejčastěji v závislosti na znečištění ovzduší, 1x týdně, příp. častěji. Při výměně vody musí být všechny smáčené povrchy dokonale očištěny. K náplni se užívá pitná voda. Pokud výrobce dodává do některých typů přístrojů chemické látky (desinfekční prostředky, absorbenty), nesmějí být v žádném případě emitovány do ovzduší pro možné alergenní působení. Snášenlivost parfemačních látek nejdříve krátkodobě vyzkoušíme, pokud se jich nechceme zcela zříci.
9. U čističů vzduchu s ionizátorem a u samotných ionizátorů vzduchu se doporučuje, aby se exponované osoby pohybovaly ve vzdálenostech, kde koncentrace lehkých záporných iontů nepřesahuje dlouhodobě  $5\ 000\ \text{i.cm}^{-3}$ . Tento údaj je obsažen v protokolech Státního zdravotního ústavu, příp. jej udává výrobce. Přístroje s ionizátorem a ionizátory by měly být umístěny na okraji plochy, příp. zavěšeny na zdi nebo na stropě tak, aby emitované ionty směřovaly do volného vzdušného prostoru. Pokud není k dispozici informace o výkonu ionizátoru, doporučuje se jeho umístění 1,5 až 2,0 m od místa nejčastějšího pobytu osob.
10. Přístroje musí být provozovány na takovém výkonovém stupni, aby hladiny hluku nepřekračovaly hygienické požadavky pro daný typ interiéru a uživatele hlukem subjektivně neobtěžovaly.

#### 7.5.4 PROČ VLASTNĚ ČISTIČ VZDUCHU?

V ovzduší jsou obsaženy různé **znečišťující látky**, které mají **hmotnou povahu** (pevný a kapalný aerosol) nebo je tvoří **plyny a páry**. Na vdechnutí látek hmotné povahy reaguje organismus podle jejich velikosti různě. Částice o velikosti nad 5  $\mu\text{m}$  se zachytí v horních cestách dýchacích a jsou vykašlány, vysmrkány nebo se slinami spolknuty. V žaludku, příp. v játrech jsou netoxikovány. Částice o velikosti pod 5  $\mu\text{m}$  se dostávají dále až do plicních sklípků.

**Plynné škodliviny** se také nechovají všechny stejně. Ty, které jsou dobře rozpustné ve vodě (oxidy síry, dusíku, formaldehyd a zčásti i ozón), jsou z více než 90 % (někteří autoři uvádějí až 99 %) zachyceny v nosní dutině.

Reakcí organismu je větší vylučování sekretu, což se projevuje jako rýma, v horším případě – zejména ve spojení s dalšími škodlivinami – dojde k zánětu horních cest dýchacích. I když je to onemocnění nepřijemné, z hlediska dlouhodobé

prognózy je podstatné, že je dovedeme bez následků léčit. Je to ostatně nejčastější onemocnění všech obyvatel naší planety a lze prakticky bez rizika omylu říci, že není člověka, kterého by za život toto onemocnění nepotkalo.

Z hlediska zdravotního, ale i ekonomického je **mnohem závažnější onemocnění dolních cest dýchacích** (zánět průdušek a plic). Tato onemocnění totiž velmi často přecházejí do chronicity a opakují se, provázeny různými komplikacemi. **Nejzávažnější komplikací zánětu průdušek je rozedma plic**, což je onemocnění velmi vážné, neboť jde o nevratné poškození plicní tkáně, invalidizující a nezřídka ohrožující život nemocného. Z těchto důvodů je tedy důležité chránit zejména dolní cesty dýchací.

**Dolní cesty dýchací ohrožuje nejvíce respirabilní frakce polévatého prachu.** Ten může sám o sobě na organismus působit v závislosti na chemickém složení a fyzikálních vlastnostech. Může mít účinky mechanické, toxické, alergizující a rakovinotvorné. Působí však i jako nosič dalších chemických látek a mikroorganismů, které jsou na jeho povrchu sorbovány.

Jak již bylo řečeno výše, plynné škodliviny, rozpustné ve vodě, jsou téměř zcela zachyceny v horních cestách dýchacích a do dolních cest dýchacích mohou proniknout (vyjma havárií) zejména ve spojení s prašným aerosolem. To se v plném rozsahu týká často diskutovaného oxidu siřičitého, jehož koncentrace ostatně v interiéru rychle klesá, snižuje se až o 90 % a to podle kvality sorpčních materiálů v interiéru. Sorpce se uskutečňuje na alkalických omítkách, na kaolínových nátěrech, na textiliích a probíhá poměrně rychle. Tohoto příznivého jevu se užívá k pasivní ochraně před nepříznivými účinky vnějšího prostředí na organismus za smogových situací. Tehdy se doporučuje zbytečně nevycházet a dlouhodobě nevětrat. Je proto mnohem lepší interiéry častěji vymalovat než vylepit syntetickými tapetami.

**Oxid siřičitý je ukazatelem znečištění venkovního ovzduší. Pro člověka je nebezpečný především ve spojení s prachem.** Dokonce ve spojení s pevným aerosolem působí i toxictěji, neboť místa dopadu pevné částice na sliznici dýchacích cest se tak stávají i místem kontaktu s vyšší koncentrací toxické látky. To ovšem platí obecně pro všechny plynné škodliviny. Aby nedošlo k nedorozumění – nikdo neříká, že  $\text{SO}_2$  je neškodný. Víme pouze, že tento plyn je podstatně škodlivější ve spojení s prachem nebo opačně – méně škodlivý bez prachu. Abychom jeho působení v interiéru omezili, hodnotíme u čističů vzduchu protiprašný účinek jako nejdůležitější ukazatel jejich kvality. Víme, že zachytí-li čistič vzduchu přes 90 % respirabilní frakce polévatého prachu, zachytí zároveň určité kvantum chemických látek na prachových částicích zachycených a určité množství mikroorganismů, včetně spor plísní a roztočů. Chrání tedy dolní cesty dýchací před plyny rozpustnými ve vodě, před mikroorganismy a alergeny různé povahy (kapalný aerosol z kosmetických přípravků, pyly, částičky zvířecí srsti, vlákna z textilií aj.).

#### 7.5.5 SOUČASNÁ NABÍDKA NA TRHU V ČR

*Na našem trhu je dnes bohatá nabídka přístrojů na úpravu kvality vnitřního ovzduší. Přesto, že hygienické hodnocení ve Státním zdravotním ústavu není povinné, bylo nám dosud k hodnocení předloženo více než 120 různých čističů vzduchu a 18 samostatných ionizátorů z 24 zemí světa. Ne všechny přístroje se stále prodávají. Lze říci, že se na trhu díky konkurenci udržely ty nejlepší.*

Zcela **jednoduchý princip** mají přístroje, které neobsahují mechanický filtr a **zachycují nečistoty do nádržky s vodou**. Ta slouží zároveň k vlhčení vzduchu odpařováním z hladiny nebo ze smáčených povrchů. Protiprašná účinnost těchto přístrojů je menší, pohybuje se v rozmezí 50 až 70 %.

Některé přístroje jsou vybaveny elektrostatickými filtry, např. lamelovým elektrostatickým filtrem, který lze pravidelně umývat a po vysušení opakovaně použít. Tyto přístroje mohou být doplněny mechanickým předfiltrem a sorpčním filtrem. Pro snadnou údržbu (zajišťovanou dnes servisními službami) jsou vhodné do místností, kde se kouří, např. do restaurací. Jejich protiprašná účinnost se pohybuje většinou mezi 70 až 80 %.

**Dokonalejší přístroje mají vždy víceúrovňovou filtraci, elektrostatický filtr je zařazen jako jeden filtrační stupeň a doplněn např. ionizátorem nebo cyklónovým sběračem, příp. vláknitými filtry ze skleněných nebo syntetických materiálů.** Některé používané filtrační materiály splňují požadavky na filtry pro čisté prostory (HEPA, ULPA filtry). Sorpční filtr, vyrobený většinou na bázi aktivního uhlí, může být vícevrstvý, přičemž jeho jednotlivé vrstvy mohou mít kyselou nebo zásaditou impregnaci. Protiprašná účinnost těchto přístrojů je 80 % a vyšší. U několika hodnocených přístrojů přesáhla protiprašná účinnost dokonce 99 %.

Záchyt chemických látek je tím vyšší, čím mohutnější je vrstva sorpčního filtru, resp. čím větší je povrchová plocha sorpčního materiálu. Význam filtrace chemických látek v interiéru je mnohdy přeceňován, určitou roli zde hrají i obchodní zájmy prodávajících. Poškození zdraví chemickými látkami v interiéru totiž většinou nehrozí.

Na trhu jsou přístroje s jednoduchým ručním i dálkovým ovládním, s možností volby doby provozu či s automatickým přepínáním výkonových stupňů podle okamžitého znečištění vzduchu.

**Hygienické hodnocení má prvořadý úkol – ochránit zdraví uživatele. V několika případech jsme prodeji nekvalitních, či vysloveně nebezpečných výrobků skutečně zabránili.** Z hodnocení přístrojů nelze – bohužel – sestavit škálu od nejlepších po nejhorší. Některé velmi dobře vzduch čistí, ale jsou příliš hlučné, jiné jsou sice tiché, ale mají malý vzduchový výkon a hodí se proto jen do velmi malých prostor, např. laboratorních boxů. Jiné pěkně vypadají, ale deklarované výkony a vlastnosti nemají.

Abychom zájemcům usnadnili výběr, stanovili jsme **kritéria dobrého a výkonného čističe vzduchu:**

- protiprašná účinnost 80 % a více,
- vzduchový výkon 50 m<sup>3</sup> a více,
- hlučnost na hladině akustického tlaku A 40 dB a méně.

Nejčastějším místem použití těchto přístrojů vedle obytných interiérů jsou školská (předškolní) a zdravotnická zařízení, restaurační provozy a místnosti, kde se shromažďuje větší počet lidí.

Není moudré význam těchto přístrojů přeceňovat, nenahrazují větrání a jsou jen dílčí pomůckou, doplňkem pravidelného úklidu. Nežijeme jen v místnostech s filtrovaným či jinak upraveným vzduchem. Dětem, ale i seniorům a zvláště pak alergikům však může vhodně zvolený a správně používaný čistič vzduchu pobyt v interiéru zpříjemnit a usnadnit. Pro zdravého člověka představují tyto přístroje nadstandardní vybavení z hlediska komfortu prostředí. Tam, kde je dovoleno kouřit, např. v restauracích, odstraní vhodný čistič rychle produkty spalování tabáku. Při dodržení výše uvedených pravidel zvýší komfort prostředí všem uživatelům.

## Literatura

- ⇒ Lajčíková, A., Šimeček, J., Mathauserová, Z., Jandák, Z. Přístroje k úpravě vnitřního ovzduší. *Acta hygienica, epidemiologica et microbiologica (AHM)*, 1994, roč. 23, č. 1, s. 5 – 13.
- ⇒ Lajčíková, A. Přístroje na úpravu vzduchu. In: *Pomocník alergologa a klinického imunologa 2003*. Praha: Geum, 2003. ISBN 80-86256-27-8.

## 7.6 SVĚTLO A OSVĚTLENÍ

### 7.6.1 SVĚTLO

#### Úvod

Světlo jako faktor životního prostředí značnou měrou ovlivňuje fyzickou a psychickou pohodu člověka, jeho pracovní výkon a schopnost regenerace organismu. Pokud je některá z těchto funkcí dlouhodobě omezována, může dojít k předchozímu i trvalému poškození zdraví.

Více než devadesát procent informací získáváme zrakem, v posledních desetiletích se používáním nových technologií a měnícím se způsobem práce nároky na zrakové funkce stoupají.

Vzhledem k tomu, že nejméně dvě třetiny svého času tráví lidé žijící ve městech uvnitř budov, je kvalita interiérového osvětlení významným faktorem zdraví a pohody.

Na druhé straně zároveň stoupá úroveň venkovního světelného znečištění: veřejné osvětlení, reklamy a světelné produkce. Výzkum následků nedostatku tmy na organismus člověka již přinesl důkazy o jeho nepříznivém působení a tendence k omezování nadměrné osvětlování v noci.

#### Patofyziologie působení

Hlavní funkcí zraku je vidění, tj. přeměna elektromagnetické energie optického záření pomocí chemické reakce (rozklad a syntéza zrakového pigmentu rhodopsinu) na elektrické potenciály neuronů zrakového nervu vyvolávající zrakový vjem v mozkové kůře.

Tato funkce světla působící cestou zrakové dráhy je dobře známa.

**Existuje však část vláken tvořící nervus opticus, která končí již v mezimozku, v játrech hypothalamu, odkud hormonální cestou ovlivňuje biologické funkce organismu.** Součástí hypothalamu – epifyzy, obsahuje speciální gliové buňky schopné sekrece melatoninu, spánkového hormonu, z hlediska současných poznatků považovaného za integrátor neurosekrece u savců, včetně člověka.

Světelné prostředí je odpovědné za udržování cirkadiánních rytmů, vyvíjejících se z pravidelného střídání světla a tmy nebo ze střídání aktivní a pasivní činnosti během zhruba 24 hodin. Melatonin ve vnitřním prostředí organismu hraje stejnou roli jako světlo ve vnějším prostředí. Působí jako synchronizátor chronobiologických rytmů. **Hypothalamus je ovlivňován světlem, zatímco melatonin je produkován za jeho nepřítomnosti.** U lidí je funkce melatoninu potlačena sociálním způsobem života, včetně užíváním umělého osvětlení.

#### Vliv světla na zdravotní stav

##### Poruchy zraku

Vliv nedostatku světla při zrakové činnosti na vznik refrakčních vad nebyl prokázán a považuje se za velmi málo pravděpodobný. **Zraková práce v nevhodných světelných podmínkách** (nízká intenzita světla, přítomnost blikání, nevhodné podání barev, ale i přesvětlení, vysoké jasy a kontrasty) mohou vést k rychlejší únavě okohybných a akomodačních svalů, k projevům očního diskomfortu, astenopii, zrakové únavě a nezrakovým symptomům jako je bolest hlavy. Tyto stížnosti jsou časté u uživatelů osobních počítačů, kdy při náročném zrakové práci dochází k obtížím latentních refrakčních vad, které se při méně náročném zrakové práci neprojevují.

##### Oční nepohoda

Červenání, pálení, svědění, slzení očí jsou málokdy způsobeny pouze světelnými podmínkami, ale k jejich vzniku

prispívají další vlivy prostředí ( suchý vzduch, vysoká teplota, prachové částice, chemické látky a alergeny v ovzduší) které působí cestou neurologického podráždění ( n. trigeminus ) nebo mechanickým drážděním očních víček a povrchu oka (časté mrkání).

#### *Oční asthenopie*

Je způsobena nadměrným úsilím okoohybných svalů a očních struktur k zajištění zrakového výkonu během dlouhodobé práce nablízko. Nevhodné světelné prostředí urychluje vznik příznaků a zhoršuje jejich projevy, ke kterým patří:

- zamlžené a dvojité vidění
- dočasná krátkozrakost
- oční únava

#### **Celkové poruchy**

##### *Syndrom sezónní deprese*

Objevuje se v severních zeměpisných šířkách v podzimním a zimním období, kdy se krátí světlé části dne a ubývá slunečního záření. Příčinou není jen prostý nedostatek světla, ale malé kontrasty mezi dnem a nocí.

K symptomům patří nadměrná unavitelnost, ztráta aktivity a zájmu o okolí, snižuje se fyzická činnost následována i duševním útlumem, špatnou koncentrací a horší schopností se učit a pamatovat si. Syndrom provází často poruchy spánku, nejčastěji hypersomnie a permanentní ospalost. K tomu se přidává zvýšená chuť k jídlu, často na sladké a na alkohol, takže dochází k přibývání na váze. Jako u každé deprese, zvyšuje se riziko sebevražedného jednání. Sezónními obtížemi jsou častěji postihovány ženy.

##### *Poruchy spánku*

Dochází k nim vlivem porušené sekrece melatoninu: jako insomnie ( nespavost) chronická, kdy vnitřní hodiny řízené produkcí melatoninu jsou rychlejší nebo pomalejší oproti normě, periodická insomnie je projevem poruch v percepci světla, např. pokud je cyklus spánku – bdění značně delší než 24 hod a nebo např. u lidí s postižením zraku.

Insomnie temporální provází je – lag při přesunu do jiných časových pásem nebo práci v noci či na směny.

Protože světlo inhibuje produkci melatoninu, zhoršuje usínání a může docházet k přerušování spánku s nepříznivými následky na činnost v bdělém stavu : poruchy koncentrace, netrpělivost a ž agrese, horší zvládnání stresu, zhoršená paměť a další projevy.

##### *Neurologická, psychiatrická a degenerativní onemocnění*

Ztráta vnitřní rytmicity je považována za jednu z příčin psychogenních onemocnění, např. mani-depresivní psychózy nebo endogenní deprese. Světelná expozice v noci a během spánku zvyšuje náchylnost k vzniku záchvatů u epileptiků.

Prokázán byl pozitivní vliv melatoninu na projevy Alzheimerovy a Parkinsonovy choroby.

Melatonin zabraňuje odumírání mozkových buněk a oddaluje progresi onemocnění a a tím zvyšuje kvalitu života postižených.

##### *Stárnutí*

Výsledky některých experimentů na hmyzu a hlodavcích přinesly výsledky ve vztahu melatonin a prodloužená délka života. Studie u lidí takové výsledky nepotvrdily.

Produkce melatoninu, stejně jako ostatních hormonů, klesá s věkem. Ale u zdravých starých lidí se nachází vyšší hladina melatoninu v porovnání se stejně starými, kteří trpí nějakou chorobou. Je ovšem otázkou, zda-li je dostatečná hladina melatoninu příčinou zdraví ve stáří a nebo jeho následkem.

S věkem dochází k opotřebování organismu a zpomalení reparačních procesů již na úrovni buněk a melatonin jako antioxidant může oddálit patologické projevy celoživotní expozice volným radikálům. S věkem také roste pravděpodobnost výskytu zhoubných nádorů a antitumorový účinek melatoninu je považován za velmi pravděpodobný. Z těchto důvodů může být vnitřní melatonin považován za prostředek oddalující nepříznivé následky provázející stárnutí organismu.

##### *Karcinom prsu*

Experimenty na zvířatech svědčí o pozitivním vlivu melatoninu na incidenci a růst nádoru prsu. Melatonin reguluje produkci estrogenu, hormonu, který je zodpovědný za patologické změny v prsní tkáni. Navíc má silný antioxidantní potenciál a kontroluje další ochranné mechanismy. Epidemiologické studie tyto vztahy zatím nepotvrdily, existuje však hypotéza o možném potencování vzniku rakoviny prsu světlem a tedy inhibicí melatoninu.

##### *Nádory dalších orgánů*

Osa světlo – melatonin – nádor může být jednou z příčin zhoubného bujení v orgánech, jejichž činnost podléhá cirkadiánním rytmům – prostaty, vaječnicků a endometria. Snižená hladina melatoninu byla zjištěna také u nemocných s malocelulárním karcinomem plic.

##### **Opatření pro optimální působení světla**

Nedostatek denního světla není způsoben pouze jeho kolísáním v přírodě (podle ročního období nebo počasí), ale i civilizační jevy – např. bydlení ve městech, zahušťování výstavby, vzrostlá zeleň v obytné zóně, různá stavební omezení vstupu světla do interiérů budov. Proto dostatek denního světla v budovách, pobyt v přírodě, kvalitní umělé osvětlení optimalizuje působení světla jako synchronizátoru biologických rytmů a zabraňuje výskytu specifických i nespecifických obtíží při zrakové práci (viz část Osvětlení).

K prevenci nebo odstranění potíží způsobených nedostatkem tmy v noci je třeba snižovat světelné znečištění ve venkovním prostředí. K individuálním opatřením patří používání žaluzií a závěsů k zabránění pronikání světla zvenku.

##### **Opatření individuální**

Správná korekce brýlovými skly nebo kontaktními čočkami. Nositelé kontaktních čoček mohou mít potíže, zejména pálení a suchost očí při dlouhotrvající práci s počítači. Práce s počítači mění běžně používanou vzdálenost pro blízkou zrakovou práci jako je čtení nebo psaní na psacím stroji, proto je vhodné předepsat korekci na skutečnou pracovní vzdálenost.

Používání žaluzií a závěsů k zabránění pronikání světla zvenku omezí rušení spánku a další následky z nedostatku tmy v noci.

## **7.6.2 OSVĚTLENÍ**

### **Úvod**

Cílem osvětlení je vytváření **zrakové pohody**, což je příjemný a příznivý psychofyziologický stav organismu, vyvolaný optickou situací vnějšího prostředí, který odpovídá potřebám člověka při práci a při odpočinku a umožňuje zraku optimálně plnit jeho funkci.

Správné osvětlení, navržené podle zásad současné světelné techniky a respektující psychologické, fyziologické a bio-

logické požadavky ovlivňuje kvalitu práce, únavu a zdravotní stav lidského organismu.

**Rozlišují se následující druhy osvětlení:**

- **denní osvětlení** – osvětlení přímým slunečním světlem a rozptýleným oblohovým světlem;
- **umělé osvětlení** – osvětlení pomocí umělých zdrojů (převážně elektrických).

### Světelné zdroje a svítidla

**Zdrojem denního světla** je slunce, jeho světlo dopadá na zemský povrch buď přímo nebo rozptýleno oblohou. Intenzita denního osvětlení i jeho barva se v průběhu dne mění podle denní a roční doby, podle zeměpisné šířky a podle stavu oblohy. Intenzita osvětlení v červnu v poledne je průměrně 95000 – 100000 lx.

**Umělé osvětlení** je realizováno pomocí umělých světelných zdrojů. Moderní světelné zdroje umožňují vytvořit ve vnitřních prostorách umělé osvětlení kvantitativně srovnatelné s denním světlem.

**Světelné zdroje se rozdělují podle způsobu vzniku optického záření na zdroje:**

- tepelné, kde záření vzniká při zahřátí pevné látky na vysoké teploty (žárovky);
- luminiscenční, kde záření vzniká luminiscencí pevných látek. (zářivky).

Obvykle je třeba u světelných zdrojů znát tyto technické údaje, které určují jak množství, tak i kvalitu světla:

- provozní napětí.....(V)
- příkon zdroje.....(W)
- světelný tok.....(lm)
- měrný světelný výkon..... (lm/W)
- chromatičnost světla (teplota chromatičnosti)...(K)

**Chromatičnost světla hraje velkou roli pro zrakový výkon a zrakovou pohodu.**

**Pro účely osvětlování** se světelné zdroje dělí podle chromatičnosti světla na tři skupiny, které určuje barevný tón světla a to:

- < 3300K ..... teple bílý
- 3300 – 5300K ... bílý
- > 5300K ..... denní

Dalším údajem, který je důležitý pro výběr světelného zdroje je **index podání barev ( $R_a$ )**. Při vysokých požadavcích na podání barev je nutno volit  $R_a > 90$ , (jsou to např. žárovky bílé a denní).

### Druhy světelných zdrojů

**Nejnámější světelným zdrojem pro všeobecné osvětlení jsou:**

- **žárovky**, jejichž měrný světelný tok je 10 – 20lm/W, teplota chromatičnosti 2500 – 2900K, příkon 45 – 2000 W;
- **halogenové žárovky**, mají vyšší měrný výkon (20 – 30 lm/W), teplotu chromatičnosti 3000 – 3200K a delší životnost;
- **zářivky** jsou nízkotlaký výbojový zdroj, jehož spektrální složení světla určeno vrstvou luminoforu, naneseného na vnitřní straně trubice.

Z hlediska spektrálního složení světla se vyrábějí v mnoha odstínech a to od růžových (2000 – 3000K) do denních (6500K). Měrný výkon různých druhů bývá v rozmezí 35 – 60 lm/W.

**Životnost zářivek** je v průměru 5000 – 8000 hod. Použití zářivek pro osvětlování obytných prostorů doposud není dost rozšířeno.

**Dosud přetrvávají obavy** z negativního působení zářivek na organismus člověka (např. stížitosti na bolesti a pálení očí, vypadávání vlasů, poruchy potence). Dlouhotrvající

výzkum v tomto oboru potvrdil, že tyto obavy jsou neopodstatněné, pokud jsou správně instalované.

**Problém je ve správném výběru a použití zářivek a to z hlediska:**

- intenzity osvětlení a barevného podání;
- zábrany oslnění (správný výběr svítidla);
- odborné instalace (odstranění strotoskopického efektu a hlučnosti).

**V současné době jsou na trhu kompaktní zářivky s vestavěným elektronickým předřadníkem.** Název „kompaktní světelné zdroje“ zahrnuje širší skupinu nových světelných zdrojů s malými rozměry, které mají postupně nahrazovat žárovky v oblasti bytového a společenského osvětlení, v osvětlení místním, nouzovém atd.

Světelná účinnost kompaktních zářivek v porovnání s běžnými typy žárovek je přibližně pětinašobně vyšší (např. kompaktní 20 W zářivka je svými světelnými účinky srovnatelná se 100 W žárovkou), kompaktní zářivky jsou přímo zaměnitelné za žárovky ve stávajících svítidlech. Nezanedbatelná je i životnost kompaktních zářivek (5000 – 8000 hod.) v porovnání se žárovkami (1000 hod.)

**Nedílnou částí osvětlovací soustavy jsou svítidla.** Různé světelné zdroje vyžadují různé typy svítidel (např. svítidla pro lineární zářivky mají pochopitelně proti svítidlům žárovkovým značně odlišný tvar i konstrukci).

**Svítidla se skládají z částí světelně činných, tj. světlo rozptylujících (difuzorů), odrážejících (reflektorů) nebo lámajících (refraktorů), elektrických a konstrukčních součástí.**

Účelnost konstrukce svítidla a jakost hmot použitých k jeho výrobě vyjadřuje se **účinností svítidla, což je poměr světelného toku celého svítidla k světelnému toku samotného zdroje.** Poměrně nejlepší účinnost mají dole otevřená svítidla.

Častou závadou svítidel je oslnění přímo viditelnými světelnými zdroji. Zdroje s velkým jasem mají být zastíněny tak, aby je nebylo vidět v obvyklých směrech pohledu. Výběr odpovídajícího světelného zdroje a svítidla znamená pro uživatele lepší pracovní výsledky, větší bezpečnost, lepší zrak a zdraví, vyšší kulturu prostředí.

### Pravidla dobrého osvětlení

Hlavním požadavkem na vnitřní prostředí z hlediska osvětlení je **zrakový komfort**, tzn., že světelné prostředí má uspokojit fyziologické, psychologické a estetické potřeby člověka. Při pobytu v tomto prostředí je člověku dobře po stránce vizuální, nemá negativní podněty ani nadměrnou únavu zraku.

Pro vytvoření takového prostředí je nezbytné splnění řady pravidel a to pro všechny druhy osvětlení (denní, umělé a sdružené).

#### Denní osvětlení

Denní osvětlení patří k základním faktorům životního prostředí člověka a má značný vliv na jeho zdravotní a psychologický stav. Vyhovující denní osvětlení vyžaduje splnění základních kvantitativních a kvalitativních požadavků a kritérií, které jsou zakotveny v normách (ISO ČSN)

**Kvantitativním kritériem** vnitřního prostředí je úroveň (intenzita) denního osvětlení, která je definována činitelem denní osvětlenosti (č.d.o.), což je poměr osvětlenosti denním světlem v daném bodě určité roviny k současné srovnávací venkovní osvětlenosti a udává se v procentech (e %).

**Hodnota č.d.o.** se určuje podle třídy zrakové činnosti (podle zrakové obtížnosti se zraková činnost dělí do sedmi tříd).

Rozhodující je minimální hodnota č.d.o., která musí být splněna ve všech kontrolních bodech vnitřního prostoru.

- Pro mimořádně náročnou zrakovou činnost (I. třída zrakové činnosti, např. přesná kontrola, umělecká činnost atd.) je požadovaná hodnota  $\text{emin} = 3,5\%$ .
- Pro čtení, psaní, šití atd. se vyžaduje  $\text{emin} = 1,5\%$ .
- Minimální hodnota č.d.o., která musí být splněna ve všech kontrolních bodech v obytné místnosti je  $0,5\%$ .

