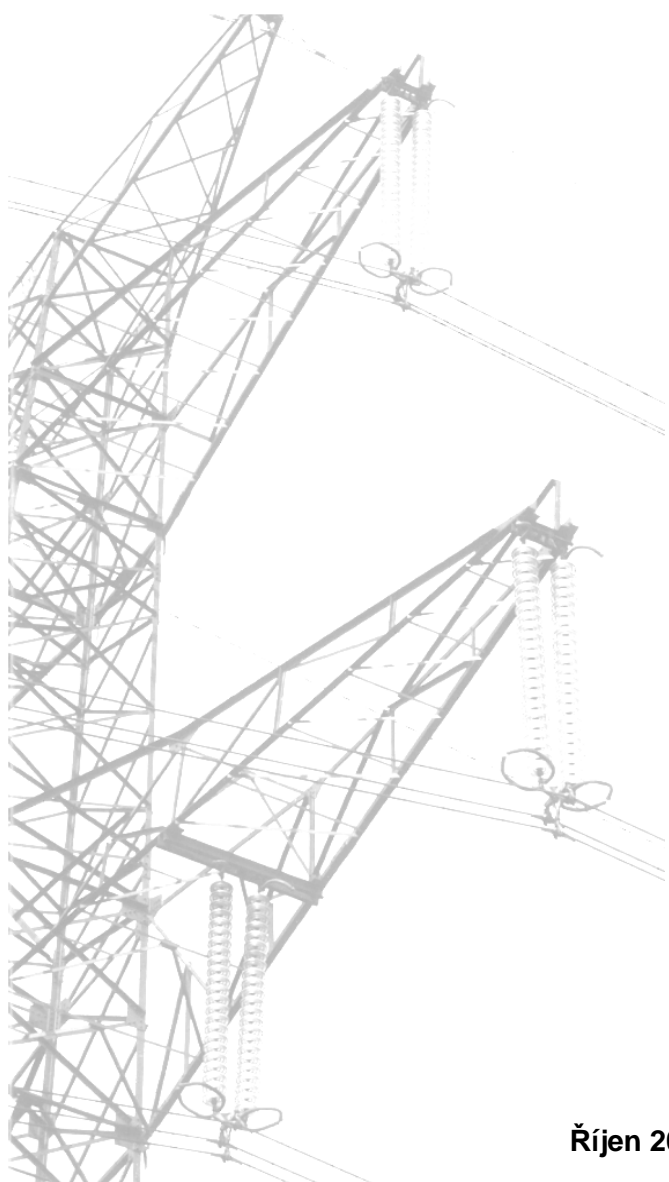




# H. PŘÍLOHA č.6

## Posouzení vlivů na veřejné zdraví

RNDr. Jiří Kos



Říjen 2013



# V415/495 Čechy Střed - Chodov - zdvojení stávajícího vedení 400 kV

## Posouzení vlivů na veřejné zdraví

Zpracoval RNDr. Jiří Kos

Srpen 2013



*“Všechny lidské aktivity jsou zdrojem určitého rizika.*

*Riziko může být redukováno, avšak nelze jej zcela eliminovat.“*

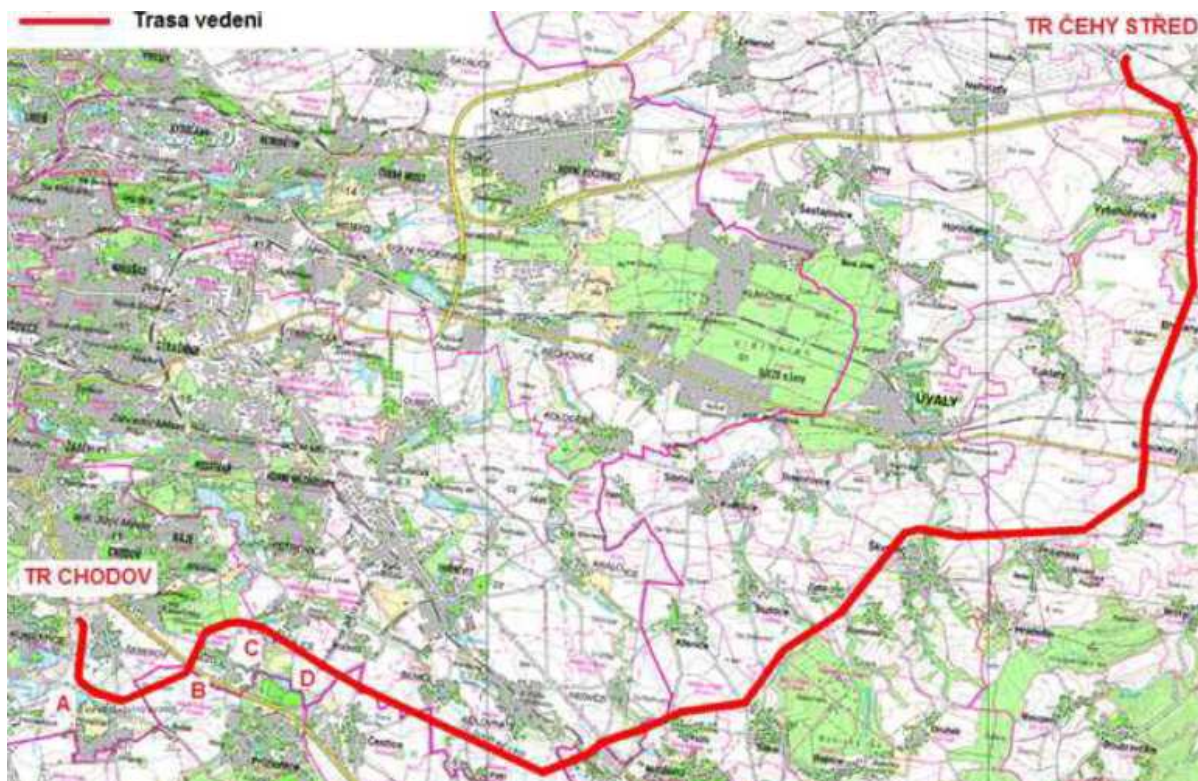
Trevor Kletz

## 1. Úvod

Posouzení vlivů na veřejné zdraví bylo zpracováno v návaznosti na přípravu „V415/495 Čechy Střed - Chodov - zdvojení stávajícího vedení 400 kV“. Podstatou záměru je posílení přenosového profilu mezi TR Čechy Střed a TR Chodov zdvojením stávajícího vedení o napěťové hladině 400 kV o celkové délce cca 35 km z důvodu zajištění dostatečné přenosové schopnosti a spolehlivosti přenosové soustavy ČR v souvislosti se záměrem výstavby nových energetických zdrojů. Oznamovatelem záměru je ČEPS, a.s. Elektrárenská 774/2, 101 52 PRAHA 10.

## 2. Charakteristika záměru a lokality

Obrázek č. 1: Trasa vedení



Trasa nového dvojitého vedení o napěťové hladině 400 kV je navržena variantě v úseku od TR Chodov po bod „D“.

U varianty I dvojitě vedení o napěťové hladině 400 kV společně s dvojitým vedením o napěťové hladině 110 kV, jako čtyřnásobné vedení vychází z rozvodny Chodov v nové trase souběžně se stávajícím vedením (3x400 kV + 1x220 kV) na úrovni stávajícího stožáru č. 84 (bod „A“) se nové čtyřnásobné vedení odklání a je umístěno do stávající trasy vedení s označením V415. Od bodu „B“ (stávající stožár č. 89) po bod „C“ se čtyřnásobné vedení odklání od stávající trasy blíže k Miličovskému lesu, dále od obce Újezd. Od bodu „C“ pokračuje čtyřnásobné vedení ve stávající trase po bod „D“ kde se odklání dvojitě vedení o napěťové hladině 110 kV do oddělené trasy na samostatných stožárech 2x110 kV a dále pokračuje ve stávající trase už jen dvojitě vedení s označením V415/495 do rozvodny Čechy Střed.

U varianty II vedle stávajícího čtyřnásobného vedení (3x400 kV+1x220 kV) bude vystavěno nové dvojitě vedení o napěťové hladině 400 kV a dále nové souběžné dvojitě vedení o napěťové hladině 110 kV, přičemž jsou obě dvojitá vedení umístěna na samostatných stožárových konstrukcích. Od bodu „A“, kde se nová vedení odklání od stávajícího čtyřnásobného vedení (3x400 kV+1x220 kV) po bod „B“, využívá nové dvojitě vedení 400 kV trasu stávajícího vedení 1x 400 kV s označením V415 a nové dvojitě vedení 2x110 kV je situováno v souběhu s tímto novým dvojitým vedením 400 kV.



*Posouzení vlivu na veřejné zdraví – V415/495 Čechy Střed - Chodov -  
- zdvojení stávajícího vedení 400kV*

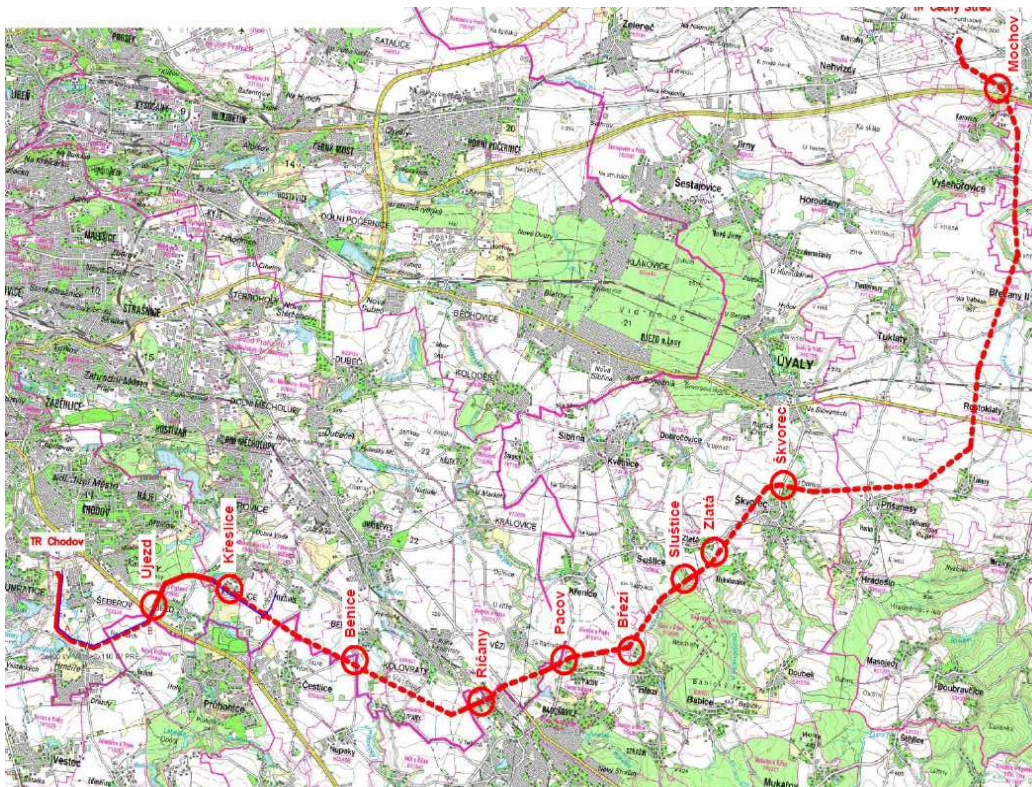
Od bodu „B“ po bod „C“ v lokalitě u Milíčovského lesa bude dvojitě vedení o napěťové hladině 400 kV a dvojitě vedení o napěťové hladině 110 kV sdružené na společných stožárech. Od bodu „C“ po bod „D“ pokračuje dvojitě vedení o napěťové hladině 400 kV souběžně s dvojitým vedením 110 kV. V bodu „D“ se dvojitě vedení 110 kV odklání a dvojitě vedení o napěťové hladině 400 kV s označením V415/495 pokračuje ve stávající trase až do TR Čechy Střed.

Výstavba nového dvojitého vedení 400 kV (stavební činnost) bude probíhat pouze v denní době. Provoz samotného záměru nového dvojitého vedení 400 kV bude nepřetržitý, tzn. v denní i noční době.

*Tabulka č. 1: Lokality u nichž dochází k těsnému dotyku trasy vedení V415/495 s obytnými domy a rekreačními plochami*

Lokalita	Obec	Okres
Újezd	Praha	Hlavní město Praha
Křeslice	Praha	Hlavní město Praha
Benice	Praha	Hlavní město Praha
Říčany	Říčany	Praha - východ
Pacov	Říčany	Praha - východ
Březí	Březí	Praha - východ
Sluštice	Sluštice	Praha - východ
Zlatá	Zlatá	Praha - východ
Škvorec	Škvorec	Praha - východ
Mochov	Mochov	Praha - východ

*Obrázek č. 2: Umístění lokalit u nichž dochází k těsnému dotyku trasy vedení V415/495 s obytnými domy a rekreačními plochami*



## **2.1. Základní charakteristika období výstavby**

Při přestavbě předmětného vedení zvn bude v maximální možné míře využíváno přístupových tras a manipulačních ploch tak, aby nedošlo k narušení navazujících pozemků a objektů. Bude se jednat o postupný, rozptýlený, maloplošný dočasný zábor nezbytné plochy. Dočasný zábor je nutný pro montáž stožárů na místě výstavby, dále pro pojezdový pruh v šíři cca 5m a příjezdové cesty předpokládané v šíři cca 4 m.

Při realizaci záměru bude použita užitková voda při přípravě betonových směsí a technologickém ošetřování betonových patek při tuhnutí. Její množství a zdroje vyplynou z realizační dokumentace díla, lze však předpokládat, že potřeba vody bude pokryta ze stávajících zdrojů. Na staveništi bude betonová směs dovážena mobilními domíchávači v hotovém stavu z centrálních betonářských stanic dle výběru zhotovitele, technologické vlhčení betonových základů při tuhnutí bude zajištěno mobilními cisternami. Vlastní stavba bude realizována prostřednictvím mobilních pracovních skupin, jejichž délka pobytu u jednotlivých stožárů se bude pohybovat v řádu několika dnů. Z tohoto důvodu se počítá s eventuální existencí centralizovaných stavebních dvorů (cca jeden stavební dvůr na 20 až 30 km stavby).

Případná potřeba elektrické energie ve fázi výstavby bude na trase staveništi plně pokryta mobilními elektrocentrálami.

Při realizaci záměru bude třeba zajistit transport potřebného materiálu a techniky do stávajících stožárových míst a naopak odvoz demontovaného materiálu stávajícího vedení a přebytečné vytěžené zeminy k další likvidaci. Potřebné transporty budou prováděny v předem stanovených trasách, navazujících na stávající veřejné komunikace, s maximálním využitím vymezeného ochranného pásma, daného zákonem. Trasy budou mít charakter dočasného záboru v průběhu jednoho vegetačního období a po skončení výstavby budou dotčené pozemky uvedeny do původního stavu a vráceny k původnímu užívání. S ohledem na liniový charakter stavby a nízkou intenzitu stavebních i montážních činností nebude touto stavbou nepříznivě ovlivněna současná běžná intenzita dopravy na dotčených pozemních komunikacích. Realizace záměru si nevyžádá žádný zásah do stávající dopravní ani jiné infrastruktury v dotčené oblasti.

### *Odhad pohybu mechanismů při realizaci záměru*

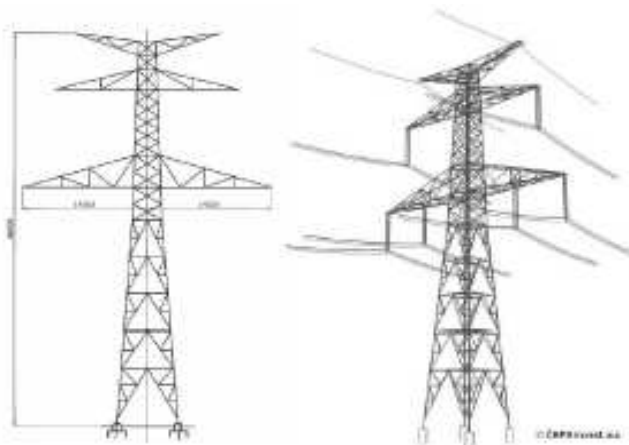
Na základě dodaných vstupních podkladů (Typický harmonogram výstavby a popis činností) lze stavební činnost spojenou s realizací záměru rozdělit do níže uvedených dvou etap

Demontáž - demontáž lan – sklápěcí nákladní automobil – cca 1 den pro několik úseku mezi stožáry, demontáž ocelových konstrukcí stožáru a odstranění základů – mobilní jeřáb, mobilní sekací resp. bourací stroj, autobagr – cca 0,5 dne pro 1 stožár.

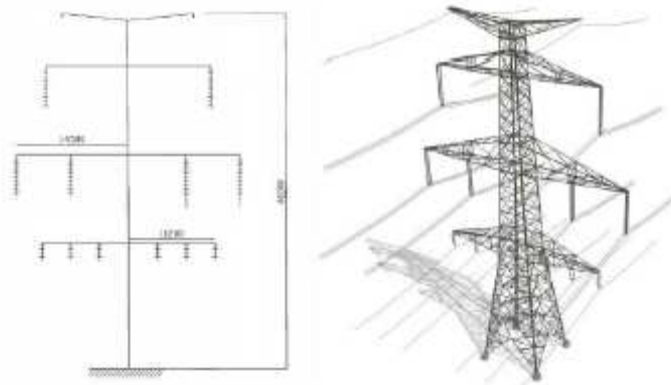
Výstavba - výkopy základů - autobagr a nákladní automobil – cca 1 den pro 1 stožár, betonáž základových patek - domíchávač, případně sklápěcí nákladní automobil pro dopravu betonu, dieselagregát a elektrické vibrátory – pro 1 stožár připadá cca 3 dny po dobu 2 hodin denně, montáž a stavba stožáru (štokováním) - nákladní automobil pro dopravu stožárové konstrukce, autojeřáb – cca 2 dny pro 1 stožár, tažení vodičů - nákladní automobil pro dopravu bubny s lany, navijecí a brzděné zařízení, montážní plošina, autojeřáb, traktor - kotevní pole v úseku 2-3 km po dobu 3 dnů.

Ocelohliníkové vodiče ve trojsvazku budou u dvojitého vedení 400 kV budou umístěny na ocelové stožáry ze samonosné příhradové šroubované konstrukce typu DONAU se základní výškou stožáru 46 m. U sdruženého vedení na základní typ stožáru DONAU se základní výškou stožáru 46 m a s konzolí pro 2x110 kV pod spodní konzolou 400 kV.

Obrázek č. 3: Základní typ stožáru Donau



Obrázek č. 4: Základní typ stožáru pro sdružená vedení (dvojité vedení 400 kV a dvojité vedení 110 kV umístěné pod spodními konzolami vedení 400 kV)



## 2.2. Základní charakteristika období provozu

Vlastní provoz vedení 400 kV si nevyžádá zábor ZPF a PUPFL. Pro vlastní provoz vedení 400 kV není žádná potřeba vody. Ve fázi provozu je záměr přenosovým vedením elektrické energie, čili vlastní vedení při provozu spotřebovává pouze energii, plynoucí ze ztrát vyvolaných fyzikálními jevy. Záměr slouží k přenosu elektrické energie pomocí nadzemního vedení, pro vlastní provoz nevyžaduje žádné surovinové ani energetické zdroje. V rozhodující fázi předmětného záměru, to je při provozu vedení zvn po skončení stavebních a montážních prací, jsou nároky na dopravní infrastrukturu prakticky nulové. Předpokládat lze pouze v průběhu roku ojedinělé výjezdy lehkých automobilů do trasy při provádění revizí, případně při odstraňování vzniklé poruchy či havárie. Přístup vozidel do trasy vedení při těchto činnostech bude z nejbližší veřejné komunikace, a s využitím práva vstupu a vjezdu na cizí nemovitosti (podle energetického zákona č.458/2000 Sb. v platném znění). Pro fázi provozu nevzniká žádný požadavek na změnu stávající infrastruktury.

## 3. Obecně k posuzování vlivu chemických látek na veřejné zdraví

Každá industriální činnost přináší rizika pro člověka i životní prostředí. Zvyšující se míra zdravotních i ekologických rizik se může následně projevit v poklesu odolnosti organismu proti infekcím, poklesem fertility populace, rostoucím trendem výskytu zhoubných nádorů, vrozených vývojových vad, genetických dědičných defektů a psychosomatických poruch.

Zdravotní riziko představuje pravděpodobnost poškození lidského zdraví účinkem expozice určitému faktoru – chemickému, biologickému, psychosociálnímu apod.

Nebezpečnost (Hazard) je vlastnost látky způsobovat škodlivý účinek na zdraví člověka či na životní prostředí. Je to vlastnost „vrozená“ (danou látku ji nelze zbavit), projeví se však pouze tehdy, jsou-li člověk, či jednotlivé ekosystémy životního prostředí jejímu vlivu vystaveny, tj. exponovány. Riziko (Risk) je vyjádřeno jako matematická pravděpodobnost, s níž za definovaných podmínek (za definované expozice) může dojít k poškození zdraví (ve výskytu nepříznivých zdravotních projevů až smrti). V numerickém vyjádření se tato pravděpodobnost může pohybovat od 0 (k poškození vůbec nedojde) do 1 (k poškození dojde ve všech případech). Riziko se rovná 0 pouze v případě, že expozice daná látce neexistuje (je nulová). Hodnocení rizika (Risk Assessment) je postup, který využívá syntézu všech dostupných údajů a nejlepší vědecký úsudek pro určení druhu a stupně nebezpečnosti představovaného určitým faktorem, dále určení, v jakém rozsahu byly, jsou, nebo v budoucnu mohou být působení tohoto faktoru vystaveny jednotlivé skupiny populace a konečně charakterizace existujících či potenciálních rizik z uvedených zjištění vyplývajících.

