

Dokumentace záměru „V418/818 – zdvojení vedení“ dle § 8 a přílohy č. 4 zákona
č. 100/2001 Sb., v platném znění



Příloha č. 6

Posouzení vlivů na veřejné zdraví

RNDr. B. Pokorný, CSc.

Srpen 2020

Invest
čeps



V418/818

zdvojení vedení

Zadavatel :

ČEPS Invest, a.s.,
Elektrárenská 774/2, Praha 10

Zpracoval:

RNDr. B. Pokorný, CSc.
držitel osvědčení pro oblast posuzování vlivů na veřejné zdraví (č.6/2010, platné do 17.6.2025
a
autorizovaná osoba pro hodnocení zdravotních rizik hluku (SZÚ Praha, č. 007/04), (platné do
29.11.2021)



BRNO, ČERVEN 2020

1. ÚVOD	3
2 POPIS LOKALITY	4
2.1 Dotčené území	4
2.2 Dotčená populace.....	4
3. NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ	6
3.1. Možné vlivy vedení vysokého napětí na zdraví	6
3.2. Hodnocení expozice.....	8
3.2.1. Elektrická pole.....	8
3.2.2. Magnetická pole.....	9
3.2.3 Pásma vlivu EM pole a ochranná pásma u nadzemních vedení.....	9
3.3. Expoziční scénáře.....	10
3.4 Výsledky výpočtů expozic v nejhorším případě	12
3.4.1 Samostatné dvojitě vedení 400 kV na stožárech tvaru Dunaj.....	12
3.4.2 Dvojitě vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj v souběhu se dvěma dvojitými vedeními 400 kV na stožárech tvaru Dunaj.....	13
3.4.3 Dvojitě vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj v souběhu s dvojitým vedením 220 kV V251/252 na stožárech tvaru Soudek.....	14
3.4.4 Dvojitě vedení 400 kV V418/818 v souběhu s dvojitým vedením 110 kV V573 na stožárech Soudek zleva.....	14
3.4.5 Dvojitě vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj a dvojitě vedení 220 kV V253/254 tvaru Donau v místě křížení „lokalita Sušice“	15
3.4.6 Objekty v ochranném pásmu dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818)	16
3.4. Určení šíře ochranného pásma pro posuzovaná vedení zvn v terénu.....	16
3.5 Charakteristika zdravotního rizika u neionizujícího záření	17
3.5.1 Zdravotní riziko expozice elektromagnetickým polem.....	17
3.5.2 Narušování psychické pohody.....	17
3.6. Závěr	18
4 RIZIKA HLUKOVÉ EXPOZICE	18
4.1. Identifikace nebezpečnosti hlukové expozice - účinky hluku na zdraví.....	19
4.2. Základní legislativní vztahy a požadavky na měření hluku.....	20
4.3 Vztahy mezi dávkou a odpovědí	21
4.3.1. Obtěžování hlukem (annoyance).....	22
4.3.2. Rušení spánku (sleep disturbance).....	23
4.3.3 Kardiovaskulární onemocnění.....	24
4.4. Hlukové expozice v zájmové oblasti.....	24
5. CHARAKTERIZACE ZDRAVOTNÍHO RIZIKA EXPOZICE HLUKEM.....	27
5.1. Kvalitativní vyhodnocení rizika hlukové expozice dvojitě vedení 400 kV v trase V418/818.....	27
5.2. Kvantitativní vyhodnocení rizika hlukové expozice v lokalitách podél trasy V418/818.....	28
5.3 Odhad zdravotních rizik ze stavebních prací.....	29
6. NEJISTOTY HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍCH RIZIK.....	31
7 ZÁVĚREČNÉ SHRNU TÍ.....	32
8 POUŽITÉ PODKLADY	35

1. ÚVOD

Tato studie hodnocení potenciálních zdravotních rizik z expozice elektromagnetickým zářením a hlukem byla vypracována na základě Smlouvy o dílo č. 2170001221, ČEPS Invest a. s., ze dne 26.8.2019 a dodatku č.1 k této smlouvě ze dne 29.4.2020, řešícího nové skutečnosti potenciálního vlivu kumulativního působení několika vedení 400 kV a 110 kV v lokalitě Machová. Zpracovaná studie bude sloužit jako podklad při zpracování dokumentace EIA dle § 8 zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivu na životní prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

Předmětem záměru je liniová stavba technické infrastruktury pro přenos elektrické energie. Jedná se o přestavbu stávajícího jednoduchého vedení 400 kV V 418 na dvojitě o napěťové hladině 2x400 kV V418/818 s cílem posílit přenosovou schopnost a spolehlivost energetické soustavy. Přestavba vedení V418 na dvojitě je nedílnou součástí komplexního posílení východní části přenosové soustavy ČR, kdy společně se zdvojením vedení 400 kV V403 Prosenice–Nošovice, V417 Otrokovice–Sokolnice a novým vedením 400 kV Otrokovice – Ladce (Slovensko) představuje jeden synergicky fungující celek.

Záměr spočívá v demontáži stávajícího vedení 400 kV s označením V418, výstavbě a montáži nového dvojitěho vedení 400 kV s označením V418/818 v úseku od lomového bodu R1 v katastrálním území Proseničky po TR Otrokovice. V úseku od lomového bodu R23 (stožár č. 102) v k. ú. Tlumačov až po TR Otrokovice bude trasa záměru umístěna v novém koridoru vedeném souběžně v osové vzdálenosti 50 m od stávající osy po zaústění do rozšířené části TR Otrokovice. Délka trasy v tomto úseku, v němž se postupně soustředí tři vedení zvn, činí cca 4,7 km.

Účelem práce je posouzení potenciálních zdravotních rizik záměru a jeho vliv na veřejné zdraví zejména ve vztahu k novým hygienickým požadavkům pro hodnocení rizik expozice neionizujícím zářením podle Nařízení vlády č. 291/2015 Sb. v platném znění. Zpracovaný dokument bude sloužit jako podklad pro zpracování dokumentace EIA k tomuto záměru.