**Dostatečné množství denního světla samo o sobě ještě nezabezpečuje zrakovou pohodu. Kvalita denního osvětlení zejména závisí na:**

- Rozložení světelného toku a na směr osvětlení. Rozložení světelného toku a převažující směr osvětlení mají být v souladu s charakterem zrakových činností a jejich podmínkami. Pro převážnou činnost vyhovuje osvětlení převážně zleva shora.
- Rovnoměrnost denního osvětlení charakterizuje rozložení světelného toku a je určena poměrem minimální a maximální hodnoty č.d.o.
- Rozložení jasů ploch v zorném poli, které má pro zrakovou pohodu základní význam. Jsou-li v zorném poli velké jasové rozdíly, které vedou ke zvýšené adaptační činnosti, vzniká zraková únava a pocit světelného diskomfortu.
- Oslnění, příčinou kterého je přílišný jas nebo jasové kontrasty v zorném poli. Při denním osvětlení jsou velkým nebezpečím pro oslnění osvětlovací otvory s průhledem na oblohu, jejíž jas je obvykle mnohonásobně větší než jas pozorovaného předmětu.

Proto je nezbytné pamatovat na **regulaci přímého slunečního světla** ve vnitřních prostorech, aby se mohlo podle potřeby omezit nebo úplně vyloučit. Způsobů regulace je mnoho a mají se vždy volit ty, které nejlépe vyhovují daným požadavkům a přitom jsou hospodárné. Pro tento účel se používají různé druhy clon, které částečně nebo úplně chrání osvětlovací otvor a tím i vnitřní prostor před přímým slunečním zářením. Clony mohou být:

- **pevné** – umísťují se ve formě stříšek, lamel atd. zpravidla na vnější straně okna;
- **pohyblivé** (rolety, žaluzie, závěsy) – umožňují regulaci osvětlení podle potřeby.

Velmi nepříjemné může být **oslnění vznikající odrazem světla** od lesklých povrchů v zorném poli. Proto se nedoporučuje používání lesklých povrchů tam, kde mohou způsobit oslnění (např. pracovní plochy stolů, lesklé povrchy podlah atd.)

**Insolace** je důležitým faktorem kvality životního prostředí, což je ozáření přímým slunečním zářením, ve kterém se kromě viditelného záření uplatňují i složky nevnímané lidským zrakem (ultrafialové a infračervené záření).

Insolace má pozitivní účinky na člověka jako: zvyšování odolnosti proti nepříznivým vlivům prostředí, podpora zdravotního rozvoje organismu, příznivé působení na psychiku člověka, jeho duševní stav a náladu.

Stávající předpisy stanoví, že doba proslunění obytné místnosti musí být (při zanedbání oblačnosti) od 1.3. do 14.10. nejméně 1 1/2 hod.

Významné je i baktericidní působení insolace, kterým se desinfikují vnitřní prostory. Přímé sluneční záření může přispívat i k vyhřívání vnitřních prostorů a tím k úspoře energie na vytápění.

### Umělé osvětlení

Umělé osvětlení slouží k vytváření světelného klimatu v době, kde není možno využít osvětlení denního. Při výběru umělého osvětlení pro určitý účel se obvykle uplaňují

tyto hlavní činitele: zrakový výkon, zraková pohoda, ekonomie.

**Intenzita umělého osvětlení** má být v souladu s námahavostí zrakové práce, má tedy být tím větší, čím menší detaily má oko rozlišovat, čím menší jsou kontrasty rozlišovaných ploch a čím déle trvá namáhavá zraková činnost.

*Osvětlení obytných místností, příslušenství a ostatních prostorů obytných domů musí vytvářet zdravé a příjemné prostředí, které vyhovuje technickým, hygienickým a estetickým požadavkům.*

V obytných prostorech se používá celkové odstupňované nebo místní osvětlení a to podle způsobu využití prostoru.

**Požadované hodnoty pro celkové nebo odstupňované osvětlení obytných prostorů jsou následující:**

- 200 – 500 lx obytné místnosti, které nemají místní osvětlení
- 50 – 100 lx obytné místnosti s místním osvětlením
- 100 lx obývací kuchyně, koupelny, předsíně
- 150 lx obývací kuchyně, koupelny, předsíně
- 150 lx haly

**Důležitou složkou osvětlení bytových prostor je místní osvětlení a tam, kde není možno dosáhnout požadované hodnoty osvětlení pro určitou činnost, např.:**

- 200 lx společné jídl
- 300 lx čtení, psaní, příprava jídel, běžné ruční práce
- 300 – 750 lx zraková náročná činnost (jemné ruční práce, šití, modelářství atd.)

Při osvětlování místnosti má být splněna podmínka, že světlo má být tam, kde je potřebujeme, tedy na pracovní ploše, na stole, na podlaze.

**Rozložení jasů** je rozhodující veličinou pro práci zraku, jelikož zrakový výkon je v podstatě funkcí schopnosti oka rozlišovat mezi jasnem pozorovatelného předmětu a jasnem pozadí (kontrast jasů). Účelné rozložení jasů je možno dosáhnout vhodnou úpravou povrchů (stěny, stropy, nábytek, atd.) a vhodnou volbou světelných zdrojů.

**Směrovost světla** je důležitá pro dosažení požadovaného zrakového výkonu. Světlo má přicházet směrem vhodným pro danou činnost (např. zleva a shora). Směr se má volit tak, aby svítidlo nebylo v zorném poli a neoslňovalo.

**Oslnění** může být způsobeno buď přímo zdroji světla, svítidly nebo odrazy od lesklých povrchů. Oslnění oka sem musí být omezeno na nejmenší míru. Toho se dosáhne správným rozmístěním svítidel, užitím svítidel s malým jasnem, použitím rozptylných povrchů.

Důležitým je i **způsob osvětlení** vnitřních prostorů podle rozdělení světla. Existuje několik způsobů celkového osvětlení a to:

- **přímé osvětlení** – všechno světlo od zdroje dopadá dolů na pracovní plochu nebo na podlahu; přímé osvětlení dobře využívá světelného toku zdroje a je tedy hospodárné, vznikají při něm ale tmavé stíny s ostrými okraji, často oslňují, strop a horní část stěn jsou tmavé;
- **polopřímé osvětlení** – svítidlo vyzařuje část světla také na stěny a strop; místnost působí mnohem příznivěji, světlo odražené od stropu a stěn prosvětluje stíny a oslnění od svítidel je přijatelnější. Polopřímé osvětlení je nejuvhodnějším typem osvětlení a je nejvíce rozšířeno;
- **smíšené osvětlení** – světelný tok rozptyluje stejnoměrně všemi směry a je tedy zhruba stejně osvětlena podlaha, strop a stěny; takové osvětlení vyhovuje tam, kde se nepožaduje větší osvětlení určitého místa;
- **nepřímé osvětlení** – všechno světlo dopadá na strop a horní část stěn. Jasně osvětlený strop působí jako svítidlo s malým jasnem. celá místnost je osvětlena dost rovnoměrně. Nevýhodou jsou značné ztráty světla při odrazu.

## Barevná úprava vnitřního prostředí

Důležitým faktorem vnitřního prostředí pro trvale zrakové pohody je barevná úprava prostředí, která je kvalitativní složkou zrakového vjemu.

Vliv barevnosti na člověka je různý a vyvolává řadu pocitů, jelikož každá barva má sice psychologickou a vizuální charakteristiku a účinnost, které však vždy uplatňují v souvislosti s ostatními podmínkami prostředí např.:

- **teplé barvy** (červené, žluté, oranžové a jejich odstíny) vyvolávají dojem tepla, působí povzbudivě a podněcují k činnosti;
- **studené barvy** (zelená, modrá a jejich odstíny) vyvolávají dojem chladu, uklidňují, poskytují úlevu zraku a podporují duševní soustředění;
- **světlé barevné odstíny** vzbuzují dojem lehkosti, zjasňují vnitřní prostor a zlepšují světelné poměry;
- **temné barevné odstíny** působí těžším až tísnivým dojmem, tlumí odrazivost světla.

Barevnou úpravu místnosti volíme z hlediska tvaru, velikosti a polohy tak aby použitím vhodně volených barevných tónů co nejvýhodněji upravili světelné vlastnosti prostoru požadavkům člověka a jeho činnosti. Například:

- **sytější barevné odstíny** mohou zdánlivě zmenšit poměrně velké, vysoké a rozlehlé prostory;
- **světlé barevné odstíny** mohou zdánlivě zvětšit a rozšířit poměrně malé a úzké místnosti;
- **v místnosti s okny na jižní stranu** (s nadbytkem slunečního světla) se doporučuje použít převážně studených barevných odstínů;
- **v místnostech s okny na severní stranu** (nedostatek slunečního světla a denního) doporučuje použít světlých a teplých barevných odstínů.

Závěrem lze konstatovat, že docílení zrakové pohody je složitým problémem, proto při návrhu a realizaci osvětlení je třeba hledat optimální řešení, nejvýhodnější ze všech hledisek a to znamená splnění základních pravidel, které odpovídají zdravotním a fyziologickým požadavkům lidských organismů:

- správný výběr světelného zdroje a svítidla;
- optimální intenzita osvětlení a optimální rozložení jasů (jasové kontrasty);
- rovnoměrnost osvětlení;
- správný směr světla;
- vyloučení oslnění přímým (světelný zdroj, okno) nebo odraženým světlem;
- odpovídající barevná úprava vnitřního prostoru.

Přitom je nutno respektovat souvislost osvětlení s ostatními faktory vnitřního prostředí zejména s vytápěním, tepelnou pohodou, větráním atd.

## Literatura

- ⇒ Krtilová A., Matoušek J., Monzer L.: Světlo a osvětlování, Avicenum Praha, 1981.
- ⇒ ČSN 36 0450: Umělé osvětlení vnitřních prostorů.
- ⇒ ČSN 73 0580: Denní osvětlení budov.
- ⇒ ČSN 36 0020: Sdružené osvětlení budov.
- ⇒ ISO 8995: Ergonomické zásady vidění.
- ⇒ Lajčíková A., Příbáňová H: Umělé osvětlení vnitřního prostředí. České pracovní lékařství č. 4, 2003, 198-202.

## 7.7 HLUK A VIBRACE

### 7.7.1 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY A ZDRAVOTNÍ VÝZNAM

Zvukové prostředí je přirozenou součástí životního prostředí člověka. Sluchem přijímá člověk významný podíl informací o světě. Zvuk je nejen důležitým výstražným podnětem, ale i projevem životní aktivity člověka a základem řeči, která odlišila člověka od zvířat. Sluchem a hlasem vnímáme stav prostředí a navazujeme kontakt s druhými lidmi.

Moderní doba přinesla velké množství nových zdrojů hluku a vibrací. Nadbytek zvuků, které tyto zdroje produkují, nemůže často jedinec ovlivnit. Zvuky příliš silné, příliš časté nebo v nevhodné situaci a nevhodné době působící mohou ovlivňovat člověka způsobem, který přesahuje jeho schopnosti adaptovat se. Takové zvuky způsobují rozmrzelost při odpočinku, ztěžují řečovou komunikaci a zhoršují slyšení žádoucích akustických signálů, ruší při duševní činnosti, při přesné práci i při spánku a mohou ovlivnit i zdravotní stav člověka. **Zvuky, které jsou nežádoucí, rušivé nebo škodlivé pro člověka, označujeme jako hluk.**

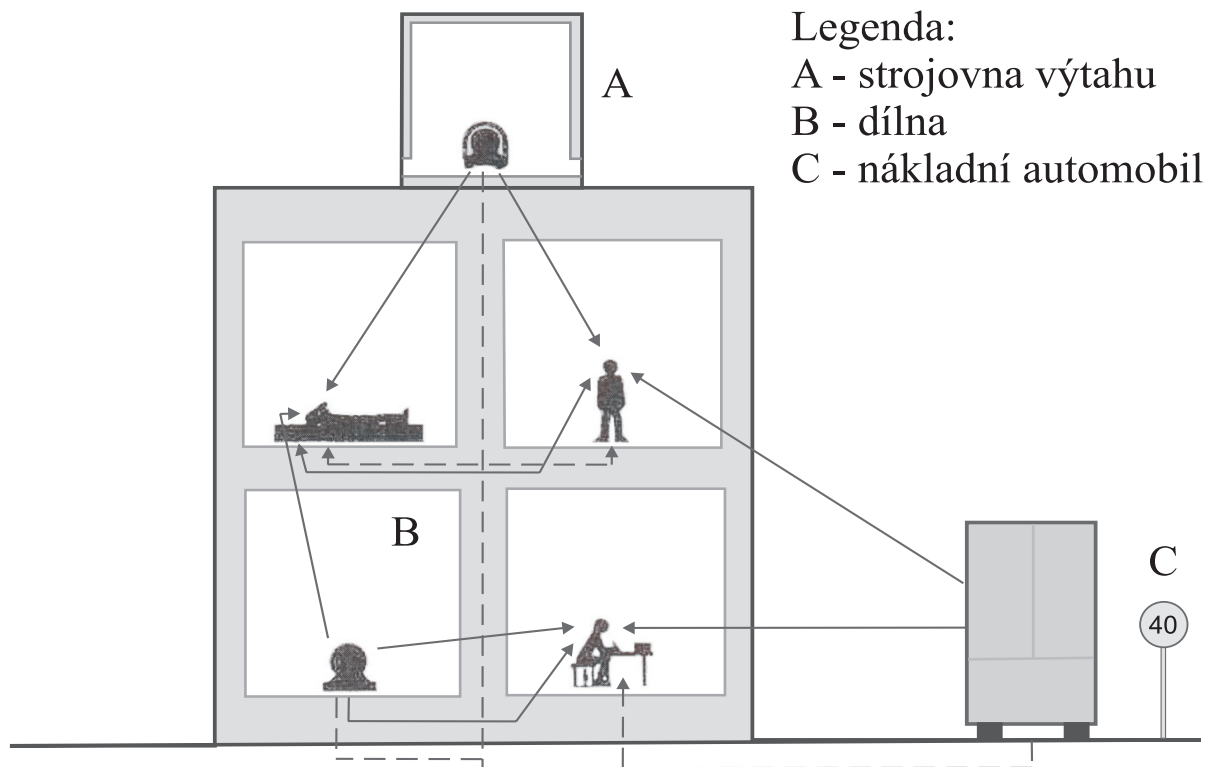
Člověk se často setkává s hlukem na pracovišti. Na tomto místě se ale budeme zabývat pouze hlukem a vibracemi v mimopracovním, tj. obytném a rekreačním prostředí. Z mnoha šetření vyplývá, že převládajícím zdrojem expozice obyvatel je hluk z automobilové dopravy – cca 80-90 % a často i více. Mnohem menší podíl na zátěži populace má hluk z železniční a letecké dopravy a z průmyslu, ještě menší je příspěvek stavebního hluku, hluku ze sousedství a hluku, spojeného s trávením volného času. Právě tyto zdroje však mohou působit značnou nevoli obyvatel a nesnáze při vyřešení konfliktních situací.

Hluk je škodlivinou, se kterou se běžně setkáváme. Na rozdíl od řady ostatních problémů životního prostředí hlukové imisní znečištění vzrůstá a je spojeno se zvyšujícím se počtem stížností. Z metaanalýz řady zahraničních i našich epidemiologických studií vyplývá, že hluk působí jako významný kofaktor při patogenezi mnoha civilizačních onemocnění. V poslední směrnici WHO „Hluk v životním prostředí“ z r.2002 (1) se uvádí, že v EU je kolem 40% populace vystaveno denním hladinám hluku ze silniční dopravy přesahujících 55 dB(A) a 20% obyvatel hladinám vyšších než 65 dB(A). V nočních hodinách je více než 30% obyvatel vystaveno ekvivalentním hladinám dopravního hluku vyšších než 55 dB(A) a tím je prokazatelně rušen jejich spánek. Když vezmeme v úvahu všechny typy dopravy, je odhadováno, že více než polovina všech občanů EU žije v místech, která nezajišťují bezpečnou ochranu před hlukem a tzv. „akustické“ pohodlí.

Není pochyb o **účasti hluku v patogenezi hypertenze**. Kromě patofyziologických argumentů (viz dále) o tom svědčí četné studie ze zahraničí z posledních let (2). U nás se této problematice věnuje zejména Šišma (2) s řadou spolupracovníků. Prokázal, že na území, postiženém vyššími hladinami hluku je vyšší celková nemocnost a počet osob, léčených na vysoký krevní tlak. Korelace je těsnější s vysokými nočními hladinami a s průběhem denní expozice, vyznačující se vysokou  $L_{90}$  hladinou (tj. hladinou překračovanou po 90% denní doby), tedy nedostatkem ticha.

**Dopravní hluk** (a to zpravidla ani v okolí letišť) **nepředstavuje riziko vzniku poškození sluchu**. Ohrožení sluchu se však může týkat i osob bez nadměrné profesionální expozice, které ve volném čase pěstují záliby a sporty nebo vykonávají činnosti, spojené s vystavením vysokým hladinám hluku. Ohroženou skupinou jsou zejména mladiství.

Nadměrný hluk provokuje v lidském organismu řadu re-



Legenda:

A - strojovna výtahu

B - dílna

C - nákladní automobil

akcí. Je pravděpodobné, že snižuje obecnou odolnost vůči zátěži, zasahuje do normálních regulačních pochodů, ovlivňuje pracovní výkon, způsobuje rozmrzelost a zhoršuje komunikaci mezi lidmi. Rušení a obtěžování hlukem je častou subjektivní stížností na kvalitu životního prostředí a může představovat prvotní podnět rozvoje neurotických, psychosomatických i psychických stesků u četných nemocných.

**Vibrace představují pohyb pružného tělesa nebo prostředí,** jehož jednotlivé body mechanicky kmitají. Na rozdíl od hluku, který se šíří vzduchem, **vibrace jsou přenášeny na člověka především z pevných konstrukcí.** Zdroje, které vyvolávají vibrace v budovách, se mohou nacházet uvnitř i vně budov. Cesty přenosu vibrací a šíření hluku od vybraných zdrojů na místa pobytu osob v budově popisuje obrázek 1.

*Hluk se šíří vzduchem a konstrukcí budovy. Omezení zdrojů hluku uvnitř budovy spočívá ve výběru strojů a zařízení s nejnižší hlučností, jejich vhodným umístěním a správným provozováním. Náhradní opatření zahrnují krytování, akustické úpravy místnosti aj.*

*Vibrace se přenášejí zemí a konstrukcí budovy do obytných místností. Na člověka se přenášejí z podlahy, židle nebo pohovky. Omezení vibrací v budovách se týká zdrojů uvnitř i vně budovy. Pokud nelze vyloučit těžkou dopravu, je třeba omezit povolenou rychlost jízdy a dbát na řádný stav komunikace i vozidel. Vibrace v budově lze omezit výběrem vhodných strojů a technologických zařízení, jejich správným uložením, provozováním a údržbou.*

Mezi hlavní zdroje vibrací vně budov se řadí doprava a průmysl. Vibrace ze silniční nebo železniční dopravy jsou také nejčastějším předmětem stížností. V důsledku jízdy vozidla po přilehlé komunikaci nebo trati vznikají dynamické síly, které se přenášejí zemí do okolí do vzdálenosti i několika stovek metrů. Na velikosti vibrací v okolních budovách má kromě typu, hmotnosti a rychlosti jízdy vozidla nemalý podíl i technický stav komunikace či železniční trati.

Vibrace v obytných budovách souvisejí rovněž s průmyslovou činností. Jedná se především o provoz těžkých

strojů a zařízení v průmyslových závodech a provozovnách, nacházejících se v blízkosti obytné zástavby. Po roce 1989 se rozšířily drobné i větší dílny nevhodně umístěné přímo v obytné zástavbě.

Samostatnou kapitolu tvoří vibrace vyvolané důlní činností nebo povrchovou těžbou v lomech. Větší účinky otřesů v budovách lze očekávat u starší obytné zástavby.

**Zdroje vibrací situované v budovách je možné rozdělit do tří skupin:**

První skupinu tvoří zdroje spojené s provozem budovy jako jsou výtahy, kotelny, prádelny, provozní dílny.

- Do druhé skupiny patří provozovny, dílny a zařízení nacházející se v budově.
- Do poslední skupiny se zařazují vibrace, které vytvářejí samotné osoby pobývající v budově. Vibrace, vytvářené osobami pobývajícími v domě, jsou vyvolány provozem různých domácích elektrických spotřebičů (pračky, ždímačky, oběhová čerpadla, ruční nářadí aj.).

Vibrace nejsou tak běžnou škodlivinou jako hluk.

**V komunálním prostředí se s nimi setkáváme zpravidla v kombinaci s hlukovou expozicí.** Proto i počet studií zabývajících se výhradně působením vibrací v budovách na člověka není rozsáhlý. Expozice vibracím se v budovách projevuje především svými rušivými účinky. Vibrace vyvolávají v lidském organismu negativní reakce a nepochybně se podílejí na vzniku stejných onemocnění jako hluk. V kombinaci s hlukem se zvýrazňuje jejich negativní působení.

#### Fyziologické a patofyziologické aspekty hluku

Rozmanitost projevů, jimiž se demonstruje působení hluku na člověka je udivující. Je to způsobeno zejména zpracováním zvukových podnětů ve sluchovém analyzátoru a v nervovém systému. Zpracování sluchového podnětu v centrálním nervovém systému končí nespecifickou aktivací retikulární formace, která může být modifikována korovými vlivy, v nichž se uplatní se sluchovým podnětem spojené zážitky, zkušenosti, obavy a představy. Z retikulární formace dochází



zí k mnohostrannému ovlivňování regulačních pochodů a ke změnám ve vegetativní, humorální, psychosenzorické i motorické oblasti.

**Významnou úlohu hrají hořčíkové ionty**, které při působení hluku unikají z buněk do séra a jsou vylučovány ve zvýšené míře močí. Ztráty hořčíku umožňují vzestup Ca v buňkách a vyšší reakci cévního řečiště na noradrenalin a angiotensin. Kapilární řečiště se omezuje a v důsledku zvýšeného periferního odporu nebo zvýšené tepové frekvence se zvyšuje krevní tlak.

**Také u chronického poškození sluchu z hluku je zá-  
nik vláskových smyslových buněk způsoben souhrou  
řady faktorů**, vzájemně se zesilujících: mikrotraumata, poškozující vláskovou buňku při působení zvukových vln v hlemýždi, zvyšují nároky na kyslíkový metabolismus; energeticky náročná je i přeměna podráždění na nervový vzruch. Kyslíkový nedostatek je dále zvýšen činností enzymů, aktivovaných nadbytkem  $C^{++}$  iontů a jestliže se zároveň uplatní omezení průtoku kapilárním řečištěm (činí až 60 %), dochází k asfyxii buňky. Protektivní účinek přívodu hořčíku (systémová vazodilatace, snížení odpovědi cév na katecholaminy, stabilizace membrán aj.) byl s úspěchem vyzkoušen v izraelské armádě v prevenci akustického traumatu při cvičných střelbách.

**Sledování odezvy EEG aktivity na akustickou zátěž  
osvětlilo působení hluku na spánek.** Při hladinách přesahujících 35 dB(A) byly zjištěny změny v kvalitě spánku, projevující se v prodloužení doby usínání, prodloužení doby nástupu prvního REM-spánku, v zkrácení podílu REM-spánku a zkrácení podílu III. a IV. spánkového stádia. Habituace reakce na rušivé zvuky a případný narůstající spánkový deficit umožní spánek i ve vyšších hladinách hluku, ale za cenu snížení jeho relaxačního efektu.

Zatímco u autonomních vegetativních reakcí, poruch sluchu a ovlivnění spánku platí úměra mezi velikostí expozice a velikostí účinku, u odpovědí, kde hraje významnou roli informační obsah zvuku, okolností působení a postoj příjemce, tomu tak není. Fyzikálně téměř neměřitelný zvuk může vyvolat významnou, subjektivně těžce prožívanou reakci, jejíž terapeutické zvládnutí může být velice obtížné.

**Mechanické vibrace vnímá člověk pomocí soustavy,  
která zajišťuje celkovou psychosomatickou citlivost.** Ta je ovlivněna celou řadou faktorů. Jedná se o komplexní fyziologický a psychologický vjem zprostředkovaný velkým počtem různých receptorů. Dané vzruchy se přenášejí centrální nervovou soustavou do mozku, kde se integrují a kde také vzniká subjektivní vjem daný působením vibrací. Velikost subjektivního vjemu je určena nejen kmitočtem, ale i rychlostí kmitavého pohybu.

Vjem vibrací na kmitočtech nižších než 15 Hz je dán funkcí vestibulárního aparátu. Ten určuje odezvu člověka na lineární nebo úhlové zrychlení hlavy, celkové vibrace těla a jeho polohu v prostoru. Vjem vibrací na nízkých kmitočtech je zprostředkován také receptory, které jsou v kloubech, šlachách a svalch. Vibrace o kmitočtech vyšších než 15 Hz jsou vnímány pomocí receptorů citlivých na tlak, které se nacházejí v kůži.

Expozice intenzivním vibracím je spojena s nepříjemným subjektivním vjemem nepohody, který může být posuzován jak z fyziologického tak i psychologického hlediska. Daný vjem bývá zpravidla popisován různými adjektivy jako rušivý, nepříjemný, nepohodlný, obtěžující nebo unavující kmitavý pohyb. Subjektivní posouzení nepohody je závislé na celé řadě faktorů (individuálních rozdílech, motivačních faktorech, zdravotním stavu, emočních faktorech, věku, pohlaví, denní době, sociálních faktorech, faktorech životního prostředí, délce expozice, poloze a činnosti jednotlivce aj.).

Obecně lze říci, že nepohoda vede k celkové únavě organismu. Při objektivním vyjádření její velikosti se používá některých fyziologických i psychologických kritérií, založených na určitých vyšetřeních a zkouškách, jako je EEG vyšetření, měření spotřeby kyslíku, energetického výdeje, tepové frekvence, kožního odporu, reakční doby, mentální výkonnosti, vyšetření zraku aj. Přesný a jednoznačný vztah mezi výsledky těchto vyšetření a stupněm nepohody nebyl dosud určen. Následující symptomy související s únavou organismu však byly pozorovány po expozici vibracím: **snížení pozornosti, zpomalené a zhoršené vnímání, pokles motivace, snížení výkonnosti** při provádění duševních a fyzických úloh. Horizontální vibrace o nízkém kmitočtu způsobují obecně vyšší únavu než stejné vertikální vibrace.

### **Zdravotní účinky hluku**

Nežádoucí účinky hluku můžeme s určitým zjednodušením rozdělit na:

- specifické (sluchové), které postihují činnost sluchového analyzátoru (sem patří zejména akutní a chronické poškození sluchu z hluku a jevy maskování);
- systémové (mimosluchové), ovlivňující regulační procesy a projevující se poruchami srdečně-cévního systému, metabolismu, spánku, vegetativní rovnováhy a psychické výkonnosti a pohody.