Proces hodnocení zdravotního rizika sestává ze čtyř kroků:

- určení nebezpečnosti
- určení vztahu dávka-odpověď
- hodnocení expozice
- charakterizace rizika

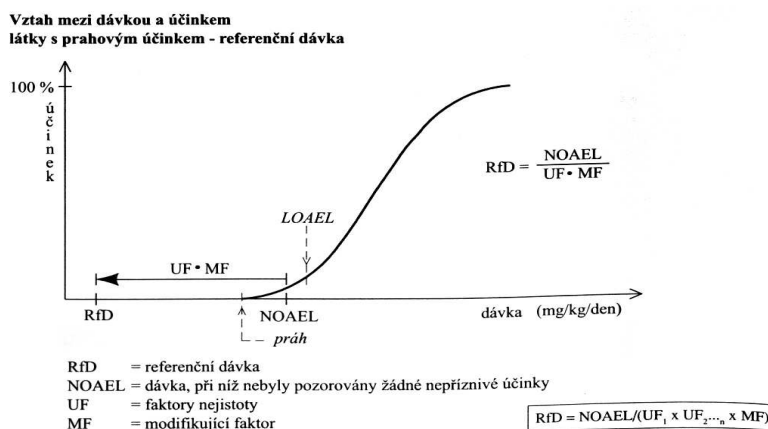
Odhad zdravotních rizik běžně používaným konzervativním přístupem vychází z prosté komparace naměřených eventuálně modelovaných hodnot vytypovaných škodlivých faktorů v různých složkách životního prostředí se zdravotně bezpečnými „limity“. Konzervativní způsob neumožňuje zhodnotit vliv různých expozičních cest, současně u řady škodlivých faktorů nejsou stanoveny nejvyšší přípustné hygienické limity tj. „zdravotně bezpečné“ limity.

V kroku identifikace nebezpečnosti látek je nutno identifikovat škodliviny, kterým je exponované obyvatelstvo vystaveno. Dále je nutno provést objektivizaci závažnosti škodlivých faktorů a to např. podle jejich nebezpečnosti a množství.

V kroku hodnocení vztahu dávky a účinku je popisován kvantitativně vztah mezi dávkou a rozsahem poškození organismu expozicí škodlivému faktoru. Kvantifikace vztahu dávka – účinek u chemických škodlivin vychází ze dvou základních způsobů působení tj. prahové působení a bezprahové působení.

Hodnocení rizika u látek s nekarcinogenním účinkem vychází z hypotézy, že škodlivý účinek se projeví teprve tehdy, je-li překročena určitá prahová úroveň expozice. Tzn. že existují úrovně expozice, od nuly až po určitou konkrétní hodnotu, které lidský organismus toleruje bez manifestace škodlivého účinku (tj. bez známek zdravotního poškození). Ze vztahu dávka-odpověď je možno stanovit horní hranici úrovně expozice, která bude ještě tolerována. Obdobný přístup je možno uplatnit u fyzikálních faktorů (např. hluk

Obrázek č. 5: Vztah mezi dávkou a účinkem u látky s prahovým účinkem

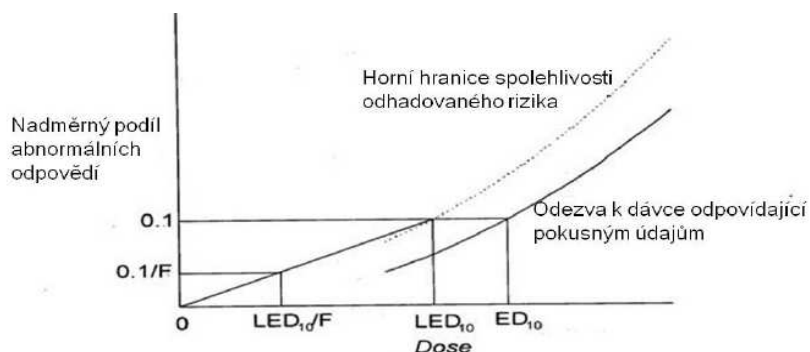


Hodnoty NOAEL a LOAEL mají řadu nevýhod, protože neberou v úvahu tvar a strmost křivky závislosti expozice (dávka) – účinek. Z tohoto důvodu mohou být menší nebo větší než hledaný práh.



Snaha o přesnější vyjádření prahu vedla vědce ke konstrukci vztažné dávky (benchmark dose – BMD) a „odjezdového (či nájezdového)“ bodu (Point of departure). Tento přístup již bere v úvahu charakter závislosti a práh se odhaduje pomocí statistického postupu.

Obrázek č. 6: Konstrukce Benchmark dose (BMD)



Spuštěním kolmice v bodě, kde se protíná experimentální závislost mezi dávkou (dose) a zvýšením biologického účinku na zvolené hodnotě (konvenčně bývá často přijímána hodnota 0,1 resp. 10 %), je možné vyčíslit efektivní dávku se zvolenou biologickou účinností (na obrázku ED10). Tato dávka má význam BMD. Totéž je možné provést s horní hranicí intervalu spolehlivosti (upper confidence limit) experimentální závislosti a odbržet tak odhad nejnižší efektivní dávky se zvolenou biologickou účinností (na obrázku LED10), označovanou jako BMDL. Takto zkonstruované dávky se pro další využití nazývají Point of departure (POD) - body které rozdělují oblast vysokých dávek s pozorovatelnými biologickými účinky a oblast nízkých dávek, kde jsou účinky již experimentálně nepozorovatelné. Konstrukce referenční dávky RfD (ADI, TDI), popř. referenční koncentrace RfC (viz dále) se provede tak, že je zvolená úroveň zvýšení rizika (1–10 %) vydělena bezpečnostním faktorem F nebo faktory nejistoty UF a modifikujícím faktorem MF.

$$RfD(ADI, TDI) = \frac{NOAEL \text{ nebo } POD}{(UF \times MF) \text{ nebo } F}$$

Hodnocení bezprahových účinků s sebou přináší řadu problémů. Hodnotit možné karcinogenní projevy nízkých dávek škodlivin vyžaduje jednoznačné použití matematického modelování s následným statistickým hodnocením.

Pro hodnocení vztahu dávky a účinku u karcinogenních látek, který předpokládá, že pro potenciální karcinogen neexistuje žádný práh, pod nímž by bylo riziko rakoviny nulové. Jakákoliv expozice znamená určité riziko a velikost tohoto rizika se bude snižovat se snižující se expozicí. To neznámá, že každá expozice působí vznik rakoviny, avšak znamená to, že každá expozice zvyšuje pravděpodobnost, že se rakovina vyvine. Pro toto hodnocení rizika karcinogenních látek se používá řada modelů. I když tyto modely nemohou předpovědět dopad malých dávek zcela přesně, mohou předpovědět velmi přijatelný horní limit rizika pro člověka s dostatečnou přesností, aby se dal použít jako vodítko při rozhodování o možném riziku (skutečné riziko pro člověka nepřestoupí pravděpodobně horní limit, může být menší a možná i nulové).

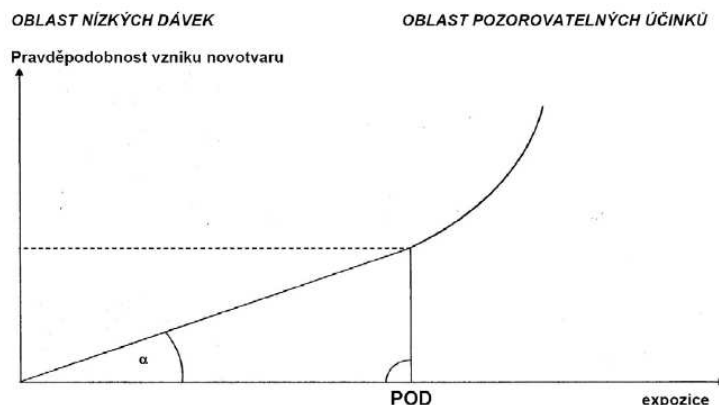
Vztahy mezi expozicí a vznikem nádorů při hodnocení zdravotních rizik karcinogenních látek jsou odvozeny na základě znalostí klíčových pochodů při karcinogenezi. Základním pojmem je zde „Mode of Action“ (MOA), což je sekvence klíčových událostí a procesů, začínající interakcí agens s buňkou, přes vyvolané změny v organismu a končící vznikem novotvaru. Nejedná se o znalost detailního mechanismu účinku. Příklady možných MOA jsou např. mutagenita, mitogeneze, inhibice buněčné smrti, cytotoxicita s reparativní buněčnou proliferací, imunosuprese.

Experimentální závislosti jsou konstruovány obdobně jako u nekarcinogenních látek, přičemž obdobným způsobem je zjištěn POD. Extrapolace do oblastí nízkých dávek (nepozorovatelných účinků) pak probíhá jako lineární extrapolace (např. pro látky s přímou mutagenitou, tj. ty, které přímo reagují s DNA), nelineární extrapolace (např. pro látky, které nevykazují mutagenitu) nebo kombinace lineární a nelineární extrapolace (látky s více MOA)



Lineární extrapolace předpokládá, že i několik málo změn na molekulární úrovni (mutací) může vést ke vzniku maligního onemocnění u části této populace. Pokud jsou takovéto změny vyvolány opakovanými dlouhodobými expozicemi faktorů prostředí, pak se na základě pozorování dá ukázat, že velikost této expozice je úměrná pravděpodobnosti výskytu novotvarů. Mechanismy takovýchto účinků jsou nazývány genotoxickými a v hodnocení zdravotních rizik jsou předpokládány v oblasti nízkých dávek lineární závislosti mezi expozicemi a pravděpodobností vzniku novotvarů.

Obrázek č. 7: Sklon extrapolované úsečky (mezi nulou a POD), kterou lze vyjádřit pomocí tangens úhlu  $\alpha$ , který určuje její směrnici. Ta se značí CSF nebo UCR.



To umožňuje stanovit směrnici závislosti takového lineárního vztahu. Známe-li pak expoziční dávku, můžeme odhadovat pravděpodobnost vzniku nádorových procesů. Pro použití lineárního modelu hovoří větší „míra ochrany“ zdraví exponovaného organismu.

Pro hodnocení vztahu dávky a účinku karcinogenních škodlivin se používá směrnice rakovinového rizika „Cancer Slope Factor (CSF)“. Směrnice rakovinového rizika jsou vyjadřovány v jednotkách 1/mg/kg/den. Dále je možno směrnici karcinogenního rizika pro inhalační expozici jako jednotku karcinogenního rizika (Unit Cancer Risk, dále UCR) vyjadřovanou v jednotkách 1/ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . UCR je možno stanovit dle následujícího vztahu:

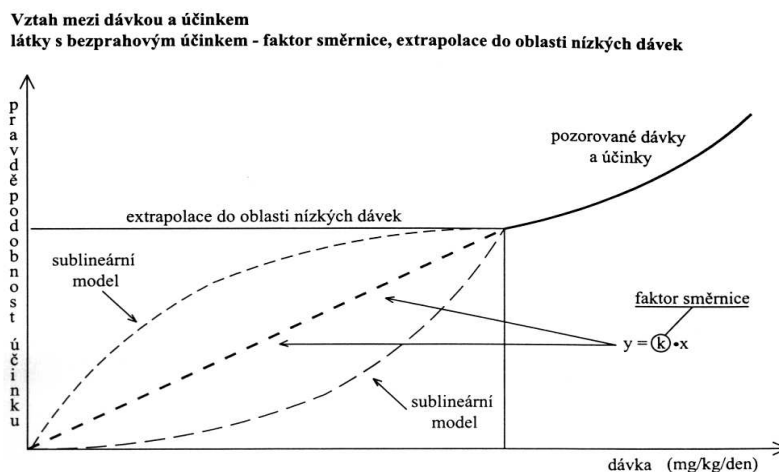
$$\text{UCR } (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}) = \frac{\text{SF } (\text{mg} \cdot \text{kg} \cdot \text{den})^{-1}}{70 \text{ kg}} \times 20 \text{ m}^3 \times 10^{-3}$$

Totéž potom pro vodu:

$$\text{UCR } (\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}) = \frac{\text{SF } (\text{mg} \cdot \text{kg} \cdot \text{den})^{-1}}{70 \text{ kg}} \times 2 \text{ l} \times 10^{-3}$$

Pro stanovení hodnot směrnic rakovinového rizika byl v EPA i WHO použit 95 percentil intervalu spolehlivosti pro směrnici. Stanovené hodnoty představují konstanty karcinogenní potence látky. Nedefinují riziko skutečné nebo průměrné, ale pravděpodobně nejvyšší vzhledem ke skutečnému možnému riziku. Uvažuje se celoživotní expozice! Informace o možné karcinogenitě škodliviny pro člověka včetně směrnic karcinogenního rizika lze získat z řady databází (IRIS, IARC.RTECS.HSDB, IRTPC, INTERNET aj.). Za nejdůležitější z hlediska klasifikace karcinogenity jsou považovány důkazy získané z epidemiologických studií na člověku, menší váhu mají výsledky dlouhodobých pokusů na zvířatech, in vitro testy jsou považovány za podpůrné argumenty.

Obrázek č. 8: Vztah mezi dávkou a účinkem látky s bezprahovým účinkem



Odhad expozice je klíčový krok při hodnocení rizika popisující zdroje emisí škodliviny do životního prostředí, cesty přenosu škodliviny, množství emitované škodliviny, četnost a délka trvání vystavení dané populace sledované škodlivině. S ohledem na komplexnost procesů zahrnutých v distribuci látek v prostředí je hodnocení expozice kritickou složkou hodnocení rizika.

Expozice (Exposure) – je kontakt fyzikálního, chemického, případně biologického faktoru s vnějšími hranicemi organismu. Hodnocení expozice, stejně jako obě předcházející složky hodnocení rizika, je vždy zatíženo nejistotami. Tyto nejistoty mají dvě základní příčiny: nepřesnosti v popisu základních procesů – fyzikální a chemické vlivy, nejistoty v parametrech, které jsou použity jako vstupní údaje modelu – meteorologická data, emisní data apod.

Kvantitativní vyhodnocení expozice je klíčovou a současně nejobtížnější složkou hodnocení rizika. Vlastní kvantifikaci předcházejí dva kroky: charakterizace podmínek expozice, popis expozičních cest. Expoziční cesta popisuje veškeré procesy, kterými prochází škodlivina v jednotlivých složkách životního prostředí, zahrnující i expoziční vstup (např. voda-půda-rostliny-požití). Expoziční vstup (brána expozice) je cesta, kterou fyzikální, chemický, nebo biologický faktor vstupuje do organismu, překonává jeho vnější hranici (např. inhalace, ingesce, vstřebání pokožkou).

Při odhadu expozice u chemických škodlivin je nutno stanovit pro odhad zdravotních rizik denní dávku (dále ADD) v mg/kg/den. Pro odhad expozice u škodlivin s karcinogenním účinkem je nutno stanovit pro odhad zdravotních rizik tzv. průměrnou celoživotní denní dávku (dále jen LADD) v mg/kg/den. Změřená či odhadnutá dávka tj. množství škodliviny, které skutečně překračuje hranici organismu (expozice je styk škodliviny s touto hranicí) je obecně dáno rovnicí:

$$\text{Průměrná denní potenciální dávka} = C \times CR \times EF \times ED/BW \times AT$$

C - chemická koncentrace škodliviny v médiu (např.  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ )

CR - množství přijatého media (např.  $\text{m}^3/\text{den}$ )

EF - frekvence expozice v počtu dní za rok

ED - doba trvání expozice v letech

BW - průměrná tělesná hmotnost

AT - doba v letech, po kterou je průměrná koncentrace považována za konstantní

- ED x 365 dnů/rok (nekarcinogenní, možná je korekce na skutečnou dobu expozice)
- 70 let x 365 dnů/rok (karcinogenní)

V rovnici se vyskytují dva základní typy proměnných. Chemická koncentrace C a částečně také množství přijatého media (CR) jsou často získávány přímým měřením či modelováním, zatímco pro ostatní parametry, zvané expoziční faktory, jsou zpravidla použity konvenční hodnoty (např. US EPA 1990)

Charakteristika rizika představuje konečný krok v procesu hodnocení rizika, který integruje data získaná v předchozích krocích. Definiuje kvalitativně i kvantitativně pravděpodobnost s jakou lidský organismus utrpí některé z možných poškození. Tato závěrečná fáze hodnocení rizika představuje sumarizaci všech poznatků získaných v předchozích krocích. Spojením údajů o nebezpečnosti jednotlivých látek a údajů o jednotlivých expozičních cestách lze kvantifikovat rizika podle následujícího schématu. Zdravotní riziko je charakterizováno následujícími parametry:

Individuální karcinogenní průměrné riziko pro jedince se vyjadřuje pravděpodobnostním údajem, tj. individuálním celoživotním rizikem rakoviny (ILCR – Individua Lifetime Cancer Risk). Tento ukazatel definuje individuální pravděpodobnost vzniku „přidatných“ zhoubných nádorů při celoživotní tj. 70leté expozici definované škodlivině. Výskyt přidatných zhoubných nádorů znamená navýšení běžného výskytu těchto onemocnění v populaci.

Riziko karcinogenních účinků pro určitou látku (předpokládáme-li, že riziko je nižší než 0,01 tj.  $1E-02$ ) je dáno vztahem:  $ILCR = LADD \times CSP_i$  (CSPo), kde LADD (mg/kg/den) je celoživotní průměrná denní dávka vypočtená pro jednotlivé expoziční cesty a CSPi (mg/kg/den) je faktor směrnice odvozený ze vztahu mezi dávkou a odpovědí. Celkové riziko rakoviny je dáno součtem takto vypočtených rizik  $ILCR_{celk} = \sum ILCR_{1-i}$ . Je třeba připomenout, že samotné použití faktoru směrnice vychází z lineárního vícefázového modelu a je tedy horní hranicí odhadu. Reální riziko bude tedy pravděpodobně nižší. Uvedená sumace platí pouze za předpokladu nezávislosti působení jednotlivých látek (neuvažuje synergické či antagonistické účinky). Dále předpokládá, že všechny látky mají karcinogenní účinky.

Karcinogenní riziko takto vypočtené tzv. celoživotní individuální riziko pro jednotlivce se považuje za teoretické zvýšení pravděpodobnosti počtu nádorových onemocnění nad všeobecný průměr pro jednotlivce v důsledku definované expozice hodnocené látce. Tzv. celospolečensky akceptovatelné celoživotní individuální riziko vzniku nádoru je stanoveno v různých státech rozdílně:

EPA uvádí hodnotu  $1 \times 10^{-6}$ , dle HEAST je brána jako vyhovující hodnota  $1 \times 10^{-5}$ .

Karcinogenní riziko pro populaci vyjadřuje roční riziko výskytu rakoviny u exponované populace (Annual Population Cancer Risk – APCR) tj. průměrný počet „přidatných“ případů rakoviny za rok. Tento ukazatel vychází z přesně definované expozice dané škodlivině a z předpokladu průměrného dožití 70 let:  $APCR = ILCR \times \text{počet exponovaných osob}/70 \text{ let}$

K hodnocení rizika chemických škodlivin, které nemají karcinogenní účinek, se používá index rizika (Hazard Kvocient – HQ), který umožňuje porovnání přijaté dávky chemické látky s RfDi).

$$HQ = ADD_{celk}/RfDi.$$

Jestliže HQ dosahuje hodnoty menší než 1, nemělo by existovat riziko systémové toxicity.

Analýza nejistot je jednou z nedílných součástí hodnocení rizik a má rozhodující vliv na interpretaci a jejich využití. Zahrnuje zmapování všech sporných momentů expozičních scénářů, extrapolací experimentálních dat z jiných organismů na člověka, extrapolací účinku z vysokých koncentrací ke koncentracím stopovým a všech momentů stanovení koncentrací či intenzity faktorů, kterým je exponovaný jedinec vystaven. Detailně provedená analýza nejistot je základem věrohodnosti a reprodukovatelnosti dat odhadu rizika.

#### 4. Obecně k hodnocení vlivu hluku na veřejné zdraví

Jako hluk označujeme nežádoucí, obtěžující až škodlivé zvuky. Fyzikálně vzniká hluk chvěním sloupce plynu (vzduchu), kapaliny nebo chvěním různých částí pevných těles. Vyzářením do vzdušného prostředí se toto chvění mění ve zvukové vlny, což jsou v podstatě tlakové změny šířící se do prostředí. U lidmi slyšitelných zvuků mají tyto vlny frekvenci v rozsahu přibližně od 16 do 16 000 kmitů. Frekvenční rozsah slyšení je u lidí různý, zmenšuje se zpravidla s věkem, především v oblasti vysokých tónů. Tlakové změny o vyšší nebo nižší frekvenční charakteristice, než je slyšení lidského ucha označujeme jako infrazvuk či ultrazvuk.

Základními veličinami určujícími zvuk jsou jeho intenzita a frekvence. Intenzita zvuku je energie zvukové vlny, která projde jednotkou plochy kolmou na směr šíření zvuku. Při technických měřeních se zjišťuje hladina akustického tlaku, což je logaritmický vztah mezi okamžitou hodnotou akustického tlaku a hodnotou referenční, která je mezinárodně standardizována jako tlak  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Nm}^{-2}$ . Jednotkou hladiny akustického tlaku je jeden decibel označovaný dB.

Pro hygienické účely je měřena hladina zvuku (hluku) v dB(A), tj. decibelech při použití kmitočtových elektroakustických filtrů mezinárodně normalizovaného průběhu, které se pro a charakteristiku vyznačují zkreslením napodobujícím vlastnosti lidského sluchu. Zkreslení se týká především potlačení významu nízkých frekvencí ve spektru zvuku.

Druhou základní charakteristikou zvuku je jeho frekvence vyjadřovaná v herzech – Hz, tj. počtu tlakových změn za sekundu. Frekvenční složení zvuku se měří v kmitočtových pásmech vymezených akustickými filtry buďto na celé oktávy nebo na 1/3 či 1/2 oktávy. Ze souboru měření v pásmu je získáno spektrum zvuku. Spojité spektrum má plynule zastoupen široký rozsah kmitočtů (hluk ventilátoru), čárové pouze úzký (zvuk píšťaly).

Podle časového průběhu rozeznáváme zvuk ustálený (nekolísá v čase), či proměnný (pravidelně nebo nepravidelně přerušovaný). Zvláštním druhem zvuku je impulzní hluk. Proměnný hluk vyjadřujeme pomocí tzv. ekvivalentních hladin hluku -  $L_{eq}$ , které představují energetický průměr z okamžitých hladin za dobu měření.

Zvuky jsou přirozenou a neoddelitelnou součástí prostředí člověka, jsou základem komunikace a příjmu informací. Příliš silné a časté zvuky či zvuky působící v nevhodné situaci mohou působit nepříznivě. Obecně se tyto zvuky, které jsou nechtěné, obtěžující či škodlivé, označují jako hluk, a to bez ohledu na jejich intenzitu. Z tohoto pohledu je hluk chápán jako bezprahově působící činitel.