Jako podklady pro hodnocení potenciálních zdravotních rizik těchto dvou zdravotních determinant souvisejících s realizací uvedeného záměru (neionizujícího záření a hluku) byly dodány:

- Oznámení záměru dle § 6 a přílohy č. 3 zákona č. 100/2001 Sb., ČEPS Invest a.s
- Celková situace - trasa a lokalizace posuzovaného záměru, ČEPS Invest, a.s. ;
- **Posouzení vlivu hlukové expozice:**
 - Akustická studie „V418/818 – zdvojení vedení“, EMPLA AG, spol. s r.o., H. Králové, září 2019;
 - Akustická studie „V418/818 – zdvojení vedení-Dodatek lokalita Machová“, EMPLA AG, spol. s r.o., H. Králové, červenec 2020;
 - Protokol o zkoušce F186/2019, EMPLA AG, spol. s r.o., H. Králové, srpen 2019;
 - Protokol o zkoušce F67/2020, EMPLA AG, spol. s r.o., H. Králové, květen 2020;
- **Posouzení vlivu neionizujícího záření**
 - Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818), ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;
 - Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818) v souběhu s dvojitým vedením 220 kV tvaru Soudek, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;
 - Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818) v souběhu se dvěma dvojitými vedeními tvaru Dunaj, ČEPS Invest, a.s., červen 2020;
 - Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818) v souběhu s dvojitým vedením 110 kV tvaru Soudek, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;

- Dvojité vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818) a dvojité vedení 220 kV Donau v místě křížení u lokality Sušice, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;
- Objekty v ochranném pásmu dvojitého vedení 400 kV Dunaj (V418/818), ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;

Posuzovaný záměr má charakter **standardní liniové stavby technické infrastruktury** pro přenos elektrické energie. Stavba a její pozdější provoz může mít určitý vliv na zdraví obyvatel okolních obcí.

Posouzení vlivu EM pole a hlukové expozice na zdraví obyvatel v dotčených územích vyvolaného realizací posuzovaného záměru vychází ze zhodnocení současných podmínek těchto lokalit s výhledem na předpokládaný stav určený navrhovanou změnou. Pro posuzování vlivu na zdraví obyvatel jsme použili třístupňovou škálu významnosti potenciálního rizika: **významné, málo významné a nevýznamné**.

Studie posuzuje realizaci záměru z pohledu vlivu EM pole a expozice hluku na veřejné zdraví a to jak v období výstavby, tak i po uvedení soustavy do standardního provozu.

2 POPIS LOKALITY

2.1 Dotčené území

Posuzovaný záměr prochází přes území Olomouckého a Zlínského kraje, okresy Přerov, Kroměříž a Zlín vedoucí z TR Otrokovice do TR Prosenice. Celková délka zdvojovaného vedení V418/818 je cca 37 km. Úsek mezi TR Prosenice a lomovým bodem R1 trasy V418/818 není součástí tohoto posouzení, tato část vedení je součástí záměru rozšíření a rekonstrukce TR Prosenice včetně souvisejících zaústění vedení do této trafostanice.

Realizace záměru předpokládá ve stávajícím koridoru mezi lomovými body R1 – R23 maximální zachování osy vedení a umístění stožárových míst. V trase záměru od lomového bodu R23 až po TR Otrokovice bude záměr umístěn v nové trase, 50 m osově vzdálené od trasy stávající. Stávající trasa vedení bude využita pro umístění nového dvojitého vedení V498/499, které není předmětem tohoto posouzení. Souběžně s oběma budoucími dvojitými vedeními V418/818 a V498/499 se v této části trasy nachází ještě třetí dvojité vedení V417/817.

V celé délce všech vedení pro napětíovou hladinu 400 kV budou použity stožáry konfigurace Dunaj, jejichž ochranné pásmo je stanoveno v souladu s energetickým zákonem č. 458/2000 Sb., pro vedení o napětíové hladině 400 kV 20 m na každou stranu od krajního vodiče. Celková šířka koridoru pro dvojité vedení o napětíové hladině 400 kV s nosnými stožáry tvaru potom činí 69,4 m v běžné trase.

2.2 Dotčená populace

Celá trasa posuzovaného vedení se nalézá na území tří okresů dvou krajů Olomouckého a Zlínského. Seznam obcí podél posuzované trasy je uveden v následující tabulce.

V418/818 – zdvojení vedení

No	Obec	Okres	Kraj
1	Prosenice	Přerov	Olomoucký
2	Osek nad Bečvou		
3	Sušice		
4	Oldřichov		
5	Radslavice		
6	Pavlovice u Přerova		
7	Tučín		
8	Podolí		
9	Želatovice		
10	Beňov		
11	Horní Moštěnice		
12	Dobrčice		
13	Přestavky		
14	Stará Ves		
15	Němčice	Kroměříž	Zlínský
16	Pravčice		
17	Hulín	Zlín	
18	Tlumačov	Kroměříž	
19	Kurovice	Zlín	
20	Machová		
21	Sazovice		
22	Otrokovice		
23	Tečovice		

V malých vzdálenostech od posuzovaného záměru se nachází 23 obcí. Žlutě jsou v tabulce vyznačeny obce, ve kterých byly identifikovány objekty sloužící k obývání ležící potenciálně v dosahu vlivu hlukové expozice z posuzovaných vedení zvn. Pro objekty a plochy určené k pozdější výstavbě (ChVePS a ChVP) v obcích Sušice, Podolí, Beňov, Hulín a Machová nacházejících se v blízké vzdálenosti od posuzovaného vedení, byly vyhodnoceny hlukové expozice z provozu posuzované soustavy/soustav zvn.

Vzhledem k výskytu jednoho objektu v ochranném pásmu trasy vedení V418/818 (objekt k rekreačním účelům v k.ú. Hulín) byla pro něj vypočtena modifikovaná intenzita elektrického pole pro kvantifikaci možného zdravotního rizika expozice neionizujícím zářením.

Pokud jde o rizika expozice elektromagnetickým neionizujícím zářením v širším slova smyslu, tedy obyvatel obcí mimo bezprostřední kontakt se záměrem, jejich riziko spočívá pouze v náhodném kontaktu s EM polem při jejich nahodilém pobytu v bezprostředním okolí trasy zvn.

3. NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

3.1. Možné vlivy vedení vysokého napětí na zdraví

V okolí elektrických nábojů vzniká elektrické pole, které, pokud je mu člověk vystaven (exponován), interaguje s lidskými tkáněmi. Pokud vodičem protéká elektrický proud, vzniká kromě elektrického pole rovněž magnetické pole, které má rovněž schopnost interagovat s tkáněmi. Posuzované vedení je případem, kdy kolem něj vznikající elektrická (dále EF) a magnetická pole (dále MF) mají frekvenci 50 Hz a jsou zařazována do oblasti polí extrémně nízkých frekvencí (<300 Hz, dále ELF).