## **7.7.2 PŘEHLED ÚČINKŮ HLUKU NA LIDSKÝ ORGANISMUS**

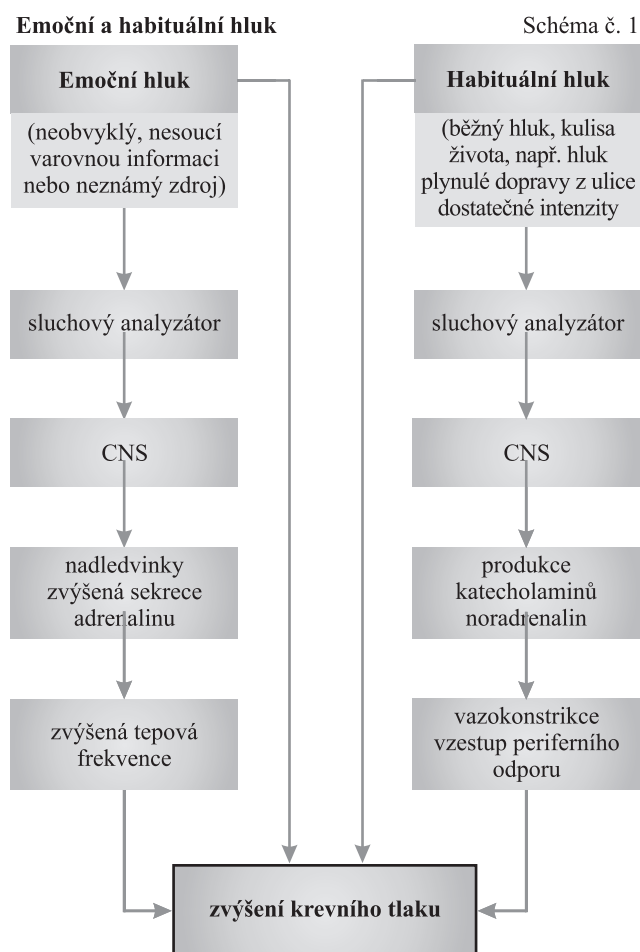
### **Specifické („sluchové“) účinky:**

- akutní akustické trauma;
- chronická porucha sluchu z hluku (dočasná, trvalá);
- maskování;
- horšení zpracování a vštěpování poznatků.

### **Systémové účinky:**

- funkční porucha v aktivaci CNS způsobující
  - o vegetativní reakce;
  - o hormonální odpovědi;
  - o biochemické reakce;
  - o poruchy spánku;
- funkční poruchy motorických a smyslově-motorických funkcí s ergonometrickými důsledky (změny zrakového pole, poruchy pohybové koordinace, úrazovost);
- funkční poruchy emocionální rovnováhy – rozrušení, rozmrzelost;
- ovlivnění kvality sociální interakce (v hluku klesá kvalita komunikace, míra empatie a stupeň altruistického chování – helping behaviour).

## Dvojí mechanismus vzestupu krevního tlaku při působení hluku



Nežádoucí účinky zvuků jsou podmíněny fyzikálními vlastnostmi zvuku a jeho dalšími vlastnostmi, které bychom mohli nazvat sociální. Fyzikální vlastnosti lze popsat jako **intenzitu zvuku**, jeho kmitočtové složení a časový průběh. Při popisu účinků zvuku na člověka používáme hladinu hluku vyjádřenou v **decibelech a korigovanou kmitočtově pomocí pásmového váhového filtru**, aby bylo vzato v úvahu, že zvuk v různých kmitočtech je vnímán sluchem s nestejnou citlivostí. Údaj o hladině akustického tlaku  $A$  se vyjadřuje v dB. Poněvadž většina hluků v našem prostředí nemá ustálený, ale proměnný charakter, vyhodnocuje se

průměrná úroveň sumy akustické energie, která působila v příslušném čase a tato **energeticky průměrná hladina se označuje jako ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A L_{Aeq}$**  (2). Většina hodnot, kterými jsou limitovány zdravotně přípustné hladiny hluku v životním prostředí, jsou buďto ekvivalentní (pro pracovní směnu, pro denní dobu, pro noční dobu) nebo okamžitě maximální hladiny hluku ( $L_{Amax}$ ).

Rizika, vyplývající z expozice hluku, jsou vyjádřena stanovením nejvyšší přípustných hladin zvuku. U nás jsou tyto limity prakticky shodné s hodnotami, platnými ve vyspělých západních zemích a jsou obsaženy ve Vládním nařízení č.502/2000 Sb.o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (4), které bude novelizováno v polovině roku 2004. Skutečný přehled nejvyšších přípustných hodnot uvádí tabulka 1.

To, co označujeme jako **sociální charakteristiky hluku**, je dáno především informačním obsahem zvuku, okolnostmi působení a postojem příjemce (postiženého). Informační obsah může mít podobu slov, ale i signálů nonverbálního charakteru, spojených s určitými významy, ohrožením, nepříjemnými zážitky apod. Tentýž hluk je hůře snášen v době usínání či při studiu než během dne a při fyzické práci. Více jsou tolerovány hluky ze vzdálenějších zdrojů, hluky z běžných činností, hluky způsobené osobami blízkými či oblíbenými.

Limity přípustných hladin mohou brát v úvahu tyto sociální charakteristiky **jen ve velmi omezené míře** (např. zpřísněním požadavku na ticho v noční době). Přičteme-li k tomu velké interindividuální rozdíly v sensitivitě na hluk, musí být jasné, že limity vyhlásky je třeba chápat jako nezbytnou konvenci, která je schopná usměrnit uspokojivě ochranu před nadměrným hlukem ve většině situací, ale **nezaručuje, že budou zahrnuta všechna individuální hlediska**. Na pacienta, který je citlivý vůči hluku, je třeba pohlížet jako na **člověka s určitým handicapem** a poskytnout mu odpovídající pomoc.

V případě expozice vibracím v budovách se vždy jedná o systémové účinky, postihující celý lidský organismus. Při prvním přiblížení můžeme na člověka nahlížet jako na mechanickou soustavu, vykazující řadu rezonancí (1 – 2 Hz, 4 – 8 Hz). Působení vibrací na rezonačních kmitočtech lidského těla je subjektivně nepříjemné. Při vyšších intenzitách může být i s ohledem na zdraví nebezpečné, neboť uvnitř organismu se tak vyvolávají velké dynamické síly. Kromě intenzity a kmitočtu vibrací je rozhodující jejich časový průběh. Velikost vibrací vyjadřujeme efektivními hodnotami nebo hladinami zrychlení, případně rychlosti,

Přehled nejvyšších přípustných hodnot hluku podle Vládního nařízení č.502/2000 Sb.

Tab. 1

Položka	Druh prostředí nebo zdroje	Základní hladina dB	Hodnocená veličina	Rozsah korekcí	Příčina korekcí
1	pracovní prostředí	85	za 8 hodin	0 až +40	druh činnost
2	hluk z venkovních zdrojů uvnitř chráněných vnitřních prostor staveb	40	$L_{Aeq}$ pro průměrnou hodinu	-5 až +20	způsob využití místnosti
3	hluk ze zdrojů uvnitř chráněných vnitřních prostor staveb	40	$L_A$ max	-5 až +20	způsob využití místnosti
4	hluk v chráněném venkovním prostoru a v chráněném venkovním prostoru staveb	50	$L_{Aeq}$	-10 až +20 +12 = korekce na tzv. starou hlukovou zátěž *	způsob využití území
5	hluk z leteckého provozu ve venkovním prostoru	65	$L_{Aeq}$ pro průměrnou hodinu	-5 až +10	způsob využití území

(podle J. Kaňky)

\* Stará hluková zátěž je stávající stav hlučnosti ve venkovním prostoru působený převážně hlukem z dopravy vzniklý do 1.1.2001.

stanovenými v místě přenosu vibrací na člověka. Kromě metod pásmové (třetinooktávové a oktávové) analýzy vibrací se k jejich měření používají speciální váhové filtry, vyjadřující svým průběhem kmitočtovou závislost vjemu vibrací.

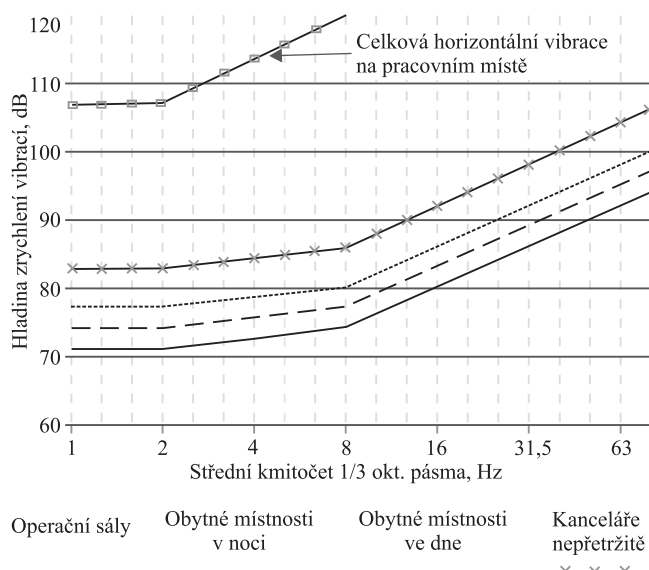
Z hlediska odezvy jsou nebezpečné otřesy lidského organismu, vyvolané mechanickými rázy. Ty se charakterizují jako jednorázové přechodové děje, při nichž se v důsledku náhle změny budicí síly v krátkém čase mění poloha mechanické soustavy. Jejich účinky na člověka jsou mnohem nepříznivější a zcela rozdílné od účinků ustálených nebo proměnných vibrací. Dále je důležitý směr působících vibrací a skutečnost, zda-li se vibrace přenáší na celý lidský organismus, nebo je-li přenos omezen jen na část těla. V prvním případě hovoříme o celkových horizontálních nebo vertikálních vibracích, které jsou typické i pro přenos vibrací v budovách. Do druhé skupiny se řadí místní vibrace přenášené na ruce nebo místní vibrace přenášené zvláštním způsobem (na páteř, hlavu atp.).

Zvláštní problém představují celkové vertikální vibrace o kmitočtu nižším než 0,5 Hz, vyvolávající tzv. kinetózy nebo-li nemoci z pohybu. Jejich účinek na lidský organismus je obecně odlišný od vibrací o vyšších kmitočtech.

Vibrace v budovách se posuzují podle přísných kritérií. Limitní hodnoty celkových vibrací byly mezinárodně přijaty na základě výsledků experimentálních studií, spočívajících ve stanovení křivek shodného prahového a nadprahového vjemu a subjektivní rušivosti vibrací zdravých dospělých jedinců. Podle těchto křivek byla určena i kmitočtová závislost i velikost limitních hodnot vibrací v budovách, které jsou upraveny citovaným nařízením vlády č. 502/2000 Sb. Kmitočtový průběh nejvyšších přípustných hodnot ukazuje schéma 2. V porovnání s expozicí v pracovním prostředí jsou limitní hodnoty vibrací v budovách přibližně 30 x nižší a pohybují se těsně nad prahem vnímání.

V roce 2004 byla vydána ČSN ISO 2631-2, která stanoví hodnocení expozice člověka celkovým vibracím v budovách. Principy ochrany před nepříznivými účinky vibrací, obsažené v této normě, jsou shodné s výše citovaným nařízením vlády č. 502/2000 Sb. a z rozhodnutí MZ ČR je tato norma závazná. Nutno poznamenat, že takto pojaté limitní hodnoty zajišťují ochranu u 80 – 90 % populace. Citliví a vnímaví jedinci stejně tak jako osoby nějakým způsobem narušené mohou tyto vibrace subjektivně považovat za nepřijatelné, což také bývá příčinou vleklých sporů.

Nejvyšší přípustné hodnoty vibrací v budovách Schema 2



Na rozdíl od celkových vibrací na pracovištích, kde míra jejich nepříznivého působení je dána celkovou dávkou nebo množstvím přenesené energie, u vibrací v budovách je rozhodující jejich okamžitá velikost. Dané limitní hodnoty jsou tedy absolutní a nelze je korigovat podle doby expozice.

Expozice vibracím v budovách je obvykle spojena s hlukovou expozicí. Často je také kombinována s působením nepřímých vibrací, jako jsou vibrace vizuálního pole (pohyb květin a lehkých předmětů). Tyto všechny faktory zvyšují nepříznivou odezvu člověka v daném prostředí. V této souvislosti je nutno zmínit i zvuk, který se šíří konstrukcí budovy a který je vnímán, položí-li člověk hlavu například na polštář. Podle stávajících předpisů není v podstatě možné tento hluk hodnotit. Lidé nesprávně rozlišují zdroje a působení hluku a vibrací. To se týká především přerušovaných vibrací a otřesů, kdy v důsledku doprovodných jevů (kmitání okenních skel, cinkání skleniček, pohyb svítidel aj.) dochází k prohloubení subjektivního sluchového vjemu a bezprostřednímu vyvolání pocitu strachu.

### 7.7.3 INTERVENCE OMEZUJÍCÍ POŠKOZENÍ ZDRAVÍ Z HLUKU

#### Individuální intervence

##### A. Opatření snižující riziko poškození sluchu z hluku

Nebezpečí poruchy sluchu z hluku je obvykle spojeno s profesionální expozicí. Neplatí to plně: existují i rizikové neprofesionální expozice, spojené zejména s trávením volného času a různými koníčky. Patří mezi ně sportovní i myslivecké střelctví, sportovní i vodní motorismus, některé formy modelářství (např. rakety, upoutané letecké modely), obrábění dřeva, řezání kamene, používání motorových řetězových pil a malé zemědělské mechanizace, hra na některé hudební nástroje, hlasitý poslech hudby a jiné činnosti. Expozice se projevuje poškozením sluchu, které bude mít obvykle delší latenci a mírnější progresi než u profesionálních případů, nebo přispěje k časnějšímu rozvoji presbykuse.

O míře rizika rozhoduje obdržená hluková dávka, tj. účinná hlasitost zdroje krát doba působení. (Děti mají krátké ucho a zdroj hluku je u nich blíže u ucha, je účinnější než u dospělých). Výhodné je přerušování hlučné činnosti přestávkami.

Vždy doporučujeme zajímat se při koupi zařízení o hlučnost. Je to kvalitativní parametr.

Je vhodné používat osobní ochranné pomůcky, je jich dostatečný výběr, takže je možno mít pomůcku, která subjektivně vyhovuje a při tom účinně chrání.

Při velmi hlučných činnostech je vhodné použít sluchátkové (mušlové) chrániče; kvalitní stojí několik set korun.

Pro ostatní případy jsou k dispozici zvukovodové chrániče několika typů: plastické, rezonanční, zátky s tvarovou pamětí, mikrovata.

Hlučná činnost se nemá vykonávat v malém prostoru. Zvuk se odrazí od stěn a jeho hladina se zvýší. Není např. vhodné, jestliže děti, cvičící se ve hře na hlučný hudební nástroj, hrají v miniaturních zkušebnách, které nemají ani pohltnou úpravu stěn.

U osob, které se chtějí věnovat hlučné činnosti, by měla předcházet zdravotní prohlídka, při níž by byl posouzen stav sluchu a vzaty do úvahy případné kontraindikace. Odborným vyšetřením u odborného – ušního lékaře by měly projít především děti, a to i tzv. zdravé děti, nejen ty se záněty středouší v anamnéze. To samozřejmě platí nejen pro vstup do hudební školy či motoristického kroužku, ale i pro volbu učebního poměru v hlučné profesi.

Často jsou vedeny spory o **škodlivosti poslechu hlasité hudby** mladými lidmi. Hudební hluk je pro sluch stejně škodlivý jako každý jiný hluk; i u něj záleží na velikosti expozice a době působení. Mladí posluchači se mohou na diskotékách a při koncertech setkat s hladinami zvuku, které jsou srovnatelné s nejrizikovějšími pracovišti v průmyslu. U mladistvých nedochází častěji k poškození sluchu jen proto, že na hudebních produkcích tráví jen několik málo hodin týdně. Po 3 – 4 letech se ve skupině posluchačů najde více poruch sluchu (převážně na frekvencích 3 – 6 kHz) než u neposluchačů, ale rozdíl nebude statisticky významný. Podle německé studie z 90.let si ale 25 % návštěvníků diskoték stěžuje na ušní šelesty a 9 % na bolest. Mladí lidé by tedy neměli navštěvovat více než 1 diskotéku týdně, neměli by se zdržovat v blízkosti reproduktorů, u walkmenů by neměli využívat plného výkonu. Riziko zvyšuje kombinace s jinými hlučnými zálibami.

#### Na závěr lze uvést tato doporučení:

- kupovat zařízení či stroj s co nejmenší produkcí hluku;
- omezení doby expozice a dělat přestávky;
- používat prostředků na ochranu sluchu;
- podstoupit zdravotní prohlídku v indikovaných případech (u dětí).

#### **B. Opatření snižující riziko systémových (zejména oběhových) účinků.**

Riziko **kardiovaskulárních onemocnění** ze života v hlučném prostředí je možno omezit individuálním chováním jen do jisté míry. **Lidé, kteří musí žít v průměře hluku, by měli dodržovat režimová a dietní opatření, směřující k prevenci hypertenze. Ve volném čase by měli preferovat pobyt v tichu.** Účelná se jeví snaha zajistit **dostatečnou saturaci organismu hořčíkem** vzhledem k jeho vyšším ztrátám v hluku a jeho prokázané úloze v patogenese nemocí, souvisejících se stresem. **Lékař by neměl vyvolat iatrogenní reakci přílišným zdůrazňováním možných škod z hluku. Nezapomeňme, že mají statistický charakter.**

#### **C. Opatření při stesku pacienta na rušivé a obtěžující účinky hluku.**

Pacient často přichází s nejrůznějšími somatickými potížemi jako např. stížnostmi na bolesti hlavy, obtíže při usínání a časté buzení, neklid, nesoustředění, nechutenství aj. a uvádí tyto potíže do souvislosti s hlukem. Někdy spojuje s působením hluku i vážnější stavy. Doporučujeme v takových situacích postupovat velmi obezřetně. Nemocný od nás očekává potvrzení závislosti potíží na hluku. Přímá fyziologická závislost tu ale v podstatě není. Je to postoj nemocného k hluku, který z nevýznamného podnětu dělá podnět s patogenetickým účinkem. **Pacient nesmí být utvrzen v předstávě, že k úlevě od potíží nedojde bez odstranění hluku.** Musí být přesvědčen o tom, že si do značné míry může s pomocí lékaře pomoci sám.

**Abychom neztratili důvěru nemocného, postupujeme opatrně:**

- Popisované potíže nezlehčujeme.
- Nepopíráme, že mohou nastávat v souvislosti s výskytem rušivého hluku.
- Vysvětlíme pacientovi, že hluk, který ho obtěžuje, není schopen mu sám o sobě, svou fyzikální energií, ublížit na zdraví a vyvolat nějakou závažnou poruchu či potíže. Snažíme se, aby nemocný pochopil, že případnou "škodlivost" přidává k působícímu hluku teprve jeho přestřelující obranná reakce.

- Souhlasíme, že hluk má být zmírněn nebo odstraněn, ale připomínáme, že původce je povinen odstranit pouze hluk, který překračuje nejvyšší přípustnou hladinu, stanovenou předpisy. Upozorníme, že procedura, kterou bude původce hluku donucen k opatřením může být obtížná, dlouho trvat, že efekt nemusí být příliš veliký a nemusí splnit očekáváníí. Případně vyjádření pro úřední jednání formulujeme tak, že jmenovaný trpí určitým onemocněním nebo potížemi a že proto by snížení hluku bylo prospěšné jeho zdraví. Konstatování, že rušivý hluk **je příčinou potíží, použijeme jen v naprosto jednoznačných situacích** a po předchozí konzultaci s orgánem veřejného zdraví.
- Navrhujeme postiženému, aby sám udělal pro zlepšení své situace to, co je možné, i když to není jeho povinností a i když tím vlastně dělá ústupek ve svém sporu a přesvědčujeme ho, že je to **v jeho zájmu, že takovým způsobem pomáhá odstranit své potíže.**
- Přislíbíme, že mu poradíme, jak překlenout dočasné potíže a případně mu na přechodnou dobu předepíšeme prostředek na uklidnění či na zlepšení spánku. **Možnosti postiženého zlepšit svou situaci jsou:**
- V stavebně-technické oblasti: je možno snížit pronikání hluku zvenčí zlepšením utěsnění oken (pozor, neutěšňovat okna v místnostech s plynovými spotřebiči s otevřeným spalováním) nebo dodatečným zasklením třetím sklem. V některých případech se sníží hluk, pronikající do bytu, jestliže se provedou stavební úpravy, zvyšující neprůzvučnost stěn nebo pohltivost místnosti. Je možno se obrátit na specializované firmy zabývající se jak poradenstvím, tak přímo realizacemi.
- V režimových otázkách: pomoci může volba klidnější místnosti bytu za místo ke spaní či pobytu. Dochází-li k rušení v určitou denní dobu, je vhodné na tutéž dobu přesunout vlastní hlučné aktivity (úklid apod.) nebo pochůzky mimo byt.
- V použití tlumičů hluku, vkládaných do zvukovodu. Pro snížení rušivosti je nejvhodnější mikrovata, poněvadž se nejlépe snáší. Její použití může příznivě ovlivnit usínání nebo probouzení rušivým hlukem, ale uplatní se i při četbě, studiu apod.
- Jistou pomocí může být i vytvoření vlastní zvukové kulisy, která maskuje rušivý hluk. Obvykle jde o obsahově indiferentní hudební pořady. Je to technika např. studentů při učení. Duševní práce při zvukové kulise je oproti práci v rušivém prostředí usnadněna. Zvuková kulisa je, ale vždy nouzové řešení a práce při ní je únavnější než práce v klidném prostředí.

#### **D. Opatření snižující vibrace v budovách**

Pojetí snižování vibrací a hluku jsou částečně odlišná. Základním cílem opatření je snížit velikost daných fyzikálních faktorů pod práh vnímání, případně slyšení. **Avšak v případě vibrací lze tohoto požadavku snadněji dosáhnout.**

Celkové vibrace v budovách nedosahují takové intenzity, aby mohly být příčinou přímého poškození organismu. Přesto je žádoucí, je cíleně snižovat. Vycházíme přitom z výsledků měření, které musí provádět školený specialista se zkušeností z měření vibrací.

Problematiku vibrací vyvolaných dopravou a šířících se od průmyslových zdrojů je třeba řešit zásadním způsobem, a to opatřeními a úpravami přímo na zdrojích.

**Základním požadavkem při provozu strojů a zařízení v budově je volba vhodného typu, včetně návrhu umístění a uložení. Hluk a vibrace v budově vyvolané provozem strojních výťahů i dalších zařízení lze účinně snížit náležitým**

pružným uložením. Často se stává, že optimální návrh pružného uložení je znehodnocen nekvalitní prací zedníků nebo montérů, kteří mechanicky propojí základ stroje s konstrukcí budovy. Proto se po realizaci uložení doporučuje kontrolní měření vibrací, kterým se ověří účinnost pružného uložení.

**Vibrace vyvolané provozem domácích spotřebičů nebývají častým předmětem stížností.** Stejně tak jako v případě hluku je míra jejich nepříznivého působení závislá na jejich umístění, správné obsluze a optimálním nastavení a denní době, kdy jsou používány. Jejich ohleduplným provozováním lze předejít nepříznivé reakci u obyvatel domu.

V této souvislosti je třeba zmínit i následující zkušenost. Nyní stále častěji zaznamenáváme nespécifické stížnosti nějakým způsobem postižených nebo narušených osob na údajné působení infrazvuku, vibrací a hluku, případně elektromagnetických polí. Ukazuje se, že problém lze rychle vyřešit změřením příslušných fyzikálních faktorů, kdy se prokáže, že podstata problému leží někde jinde.

### **Komunitní intervence**

Vytvoření akusticky příznivého životního prostředí a snížení vibrací v budovách záleží v účelné kombinaci urbanistických, technických a organizačních opatření.

Opatření se týkají řešení sídelní dopravní sítě, vedení hlavních dopravních cest, soustředování, plynulosti a omezování či vylučování určitých druhů dopravy (např. těžké nákladní), omezování rychlosti (v obytných čtvrtích je v obytných ulicích řady měst v SRN nařízena rychlost 30 km/h), technických prohlídek vozidel, výstavby protihlukových bariér aj. Zřizují se zóny ticha a pěší ulice. Z hlediska snížení vibrací je důležitá řádná údržba komunikací.

Opatrnosti je třeba při rozhodování o umístění hlučných provozoven a zařízení v obytných domech nebo v jejich blízkosti. Smutnou proslulost si v tomto směru získaly v posledních letech zejména diskotékové kluby, restaurace se zahrádkami, opravy automobilů a další.

Nelze-li výrazné zdroje vibrací provozovat mimo obytnou zástavbu, je třeba vybrat vhodný typ zařízení s nízkou intenzitou vibrací, navrhnout vhodné umístění a uložení stroje či zařízení a dbát na pečlivou realizaci tohoto návrhu. Náhradní opatření, jako je přerušení cesty přenosu vibrací od zdroje k obytné budově pomocí rýh, se ukazují jako neúčinná. Projektové organizace taková opatření s oblibou navrhnou, avšak dosažené výsledky však nejsou zpravidla adekvátní vynaloženým prostředkům.

Snižování vibrací v budovách v důsledku otřesů, způsobených odstřely v lomech a dolech je třeba provádět v návaznosti na geologický průzkum lokality. Obecně platí, že s menší náloží se vyvolá nižší odezva vibrací v budovách i nižší hladina impulzního hluku ve venkovním prostoru. Nutný je však trvalý hygienický dozor.

Plány na snižování hluku a vibrací by měly být samozřejmě součástí komunitních programů, jako např. „Zdravé město“, „Zdravá škola“ apod.

Podrobnější poučení o otázkách snižování hluku a o urbanistické a stavební akustice je možno najít v literatuře.

### **Společenská intervence**

Hluk a vibrace jsou stále částí populace chápány jako projev moci a síly. Zejména hluk je přijímán jako samozřejmý průvodní jev moderní civilizace a je za určitých situací zbytečně tolerován. Proti kultu hluku je třeba stavět hodnotu ticha, jeho vzácnost a jeho blahodárný účinek na člověka.

### **Literatura**

⇒ WHO Guidelines for Community Noise, 2002, [www.who.int/environmental\\_information/Noise/ComnoiseExec.htm](http://www.who.int/environmental_information/Noise/ComnoiseExec.htm)

⇒ Havránek J. a kolektiv: Hluk a zdraví. Praha, Avicenum 1990, s. 280

⇒ Šišma P. a kolektiv: Odborné zprávy Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí : Zdravotní důsledky a rušivé účinky hluku. Praha, SZÚ 1995–2002.

⇒ Nařízení vlády č. 502/2000 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

⇒ Kaňka J.: Akustika v architektuře. Praha ČVUT, stavební fakulta, 1995.

⇒ ČSN ISO 2631-2 Vibrace a rázy – Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 2: Vibrace v budovách (1 Hz – 80 Hz).

⇒ Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací, věstník MZ ČR č. 1/2002.

## **7.8 ELEKTRICKÁ, MAGNETICKÁ A ELEKTROMAGNETICKÁ POLE**

V České republice je expozice elektromagnetickému poli omezoována maximálními přípustnými hodnotami stanovenými nařízením vlády č. 480/2000 Sb. o ochraně zdraví před neionizujícím zářením. Tyto hodnoty vycházejí z experimentálně dobře ověřených a kvantifikovaných krátkodobých účinků elektromagnetických polí a zařízení, jež byly podrobně zkoumány organizací ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením) a byly zveřejněny v podobě doporučení, které tato organizace publikovala v roce 1998.

Na rozdíl od jiných faktorů prostředí jsou elektromagnetická pole jak v bytech tak v pracovním prostředí poměrně běžná. Zdroji elektromagnetického pole jsou elektrické proudy, které se vyskytují ve všech elektronických zařízeních. Drtivá většina elektronických přístrojů však ke své funkci vyžaduje takové proudy, že jimi produkované elektromagnetické pole je hygienicky zanedbatelné. Jen ve vysokoproudých provezech a v blízkosti vysílacích antén se mohou vyskytnout intenzity pole, který by mohly způsobit expozici překračující nejvyšší přípustné hodnoty.

Elektromagnetická pole je nejprve dobré rozdělit do několika frekvenčních pásem.

Úplné kmitočtové spektrum elektromagnetických polí je uvedeno v tab. 1.

Ve všech kmitočtových pásmech je elektromagnetické pole popisováno čtyřmi veličinami. Dvě tzv. základní veličiny jsou intenzita elektrického pole **E**, jejíž jednotkou je volt na metr [V/m] a magnetická indukce **B**, jejíž jednotkou je tesla [T].