Hluková zátěž prostředí je proto chápána jako významný rizikový faktor, kterému je vystaveno významné procento populace. Nepříznivé účinky hluku na lidské zdraví jsou obecně chápány ve svých důsledcích jako morfologické nebo funkční změny orgánů, které vedou ke zhoršení jeho funkcí a promítají se v celkové nižší akceschopnosti imunitního systému exponovaného člověka.

Při zjednodušeném pohledu můžeme dlouhodobé působení hluku rozdělit na účinky specifické, projevující se poruchami činnosti sluchového analyzátoru (85 – 90 dB) a nespecifické, kdy dochází obecně k ovlivnění fyziologických funkcí organismu. Nespecifické systémové účinky hluku se projevují prakticky v celém rozsahu jejich intenzit. Jejich součástí je stresová reakce, zahrnují ovlivnění neurohumorální a neurovegetativní regulace biologických funkcí. V komplexní podobě se potom manifestují jako poruchy emocionální rovnováhy, sociálních interakcí i ovlivnění frekvence výskytu civilizačních chorob.

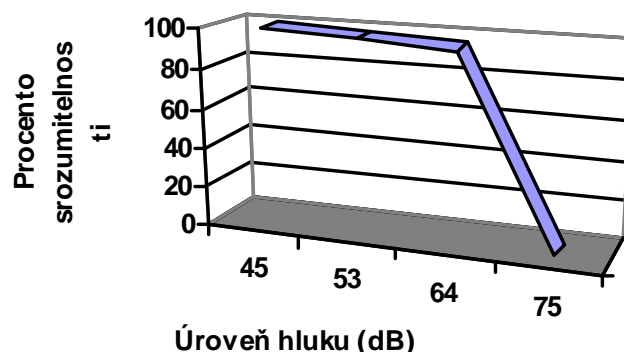
Dostatečně prokázáným je v současné době nepříznivé působení hluku na kardiovaskulární a imunitní systém a na průběh spánku. Omezené důkazy existují u vlivu hluku na hormonální systém, základní biochemické funkce, případně na vývoj plodu a další biochemické funkce lidského organismu.

Nepříznivé působení hluku se dále promítá i v oblasti socioekonomické vzhledem ke komplikaci komunikace, pocitů nespokojenosti a rozmrzelosti a nepříznivého ovlivnění pohody lidí. Poškození sluchového aparátu je signifikantně prokázáno u pracovní expozice hluku, je nalezena závislost mezi poškozením, výší ekvivalentní hladiny hluku a trvání expozice. Podobná závislost existuje i pro hluk v mimopracovním prostředí. Fyziologickou podstatou uvedených problémů jsou funkční a morfologické změny nervových buněk sluchového orgánu. Epidemiologické studie ukazují, že u více než 95% exponované populace nedochází k trvalému poškození sluchového aparátu při celoživotní expozici hluku v životním prostředí do 24 hodinové ekvivalentní hladiny hluku  $L_{Aeq, 24 h} = 70$  dB(A). Zjištěná fakta však nevylučují možnost malých sluchových poškození u citlivých populačních skupin (děti, dalšími faktory prostředí exponované osoby).

Řadou nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů mezi lidmi má i zhoršení komunikace řečí, nejcitlivější skupinou jsou staří lidé, osoby se sluchovou ztrátou a malé děti v období osvojování řeči. Pro komplexní vnímání složitějších informací či zpráv by rozdíl mezi hlukovým pozadím a hlasitostí vnímané řeči měl činit minimálně 15 dB, a to minimálně v 85% komunikační doby. Při průměrné hlasitosti 50 dB by nemělo hlukové pozadí v místnosti převyšovat 35 dB (A). Pro senzitivní skupiny populace by pozadí mělo být ještě nižší.



Obrázek č. 9: Srozumitelnost řeči jako funkce pozadí hluku v místnosti



Nepříznivý účinek hluku na kvalitu spánku se prokazatelně projevuje obtížemi při usínání, probouzení, alterací délky a hloubky spánku, zejména redukcí REM fáze spánku. V rušení spánku se promítají jak fyziologické tak psychologické aspekty působení hluku. Senzitivní skupinou populace zde jsou starší lidé, lidé s funkčními a mentálními poruchami, směňující zaměstnanci a obecně osoby s potížemi se spaním. K narušení spánku vede jak ustálený, tak i proměnný hluk. Objektivní příznaky narušení spánku se v interiérech při ustáleném hluku objevují od hodnoty  $L_{Aeq}=30$  dB (A). Subjektivní kvalita spánku nebyla při experimentech zhoršena při venkovním hluku pod ekvivalentní hladinu 40 dB(A). U zdravých osob v normální psychické kondici nebyla během dne ovlivněna nálada a výkonnost při hodnotách venkovního hluku do 60 dB(A).

Podle doporučení WHO by noční ekvivalentní hladina hluku neměla v okolí domů přesáhnout 45 dB(A) za předpokladu poklesu hladiny hluku o 15 dB při přenosu venkovního hluku do místnosti částečně otevřeným oknem. Maximální hodnoty hlukových událostí by uvnitř místností neměly přesáhnout  $L_{Amax}=45$  dB(A), resp. 60 dB(A), počet mimořádných hlukových událostí by během noci neměl přesáhnout počet 10 – 15. Podle zkušeností nedochází k adaptaci narušení spánku v hlučných lokalitách ani po několika letech.

Řada epidemiologických studií prokázala účinek hluku na kardiovaskulární systém a psychofyziologické pochody v lidském organismu. Tento se může projevit zvýšením krevního tlaku, tepu, vasokonstrikcí, v trvalé formě pak jako hypertenze a ischemická choroba srdeční. Na hypertenzi se pravděpodobně podílí i nedostatek hořčíku, který je vlivem hluku uvolňován z buněk, vylučován z organismu a není dostatečně saturován příjmem z potravy. Epidemiologické studie ukazují, že kardiovaskulární účinky hluku jsou spojeny s dlouhodobou expozicí na ekvivalentní hladině  $L_{Aeq,24h}$  v rozmezí 65 – 70 dB(A) a více. Další účinky hlukové expozice (změna hladiny stresových hormonů, změny imunitního systému, změny motility gastrointestinálního traktu) nejsou doloženy dostatečně průkazným způsobem.

Tabulka č.2: Relativní riziko zvýšení výskytu infarktu myokardu mužů 30 – 70 let v závislosti na zátěži dopravním hlukem

Hluková zátěž (dB)	RR median (nimum, maximum)
61 - 65	1,1 (- ; 1,3)
66 - 70	1,1 (- ; 1,3)
71 - 75	1,1 (- ; 1,4)
> 75	1,7 (1,4 ; 2,1)

Jednoznačně nevyznívají ani výsledky studií zaměřených na vztah hlukové expozice a projevů poruch duševního zdraví. Nepředpokládá se, že hluk by mohl být přímou příčinou duševních nemocí, ale patrně se podílí na zhoršení jejich symptomů, případně urychluje rozvoj latentních duševních poruch.

Nepříznivý vliv hluku na ovlivnění výkonnosti byl prozatím studován pouze v laboratorních podmínkách u dobrovolníků. Zvýšenou hlučností je negativně ovlivněna především činnost spojená s nároky na paměť, vyžadující trvalou soustředěnost a pozornost a analytická činnost.

Nejobecnější reakce populace na hluk se odehrává na úrovni tzv. obtěžování hlukem. Zde se promítá emoční složka vnímání, složka rušení hlukem při činnostech širokého záběru. Obtěžování vyvolává celou řadu negativních emočních stavů včetně pocitů rozmrzelosti, špatných nálad, deprese, pocitů beznaděje nebo vyčerpání. Stupeň senzitivity či tolerance vůči hluku je u člověka individuálně rozdílný, jedná se o významně osobnostně fixovanou vlastnost. Předpokládá se, že v normální populaci existuje 10 – 20% vysoce senzitivních, stejně jako velmi tolerantních osob, u zbytku populace víceméně platí kontinuální závislost míry obtěžování na intenzitě hlukové zátěže.

Kromě fyzikální podstaty hluku a senzitivity exponovaných osob se zde významně uplatňuje řada neakustických faktorů sociální, psychologické a ekonomické povahy. Proto můžeme u řady studií nalézt u stejných hladin hluku různého původu rozdílný efekt u exponované populace a naopak rozdílné výsledky při stejných zdrojích i hladinách hluku na různých lokalitách v různých zemích. Na míře obtěžování hlukem se mj. podílí komfort bydlení, vztah ke zdroji hluku - tzn. do jaké míry jej člověk může ovlivnit, či zda pro něj má nějaký ekonomický význam. Méně významně působí hluk, pokud je předem známo, že bude působit pouze omezenou dobu, příznivě působí i možnost úniku z dosahu hluku. Rovněž existuje souvislost mezi nepříznivým prožíváním hluku a délkou pobytu v hlučném prostředí. Rozmrzelost se jako projev expozice hluku může projevit i po určité době latence, významně může být ovlivněna zdravotním stavem exponovaného.

Obtěžování hlukem vede i k projevům nepřímo negativně ovlivňujícím životní styl člověka – zavírání oken, nedostatečné větrání, nevyužívání balkonů, stěhování, nesnášenlivost. Vysoké hladiny hluku vedou k nepříznivým projevům v sociálním chování, příčinou je většinou zhoršená řečová komunikace a snížená ochota ke slovní pomoci. U všech typů dopravního hluku se procento osob se silnými negativními emocemi začíná zvyšovat při působení hluku od ekvivalentní hladiny  $L_{dn} = 42$  dB(A). Procento mírně nespokojených roste od  $L_{dn} = 37$  dB(A). Podle doporučení WHO je během dne jen málo lidí vážně obtěžováno ekvivalentní hladinou hluku pod 55 dB(A) nebo mírně obtěžováno ekvivalentní hladinou hluku pod 50 dB(A). Při projektech nového rozvoje území proto většina evropských zemí užívá limitující ekvivalentní hladinu hluku 40 dB(A). Během večera by ekvivalentní hladina hluku měla být o 5 – 10 dB nižší než ve dne.

Celá řada epidemiologických studií zjistila u souborů obyvatel neprofesionálně exponovaných hluku zvýšení celkové nemocnosti. Nejpravděpodobnější vysvětlení skutečnosti se nabízí jako důsledek působení chronického stresu. Nejčastěji se jedná o některá onemocnění zažívacího traktu, poruchy krevního tlaku, aterosklerózu, nižší odolnost vůči infekci, spastické stavy a prediabetické stavy. K rozdílu v nemocnosti dochází až po delší době strávené v hlučném prostředí, u nervových onemocnění po 8 – 10 letech, u cévních onemocnění po 11 – 15 letech.

Tabulka č. 3: Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže – den ( $L_{Aeq, 6-22}$  hod.)

Prahové hodnoty prokázaných účinků hlukové zátěže – denní doba ( $L_{Aeq, 6-22}$ h)						
Nepříznivý účinek	[dB]					
	< 50	50-55	55-60	60-65	65-70	70+
Sluchové postižení <sup>⊠</sup>						
Zhoršené osvojení řeči a čtení u dětí						
Ischemická choroba srdeční						
Zhoršená komunikace řečí						
Silné obtěžování						
Mírné obtěžování						

⊠ přímá expozice hluku v interiéru

*Posouzení vlivu na veřejné zdraví – V415/495 Čechy Střed - Chodov -  
- zdvojení stávajícího vedení 400kV*

**Tabulka č. 4: Prokázané nepříznivé účinky hlukové zátěže – noc ( $L_{Aeq, 22-6}$  hod)**

Prahové hodnoty prokázaných účinků hlukové expozice – noční doba ( $L_{Aeq, 22-6}$ h)						
Nepříznivý účinek	[dB]					
	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60+
Zhoršená nálada a výkonnost následující den						
Subjektivně vnímaná horší kvalita spánku						
Zvýšené užívání sedativ						
Obtěžování hlukem						

Další tabulka v možném rozsahu kvantifikuje míru zdravotního rizika hlukové zátěže vyjádřené předpokládaným celkovým výskytem vybraných civilizačních chorob v populaci v podobě procenta postižených osob.

**Tabulka č. 5 Účinky dlouhodobé expozice venkovnímu hluku**

Účinky dlouhodobé expozice venkovnímu hluku – noc ( $L_{Aeq, 22-6}$ h)						
Nepříznivý účinek	dB(A)					
	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65
Procento osob s infarktem myokardu	do 3,7	3,7-4,3	4,1-4,5	4,5-4,9	4,9-5,4	5,4-6
Procento osob obtěžovaných hlukem	do 27	27-33	33-41	41-49	49-60	60-70
Procento osob s narušeným spánkem	do 11	11-12,5	12,5-13,8	13,8-15	15-16,5	16,5-18,5
Procento osob užívajících denně sedativa	do 3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5-5,7	5,7-6,5

Na základě vztahu mezi noční hlukovou expozicí a celkovou sumou výskytu civilizačních chorob (hypertenze, infarkt myokardu, vředová choroba dvanácterníku a žaludku, diabetes mellitus, nádorová onemocnění, katary horních cest dýchacích, cholelithiasa a urolithiasa) byla v rámci „Monitoringu“ zpracována metoda odhadu zdravotního rizika způsobeného venkovním hlukem. Míra pravděpodobnosti zdravotního postižení pro jednotlivá dvoudeciblová pásma je uvedena v následující tabulce.

**Tabulka č. 6: Odhad relativního rizika poškození zdraví hlukem**

Odhad relativního rizika poškození zdraví hlukem ( $L_{Aeq, 22-6}$ h)					
dB $L_{Aeq}$	Pravděpodobnost rizika postižení hlukem (%)	dB $L_{Aeq}$	Pravděpodobnost rizika postižení hlukem (%)	dB $L_{Aeq}$	Pravděpodobnost rizika postižení hlukem (%)
< 40	-	50-52	4,0	62-64	8,3
40-42	0,4	52-54	4,7	64-66	9,1
42-44	1,1	54-56	5,4	66-68	9,8
44-46	1,8	56-58	6,2	68-70	10,5
46-48	2,5	58-60	6,9	70-72	11,2
48-50	3,3	60-62	7,6		

**Nejvyšší přípustné hodnoty hluku**

Nejvyšší přípustné hodnoty hluku ve chráněném venkovním prostoru jsou určeny nařízením vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Hodnoty hluku ve venkovním prostoru se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$ . V denní době se

stanoví pro osm nejhluchnějších hodin, v noční době pro nejhluchnější hodinu. Pro hluk z dopravy na veřejných komunikacích a železnicích a pro hluk z leteckého provozu se stanoví pro celou denní a noční dobu. Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A ve venkovním prostoru se stanoví součtem základní hladiny hluku  $L_{Aeq,T} = 50$  dB a příslušné korekce pro denní nebo noční dobu.

*Tabulka č. 7: Korekce podle nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, § 11. pro stanovení nejvyšších přípustných hodnot hluku v chráněném venkovním prostoru a v chráněných venkovních prostorech staveb*

Způsob využití území	Korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	- 5	0	+ 5	+ 15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+ 5	+ 15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+ 5	+ 10	+ 20

*Poznámka: korekce uvedené v tabulce se nesčítají*

- 1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů, hluk z veřejné produkce hudby, dále pro hluk na účelových komunikacích a hluk ze železničních stanic zajišťující vlakotvorné práce, zejména rozřaďování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů.
- 2) Použije se pro hluk z dopravy na silnici III. třídy a místních komunikacích III. třídy a drahách.
- 3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na drahách v ochranném pásmu dráhy.
- 4) Použije se v případě staré hlukové zátěže z dopravy na pozemních komunikacích s výjimkou účelových komunikací a drahách uvedených v bodu 2) a 3). Tato korekce zůstává zachována i po položení nového povrchu vozovky, prováděné údržbě a rekonstrukci železničních drah nebo rozšíření vozovek při zachování směrového nebo výškového vedení pozemní komunikace, nebo dráhy, při kterém nesmí dojít ke zhoršení stávající hluchnosti v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru, a pro krátkodobé objízdné trasy. Tato korekce se dále použije i v chráněných venkovních prostorech staveb při umístění bytu v přístavbě nebo nástavbě stávajícího obytného objektu nebo víceúčelového objektu nebo v případě výstavby ojedinělého obytného, nebo víceúčelového objektu v rámci dostavby proluk, a výstavby ojedinělých obytných nebo víceúčelových objektů v rámci dostavby center obcí a jejich historických částí.

Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB s výjimkou hluku z dopravy na železničních drahách, kde se použije korekce -5 dB.

Stavbami pro bydlení jsou stavby, které slouží být i jen z části pro bydlení. Chráněným venkovním prostorem stavby se rozumí prostor do vzdálenosti 2 m od objektu pro bydlení, chráněným venkovním prostorem je podle zákona č. 258/2000 Sb., v platném znění je prostor, který je užíván k rekreaci, sportu, zájmové a jiné činnosti. Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a, v chráněném venkovním prostoru jsou uvedeny v nařízení vlády a to jako nejvyšší přípustné hodnoty hluku. Hodnoty se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$ . V denní době se stanoví pro 8 souvislých na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ) a v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ).

Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích, a drahách, a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ). Pro hluky z jiných než dopravních zdrojů zůstává denní ekvivalentní hladina akustického tlaku A v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru na úrovni 50 dB (A) pro denní dobu a 40 dB(A) pro noční dobu. V případě prokázání tónové složky pak 45 dB (A) pro denní dobu a 35 dB(a) pro noční dobu.

**U obtěžování hlukem** se jedná o nejobecnější reakci exponovaných osob na hlukovou zátěž. Vede k negativním emočním stavům (rozmrzelost, nespokojenost, deprese ...). Tolerance vůči rušivým účinkům hluku je výrazně individuálním faktorem. Běžná populace obsahuje cca 20% vysoce



vnímavých a zhruba stejné procento vysoce tolerantních osob. Kromě výše uvedeného se zde uplatňuje řada faktorů nemajících vztah k akustickému vnímání (podstata sociální, ekonomická či psychologická). Výsledkem je stav, kdy osoby exponované stejnými hladinami akustického tlaku vykazují různý stupeň obtěžování hlukem.

Byly publikovány údaje uvádějící vztah mezi hlukovou expozicí v  $L_{dn}$  (ekvivalentní hladina akustického tlaku A za 24 hodin se zvýšením noční hladiny akustického tlaku o 10 dB) nebo v  $L_{dvn}$  (ekvivalentní hladina akustického tlaku A se zvýšením večerní hladiny akustického tlaku o 5dB a noční hladiny o 10 dB) v rozmezí 45 -75 dB a procentem obyvatel, u kterých lze očekávat pocity obtěžování:

LA (Little Annoyed) zahrnuje veškeré, přinejmenším mírně obtěžované osoby

A (Annoyed) zahrnuje veškeré středně a vysoce obtěžované osoby

HA (Highly Annoyed) zahrnuje veškeré osoby s výraznými pocity obtěžování

Očekávaným úkolem tohoto způsobu posuzování hlukové zátěže je odhad pravděpodobné reakce obyvatel v závislosti na velikosti hlukové expozice.

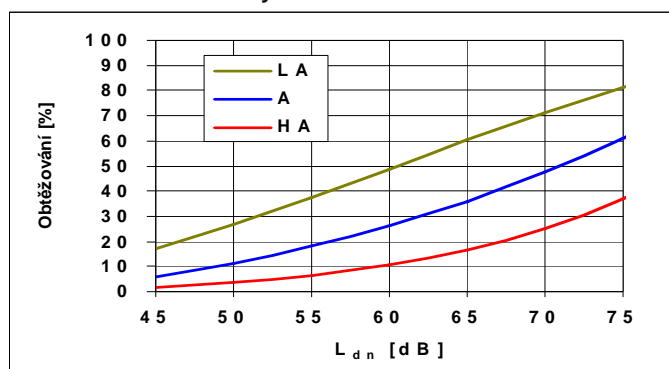
Při negativním účinku hluku na spánek je nejvýznamnějším nadměrný hluk z dopravy, potom se týká především oblasti usínání, délky a kvality spánku a dopadů narušeného spánku v následný den (únava, rozmrzelost, snížení výkonu...). Pro různé typy dopravy byly opět pro interval 40 -70 dB zvoleny tři úrovně rušení:

LSD (Lowly Sleep Disturbed) zahrnuje veškeré osoby alespoň mírně rušené při spánku

SD (Sleep Disturbed) zahrnuje veškeré středně a silně rušené osoby

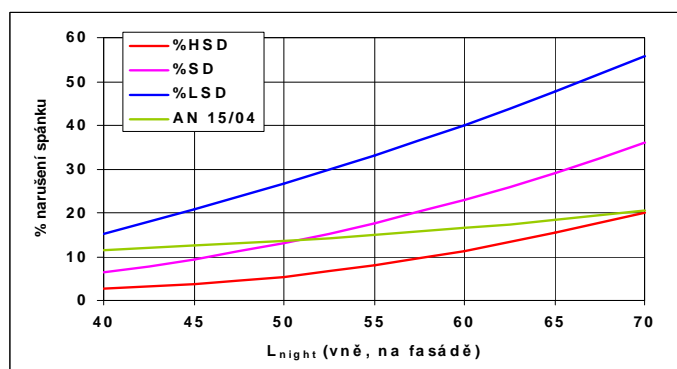
HSD (Highly Sleep Disturbed) zahrnuje osoby s výraznými subjektivními pocity rušení spánku

Obrázek č. 10: Závislost % obtěžovaných na denní ekvivalentní hladině hluku



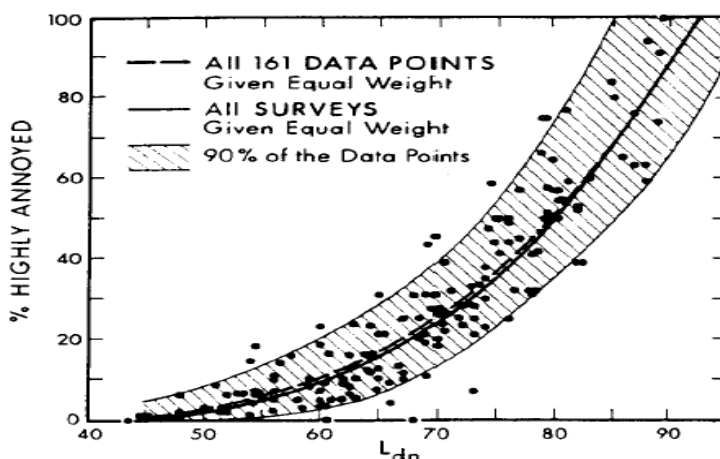
\*LA – lehké obtěžování hlukem, A – obtěžování hlukem, HA – vysoké obtěžování hlukem

Obrázek č. 11: Závislost % obtěžovaných na noční ekvivalentní hladině hluku



\*LSD – lehké rušení spánku, SD – střední rušení spánku, HSD - vysoké rušení spánku

Obrázek č. 12: Závislost % obtěžovaných na denní ekvivalentní hladině hluku dle US EPA



## 5. Rizika z expozice elektromagnetickým polím

I když všechny elektromagnetické jevy mají stejnou fyzikální podstatu, jejich působení na živou tkáň je velmi rozdílné podle toho, jakou mají frekvenci, jinými slovy, jak rychle se jejich elektrické a magnetické pole mění v čase. Stejně podstatně se liší i rizika, spojená s expozicí člověka elektromagnetickému poli různých frekvencí. Je rozšířené mínění, že vlastnosti elektromagnetických polí a tím spíše mechanismy jejich působení na živou tkáň jsou velmi složité a těžko pochopitelné pro osoby, které se na tento obor nespécializovaly. Tuto představu podporuje i velké množství pravidel, stanovených ve standardech na ochranu zdraví před neionizujícím i ionizujícím zářením. Pohled na tato pravidla i na rizika, která vznikají při expozici člověka elektromagnetickému poli, se však velmi zjednoduší, jestliže se při jejich popisu vyjde ze základních fyzikálních vlastností elektromagnetických polí a z principů, na kterých spočívá jejich působení na živou tkáň.