ELF EF pronikající do lidského těla je značně zeslabeno z důvodu elektrických vlastností kůže a orgánů. Na povrchu lidského těla v relativně silných ELF EF se může kumulovat elektrický náboj, který může být příčinou nepříjemných pocitů, vstávání vlasů či ježení chlupů. Mnohem slabší ELF EF se však může indukovat uvnitř těla (dále E_{ie}) a způsobovat tak vznik indukovaných elektrických proudů v organismu ELF MF, jenž lehce proniká do tkání. V těle se tedy významně nezeslabuje a rovněž indukuje v těle vnitřní elektrické pole (E_{im}) a elektrický proud.

Biologické účinky vnitřního elektrického pole (E_i), indukovaného jak vnějším elektrickým, tak magnetickým polem, se projevují především stimulací periferní a centrální nervové tkáně, která pak může ovlivňovat neurobehaviorální funkce (narušení stability a koordinace pohybů, tj. ovlivnění vestibulárního aparátu) a sítnicové fosfeny v oku (mžítka, hvězdičky před očima, tj. ovlivnění centrální nervové soustavy). Tyto účinky jsou pouze okamžité (akutní), žádné dlouhodobé (chronické) účinky nebyly prokázány.

Byly rovněž zkoumány další možné účinky obou polí v intenzitách, které lze běžně očekávat v pracovním nebo komunálním prostředí. Byly to např. možné vlivy na neuroendokrinní systém, neurodegenerativní onemocnění, kardiovaskulární onemocnění, reprodukční systém, vývoj jedince a karcinogenní onemocnění. Některé slabé asociace mezi expozicemi ELF a těmito biologickými účinky byl zjištěny pouze u velmi silných polí, kterými nemůže být běžné obyvatelstvo exponováno. I když výzkum na tomto poli stále pokračuje, v současnosti převládá odborný názor, že ELF MF, i když lehce proniká do organismu, má zanedbatelný karcinogenní potenciál. Ostatní účinky, např. bolení hlavy, stres, kožní choroby, hypersenzitivita apod. se jeví ve světle vědeckých poznatků jako irrelevantní.

K bezpečnému omezení expozic elektromagnetickými poli jsou v Nařízení vlády č. 291/2015 Sb. stanoveny **referenční hodnoty** pro intenzitu elektrického pole E^{limit} a magnetickou indukci B^{limit}. Expozice slabšími poli, než jsou stanovené referenční hodnoty pro vnější elektrická a magnetická pole v kontextu tohoto NV tedy neznamená žádné zdravotní riziko. Pokud jsou tyto referenční hodnoty překračovány, **neznamená to ovšem automaticky zvyšující se riziko**. Záleží pak na konkrétní expoziční situaci a je nutno využít druhého typu limitů, tzv. nejvyšších přípustných hodnot, stanovených pro indukované vnitřní elektrické pole v těle.

Pro posouzení vlivu na zdraví je v NV č. 291/2015 Sb. zavedena jako **nejvyšší přípustná hodnota** nová veličina - modifikovaná intenzita elektrického pole E_{mod}, která komplexně postihuje vliv elektrického i magnetického nízkofrekvenčního pole. Nepřekročení nejvyšší přípustné hodnoty modifikované intenzity elektrického pole zaručuje, že osoby, které jsou vystaveny neionizujícímu záření, jsou chráněny proti všem známým zdravotním škodlivým účinkům zdroje elektromagnetického pole (energetického vedení). V Nařízení vlády se uvádí, že pokud intenzita elektrického pole **E** a magnetická indukce **B** nepřesáhnou referenční úroveň, není nutné počítat modifikovanou intenzitu elektrického pole v tkáni **E_{mod}**, která je definována jako nejvyšší přípustná hodnota expozice.

Tedy pouze při překročení **nejvyšší přípustné hodnoty**, lze hovořit o zvyšujícím se zdravotním riziku. Zároveň je na tomto místě nutné uvést, že nedodržením referenčních hodnot, ale dodržením nejvyšších přípustných hodnot, **není zcela zamezeno** zvýšené riziko možné interakce magnetického pole od elektrického vedení s některými elektronickými zařízeními implantovanými do těla exponovaných osob, např. kardiostimulátorů, protéz z feromagnetických materiálů apod. Přehled referenčních a nejvyšších přípustných hodnot pro komunální a pracovní prostředí je uveden v tabulce 3.1.

Tab. 3.1: Přehled limitních hodnot pro nízkofrekvenční pole 50 Hz pro fyzické osoby v komunálním a pracovním prostředí

Efektivní hodnoty elmag.pole	Limit komunální prostředí	Limit pracovní prostředí
$E_{\text{mod}} \text{ ČR [V/m]}$	0.2	1,0
$E^{\text{limit}} \text{ [V/m]}$	2000	10000
$B^{\text{limit}} [\mu\text{T}]$	200	1000

- E_{mod} – nejvyšší přípustná hodnota modifikované intenzity elektrického pole uvnitř těla, aktuálně platná v ČR
- E^{limit} – referenční hodnota pro vnější elektrické pole,
- B^{limit} – referenční hodnota pro vnější magnetické pole,

Při expozici osob EM polím s frekvencí nižší než 100 kHz se doposud převážně hodnotily vlivy na zdraví působením v těle indukované proudové hustoty. To se u nízkých frekvencí projeví nepříznivě již při mnohem nižším EM poli, než jeho projev manifestující se jako ohřívání tkáně těla. Navíc je potřeba vzít do úvahy i to, že u nízkofrekvenčních EM polí se hodnotí okamžitá expozice a o překročení proto může rozhodnout i krátkodobé maximum proudu indukovaného v těle (např. jediným impulsem magnetického pole). Souvisí to s charakterem zdravotního rizika, takže elektrický proud v těle působí na nervovou soustavu prakticky bez zpoždění.

V tabulce č. 3.2 jsou shrnuty známé zdravotní projevy zjištěné při různých hustotách indukovaného elektrického proudu s velmi nízkou frekvencí (z intervalu od 4 Hz do 1 kHz).

Tab. 3.2 : Projevy působení indukovaného proudu v těle člověka

Proudová hustota ($\text{A}\cdot\text{m}^{-2}$)	Projevy
< 0,001	nebyly zjištěny žádné projevy
0,001 – 0,01	nepatrné biologické projevy
0,01 – 0,1	dobře zjištěné jevy, vizuální efekty (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 narušení srdečního rytmu nebo arytmie; nespomá zdravotní rizika

Vztah mezi dosavadním hodnocením zdravotních rizik expozic elmag. poli prokazující nepřekročení nejvyšších přípustných hodnot neionizujícího záření podle Nařízení vlády č. 1/2008 Sb. do 18. 11. 2015 je takový, že pokud byly splněny hodnoty J_{mod} je to považováno za doklad, že překročeny nejsou ani nejvyšší přípustné hodnoty expozice upravené nařízením vlády č. 291/2015 Sb. Výjimkou je pouze hodnocení expozice zaměstnanců ve frekvenčním intervalu 0 Hz – 300 Hz, pro niž nebyla v nařízení vlády č. 1/2008 Sb. nejvyšší přípustná hodnota závazná.