Dalšími dvěma veličinami tzv. odvozenými jsou elektrická indukce **D**, jejíž jednotkou je coulomb na metr čtvereční [C/m<sup>2</sup>] a intenzita magnetického pole **H**, jejíž jednotkou je ampér na metr [A/m]. V hygienické praxi se však používají z těchto čtyř veličin pouze veličiny základní.

Intenzita elektrického pole a magnetická indukce jsou v nařízení vlády č. 480/2000 Sb. o ochraně zdraví před neionizujícím zářením používány jako referenční hodnoty. Pro frekvence vyšší než 10 MHz se ještě používá veličina hustoty zářivého toku **S=E·H**, jejíž jednotkou je watt na metr čtvereční [W/m<sup>2</sup>]. Tato veličina má při vyšších frekvencích větší vypovídající hodnotu o expozici než osamocené složky elektrického a magnetického pole.

Nařízením vlády č. 480/2000 Sb. zavádí dále maximální

Korpuskulární $\alpha$ , $\beta$ ; kosmické záření - protony, mezony; (radioaktivní rozpad; urychlené částice)			ionizující	Rychlé částice
diagnostika, terapie, stopování pomocí radioizotopů	záření $\gamma$ rentgenové záření	$f > 3000$ PHz $f (1,7 \text{ PHz} ; 3000 \text{ PHz})$		
Slunce; umělé zdroje	ultrafialové záření	$f (750 \text{ THz} ; 1,7 \text{ PHz})$	neionizující	Elektromagnetické záření
všude	viditelné záření	$f (380 \text{ THz} ; 750 \text{ THz})$		
	infračervené (tepelné) záření	$f (300 \text{ GHz} ; 380 \text{ THz})$		
Radar, ohřev, spoje, družice, přenos dat	milimetrové vlny	$f (100 \text{ GHz} ; 300 \text{ GHz})$		
	centimetrové vlny	$f (2 \text{ GHz} ; 100 \text{ GHz})$		
Televize, mobilní telefony	decimetrové vlny	$f (100 \text{ MHz} ; 2000 \text{ MHz})$		
VKV (FM) rozhlas	metrové vlny	$f (88 \text{ MHz} ; 108 \text{ MHz})$		
Krátkovlnný rozhlas; vysokofrekvenční ohřev	desetimetrové až stometrové vlny	$f (1,5 \text{ MHz} ; 30 \text{ MHz})$		
AM rozhlas	střední a dlouhé rozhlasové vlny	$f (300 \text{ kHz} ; 1500 \text{ kHz})$		
Speciální komunikace, geofyzikální průzkum	velmi dlouhé vlny (VDV)	$f (100 \text{ kHz} ; 300 \text{ kHz})$		
Slaboproudá zařízení, televizní a počítačové vakuové monitory Technická zařízení, indukční ohřev, tramvaj	nizkofrekvenční pole	$f (100 \text{ Hz} ; 100 \text{ kHz})$		
Transformátory, síťový rozvod, el. spotřebiče	elektrická a magnetická pole s frekvencí energetické sítě	$f = 50 \text{ Hz}$		
Tramvaje, metro	velmi pomalu proměnná pole	$f < 10 \text{ Hz}$		
Geomagnetické pole, atmosférická elektřina, technické zdroje	statické elektrické a magnetické pole	$f = 0 \text{ Hz}$		

přípustné hodnoty, které přímo souvisí s fyziologickými účinky pole. Těmito maximálními přípustnými hodnotami jsou hustota proudu indukovaného v těle vnějším elektromagnetickým polem  $J$ , jejíž jednotkou je ampér na metr čtvereční [ $A/m^2$ ] a měrný absorbovaný výkon SAR, jehož jednotkou je watt na kilogram [ $W/kg$ ]. Od frekvence 10 GHz je maximální přípustnou hodnotou hustota zářivého toku  $S$ .

### 7.8.1 ROZLIŠENÍ MEZI POJMY POLE A ZÁŘENÍ

Zatímco označení pole je použitelné zcela obecně, pojem záření je možné používat pouze pro ta pole, která se dokážou odpoutat od svého zdroje a zformují tak elektromagnetickou vlnu. Tento jev je sice obecně možný na všech kmitočtech, avšak ke skutečnému vyzařování dochází až v případě, kdy jsou rozměry zdroje srovnatelné s vlnovou délkou. V takovém případě jsou pak vektory elektrického a magnetického pole svázané a společně tvoří elektromagnetickou vlnu.

Pokud jsou rozměry zdroje podstatně menší než vlnová délka, pole jsou vázána na své zdroje a složka elektrického pole je oddělena od složky pole magnetického.

### 7.8.2 ÚČINKY ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍ NA ORGANISMUS

Prokázané přímé účinky elektromagnetických polí a záření na člověka jsou dva: ohřívání tkáně těla při absorpci vysokofrekvenčního elektromagnetického záření a působení elektrických proudů indukovaných v těle elektrickým a proměnným magnetickým polem. Podle frekvence lze pak tyto účinky zařadit takto:

- Ve frekvenčním pásmu 0 Hz – 100 kHz se jedná výhradně o účinky netepelné.

- Ve frekvenčním pásmu 100 kHz – 10 MHz se pak vyskytuje společné působení tepelných a netepelných účinků.
- Ve frekvenčním pásmu 10 MHz a výše se pak prakticky vyskytují pouze účinky tepelné.

#### Pojednejme nejprve stručně o účincích tepelných.

Pokusy s dobrovolníky umístěnými celým tělem v silném vysokofrekvenčním elektromagnetickém poli vedly k zjištění, že tělesná teplota exponované osoby po zapnutí pole nějakou dobu stoupala, avšak přibližně po šesti minutách se ustálila na nové vyšší hodnotě. O jeden stupeň Celsia se tělesná teplota zvýší při měrném absorbovaném výkonu rovném 4 wattům na kilogram tkáně. ICNIRP stanovil nejvyšší přípustný měrný absorbovaný výkon při působení elektromagnetického záření na celé tělo rovný 0,4 W/kg, tedy desetkrát nižší. Pro obyvatelstvo byla pro nejvyšší přípustný měrný absorbovaný výkon stanovena hodnota 0,08 W/kg, tedy padesátkrát nižší, než je měrný absorbovaný výkon způsobující při expozici celého těla zvýšení tělesné teploty o jeden stupeň Celsia. Zahřátí, které takto slabý přívod energie do těla způsobí, nejen nemůže vyvolat jakékoli subjektivní pocity, ale není ani objektivně zjištělné. Intenzita polí, do kterých se může dostat obyvatelstvo, je zpravidla natolik nízká, že měrný absorbovaný výkon v tkáni je ještě řádově nižší než přípustný. Zaměstnanec pracující v blízkosti antény silného vysílače se může naopak dostat do pole, které by bez ochranných pomůcek mohlo vážně poškodit jeho zdraví – ohroženy jsou zvláště oči. Působí-li elektromagnetické záření jen na malou část těla, jak tomu je například při používání mobilního telefonu, připouští se měrný absorbovaný výkon v této části těla vyšší.

Na rozdíl od vysokofrekvenčních polí a záření způsobujících ohřívání tkáně, nepříznivé účinky *nizkofrekvenčního* elektrického a magnetického pole jsou způsobeny indukovanými proudy v těle a jsou označovány jako netepelné. V tabulce č. 2, převza-

té z komentáře k evropské přednormě ENV 50166/1995, jsou uvedeny jevy pozorované při různých hustotách stejnosměrného a nízkofrekvenčního elektrického proudu v těle člověka.

Tab. 2

Proudová hustota ( $A/m^2$ )	Projevy
< 0,001	nebyly zjištěny žádné projevy
0,001- 0,01	nepatrné biologické projevy
0,01- 0,1	dobře zjištěné jevy, vizuální efekty (magnetofosfery), možnost ovlivnění nervové soustavy, publikovány zprávy o snazším hojení zlomenin
0,1 - 1	zjištěny změny v dráždivosti nervového systému; práh stimulace, možná zdravotní rizika
> 1	možné extrasystoly a ventrikulární fibrilace; nesporná zdravotní rizika

Maximální přípustná hodnota indukovaných proudových hustot uvedená v nařízení vlády č. 480/2000 Sb. je stanovena hodnotou  $0,01 A/m^2$  a leží právě ještě pod úrovní, při které se začíná objevovat dráždění nervů a svalové tkáně.

Nízkofrekvenční elektrická a magnetická pole, s kterými se mohou obyvatelé setkat, mají natolik nízkou intenzitu, že hustota elektrického proudu, který tato pole v těle indukují, je podstatně menší než hustota pokládaná stále ještě za neškodnou. Jde zpravidla o proudy indukované v těle proměnným magnetickým polem vyskytujícím se kolem každého vodiče, kterým protéká proud. Toto magnetické pole velmi rychle klesá se vzdáleností od vodiče (případně od transformátoru). Například v domech stojících blízko vedení vysokého napětí bývá střídavé magnetické pole s frekvencí sítě jen o málo větší než v domech od vedení vzdálených. Ani elektrická a magnetická pole vyskytující se v blízkosti zapnutých elektrických spotřebičů – vysavačů, praček, ledniček, televizorů, počítačů, počítačových monitorů – nemají

intenzitu dostatečnou k tomu, aby v těle indukovala proudy, jejichž hustota by podle současného stavu znalostí o působení elektromagnetických polí na biologické objekty mohla působit nepříznivě na zdraví lidí. Všechna tato pole velmi strmě klesají se vzdáleností od svého zdroje.

### Ochrana před možnými účinky elektromagnetických polí

K doporučení publikovaném organizací ICNIRP, jež bylo převzato Českou republikou v podobě nařízení vlády č. 480/2000 Sb. o ochraně zdraví před neionizujícím zářením,

dala Světová zdravotnická organizace (WHO) explicitní prohlášení, že jeho dodržování pokládá za dostatečnou ochranu zdraví.

Dostatečnou ochranou zdraví před možnými účinky elektromagnetických polí je tedy dodržování limitů stanovených v nařízení vlády č. 480/2000 Sb.

### Literatura

1. Nařízení vlády ze dne 22. listopadu č. 480/2000 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením. (Sbírka zákonů, Česká republika, částka 139, str. 7582-7621.)
2. Informace č. 1 až č.13 Národní referenční laboratoře pro neionizující elektromagnetická pole a záření
3. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics 66, January 1994, No. 1, str. 100 – 106.
4. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines on limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74, April 1998, No. 4, str. 494 – 522
5. M. H. Repacholi: Low-Level Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields: Health Effects nad Research Needs. Bioelectromagnetics 19, str. 1 – 19 (1998).
6. Video Display Units (VDUs) and Human HEALTH. World Health Organization Press Office, Fact Sheet No 201, July 1998.

# 8 STERILIZACE, DEZINFEKCE, MECHANICKÁ OČISTA

## 8.1 ÚVOD

Vzájemný vztah mezi lidmi a mikroorganismy, vyvíjející se celé věky, se v poslední době závratně zrychluje, hlavně vinou změn v životním prostředí a změněného chování lidí. Objevují se noví a vracejí se staří původci infekčních onemocnění, stoupá rezistence bakterií na antibiotika, narůstá počet nosičů nákaz a jejich přenašečů, od komárů až po domácí mazlíčky.

Znečištění životního prostředí toxickými spady a karcinogeny, ekologická postižení sahající od spodních vod až po ozónovou vrstvu znamenají výrazné ohrožení života, kdy ekologické změny jsou spojeny s epidemiologickou situací.

Vznikem a rozvojem zemědělství, domestikací zvířat, vysazováním nových porostů, výstavbou vesnic, měst, vznikem průmyslu, zaváděním nových technologií výroby se vytvářejí nové podmínky ekologicky výhodné pro různé mikroorganismy. K jejich šíření napomáhá doprava po souši, moři i ve vzduchu. Změnami bydlení, sexuálního chování, stravovacích zvyklostí a způsobu oblékání se mění životní podmínky lidí a tím i původců infekcí. Čím rychleji tyto změny probíhají, tím rychleji se objevují nové nemoci způsobující izolované případy nebo místní epidemie (hemoragické horečky, Lymešská borelioza, Legionářská nemoc, AIDS, syndrom toxického šoku, SARS), nebo se začínají znovu objevovat a nekontrolovatelně šířit dávno známé infekce (černý kašel, záškrta, cholera, malárie, tuberkulóza, syfilis, spalničky atd.). Přízpusobivost lidského imunitního systému není bohužel nekonečná, proto se v současné době setkáváme se stále rostoucím množstvím infekčních onemocnění. Základní hygienická opatření, zlepšení kvality pitné vody, kanalizační systém, větrání, chlorování pitné vody, pasterizace mléka a jiných produktů, zmrazování s bezpečnou manipulací s potravinami a obecné hygienické návyky jsou základní péčí o zdraví jednotlivce a musí se stát veřejným zájmem.

V životním prostředí se vyskytuje velké množství různých mikroorganismů. Převážná většina je pro člověka, zvířata a rostliny neškodná, některé jsou naopak pro živočichy velice potřebné a žijí s nimi v **symbióze**. Jsou nezbytné pro jejich život. Některé mikroorganismy však mohou vyvolat velice závažná i smrtelná **onemocnění**, mohou vést k trvalé invaliditě i smrti lidí, případně **znehodnotit** suroviny, materiály a výrobky.

Za hlavní příčiny zdravotního ohrožení populace infekcemi se považují selhání veřejných zdravotních opatření, ekonomický rozvoj a změny ve využívání půdy, mezinárodní turistický ruch a obchodní styk, změny technologie a rozvoj průmyslu, změny demografických hodnot a změny chování lidí, adaptabilita a změny vlastností mikroorganismů, přírodní katastrofy, v poslední době také bioterorismus.

Riziko vzniku a šíření infekcí nezmizelo, naopak trvá a dokonce stoupá. V celosvětovém měřítku jsou a zůstávají infekční nemoci stále první a hlavní příčinou smrti. Vyrůstá počet zoonóz, větší počet mutací pozměněných a na léky rezistentních mikroorganismů, noví přenašeči, další degradace životního prostředí a populační tlaky, přírodní katastrofy, válečné konflikty. O tom, jaký bude výsledek setkání člověka či zvířete s mikroorganismy a zda dojde ke vzniku infekční-

ho onemocnění rozhodují ve značně zjednodušeném pohledu následující podmínky:

1. schopnost mikroorganismů vyvolat onemocnění (virulence)
2. množství mikroorganismů, které vnikly do těla
3. schopnost makroorganismu reagovat a bránit se mikroorganismu.

Jedním ze základních opatření k zabránění škodlivého působení mikroorganismů je sterilizace, dezinfekce, konzervace a sanitace. Provádějí je profesionální výkonní pracovníci v dezinfekci, ale i ostatní, kteří provádějí úklid a dezinfekci v jiných oborech v rámci svého profesionálního zaměření ve zdravotnictví, potravinářství, komunální oblasti a provozovnách péče o tělo, ale i v domácnostech v epidemiologicky zdůvodněných případech.

Mikroorganismy jsou trvale v životním prostředí v půdě, ve vodě a ve vzduchu. Mikroorganismy, které trvale osídlují některé tkáně a sliznice vytvářejí rovnovážný stav, který brání tomu, aby se na sliznici a tkáních usídlili patogenní mikroorganismy. Množství a zastoupení mikroorganismů u každého jednotlivce je závislé na jeho věku, pohlaví, výživě a zdravotním stavu, ale i bydlení, pracovním prostředím a životním stylu, působením léků, především antibiotik apod.

Ničení mikroorganismů v prostředí na **neživých předmětech** je podstatou dezinfekčních a sterilizačních metod. K **léčbě** infekčních onemocnění u lidí a zvířat se používají **antibiotika a chemoterapeutika**.

Cílem protiepidemických opatření je snížení výskytu infekčních nemocí na minimální hodnoty a trvalé udržení příznivé epidemiologické situace.

### **Preventivní protiepidemická opatření:**

směřují proti vzniku a šíření infekcí (zvyšování hygienické úrovně bydlení, stravování, pitná voda, odpadní vody a odpady, ochrana potravin při výrobě, distribuci a prodeji a skladování, evidence a kontrola nosičů infekčních onemocnění, kontrola činností epidemiologicky závažných, mezinárodní opatření při převozu lidí, zvířat a výrobků, očkování).

### **Represivní protiepidemická opatření:**

se uplatňují při výskytu infekčního onemocnění přímo v **ohnisku nákazy**. Jejich cílem je zabránit dalšímu šíření nákazy. Jsou zaměřena na všechny tři články procesu vzniku a šíření nákazy (zdroj, cesta přenosu, vnímavý jedinec).

## 8.2 EPIDEMIOLOGICKÁ OPATŘENÍ ZAMĚŘENÁ NA PŘERUŠENÍ CESTY PŘENOSU

Základním principem protiepidemických opatření je dekontaminace. **Dekontaminace** je široký pojem, který obecně označuje proces usmrcení nebo odstraňování mikroorganismů z prostředí nebo z předmětů bez ohledu na snížení jejich počtu. Podle stupně účinnosti postupu se rozlišují: **mechanická očista (sanitace)**, **dezinfekce**, **dvoustupňová dezinfekce**, **vyšší stupeň dezinfekce**, a **sterilizace**. Sterilizace a vyšší stupeň dezinfekce a dvoustupňová dezinfekce jsou postupy, které se používají ve zdravotnických zařízeních a provádějí je pracovníci zvláště školení. Pojem **asanace** v sobě zahrnuje jak usmrcení mikroorganismů (**dezinfekce**, **sterilizace**), tak i jejich přenašeče eventuelně rezervoárová zvířata (**dezinfekce**, **deratizace**). Proces dekontaminace je ovlivněn teplotou, reakcí pH, povrchovým napětím. Čím je ošetřovaný povrch smáčivější, tím je umožněn lepší přístup prostředku k povrchu buňky nebo rozrušení lipidní vrstvy buněčné stěny.

**Ochrannou dezinfekcí, dezinfekcí a deratizací (DDD)**



je činnost směřující k ochraně zdraví fyzických osob a k ochraně životních a pracovních podmínek před původci a přenašeči infekčních onemocnění, škodlivými a epidemiologicky významnými členovci, hlodavci a dalšími živočichy. Rozděluje se na:

- a) **běžnou** ochrannou dezinfekci, dezinfekci a deratizaci, která jako součást čištění a běžných technologických a pracovních postupů směřuje k předcházení vzniku infekčních onemocnění a výskytu škodlivých a epidemiologicky významných členovců, hlodavců a dalších živočichů,
- b) **speciální** ochrannou dezinfekci, dezinfekci a deratizaci, kterou je odborná činnost cílená na likvidaci původců nákaz, zvýšeného výskytu přenašečů infekčních onemocnění a škodlivých a epidemiologicky významných členovců, hlodavců a dalších živočichů.

Osoby, které provádějí ochrannou DDD mohou používat pouze přípravky registrované v ČR a musí dodržovat návod k jejich použití doporučený výrobcem. Přípravky je nutné používat pouze v míře nezbytně nutné, aby účelu DDD bylo dosaženo ale aby nebylo poškozeno životní a pracovní prostředí.

Provádění sterilizace a dezinfekce je nedílnou součástí protiepidemického režimu ve zdravotnických zařízeních a v oblastech, kde se provádí činnost epidemiologicky závažná (zařízení péče o tělo, farmaceutická výroba, potravinářská výroba apod.). Jsou to opatření, která zamezují dalšímu přežívání mikroorganismů na předmětech, plochách a pokožce.

Sterilizaci a dezinfekci **provádějí** proškolení zdravotničtí pracovníci, dezinfekci a úklid i v jiných oblastech pracovníci, kteří absolvovali zvláštní školení.

Od 1.1.2001 platí nový **zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů**, který upravuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví, jejich působnosti a pravomocí. Předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění se zabývá hlava III. **Vyhláška č. 440/2000 Sb., kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče v příloze č. 4 uvádí způsoby sterilizace a její kontroly, způsoby vyššího stupně dezinfekce, způsoby dezinfekce a její kontroly.**

Od 1. července roku 2002 platí **zákon č.120/2002 Sb. o podmínkách uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh a o změně některých souvisejících zákonů**. Zákon stanoví práva a povinnosti fyzických osob oprávněných k podnikání a právnických osob a působnost správních úřadů při uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh v ČR, podmínky vydávání povolení k uvedení biocidních přípravků na trh, způsob hodnocení přípravků a účinných látek a ochrany před jejich působením na lidské zdraví, zvířata a životní prostředí.. Zákon se **nevztahuje** na léčiva, veterinární přípravky, omamné a psychotropní látky, zdravotnické prostředky, potraviny, krmiva, předměty běžného používání, přípravky na ochranu rostlin, radionuklidové zariadenia a jaderné materiály a odpady.

**Biocidním přípravkem** je přípravek obsahující jednu nebo více účinných látek určený k ničení, odpuzování, zneškodňování, zabránění účinku nebo dosažení jejího regulačního účinku na jakýkoliv škodlivý organizmus chemickým nebo biologickým způsobem.

Podle znění zákona patří z oblasti dezinfekce mezi biocidy následující typy látek:

- **dezinfekční přípravky a přípravky pro všeobecné použití** (nezahrnuje čistící a prací prostředky)

- **biocidní přípravky osobní hygieny** (přípravky k osobní hygieně včetně dezinfekce pokožky ovšem bez léčivého či kosmetického účinku)
- **dezinfekční přípravky pro privátní a profesionální použití a jiné biocidní přípravky** (přípravky pro dezinfekci ovzduší, povrchů, materiálů, zařízení, nábytku). Oblast použití zahrnuje mimo jiné plovárny, vody ke koupání a ostatní vody, systémy klimatizace, stěny a podlahy ve **zdravotnických** a jiných institucích, dezinfekce **lékařských nástrojů**, chemické toalety, odpadní vodu, **nemocniční odpad**.

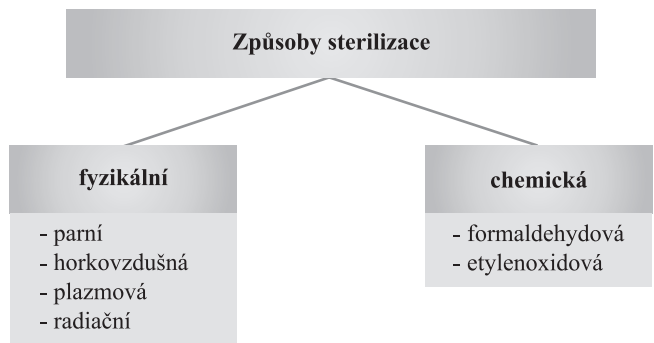
**Rozhodnutí o povolení k uvedení biocidního přípravku na trh** vydává Ministerstvo zdravotnictví ČR na základě předložených údajů o přípravku. Jedná se zejména o identifikační údaje, kvantitativní a chemické složení, fyzikální a chemické vlastnosti, metody stanovení účinné látky, toxikologické a ekotoxikologické údaje, účinnost na cílové organismy a doporučené použití, kategorie uživatelů, opatření nezbytná pro ochranu člověka, zvířat a životního prostředí, způsob zneškodňování odpadů, klasifikace a označování, souhrnné označování údajů.

**Sterilizace** je proces, který vede k usmrcování všech mikroorganismů schopných rozmnožování včetně spor, k nezvratné inaktivaci virů a usmrcení zdravotně významných červů a jejich vajíček. Provádí se ve **sterilizátorech**, přístrojích konstruovaných k provádění sterilizace.

Jako **sterilní** lze označit předměty a látky prosté všech životaschopných mikroorganismů. Sterilní musí být nástroje a pomůcky, které porušují celistvost pokožky a sliznic ve zdravotnictví a v provozovnách péče o tělo. Sterilizaci zdravotnického materiálu je možné provádět **individuálně** nebo lépe je využívat služeb **centrální sterilizace**, která zajišťuje sterilizaci všech druhů materiálu.

Všechny předměty určené ke sterilizaci musí být důkladně mechanicky očištěny a dezinfikovány (ručně nebo v myčkách), usušeny a zabaleny do sterilizačního obalu.

## 8.2.1 ZPŮSOBY STERILIZACE



### A. Fyzikální sterilizace

**1. Parní sterilizace** – vlhkým teplem v parních přístrojích. Je vhodná pro předměty z kovu, skla, porcelánu, keramiky, textilu, gumy, plastů a dalších materiálů odolných ke sterilizačním parametrům. Médiem je nasycená vodní pára pod tlakem.

**2. Sterilizace proudícím horkým vzduchem v horkovzdušných sterilizátorech:** je určena pro předměty z kovu, skla, porcelánu, keramiky a kameniny. Médiem pro přenos tepla je vzduch.

**3. Plazmová sterilizace:** Uplatňuje se pro sterilizaci lékařských kovových nástrojů, termoplastových pomůcek, optiky, pryže. Využívá plazmy vznikající ve vysokofrekvenčním elektromagnetickém poli, které ve vysokém vakuu působí na páry peroxidu vodíku nebo jiné chemické látky při teplotě 50-60°C.

**4. Radiační sterilizace:** účinek vyvolává gama záření v dávce 25 kGy. Provádí se ve speciálních radiačních centrech. Používá se při průmyslové výrobě sterilního jednorázového materiálu.

## B. Chemická sterilizace

**1. Sterilizace formaldehydem** je založena na působení plynné směsi formaldehydu s vodní párou při teplotě 60 až 80 °C v podtlaku při parametrech stanovených výrobcem. Je určena pro sterilizaci termolabilních předmětů, kovových ostrých předmětů, některých optických předmětů, gumy apod., nedoporučuje se pro textil.

**2. Sterilizace etylenoxidem** je založena na působení etylenoxidu v podtlaku nebo přetlaku při teplotě 37 až 55 °C při parametrech stanovených výrobcem. Po sterilizaci se musí všechny předměty řádně odvětrat. Je určena pro sterilizaci termolabilních předmětů, některých přístrojů s optikou, ostrých nástrojů, papíru, porézních materiálů jako peří, molitan, matrace, talek apod.

## Obalové materiály

Obalový materiál je určen pro ochranu vysterilizovaných předmětů před sekundární kontaminací až do doby jejich použití a poškozením. Rozlišují se obaly:

a) **jednorázové**

b) **opakovaně používané pevné**

Při manipulaci se sterilním materiálem musí být dodržovány zásady aseptického způsobu práce.

**Kontrola sterilizace:** zahrnuje monitorování sterilizačního cyklu, kontrolu účinnosti sterilizačních přístrojů a kontrolu sterility materiálu. O každé sterilizaci je nutné vést dokumentaci.

Ke kontrole účinnosti sterilizačních přístrojů je používají:

a) biologické systémy;

b) nebiologické systémy;

c) fyzikální systémy;

**Kontrola sterility předmětů:** se provádí mikrobiologickými metodami, při odběru a zpracování materiálu je nutno dodržovat aseptické podmínky. Materiály nelze dále použít ke zdravotní péči, proto se tato kontrola používá převážně pro kontrolu šarží sterilizovaných materiálů při jejich výrobě pokud jsou označeny jako sterilní.

**Vyšším stupněm dezinfekce** jsou postupy, které zaručují usmrcení bakterií, virů, mikroskopických hub a některých bakteriálních spór, nezaručují však usmrcení ostatních mikroorganismů (např. vysoce rezistentních spór) a vývojová stádia zdravotně významných červů a jejich vajíček. Používá se pro přístroje s optikou, které nelze sterilizovat fyzikálními nebo chemickými metodami.

**Dezinfekce** je soubor opatření ke zneškodňování mikroorganismů pomocí fyzikálních, chemických nebo kombinovaných postupů, které mají přerušit cestu nákazy od zdroje k vnímavé osobě.

Při volbě postupu dezinfekce se vychází ze znalostí cest a mechanismů přenosu infekce a možností ovlivnění účinnosti dezinfekce faktory vnějšího prostředí (teplota, pH, vlhkost, ochranný účinek organických látek) a odolnosti mikroorganismů. Cílem dezinfekce je, aby na plochách, předmětech v prostředí nebo neporušené pokožce nebyly mikroorganismy vyvolávající infekční onemocnění. Provádí se v **jednom pracovním postupu** (při použití dezinfekčních přípravků s čistícími vlastnostmi) nebo **dvouetapově** (mechanická očista a dezinfekce).