Elektromagnetické pole popisují jednoznačně dvě vektorové veličiny – vektor intenzity elektrického pole  $E$  a vektor intenzity magnetického pole  $H$ . Zdrojem elektrického pole jsou elektrické náboje, zdrojem magnetického pole jsou elektrické proudy (tedy pohybující se elektrické náboje) a také vlastní magnetické momenty elektronů (výjimečně i magnetické momenty jiných elementárních částic). Magnetické momenty elektronů se makroskopicky projevují především u feromagnetických látek a jsou zdrojem stálého magnetického pole permanentních magnetů.

Jednotkou intenzity elektrického pole je volt na metr (V/m). Je to jednotka velmi malá – elektrické pole s intenzitou rovnou jednomu voltu na metr se vytvoří mezi dvěma rovnoběžnými rozměrnými („nekonečnými“) vodivými deskami vzdálenými od sebe jeden metr, jestliže je na desky připojeno elektrické napětí rovné jednomu voltu. Při zemském povrchu se trvale samovolně udržuje elektrické pole rovné za normálního počasí přibližně 140 voltům na metr. Před bouřkou a při bouřce však intenzita tohoto pole mnohonásobně vzroste. Elektrický průraz suchého vzduchu následovaný elektrickým výbojem nastane přibližně při elektrickém poli rovném třem miliónům voltů na metr. Při chůzi po koberci z umělé hmoty nebo z čisté vlny a často i při chůzi po podlaze z dobře izolující umělé hmoty se tělo člověka elektricky nabije tak, že mezi ním a zemí je napětí větší než deset tisíc voltů.

Jednotkou intenzity magnetického pole je ampér na metr (A/m). Dnes se pro magnetické pole používá častěji vektorová veličina nazývaná magnetická indukce a označovaná písmenem  $B$ . Má jednotku tesla (T). Z intenzity magnetického pole  $H$  se magnetická indukce určí ze vztahu

$$B = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot H \approx 1,26 \cdot 10^{-6} \cdot H$$

Koeficient pro převod obou veličin (permeabilita  $\mu$ ) má rozměr henry na metr. Dosadí-li se intenzita magnetického pole v ampérech na metr, vyjde magnetická indukce v jednotkách tesla. Uvedená číselná hodnota permeability platí přesně pro vakuum a téměř přesně pro vzduch a pro diamagnetické látky, ke kterým patří i biologická tkáň.

Jednotka tesla je velmi velká, magnetické pole s indukcí větší než 1 tesla se vyskytuje jen v některých speciálních aparaturách, například v zařízeních pro magnetické rezonanční zobrazování (MRI) používané v lékařské diagnostice, nebo v zařízeních na výrobu permanentních magnetů. Geomagnetické pole Země je v naší zeměpisné šířce rovné přibližně padesáti mikrottesla ( $50 \mu\text{T}$ ). Jeho krátkodobé změny (nepravidelné kolísání způsobené elektrickými proudy v horní ionizované vrstvě atmosféry vyvolanými dopadem většího množství protonů vymrštěných ze Slunce při slunečních erupcích) zřídka překračují i při tak zvaných geomagnetických bouřích jedno procento z oněch  $50 \mu\text{T}$ . Ve vzdálenosti rovné jednomu metru od osamělého dlouhého přímého vodiče (drátu) protékaného proudem rovným jednomu ampéru naměříme magnetické pole s indukcí rovnou 0,2 mikrottesla.

Elektrické pole i magnetické pole mohou existovat samostatně – příkladem je právě zmíněné elektrické pole mezi rovnoběžnými deskami připojenými na rozdílné elektrické potenciály nebo magnetické pole u vodiče protékaného elektrickým proudem.

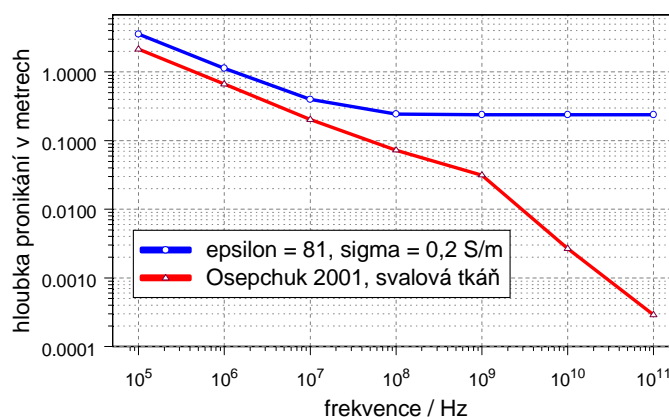
Vektory E a H elektromagnetické vlny v nejjednodušším případě kmitají s jedinou frekvencí (označovanou dále písmenem  $f$ ). Šíří-li se stejným směrem dvě elektromagnetické vlny se stejnou frekvencí, okamžité hodnoty kmitajících vektorů elektrického a magnetického pole obou vln se sčítají. Při tom se uplatňuje nejen jejich velikost, ale i směr. Výsledná vlna vzniklá sčítáním (superpozicí) dvou takových vln pak může mít v některých místech velikost vektorů elektrického a magnetického pole dvojnásobnou a v jiných nulovou – podle toho, jaký směr a velikost mají v daném místě vektory polí obou vln. Tento jev známý pod názvem vlnová interference se projevuje zvláště nápadně v místech, kde se sčítá vlna postupující od zdroje s vlnou odraženou od země nebo od velké překážky. I když k superpozici elektromagnetických vln dochází i tehdy, pocházejí-li vlny od různých zdrojů a mají-li různou frekvenci, interferenční jevy se měřitelně projeví jen při superpozici vln pocházejících od téhož zdroje. Takové vlny se nazývají koherentní.

Nestačí-li energie kvant elektromagnetického záření ionizovat nebo disociovat (rozštěpit) molekulu, změnit strukturu molekul přítomných v tkáni těla nebo vyvolat (spustit) chemickou reakci, projeví se absorpce jednotlivých kvant záření (fotonů) jen zrychlením pohybu molekul tkáně a tedy růstem teploty.

Molekuly do sebe při neuspořádaném tepelném pohybu v kapalině těla vrážejí, a nemají-li se při vzájemných srážkách rozbít nebo změnit nevratně svou strukturu, musí být natolik pevné, aby těmto srážkám bezpečně odolávaly. Absorpce elektromagnetického záření v tkáni těla nezpůsobí počínaje infračerveným zářením změny ve struktuře molekul ani nevyvolá chemické (fotochemické) reakce. Riziko poškození zdraví infračerveným zářením spočívá již jen ve zvýšení teploty povrchových částí těla (zvláště očí), které může mít charakter úrazu (popálení) nebo – při časté nebo dlouhodobé expozici i poměrně slabému záření – může podporovat vznik zánětu oční čočky.

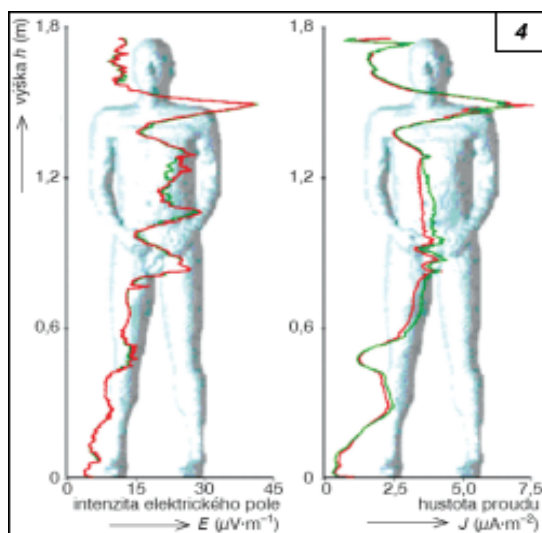
Tepelné působení je také jediným zjištěným vlivem při expozici člověka elektromagnetickému záření s vlnovou délkou větší než jeden milimetr a kratší než (přibližně) 30 metrů. Vlnová délka rovná jednomu milimetru byla zvolena jako hranice mezi infračerveným zářením a elektromagnetickým zářením používaným v radiotechnice, které se zpravidla označuje jako radiofrekvenční. Na rozdíl od hranice mezi ionizujícím a neionizujícím zářením není přechod od infračerveného záření k radiofrekvenčnímu ničím význačný. Zvýšený přívod tepla do tkáně těla zůstává jediným zdrojem zdravotního rizika při expozici člověka elektromagnetickému záření přibližně do frekvence 10 MHz (tedy do vlnové délky 30 metrů). Hloubka pronikání elektromagnetického záření do těla exponované osoby se s klesající frekvencí (rostoucí vlnovou délkou) zvětšuje, takže značná část energie elektromagnetické vlny dlouhé 30 metrů (s frekvencí 10 MHz) tělem člověka projde, aniž by se v těle změnila v teplo.

Obrázek č. 13: Hloubka pronikání elektromagnetické vlny



U elektromagnetického záření a elektrických a magnetických polí s frekvencí nižší než 10 MHz se začíná uplatňovat další rizikový faktor – elektrický proud, indukovaný vnějším elektromagnetickým polem v tkáni těla exponované osoby. Daleko nejcitlivější na elektrický proud jsou buňky nervové soustavy. Jejich stimulace elektrickým proudem může porušit srdeční rytmus nebo zhoršit funkci mozku, při velkých proudech i zcela paralyzovat činnost nervové soustavy. Při frekvenci 10 MHz je vliv indukovaného proudu v těle na nervovou soustavu ještě velmi slabý, s klesající frekvencí však rychle roste a při frekvenci nižší než 100 kHz převládne jeho stimulační účinek zcela nad účinkem tepelným. V intervalu frekvencí od 100 kHz do 10 MHz se může ohřívání tkáně a indukovaný proud projevat srovnatelnou měrou a k posouzení zdravotního rizika je třeba uvažovat oba jevy současně.

Obrázek č. 14: Indukce elektrického proudu v těle



Bezkontaktní působení elektromagnetického pole na člověka se začalo systematicky sledovat až po druhé světové válce. Jeden z prvních pokusů o shrnutí získaných poznatků byl pak učiněn v roce 1971, kdy prestižní americký časopis „IEEE transactions on microwave theory and techniques“ věnoval celé jedno číslo článkům zabývajícím se možnými zdravotními riziky při expozici člověka vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli.

Již tehdy se ukázal zásadní rozdíl v názorech: zatímco většina autorů pokládala za jediné nepříznivé působení vysokofrekvenčních polí ohřívání těla, jiní pokládali za škodlivé i pole s velmi nízkou intenzitou, pokud působí po dlouhou dobu. Tato druhá koncepce vycházela z představy, že i velmi slabá elektromagnetická pole zanechávají v těle změny, které se kumulují podobně jako změny způsobené ionizujícím (rentgenovým nebo radioaktivním) zářením. I když se později netepelné působení vysokofrekvenčního elektromagnetického pole na zdraví člověka neprokázalo, zůstala v řadě zemí představa o jeho existenci dodnes základem pro hygienické standardy.



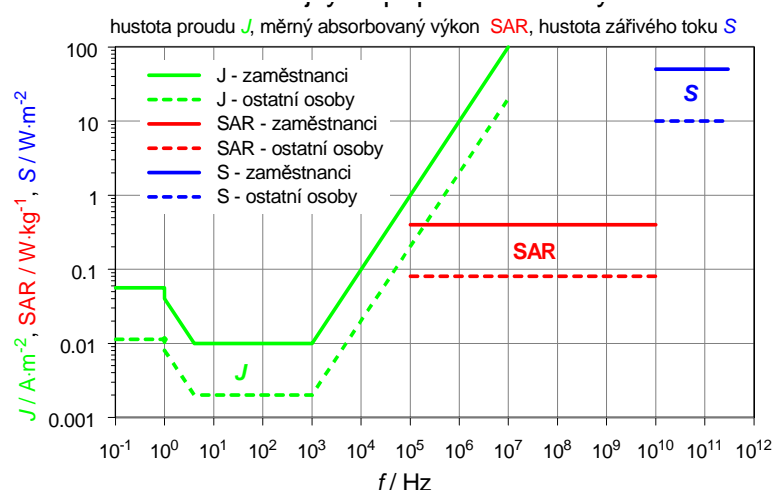
Otázka možného nepříznivého působení nízkofrekvenčních elektrických a magnetických polí na zdraví se začala zkoumat podstatně později. Při expozici nízkofrekvenčnímu poli se projeví dráždění nervové tkáně při mnohem nižších intenzitách pole, než jaké by způsobily zahřátí tkáně, a pro hodnocení přípustnosti expozice je v tom případě rozhodující netepelné působení pole. To se projevuje okamžitě, takže požadavek nepřekročit nejvyšší přípustnou hodnotu pro hustotu indukovaného proudu se vztahuje na jakkoli krátkou dobu působení pole. I u nízkých frekvencí se objevily představy o nepříznivém působení velmi slabých magnetických polí. Vyvolaly je hygienicko-epidemiologické studie z konce dvacátého století, které nacházely slabou statistickou korelaci mezi výskytem leukémie u tříletých dětí a blízkostí vedení vysokého napětí v místech, kde tyto děti bydlely. Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC, International Agency on Research of Cancer) zařadila v roce 2002 (nízkofrekvenční) elektromagnetické pole mezi možné karcinogeny (nejnižší stupeň hodnocení, označovaný 2B). Statistická korelace nedokazuje příčinnou souvislost, a skutečnost, že podobná korelace nebyla nalezena u žádného jiného druhu rakovinového onemocnění, ukazuje spíše na to, že příčina zvýšeného výskytu dětské leukémie v posuzovaných místech byla jiná, než působení nízkofrekvenčního magnetického pole, které je i v domech blízkých vedení vysokého napětí zpravidla několikasetkrát slabší než dovolují současné hygienické limity. Na elektrické proudy indukované v těle je nejcitlivější nervová soustava, teplo vznikající při absorpci elektromagnetického záření zvyšuje tělesnou teplotu – oba účinky mohou poškodit zdraví, jestliže překročí určitou dnes dobře známou mez. Často se vyskytující tvrzení o existenci nepříznivých účinků dlouhodobého působení velmi slabých elektromagnetických polí vyhodnotil ICNIRP jako neprokázaná. K vyloučení rizika z expozice elektromagnetickým polím a neionizujícímu elektromagnetickému záření nebo k jeho snížení na únosnou míru jsou stanoveny hygienické limity, jejichž nepřekročení zaručuje dostatečnou ochranu před poškozením zdraví. Pro radiofrekvenční záření a pro elektrická a magnetická pole jsou základní limity (nejvyšší přípustné hodnoty) stanoveny pro dozimetrické veličiny charakterizující procesy vyvolané v těle exponované osoby, a to pro hustotu indukovaných elektrických proudů a pro měrný výkon absorbovaný v tkáni těla. Výjimkou je elektromagnetické záření s frekvencí od 10 GHz do 300 GHz (s vlnovou délkou 3 cm až 1 mm), které se absorbuje v povrchové vrstvě těla a nejvyšší přípustná hodnota je pro něj stejně jako pro sousední infračervené záření stanovena pro hustotu zářivého toku dopadajícího po určitou dobu na tělo nebo na jeho část.

Rozdílné hodnoty limitů pro zaměstnance a pro ostatní osoby se odůvodňují tím, že mezi ostatními osobami mohou být lidé neduživí, osoby s poškozenou termoregulací nebo s vetším zdravím. Je patrně dobré zdůraznit, že nejvyšší přípustné hodnoty jsou stanoveny s velkým bezpečnostním koeficientem i pro osoby z kategorie zaměstnanců, a že tedy není pravda, že vyšší přípustné hodnoty pro zaměstnance byly stanoveny s vědomím, že je v pořádku, když jim při vydělávání peněz elektromagnetické pole trochu kazí zdraví. Na rozdíl od chemických a jiných škodlivin je u elektromagnetického záření a polí s frekvencí do 300 GHz znám práh, pod kterým již tento fyzikální faktor nemá škodlivé účinky. Nejvyšší přípustné hodnoty pro zaměstnance jsou hluboko pod tímto prahem.

Tabulka č. 8: Projevy působení elektrického proudu indukovaného v těle člověka

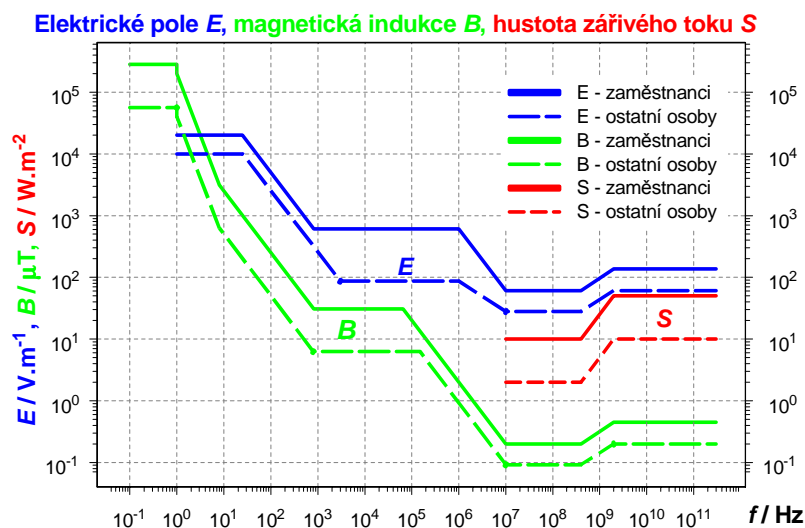
Proudová hustota (A/m <sup>2</sup> )	Projevy
< 0,001	nebyly zjištěny žádné projevy
0,001 – 0,01	nepatrné biologické projevy
0,01 – 0,1	dobře zjištěné jevy, vizuální efekty (magnetofosfeny), možnost ovlivnění nervové soustavy, publikovány zprávy o snazším hojení zlomenin
0,1 – 1	zjištěny změny v dráždivosti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

Obrázek č. 15: Nejvyšší přípustné hodnoty dozimetrických veličin pro neionizující záření



Kromě nejvyšších přípustných hodnot stanovených pro hustotu elektrického proudu indukovaného v těle a pro měrný v těle absorbovaný výkon jsou ve Směrnici ICNIRPu (a v citovaném nařízení vlády) stanoveny referenční hodnoty pro intenzitu elektrického pole E, pro intenzitu magnetického pole H (magnetickou indukci B) a pro hustotu zářivého toku S. Referenční hodnoty jsou určeny tak, aby při jejich nepřekročení nemohly být za žádných okolností překročeny nejvyšší přípustné hodnoty. Tento „dvoustupňový“ způsob hodnocení expozice umožňuje na jedné straně bez náročných výpočtů nebo měření rychle rozhodnout o nepřekročení nejvyšších přípustných hodnot tam, kde je zřejmé, že nejsou překročeny referenční hodnoty, na druhé straně poskytuje možnost posuzovat i velmi složité situace, jaké se vyskytují například při hodnocení expozice hlavy při používání mobilního telefonu nebo při hodnocení expozice osoby nacházející se v silně nehomogenním magnetickém poli se složitým časovým průběhem.

Obrázek č. 16: Nejvyšší přípustné hodnoty referenčních veličin pro neionizující záření



Neionizující záření z frekvenčního intervalu od 0 Hz do 300 GHz se vyznačuje tím, že pro obě dozimetrické veličiny – hustotu indukovaného proudu a měrný absorbovaný výkon – existuje práh, pod nímž se nepříznivé působení na zdraví již neprojevuje. Tím se neionizující záření liší od fyzikálních faktorů jako je hluk nebo vibrace a také od škodlivých chemických nebo biologických látek. ICNIRP stanovil pro neionizující záření nejvyšší přípustné hodnoty hluboko pod tímto prahem, čímž zároveň vytvořil rezervu pro případ, kdy by vyhodnocení konkrétní expoziční situace bylo zatíženo značnou chybou a riziko by se podcenilo. ICNIRP neshledal také dostatek důvodů k tomu, aby se ve standardech bral ohled na publikace popisující slabou korelaci mezi dětskou leukémií a blízkostí vedení vysokého napětí. Jedním z důvodů pro toto rozhodnutí je i skutečnost, že není znám

mechanismus, kterým by extrémně slabé nízkofrekvenční magnetické pole toto onemocnění způsobovalo či podporovalo. Průdny, které časově proměnné magnetické pole v těle indukuje jsou i při magnetických polích splňujících přípustné hodnoty (tedy polích několikasetkrát vyšších než magnetické pole v domech blízkých vedení vysokého napětí) podstatně slabší než přirozené elektrické proudy generované v živém těle fyziologickými procesy. Nakonec je patrně vhodné připomenout, že i při dodržení stanovených referenčních úrovní nelze vyloučit ovlivnění některých elektronických zařízení implantovaných do těla, například kardiostimulátorů, protéz obsahujících feromagnetické látky a podobně. V tomto případě jde o působení elektrického nebo magnetického pole či elektromagnetického záření na elektronický přístroj a nikoli na osobu. Vyloučení vzájemného ovlivňování elektrotechnických zařízení je záležitostí elektromagnetické kompatibility a nespojuje se stanovením hygienických limitů.