Pro úplnost můžeme uvést nejvyšší přípustné hodnoty modifikované indukované proudové hustoty J_{mod} v centrálním nervovém systému definované v NV 1/2008 Sb.

$$\text{pro zaměstnance: } J_{\text{mod}} = \sqrt{2} \cdot 0,01 = 0,01414 \text{ A}\cdot\text{m}^{-2} = 14,14 \text{ mA}\cdot\text{m}^{-2}$$

$$\text{pro ostatní osoby: } J_{\text{mod}} = 0,01414/5 = 0,002828 \text{ A}\cdot\text{m}^{-2} = 2,828 \text{ mA}\cdot\text{m}^{-2}$$

3.2. Hodnocení expozice

3.2.1. Elektrická pole

Elektrické pole, které vznikne kolem relativně tenkých dlouhých vodičů střídavého elektrického proudu 50 Hz, bude mít směr kolmý na vodič a bude se zeslabovat s rostoucí vzdáleností (r) od vodiče. Nejvyšší intenzitu bude mít tedy v kolmém směru na vodič, v rovnoběžném směru na koncích vodiče či za jejich koncem bude pole nehomogenní s podstatně nižší hodnotou elektrické intenzity. Nejvyšší možnou dosažitelnou hodnotu intenzity elektrického pole v kolmé vzdálenosti od vodiče lze vypočítat podle vztahu:

$$E_j = \frac{\tau}{2\pi\epsilon \cdot r_j} [V/m] \text{ kde } (\tau) \text{ je lineární hustota volného náboje na vodiči } (j), (\epsilon) \text{ je permitivita}$$

prostředí ($\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r = 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 1,000585 \text{ F/m}$) a (r_j) je vzdálenost od vodiče. Lineární hustotu náboje pro vodorovný vodič lze přibližně odhadnout ze vztahu pro napětí (U):

$$U = \int_j E_j \cdot dr = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \int_j \frac{dr}{r_j} = \frac{\tau}{2\pi\epsilon} \ln \frac{2h_j}{a_j} [V] \text{ kde } (h_j) \text{ je vzdálenost vodiče od země, } (a_j) \text{ je poloměr}$$

vodiče.

Elektrické pole nebude vytvářeno jedním vodičem, ale soustavou vodičů s posunutou fází (φ) o 120° ($2/3\pi$). V tomto případě se jedná o vodiče, na které je přivedeno sdružené napětí (U). Výsledné elektrické pole v každém časovém okamžiku (t) bude v libovolném vyšetřovaném bodě (v místě, kde může dojít k expozici lidí) záviset kromě napětí (U), vzdálenosti (r_j) od vodičů a poloměru (a_j) vodičů, na pořadí fází ve vodičích.

Okamžitá hodnota výsledného pole se vypočítá podle vztahu:

$$E(t) = \sum_j E_{j\text{max}} \sin(2\pi f \cdot t - \varphi_j) [V/m] \text{ kde } (j) \text{ je označení vodičů, } (f) \text{ je frekvence, } (\varphi) \text{ je fáze.}$$

Efektivní hodnotu je pak možno spočítat takto:

$$E_{ef} = \frac{E_{\text{max}}}{\sqrt{2}} [V/m]$$

Vnější elektrické pole (E_{ef}) je v těle zeslabeno, resp. indukuje v těle interní elektrické pole (E_{iE}), které lze vypočítat pomocí vztahu:

$$E_{iE} = \frac{\varepsilon}{\sigma} K_E \frac{dE_{ef}}{dt} = \frac{\varepsilon}{\sigma} K_E \cdot 2\pi \cdot f \cdot E_{ef} [V/m]$$

kde (K_E) je bezrozměrný koeficient zohledňující pozici v těle ($K_E = 66$ v hlavě, $K_E = 100$ v krku, $K_E = 70$ v hrudi), (f) = 50 Hz je frekvence, (σ) = 0,2 S/m je průměrná vodivost lidských tkání.

3.2.2. Magnetická pole

Magnetické pole vznikající kolem vodiče (j), bude záviset na velikosti protékaného proudu (I) a permeabilitě prostředí (μ), přičemž okamžitá hodnota magnetické indukce (B_j) se bude zmenšovat s rostoucí vzdáleností (r_j) od vodiče podle vztahu:

$$B_j = \frac{\mu \cdot I_j}{2\pi \cdot r_j} [T] \text{ kde } \mu = \mu_0 \cdot \mu_r = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,0000004 \text{ H/m}$$

Magnetické pole od všech vodičů v libovolném vyšetřovaném bodě (v místě, kde může dojít k expozici lidí) bude vytvářeno soustavou vodičů a bude záviset kromě proudu (I_j) a vzdálenosti (r_j) od vodičů, na pořadí fází ve vodičích:

$$B = \sum_j B_{j\max} \sin(2\pi f \cdot t - \varphi_j) [T] \text{ kde } (j) \text{ je označení vodičů, } (f) \text{ je frekvence } 50 \text{ Hz, } (\varphi) \text{ je fáze.}$$

Efektivní hodnotu je pak možno spočítat takto:

$$B_{ef} = \frac{B_{\max}}{\sqrt{2}} [T]$$

Toto vnější magnetické pole bude indukovat v těle elektrickou intenzitu:

$$E_{iB} = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{dB_{ef}}{dt} = K_B \cdot \frac{dB_{ef}}{dt} = K_B \cdot 2\pi \cdot f \cdot B_{ef} [V/m]$$

kde (ρ) je poloměr proudové smyčky v těle, (K_B) v metrech je koeficient zohledňující pozici v těle ($K_B = 0,05$ m v hlavě, $K_B = 0,12$ m v krku, $K_B = 0,13$ m v hrudi). Celkovou vnitřní intenzitu elektrického pole, indukovanou jak elektrickým tak magnetickým polem, lze vypočítat součtem:

$$E_i = E_{iE} + E_{iB} [V/m]$$

Modifikovaná intenzita elektrického pole uvnitř těla se vypočte použitím maximální hodnoty vnitřní (indukované) intenzity (z efektivní hodnoty E_i) a frekvenčního filtru, který pro 50 Hz má hodnotu 6,4:

$$E_{\text{mod}} = \sqrt{2} \cdot 6,4 \cdot E_i [V/m]$$

3.2.3 Pásma vlivu EM pole a ochranná pásma u nadzemních vedení

Ke zvýšenému zajištění bezpečnosti osob přispívají i další požadavky, které jsou uvedeny v technické normě ČSN 33 2040 „Ochrana před účinky EM pole 50 Hz v pásmu vlivu zařízení elektrizační soustavy“, kde je pro zařízení elektrizační soustavy definováno:

- a. **pásmo vlivu elektrického pole** - jako prostor v okolí zařízení, kde intenzita elektrického pole ve výši 1,8 m nad zemí je vyšší než 1 kV/m;
- b. **pásmo vlivu magnetického pole** - jako prostor v okolí zařízení elektrizační soustavy, kde je magnetická indukce vyšší než 0,1 mT;

Současně tato norma požaduje pro veřejně přístupná místa a trvale obývané objekty v blízkosti zařízení elektrizační soustavy, aby se nacházela mimo uvedená pásma vlivu. Norma také požaduje (v pásmech vlivu energetických zařízení), aby na veřejně přístupných místech intenzita elektrického pole ve výši 1,8 m nad zemí nepřekročila hodnotu 10 kV/m a magnetická indukce nepřevýšila hodnotu 0,5 mT.

Nicméně rozhodující podmínkou pro provozování elektrizačních soustav je dodržení zákonem požadovaného bezpečnostního **ochranného pásma** (podle zákona č. 458/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů). V tomto zákoně se říká, že ochranným pásmem zařízení elektrizační soustavy je prostor v bezprostřední blízkosti tohoto zařízení, určený k zajištění spolehlivého provozu a k ochraně života, zdraví a majetku osob.

Zároveň definuje **ochranné pásmo nadzemního vedení** jako souvislý prostor vymezený svislými rovinami vedenými po obou stranách vedení ve vodorovné vzdálenosti měřené kolmo na vedení, která činí od krajního vodiče vedení na obě jeho strany pro elektrizační soustavy se zvlášť vysokým napětím nad 220 kV do 400 kV včetně **20 m**.

Z uvedených požadavků lze potom stanovit podmínky pro šířku ochranného koridoru. Přitom platí, že při pobytu osob v prostoru mimo stanovené ochranné pásmo se s možným vlivem EM pole na zdraví osob již neuvažuje (zajištěná dostatečná vzdálenost od zdroje NIZ).

3.3. Expoziční scénáře

Podniková norma energetiky pro rozvod elektrické energie PNE 33 3300 (vycházející z ČSN EN 50341-1 a ČSN EN 50341-2-19) definuje nejkratší vzdálenosti vodičů od země ve volné krajině. Z ní je zřejmé, že pro vedení napěťové hladiny 400 kV je nejkratší vzdálenost k zemi ve volné krajině s normálním terénním profilem a na volně přístupných místech pouhých 8,4 m. Tato minimální vzdálenost řeší zabránění ohrožení veřejnosti (včetně osob vykonávajících práci v blízkosti silových vedení a osob provádějících údržbu silové sítě) elektrickým výbojem, ale nijak nezohledňuje hodnoty elektrického a magnetického pole podél vedení.

Pro dodržení požadovaných hodnot současně platných hygienických limitů je však vyžadována větší výška vodičů nad terénem, než postačuje podle ustanovení výše uvedené technické normy. Pro provozovatele přenosových soustav ze zákona vyplývá povinnost dodržení ustanovení uvedených v dokumentu vyšší právní síly, tedy v Nařízení vlády 291/2015 Sb. a tomuto faktu přizpůsobit i výšku vodičů nad terénem.

Minimální výška vodičů 400 kV vedení nad terénem je proto s ohledem na umožnění zemědělských a jiných aktivit a zajištění požadavků na bezpečnost osob, zvířat a objektů pod vedením a jeho těsné blízkosti (v prostoru ochranného pásma vedení) v jakémkoliv konstrukčním uspořádání elektrického vedení a v každém okamžiku alespoň 12,5 m.

V418/818 – zdvojení vedení

Vzhledem k situaci, kdy se posuzované dvojitě vedení zvn 400 kV V418/818 setkává také s již existujícími či plánovanými vedeními v různých konfiguracích, bylo současně posouzeno několik možných expozičních scénářů charakterizovaných jednak jako samostatné dvojitě vedení zvn 400 kV, dále různé kombinace souběžných dvojitých vedení 400 kV vedených na stožárech tvaru Dunaj a dvojitě vedení 400 kV na stožárech Dunaj v souběhu s dvojitým vedením 110 kV a 220 kV vždy na stožárech Soudek.

Pro hodnocení zdravotních rizik expozice NIZ můžeme definovat následujících **šest expozičních scénářů**.

Expoziční scénář 1: Samostatné dvojitě vedení 400 kV na stožárech tvaru Dunaj (V418/818)

Posuzováno je dvojitě vedení o napětové hladině 400 kV, umístěné na stožárových konstrukcích tvaru Dunaj (základní výška kotevního stožáru 44 m, nosného 46 m), podle potřeby zvyšovaných tak, aby byla dodržena minimální bezpečná výška vodičů nad terénem 12,5 m. Šířka ochranného pásma je 20 m od průmětu krajní fáze 400 kV (podle zákona č. 458/2000 Sb., energetický zákon v platném znění). Šíře koridoru 69,4 m v běžné trase.

Expoziční scénář 2: Dvojitě vedení 400 kV V418/818 v souběhu se dvěma dvojitými vedeními tvaru Dunaj.

V tomto expozičním scénáři je modelována situace souběhu dvojitěho vedení 400 kV V418/818 jenž je v úseku mezi st. č. 103 – 115 v souběhu se dvěma dalšími dvojitými vedeními 400 kV tvaru Dunaj, V417/817 zprava a V498/499 zleva k vedení V418/818. Výška vodičů nad terénem je ve všech třech případech 12,5 m, šířka ochranného pásma vždy 20 m od průmětu krajní fáze 400 kV (podle zákona č. 458/2000 Sb., energetický zákon v platném znění) a šíře koridoru 69,4 m v běžné trase. Osová vzdálenost od posuzovaného vedení je v obou případech 50 metrů.