## 8.2.2 ZPŮSOBY DEZINFEKCE

Fyzikální	Fyzikálně-chemické	Chemické	Biologická ochrana
- var po dobu 30 minut	- dezinfekční prostředky	- chemické látky na bázi:	- parazitizmus - mikroorganismů
- var v tlakových nádobách po dobu 20 minut		- alkálie	
- v přístrojích při teplotě 90 °C a vyšší	- dezinfekční prostředky	- kyseliny	
- UV záření (253,7 nm - 264 nm)	- mycí, prací a čisticí stroje při teplotě 60 °C	- oxidantia	
- filtrace	- paraformaldehydová dezinfekční komora	- halogeny	
- žihání v plamenu		- sloučeniny kovů	
- spalování		- alkoholy a étery	
- proudící horký vzduch 110°C/30min.		- aldehydy	
- pasterizace		- cyklické sloučeniny	
		- povrchově aktivní látky	
		- kombinované	
		- nové látky	

### Vlastnosti dezinfekčních přípravků

Důležitým kritériem pro používání chemických dezinfekčních přípravků jsou jejich toxické a ekotoxické vlastnosti. Mechanismus účinku chemických látek na mikroorganismy a spektrum účinnosti na původce infekčních nemocí se velmi liší. Současný vývoj směřuje k výrobě kombinovaných, synergicky působících přípravků. Dezinfekční prostředky zasahují do metabolismu mikroorganismů a jejich enzymů a jsou obecně označovány jako **protoplazmatické jedy**.

### Působení dezinfekčních látek

Životní funkce **bakteriálních buněk** a jejich spór mohou chemické látky ovlivnit reversibilně (zastavení růstu a množení buněk, tzv. **bakteriostatické, sporostatické působení**) nebo ireversibilně (alkylace, oxidace, hydrolýza, tvorba solí s bílkovinami, koagulace bílkovin v buňce, změny permeability buněčné membrány, proniknutí do enzymatického systému buňky, mechanická disrupce, tzv. **baktericidní, tuberkulocidní, mykobaktericidní, sporicidní působení**).

Na **mikroskopické kvasinkovité a vláknité houby** (plísňe) a jejich spory působí dezinfekční přípravky přímým kontaktem s povrchovými strukturami buněk, průnikem buněčnou stěnou nebo membránou nebo reakcí s nukleovými kyselinami, bílkovinami a enzymy (**fungicidní, fungistatické působení**).

**Viry** se množí pouze v buňkách živočichů, rostlin a bakterií. Základ viru tvoří DNA nebo RNA, obsahující genetickou informaci označovanou jako genom. **Virucidní působení (inaktivace virů)** chemických látek závisí na přítomnosti obalů virů. Malé **neobalené** viry (O-) jsou kryty jednoduchým bílkovinným pouzdem a jsou odolné k působení dezinfekčních látek (adenoviry, papovaviry, picornaviry, parvoviry, reoviry). Obal větších **obalených** virů (O+) je lipoproteinové povahy a virus ho získává od hostitelské buňky, když ji opouští při svém vzniku. Tyto viry jsou málo odolné k dezinfekčním přípravkům (herpesviry, orthomyxoviry, paramyxoviry, retroviry, flaviviry, rabdoviry).

**Priony** (pravděpodobní vyvolavatelé onemocnění CJD, nCJD, TSE u lidí a BSE u zvířat) jsou tvořeny defektním

proteinem, který neobsahuje nukleovou kyselinu, je produkován nervovými buňkami. Podle současných znalostí jsou z dezinfekčních přípravků a sterilizačních způsobů doporučeny používat pouze chlornan sodný a hydroxid sodný obsahující minimálně 16 500 ppm volného aktivního chloru a parní sterilizace při teplotě 134° C po dobu 60 minut. Po doporučeném použití 4% (1M) hydroxidu sodného po dobu 24 hodin a 2,5 – 5% chlornanu sodného po dobu 24 hodin má následovat parní sterilizace při teplotě 134°C po dobu 60 minut. Při posouzení **materiálové odolnosti** uvedených postupů testované na 54 kusech chirurgických nástrojů bylo prokázáno, že použití chlornanu sodného je jednoznačně nevhodné. Tato látka již v počátečním stádiu dezinfekce vyvolává silnou korozi dezinfikovaných nástrojů. Produkty koroze následně znečistí roztok, zámky a pracovní části nástrojů a omezují tak jejich funkčnost.

Použití hydroxidu sodného vyvolalo negativní reakce pouze u některých materiálů a výrobků. U většiny zkoušených vzorků pak působily pouze dílčí změny nebo vůbec žádné. Rovněž následný postup sterilizace neměl negativní projevy na původní kvalitu nástrojů. Další v literatuře doporučený postup (3M guanidiniumisothiocyánu na 24 hodin, 4M na 1 hodinu, 6M na 15 minut a pak sterilizace v parním sterilizátoru při teplotě 134° C /60 minut) není v ČR k dispozici a nebyl hodnocen.

Ostatní sterilizační způsoby a chemické látky nejsou v současné době doporučovány používat.

U prvoků se očekává, že přípravky a postupy budou účinné na **cysty prvoků** (protozoocidní) a **vajíčka helmintů** (oocidní).

Většinou se dezinfekční účinnost přípravků označuje symboly:

- A – usmrcení vegetativních forem bakterií a mikroskopických kvasinkovitých hub
- +A – snížení počtu bakterií
- B – inaktivace širokého spektra virů
- (B) – omezená virucidní účinnost (na obalené živočišné viry, účinnost na HBV/HIV potvrzená v zahraničních laboratořích)
- C – usmrcení některých bakteriálních spór
- T – usmrcení mykobakterií komplexu *M. tuberculosis*
- M – usmrcení potenciálně patogenních mykobakterií
- V – usmrcení mikroskopických vláknitých hub
- P – usmrcení vývojových stádií protozoí
- H – usmrcení vývojových stádií helmintů

Podle konkrétního mikrobiálního znečištění prostředí a provozních podmínek je nutné volit dezinfekční prostředky s požadovanou dezinfekční účinností. Je třeba si uvědomit, že pokud mikroorganismy přežijí nedokonalý dezinfekční zásah, mají v příznivých podmínkách výjimečnou schopnost během krátké doby zmnohonásobit své počty.

### Fyzikální dezinfekce

Tyto postupy jsou ekologicky výhodné, mikroorganismy se usmrcují fyzikálními postupy za využití suchého nebo vlhkého tepla a záření. Považují se za ně:

- var ve vodě za atmosférického tlaku po dobu 30 minut,
- var v přetlakových nádobách po dobu 20 minut,
- dezinfekce v mycích, pracích a parních přístrojích při teplotě vyšší než 90° C,
- proudící horký vzduch o teplotě 110° C po dobu 30 minut (sušičky),
- pasterizace (zahřátí na 60-65° C /30 minut, 85-90° C nebo 134° C /několik sekund a rychlé zchlazení),
- UV záření (germicidní zářivky, 253,7 nm – 264 nm). UV záření neproniká žádnou pevnou hmotou, působí pouze na očištěné povrchy, které jsou jím přímo ozářeny, i vrst-

va prachu může jeho působení negativně ovlivnit. Ve vodě působí na mikroorganismy do hloubky 0,1 – 1,0 mm. UV záření je jednak součástí záření slunečního, jednak vzniká při elektrickém výboji ve rtuťových lampách, při sváření elektrickým obloukem apod. Mechanismus mikrobicidní účinnosti UV záření je vysvětlován vznikem peroxidu vodíku, ozónu a kyslíčnku dusíku. Účinkují na nukleové kyseliny mikroorganismů, způsobují reversibilní a ireversibilní změny. Nejcitlivější jsou streptokoky a stafylokoky, sporulující a pigmenty tvořící mikroby jsou k UV záření rezistentní. Dobře citlivé jsou virus chřipky a virus polio, virus hepatitidy B, C a HIV jsou poměrně rezistentní. Buňky poškozené UV zářením lze reaktivovat světlem viditelné části spektra. Účinek UV záření je ovlivňován i relativní vlhkostí, teplotou, prouděním vzduchu, prašností, barvou povrchu apod.

- Filtrace: filtry jsou vyrobeny z různých materiálů a mají různou velikost pórů, které mechanicky zachycují mikroorganismy a nečistoty z roztoků a vzduchu. Filtrací tak lze dosáhnout baktericidní, fungicidní, při použití HEPA filtrů i částečně virucidní účinnosti.
- Žhánění v plameni, spalování, slunění apod. se používají za speciálních podmínek.

### Fyzikálně-chemická dezinfekce

Jsou postupy, při kterých jsou mikroorganismy ničeny současným působením fyzikálních a chemických postupů. Považují se za ně:

- Paroformaldehydová dezinfekční komora (vodní pára při teplotě 45-75° C a páry formaldehydu). Využívá se pro dezinfekci textilu, matrací, kožených, kožešinových, vlněných a umělohmotných předmětů.
- Prací, mycí a čisticí stroje v nichž dezinfekce probíhá při teplotě do 60 °C s přísadou chemických dezinfekčních přípravků.

### Chemická dezinfekce

Jsou to postupy, kdy jsou mikroorganismy ničeny roztoky nebo aerosolem chemických dezinfekčních prostředků stanovené koncentrace a době působení pro považované spektrum dezinfekcí účinnosti. Dezinfekční účinek může být nepříznivě ovlivňován přítomností organických látek, anorganickými látkami, prachem, léčivy apod. Dezinfekční přípravky mají široké spektrum dezinfekční účinnosti nebo úzké spektrum dezinfekční účinnosti, mohou být určeny pro speciální použití, pro profesionální použití nebo pro domácnost. Oblast a způsob použití přípravků uvádí výrobce na etiketě a v návodu k použití. Proces dezinfekce záleží i na použité technice dezinfekce a svědomitosti pracovníků, kteří tuto práci provádějí.

### Spektrum dezinfekční účinnosti

Dezinfekční prostředky tvoří velmi heterogenní skupinu chemických látek, které vyvolávají změny nepříznivé pro trvalé přežívání mikroorganismů.

- **c i d n í** působení: znamená trvalé usmrcení
- **s t a t i c k é** působení: znamená dočasnou ztrátu schopnosti množení nebo pokles růstové aktivity.

Rozlišuje se:	<b>- c i d n í</b>	<b>- s t a t i c k é</b>
	bakteri-	bakteri-
	fungi-	fungi-
	tuberkulo-	
	mykobakteri-	
	spori-	spori-
	viru-	

## Mechanismus dezinfekčního účinku

Dezinfekční prostředky nepůsobí na mikroorganismy univerzálně toxicky, ale zasahují do jejich metabolismu a enzymů. Obecně jsou dezinfekční přípravky označovány jako **protoplazmatické jedy**. Na mechanismu dezinfekčního účinku se podílejí různé chemické reakce (oxidace, hydrolyza, tvorba solí s bílkovinami, koagulace bílkovin v buňce, změny permeability buněčné membrány, proniknutí do enzymatického systému, mechanická disrupce).

## Způsoby provádění dezinfekce

Dezinfekce se provádí:

- **Ponořením:** dezinfikované předměty se do dezinfekčních roztoků zcela ponoří bez vzduchových bublin na stanovenou dobu
- **Otřením:** v dezinfekčním roztoku dostatečně smočeným hadrem, mopem nebo tamponem při dodržení stanovené doby působení nebo do zaschnutí
- **Postřikem:** hrubšími kapénkami roztoků pomocí postřikovačů. Plocha má být úplně smočená, nebo po provedené dezinfekci má následovat otření postříkaných ploch čistou utěrkou a ošetřenou plochu opět postříkat. Postřik doporučován pouze pro malé plochy.
- **Dezinfekčními aerosoly:** které představují dispersní systém, jehož plynnou fází tvoří obvykle vzduch, dispersní kapénky pak dezinfekční prostředek. Používá se aerosol **studený** a aerosol **teplý (fogování)**. Výhodou aerosolů je, že mohou zasahovat jak mikroby volně se vznášející, tak sedimentované na povrchu předmětů. Nevýhody jsou spojeny s obtížemi při udržování potřebné koncentrace a s malým rozdílem mezi účinnou a toxickou koncentrací. Další nevýhodou aerosolů je, že mohou dráždit dýchací a kožní systém člověka, případně vyvolávat alergické reakce.
- **Plynování (fumigace):** se provádí ve výjimečných případech ve veterinární, případně výrobní oblasti. Je to metoda využívající **plynných látek** nebo **suchý aerosol** pro likvidaci spór plísní ve vnitřním ovzduší místností. Výhodou je, že se do prostoru nevnaší žádná vlhkost.
- **Odpařováním par:** dezinfekčních roztoků: je nutné zabezpečit dokonalou tenzi par ve vztahu k velikosti dezinfikovaného prostoru.
- **Pěnou:** přípravky se aplikují pěnotvorným zařízením. Způsob je vhodný pro aplikaci na vodorovné a svislé plochy (stropy, stěny). Pěny mají vysoce čistící a odmašťovací vlastnosti.

Při dezinfekci se zachovává **dvouetapový postup:**

### 1. mechanická očista

### 2. vlastní dezinfekce

Obě etapy lze spojit při použití **dezinfekčních přípravků s mycími a čistícími vlastnostmi**. U předmětů kontaminovaných biologickým materiálem, zejména krví a v ohnisku nákazy se provádí nejdříve dezinfekce a potom čištění.

## 8.2.3 DRUHY CHEMICKÝCH LÁTEK S DEZINFEKČNÍM PŮSOBENÍM

Podle chemické struktury se dezinfekční přípravky dělí na:

### 1. hydroxidy a jiné alkálie

Jejich dezinfekční účinek závisí na koncentraci OH iontů. Silně účinné jsou roztoky, jejichž pH je vyšší než 12. Jejich antimikrobní účinek (baktericidní, fungicidní a virucidní, 6% louh draselný – KOH usmrcuje spóry B. anthracis) není podstatně ovlivňován přítomností organických látek, proto se přidávají k jiným dezinficiencím ke zvýšení jejich účinku. Rozpouštějí tuky a vosky. Na mykobakteria mají slabý účinek.

### 2. kyseliny a některé jejich soli (anorganické, organické, estery kyselin, peroxikyseliny)

Na mikrobicidním účinku kyselin se podílí koncentrace vodíkových iontů, aniont, celá nedisociovaná molekula, oxidační schopnosti, povrchová aktivita, dehydratační vlastnosti apod., u anorganických kyselin hodnota pH, u organických kyselin oxidační schopnosti. V závislosti na druhu kyselin a jejich solí mají baktericidní, bakteriostatické, fungicidní, fungistatické, mykobaktericidní a virucidní působení. Některé anorganické kyseliny a peroxosloučeniny jsou sporicidní.

*Poznámka:* Ředění kyselin se provádí tak, že se kyselina pomalu vlévá a vmíchává do vody. Roztoky se silně zahřívají!!!

### 3. oxidační prostředky (ozón, peroxid vodíku, manganistan draselný)

Všechny látky, které odštěpují kyslík ve stavu zrodu mají dezinfekční vlastnosti a mají dobrý dezodorační účinek. Podle druhu chemické struktury mají baktericidní, fungicidní a virucidní působení. V přítomnosti organických látek je jejich účinnost snížena.

**Mechanismus účinku** je vysvětlován inaktivací bakteriálních enzymů a oxidačním štěpením substancí nezbytných pro život buňky. Těžké kovy (stříbro, zinek) působí na jejich účinek synergicky.

### 4. halogeny (chlor, chlordioxid, chlornany, chloraminy, deriváty kys. izokyanurové, chloridy, anorganické a organické sloučeniny jodu, jodofory, brom, fluor)

**Mechanismus účinku** halogenů je založený na oxidačních procesech v buňce účinkem kyslíku ve stavu zrodu, a vzniku halogenních sloučenin toxických pro buňku. Optimum dezinfekční účinnosti je mezi pH 5-8, a snižuje se v přítomnosti organických látek. Podle druhu chemické látky mají baktericidní, fungicidní, tuberkulocidní, mykobaktericidní a virucidní působení, některé organické chlorové přípravky mohou být sporicidní., chloraminy působí na Entamoeba histolytica a toxoplazmové cysty a řasy. Také jodové a jodoforové přípravky mohou působit na řasy a protozoa. Alkoholové anorganické jodové přípravky pronikají do kůže a zabarvují ji. Organické sloučeniny jodu mají hojivý účinek na rány.

### 5. sloučeniny těžkých kovů (stříbra, mědi, síry, dusíku a fosforu, boru)

Tzv. těžké kovy se vyznačují oligodynamickými účinky, kdy ionty kovů přecházejí v nepatrném množství do roztoků. Účinek baktericidní a bakteriostatický klesá u jednotlivých kovů v tomto pořadí: kadmium – stříbro – zinek – mosaz – měď – rtuť. Oligodynamicky dále působí kobalt, nikl, hliník a olovo. Lepší účinek mají na gramnegativní než grampozitivní mikroby. Na spóry mikrobů, mykobakterie, některé plísně a viry nepůsobí. Telur a selen mají selektivní účinky, mangan a hořčík samy o sobě neúčinkují, potencují však účinek jiných kovů a látek. Měď a rtuť jsou velmi účinné na rostlinné plísně a řasy. Sloučeniny síry mají baktericidní a fungicidní působení. Mechanismus účinku je založený na koagulaci bílkovin a inaktivaci enzymů tím, že se kov váže v prostředí na sulfhydrylové skupiny. Účinek je snižován v prostředí organických látek a při nízkých teplotách. Anorganické soli těžkých kovů jsou vesměs značně toxické pro člověka a mohou vyvolat alergické reakce. Oligodynamických účinků těžkých kovů se využívá při dezinfekci vody, právě roztoků, masťových základů apod.

### 6. alkoholy a étery (metylalkohol, etylalkohol, propylalkohol, butylalkohol, jednocenné a vícemocné alkoholy – glykoly, glycerin, eter, etylenglykol)

Jich mísitelnost s vodou klesá se vzrůstající délkou řetězce. Dezinfekční účinek stoupá s molekulární hmotností a s délkou řetězce, klesá tedy v řadě: butyl – propyl – metyl – etylalkohol. Ke zvýšení dezinfekčního účinku se mísí s jinými dezinfekčními přípravky. Používají se k dezinfekci pokožky a malých ploch, které nelze zvlhčit vodou. Jsou hořlavé! Mají baktericidní, fungicidní, mykobaktericidní a omezeně virucidní působení, neúčinné jsou na bakteriální spóry.

Mechanismus účinku je založený na schopnosti koagulovat a denaturovat bílkoviny. Koncentrované roztoky jsou neúčinné, k antimikrobnímu působení je nezbytná přítomnost vody. Alkoholy rozpouštějí tukové látky.

#### 7. **aldehydy** (formaldehyd, glutaraldehyd, glyoxal, acetal)

Aldehydy tvoří v současnosti významnou skupinu látek, které se kombinují s jinými dezinficienciemi a detergenty. Mechanismus účinku aldehydů je založený na redukčních a alkylačních vlastnostech radikálů. Reagují s -NH<sub>2</sub> a -OH skupinami bílkovin a nukleových kyselin a tím inaktivují buněčné enzymy. Formalín (36-40% vodný roztok formaldehydu) má baktericidní, fungicidní, mykobaktericidní a virucidní působení, sporicidní je ve vysokých koncentracích horkých roztoků. Pokud se tyto přípravky používají k dezinfekci nástrojů, je nutné pracovní roztoky uchovávat v zakrytých nádobách v místnostech s dostatečným větráním. Předměty je nutné po dezinfekci opláchnout vodou. Glutaraldehyd má baktericidní, fungicidní, virucidní a sporicidní účinky. Používá se k dezinfekci endoskopů a nástrojů. Nemá korozivní účinky a nepoškozuje přístroje s optikou. Glutaraldehyd je pravidelnou součástí různých dezinfekčních přípravků spolu s formaldehydem, glykoly, kvarterními amoniími sloučeninami, případně detergenty. Roztoky se musí ředit studenou vodou, pro dezinfekci nástrojů se uchovávají v uzavřených nádobách a ty, které porušují celistvost kůže a sliznic se musí po dezinfekci důkladně opláchnout vodou.

#### 8. **cyklické sloučeniny** (fenol, alkylfenoly, kresoly, difenyl, chlorfenoly, salicylové deriváty, difenylderiváty, hexachlorofen, chlorhexidin, picloxydin, chinoliny, furanové deriváty, akridinová barviva)

Mají baktericidní účinky, odolnější jsou gramnegativní mikroby než grampozitivní, některé působí fungicidně a tuberkulocidně, virucidní a sporicidní účinek většinou nemají. Se zvyšováním teploty účinnost stoupá, v kyselém prostředí jsou účinnější než v zásaditém, smíšením s anorganickými solemi (NaCl), (CaCl<sub>2</sub>) se účinek zvyšuje, organické látky většinou účinnost silně snižují.

Mechanismus účinku je založený na inaktivaci enzymů a koagulaci protoplazmy za vzniku nerozpustných albuminátů po adsorbci na buněčnou stěnu, rozpouštění lipidů a proniknutí do buňky. Většina přípravků má charakteristický zápach, jsou toxické a špatně rozpustné ve vodě, dobře emulgují s mýdlem (kresoly). FENOL je jedním z nejstarších dezinfekčních prostředků. Je používán jako standard ke stanovení fenolového koeficientu, který udává, kolikrát je přípravek účinnější, než fenol.

#### 9. **povrchově aktivní látky** – tenzidy (anionaktivní, kationaktivní, amfoterní, neionogenní)

Snižují povrchové napětí svých rozpouštědel, vyrobené jsou z rostlinných a živočišných tuků či synteticky z ropy a uhlí. Synteticky vyrobené tenzidy se označují **saponáty**. Při vyšší teplotě pracovních roztoků se účinnost zvyšuje. **detergenty**: jsou přípravky určené k praní a k čištění. Kromě tenzidů obsahují i jiné aktivizační přísady (polyfosforečnany), plnidla (síran sodný) a některé speciální

přísady (optická zjasňovadla, barviva, parfémy). Tenzidy mají schopnost: prací, detergentní, antiredepoziční, šamponovací. Různé typy tenzidů se v praxi **používají** jako prostředky namáčečí, k předpírce, prací, avivážní, mycí na nádobí, šampony na koberce, čistící a odmašťovací, sanitační a dezinfekční, čistící kožní, toaletní mýdla, leštící, pro autokosmetiku, smáčedla proti prachu.

Netoxické a zároveň nepěňivé jsou anionaktivní a neionogenní tenzidy. Biologicky dobře rozložitelné jsou všechny sulfátové a oxyetylované neionogenní tenzidy. Fosfáty přispívají ke zvýšené eutrofizaci vod. Neionogenní tenzidy se používají za studena, odmašťují kovy, hoří, nepění, vhodné jsou na povrchy, které se po mytí neoplachují.

Mechanismus účinku je založen na vazbě na buněčné bílkoviny, buněčnou stěnu a protoplazmatickou membránu, porušují propustnost těchto systémů a inaktivují enzymy. Na tento typ látek může vzniknout při dlouhodobém používání rezistence mikrobů.

**Anioaktivní tenzidy**: disociují v rozpouštědle na povrchově aktivní aniont a neaktivní kation (mýdlo), jsou na bázi: **solí karboxylových kyselin sulfosloučenin, fosforečnanu**. Dezinfekční účinky jsou malé, působí především na grampozitivní bakterie v kyselém prostředí.

**Mýdla** (toaletní, průmyslová): jsou alkalické soli vyšších mastných kyselin. Nevýhodou je, že jsou nestálé v přítomnosti iontů vícemocných kovů (Ca, Mg) v tvrdé vodě a kyselém prostředí. Výhodou je, že jsou biologicky dobře odbouratelné, nepůsobí potíže při čištění odpadních vod, v měkké vodě perou lépe než většina syntetických tenzidů.

- **Katioaktivní tenzidy** se rozpadají na povrchově aktivní kationt a neaktivní aniont. Pěňivostí se podobají mýdlu, nazývají se invertní mýdla. Neperou, ale naopak snadno se přitahují na záporně nabitě povrchy včetně nečistot, upevňují špínu k vláknům. Mají dobré vlastnosti dezinfekční a hydrofobační, ale ne smáčivé a detergentní. Využívají se na aviváže, inhibitory koroze, smáčedla, emulgátory. Při smíchání kationaktivních a anionaktivních látek vznikne slabě ionizovaná sloučenina aktivního kationtu a aniontu, je málo rozpustná a vypadne z roztoku. Toho se využívá v metodách titrace. Srážení těchto látek prakticky vylučuje jejich společné využití ve výrobě.
- **Kvarterní amonií sloučeniny (KAS)** jsou povrchově aktivní sloučeniny, které patří mezi kationaktivní tenzidy. Mají poměrně úzké spektrum dezinfekční účinnosti, velmi účinné jsou na grampozitivní bakterie a mikroskopické houby, méně účinné jsou na gramnegativní bakterie, zvláště na *Ps. aeruginosa* a kmeny *Proteus*. Většinou nemají virucidní účinky. Na mykobakterie a spóry bakterií působí reversibilně bakteriostaticky. Snižují povrchové napětí a tím usnadňují přístup k mikrobům. Mají také čistící (detergentní) působení. Používají se také jako antiseptika, pokožkou ani sliznicemi nepronikají, a nevstřebávají se. Alergické reakce vyvolávají ojediněle.
- **Amfoterní (amorfní) tenzidy** – v molekule mají 1 nebo více zásaditých a kyselých skupin, proto disociují v závislosti na pH v alkalické oblasti na anionaktivní, v kyselé oblasti na kationaktivní, v neutrální oblasti se málo rozpouštějí. Zásaditá je aminová skupina, kyselá karboxylová nebo sulfoskupina. Mají dobré detergentní nebo avivážní vlastnosti, některé jsou baktericidní a fungicidní, některé působí na mykobakterie a viry, mohou být spostatické. Bílkoviny účinnost snižují.
- **Neionogenní tenzidy** – v roztoku nedisociují. Rozpustnost je dána disociací hydrofilních skupin a působením dipólových sil mezi molekulami vody a polárním koncem

povrchově aktivního iontu. Některé mají baktericidní a fungicidní působení. Jsou to dobré detergenty na syntetická vlákna nebo do směsí, biologicky jsou rozložitelné, nedráždí pokožku, vyrábějí se z nich šampony.

**10. Kombinované sloučeniny** v poslední době jsou vyráběny dezinfekční přípravky založené na bázi různých chemických látek. Ve směsích se využívá synergické působení látek tak, že je lze použít v nižších koncentracích a dosahuje se lepšího dezinfekčního působení. Tím se chrání nejen životní prostředí, dezinfikované materiály, přípravky mají nižší toxicitu a dráždivost a cena přípravků může být nižší. Mají baktericidní, fungicidní, virucidní, tuberkulocidní, mykobaktericidní, některé sporicidní působení. Některé přípravky lze kombinovat s detergenty a tím získávají mycí a čisticí vlastnosti. Směsi se připravují těsně před použitím, účinnost přípravků detergenty většinou nesnižují. různé aldehydy (formaldehyd, glutaraldehyd a glykoly) se kombinují s kvarterními amoniiovými sloučeninami a tenzidy. Přípravky pak mají i mycí a čisticí vlastnosti. K dezinfekci pokožky se používají látky založené na bázi alkoholů, kvarterních amoniiových sloučenin, chlorhexidinu, peroxidu vodíku apod.

**11. Nové látky – Glukoprotamin** byl objeven v roce 1990, mechanismem účinku je perforace buněčné membrány mikrobů. Má baktericidní, fungicidní, tuberkulocidní, částečně virucidní působení, usmrcuje vajíčka roztočů a zákožky svrabové. Nedráždí a nealergizuje. **Octenidindihydrochlorid** se používá k dezinfekci kůže a sliznic. Má baktericidní, fungicidní a virucidní působení s reziduálním účinkem s nízkou toxicitou.