Elektrické pole je pro vyvolávání proudů v těle málo účinné, a rozhodující z hlediska plnění hygienických limitů je u nízkých frekvencí i u statického pole téměř vždy pole magnetické. Statické magnetické pole ovšem nevyvolává v předmětu, který se vzhledem k poli nepohybuje, žádný elektrický proud. V těle člověka, který se ve statickém magnetickém poli pohybuje, se indukuje elektrický proud, je-li pole nehomogenní, protože magnetický tok procházející tělem nebo jeho částí se v tom případě při změně polohy těla v čase mění. Proud indukovaný v těle tímto způsobem by mohl překročit nejvyšší přípustnou hodnotu v extrémně silných magnetických polích s velkým gradientem. Taková pole se začínají používat při operacích mozku, kdy hlava pacienta je v poli nukleárního magnetického spektrografu s indukci rovnou sedmi tesla a operátor může mít hlavu v silně nehomogenním poli s indukci kolem pěti tesla. Pro posouzení této situace bude v budoucnosti pravděpodobně nutné doplnit směrnici ICNIRP, u nás však zatím není tato otázka aktuální.

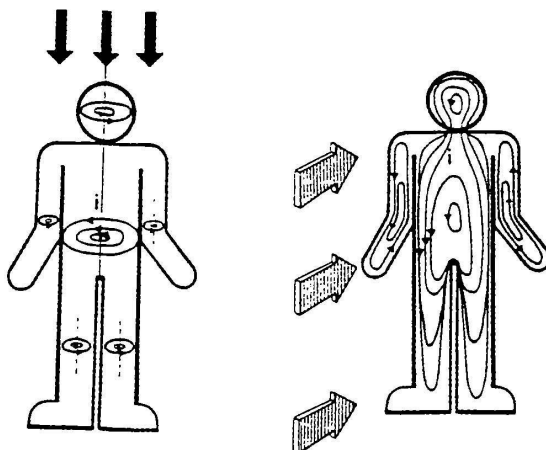
Občan z kategorie „ostatních osob“ se setká se statickým polem, které překračuje referenční hodnotu, nejvýše jako pacient v tunelu magnetického rezonančního spektrografu (MRI). Na léčebné procedury se ovšem omezení expozice stanovená v citovaném nařízení vlády nevztahují.

Vlnová délka patřící poli s frekvencí rovnou horní hranici intervalu (100 kHz) je rovná třem kilometrům, u pole s frekvencí energetické sítě (50 Hz) je vlnová délka dokonce šest tisíc kilometrů. Z toho je patrné, že u nízkofrekvenčního pole se s elektromagnetickou vlnou významnou pro hygienické hodnocení prakticky nelze setkat. U naprosté většiny zdrojů s nízkou frekvencí se tedy posuzuje situace v blízkém poli zdroje.

Slabým nízkofrekvenčním magnetickým polím jsme vystaveni téměř všude. Nejčastěji jde o magnetické pole s frekvencí 50 Hz – typická velikost tohoto pole v bytech je 0,02 mikrotesla – 0,4 mikrotesla, v blízkosti kabelů elektrického domovního rozvodu může magnetické pole dosáhnout několika mikrotesla, hodnotu 10 mikrotesla překročí v domech a bytech jen zcela výjimečně. Bývá to například v těsné blízkosti domácích elektrických spotřebičů. Takové pole strmě ubývá se vzdáleností a indukované proudy, které v těle vyvolá, nejvyšší přípustné hodnoty nepřekročí. Nejčastější dotazy se v oblasti nízkých frekvencí týkají pole v blízkosti vedení vysokého napětí. V místech, která jsou přístupná obyvatelstvu, však je magnetické pole generované proudem protékajícím vodiči vzdušných vedení vysokého napětí bezpečně pod referenční hodnotou pro ostatní osoby. Pole transformátorů snižujících vysoké napětí na 230 voltů, umístěvaných často i uvnitř obytných budov, nepřekračuje referenční hodnotu pro ostatní osoby (100 mikrotesla) ani v blízkosti krytu transformátoru. Magnetické pole je v tomto případě uzavřeno v železném jádru a ven se dostává jen jeho nepatrná část.

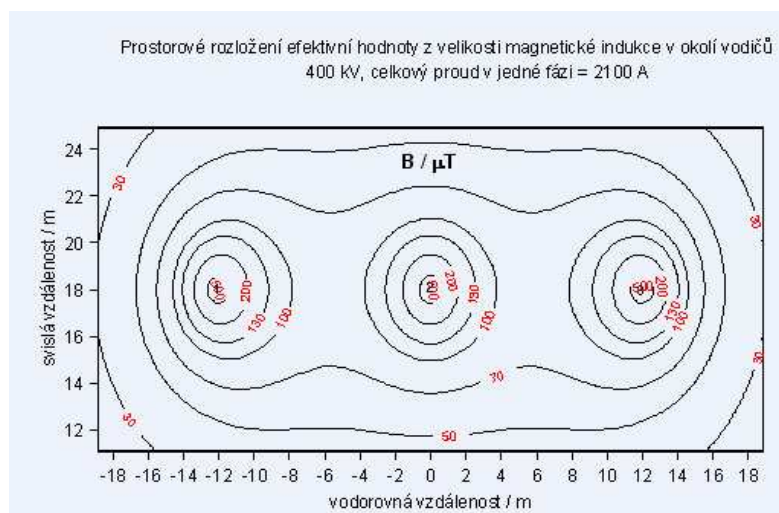
S nízkofrekvenčním magnetickým polem, které je blízké referenční hodnotě nebo ji i překračuje, se ostatní osoby (obyvatelé) mohou setkat například při procházení rámem pro odhalování kovových předmětů a výjimečně v některých místech v tramvajích. Při překročení referenční hodnoty je ovšem nutné posoudit, zda je překročena také nejvyšší přípustná hodnota pro hustotu elektrického proudu indukovaného magnetickým polem v těle. Pole je ve většině těchto případů omezeno na velmi malý prostor, jeho intenzita strmě klesá se vzdáleností od zdroje (například od kabelů vedoucích proud k motorům tramvaje) a hustota indukovaného proudu v těle nebo v jeho části je zpravidla mnohokrát nižší, než kdyby pole bylo homogenní a zasáhlo rovnoměrně celé tělo.

Obrázek č. 17: Schematické znázornění uzavřených proudových smyček v těle

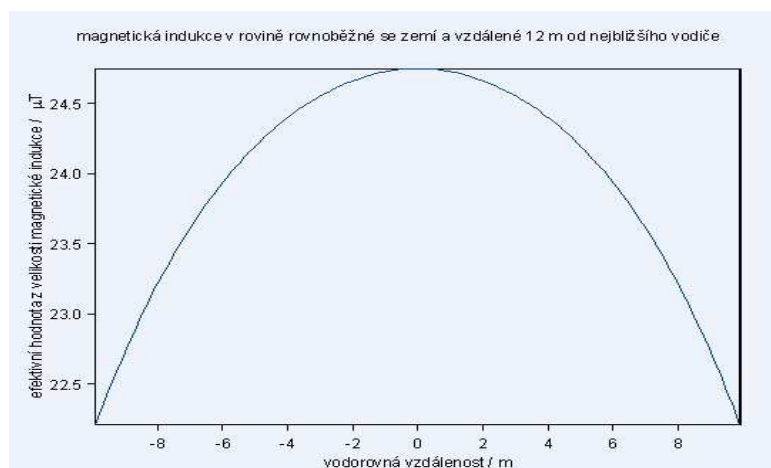


S hustotami indukovaného elektrického proudu, které nejvyšší přípustné hodnoty překračují, je možné se setkat v interiérech některých výrobních závodů a vůbec v provozech s vysokými elektrickými proudy a ta je v tomto případě překročena i v místě obsluhy. Jako ilustrativní příklad je níže uveden stav pro vedení 400 kV.

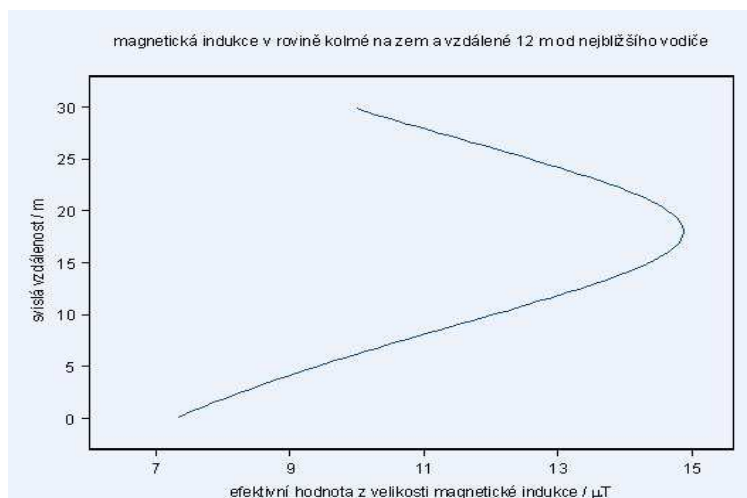
Obrázek č. 18: Příklad rozložení efektivní hodnoty magnetické indukce pro vedení 400 kV



Obrázek č. 19: Příklad rozložení efektivní hodnoty magnetické indukce pro vedení 400 kV



Obrázek č. 20: Příklad rozložení efektivní hodnoty magnetické indukce pro vedení 400 kV



## 6. Vliv imisí spojených s realizací záměru na veřejné zdraví

V období výstavby lze předpokládat emise způsobené dopravními mechanismy a stavebními stroji v prostoru prováděných činností. Během výstavby budou v důsledku potřebných transportů, montážních a stavebních činností produkovány emise škodlivin z dopravních a montážních mechanismů. Při odborném odhadu bylo zjištěno, že podíl emisí z LCV a osobních vozidel představuje při výstavbě či přestavbě vedení vůči emisím HDV zanedbatelný podíl (v řádu desetin procenta). S ohledem na liniový charakter stavby, prostorové a časové rozptýlení s nízkou intenzitou prováděných činností v jednotlivých lokalitách, však není celkové množství emisí množství z hlediska vlivů na veřejné zdraví významné. Stejně tak v průběhu výstavby mohou být používány barvy s obsahem VOC k nátěrům stožárů, při stávající povrchové úpravě stožárů lze předpokládat užití VOC jako součásti nátěrových hmot v intervalu 1 x za cca 20 let. V současnosti jsou již používány barvy s nízkým obsahem organických rozpouštědel. Celkově lze předpokládat, že imisní zátěž spojená s výstavbou záměru bude překryta stávajícím imisním pozadím. Množství uvolněných emisí bude zanedbatelné. Provoz nadzemního přenosového vedení elektrické energie není zdrojem žádného znečištění ovzduší. Dotčená lokalita patří mezi oblasti s relativně nízkou imisní zátěží imisemi spojenými s dopravou (pohyb stavební techniky). Z informativních důvodů jsou dále uvedeny základní charakteristiky látek, jejichž emise je spojena s výstavbou vedení.

### 6.1. Identifikace nebezpečnosti produkováných emisí

#### **Oxidy dusíku – $\text{NO}_2$ (CAS 10102-44-0), $\text{NO}_x$**

Koncentrace  $\text{NO}_2$  v rozmezí 375 – 565  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  při 1 až 2 hodinové expozici považuje expertní skupina WHO Air Quality Guidelines za hodnotu LOAEL (Lowest Observed Adverse Effect Level). Akutní odezva byla pozorována u bronchitiků při inhalaci trvající 5 minut koncentrace 2820  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   $\text{NO}_2$ . Změny plicních funkcí byly u zdravých osob pozorovány při koncentracích vyšších než 1880  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   $\text{NO}_2$ , u osob nemocných astmatem bronchiálním byly tyto změny vyvolávány koncentracemi vyššími než 900  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   $\text{NO}_2$ . Průměrná denní koncentrace IH d nesmí překračovat 100  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   $\text{NO}_2$ . Nejcitlivější skupinou z hlediska expozice  $\text{NO}_2$  jsou astmatici a bronchitici, u kterých nastávají změny tj. zvýšená náchylnost k astmatickým projevům při 1 až 2 hodinové expozici koncentracím  $\text{NO}_2$  v rozmezí 375-565  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Tyto hodnoty považuje expertní skupina WHO Air Quality Guidelines za hodnotu LOAEL. Hodnota LOAEL představuje nejnižší zjištěnou koncentraci, která vyvolala nepříznivé zdravotní projevy. Při použití 50% hranice nejistoty a spolupůsobení bronchokonstrikčních faktorů, jako je chlad, byly zjištěny bronchokonstrikční projevy při hodnotách 190  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   $\text{NO}_2$ . Oxidy dusíku spolu s VOC (volativní organické sloučeniny) se mohou podílet na vzniku oxidačního smogu. Dráždivé projevy se převážně projevují na sliznicích HCD a očích při vhodných makroklimatických podmínkách.

Působení oxidu dusičitého je spojené se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti, ale je obtížné až nemožné oddělit účinky dalších, současně působících látek, zejména

aerosolu. Pro děti znamená expozice NO<sub>2</sub> zvýšené riziko respiračních onemocnění v důsledku snížené obranyschopnosti vůči infekci, snížení plicních funkcí. Hlavním efektem NO<sub>2</sub> je nárůst reaktivity dýchacích cest. V řadě studií se potvrdilo, že množství hospitalizací a návštěv pohotovosti pro astmatické potíže dětí je závislé na koncentraci NO<sub>2</sub> v ovzduší. Nejvíce jsou oxidu dusičitému vystaveni obyvatelé městských lokalit významně ovlivněných dopravou. Z hodnot zjištěných ročních průměrů vyplývá, že zvláště v pražské aglomeraci lze u obyvatel očekávat snížení plicních funkcí, zvýšení výskytu respiračních onemocnění, zvýšený výskyt astmatických obtíží a alergií a to u dětí i dospělých.

#### *Chronické respirační syndromy u dětí*

Dlouhodobé působení koncentrací NO<sub>2</sub>, které je možno dle epidemiologických studií definovat hodnotami průměrných ročních koncentrací, se může podílet na zvýšení výskytu chronických respiračních syndromů u dětí. Dle epidemiologických studií se u 2,0% dětské populace vyskytují chronické respirační syndromy. Relativní riziko (OR) značí poměr výskytu chronických respiračních syndromů v lokalitách exponovaných NO<sub>2</sub> k výskytu chronických respiračních syndromů v lokalitách, které nejsou zatíženy NO<sub>2</sub>. Relativní riziko je možno stanovit dle vztahu  $OR = \exp(\beta \cdot C)$ , kde  $\beta$  je regresní koeficient 0,0055 (95% CI 0,0026-0,0088) a C roční koncentrace NO<sub>2</sub> v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (nulová hypotéza 2,0% v dětské populaci).

#### *Riziko krátkodobých projevů*

Dle epidemiologických studií při krátkodobých – cca minimálně hodinových expozicích vyšším koncentracím NO<sub>2</sub> - může docházet k zdravotním obtížím, které jsou popsány v níže uvedené tabulce.

*Tabulka č. 9: Vliv krátkodobých vysokých koncentrací NO<sub>2</sub> na zdraví*

1 hod. koncentrace NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	Zdravotně nepříznivé projevy (dle epid.studií WHO,EPA,EC apod.)
200 – 400	Bez nepříznivých zdravotních projevů u astmatické a bronchitické populace
401 – 900	Lehké spastické projevy u astmatiků a bronchitiků (snížení plicních funkcí o 5%)
901 – 1600	Závažnější zdrav. projevy u astmatiků a bronchitiků včetně vyvolání broncho-konstrikce, možné nastartování astmatického záchvatu za spoluúčasti chladu, vlhka, zvýšené fyzické námahy a expozice alergenům (nižší pravděpo-dobnost)
1601 – 1800	U astmatiků může hrozit nastartování astmatického záchvatu (vyšší pravdě-podobnost), menší ovlivnění plicních funkcí u zdravé populace

Pro hodnocení zdravotních rizik a následné komparace zdravotních rizik jednotlivých variant jsou oxidy dusíku hodnoceny jako NO<sub>2</sub>. Tímto přístupem se vědomě dopouštíme jednotné chyby v celém odhadu zdravotních rizik. Tento přístup však odhadnuté zdravotní riziko nadhodnocuje, tj. vycházíme li z jeho kvantifikace při rozhodování, používáme vyšší „bezpečnostní-preventivní přístup“.

#### **Suspendované částice – PM<sub>10</sub> , PM<sub>2,5</sub>**

Dlouhodobá i krátkodobá expozice prašnému aerosolu PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> vede k celé řadě zdravotních problémů. Ty se projevují především u dýchacího a kardiovaskulárního systému v podobě plicních zánětlivých reakcí, dráždění respiračního traktu, je uvažován vliv na rozvoj ischemické choroby srdeční, případně na zvýšení pravděpodobnosti vzniku mozkové příhody.

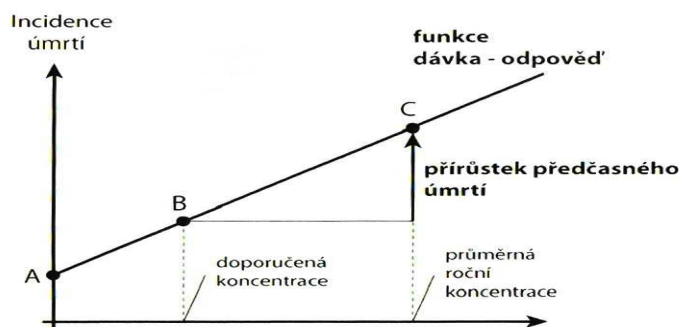
Tuhé látky vyvolávají změnu funkce i kvality řasinkového epitelu v horních dýchacích cestách, mohou vyvolávat hypersekreci bronchiálního hlenu, snižují samočisticí schopnost dýchacího systému. Takto jsou vytvořeny vhodné podmínky pro vznik zánětlivých změn na podkladě bakteriální či virové infekce. Akutní zánětlivé postižení často přechází do fáze chronické za vzniku chronické bronchitidy (chronické bronchopneumonální nemoci) s následným postižením oběhového systému. Vyšší výskyt výše uváděných postižení je možno sledovat u rizikových skupin populace, staří lidé a lidé s nemocemi dýchacího a srdečně cévního systému. Vyšší úmrtnost byla pozorována při překračování hodnot denních koncentrací tuhých látek 500  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , vyšší výskyt akutních respiračních onemocnění horních cest dýchacích byl pozorován u dětské populace při překračování denních koncentrací 250  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Vyšší nemocnost byla zaznamenána u dětské populace při překračování průměrných ročních koncentrací od 30 – 150  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Jako velmi významná se z pohledu ohrožení zdraví jeví



dlouhodobá expozice frakci  $PM_{2,5}$ . Je spojována s ischemickou chorobou srdeční, srdečním selháním či zástavou. Pro působení aerosolových částic v ovzduší nebyla zatím zjištěna bezpečná prahová koncentrace. Krátkodobé zvýšení denních koncentrací suspendovaných částic frakce  $PM_{10}$  se podílí na nárůstu celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdce a cév, na zvýšení počtu osob hospitalizovaných pro onemocnění dýchacího ústrojí, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu kašle a ztíženého dýchání – zejména u astmatiků a na změnách plicních funkcí při spirometrickém vyšetření.

Dlouhodobě zvýšené koncentrace mohou mít za následek snížení plicních funkcí u dětí i dospělých, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí, výskytu symptomů chronického zánětu průdušek a zkrácení délky života zejména z důvodu vyšší úmrtnosti na choroby srdce a cév zvláště u starých a nemocných osob, a pravděpodobně i na rakovinu plic. Tyto účinky bývají uváděny i u průměrných ročních koncentrací nižších než  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pro chronickou expozici jemným suspendovaným částicím frakce  $PM_{2,5}$  se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pro odhad rizika dlouhodobé expozice suspendovaným částicím je možné užít závěry americké studie ACS (American Cancer Society), doporučené WHO v dodatku ke Směrnici pro kvalitu ovzduší v Evropě z roku 2005. Podle autorů zvýšení průměrné roční koncentrace jemné frakce suspendovaných částic  $PM_{2,5}$  o  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 6 % (95 % CI 2–11 %) a úmrtnost na choroby srdce a cév o 12 %. Tento vztah je v dodatku, aktualizujícím v roce 2005 Směrnici pro kvalitu ovzduší v Evropě, modifikován na částice  $PM_{10}$  přepočtem 2:1, kdy navýšení roční koncentrace o  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace o 3 %. Za základ je brána průměrná roční koncentrace  $PM_{10}$   $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  jako horní hranice pod níž se s více než 95% mírou spolehlivosti úmrtnost nezvyšuje. Ani tato hodnota však neznamená plnou ochranu veškeré populace před nepříznivými účinky suspendovaných částic. Na základě průměrné koncentrace suspendovaných částic frakce  $PM_{10}$ , zjištěné v roce 2008 v městském prostředí, lze zhruba odhadnout, že v důsledku znečištění ovzduší touto škodlivinou byla celková úmrtnost městské populace navýšena o 2 %. Vzhledem k rozmezí průměrných ročních koncentrací této škodliviny v různých typech lokalit, které se pohybovaly od  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $48,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , se podíl předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší  $PM_{10}$  na celkovém počtu zemřelých pohybuje od 0,8% v městských lokalitách bez dopravní zátěže až po 8,6 % v nejvíce průmyslem a dopravou zatížených lokalitách. Při celkovém počtu zemřelých 104,9 tisíc obyvatel ČR v roce 2008 lze z uvedených dat odhadnout, že počet předčasných úmrtí způsobených expozicí suspendovaným částicím frakce  $PM_{10}$  se pohyboval v rozmezí od 833 do 8 307 osob.

Obrázek č. 21: Model hodnocení zdravotního dopadu expozice  $PM_{2,5}$



Hodnocení zvýšení prevalence chronické bronchitidy u dětské populace. Toto zdravotní riziko lze odhadnout na základě epidemiologických šetření podle následujícího vztahu:  $OR = \exp(\beta \cdot C)$ , OR tzv. relativní riziko je poměr výskytu určitého zdravotního projevu v zatížené populaci k výskytu určitého zdravotního projevu v nezatížené populaci. Na základě tohoto vztahu je možno stanovit kvantifikaci nepříznivého zdravotního projevu v ovlivněné populaci, kde  $\beta$  je regresní koeficient = 0,01445 (95% CI 0,0015-0,02851), C roční průměrná imisní koncentrace TSP v  $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ . Nulová prevalence chronické bronchitidy u dětí je 3% TI. Je-li OR 1,0 lze očekávat běžnou prevalenci chronické bronchitidy u dětí.