Expoziční scénář 3: Dvojitě vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj v souběhu s dvojitým vedením 220 kV na stožárech tvaru Soudek

Tento expoziční scénář modeluje EMF vedení V418/818 jenž je v úseku mezi st. č. 12 – 13 a st. č. 34 – 47 této trasy v souběhu s dvojitým vedením 220 kV V251/252 zprava k vedení V418/818. Šířka ochranného pásma vedení 220 kV je 20 m od průmětu krajní fáze, šíře koridoru 54 m v běžné trase. Osová vzdálenost obou vedení je 40 metrů.

Expoziční scénář 4: Dvojitě vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj v souběhu s dvojitým vedením 110 kV na stožárech tvaru Soudek

Tento expoziční scénář modeluje EMF vedení V418/818 v úseku mezi st. č. 95 – 102 této trasy v souběhu s dvojitým vedením V573 zleva. Šířka ochranného pásma vedení 110 kV je 15 m od průmětu krajní fáze a šíře koridoru 37,5 m v běžné trase. Osová vzdálenost obou vedení je 50 metrů.

Expoziční scénář 5: Dvojitě vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj a dvojitě vedení 220 kV tvaru Donau v místě křížení „lokalita Sušice“.

V lokalitě poblíž města Sušice dochází ke křížení posuzovaného vedení V418/818 s dvojitým vedením 220 kV V253/254 vyloženým na stožárech tvaru Donau. Šířka ochranného pásma a koridoru posuzovaného vedení je standardní, daná příslušnou legislativou. Minimální výška vodičů nad terénem je 19,7m. Tato projektovaná výška fázových vodičů nad normálním terénním profilem pro vedení V418/818

je dána minimální normovou vzdáleností (4,3 m) od podcházejícího vedení V253/254. Projektovaná minimální výška fázových vodičů podcházejícího vedení 220 kV nad terénním profilem je 8,5 m.

Expoziční scénář 6: Objekty v ochranném pásmu dvojitého vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818)

Posledním expozičním scénářem je řešení objektu určený k bydlení, nacházející se v ochranném pásmu posuzovaného vedení. Scénář modeluje hodnotu modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} tohoto objektu. Jde o jeden objekt (zahradní domek) v trase V418/818 nacházející se v k.ú. města Hulín. Projektovaná minimální výška fázových vodičů nad normálním terénním profilem je i v tomto případě 12,5 metru.

Pro všechny výše definované expoziční scénáře byly vypočteny průběhy limitních hodnot elektrického a magnetického pole posuzovaného dvojitého vedení V418/818. Ve všech případech byla zadavatelem stanovena minimální výška fázových vodičů vedení 400 kV nad profilem terénu 12,5 m. Tyto hodnoty byly použity pro výpočty elektrického pole a magnetické indukce a jejich porovnání s referenčními hodnotami intenzity elektrického a magnetického pole a s nejvyšší přípustnou hodnotou E_{mod} pro výši 1,8 m nad terénem s akceptováním přísnějšího hodnocení pro případ expozice oka a hlavy.

3.4 Výsledky výpočtů expozic v nejhorším případě

3.4.1 Samostatné dvojité vedení 400 kV na stožárech tvaru Dunaj

Tento expoziční scénář posuzuje elektromagnetické pole dvojitého vedení o napěťové hladině 400 kV v částech trasy V418/818, ve kterých toto dvojité vedení není doprovázeno žádným souběžným vedením 400 kV, 220 kV nebo 110 kV. Vedení je umístěno na stožárových konstrukcích tvaru Dunaj se základní výškou kotevního stožáru 44 m, nosného 46 m, podle potřeby zvyšovaných tak, aby byla dodržena minimální bezpečná výška vodičů nad terénem 12,5 m. Šířka ochranného pásma je 20 m od průmětu krajní fáze 400 kV (podle zákona č. 458/2000 Sb., energetický zákon v platném znění). Šíře koridoru 69,4 m v běžné trase.

V tomto expozičním scénáři je posuzováno rozložení elektrického a magnetického v těchto částech posuzované trasy. Investorem je trasa projektována s ohledem na zajištění limitní hodnoty modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} . Zpracovatelem dokumentace „Posouzení vlivu neionizujícího záření“ (J. Světlík, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019) bylo hodnoceno nejhorší uspořádání fázových vodičů s nejmenší výškou vodičů nad terénem 12,5 metru, pro které byly následně vypočteny a modelovány průběhy intenzit elektrického pole E a magnetické indukce B a hodnoty E_{mod} pro oboustrannou vzdálenost od osy posuzovaného vedení.

Z výsledků je zřejmé, že maximální hodnoty intenzity elektrického pole pod posuzovaným vedením dosahují maximálních hodnot intenzity elektrického pole cca 5800 V/m, což překračuje limitní hodnotu E_{limit} . Limitní hodnotu 2000 V/m model dosahuje v oboustranné vzdálenosti přibližně 28 m od osy vedení. Z tohoto důvodu byl vypočten a modelován průběh modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} pod vedením. Z výsledků je zřejmé, že hodnota modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} v celém průběhu nedosahuje ani poloviny stanoveného limitu (max. cca 0,085 V/m) ve vzdálenosti, na hranici ochranného pásma je hodnota E_{mod} cca 0,015 V/m. Tím je splňován hygienický limit pro modifikovanou intenzitu elektrického pole dle NV č. 291/2015 Sb.

Následující výpočet pro magnetickou indukci dokladuje, že maximálních hodnot dosahuje magnetická indukce $B(\mu\text{T})$ ve vzdálenostech cca 10 m oboustranně od osy vedení a to v hodnotách do 40 μT , čímž naplňuje necelou $\frac{1}{4}$ referenční hodnoty B^{limit} dle NV č. 291/2015 Sb.

Z výše uvedeného plyne, že při dodržení minimální projektované výšky spodních fázových vodičů 12,5 metru nad normálním terénním profilem vedení zvn V418/818 vyhovuje hygienickému limitu nejvyšší přípustné hodnota modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} a limitu pro magnetickou indukci stanovených dle NV č. 291/2015 Sb.

3.4.2 Dvojité vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj v souběhu se dvěma dvojitými vedeními 400 kV na stožárech tvaru Dunaj

Tento expoziční scénář modeluje EMF vedení V418/818 v části jeho trasy vymezené stožáry č. 103–115, u nichž je posuzované vedení v souběhu s dalšími dvěma dvojitými vedeními 400 kV tvaru Dunaj, V417/817 zprava a V498/499 zleva k vedení V418/818. Šířka ochranného pásma dvojitého vedení 400kV na stožárech Dunaj je dána zákonem č. 458/2000 Sb., energetický zákon v platném znění. Osová vzdálenost obou vedení od vedení posuzovaného je 50 metrů.