## 8.2.4 BIOLOGICKÁ OCHRANA „DEZINFEKCE“

Nový typ biologického přípravku k potlačování plísní je dezinfekční postup založený na mezidruhovém parazitizmu mikroskopických vláknitých hub. Metoda je založená na tom principu, kdy specifická kompozice mikroorganismů izolovaných z přírodních substrátů potlačuje nežádoucí růst plísní na zdech, omítkách, ale i nehtech, pokožce a sliznicích. Po jejich odstranění (chemickým nebo fyzikálním postupem) biologický proces ustane. Aktivní mikroflora obsažená v přípravku (*Pythium oligandrum*) nemá žádné negativní účinky pro ovzduší, rostliny, zvířata a lidi.

Přehledy přípravků uvedených na trh v ČR lze najít v odborných publikacích, na internetu a v propagačních materiálech firem. Podle **použití** jsou rozdělovány na přípravky k dezinfekci ploch, povrchů a předmětů, zdravotnických prostředků, pokožky a rukou, pro použití v potravinářství a pro speciální použití.

Podrobné charakteristiky jednotlivých výše uvedených dezinfekčních prostředků z hlediska složení, dezinfekční účinnosti, spektra použití a názvu výrobců jsou uvedeny na etiketách v propagačních materiálech a odborné literatuře. V posledních letech se spektrum dezinfekčních přípravků značně rozšířilo o přípravky jak tuzemské tak zahraniční. Obecně platí, že při jejich používání je nutné pracovat podle návodu výrobce uvedeném na etiketě a propagačních materiálech.

Při provádění dezinfekce je nutné dodržovat následující **zásady**:

- Dezinfekci provádí **pověřený a zaškolený pracovník**, který při práci dodržuje pravidla ochrany zdraví a používá ochranný pracovní oděv a rukavice. Po skončení práce s dezinfekčními přípravky si omyje ruce vodou a mýdlem a ošetří regeneračním krémem.

Při náhodném potřísnění pokožky přípravkem je nutné

důkladně omytí vodou. Při vstříknutí do očí výplach vodou. Při náhodném požití vypláchnout ústa větším množstvím vody, zvracení nikdy nevyvolávat. Ve všech vážnějších případech vyhledat lékařskou pomoc.

Pokud je dezinfekční nebo čistící přípravek klasifikován jako nebezpečný, (látky výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, pro zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilizující, nebezpečné pro životní prostředí) musí se s nimi nakládat podle postupů uvedených v **bezpečnostním listu**.

- Dezinfekční roztoky je nutné **připravovat** přesným odměřením dezinfekčních prostředků do odměřeného množství vody, a to těsně před provedením dezinfekce. Dezinfikuje se až po úplném rozpuštění dezinfekčního prostředku ve vodě. Připravují se pro každou směnu čerstvé, podle stupně zatížení biologickým materiálem i častěji. Některé druhy pracovních roztoků lze používat podle doporučení výrobců a způsobu použití delší dobu (některé přípravky pro vyšší stupeň dezinfekce).
- **Aldehydové** přípravky se k dezinfekci drobných předmětů ponořením uchovávají v uzavřených nádobách. Ředí se studenou vodou.
- Dezinfekční a čistící roztoky se **obměňují** podle stupně zapsinění. Kvarterní amoniiové sloučeniny nelze míchat s anioanaktivními detergenty. Dezinfekční prostředky se vzájemně **nemíchají** – možnost vzniku dráždivých plynů (chlorové přípravky s kyselinami, snížení dezinfekční účinnosti).
- Dezinfekční přípravky jsou ve **formě** kapalin (roztoky, aerosoly kapalně), pevných látek (prášek, granule, tablety, suchý aerosol) nebo plynu ( $\text{mg/m}^3$ ,  $\text{g/m}^3$ , ppm).
- K **měření** pro přípravu pracovních roztoků se používají odměrky, dávkovací zařízení, váhy, jednorázové sáčky, určitý počet tablet, kartuše – konzervy, pumpičky.
- Při **přípravě dezinfekčních roztoků** se vychází z toho, že jejich názvy jsou slovní známky a přípravky se považují za 100 %. Dezinfekční roztoky se připravují přesným odměřením přípravku a vody.

Ředění roztoků se provádí v pořadí:

**Voda (nebo jiné rozpouštědlo) + dezinfekční prostředek**

- Ředění dezinfekčních roztoků je nutné věnovat maximální pozornost. Při použití roztoku nízké koncentraci je dezinfekční účinnost nedostatečná, při zbytečně vysoké koncentraci může dojít k poškození dezinfikovaného materiálu, cena dezinfekčního roztoku je vysoká. S úspěchem se využívají různá dávkovací zařízení a využívá se objemů různých nádob.
- Dezinfekční přípravky se používají v **doporučených koncentracích a expozičních**. Při práci se postupuje podle doporučení výrobce uvedeném na etiketě přípravku nebo v propagačních materiálech. Je nutné respektovat **materiálovou snášenlivost** přípravků a finanční nároky.
- Některé dezinfekční přípravky mohou barevné předměty odbarvovat (přípravky na bázi chloru, peroxidů), některé barevné přípravky je mohou obarvovat (přípravky na bázi jodu, některá barviva). Je nutné ověřit **materiálovou snášenlivost** dezinfikovaných předmětů a ploch. Chlorové přípravky nelze použít na hliníkové předměty. Peroxosloučeniny poškozují pryž. Alkoholy, aceton, organická rozpouštědla a abrazivní látky některé materiály poškozují.
- Kovové předměty dezinfikovat v roztocích s antikoroziivními přísadami. **Korozi** podporuje zvýšené množství solí. Pozor na elektrolytickou korozi u nástrojů vyrobených z různých druhů ocelí. Z tvrdé vody se mohou sole vysrážet na povrch předmětů, účinnost detergentů a některých dezinfekčních přípravků se snižuje.

- Nečistoty a organické látky snižují účinnost dezinficencí. Proto je třeba zachovávat **dvouetapový postup dezinfekce** – nejdříve mechanická očista (sanitace) pak dezinfekce. Předměty znečištěné biologickým materiálem, zejména krví se, nejdříve dezinfikují přípravkem s virucidním působením, pak se mechanicky čistí. Obě etapy lze spojit při použití dezinfekčních přípravků s čistícími vlastnostmi – **jednoetapový postup dezinfekce**.
- Dezinfekce se **provádí**: omýváním, otíráním, ponořením, postřikem, aerosolem studeným a teplým, plynováním (fumigací), formou pěny. Dezinfekční roztoky se nechají působit po stanovenou dobu, nejčastěji po dobu 30 minut nebo do zaschnutí.
- Plochy a předměty přicházející do přímého kontaktu s potravinami se po dezinfekci **opláchnou** dostatečným množstvím pitné vody.
- U většiny dezinfekčních přípravků dochází ke **snížení účinnosti** v přítomnosti znečišťujících látek organického i anorganického původu.
- **Alkoholové přípravky** doporučené k dezinfekci pokožky a ploch se nanášejí na **suchou** pokožku a plochy a nechají se působit minimálně 30 vteřin nebo do zaschnutí. Při hygienické nebo chirurgické dezinfekci rukou, dezinfekci pokožky před vpichem a dezinfekci operačního pole se postupuje podle doporučení výrobce. Pro označení ošetřené plochy pokožky lze použít **barevné** přípravky, pro zjištění kožní reakce se doporučuje použít přípravky **bezbarvé**. U přípravků k dezinfekci pokožky nejsou deklarované léčebné indikace a nelze je použít k léčbě a k ošetření pokožky s porušenou celistvostí a na sliznice.
- Při výměně jednoho typu dezinfekčního přípravku za jiný se plochy a předměty důkladně omývají vodou, aby nedocházelo k nežádoucím reakcím látek na povrchu materiálů.
- **Zbytky** dezinfekčních přípravků lze po značném naředění vodou vylít do kanalizace. Obaly se zneškodňují spalováním, některé lze po důkladném proplachu recyklovat.
- Dezinfekční prostředky a úklidové pomůcky musí být umístěny v místnosti k tomu určené a nesmí přijít do styku s potravinami. **Skladují** se po dobu doporučenou výrobcem přípravků. Úklidové pomůcky se udržují v použitelném stavu a v čistotě, barevně se odlišují.
- Je třeba **strídat** dezinfekční přípravky s různými účinnými látkami (možnost vzniku selekce případně rezistence mikrobů vůči přípravku dlouhodobě používanému a vzniku alergizace osob).
- Látky uvolňující se z dezinficencí do ovzduší interiéru nesmí překročit doporučené limity, po velkoplošné dezinfekci je třeba místnosti vyvětrat.
- Vyskytne-li se v zařízeních obtížný hmyz nebo hlodavci, je nutné provádět též opatření dezinfekční a deratizační, které na objednávku vykonávají specializované firmy, jejichž pracovníci po absolvování kurzu získali osvědčení o odborné způsobilosti v DDD.

#### Příklady ředění pracovních dezinfekčních roztoků

Množství roztoku	Požadovaná koncentrace				
	0,5 %	1 %	2 %	4 %	5 %
1 litr	5	10	20	40	50
2 litry	10	20	40	80	100
5 litrů	25	50	100	200	250
8 litrů	40	80	160	320	400
10 litrů	50	100	200	400	500

Čísla v tabulce uvádí množství dezinfekčního přípravku v mililitrech nebo v gramech, které se míchá s potřebným

množstvím rozpouštědla (nejčastěji vody, alkoholu) k získání potřebného množství dezinfekčního roztoku.

#### Požadavky na dezinfekční prostředky

Dezinfekční prostředky se vybírají podle následující požadavků:

- dezinfekční účinnost přípravku – baktericidní, fungicidní (mikroskopické kvasinkovitě a vláknité houby a jejich spory), sporicidní, virucidní, tuberkulocidní, mykobaktericidní
- doba působení
- vliv na dezinfikovaný materiál a prostředí,
- způsob použití,
- zápach,
- toxicita a dráždivost pro lidi a zvířata,
- zanechávání toxických reziduí,
- vhodné balení, dávkování, skladování,
- stabilita pracovních roztoků,
- biologická odbouratelnost,
- finanční nároky.

**Frekvence** provádění dezinfekce je dána typem zařízení, dezinfekční režim musí být součástí provozního řádu. Postupuje se podle dezinfekčního plánu.

Nejčastěji se dezinfikují:

- ruce personálu
- přístroje a zařízení
- nástroje
- technologická zařízení
- podlahy a stěny (dlaždice, keramika, PVC)
- nábytek, předměty ze skla, gumy, kovu, umělých plastických hmot
- vany, umývadla, výlevky, sifony, WC
- textil
- úklidové pomůcky

#### Ruce

Dezinfekce rukou patří k nejdůležitějším opatřením proti přenosu infekčních nákaz. Ruce člověka jsou kontaminovány přenosnou (tranzientní) a vnitřní (rezidentní) **mikroflórou**. Tam, kde by mohlo dojít k **přenosu infekčních nákaz nebo kontaminaci výrobků** je nutné, aby se ruce dezinfikovaly, případně používaly ochranné rukavice (zdravotnictví, veterinární oblasti, provozovny péče o tělo, zpracování a výroba potravin, výroba léčiv, kosmetických výrobků, v obchodu apod.)

Ruce se pravidelně umývají nejlépe tekutým mýdlem a teplou vodou. Kartáče se používají výjimečně pouze na lůžka nehůt, nesmí se použít, jestliže se ruce dezinfikují alkoholovými přípravky (podráždění a pálení pokožky). Dávkovače na mýdlo a dezinfekční přípravky se po výměně náplně celé dezinfikují ponořením. Při náhodné kontaminaci rukou biologickým materiálem, zejména krví, se ruce dezinfikují přípravkem s virucidním působením. Alkoholové přípravky se aplikují na suché ruce a vyčká se požadovanou dobu nebo do úplného zaschnutí. Do vodných roztoků se ruce na požadovanou dobu ponoří. Ruce se **utírají** do jednorázových materiálů. Dezinfekce rukou se musí provést vždy po manipulaci s biologickým materiálem a použitým prádlem. Ochranné rukavice se používají individuálně na suché ruce. Po skončení práce se ruce omývají vodou a mýdlem, osuší a ošetří se regeneračním přípravkem. Ve zdravotnictví se ruce ošetřují postupem hygienické a chirurgické dezinfekce rukou. Stupeň kontaminace rukou je při různých pracovních činnostech v přímé závislosti na **rizikosti pracovních činností** a v přímé závislosti na rizikosti úkonů. Závisí i na stupni mechanického zašpinění, protože platí, že špína je nositelem mikrobů.

#### Dezinfekce pokožky

Dezinfekce pokožky se provádí před porušením celistvosti

pokožky (tetování, pearsing, nastřelování náušnic), injekčním podáním léků, očkováním, odběrech, operačních zákrocích apod. Používají se přípravky doporučené k dezinfekci pokožky barevné (označují ošetřenou plochu) nebo bezbarvé (při hodnocení očekávaných barevných změn pokožky). Při použití elektrických přístrojů (elektrokauterů) nebo při práci s přístroji pod elektrickým proudem se musí vyčkat do důkladného zaschnutí alkoholových přípravků. Před výkony, operacemi a po nich musí být zajištěna řádná hygienická očista celého těla pacienta. Tělo pacientů kolonizovaných MRSA rezistentními kmeny stafylokoků se dezinfikuje speciálními přípravky. Chlupy a vlasy se odstraňují těsně před výkonem nejlépe jednorázovou žiletkou nasucho. K dezinfekci sliznic a na rány se používají registrovaná antiseptika a léčiva.

#### Podlahy

Podlahy (dlaždice, linoleum, kamenina apod.) se čistí a dezinfikují přípravky podle doporučení výrobce. Frekvence prací se řídí intervaly dle provozního řádu a dezinfekčního režimu pracoviště. Při výskytu infekce se podle druhu původce nemoci dezinfikuje všechno, s čím přišel infekčně nemocný do styku. Úklid všech prostor se provádí na vlhko. Při kontaminaci podlahy a ploch biologickým materiálem se provede okamžitě dezinfekce přípravkem s virucidním působením.

#### Nábytek a ostatní předměty

Nábytek a ostatní předměty plochy nábytku, zařízení, přístroje apod. se čistí teplou vodou s detergenty. Při náhodné kontaminaci biologickým materiálem, zejména krví, se dezinfikují přípravkem s virucidním působením. Před dezinfekcí je nutné ověřit materiálovou snášenlivost, aby povrchy předmětů a ploch přípravky nepoškodily. Frekvence provádění dezinfekce je dána typem pracoviště.

#### Koupelny, záchody, úklidové místnosti

Koupelny, záchody, úklidové místnosti čistí se a dezinfikují denně vyčleněnými úklidovými pomůckami. Pozornost je třeba věnovat splachovacímu zařízení, sedátkům, sifonům výlevků, umyvadlům, klikám dveří, odpadkovým košům apod. Použití jakýchkoliv rohoží do sprch se z důvodů špatné čistitelnosti nedoporučuje. Průběžně musí být doplňován toaletní papír a papírové ubrousky. Kartáče a štetky používané k čištění záchodů se nesmí použít k jinému účelu. Po použití se očistí a uloží do dezinfekčního roztoku, který se pravidelně obměňuje.

#### Klimatizace

Čištění, případná dezinfekce zařízení se provádí pravidelně v rámci celého objektu podle doporučení výrobce zařízení. Mikrobiologická čistota vnitřního ovzduší interiéru se pravidelně kontroluje a zařízení klimatizace se udržuje v dobrém provozním a technickém stavu.

#### Dezinfekce ovzduší interiérů

Dezinfekce ovzduší interiérů budov lze provádět metodami fyzikálními nebo chemickými v systémech otevřených či uzavřených:

##### 1. Otevřené systémy:

- přirozené větrání
- filtroventilační přístroje
- laminárně proudící vzduch
- klimatizační zařízení
- chemické prostředky

##### 2. Uzavřené systémy:

- boxy, komory, Hansenovy skříně
- UV zářiče
- zařízení na filtraci vzduchu
- aerosol *Persterilu*
- páry *trietylénglykolu*

#### Kontrola mikrobiální kontaminace ovzduší se provádí:

- Plotnovou sedimentační metodou:** spočívá v sedimentaci mikrobů na pevnou mikrobiologickou půdu.
- Aeroskopy:** princip spočívá v prosávání stanoveného množství vzduchu na mikrobiologické půdy.

#### Odpady

Odpady se doporučuje podle **zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech** a o změně některých dalších zákonů třídít na infekční a neinfekční. Odkládají se do nepropustných jednorázových obalů a denně se z pracoviště odváží. Jednouchébové stříkačky a jehly se musí likvidovat vcelku bez ručního oddělování nebo se zneškodňují ve speciální pomůcce nebo přístroji. Veškerý odpad se odstraňuje denně. **Vyhláška MZP ČR č. 337/1997 Sb.** vydává Katalog odpadů a stanoví další seznamy odpadů. **Vyhláška MZP ČR č. 338/1997 Sb.** o podrobnosti s nakládáním s nebezpečnými odpady, **Vyhláška MZP ČR č. 339/1997 Sb.** o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Nebezpečný odpad se ukládá do oddělených krytých nádob, nejlépe spalitelných, případně uzavíratelných plastových vaků. Drobný odpad včetně jednorázových jehel se ukládá do pevných a spalitelných obalů bez další manipulace. Biologický odpad se ukládá jako nebezpečný odpad. Nádoby na odpad se pravidelně čistí a dezinfikují.

#### Prádlo

Prádlo může být významnou cestou přenosu v procesu šíření infekcí. Používá se prádlo k jednomu použití, které se po použití likviduje a prádlo pro opakované použití. Při manipulaci s použitým prádlem se používají osobní ochranné pomůcky, třídí se v místě použití, ukládá se do obalů podle stupně znečištění, druhu prádla a zabarvení, neroztřepává se. Používají se obaly, které zabraňují kontaminaci okolí nečistotami z prádla, které jsou vhodné k praní nebo omyvatelné a dezinfikovatelné nebo na jedno použití. Použité prádlo se skladuje ve vyhrazených prostorách, které jsou omyvatelné a dezinfikovatelné. Do prádelny se odváží v kontejnerech nebo vozech s uzavřeným ložním prostorem, které se denně čistí a dezinfikují. Prádlo se pere procesem termodezinfekce nebo chemotermodezinfekce, suší se, mandluje a tvaruje se. Výsledkem pracího postupu a procesu musí být prádlo prosté chemické a mikrobiální kontaminace. Čisté prádlo se před znečištěním chrání vhodným obalem nebo umístěním.

Skladuje se v čistých uzavřených skříních nebo regálech v uzavřených skladech čistého prádla.

#### Dezinfekce dopravních prostředků

- Dopravní prostředky určené pro přepravu nemocných je nutné v indikovaných případech dezinfikovat. Vozidla určená pro přepravu nemocných nelze používat k jiným činnostem a musí být výrobcem dopravních prostředků k tomuto účelu schválena.
- K dezinfekci vozidel pro dopravu nemocných je nejlépe používat přípravky, které lze aplikovat postříkem a které nepoškodují materiály.
- V neposlední řadě je nutné dopravní vozidla vybavit přípravky k dezinfekci rukou.
- Všechny dezinfekční přípravky je nutné používat podle návodu výrobce uvedeného na etiketě přípravku. Při zavádění nových dezinfekčních postupů je nutno přesvědčit se o tom, zda přípravek dopravní vozidlo nepoškoduje. Speciální dezinfekční přípravek určený k dezinfekci dopravních prostředků dosud výrobcem a distributoři nenabízejí.
- Přepravu mrtvých zabezpečují organizace poskytující pohřební služby silničním vozidlem, při přepravě po železnici ve zvláštním uzavřeném vagónu nebo letecky v letecké rakvi. Dezinfekci těchto dopravních prostředků vyhláška nestanovuje.



- Vozidla převážející potraviny se pravidelně čistí a dezinfikují přípravky, které nepoškozují povrchový materiál vozidla. Po dezinfekci je nutné opláchnutí pitnou vodou, aby rezidua přípravků a jejich zápach nekontaminovaly potraviny.

### Dezinfekce vody

Dezinfekce pitné vody je specifickou problematikou, kterou se zabývá hygiena vody, všeobecná a komunální hygiena a hygiena výživy. Problematika není tématem tohoto sdělení, uvedeny jsou pouze některé základní chemické látky zahrnuté v obecném přehledu.

#### 1. Voda pro hromadné zásobování

V dnešní době se používá ve většině úpraven pro pitnou vodu k jejímu zdravotnímu zabezpečení **plynného chlóru** ( $\text{Cl}_2$ ). Za použití chlorátorů se distribuuje chlór do vody dle požadavků, aby zbytkový chlór perzistoval ve vodě v hodnotě 0,05-0,3mg.l-1 (**kyslíčnick chloričitý** ( $\text{ClO}_2$ ), **kyselina chloraná** ( $\text{HOCl}$ ), **chlornan sodný** ( $\text{NaOCl}$ ) a **chloraminy** ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ,  $\text{NHCl}_2$ ). Dále se používají ozón, **UV záření** (monochromatické záření o vlnové délce 353,7 nm). Protože však většina vodovodních rozvodů a řadů je technicky zastaralá, je nutné po úpravě vody ozónem nebo UV zářením vodu dochlorovat.

#### 2. Voda pro individualní zásobování

Dezinfekce vody ve studních se v praxi zabezpečuje použitím:

- chlorových přípravků (Savo, Dikonit, Chloramin B), nejlépe s použitím permanentních chlorátorů (např. keramických),
- Sagenu (chlorid sodno-stříbrný), jehož dezinfekční účinek je aložený na bázi oligodynamických vlastností iontů stříbra,
- algicidní a dezinfekční přípravky doporučené k dezinfekci a úpravě vody v plaveckých bazénech jsou založeny na bázi kyseliny dichlorizokyanurové, trichlorizokyanurové a jejich sodných solí a na bázi kvarterních amoniových kyselin, síranu měďnatém, persíranu sodném, chlornanu vápenatém, biquanidu apod.

### Kontrola účinnosti povrchové dezinfekce

Kontrola účinnosti povrchové dezinfekce informuje jak o kvalitě provedené práce, tak i o účinnosti použitých látek. Může být také podkladem pro zjištění závad a zavedení nápravných opatření.

Kontrola účinnosti dezinfekce se provádí metodami:

#### Chemické metody kontroly dezinfekce

- kvalitativní
- kvantitativní

#### Mikrobiologická kontrola účinnosti dezinfekčních roztoků

Hodnocení se provádí pomocí suspenzní metody na vybraných mikrobiálních kmenech.

#### Kontrola mikrobiální kontaminace povrchů a předmětů

Bakteriologicky se zjišťuje, zda na dezinfikovaných plochách a předmětech byly usmrceny mikroorganismy.

#### 1. Stěry

#### 2. Otiskové metody

3. **Ponoření** předmětu do kultivační půdy. Hodnotí se růst mikroorganismů.

### 8.2.5 MECHANICKÁ OČISTA

Mechanická očista (sanitace) je soubor postupů, které snižují a odstraňují anorganické, organické nečistoty a biofilmy z ploch a předmětů. Velice důležitá je u předmětů určených ke sterilizaci (viz. předsterilizační příprava).

Používají se roztoky čistících nebo enzymatických prostředků v koncentracích doporučených výrobcí, rozpuštěné

v co nejteplejší vodě, případně se používají čistící přípravky s dezinfekčním působením, klasické ruční pomůcky, kartáče, mopy, utěrky, mycí a čistící stroje, tlakové pistole, ultrazvukové přístroje apod. Všechny pomůcky a přístroje je nutné udržovat v čistotě. Obecně platí, že na odstranění bílkovinných nečistot se používají **alkalické** nebo **enzymatické** látky, mastných nečistot **tenzidy**, uhlohydráty se odstraňují **oxidací** a minerální nečistoty a povlaky **kyselými** nebo **alkalickými** prostředky. Rezidua chemických sanitacních látek se odstraňují opláchnutím pitnou nebo upravovanou vodou.

K mechanické očištění se používají:

- různé čistící **stroje**, vysavače, tlakové pistole ultrazvukové čističky apod.
- **co nejteplejší voda s detergenty**, kartáč, hadr.

**Úklid** prostor se provádí na vlhko běžnými čistícími přípravky a postupy, které nepoškozují čištěné materiály. Frekvence úklidu je závislá na typu pracoviště a stanoví se v provozním řádu. Úklid je zajišťován buď vlastním proškolenými pracovníky nebo smluvně pracovníky s příslušnou kvalifikací.

Při kontaminaci prostor a ploch biologickým materiálem se provede okamžitá dekontaminace potřísněného místa překrytím mulem nebo papírovou vatou namočenou v dezinfekčním roztoku s virucidním účinkem, nebo se místo doporučeným přípravkem posype. Po expozici se dezinfikuje a očistí obvyklým způsobem.

Úklid v **domácnostech** se provádí dle potřeby nejlépe na vlhko. Důležité je pravidelné snižování prachových částic a různých alergenů v ovzduší a na předmětech v bytech osob s alergickými nemocemi. Je třeba omezit nadměrné používání různých chemických látek. Dezinfekční přípravky se používají jen v epidemiologicky zdůvodněných případech. Při práci je třeba omezit přímý kontakt pokožky s čistícími prostředky a používat rukavice. Po práci je třeba ruce omýt vodou a mýdlem a ošetřit krémem. Po ukončení práce je třeba místnosti důkladně vyvětrat.

Úklid a mechanická očista ve **veterinární oblasti** je základem úspěchu při provádění asanačních prací, protože nánosy špíny organického a anorganického původu a biofilmy značně snižují účinnost dezinfekčních zásahů. Provádí se nejčastěji tlakovou vodou, pěnou se odstraňují mastnoty.

#### Způsoby mechanické očištění:

Fyzikální	Chemická
- čistící stroje	- teplá voda
- tlakové pistole	- detergenty
-ultrazvukové čističky	- mýdla
- vysavače	
- kartáče	

Úklidové prostředky se po použití dezinfikují a čistí, usuší se, pro jednotlivé úkony se vyčlení, uchovávají se v použitelném stavu.

### 8.2.6 EKOLOGICKÉ ASPEKTY POUŽÍVÁNÍ DEZINFEKČNÍCH PŘÍPRAVKŮ A OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Jak je známo, uměle vyráběné chemické výrobky mají často negativní vliv na okolní životní prostředí. Toxické látky způsobují narušení ekosystému vod, ovzduší i půdy, dostávají se do potravinových řetězců a narušují tak nejen přírodní prostředí, ale i poškozují lidské zdraví. Záleží hlavně na tom, v jakém množství a koncentraci se tyto látky dostávají do okolního životního prostředí, jak rychle se rozkládají nebo

na jak dlouho se zde kumulují, jako je tomu např. u iontů těžkých kovů, polychlorovaných bifenyly (PCB) nebo u látek radioaktivních a pod.

V případech dezinfekčních chemických látek se zatím nepředpokládá vážné narušení přírodních cyklů (kromě náhodných havárií při jejich výrobě nebo jejich dopravě). Avšak zásady péče musí být dodržovány i v tomto případě.

Zbylé koncentrované dezinfekční prostředky se buď odevzdávají u příslušných podniků na zneškodňování odpadních chemických látek, nebo se vypouštějí do kanalizační sítě, ale až po velkém rozředění ve vodě, jinak se teoreticky po působení velkých množství těchto prostředků může poškodit bakteriální mikroflóra, která je součástí biotechnologie v čistírnách odpadních vod. Nepříznivým jevem může být i ta skutečnost, že chlór původem z chlorovaných přípravků reaguje s uhlovodíky obsaženými ve vodě za vzniku chlorovaných uhlovodíků s potenciálně karcinogenním účinkem. Jinak biodegradovatelnost je asi u 90 % dezinfekčních přípravků zaručena. Ekologickou zátěž představují fosfáty, které bývají komponenty při výrobě tenzidů, které se k některým dezinfekčním přípravkům přidávají (tyto se účastní při eutrofizaci povrchových vod).