Prevalenci chronických respiračních obtíží (např. chronická bronchitida) u dospělé populace je možno určit na základě epidemiologických šetření podle následujícího vztahu:  $OR = \exp(\beta \cdot C)$ , OR tzv. relativní riziko je poměr výskytu určitého zdravotního projevu v zatížené populaci k výskytu určitého zdravotního projevu v nezatížené populaci. Na základě tohoto vztahu je možno

predikovat tj. kvantifikovat výskyt nepříznivého zdravotního projevu v ovlivněné populaci, kde beta je regresní koeficient = 0,029 (95% CI 0,015 – 0,054) a C roční průměrná imisní koncentrace TSP v  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) Nulová prevalence chronické bronchitidy u dospělé populace ve výše uvedeném vztahu představuje 1,3%.

Při hodnocení možných rizik tuhých aerosolů je nutné si uvědomit, že se koncentrují na jejich povrchu další negativně působící látky (především některé organické sloučeniny, těžké kovy), o jejichž výskytu, transportu a distribuci v ovzduší existují mnohdy pouze neúplné informace

#### **Benzen $\text{C}_6\text{H}_6$ , CAS No: 71-43-2**

Benzen je bezbarvá těkavá kapalina, málo rozpustná ve vodě, aromatického zápachu. Čichový práh ve vodě je 10 mg/l, chuťový práh v rozmezí 0,5 – 4,5 mg/l. Je používán v chemickém průmyslu při výrobě styrenu, ethylbenzenu, fenolu a dalších sloučenin. Je významnou složkou ropných látek. Používá se též jako aditivum do benzínu. V minulosti byl používán jako rozpouštědlo. Při inhalaci je v plicích vstřebáno asi 50 % vdechnutého benzenu. Ze zažívacího traktu je pravděpodobně absorbován kompletně. Přes kůži se absorbuje jen asi 1% aplikované dávky. Po vstřebání je distribuován v těle nezávisle na bráně vstupu, nejvyšší koncentrace metabolitů byly zjištěny v tukových tkáních. Benzen je v játrech a snad i v kostní dřeni oxidován na hlavní metabolity fenol, hydrochinon a katechol. Část vstřebraného benzenu je v nezměněné formě vyloučena vydechovaným vzduchem. Metabolity jsou vylučovány močí.

Hlavní cestou příjmu benzenu do organismu je inhalace z ovzduší, zejména v místech s intenzivnější dopravou nebo v blízkosti čerpacích stanic. Významné však mohou i koncentrace benzenu v interiérech budov, zejména v závislosti na cigaretovém kouři. V menší míře je přijímán i s potravou. Expozice z pitné vody je pro celkový příjem při běžných koncentracích zanedbatelná. Individuální výše celkového příjmu benzenu nejvíce závisí na kuřáctví.

Akutní otrava benzenem inhalační a dermální cestou vyvolává po počáteční stimulaci a euforii útlum centrálního nervového systému. Dochází též k podráždění kůže a sliznic. Syndromy po požití zahrnují zvracení, ztrátu koordinace až delirium, změny srdečního rytmu. Kritickým orgánem při chronické expozici je kostní dřeň. Účinkem metabolitů benzenu zde dochází ke vzniku různých poruch krvetvorby až pancytopenii. Pozorovány byly též imunologické změny. O fetotoxických nebo teratogenních účincích benzenu nejsou přesvědčivé zprávy. Při hodnocení rizika benzenu se hlavní pozornost věnuje karcinogenitě. Pro nekarcinogenní toxický účinek jsou v databázi RBC uvedeny jako prozatímní hodnoty EPA-NCEA orální referenční dávka  $\text{RfD}_o = 0,003 \text{ mg/kg/den}$  a inhalační referenční dávka  $\text{RfD}_i = 0,0017 \text{ mg/kg/den}$ .

Benzen je prokázáný lidský karcinogen, zařazený IARC do skupiny 1. US EPA jej též řadí do kategorie A jako známý lidský karcinogen pro všechny cesty expozice. Epidemiologické studie u profesionálně exponované populace poskytly jasné důkazy o kauzálním vztahu k akutní myeloidní leukémii a naznačují vztah i k chronické myeloidní leukémii a chronické lymfadenóze. Přesný mechanismus účinku benzenu při vyvolání leukémie není dosud znám, předpokládá se, že je to důsledek ovlivnění buněk kostní dřene metabolity benzenu, přičemž se zde kromě genotoxického efektu patrně uplatňují i další cesty. Karcinogenita benzenu je potvrzena i nálezy z experimentů na zvířatech, u kterých benzen při inhalační i perorální expozici vyvolává řadu malignit různého typu a lokalizace. V testech na bakteriích sice benzen nevykazuje mutagenní účinek, avšak in vivo způsobuje chromosomální aberace u savčích buněk včetně lidských.

Pro inhalační příjem průměrné celoživotní denní dávky 1 mg/kg/den je v databázi RBC uvedena směrnice karcinogenního rizika  $\text{CSF}_i = 2,9\text{E}-02$ . WHO uvádí jednotku karcinogenního rizika pro benzen 6E-06.

#### **Benzo(a)pyren, BaP (CAS No: 50-32-8)**

Benzo(a)pyren tvoří žlutavé krystaly nebo žlutý prášek se slabým aromatickým zápachem, je netěkavý a prakticky nerozpustný ve vodě.

Nachází se spolu s dalšími polycyklickými aromatickými uhlovodíky (PAU) v černouhelném dehtu, ropě, v sazích a kouři jako produkt nedokonalého spalování. Průmyslovými zdroji úniku mohou být provozy na zpracování kamenouhelného dehtu, rafinaci nafty, zpracování břidlic, uhlí a koksu, výrobu kerosinu, výrobu tepla a energií. V přírodě může být BaP syntetizován některými bakteriemi a

řasami. Možnými zdroji v prostředí jsou i úniky maziv a potenciálně výluhy z asfaltových povrchů silnic.

Benzo(a)pyren proniká do organismu nejčastěji dýchacím a trávicím ústrojím, absorpce malého množství látky přes neporušenou kůži připadá v úvahu při přímém kontaktu s kontaminovanou půdou nebo těžkými oleji s obsahem benzo(a)pyrenu. Ze zaživacího traktu se rychle vstřebává, je distribuován v organismu téměř do všech vnitřních orgánů, zejména bohatých na tukovou tkáň, prochází přes placentární bariéru. V organismu PAU podléhá komplexní metabolické přeměně, zahrnujícím epoxidaci katalyzovanou oxydázným systémem cytochromu P-450, tvorbu fenolů a diolů a dalších metabolitů, z nichž některé mohou iniciovat vznik nádorového bujení. Metabolity PAU a jejich konjugáty jsou vylučovány hlavně stolicí, méně močí. Konjugáty vylučované žlučí mohou být hydrolysovány enzymy střevní mikroflóry a zpětně vstřebány. Hlavní cestou expozice BaP u lidí je inhalace ze znečištěného vnějšího i vnitřního ovzduší a potrava. Významnými zdroji expozice je zejména kouření a úprava masa a ryb uzením a grilováním na dřevěném uhlí.

Benzo(a)pyren je toxický při perkutánní a perorální expozici. Je embryotoxický a teratogenní u myší. Experimentálně byly prokázány účinky na reprodukci. Příznaky expozice této sloučenině zahrnují podráždění sliznic, dermatitidu, bronchitidu, kašel, ztížené dýchání, zánět spojivek, fotosenzibilizaci, otok plic, reprodukční účinky a leukémii. Kontakt s kůží vede k erytému, pigmentaci, deskvamaci, tvorbě bradavic, keratosám, zarudnutí a ekzému okrajů očních víček. Může dojít k fotosenzibilizaci při pobytu na slunci a alergickým kožním projevům, může se vyskytnout aplastická anémie. Ke kvantitativnímu odhadu toxického účinku BaP však US EPA zatím nestanovila referenční perorální ani inhalační dávku. Podle IARC je benzo(a)pyren pravděpodobný humánní karcinogen – skupina 2A, jde o látku karcinogenní pro zvířata s dostatečnou průkazností. Podle US EPA je BaP pravděpodobný humánní karcinogen - skupina B2. Specifická data pro potvrzení karcinogenity u lidí chybějí, neboť ve všech epidemiologických studiích nepůsobí pouze BaP, nýbrž jde o různé směsi PAU.

U zvířat početné studie prokazují karcinogenitu BAP při různých způsobech podání, tumory byly pozorovány jak v místě podání, tak na místech vzdálených od místa aplikace. Benzo(a)pyren může vyvolat růst tumorů i transplacentárně. Podezření na karcinogenitu dále podporují genotoxické účinky v široké řadě testů. Pro inhalační příjem průměrné celoživotní denní dávky 1 mg/kg/den je v databázi RBC uvedena EPA-NCEA prozatímní směrnice karcinogenního rizika  $CSF_1 = 3,1$ .

### ***Těkavé organické látky***

Těkavé organické látky (VOCs) jsou významnou skupinou polutantů ovzduší, které byly nalezeny v nižších vrstvách atmosféry všech velkých měst a průmyslových center. Kategorie VOCs zahrnuje mnoho set různých sloučenin označovaných mnohdy podle zástupců také jako uhlovodíky (HCs), reaktivní organické plyny (ROGs), nemechanické uhlovodíky z přírodních zdrojů (NMHOC) a nemetanické těkavé organické sloučeniny (NMVOCs). Definice VOCs:

- UN ECE: všechny organické sloučeniny antropogenního původu jiné než methan, které jsou schopny vytvářet fotochemické oxidanty reakcí s  $NO_x$  v přítomnosti slunečního záření
- US EPA: látky, jejichž tenze nasycených par při 20°C je rovna nebo větší než 0,13 kPa
- VOCs-UK: organické sloučeniny, které jsou v atmosféře ve formě plynu, ale za podmínek nižší teploty a nižšího tlaku než je normální stav jsou kapalné nebo pevné – tedy takové organické látky, jejichž tenze nasycených par při 20°C je menší než 760 torr (101,3 kPa) a větší než 1 torr (0,13 kPa)

Methan není mezi VOCs zahrnut pro přírodní původ, odlišné chemické vlastnosti, průběh troposférických reakcí, nízkou fotochemickou oxidační aktivitu a nezávislý monitoring v rámci skleníkových plynů. Mezi VOCs můžeme zahrnout uhlovodíky – alkany, alkeny, areny, deriváty uhlovodíků – Cl, O, N, S, P – alkoholy, ehery, aldehydy, ketony, kyseliny, estery, aminy, heterocykly.

Tabulka č. 10: VOCs dle EPA

Skupina látek	Max. $\Sigma$ atomů C
Alkany	10 – 11
Alkeny	10 – 11
Areny	10
Alkoholy	5 – 6

Posouzení vlivu na veřejné zdraví – V415/495 Čechy Střed - Chodov -  
- zdvojení stávajícího vedení 400kV

Aldehydy	7 – 8
Ketony	8
Monokarboxylové kyseliny	4 – 5
Estery	8 – 9
Etery	9
Aminy	9
N - heterocykly	10 - 11

### Zdroje VOCs

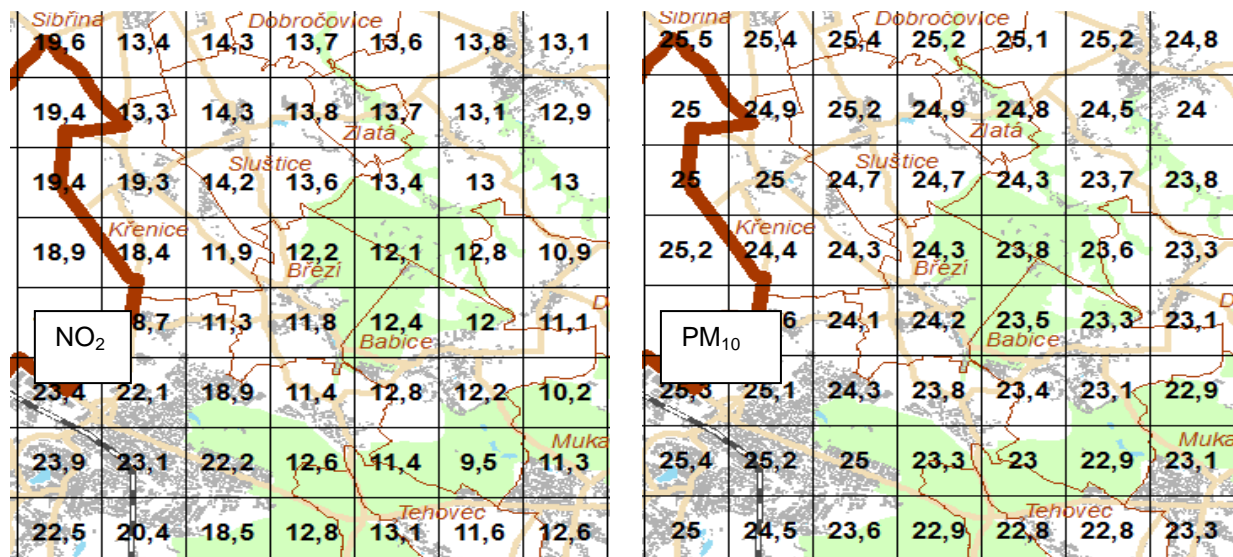
Biogenní zdroje – rostliny produkují široké spektrum uhlovodíků – izopren, terpeny, hemiterpeny, kyslíkaté deriváty uhlovodíků. Jejich emitovaná množství jsou odhadována na  $1,2E+15$  g C za rok. Velkou část nemetanických uhlovodíků z přírodních zdrojů (NMHOC) představují izopren ( $C_5$ ), diterpeny ( $C_{10}$ ), seskviterypeny ( $C_{15}$ ) a oxidované formy uhlovodíků. Při analýze ovzduší bylo stanoveno 32 základních látek s nejhojnějším zastoupením monoterpenů a izoprenu. Za hlavní biogenní zdroje VOCs jsou považovány emise z vegetace, volně žijících živočichů, lesních požárů a anaerobních procesů v močálech.

Mezi antropogenní zdroje se řadí použití rozpouštědel, emise z dopravy, skladování a distribuce pohonných hmot a zemního plynu, petrochemie jako taková, spalování fosilních paliv i biomasy, skládky, chemikálie spojené s technologií výroby plastů a užívané pro interiéry budov, užitá chemie ...

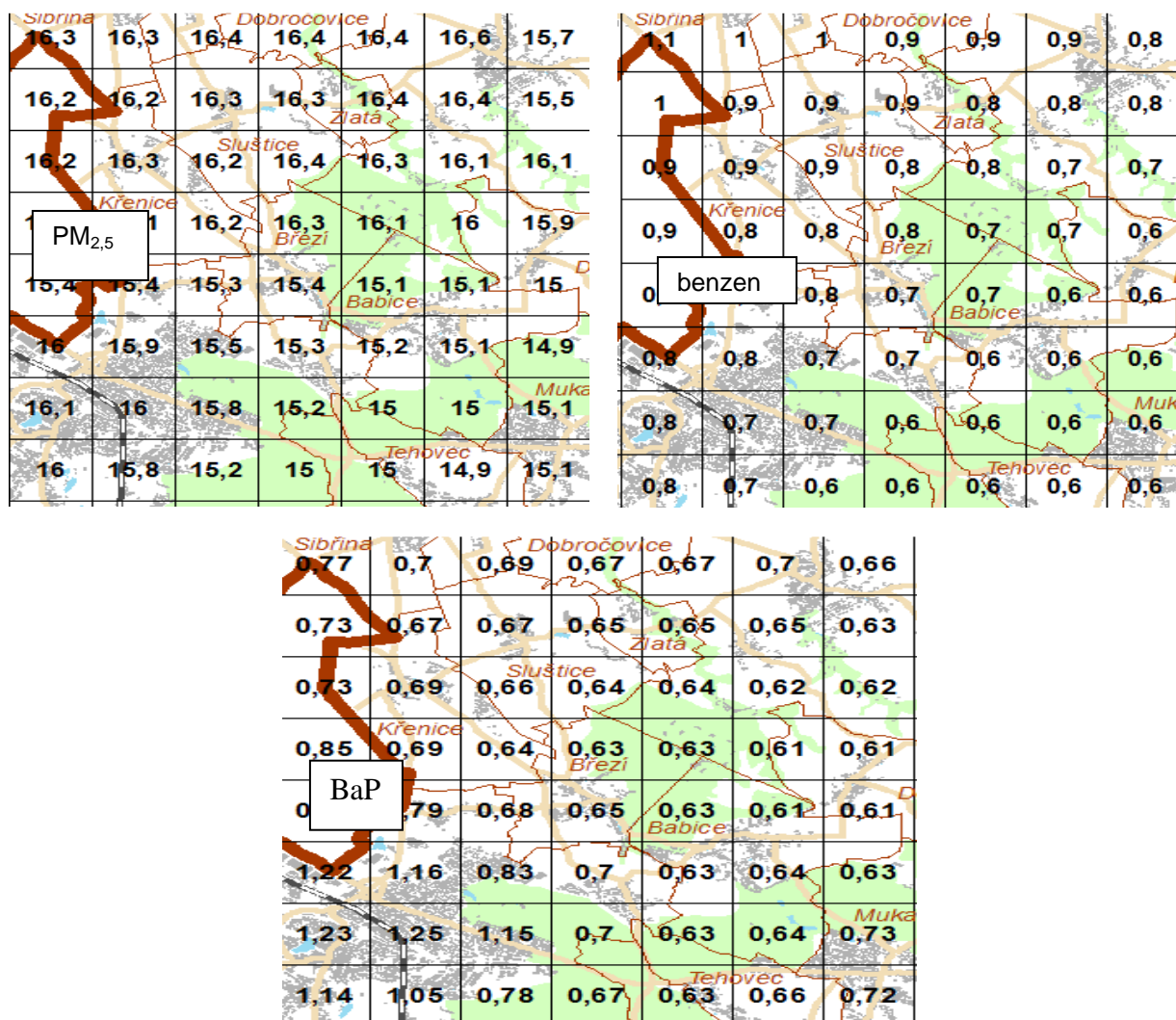
## 6.2. Charakterizace vlivu imisí na veřejné zdraví

Při orientačním hodnocení stávající úrovně znečištění v předmětné lokalitě se vychází z map úrovně znečištění konstruovaných v síti 1x1 km. Tyto mapy zveřejňuje MŽP prostřednictvím ČHMÚ na internetových stránkách. Mapy obsahují v každém čtverci hodnotu klouzavého průměru koncentrace pro všechny znečišťující látky, které mají stanoven roční imisní limit, za předchozích 5 kalendářních let.

Obrázek č. 22: Charakteristika imisního pozadí lokality – pětileté průměry ročních imisních koncentrací ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , BaP  $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ )



Posouzení vlivu na veřejné zdraví – V415/495 Čechy Střed - Chodov -  
- zdvojení stávajícího vedení 400kV



V průběhu vlastní výstavby záměru půjde především o vliv zvýšené prašnosti při stavebních pracích a při dopravě stavebních materiálů. Současně však půjde o vlivy časově omezené na dobu výstavby. Z tohoto pohledu jsou příspěvky posuzovaných látek k imisní zátěži během výstavby záměru nevýznamné, lze objektivně předpokládat jejich prakticky úplné překrytí imisním pozadím.

Ze stavebních strojů a z nákladních vozů budou emitovány běžné polutanty typické pro dopravu, především oxidy dusíku, pevné částice a uhlovodíky. Množství takto emitovaných znečišťujících látek nelze v současné době jednoznačně určit, bude záviset především na organizaci stavby a technologické kázní na staveništi. Tento zdroj emisí bude působit pouze v období výstavby.

Příspěvek k ročnímu imisnímu průměru NO<sub>2</sub> spojený s výstavbou záměru je minoritní, prakticky splývá s pozadím. Požadovaná hodnota koncentrace NO<sub>2</sub> v lokalitě se pohybuje v intervalu cca 11 – 23 µg.m<sup>-3</sup>. Lze však předpokládat, že do extrapolovaného pozadí imisí NO<sub>2</sub> je zahrnut vliv stávající dopravy na místních komunikacích. Kvantifikace vlivu na zdraví populace exponované samotným příspěvkem výstavby záměru je při prakticky nulných hodnotách oproti pozadí nereálná. Díky rozhodujícímu podílu dopravy na imisní zátěži NO<sub>2</sub> lze do budoucna očekávat další mírný pokles požadovaných imisních koncentrací i přes nárůst intenzit dopravy, a to v důsledku předpokládané obměny vozového parku a zlepšení emisních parametrů provozovaných vozidel.

Příspěvek k ročnímu imisnímu průměru PM<sub>10</sub> spojený s výstavbou záměru je opět minoritní, prakticky splývá s pozadím. Požadovaná hodnota imisí PM<sub>10</sub> v lokalitě pokrývá poměrně úzký interval hodnot od cca 23 do 25 µg.m<sup>-3</sup>. Příspěvek imisí PM<sub>10</sub> spojený s výstavbou záměru je z tohoto pohledu



prakticky nulový, v úvahu přicházejí pouze krátkodobé epizody zvýšené prašnosti na jednotlivých stavebních místech. Situace se neprojeví definovatelným způsobem na navýšení úmrtnosti v posuzované lokalitě. Problematickým zůstává pouze vliv pozadí imisí  $PM_{10}$ , které samo o sobě představuje při dlouhodobém překročení riziko zvýšení celkové úmrtnosti oproti normálu v závislosti na konkrétních pozadových podmínkách. Analogická situace nastává u vlivu pozadí suspendovaných částic  $PM_{2,5}$ . Jejich podíl ve frakci  $PM_{10}$  se dle výstupů systému monitorování zdravotního stavu obyvatel ve vztahu k životnímu prostředí pohybuje od 57 do 99%, pozadové koncentrace se v průměrné lokalitě pohybují v intervalu cca 15 – 16,5  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Možný příspěvek k ročnímu imisnímu průměru benzenu spojený s výstavbou záměru je prakticky překryt pozadím. Údaj o pozadových hodnotách imisí benzenu ukazuje na interval cca 0,6 – 1  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . Vzhledem k tomu, že lze imisní pozadí benzenu díky dominantnímu původci – stávající dopravě posuzovat v lokalitě jako dominantní a relativně homogenní, dopad výstavby záměru se zde prakticky neprojeví. Výše uvedená maximální pozadová zátěž se neprojeví v oblasti akutních toxických účinků. Při respektování jednotky karcinogenního rizika benzenu  $6E-06$  a extrapolovaných pozadových hodnot imisí látky, dosahuje současné maximální riziko zvýšení pravděpodobnosti nádorového onemocnění vlivem imisního pozadí při celoživotní expozici při cca  $6E-06$  (tzn. navýšení pravděpodobnosti výskytu karcinomů o cca 6 případů na 1 000 000 obyvatel). Tuto hodnotu je však třeba brát jako extrapolované maximálně konzervativní vyjádření rizika, vliv výstavby záměru se zde prakticky neprojeví. Díky rozhodujícímu podílu dopravy na imisní zátěži benzenu lze do budoucna očekávat mírný pokles pozadových imisních koncentrací i přes nárůst intenzit dopravy, a to v důsledku předpokládané obměny vozového parku a zlepšení emisních parametrů provozovaných vozidel.