Výpočty intenzity elektrického pole, modifikované intenzity elektrického pole a magnetické indukce v závislostech jejich hodnot na stranové vzdálenosti od osy posuzovaného vedení v této lokalitě jsou uvedeny v dokumentaci „Posouzení vlivu neionizujícího záření“ (Dr. Ing. Vladimír Skoumal, ČEPS Invest, a.s., červen 2020) pro minimální výšku fázových vodičů nad zemí těchto vedení 12,5 m nad terénem.

Z výsledků je zřejmé, že maximální hodnota intenzity elektrického pole pod posuzovaným vedením V418/818 v případě nejméně příznivého uspořádání fázových vodičů na stožárech Dunaj, přesahuje hodnotu 6000 V/m, což zároveň překračuje limitní hodnotu E^{limit} . Limitní hodnoty 2000 V/m model pochopitelně nedosahuje ani v oboustranné vzdálenosti od osy posuzovaného vedení 50 m. Z tohoto důvodu byl pro tento souběh vypočten a modelován průběh modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} . Z modelu je zřejmé, že hodnota modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} v celém průběhu nedosahuje ani v tomto extrémním případě stanoveného limitu 0,2 V/m (cca 0,09 V/m), tedy necelou polovinu hygienického limitu. Na hranicích ochranného pásma vedení V418/818 je hodnota E_{mod} cca 0,075 V/m. Tím je splňován hygienický limit modifikované intenzity elektrického pole dne NV č. 291/2015 Sb.

Výpočet pro magnetickou indukci dokladuje, že maximálních hodnot dosahuje $B(\mu\text{T})$ ve vzdálenostech cca 10 m oboustranně od osy vedení a to v hodnotách do 50 μT vlevo i vpravo od osy posuzovaného vedení. Tím s rezervou splňuje referenční hodnotu pro B^{limit} dle NV č. 291/2015 Sb.

Z uvedeného plyne, že i souběh všech tří vedení zvn při dodržení minimální projektované výšky spodních fázových vodičů nad normálním terénním profilem a stranové vzdálenosti os těchto vedení, vyhovuje hygienickému limitu nejvyšší přípustné hodnoty modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} a limitu pro magnetickou indukci stanovených dle NV č. 291/2015 Sb.

3.4.3 Dvojité vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj v souběhu s dvojitým vedením 220 kV V251/252 na stožárech tvaru Soudek

Tento expoziční scénář modeluje EMF vedení V418/818 v části trasy v souběhu zprava s dvojitým vedením 220 kV V251/252. Šířka ochranného pásma a koridoru trasy V418/818 je uvedena výše, šířka pásma pro vedení V251/252 je 20 m od průmětu krajní fáze 220 kV (podle zákona 79/1957 Sb., o výrobě, rozvodu a spotřebě elektřiny v platném znění. Šíře koridoru je 54 m v běžné trase. Osová vzdálenost obou vedení je 40 metrů.

Výpočty intenzity elektrického pole, modifikované intenzity elektrického pole a magnetické indukce pro nejméně příznivé uspořádání fázových vodičů pro minimální výšku fázových vodičů 12,5 m nad terénem v této lokalitě při souběhu s dvojitým vedením 220kV, jsou uvedeny v dokumentaci „Posouzení vlivu neionizujícího záření“ (J. Světlík, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019). Vliv vedení 220 kV se stranově projevuje na průběhu závislosti intenzity elektrického pole.

Z výsledků plyne, že hodnoty intenzity elektrického pole pod posuzovaným vedením V418/818 dosahují maximálních hodnot intenzity elektrického pole cca 5900 V/m v ose posuzovaného vedení a převyšují tak hodnotu E^{limit} . Vliv vedení 220 kV se stranově projevuje malým nárůstem hodnoty na cca 3000 V/m vpravo vzhledem k vedení V418/818, což rovněž převyšuje hodnotu E^{lim} . Limitní hodnoty 2000 V/m model dosahuje vlevo v cca 28 metrech od osy posuzovaného vedení a vpravo po cca 48 metrech od osy posuzovaného vedení V418/818. I pro tento souběh byl vypočten a modelován průběh modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} . Z modelu je zřejmé, že hodnota modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} v celém souběhu obou vedení nedosahuje ani poloviny stanoveného limitu (cca 0,08 V/m). Tím je naplňován hygienický limit pro modifikovanou intenzitu elektrického pole dle NV č. 291/2015 Sb.

Následující výpočet pro magnetickou indukci dokladuje, že magnetické indukce $B(\mu\text{T})$ v celém posuzovaném rozsahu vzdáleností od os posuzovaných vedení nabývá hodnot do 40 μT , čímž naplňuje necelou $\frac{1}{4}$ referenční hodnoty B^{limit} dle NV č. 291/2015 Sb.

Z toho plyne, že i souběh obou vedení při dodržení minimální projektované výšky spodních fázových vodičů vedení V418/818 nad normálním terénním profilem a stranové vzdálenosti obou vedení, vyhovuje hygienickému limitu nejvyšší přípustné hodnoty modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} a limitu pro magnetickou indukci stanovených dle NV č. 291/2015 Sb. v celé délce tohoto souběhu obou tras.

3.4.4 Dvojité vedení 400 kV V418/818 v souběhu s dvojitým vedením 110 kV V573 na stožárech Soudek zleva.

Tento expoziční scénář modeluje EMF vedení V418/818 v souběhu s dvojitým vedením 110 kV V573. Šířky ochranných pásem a koridoru vedení V418/818 jsou uvedeny výše, šířka ochranného pásma vedení V573 je 15 m od průmětu krajní fáze 110 kV (podle zákona 79/1957 Sb.), šíře koridoru 37,5 m v běžné trase. Osová vzdálenost obou vedení je 40 metrů. Osová vzdálenost obou vedení je 50 metrů.

Výpočty intenzity elektrického pole, modifikované intenzity elektrického pole a magnetické indukce byly provedeny pro výše uvedené výšky vodičů těchto vedení nad zemí jsou uvedeny v dokumentaci „Posouzení vlivu neionizujícího záření“ (J. Světlík, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019).

Z výsledků vzájemného ovlivňování obou přenosových soustav je zřejmé, že souběžné vedení 110kV výrazně proběh intenzity elektrického pole neovlivňuje. Hodnota intenzity elektrického pole E v ose

posuzovaného vedení 400 kV dosahuje v maximu cca 5900 V/m, čímž překračuje referenční hodnotu této veličiny 2000 V/m. Pod hodnotu 2000 V/m se dostává oboustranně teprve v cca 28 m od osy posuzovaného vedení V418/818.