Obaly po dezinfekčních přípravcích se zneškodňují podle druhu použitého materiálu. Skleněné obaly se vypláchnou vodou a jako surovinové sklo se odevzdávají na příslušných sběrných místech k recyklaci. Polyetylenové obaly se doporučuje také odevzdávat do sběru k recyklaci, jinak končí na skládkách nebo ve spalovnách odpadu i se svými následnými negativními dopady na životní prostředí a zdraví člověka.

## Literatura

- ⇒ [www.szu.cz/cem/ahem.htm](http://www.szu.cz/cem/ahem.htm)
- ⇒ Bolek, S. a kol.: Dezinfekce, sterilizace a režim v prevenci nozokomiálních nákaz. Zdravotnická aktualita 202. Avicenum, Praha 1984.
- ⇒ Gopfertová, D., Janovská, D., Dohnal, K., Melicherčíková, V.: Mikrobiologie, imunologie, epidemiologie. TRITON, 2002.
- ⇒ Kneiflová, J.: Dezinfekční přípravky II. Kneifl, Praha, 2001
- ⇒ Melicherčíková, V., Paříková, J., Pavlíček, J., Šlosárek, M., Rupeš, B., Kožíšek, F.: Seznam dezinfekčních, dezinfekčních a deratizačních přípravků, sterilizačních přístrojů a pomůcek a přípravků pro dezinfekci vody v bazénech schválených hlavním hygienikem ČR k 1.1.2002. AHEM, SZÚ, Praha, 2002
- ⇒ Kolektiv autorů: Manuál prevence v lékařské praxi. III. Prevence nepříznivého působení vlivů obytného prostředí na zdraví. SZÚ, Praha, Národní program obnovy a podpory zdraví, 1996
- ⇒ Měrka, V.: Dezinfekce, sterilizace, dezinfekce, deratizace. Učební texty VLVDÚ JEP v Hradci Králové. Svazek 167, 1980.
- ⇒ Malíř, F., Ostrý, V a kolektiv: Vlákenné mikromycety (plísňe), mykotoxiny a zdraví člověka. NCO NZO, Brno, 2003
- ⇒ Melicherčíková, V.: Ochranná a ohnisková dezinfekce a sterilizace. Sdružení DDD, Praha, 1993
- ⇒ Melicherčíková, V.: Zásady sterilizace a dezinfekce v ambulantních zdravotnických zařízeních. SZÚ, Praha, 2002.
- ⇒ Melicherčíková, V.: Sterilizace a dezinfekce ve zdravotnictví. Grada Publishing., Praha 1998
- ⇒ Melicherčíková, V.: Ochranná dezinfekce. Sdružení DDD Praha, 2003.
- ⇒ Podstatová, H.: Mikrobiologie, Epidemiologie, Hygiena. EVAPA, Olomouc, 2001
- ⇒ Přívora, M.: Dezinfekce, dezinfekce, deratizace. Avicenum, Praha, 1980.
- ⇒ Paříková, J., Kučerová, I.: Jak likvidovat plísňe. Grada Publishing, Praha 2001

- ⇒ Šrámová, H. a kol.: Nemocniční nákazy II. Maxdorf-Jessenius, Praha, 2001.
- ⇒ Ticháček, B.: Teoretické a metodické základy dezinfekce. Státní zdravotnické nakladatelství, Praha, 1968.
- ⇒ Symon, K. a kol. Obecná a komunální hygiena. AVICENUM/OSVĚTA, Praha 1982.
- ⇒ Volná, F. : Dezinfekcia a sterilizacia teoria a prax. Vraná, 1999
- ⇒ Zákon č. 258/2000 Sb. "o ochraně veřejného zdraví a změně některých souvisejících zákonů"
- ⇒ Zákon č. 157/1997 Sb. „o chemických látkách“
- ⇒ Zákon č. 120/2002 Sb. „o podmínkách uvádění biocidních přípravků a účinných látek na trh a o změně některých souvisejících zákonů“
- ⇒ Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- ⇒ Vyhláška č. 439/2000 Sb. MZ ČR o očkování proti infekčním nemocem
- ⇒ Vyhláška č. 440/2002 Sb. "kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče"
- ⇒ Vyhláška MŽP ČR a MZ ČR č. 376/2001 Sb. „Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů“
- ⇒ Metodický návod k dezinfekci pokožky Věst. MZ ČR částka 3/18.5.1995
- ⇒ Norma FED-STD-209E pro čisté provozy
- ⇒ Český lékopis, Vydání evropského lékopisu, 2003
- ⇒ Standardní metody pro hodnocení dezinfekční účinnosti chemických látek. AHEM, Praha, příloha č.1/1985.
- ⇒ Kapkové rychlometody stanovení koncentrace pracovních dezinfekčních roztoků. AHEM, Praha, příloha č. 25/1987.
- ⇒ Vybrané mikrobiologické metody používané při prevenci a výskytu nemocničních nákaz. AHEM, Praha, příloha č. 7/1992.

## 8.3 ALERGENY V BYTECH

Alergická onemocnění vznikají na podkladě neadekvátní reakce imunitního systému jedince. Jde o skupinu onemocnění charakterizovanou zánětlivými změnami v tkáních, které jsou vyvolány imunitní odezvou na kontakt s antigeny (alergeny), které se běžně vyskytují v prostředí a u zdravých osob žádnou reakci nevyvolávají. Podmínkou je opakovaný styk organismu s vyvolávajícím alergenem působícím ze zevního prostředí. Obvykle bývá postižena kůže, oči, dýchací ústrojí nebo trávicí ústrojí. Jedná se o chronická onemocnění, která vyžadují dlouhodobou lékařskou péči, onemocnění s různou mírou závažnosti od lehčích obtíží až po život ohrožující stavy.

Prevalence alergických onemocnění v Evropě i v České republice v posledních desetiletích stále stoupá. V současné době údaje z různých šetření udávají, že v dospělé populaci České republiky je kolem 25-30% alergiků, z toho 4-6% astmatiků. Za citlivou subpopulaci můžeme tedy považovat odhadem 10-20% z celé populace. Za posledních 35 let došlo k přibližně trojnásobnému zvýšení výskytu alergických onemocnění. Příčina tohoto jevu není prozatím dostatečně objasněna. Je známo, že riziko rozvoje alergie je ovlivněno významně genetickou dispozicí, ale tou nelze nárůst výskytu alergických onemocnění v populaci spolehlivě vysvětlit.

Genetická dispozice (atopie) znamená vrozenou zvýšenou vnímavost imunitního systému, který reaguje nadměrnou tvorbou alergických protilátek. Při alergickém onemocnění obou rodičů je pravděpodobnost stejného postižení u dítěte asi 80%,

avšak i když jsou zdraví, nelze toto onemocnění u jejich potomka vyloučit. Atopici mají zvýšené riziko vzniku alergického onemocnění (rýmou, astmatem nebo atopickým ekzémem).

Pro současný vzestupný trend se jeví jako rozhodující faktory spojené se změnou životního stylu celé populace. Celý komplex působících faktorů zahrnuje vlivy socioekonomické, vlivy venkovního i vnitřního prostředí, expozice novým alergenům např. potravinovým, nebo infekční choroby a antibiotickou léčbu. Zvažují se rovněž klimatické změny.

V zevním prostředí se uplatňuje řada faktorů podílejících se na alergizaci a vyvolání alergických reakcí. Je to v první řadě skladba a množství pylů (viz kap. 1.2), které jsou vlastními alergeny. Účinek pylů je nepřímo ovlivňován působením běžných kontaminantů ovzduší – oxidů dusíku, polycyklických aromatických uhlovodíků a dalších složek výfukových plynů nebo zvyšujících se koncentrací ozónu, které modifikují strukturu pylových zrn a zvyšují pohotovost organismu k alergické odpovědi. Řada alergenů může být přítomna v prostorách budov.

### 8.3.1 DEFINICE ALERGENŮ A JEJICH ROZDĚLENÍ

Alergeny je možno definovat jako látky bílkovinné povahy nebo látky s bílkovinou se vážící. Schopnost alergizovat závisí na druhu alergenů, na jeho množství, na délce působení, na místě vstupu do organismu, na citlivosti terénu (organismu).

Alergeny se obvykle skládají z více složek, z nichž každá má schopnost alergizovat. Závažná je možnost zkřížené reakce mezi alergeny.

**Alergeny z prostředí** je možno rámcově rozdělit z různých hledisek.

Podle vstupních cest do organismu na:

- Alergeny inhalované,
- Alergeny potravinové,
- Alergeny kontaktní.

**Podle jejich původů je možno dále rozlišovat:**

- Alergeny bakteriální a virové
- Alergeny lékové
- Alergeny hmyzí

Lze rovněž zohlednit přirozený (pyly, roztoči domácího prachu, domácí zvířata, hmyz, plísňe a jejich spory, potraviny – mléko, vejce) nebo **antropogenní** původ alergenů (léky, domácí chemie, chemické látky v pracovním prostředí – chrom, nikl, kobalt, platina, složky tabákového kouře).

**Inhalované alergeny zahrnují:**

- Pylové alergeny (viz kap. 1.2)
- Alergeny plísňové (spory plísní)
- Rostlinný prach
- Prach ze zvířecích chlupů a kožešin
- Prach z lůžkovin, z peří, z mouky, sena, slámy, obilí
- Alergeny členovců (roztoči)
- Alergeny řas a sinic (klimatizační zařízení)

#### Alergeny plísní

Alergenní účinek mohou vykazovat plísňe a jejich spory v bytech (např. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucoraceae*). Zvýšený výskyt plísní lze očekávat v malých, vlhkých a špatně větratelných bytech. Alergie na plísňe se projevují častěji na podzim. Výrazný nárůst plísní v bytech byl pozorován v zaplavených či provlhklých bytech při povodních v r. 1997 (na Moravě) a 2002 (v Čechách). V této souvislosti je nutno mít na paměti i další nežádoucí zdravotní dopad plísní – produkce mykotoxinů s jejich genotoxickými a karcinogenními účinky.

Rovněž venkovní ovzduší může obsahovat plísňe s alergenními účinky (např. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Monilia*).

#### Alergeny členovců

Jedná se především o roztoče, (nejčastěji *Dermatophagoides*) velikosti cca 0,3 – 0,5 mm. Jejich vývojová stadia (šestinohé larvy a osminohé nymfy) jsou na hranici viditelnosti. Délka života roztočů je cca 6 měsíců, vyskytují se zejména na přelomu léta a podzimu.

Zdrojem roztočů jsou ptačí hnízda. Celá řada roztočů přežívá v hnízdech holubů. Mohou být přenášeny ptáky, dalšími zvířaty i člověkem. Jsou podstatnou součástí domácího prachu. Vyvolávají astmatické potíže, alergickou rýmu. V domácnostech se vyskytují nejčastěji v lůžkách, matracích plněných peřím, vlnou, molitanem. Živí se buď krví či lymfou svých hostitelů, nebo organickými zbytky – úlomky peří, zbytky chlupů, vlasů, kožních šupin apod. Vyhovuje jim teplo a vlhké prostředí (25°C, vlhkost mezi 50 – 80 %). Při nižší vlhkosti vysychají, při vyšší vlhkosti postupně uhynou v důsledku přemnožení plísní.

Roztoče nelze vyhubit v bytě úplně, jejich početnost však lze redukovat a tím redukovat i množství roztočových alergenů. Alergeny se v lůžkách a matracích postupně hromadí a při manipulacích s nimi se šíří do celého bytu, kde se usazují nejčastěji v kobercích a čalouněném nábytku. Nejúčinnějším způsobem boje s alergenními roztoči a alergenem je pravidelné vysávání prachu z lůžek, lůžkovin, koberců a čalouněného nábytku. K tomu je vhodné používat vysavače opatřené filtry, zabraňujícími pronikání malých částic prachu zpět do prostředí bytu.

#### Alergeny pocházející z domácích zvířat

Hlavním zdrojem psích alergenů *Can f1* jsou srst a sliny. Důležitá pro alergenní působení je i rasa psa, alergen *Can f1* je společný pro nejméně devět ras a předpokládá se skřížená reaktivita s alergeny i dalších plemen. Hlavní kočičí alergen se nazývá *Fel d1* a nachází se ve slinách, mazových a slzných žlázách zvířete. Při čištění a olizování se tyto proteiny dostávají do srsti, do prostředí a následně do ovzduší. Kočičí chlupy samotné alergenem nejsou. Protože velikost alergenů *Fel d1* je menší než ostatních alergenů vnitřního prostředí, například *Der p1* a *Der f1* z roztočů, **snadno se dostanou do ovzduší, kde mohou přetrvávat i několik dnů** bez sníženého potenciálu k biologickému působení po vdechnutí. Pro svoji velikost – kolem 2,5 μm, **procházejí mukociliární bariérou horních cest dýchacích až do plic**. Sensibilizovaný jedinec může reagovat projevy astmatického záchvatu okamžitě po vstupu do kontaminovaného prostředí bez přímého kontaktu se zvířetem.

Koncentrace kočičích alergenů v ovzduší zůstává vysoká i několik měsíců po odstranění zvířete z domácnosti. Alergeny sedimentují na vhodné povrchy v interiéru, zejména textilie, a při zvířetím prachu se znovu dostávají do ovzduší.

Je prokázána i zkřížená reaktivita mezi kočičími a psími alergeny.

Možnost alergenního působení je popisována i u drobných hlodavců chovaných v domácnostech (křečci, myši, krys, králci, morčata). Při anamnestickém zjišťování rizikové expozice je třeba tuto záležitost zohlednit. Zvýšená náchylnost k projevům alergie se může projevit i při používání krmiva živočichů chovaných v akváriích či teráriích, či při působení akvárijských rostlin a řas.

#### Tabákový kouř

Tabákový kouř obsahuje několik tisíc chemických látek (viz kap.2.4). I když většina z nich nepatří mezi alergeny, expozice tabákovému kouři výrazně ovlivňuje vznik alergie a výskyt alergických reakcí. **Kouření v těhotenství** predisponuje plod ke vzniku alergie a astmatu. V pupečnickové krvi dětí kuřaček jsou prokazovaná zvýšená koncentrace

IgE. Dochází k porušení regulační úlohy Th1/Th2 lymfocytů ve směru převahy Th2 cytokinů, zejména IL-13. Zvýšení reakce Th2 lymfocytů predisponuje děti kuřáček k alergii na ovalbumin a na alergeny roztočů. Existuje přímá úměrnost mezi kouřením rodičů a stupněm postižení dýchacích cest jejich dětí. Nejtěžnější je vztah mezi kouřením matek a postižením dětí do dvou let. Škodlivé je kouření v místnostech, které obývají současně i děti a především v jejich ložnicích. Nebezpečně vysoká koncentrace kouře vzniká při kouření v uzavřených prostorech automobilů.

### Kontaktní alergeny zahrnují

- Kosmetické přípravky: vlasové a tělové šampony, parfémy, laky a tužidla, březové vody, rtěnky, krémy, mýdla a zubní pasty, deodoranty, pěny do koupele, líčidla a barviva.
- Zdravotnické prostředky: např. leukoplast, roztoky s dezinfekčním účinkem (ajatin, septonex, jodisol) a léky (perubalzámy, heřmánky, antibiotika),
- **Domácí chemie:** ředidla, barviva, lepidla, čisticí a prací prostředky),
- **Kovy:** chrom, nikl, kobalt, rtuť,
- Kožešiny a kůže, guma, pryskyřice i umělé hmoty. Kontaktní alergeny způsobují různé projevy oddáleného typu alergie, jako např. kontaktní ekzém.

**Alergeny rostlin** mohou kromě inhalace pylu vyvolávat i kožní alergické reakce od zarudnutí pokožky až k těžkým dermatitidám spojeným se sekundární infekcí.

Jistým způsobem patří k alergickým reakcím i jev, zvaný **fotosenzibilizace**, tj. zcitlivění organismu vůči slunečnímu záření po kontaktu s určitými rostlinami obsahujícími fototoxické či fotosenzibilizující látky. Jako příklad fototoxické reakce lze uvést známý bolševník či některé rostliny z čeledi třezalkovitých. Známá je i fotosenzibilizace po kontaktu s pohankou, zde však jde především o její požití.

Vzhledem k závažnosti alergických onemocnění a jejich vzestupnému trendu, je pro primární prevenci nezbytné znát aktuální situaci na národní a lokální úrovni. Prevalence alergických onemocnění u dětské populace se proto sleduje i v rámci Systému monitorování zdravotního stavu obyvatel České republiky ve vztahu k životnímu prostředí.

### Výsledky sledování prevalence alergických onemocnění v dětské populaci ČR v rámci systému monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí

Sledování výskytu alergických onemocnění u dětí je jednou z aktivit Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí, který probíhá v ČR od roku 1994 (viz kap. 1.1 a 1.3) ve spolupráci Státního zdravotního ústavu (SZÚ), hygienických stanic a praktických dětských lékařů. Systém monitorování umožňuje pravidelně zaznamenávat změny životního prostředí, životního stylu a vývoje alergických onemocnění.

Studie probíhaly ve třech etapách od roku 1996 do 2001, další studie bude uskutečněna v r. 2006. Soustřeďuje se na dětskou a adolescentní populaci ve věku 5, 9, 13 a 17 let. Používá se dotazníkové šetření v kombinaci s údaji pediátrů, popř. i samotných respondentů (ve věku 17 let).

Prevalenční průřezové šetření v populaci 5, 9 a 13letých dětí v období 1996-1997 u více než 11000 dětí ukázalo celkové zastoupení 16,6% alergických dětí v souboru. Nejvíce zastoupenou diagnózou byla pollinóza – 6,1%, dále atopická dermatitis – 4,3%, astma – 3,8%, jiná alergická rýma – 1,5%. Výskyt alergického onemocnění byl vyšší u chlapců v porovnání s dívkami (18,4% vs. 14,7%). Respiračními typy alergie byli významně častěji postiženi chlapci ve všech věkových skupinách, atopická dermatitis se častěji vyskytla u dívek a to zejména v nižších věkových skupinách. Je patrné, že alergiků přibývá s věkem,

nárůst je zřejmý zejména u pollinózy. V souvislosti s úrovní znečištění ovzduší se ukázalo, že s rostoucím počtem zdrojů znečištění ovzduší roste také počet alergických dětí žijících v exponovaných lokalitách. Při porovnání významu stacionárního a liniového (dopravní komunikace) zdroje se jako významnější ukázal stacionární zdroj znečištění.

Prevalence alergických onemocnění v populaci 17letých v roce 2000 byla **23%** s mírnou převahou chlapců. Nejčastěji se vyskytující diagnózou v tomto věku byla pollinóza. Během 4 let (1996-2000) došlo v části souboru, která byla vyšetřena opakovaně (1 300 dětí) k nárůstu alergických onemocnění o 8,5%. Z anamnestických údajů vyplynula souvislost časté respirační nemoci v útlém dětství a pozdějšího alergického onemocnění, s nejsilnější vazbou k astmatu. Prevalence kouření byla u 17letých respondentů **26%**, bez rozdílu mezi dívkami a chlapci. Kouřilo 24% alergiků a bohužel 29% dospívajících astmatiků.

Prevalence alergických onemocnění v roce 2001 v populaci 5, 9, 13 a 17letých byla **25%**, vyšší u chlapecké části populace. Jednalo se především o astma **5,1%**, pollinózu **11,1%**, atopickou dermatitis **7,1%**, a jinou alergickou rýmu **1,2%**. Ve srovnání s rokem 1996 vzrostl počet alergiků v 17 srovnávaných městech v souboru 5, 9 a 13letých dětí statisticky významně z **16,9% na 23,4%**. K nárůstu onemocnění došlo u všech sledovaných diagnóz i věkových skupin.

Věk prvních projevů alergického onemocnění se ve srovnání s rokem 1996 posunul do nižších věkových kategorií, což může souviset také s časnějším záchytem alergických onemocnění, zejména v kojeneckém věku.

Z vlivů pre- a perinatálně působících na dítě byly ve vztahu k alergickému onemocnění významné stres matky v těhotenství a rizikové těhotenství, dále pak porodní komplikace.

Zjištěné údaje ze zdravotní anamnézy dítěte potvrdily fakt, že alergické děti trpěly častější opakovanou respirační nemocí jak v období prvního roku, tak ve věku batolecím a předškolním, včetně častější antibiotické léčby. Vyšší nemocnost se vyskytla nejen u dětí s respirační formou alergie, ale i u dětí s kožními alergickými projevy a u dětí s alergickou reakcí na potraviny. Naopak kožní problémy v průběhu prvního roku života nebyly zdaleka vázány jen na diagnózu atopické dermatitidy, ale vyskytly se jak u dětí s astmatem a pollinózou, tak u dětí s alergickou reakcí na potraviny.

Vlivy vnitřního prostředí (např. expozice kouření v bytě) se projeví spíše u dětí nespecifickými příznaky jako např. noční kašel mimo nachlazení nebo podráždění sliznic očí a nosu. U již diagnostikovaných alergických onemocnění nebyl vliv domácího prostředí zjištěn.

Výskyt alergie byl vyšší u dětí žijících v lokalitách s průmyslovým a dopravním zatížením, riziko onemocnění roste s délkou expozice.

### Literatura

- ⇒ Kazmarová H. a spol. Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k prostředí – Monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k venkovnímu a vnitřnímu ovzduší. Odborné zprávy za rok 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002. SZÚ Praha.
- ⇒ Faierajzlová V., Švandová E. Alergie a životní prostředí. Alergie 1999; 1:13-18
- ⇒ Kratěnová J., Malý M. Prevalence alergií u dospívajících v ČR. Alergie 2002; 2:100-106
- ⇒ Kratěnová J. Alergická onemocnění dětské populace v ČR – prevalenční průřezové studie. Alergie 2002; Suppl.2: 24 – 30.
- ⇒ Kratěnová J. Alergická onemocnění v dětské populaci v ČR v roce 2001. Alergie 2003; Suppl.2: 8 – 10.

# 9 BYDLENÍ

## 9.1 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY BYDLENÍ

Obytné prostředí působí na člověka vlivy, pocházejícími z hmotného prostředí (přírodního i vytvořeného člověkem) a z psychosociálního prostředí (druzí lidé v rodině i sousedství, ekonomicko-sociální situace, kultura, morálka, tradice).

### O zdravém bydlení rozhodují:

- vlastnosti širšího obytného prostředí;
- prostorové, dispoziční a materiálové řešení bytu;
- způsob užívání bytu.

Zatímco u jednotlivých fyzikálních, chemických a biologických faktorů bydlení máme k dispozici bohaté a větší množství údajů o jejich zdravotním významu, u těch vlastností bytu, které působí různou mírou psychické zátěže a nespecifických obtíží je jejich příspěvek ke vzniku onemocnění u obyvatel stále spíše spekulativní a vědeckými postupy nesnadno dokazatelný. Přesto lze předpokládat, že psychosociální prostředí a způsob bydlení jsou zdravotně významnými činiteli.

Komise odborníků WHO v roce 1987 vyhlásila „**nezbytnost integrovaného přístupu k otázkám spojených s bydlením**“ a „**nutnost porozumět mnohostrannému způsobu, jakým životní podmínky ovlivňují fyzické a duševní zdraví**“. Konstatovala, že strategie, které motivují občany, obce a vlády k respektování zdravotních stránek bydlení v celé jejich šíři a k zlepšení užívání bytu z hlediska zdraví prospěšných cílů mohou značně omezit pozdější potřebu provádět drahou a ne vždy úspěšnou intervenci jednotlivých chorob.

Zdravotnická problematika bydlení je široce zvažována z následujících hledisek:

- ochrana před nákazami, šířícími se v bytovém prostředí,
- ochrana před nemocemi, otravami a nebezpečím úrazu,
- podpora duševního zdraví a zdravého vývoje,
- péče o zdravé a podněcující okolí bydliště,
- způsob užívání bytu, napomáhající ke zdravému životu,
- péče o skupiny, zvláště ohrožené v souvislosti s bydlením,
- podpora zdraví prospěšné sociální politiky v bydlení,
- vědomí závislosti řešení na příznivém ekonomickém rozvoji,
- potřeba zdravotní výchovy profesionálů a veřejnosti,
- potřeba účinné participace veřejnosti.

### Patofyziologické mechanismy

Patofyziologické mechanismy zdravotních poruch z bydlení jsou tak různorodé, že je popíšeme pouze souhrnně.

**Nevhodné bytové podmínky se na zdravotním stavu mohou projevit:**

- **relativně bezprostředně** vznikem
  - o akutních a chronických respiračních infekcí a alergických onemocnění dýchacích cest (jako důsledku neadekvátního vytápění, větrání a přítomnosti škodlivin v ovzduší);
  - o infekcí HCD a dětských infekcí (jako důsledku kapénkového šíření nákaz při těsném kontaktu více osob při pobytu či spánku v místnosti);
  - o kožních i parazitárních nemocí a alimentárních infekcí (jejichž příčinou nebo podnětem jsou sanitárně technické nedostatky při odstraňování odpadů, nedostatky v osobní hygieně a zacházení s potravinami);
  - o domácích úrazů (při nedodržení bezpečnosti prostředí a nesprávném, rizikovém chování);

- **více či méně zprostředkovaně** vznikem nejružnějších chorob z maladaptace, hypertenze, neuróz, sebevražedných pokusů, poruch chování, poruch rozvoje osobnosti apod. Zde bytová situace a způsob užívání bytu produkuje stres, napětí, frustraci, rozmrzelost a při překonání míry tolerované zátěže dojde k onemocnění.

### 9.1.1 RIZIKA PLYNOUCÍ Z NEVHODNÉHO UŽÍVÁNÍ BYTU

Nejzávažnější okolnost, ovlivňující způsob užívání bytu, je **počet bydlících osob a jejich role v rodinném společenství**. Vlivu vysoké populační hustoty byla věnována velká pozornost zejména poté, co byly u zvířat zjištěny příznaky zvýšené agresivity.

**Naopak, lidé projevují vůči přelidnění překvapující odolnost.** Jestliže byly při porovnávání populačních skupin dodrženy srovnatelné úrovně socioekonomických parametrů, opakovaně se potvrdilo, že nejsou rozdíly v úmrtnosti a nemocnosti v oblastech s různými hustotami obyvatel. Chápání přelidnění bytu je do značné míry formováno kulturně-historicky. Dosud není přesně známo, kolik obytného prostoru člověk vlastně potřebuje.

**Tolerance k přelidnění se zhoršuje se stupněm vzdělání,** se vzrůstajícím podílem dospělých osob a při více samostatných domácnostech. V přelidněných bytech jsou kladeny větší nároky na míru vzájemné tolerance. Jsou-li požadavky na přízpusobení rozloženy ve skupině nerovnoměrně a nespravedlivě (nebo jsou-li takto členem skupiny prožívány), dochází ke stresu s dalšími následky.

**I když respektujeme osobité postoje konkrétní rodiny, některá pravidla užívání bytu je možno považovat za obecně platná a žádoucí. Je to mj.:**

- oddělené spaní rodičů a dětí a ne více než 2 dospělé osoby v jedné ložnici,
- neužívat ke spaní kuchyni,
- obývací pokoj používat jen k příležitostnému spaní,
- každý člen rodiny, tj. i dítě alespoň kousek soukromí,
- v rodině se školáky alespoň jedna pracovní plocha vylučně pro učení.

**Některé způsoby narušení normálního a pro rodinný život a zdraví obyvatel vhodného užívání bytu:**

- podstatná část bytu je vyloučena z běžného denního užívání, aby mohla vyniknout jeho reprezentační (prestížní) role,
- podstatná část bytu je vyloučena v zimě z běžného denního užívání, aby bylo dosaženo úspor na vytápění,
- v bytě je omezena řada běžných způsobů užívání bytu (hra dětí, věci na psacím stole apod.) ve prospěch úzkostlivé čistoty a pořádku,
- v bytě jsou zhoršeny podmínky pro běžný život (rodinný), protože neúměrně mnoho prostoru je zabráno pro provozování koníčků,
- v bytě je prováděna neadekvátní pracovní, výdělečná nebo amatérská činnost, spojená s vývinem škodlivin nebo se značnými prostorovými či jinými nároky,
- v bytě žije silný kuřák, který nerespektuje ani elementární ohledy a omezení,
- rodinný život narušuje dlouhodobé ošetrovatelsky náročné onemocnění některého člena rodiny nebo onemocnění spojené s těžkými změnami povahy a psychiky nemocného.