Příspěvek k ročnímu imisnímu průměru benzo(a)pyrenu spojený s výstavbou záměru je opět prakticky překryt pozadím. Extrapolovaná pozadová hodnota imisní zátěže benzo(a)pyrenu cca 0,6 – 1,3  $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$  má vzhledem k významnému vlivu lokálních zdrojů význam spíše orientační. Při užití jednotky karcinogenního rizika  $8,7E-02$  dosahuje maximální riziko zvýšení pravděpodobnosti nádorového onemocnění při celoživotní expozici maximálními hodnotám existujícího pozadí imisí benzo(a)pyrenu hodnoty cca  $E-04$  (tzn. navýšení pravděpodobnosti výskytu karcinomů o cca 1 případ na 10 000 obyvatel). Samotný vliv výstavby záměru v lokalitě je nulitní.

Celkové karcinogenní riziko dané součtem dílčích rizik benzenu a benzo(a)pyrenu se potom pohybuje na úrovni zvýšení pravděpodobnosti nádorového onemocnění při celoživotní expozici řádově v hodnotě stávajícím pozadím benzo(a)pyrenu a benzenu. Vliv výstavby záměru je zde minoritní až nulitní.

Navýšení imisní koncentrace VOC (maximální průměrné roční koncentrace) spojené s výstavbou a dalším provozem záměru je nevýznamné. V tomto případě není třeba uvažovat akutní či chronický účinek imisí.

***Souhlasně se závěry kvalifikovaného odhadu imisní zátěže je možné konstatovat, že z hlediska emisí a z nich vyplývajícího následného imisního zatížení lze výstavbu záměru hodnotit spíše neutrálně. Vzhledem k nízkým hodnotám změn emisního a následně imisního zatížení a časově omezenému působení nebude mít výstavba záměru definovatelný dopad na kvalitu ovzduší v posuzované lokalitě, její vliv na zdraví exponované populace bude minimální až nulitní.***

### 6.3. Analýza nejistot posouzení vlivu imisí na veřejné zdraví

Imisní zátěž lokality vychází v celém rozsahu z modelových situací, opírajících se o současné hodnocení klimatických faktorů a stávající technologické a dopravní zátěže území. Model předpokládá stagnaci ostatních zdrojů emisí.

Určité zjednodušení situace je dáno konečným výčtem látek jako možných emisí ze studie.

Konkrétní pozadové hodnoty imisní zátěže u zdravotně významných posuzovaných látek v hodnocené lokalitě nemusí odpovídat koncentracím vypočítaným pro rozsáhlejší oblast.

Odhad expozice je prováděn v maximálně konzervativní míře. Předpokládá průběžnou 24hod. expozici denně, přičemž současné epidemiologické studie předpokládají v průměru tříhodinový pobyt



člověka na venkovním ovzduší. Skutečná míra zdravotních rizik bude tudíž ještě nižší, než je uvedeno v charakterizaci rizika imisí.

Výpočet imisní pozadové zátěže vycházel z konzervativního pojetí produkce emisí v rámci dotčené lokality. Lze objektivně předpokládat, že imisní zátěž může být v daném případě nadhodnocena.

## **7. Vliv hluku spojeného se záměrem na veřejné zdraví**

V rámci hlukové studie bylo na základě soupisu objektů umístěných v blízkosti trasy vedení V415/495 a vzájemnému umístění trasy vedení V415/495, obytných domů (ChVPS) a rekreačních ploch (ChVP) bylo vybráno celkem 10 lokalit, v nichž dochází k těsnému dotyku trasy vedení V415/495 s obytnými domy (ChVPS) a rekreačními plochami (ChVP).

Modelový výpočet hluku ze stavební činnosti byl proveden samostatně pro etapu demontáže a samostatně pro etapu výstavby. U obou etap stavební činnosti byla řešena na základě charakteristiky a nasazení stavebních mechanismů ta fáze demontáže resp. výstavby, které je z hlediska hlukové zátěže posuzované lokality nejméně příznivá (fáze u které byla vypočtena nejdelší „bezpečná vzdálenost“). U etapy demontáže byla řešena fáze demontáž ocelových konstrukcí stožáru a odstranění základů. U etapy výstavby byla řešena fáze výkopy základů.

Na základě vhodného výběru fáze etapy výstavby resp. demontáže je modelový výpočet reprezentativní pro nejméně příznivé hlukové zatížení posuzované lokality vyvolané hlukem ze stavební činnosti spojenou s demontáží resp. stavbou záměru. Pro zpracování stavebního hluku je v této studii použito výpočtového programu „Hluk+, Verze 10.06 profi10 - Výpočet dopravního a průmyslového hluku ve venkovním prostředí“. U všech řešených lokalit byly výpočtové body umístěny u ChVPS situovaného nejbliž posuzovanému stožáru vedení V415/495 kde probíhá stavební činnost. U ChVPS jsou výpočtové body umístěny do výšky 3,0 m nad terénem a 2,0 m od fasády objektu přilehlé k stožáru vedení V415/495, kde probíhá stavební činnost.

Na základě provedení měření hladin hluku v blízkosti stávajícího vedení V415/495 byla namodelována hluková situace v 10 vybraných lokalitách, ve kterých je trasa navrhovaného vedení „V415/495 Čechy Střed - Chodov - zdvojení stávajícího vedení 400 kV“, situována do blízkosti chráněného venkovního prostoru a chráněného venkovního prostoru staveb. Měření hluku z provozu vedení bylo provedeno u identického vedení 400 kV, jaké bude použito u záměru. Z měření hluku byl zpracován protokol o zkoušce (ZÚ Ostrava, 3507/2006). Vzhledem k tomu, že měření hluku bylo provedeno při extrémních klimatických podmínkách, kdy je hluk vyvolaný provozem elektrického vedení (sršení na stožáru a koróna na vedení) z hlediska tvorby hlukových emisí nejhorší, jsou výsledky z měření hluku reprezentativní pro nejhorší možnou hlukovou situaci vyvolanou provozem vedení V415/495.

Provoz dvojitého vedení 110 kV, který se v posuzovaných lokalitách Újezd a Křeslice bude rovněž podílet na hlukové zátěži vyvolané posuzovaným záměrem lze oproti hlučnosti vyvolané dvojitým vedením 400 kV označit za zcela minoritní a v modelovém výpočtu byl zanedbán. Stávající stav hlučnosti v posuzovaných lokalitách vyvolaný stacionárními zdroji hluku byl zmapován formou měření ekvivalentních hladin akustického tlaku A .

Posouzení vlivu na veřejné zdraví – V415/495 Čechy Střed - Chodov -  
- zdvojení stávajícího vedení 400kV

**Výsledky výpočtu**

Tabulka č. 11: Stávající hluková zátěž ze stacionárních zdrojů

č.	lokalita	L <sub>Aeq,T</sub> [dB]	
		denní doba (06 - 22 h)	noční doba (22 - 06 h)
1	Újezd	neměřeno <sup>1)</sup>	
2	Křeslice	30,5	29,3
3	Benice	30,2	29,5
4	Říčany	32,1	29,7
5	Pacov	33,5	30,5
6	Břeží	30,7	30,0
7	Sluštice	33,1	31,4
8	Zlatá	33,9	29,7
9	Škvorec	34,1	29,5
10	Mochov	neměřeno <sup>1)</sup>	

POZN. naměřené hodnoty L<sub>Aeq,T</sub> jsou v denní době (06 - 22 h) ve větší míře ovlivněny hlukem ze vzdálené silniční dopravy, hlukovými projevy ptactva a cvrčků, které nešlo z měření vyloučit.

<sup>1)</sup> hluk ze vzdálené silniční dopravy (Újezd - dálnice D1, Mochov - dálnice D11), kterou nešlo z měření vyloučit, je vysoko nad úrovní hluku ze stávajícího vedení, proto nebylo měření hluku v těchto lokalitách provedeno

Tabulka č. 12: Ekvivalentní hladiny hluku v chráněném venkovním prostoru budov a chráněném venkovním prostoru ze stavební činnosti vyvolané realizací záměru ve vybraných referenčních bodech

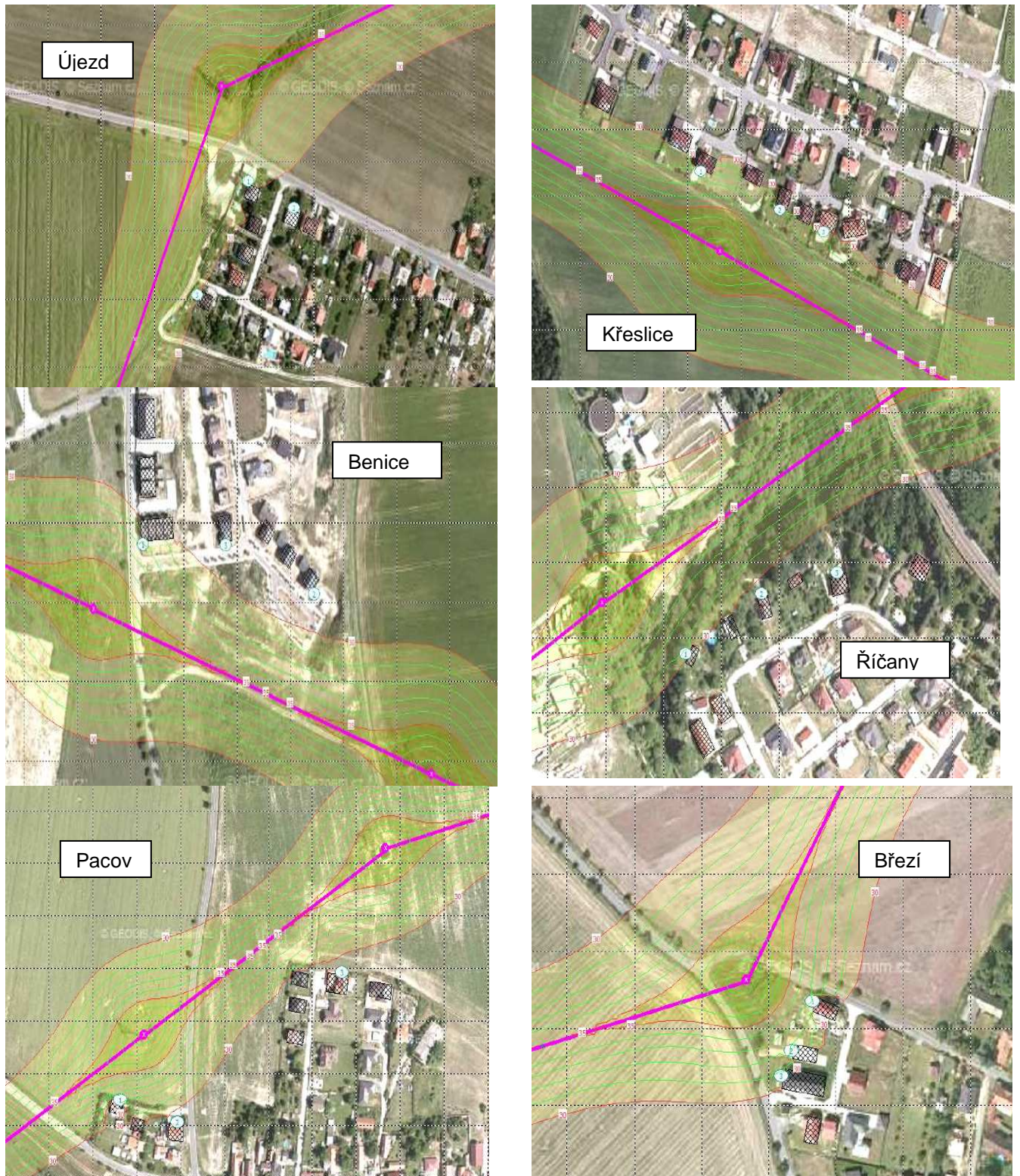
č.	lokalita	L <sub>Aeq,14h</sub> [dB]					
		demontáž			výstavba		
		1	2	3	1	2	3
1	Újezd	59,0	55,4	52,9	58,2	54,6	52,1
2	Křeslice	60,0	60,1	56,8	59,3	59,5	56,1
3	Benice	60,4	50,4	54,3	59,7	49,6	53,5
4	Říčany	58,5	54,0	40,0	57,7	53,2	39,1
5	Pacov	59,7	57,5	34,1	58,7	56,6	33,3
6	Břeží	61,4	61,1	59,9	60,3	59,9	58,8
8	Zlatá	54,9	54,7	51,5	53,9	53,8	50,6
9	Škvorec	50,3	57,0	55,1	49,4	56,1	54,3
10	Mochov	53,7	51,5	40,0	53,0	50,7	39,1

Tabulka č. 13: Ekvivalentní hladiny hluku v chráněném venkovním prostoru budov a chráněném venkovním prostoru vyvolané provozem záměru

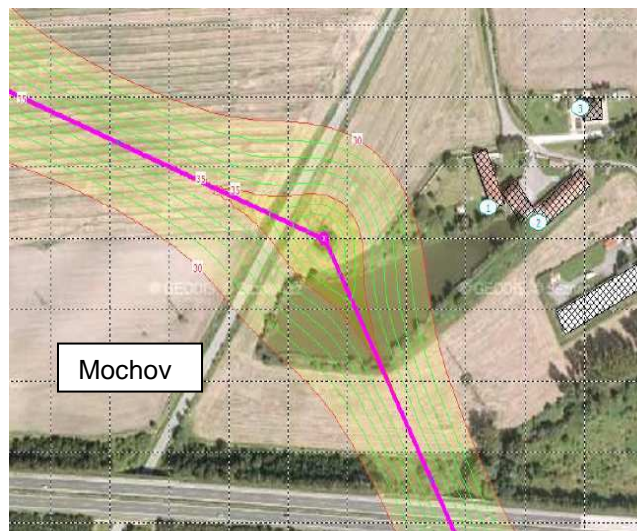
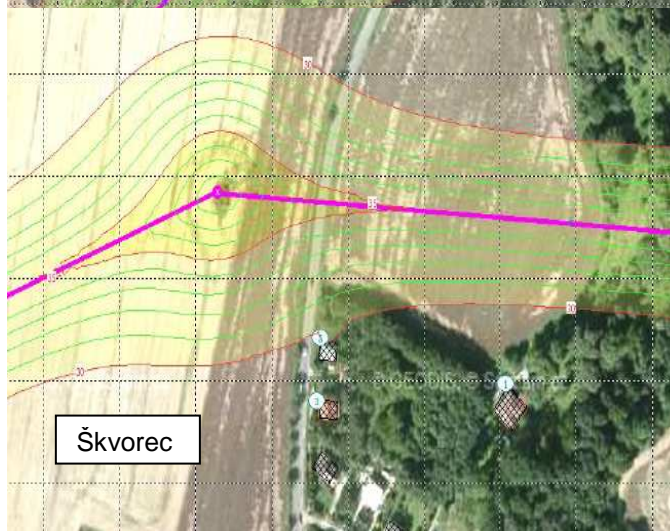
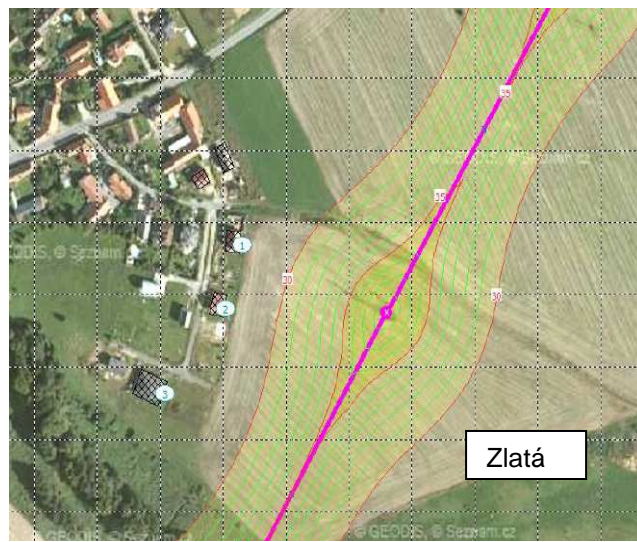
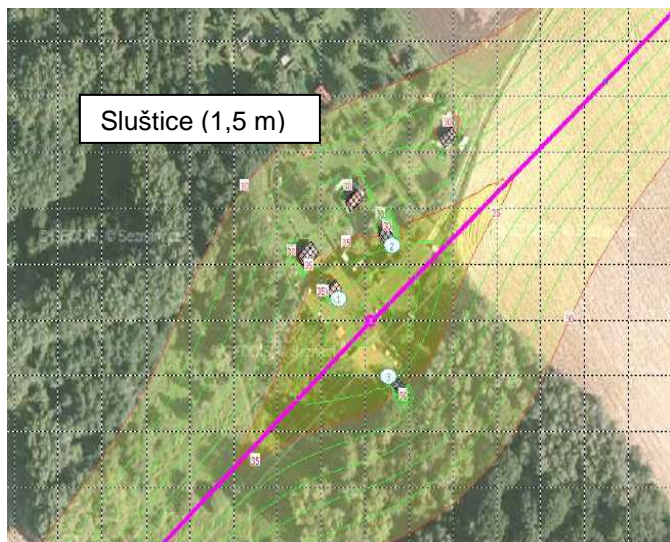
č.	lokalita	L <sub>Aeq,T</sub> [dB]			
		1	2	3	
1	Újezd	ChVPS	31,5	27,9	30,3
2	Křeslice	ChVPS	32,1	31,8	30,5
3	Benice	ChVPS	31,8	28,6	28,7
4	Říčany	ChVPS	30,2	29,3	27,8
5	Pacov	ChVPS	31,8	29,0	28,3
6	Břeží	ChVPS	32,4	31,6	30,6
7	Sluštice	ChVP	37,0	36,0	36,3
8	Zlatá	ChVPS	27,4	27,7	26,7
9	Škvorec	ChVPS	27,5	29,8	27,7
10	Mochov	ChVPS	26,4	24,5	22,4



Obrázek č. 23: Izofony 3 m nad terénem – provoz záměru







Závěr hlukové studie konstatuje : Vzhledem k tomu, že ve všech posuzovaných lokalitách, bude ve všech výpočtových bodech, umístěných u ChVPS, spolehlivě splněn hygienický limit pro hluk ze stavební činnosti  $L_{Aeq,14h} = 65$  dB, není nutno provádět žádná protihlukové opatření a stavební činnost lze provádět bez technických i organizačních omezení.

Pro expozici hluku při stavebních pracích se vychází ze skutečnosti kdy výstavbové práce budou probíhat v denní době od 7:00 – 21:00 h. Snahou investora je, aby všechna zařízení a stroje byly maximálně využity a práce tak byly co nejvíce urychleny. Většina strojů bude v provozu prakticky nepřetržitě po celých 14 hodnocených souvislých hodin denní doby. Ekvivalentní hladiny akustického tlaku A uvedené pro období výstavby jsou tedy v podstatě platné pro každé zařízení pro celou pracovní dobu.

### 7.1. Charakterizace vlivu hluku záměru na veřejné zdraví

Stavba bude provedena obvyklými technologiemi používanými pro tento druh stavby. Doprava materiálu bude zajištěna po stávajících komunikacích. Posuzované nejhluchnější stavební práce budou prováděny pouze v denní době, a budou krátkodobého charakteru. Hygienický limit hluku ze stavební činnosti pro tuto dobu je stanoven v souladu s nařízením vlády č. 272/2011 Sb. na 65 dB. Negativní dopad na zdraví exponovaných lze v tomto případě vyloučit.

Stávající pozadová hluková zátěž nejbližších chráněných venkovních prostor staveb v denní době na posuzované lokalitě i po výstavbě záměru překrývá hlukové projevy vedení - sršení na stožáru vedení, korónu. Pro noční dobu po zprovoznění záměru dojde v extrémním případě až k zdvojnásobení akustického výkonu zdroje. V praxi se tato skutečnost projeví nárůstem

ekvivalentních hladin hluku oproti stávajícím max. o 3 dB. Vzhledem k nízkým požadovým hladinám hluku v současné době (nejvyšší naměřená hodnota v chráněném venkovním prostoru staveb činí pro noční dobu 31,4 dB) nedojde ani při provozu zdvojeného vedení k prokazatelnému překročení hlukového limitu pro noční dobu. Ani maximální vypočtená hladina hluku ještě neumožňuje exaktně kvantifikovat úroveň zvýšení pravděpodobnosti poškození zdraví hlukem oproti normálu či rušivý účinek hluku na kvalitu spánku exponovaných.

Přesto může v konkrétním případě provozu zdvojeného zvn sehrát významnou roli sociálně ekonomická podmíněnost vnímání hluku a reakce na hluk z provozu vedení u vnímavých skupin populace. Nepříznivý účinek hluku na kvalitu spánku se prokazatelně projevuje obtížemi při usínání, probouzením, alterací délky a hloubky spánku, zejména redukcí REM fáze spánku. V rušení spánku se promítají jak fyziologické tak psychologické aspekty působení hluku. Senzitivní skupinou populace zde jsou starší lidé, lidé s funkčními a mentálními poruchami, směňující zaměstnanci a obecně osoby s potížemi se spaním. K narušení spánku vede jak ustálený, tak i proměnný hluk. Objektívni příznaky narušení spánku se v interiérech při ustáleném hluku objevují od hodnoty  $L_{Aeq}=30$  dB (A). Subjektivní kvalita spánku nebyla při experimentech zhoršena při venkovním hluku pod ekvivalentní hladinu 40 dB(A). Podle doporučení WHO by noční ekvivalentní hladina hluku neměla v okolí domů přesáhnout 45 dB(A) za předpokladu poklesu hladiny hluku o 15 dB při přenosu venkovního hluku do místnosti částečně otevřeným oknem. Maximální hodnoty hlukových událostí by uvnitř místností neměly přesáhnout  $L_{Amax}= 45$  db(A), resp. 60 dB(A), počet mimořádných hlukových událostí by během noci neměl přesáhnout počet 10 – 15. Podle zkušeností nedochází k adaptaci narušení spánku v hluchých lokalitách ani po několika letech.