### 9.1.2 INTERVENCE DO ZPŮSOBU UŽÍVÁNÍ BYTU

#### Individuální intervence

Intervence je velmi nesnadná, protože jde o oblast rodinných zvyklostí, které jsou považovány za součást soukromí, do kterého nemá okolí právo zasahovat.

Jde spíše o to, aby si rodinný lékař zvyklostí v rodině, při bydlení všiml a aby případnou nápravu nedostatků chápal jako součást medicínského působení.

### Komunitní intervence

- Podporovat větší informovanost veřejnosti i odborníků o vztazích mezi zdravím a bydlením a o domácích úrazech.
- Podporovat na místní úrovni iniciativy, vedoucí ke zlepšení kvality obytného prostředí okolí bytu z hlediska bezpečnosti a možnosti trávení volného času. (např. prostřednictvím programu „Zdravé město“).
- Zabezpečit větší informovanost o domácích úrazech a jejich prevenci mezi pedagogy, zdravotnickým personálem a pracovníky sociálních služeb, i mezi studenty všech typů škol. Zvýšit znalosti o správném poskytování první pomoci.

### Celospolečenská intervence

- Podpora chápání zdravotního významu bytové otázky u představitelů, kteří rozhodují (financování, legislativa, hlavní směry komunitních programů).
- Zařazovat prevenci domácích úrazů do systému výuky pedagogů, pracovníků sociální sféry, pracovníků samosprávy a zdravotnického personálu.

Preventivní opatření proti domácím úrazům a ustanovení, podporující zdravé užívání bytu, jsou obsažena ve stavebních předpisech. V současnosti převládá snaha tyto předpisy co nejvíce omezit, liberalizovat a ponechat odpovědnosti na stavebníkovi. Nebude-li mezi stavebníky a uživateli dobrá informovanost a nebude-li jim riziko soustavně připomínáno, může dojít zbytečně ke škodám a neštěstím.

### Literatura

⇒ Housing and Health: Conclusions of consultation on Housing, WHO, Geneva, s. 31, 1987.

## 9.2 BEZPEČNÝ BYT

### 9.2.1 SOUČASNÝ STAV ÚRAZOVOSTI

Podle světových statistik je úraz hlavní příčinou smrti ve věkové skupině 1 – 44 let. Současně je i nejčastější příčinou hospitalizace u osob ve věkové skupině do 40 let.

Standardizovaná **úmrtnost na veškeré úrazy** je podle údajů ÚZIS v České republice velmi vysoká.

**Z celkového množství úrazů tvoří u nás domácí úrazy cca 50 %, z toho dětské úrazy 22,6 %**. (Pracovní úrazy 16,4 %, dopravní 20,3 %, sportovní 9,7 % a kriminální 6,5 %). I v jiných zemích tvoří domácí úrazy přibližně polovinu všech úrazů. Mezinárodní srovnávání je znesnadněno používáním různé klasifikace úrazů a neúplnou evidencí.

Analýza našich dat v dětských úrazech ukazuje, že za posledních 40 let **poklesly absolutní počty smrtelných úrazů u dětí do 14 let o polovinu a v kategorii 1-4 roky dokonce o více než 2 třetiny. Podíl dětských smrtelných úrazů na celkové dětské úmrtnosti však za tutéž dobu mírně stoupl** (což znamená, že pokles úmrtnosti z ostatních příčin byl ještě výraznější). Úrazy jsou příčinou smrti u cca 40 % dětských úmrtí.

Je nutné si uvědomit, že úrazy se nedějí náhodou, ale jsou způsobeny zevními příčinami, které je nutno odhalovat a upozorňovat na ně.

Zatímco pády jsou dominujícím smrtelným úrazovým

mechanismem ve starším věku, ve středním věku dominují otravy léky, drogami a plyny a v dětském věku popálení a udušení.

Domácí úraz utrpí každý rok 4 – 5 % populace, z toho je lékařsky ošetřena třetina až polovina případů.

Ošetřovány jsou nejčastěji úrazy, způsobené pády, pak následují řezná poranění, pohmožděniny a popáleniny.

**Úloha zdravotníků spočívá:**

- ve zjišťování příčin úrazů,
- v rozboru těchto příčin,
- v publikaci těchto příčin,
- v požadavku na jejich odstranění.

I úrazy v domácnosti a bytě zanechávají pracovní neschopnost, někdy velmi dlouhou. **Prevence v této oblasti** (snad vlivem toho, že jejich odškodnění nepadá na zaměstnavatele) **je velmi obtížná a je často zanedbávána.**

Náklady na léčení úrazů jsou velmi vysoké v celém světě a výrazně zatěžují ekonomiku zdravotnictví (zdravotní pojišťovny, úrazové pojišťovny a pod.). Primární prevence úrazů má proto nejen zdravotní, ale i nezanedbatelný ekonomický přínos.

V tomto smyslu je potřeba:

- docílit takového stavu, aby k úrazu vůbec nedošlo,
- dojde-li k úrazu, včasnou a adekvátní léčbou na všech zdravotnických stupních docílit brzkého zhojení, pokud možno bez následků,
- teprve u nejzávažnějších případů přistoupit v rámci terciální prevence k resocializaci a pokud možno k návratu postiženého zpět do normálního života.

**I v případě terciální prevence mají vynaložené prostředky svoji návratnost:**

- v nabytí psychické rovnováhy uzdraveného,
- ve schopnosti uzdraveného pracovat a vytvářet hodnoty,
- ve zlepšení klimatu rodiny a okolí postiženého, zbavení se obav z budoucnosti.

**Úrazy můžeme podle závažnosti rozdělit na úrazy:**

- lehké,
- středně těžké,
- těžké,
- smrtelné.

Při posuzování závažnosti samotného úrazu je nutno přihlídnout i k neobyčejně vysoké emocionální zátěži, kterou úraz, zvláště těžký, má pro postiženého a jeho nejbližší okolí.

**Každý úraz způsobuje emocionální zátěž**, jelikož při něm může jít o

- přerušování osobní kontinuity;
- otázka přežití a uzdravení nemocného;
- následky úrazu, což mohou být:
  - o invalidita dočasná, trvalá,
  - o společenské uplatnění,
  - o partnerské vztahy, rodinná situace,
  - o ekonomická situace, existenční problémy.

Úrazovost se tedy jeví jako problém celospolečenský, nejen zdravotnický a ekonomický, ale i sociální.

**Složky společnosti, které by se měly na prevenci a likvidaci úrazů podílet:**

- policie – udržování bezpečnosti a dodržování předpisů a zákonných opatření, přímá pomoc, školení
- hasiči, kteří mají provádět preventivní sledování, likvidaci ohně, přímá pomoc, školení
- rychlá zdravotní pomoc – včasné poskytnutí patřičné péče, rychlá doprava do místa ošetření
- Český červený kříž – teoretický a praktický výcvik v poskytování první pomoci, přednášky s preventivním zaměřením
- dobrovolné skupiny (skauti, sportovní oddíly) – výcvik v první pomoci, přednášky

- úřady v obcích a městech – sledování zdravotního a sociálního stavu obyvatelstva, týrání dětí, kvality života osob vyšších věkových skupin, sledování nezaměstnaných a bezdomovců
- mateřské školy – výuka hrou zaměřená na prevenci
- školy – kurzy první pomoci a prevence úrazů
- vysoké školy všech typů – zdravotnická školení, instruktáže, film
- obchody – při prodeji seznámit zákazníka s riziky kupovaných předmětů, instruktáže o uvedení do činnosti, sponzoring preventivních akcí pro zabránění úrazu
- hromadné sdělovací prostředky – ve spolupráci se zdravotnickými složkami prezentovat co nejčastěji příčiny úrazů \* finanční ústavy (banky, pojišťovny, spořitelny) – finančně podporovat preventivní akce, případně resocializační procesy
- psycholog, psychiatr – sledování psychomotorického stavu osob, případně stavu po prodělaném úrazu a posouzení možnosti zapojení do vhodné činnosti
- všechny chirurgické obory – v rámci sekundární prevence poskytnout včasné a dokonalé ošetření s poskytnutím dalších výkonů, umožňujících postiženému návrat do normální činnosti.

## 9.2.2 PROČ BEZPEČNÝ BYT?

Epidemiologická studie u popáleninových úrazů dětí ve věku 0-15 let přesvědčivě ukazuje, že **nejrizikovějším místem pro úrazy popáleninového charakteru je byt** (tab. 1).

Místo vzniku úrazu v procentech Tab. 1

Místo vzniku úrazu	Hoši	Dívky
Doma (kuchyň, koupelna)	60	83
Venku	34	15
Škola	1	1
Železnice, silnice	3	1
Garáž, dílna	2	-

Uvedená statistika ukazuje, že pro dítě je největším rizikem domácí prostředí, které samo dobře zná a které by mu mělo poskytovat bezpečí.

Chlapci jsou dvakrát častěji léčeni pro popáleniny než děvčata.

Současně vzhledem k odlišným vývojovým charakteristikám obou pohlaví se stávají **úrazy chlapců častěji také mimo dům**. Příčinou toho jsou příslušné aktivity chlapců, a to

- bojové hry, sport,
- experimenty s chemikáliemi,
- soutěživost, předvádění se.

Dívky jsou popáleninovými úrazy nejčastěji ohroženy ve věku 4 – 6 let, kdy **napodobují dospělé v domácích pracích**.

Nejčastějším druhem popáleninového úrazu je **opaření** a to u obou pohlaví. U dětí do 3 let věku je opaření jako mechanismus popáleninového úrazu jednoznačně převažujícím (tab. 2, 3, 4).

Typ popáleninového úrazu v procentech Tab. 2

Typ	Hoši	Dívky
Opaření	42	70
Hoření	31	16
Elektrický proud	13	4
Exploze	8	3
Kontaktní popálení	3	6
Chemické popálení	3	1

## Mechanismus popáleninového úrazu podle pohlaví v procentech

Tab. 3

Mechanismus	Hoši	Dívky
Polití horkými tekutinami	32	56
Manipulace s hořlavinami	25	5
Hoření oděvu	12	10
Elektrický proud	11	4
Pád a jeho následky	10	15
Poleptání	3	1
Výbuch vařiče, kotle, kamen	3	1
Kontakt s rozžhaveným předmětem	3	6
Opalování	0	2
Dopravní nehoda	1	0

## Aktivity, které způsobily popáleninový úraz, v procentech

Tab. 4

Mechanismus	Hoši	Dívky
Vaření	25	46
Koupání	15	18
Hry	13	10
Topení, táborové ohně	13	7
Experimenty s chemikáliemi	11	2
Pomoc dospělým	7	2
Hra se sirkami	5	4
Inhalování	4	7
Manipulace s el. spotřebiči	4	2
Ohrožení druhou osobou	2	2
Cestování	1	0

## Na vzniku popáleninového úrazu se podílejí:

- **riziková místa:**
  - o kuchyň – sporáky, nestabilně umístěné vařiče, nádoby s horkou vodou, konvice s horkým mlékem, čajem, nádoby s horkou polévkou, umístěné na pracovní desce nebo na zemi, čistící prostředky schopné vznícení se, zásuvky, žehličky;
  - o koupelna – elektrické boilers s vysokou výstupní teplotou vody, která teče z kohoutků, ze sprchy, napuštěná vana, vypouštění pračky do vany, lékárníčka s hořlavinami, zásuvky;
  - o obývací pokoj – nízké stolky a na nich postavená káva, čaj, elektrické zásuvky, kamna, radiátory;
- **rizikové činnosti:**
  - o vaření – jídla s objemem horké vody, polévky, čaje, kávy, škváření sádla, ohřívání vody na koupání, na mytí nádobí, při zabijačkách hrnce s horkou vodou a polévkou;
  - o jídlo, pití – horké tekutiny a jídla podávaná dětem nebo postavená v jejich blízkosti;
  - o koupání, mytí – horká voda z kohoutku, sprchy, pád do horké vody ve vaně;
  - o manipulace se sirkami a experimenty s hořlavými látkami, pohyb v blízkosti vysokého napětí (nádraží – vagony, sloupy vysokého napětí, rozvodné skříně, kabely volně ležící a pod.);
- **rizikové charakteristiky jedinců:**  
v každém vývojovém období jedince je předpoklad vzniku úrazu pro disproporci mezi motorickou a mentální úrovní jedince.

**Výraznou pozornost** je třeba věnovat dětem, u nichž jsou jedna nebo obě zmiňované úrovně problematické. **Jsou to děti:** hyperaktivní, psychomotoricky nestabilní, děti s poruchami chování různé etiologie, děti s DMO a LMD, epileptické a mentálně retardované děti.

**Zvláštní skupinu** tvoří děti z tzv. **problémových rodin**, kde se rodiče o jejich výchovu nestarají, děti rodičů závislých na alkoholu nebo omamných látkách. Těmto dětem je péče poskytována nedostatečně a často ji místo rodičů vykonávají starší sourozenci nebo širší sociální okolí.

**Riziko úrazu je ovlivněno fyziologickými a patologickými aspekty dětí**, které jsou dány jejich jednotlivými vývojovými etapami.

#### **Další rizikové faktory v bytě:**

- pády z výšek – nábytek, vypadnutí z okna;
- pády do naplněných nádob tekutinou (převážně vodou) s rizikem utopení;
- manipulace s ostrými předměty (nůžky, nože);
- manipulace se střelnými zbraněmi
- polykání léků, zejména tvarově podobných některým cukrovinkám;
- rozebírání přístrojů – riziko úrazu ruky mechanicky, riziko úrazu elektrickým proudem;
- uklouznutí po podlaze nebo podlahové krytině;
- rozbití skla a skleněných předmětů s následným pořezáním;
- zasouvání různých předmětů do tělních otvorů (nos, zvukovody), vdechnutí cizích předmětů;
- úrazy očí, penetrující i nepenetrující;
- rozdrčení prstů na masových mlýncích;
- hra se psem (ukousnutí nosu či poškození celého obličeje).

#### **Následky plynoucí z utrpěného úrazu:**

- přerušení nebo narušení psychického vývoje dítěte, expozice extrémnímu stresu;
- dlouhodobý pobyt v nemocnici spojený s bolestmi, smyslovou a emoční deprivací;
- vznik posttraumatických psychických změn spojených s poruchami pozornosti, spánku, emoční labilitou, fobemi, nočními stavy úzkosti;
- narušení somatického vývoje dítěte kontrakturami:
  - a. ovlivnění růstu postižených částí skeletu a svalstva:**
    1. deformace obličeje (omezení funkce mimických svalů, nedovírání očních štěrbin, otevírání ústní štěrbin);
    2. deformace boltců (nošení brýlí);
    3. deformace rukou s omezením pohyblivosti;
    4. při deformaci trupu omezení vývoje prsních žláz u dívek;
    5. deformace perinea a genitálu;
  - b. omezení pohyblivosti:**
    1. omezením pohyblivosti v kloubech (ramenních, loketních, zápěstí, kyčelních, kolenních, kotníků);
    2. jizevnatými změnami kůže, ev. svaloviny;
    3. paraartikulárními osifikacemi (lokte, ramene);
    4. poškozením nervů periferních a poškozením CNS, který může ovlivňovat motoriku i citlivost;
- narušení sociálního zařazení (jizvy, deformace), vedoucí u mladších dětí k rozvoji agresivity, u starších k sociální izolaci.

### **9.2.3 ÚRAZY STARŠÍCH OSOB V BYTĚ**

Druhou kategorií, která je nejčastěji ohrožena úrazy v bytě, jsou **starší osoby (od 65 let výše)**. U této věkové kategorie dochází k postupné mentální i fyzické involuci. Úbytek těchto schopností začíná diskrétně a později se prohlubuje s různou intenzitou.

#### **Faktory rozhodující o postupu involuce:**

- biologický stav organismu
- psychický stav
- sociální situace, ve které se stará osoba nachází.

#### **Specifika věku:**

- snížená vstřípivost – těžko se učí novým věcem, těžko přivyká změně prostředí
- zpomalení psychomotorického tempa
- snížení reflektorické reaktivity
- zapomnětlivost
- zhoršení smyslů (zrak, sluch, čich, chuť, hmat)
- pokračující osteoporóza, která významně zvyšuje riziko zlomenin (zejména u žen)
- zhoršující se sebeobsluha.

#### **Důvody vzniku úrazů ve vyšším věku:**

- omezená schopnost dostatečně zvážit riziko vlastní činnosti
- omezená schopnost psychicky dobře sladit vlastní postupy
- přeceňování svých schopností a reaktivity.

#### **Úrazy přicházející v úvalu u osob vyššího věku:**

- popáleniny a opařeniny
- úrazy elektrickým proudem
- poleptání žíravinami
- pády z výšek
- pády na kluzké podlaze
- úrazy očí.

#### **Obdobně jako v dětském věku hodnotíme při vzniku úrazu**

A – rizikové místo

B – rizikovou činnost

C – rizikové skupiny

#### **Ad A – rizikové místo**

- kuchyně, koupelna, dílna, garáž, schody a schodiště a všechna místa, kde se používají hořlaviny a nebo kamna.

#### **Ad B – riziková činnost**

- vaření, manipulace s horkými tekutinami – polévka, káva, čaj, tuky, oleje
- výbuchy plynu při špatné instalaci nebo nedbalosti
- koupele, opaření při sprchování, vypouštění pračky do vany, opaření při inhalacích, uklouznutí ve vaně
- dílny, garáže – úrazy při montážních pracích, při opravě přístrojů
- práce ve výšce, vystupování na židle, nábytek
- vznícení rukávů při manipulaci s vařičem
- kontaktní popálení horkým předmětem
- vznícení (oděvů) při kouření v posteli
- přilévání hořlaviny do ohně
- topení a pálení gumových věcí
- vypadnutí horkých uhlíků a následné vznícení oděvu
- otrava unikajícími zplodinami
- vniknutí cizího tělesa do oka.

### **9.2.4 INTERVENCE SMĚŘUJÍCÍ KE SNIŽOVÁNÍ ÚRAZOVOSTI**

#### **Individuální intervence (dětí)**

##### **Ze strany lékaře jde o tyto činnosti:**

- pravidelně informovat rodiče o rizicích plynoucích z disproporce mezi motorickou a mentální úrovní dítěte a o rizicích vyplývajících z jejich vlastní lehkomyšlnosti
- zvláštní pozornost věnovat rizikovým skupinám dětí a rodičů s důrazem na jejich informovanost o celé problematice
- zajistit spojení se sociálními pracovníky v případě neadekvátní péče rodiny a zajistit tak pomoc při výchově dítěte
- při prohlídkách dítěte u lékaře věnovat pozornost pouřazovým poškozením (oděrky, jizvy, hematomy) a dle jejich



výskytu posuzovat prostředí, ve kterém se dítě nachází (týrané dítě).

#### **Ze strany rodičů a zodpovědných osob:**

- věnovat dětem dostatek péče podle jejich vývojové úrovně a potřeb
- dohlížet na bezpečně uzavřená okna, dokonalé podlahové krytiny a obuv dítěte zejména v období dosud nevyvinuté motoriky
- uvažovat o možném riziku, předvídat ho a mít přiměřený dohled nad dítětem
- soustavně vhodnou formou (tj. ne odstraněním jakéhokoliv nebezpečí) vést dítě k bezpečnému zvládnutí životních situací
- věnovat dětem dostatečnou pozornost při vysvětlování problematiky bezpečnosti a respektovat jejich odpovídající mentální úroveň.

#### **Technická a organizační opatření pro snížení rizika dětských úrazů:**

- opatřit okna, která se běžně otevírají, zábranou proti pádu
- opatřit zásuvky elektrického rozvodu bezpečnostními zástrčkami
- skleněné výplně dveří nebo přinejmenším jejich dolní poloviny a další skleněné plochy, u nichž je nebezpečí rozbití, opatřit bezpečnostní folií (provede odborná firma) nebo alespoň polepit tapetou
- léky uchovávat v uzamčené lékárnice, umístěné bezpečně mimo dosah dětí
- nenechávat v dosahu dětí zbraně, nože, sirky, zapalovače, svíčky, chemikálie, hořlaviny jako ředidla a pod., léky a další předměty umožňující poranění
- nepoužívat obalů od potravinářských výrobců na uchovávání jiných přípravků
- dát pozor na horké kapaliny v přítomnosti dětí, v rodině s batolaty neprostírat horké nápoje na ubrus, nestavět hrnce s horkou polévkou na okraj plotny či stolu, nestavět hrnce s vařící vodou na podlahu
- dětem do tří let ponechat ke hře pouze hračky, které nelze rozložit na části menší než 4 cm. Nenechat dítě manipulovat se sáčky z umělých hmot, které by si dítě mohlo navléci na hlavičku.

#### **Individuální intervence (starší osoby)**

U starších osob se individuální intervence týká především rizikových skupin a spočívá ve zjištění stavu pacienta jak po stránce motorické, tak psychické a v snížení rizika úrazu v jeho okolí.

- zjistit schopnost fyzické zátěže u mladého i staršího jedince
- zajistit terapii přidružených chorobných stavů
- zjistit psychický stav, úroveň rozumových schopností, případné poruchy percepce, paměti, emoční stability, ev. lability, depresivní rozlady a stavy, úroveň a stálost vědomí (amence)
- zvláště sledovat:
  - pacienty psychiatricky léčené
  - pacienty s epilepsií
  - pacienty s organickým psychosyndromem
  - pacienty po mozkových příhodách
  - pacienty s drogovou a alkoholovou závislostí a závislostí na lécích ovlivňujících vigilitu
  - pacienty z rodin s mnoha členy domácnosti
  - pacienty osamělé
- zajištění adekvátní a co nejrychlejší první pomoci v případě traumatu.

#### **U popáleninového traumatu:**

- uhasit plameny, tzn. zabránit v útěku, položit do hori-

zontální polohy a koulet, ev. udušit plameny vlněnou pokrývkou – *nikdy nepožít syntetické materiály* – ev. polít vodou

- chladit pouze obličej, krk a ruce (t.j. významné malé plochy)
- celkové prochlazení trupu hrozí srdeční zástavou z hypotermie.

**Při chemickém traumatu** jde o to

- hojně polévat vodou (neznáme-li chemikálii).

#### **Při elektrotraumatu:**

- odpojit pacienta z okruhu
- zahájit kardiopulmonální resuscitaci
- s postiženými plochami nemanipulovat neprostřihávat puchýře, nestrhávat přiškvařené části oděvu – ev. překrýt čistou tkaninou
- neaplikovat žádné desinfekční roztoky, spreje, krémy či masti
- při opaření oděv nasáklý horkou tekutinou okamžitě svléci.

#### **Technická a organizační opatření pro snížení rizika úrazu starších osob:**

- nekluzké podlahy, odstranit malé pohyblivé koberečky, předložky, rohože na hladké podlaze, pozor na volné okraje kobereců, o které je možno zakopnout, vnitřní dveře bytu pokud možno bez prahů.
- okenní parapety alespoň 75 cm nad podlahou, zábradlí na balkoně alespoň 90 cm vysoké, bez vodorovných prvků (týká se jen dětí, aby zábradlí nemohly přelézt). Proto také v rodině s malými dětmi nepatří na balkon bedny, nebo stoličky.
- vana, opatřena protiskluznou gumovou vložkou, stupeň k vaně pro snazší vstup; madla, umožňující oporu při vstávání a vystupování; stabilní sedačka do vany či sprchového koutu; ve sprše nekluzká podlaha a madlo; držadlo na WC.
- zábradlí a madlo po obou stranách schodiště ve výši cca 85 cm, průměr cca 5 cm.
- raději elektřina než plyn. Tepelná pojistka na plynovém sporáku, pojistný plamínek apod. Žádný plynový spotřebič s otevřeným plamenem bez odtahu spalin, větrání a přívodu dostatečného množství vzduchu (podříznuté dveře). Žádný el. spotřebič používaný při koupání či sprchování.
- dostatečná intenzita osvětlení; vizuálně zřetelné rozlišení výškových rozdílů na podlaze a domovních komunikacích (první a poslední schod, zvýšený práh aj.)
- bezpečnostní folie na prosklené plochy
- uložení věcí denní potřeby ve střední výšce (0,4 – 1,7 m). Žádné věci denní potřeby dosažitelné teprve po výstupu na židli. Bezpečné zařízení pro dosažení výše uložených věcí: přenosné schůdky se zábradlíčkem, židle s výklopným schůdkem aj. Vyšší židle pro práci vsedě u kuchyňské linky.

Lze zvažovat i další úpravy zlepšující pohodlí a komfort (i zde je jistý prvek zvyšování bezpečnosti), jako např. ergonomicky vhodně řešené ovládací kohouty, knoflíky, vypínače a kliky u vodovodních, plynových a elektrických zařízení, oken apod.

Pro snazší vstávání by měl starší člověk mít vyšší výšku sedáku a menší sklon opěradla u křesla, područky, podnožku, měl by mít vyšší postel aj. To ale už s prevencí úrazů souvisí jen málo.

V bytech starších osob je možno uvažovat o provedení celého souboru úprav bytu, kterými se usnadní jeho užívání a omezí nebezpečí úrazů jako o zakázce, kterou je možno už i u nás zadat specializované firmě.

**Významné je, aby starší lidé nechápali úpravy jako důkaz jejich nemohoucnosti a nešikovnosti, ale jako opatření, které pomáhá zajistit jejich co nejdélejší soběstačnou existenci ve vlastním bytě s minimem cizí pomoci.** Účelně

upravený byt nejen snižuje riziko úrazu, ale může přispět k oddálení hospitalizace nebo umístění v pečovatelském zařízení.

### **Komunitní intervence**

- věnovat pozornost stavu bydlení populace;
- sledovat projekci obytných prostor nově budovaných bytů;
- při projekci designu nových přístrojů a nástrojů vycházet ze zdravotnických poznatků o vlivu tvaru nástroje na výkon a případně poranění;
- počítat s nutností vybudování bezbariérových vstupů a interiérů bytů;
- podlahové krytiny posuzovat s přihlédnutím k možnosti uklouznutí;
- docílit dokonalé organizace ošetření úrazů, zejména závažných (popáleniny, zlomeniny);
- systém ošetření organizovat tak, aby již při prvotním léčení byl stanoven algoritmus tak, aby návaznost zákroků směřovala k rychlému doléčení (např. při těžkých popáleninách neodkládat transplantační zákroky, což přináší úsporu času a náklady na léčení).

### **Populační intervence**

- sledovat způsob výchovy generace v rodinách, zvláště s mnoha dětmi;

- sledovat sociální stav starých osob;
- nedostatek v obou předchozích případech řešit pomocí zákonných opatření, institutů sociálních pracovníků apod.;
- veškerou projekci bytů a bytových zařízení provádět tak, aby se byt stal co nejmenším rizikem;
- podporovat pozornost, věnovanou prevenci úrazů v médiích (TV, rozhlas, tisk), v dětských časopisech a časopisech orientovaných na rizikové skupiny. Podporovat sponzoring soutěží, TV pořadů, tvorby výukových video pořadů aj., propagujících prevenci domácích úrazů a poskytování správné první pomoci;
- podněcovat zavedení výchovy k prevenci domácích a dětských úrazů do osnov základních škol a přípravu odpovídajících výukových materiálů a pomůcek.

K získání co nejlepšího přehledu o stavu a počtech poranění v době vzniku, a tím k možné případné prevenci, je zapotřebí dokonalého statistického sledování. V praxi jde o zatížení ošetřujícího personálu, ale jedině tak lze získat obraz o druhu, místu, způsobu a času úrazu. Teprve takto přesně statisticky zpracovaná data umožní dokonalý přehled o dané problematice, který může být podkladem k účelné a dobře prováděné prevenci.

### **Literatura**

⇒ WHO. Architectural Aspects of Domestic Accidnot Prevention. Kodaň 1985, s. 67.