***Vlastní provoz zdvojeného vedení zvn se při dodržení projektovaných parametrů neprojeví u chráněných venkovních prostor staveb z pohledu ohrožení zdraví významnou změnou hlukové zátěže. Nárůst expozice hluku v noční době daný provozem záměru vzhledem ke stávajícímu stavu je z pohledu nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací u ref bodů nevede k prokazatelnému překročení hlukového limitu pro noční dobu. Nemění se prakticky relativní množství osob rušených v době spánku, nedochází k zaznamatelné změně pravděpodobnosti výskytu civilizačních chorob v exponované populaci vlivem hluku z provozu vedení. Samotné stávající hodnoty denního a nočního hluku nezávislé na realizaci záměru však prakticky reprezentují konkrétní úroveň obtěžování hlukem v denní době a rušení spánku v noční době. Významná je tato skutečnost u vnímavých skupin populace (malé děti, staří a nemocní lidé – tj. více jak 30% exponované populace). Významnou negativní roli z pohledu akceptování hlukové zátěže zde sehrává rovněž socioekonomický a emocionální dopad vnímání provozu vedení.***

## 7.2. Analýza nejistot posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví

Nejistoty odhadu zdravotního rizika expozice hluku vycházejí obecně z charakteru posouzení hlukové situace. Modelování je pro odhad dlouhodobé expozice většinou vhodné, podmínkou je však, aby vycházelo ze správných podkladů, např. pokud jde o intenzitu a skladbu dopravního proudu na komunikaci. Většinou však dostatečně nepostihuje stávající hlukové pozadí z jiných zdrojů, které nejsou posuzovány. Proto bývá vhodné ověření měřením ve vybraných referenčních bodech.

Užitou úměru mezi hlukovou expozicí a jejím účinkem nelze považovat za absolutně platnou za všech podmínek, především vzhledem k socioekonomické podmíněnosti vnímavosti hluku a rozdílu v této vnímavosti a citlivosti u exponované populace, u konkrétního řešeného záměru je tento faktor velmi významný.

Fyzikální parametry hluku, které máme k dispozici, nejsou schopny jednoduše popsat fyziologickou závažnost, tedy nebezpečnost hlukové události, vyplývají ze skutečnosti, že účinek hluku je variabilní nejen interindividuálně, ale i situačně, sociálně, emocionálně a historicky. Z exponované populace se vydělují skupiny osob velmi citlivých a naopak velmi rezistentních, které stojí jakoby mimo kvantitativní závislosti. Za různých okolností představují tyto atypické reakce 5–30 % celého souboru .

Popisované a použité vztahy mezi hlukovou expozicí a jejím účinkem proto nelze považovat za absolutně platné za všech podmínek. Vždy je nutné počítat s výrazným vlivem konkrétních místních podmínek a rozdílným stupněm vnímavosti a citlivosti exponované populace

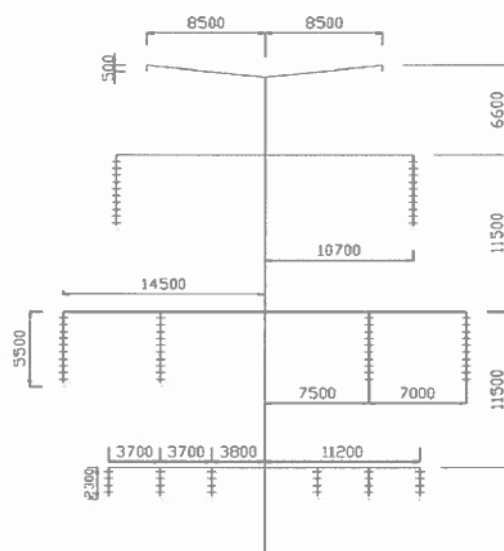
### 8. Charakterizace vlivu na veřejné zdraví expozicí elektromagnetickým polím ve spojitosti se záměrem

Z výpočtů intenzity elektrického pole E, magnetické indukce B a modifikované proudové hustoty  $J_{mod}$  v lidském těle ve výšce 1,8 m nad zemí (přechod krku a hrudi – expozice nohou a rukou nízkofrekvenčnímu poli se nehodnotí) kde indukovaná proudová hustota dosahuje nejvyšší hodnoty u vedení Donau 2 x 400 kV (pod spodní konzolou 400 kV konzola pro vedení 2 x 110 kV) byla stanovena minimální výška pro zvn vedení 6,58 m. Výpočet byl proveden tak, aby minimální vzdálenosti fázových vodičů od terénu byly stanoveny pro nejnepríznivější sled fází.

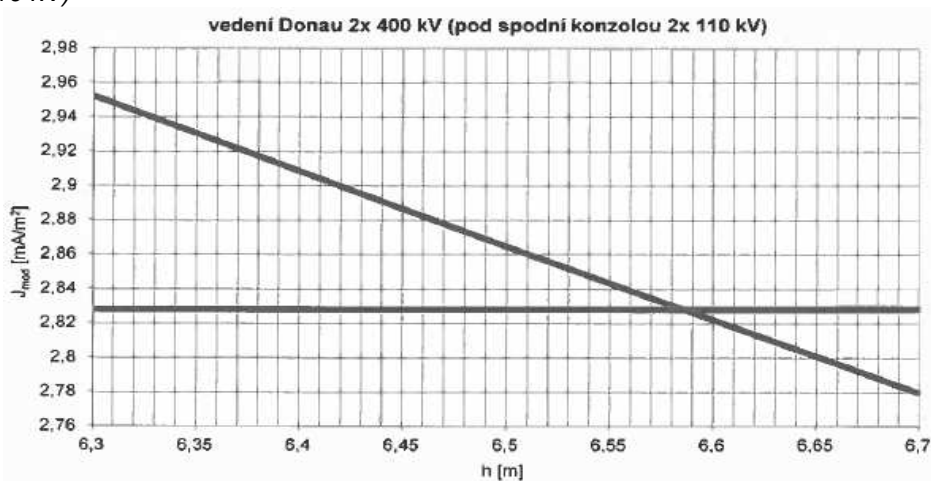
Tabulka č. 14: Nejvyšší přípustné hodnoty  $J_{mod}$  dle NV č. 1/2008 Sb.

Modifikovaná indukovaná proudová hustota $J_{mod}^*$ - nejvyšší přípustné hodnoty			
Zaměstnanci		Ostatní osoby	
frekvence [Hz]	$J_{mod}$ [ $A \cdot m^{-2}$ ]	frekvence [Hz]	$J_{mod}$ [ $A \cdot m^{-2}$ ]
0 - $10^7$	$\sqrt{2} \cdot 0,01^{(a)}$	0 - $10^7$	pětkrát nižší než nejvyšší přípustná hodnota pro zaměstnance

Obrázek č. 24: Schéma stožáru Donau

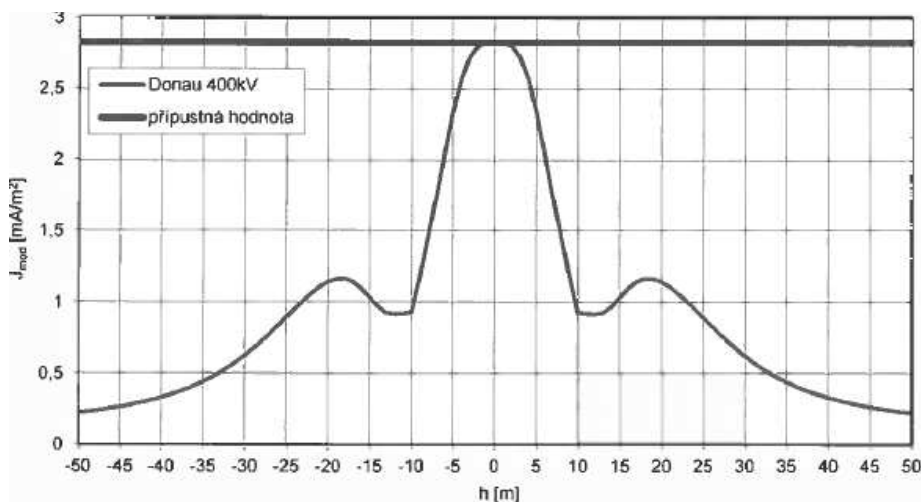


Obrázek č.25: Závislost maximální hodnoty modifikované proudové hustoty na výšce spodních fázových vodičů nad zemí pro stožár typ Donau 2 x 400 kV (pod spodní konzolou 400 kV konzola pro vedení 2 x 110 kV)





Obrázek č.26: Závislost maximální hodnoty modifikované proudové hustoty na vzdálenosti od středu vedení Donau 2 x 400 kV (pod spodní konzolou 400 kV konzola pro vedení 2 x 110 kV) pro minimální výšku spodních fázových vodičů



Průběh modifikované proudové hustoty  $J_{\text{mod}}$  v závislosti na vzdálenosti od osy vedení  $h_k$  vedení vedení Donau 2 x 400 kV (pod spodní konzolou 400 kV konzola pro vedení 2 x 110 kV) pro minimální výšku spodních fázových vodičů ukazuje, že při dodržení minimální výšky vodičů 6,58 není překročena přípustná hodnota indukované proudové hustoty. Vzhledem k výše uvedenému představuje expozice elektromagnetickým polím vedení Donau 2 x 400 kV (pod spodní konzolou 400 kV konzola pro vedení 2 x 110 kV) pro exponovanou populaci zanedbatelné riziko. Závěr je platný i pro podmínky lokality kde vedení probíhá v těsné blízkosti zastavěného území částí obce Čelákovice Záluží. Při realizaci záměru dojde v k.ú. Záluží ke zdvojení napětí ve stávající trase, v lokalitě je již zkoncentrováno více tras vvn. Při zachování výškových poměrů vedení a respektování stávající trasy koridoru vvn vzdálenost od středu vedení minimalizuje riziko překročení hodnot modifikované proudové hustoty  $J_{\text{mod}}$ .

Obrázek č. 27: Stávající trasy vvn v lokalitě Záluží



**Vlastní provoz zdvojeného zvn se při dodržení projektovaných parametrů neprojeví negativně na zdraví exponovaných. V místech, která jsou přístupná obyvatelstvu je magnetické pole generované proudem protékajícím vodiči vzdušných vedení zvláště vysokého napětí bezpečně pod referenční hodnotou pro ostatní osoby. Významnou negativní roli zde však může sehrát socioekonomická a emocionální podmíněnost vnímání přítomnosti zdroje**

**elektromagnetického pole, který může být mylně interpretován jako příčina zdravotních obtíží exponovaných.**

## **8. 1. Analýza nejistot posouzení vlivu expozice elektromagnetickým polím na veřejné zdraví**

Existuje velké množství pravidel, stanovených ve standardech na ochranu zdraví před neionizujícím zářením. Pro zjednodušení pohledu na tato pravidla i na rizika, která vznikají při expozici člověka elektromagnetickému poli, se při jejich popisu vychází ze základních fyzikálních vlastností elektromagnetických polí a z principů, na kterých spočívá jejich působení na živou tkáň.

U nízkých frekvencí se objevily představy o nepříznivém působení velmi slabých magnetických polí. Vyvolaly je hygienicko-epidemiologické studie z konce dvacátého století, které nacházely slabou statistickou korelaci mezi výskytem leukémie u tříletých dětí a blízkostí vedení vysokého napětí v místech, kde tyto děti bydlely. Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC, International Agency on Research of Cancer) zařadila v roce 2002 (nízkofrekvenční) elektromagnetické pole mezi možné karcinogeny (nejnižší stupeň hodnocení, označovaný 2B). Statistická korelace nedokazuje příčinnou souvislost, a skutečnost, že podobná korelace nebyla nalezena u žádného jiného druhu rakovinového onemocnění, ukazuje spíše na to, že příčina zvýšeného výskytu dětské leukémie v posuzovaných místech byla jiná.

U naprosté většiny zdrojů s nízkou frekvencí se posuzuje pouze situace v blízkém poli zdroje. Pro získání úplné informace o blízkém poli je nutné znát časový průběh a prostorové rozložení vektorů magnetického i elektrického pole.

Číselný rozbor typických expozičních situací, které se vyskytují v životním prostředí a v interiérech, ukazuje, že mimo pracovní prostředí je člověk vystaven neionizujícímu záření a elektrickým a magnetickým polím představujícím zdravotní riziko jen výjimečně, případná rizika poškození zdraví je nutné třeba chápat jako vysoce konzervativní posouzení.

## **9. Používané pojmy a zkratky**

**ADI** (Acceptable Daily Intake): Tolerovatelný denní přívod, používaný pro látky kontaminující potravu. Vyjadřuje denní dávku, kterou může člověk celoživotně požívat bez rizika nepříznivých zdravotních účinků. Je udáván v mg/kg/den a je obdobou referenční dávky US EPA.

**CAS No** (číslo CAS): Mezinárodní registrační číslo chemické látky, pod kterým je uvedena v různých databázích

**HI** (Hazard Index) : Index nebezpečnosti. Jedná se o součet koeficientů nebezpečnosti (HQ) buď při působení jedné látky různými expozičními cestami nebo při působení více látek s podobnými systémovými toxickými účinky.

**HQ** (Hazard Quotient): Koeficient nebezpečnosti vypočtený vydělením zjištěné průměrné denní dávky dávkou referenční. Při hodnotě vyšší než 1 teoreticky nastává riziko toxického nekarcinogenního účinku.

**Health Advisories** : Doporučené limitní koncentrace nekarcinogenních toxických látek v pitné vodě pro krátkodobé nouzové zásobování stanovené v USA.

**Chronický pokus** : Experiment na zvířatech probíhající po podstatnou část jejich očekávané délky života.

**IRIS** (Integrated Risk Information System) : Databáze US EPA obsahující referenční hodnoty pro toxický i karcinogenní účinek mnoha chemických látek, u kterých bylo dosaženo shody odborníků US EPA.

**JECFA FAO/WHO** (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) : Mezinárodní expertní komise při Organizaci pro potravinu a zemědělství OSN a WHO, která připravuje hodnoty ADI.

**LOAEL** (Lowest Observed Adverse Effect Level) : Nejnižší dávka, při které je ještě pozorován nepříznivý zdravotní účinek na statisticky významné úrovni ve srovnání s kontrolní skupinou.

**MCL** (Maximum Contaminant Level) : Oficiální platná limitní koncentrace kontaminujících látek v pitné vodě v USA.

**MCLG** (Maximum Contaminant Level Goal) : cílová limitní koncentrace kontaminujících látek v pitné vodě, zaručující adekvátní ochranu zdraví, doporučená v USA. U látek s podezřením na karcinogenní bezprahový účinek je vždy nulová.

**MF** (Modifying Factor) : Modifikující faktor, používaný při odvození referenční dávky. Nabývá velikosti od 1 do 10 a vyjadřuje nejistoty znalostí o účinku dané látky, nezohledněné faktorem nejistoty.

**Monitoring HS** : Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí, prováděný Státním zdravotním ústavem v Praze a pracovišti hygienické služby ve 30 vybraných okresech ČR od roku 1994. Subsystem 2 se zabývá zdravotními důsledky a riziky znečištění pitné vody, subsystem 4 se zabývá zátěží cizorodými látkami z potravinových řetězců.

**NOAEL** (No Observed Adverse Effect Level) : Nejvyšší dávka, při které ještě není na statisticky významné úrovni ve srovnání s kontrolní skupinou pozorován žádný nepříznivý zdravotní účinek.

**RfDo** : Referenční dávka pro orální příjem, udává průměrnou denní dávku dané látky, která pravděpodobně nevyvolá při dlouhodobém příjmu ani u citlivých populačních skupin nepříznivé zdravotní účinky. Přesnost odhadu této dávky je přibližně v rozsahu jednoho řádu. Je udávána v mg/kg/den.

**Směrnice Rady č.98/83/ES** : Směrnice Rady Evropského společenství z roku 1998 o jakosti vody určené pro lidskou spotřebu.

**Subchronický pokus** : Experiment na zvířatech probíhající po kratší dobu jejich očekávané délky života.

**UF** (Uncertainty Factor) : Faktor nejistoty, používaný při odvození referenční dávky. Většinou nabývá hodnot násobků deseti. Nejčastěji zohledňuje možné individuální rozdíly v citlivosti vůči dané látce v rámci lidské populace, nejistotu při extrapolaci dat z pokusů na zvířatech na člověka, vztažení výsledků krátkodobějších studií na celoživotní chronický účinek, použití hodnoty LOAEL místo NOAEL.

**US EPA** (United States Environmental Protection Agency) : Agentura pro ochranu životního prostředí USA

**WHO** (World Health Organisation) : Světová zdravotní organizace (SZO)

**CHVeP** - chráněný venkovní prostor

**CHVePS** - chráněný venkovní prostor staveb

(v souladu se zákonem c. 258/2000 Sb., ve znění novely tohoto zákona)

**EIA** - Environmental Impact Assessment - proces posuzování vlivu záměru na životní prostředí

**RD** - rodinný dům

**vvv** - velmi vysoké napětí

**zv** - zvláště vysoké napětí

**VB** - výpocetový bod

## 10. Literatura

Vít M., Michalík J.: Hodnocení zdravotních rizik silničních staveb v rámci procesu EIA I. část

– teoretická východiska, Hygiena 44, 1999, No. 3, p. 163 - 175

SZÚ, 1997: Manuál prevence v lékařské praxi. V. Prevence nepříznivého působení faktorů pracovního prostředí a pracovních procesů

SZÚ, 2000: Manuál prevence v lékařské praxi. VIII. Základy hodnocení zdravotních rizik

SZÚ, 1996: Manuál prevence v lékařské praxi. III. Prevence nepříznivého působení vlivů obytného prostředí na zdraví

WHO, 1999: Urbanismus a zdraví

Kol. autorů centra preventivního lékařství 3. lékařské fakulty UK, 1995: Hygiena, díl I. Faktory

Kol. autorů, 2010: Monitoring zdravotního stavu obyvatel. Souhrnná zpráva za rok 2009. SZÚ Praha.

Kol. autorů, 2011: Monitoring zdravotního stavu obyvatel. Souhrnná zpráva za rok 2010. SZÚ Praha.

Kol. autorů, 2012: Monitoring zdravotního stavu obyvatel. Souhrnná zpráva za rok 2011. SZÚ Praha.

Marhold, Přehled průmyslové toxikologie, Avicenum, Praha 1980

Vopršalová, Žáčková: Základy toxikologie pro farmaceuty, UK Praha 1996

Tichý: Toxikologie pro chemiky, UK Praha 1998

Prokeš a kol.: Základy toxikologie I (Obecná toxikologie a ekotoxikologie), UK Praha 1997

Brhel, Picka, Hrubá: Úvod do průmyslové toxikologie, MU Brno 1998

EPA Region III RBC Table 10/5/2000

*Posouzení vlivu na veřejné zdraví – V415/495 Čechy Střed - Chodov -  
- zdvojení stávajícího vedení 400kV*

Pichler: Chemie ve společnosti, MU Brno 1992

Nařízení vlády č. 596/2006 Sb.

ČHMÚ: Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2004, ČHMÚ 2005

Navrátil, Rosina: Lékařská biofyzika, Manus Praha, 2000

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

AUTORIZAČNÍ NÁVOD AN 15/04 k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku - aktualizace 2006

Krumlová, Pokorný: Vliv dlouhodobé expozice  $PM_{2,5}$  na incidenci předčasného úmrtí obyvatel města

Brna a dalších měst Jihomoravského kraje, Znečištění ovzduší. Metody šíření a hodnocení vlivu,

Sborník příspěvků z mezinárodní konference, Mikulov 2008

Jiřík, Volf: Základy hodnocení zdravotních rizik podle zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného

zdraví, a odborné způsobilosti v rámci posuzování vlivů na veřejné zdraví, SZÚ 2011

Pekárek: Odhad expozice neionizujícímu záření v životním prostředí a interiérech, NRL pro

elektromagnetická pole a neionizující záření

Holoubek a kol.: Troposférická chemie, Brno, 2005

EMPLA AG spol.s r.o.: V415/495 Čechy Střed – Chodov – zdvojení stávajícího vedení 400 kV, Hluková studie, červenec 2013

Portál ČHMÚ

Nařízení vlády č. 1/2008 Sb.

Informace NRL č. 12/2002 HS HMP

EGU – HV Laboratory a.s.: Sožár Donau 2 x 400 kV. Pod spodní konzolou 400 kV konzola pro vedení 2 x 110 kV, červen 2012

## **Obsah**

1.	Úvod	2
2.	Charakteristika záměru a lokality	2
2.1.	Základní charakteristika období výstavby	4
2.2.	Základní charakteristika období provozu	5
3.	Obecně k posuzování vlivu chemických látek na veřejné zdraví	5
4.	Obecně k hodnocení vlivu hluku na veřejné zdraví	10
5.	Rizika z expozice elektromagnetickým polím	17
6.	Vliv imisí spojených s realizací záměru na veřejné zdraví	24
6.1.	Identifikace nebezpečnosti produkovaných emisí	24
6.2.	Charakterizace vlivu imisí na veřejné zdraví	29
6.3.	Analýza nejistot posouzení vlivu imisí na veřejné zdraví	31
7.	Vliv hluku spojeného se záměrem na veřejné zdraví	32
7.1.	Charakterizace vlivu hluku záměru na veřejné zdraví	35
7.2.	Analýza nejistot posouzení vlivu hluku na veřejné zdraví	35
8.	Charakterizace vlivu na veřejné zdraví expozicí elektromagnetickým polím ve spojitosti se záměrem.	37
8.1.	Analýza nejistot posouzení vlivu expozice elektromagnetickým polím na veřejné zdraví	39
9.	Používané pojmy a zkratky	39
10.	Literatura	40