Proto byl i pro tento souběh vypočten a modelován průběh modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} . Hodnoty E_{mod} však dosahují v maximu pouze cca 0,07 V/m a dosahují tak necelé poloviny stanoveného limitu 0,2 V/m. Na hranicích ochranného pásma vedení V418/818 je hodnota E_{mod} 0,015 V/m. Tyto hodnoty spolehlivě vyhovují příslušnému hygienickému předpisu.

Výpočet stranového rozložení magnetické indukce dokladuje, že její maximální hodnoty $B(\mu\text{T})$ dosahují oboustranně nejvýše cca 40 μT ve vzdálenosti cca 10m od osy posuzovaného vedení. Tyto hodnoty tvoří pouze ¼ referenční hodnoty B^{limit} dle NV č. 291/2015 Sb.

Rovněž pro toto uspořádání plyne, že při dodržení minimální projektované výšky spodních fázových vodičů a dodržení požadovaného stranového odstupu obou soustav, hodnoty modifikované intenzity elektrického pole i magnetické indukce vyhovují hygienickým limitům stanoveným v NV č. 291/2015 Sb.

3.4.5 Dvojité vedení 400 kV V418/818 na stožárech tvaru Dunaj a dvojité vedení 220 kV V253/254 tvaru Donau v místě křížení „lokalita Sušice“.

V lokalitě poblíž obce Sušice dochází ke křížení posuzovaného vedení V418/818 s dvojitým vedením 220 kV vyloženým na příhradových stožárech pro 400kV vedení tvaru Donau. Šířka ochranného pásma a koridoru posuzovaného vedení je standardní, daná příslušnou legislativou. Minimální výška vodičů nad terénem je 19,7m. Tato projektovaná výška fázových vodičů nad normálním terénním profilem pro vedení V418/818 je dána minimální normovanou vzdáleností 4,3 m od podcházejícího vedení V253/254. Projektovaná minimální výška fázových vodičů podcházejícího vedení 220 kV nad terénním profilem je 8,5 m.

Výpočty intenzity elektrického pole, modifikované intenzity elektrického pole a magnetické indukce byly provedeny pro výše uvedené výšky vodičů těchto vedení nad zemí jsou uvedeny v dokumentaci „Posouzení vlivu neionizujícího záření“ (J. Světlík, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019).

Z výsledků vzájemného ovlivňování obou přenosových soustav je zřejmé, že vedení 220 kV, které v tomto místě kříží posuzovanou trasu, poněkud ovlivňuje průběh intenzity elektrického pole V418/818. Hodnota intenzity elektrického pole E v ose posuzovaného vedení 400 kV dosahuje maxima 4300 V/m oboustranně ve vzdálenosti cca 4 m od osy vedení V418/818, čímž překračuje referenční hodnotu této veličiny 2000 V/m. Pod hodnotu 2000 V/m se dostává oboustranně teprve v cca 27 m od osy posuzovaného vedení V418/818.

Proto byl i pro tento souběh vypočten a modelován průběh modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} . Hodnoty E_{mod} však dosahují v maximu pouze cca 0,07 V/m a dosahují tak necelé poloviny stanoveného limitu 0,2 V/m. Na hranicích ochranného pásma vedení V418/818 je hodnota E_{mod} 0,02 V/m. Tyto hodnoty spolehlivě vyhovují příslušnému hygienickému předpisu.

Výpočet stranového rozložení magnetické indukce dokladuje, že její maximální hodnoty $B(\mu\text{T})$ dosahují oboustranně nejvýše cca 40 μT ve vzdálenosti cca 6m od osy posuzovaného vedení. Tyto hodnoty tvoří pouze ¼ referenční hodnoty B^{limit} dle NV č. 291/2015 Sb.

Rovněž pro toto uspořádání plyne, že při dodržení minimální projektované výšky spodních fázových vodičů a dodržení požadovaného stranového odstupu obou soustav, hodnoty modifikované intenzity elektrického pole i magnetické indukce vyhovují hygienickým limitům stanoveným v NV č. 291/2015 Sb.

3.4.6 Objekty v ochranném pásmu dvojitého vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818)

Posledním expozičním scénářem jsou řešeny objekty určené k bydlení, které se nacházejí v ochranném pásmu posuzovaného vedení V418/818. Scénář modeluje hodnoty modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} osob nacházejících se v objektech ležících uvnitř ochranného pásma dvojitého vedení 400 kV. Jde o jeden objekt v trase V418/818. Projektovaná minimální výška fázových vodičů nad normálním terénním profilem je i v tomto případě 12,5 metru a šíře koridoru 69,4m v běžné trase.

Poloha objektu vůči vedení je popsána v dokumentaci „Posouzení vlivu neionizujícího záření“ (J. Světlík, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019). Poloha, pro kterou je počítána je definována E_{mod} , je dána výškou posuzovaného bodu objektu nad terénem a vzdáleností objektu od osy posuzovaného vedení. Hodnota modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} byla vypočítána pro osobu stojící na nejvyšším místě objektu, tedy v bodě, který je nejbližší ose vedení. Výsledek je uveden v tabulce 3.3.

Tab.3.3 : Hodnoty modifikované intenzity elektrického pole v lokalitách trasy V418/818

Stožár trasy V418/818	Popis dotčeného objektu	Vzdálenost od osy vedení (m)	Výška objektu (m)	E_{mod} (V/m)
75-76	Objekt k bydlení, na parc. č. 2150/2, budova bez č. popisného, k.ú. Hulín	32,9	7,0	0,018

Pro výpočet E_{mod} je předpokládán trvalý pobyt osob na nejvyšším místě objektu, což představuje z pohledu expozice neionizujícím zářením hygienicky nejméně příznivý případ. Působení na osoby nacházející se uvnitř sledovaných objektů tedy bude vždy nižší.

Lze tedy konstatovat, že i v této elektrickým polem potenciálně ohroženém objektu je zajištěno, při dodržení minimální projektované výšky spodních fázových vodičů 12,5 m, splnění hygienického limitu pro nejvyšší přípustnou hodnotu modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} s dostatečnou rezervou.

3.4. Určení šíře ochranného pásma pro posuzovaná vedení zvn v terénu

V celém pásmu vlivu elektrického pole posuzovaného vedení 400 kV V418/818 nepřekračuje intenzita elektrického pole v žádném bodě ve výšce 1,8 m nad zemí hodnotu 10 kV/m (ve smyslu ČSN 33 2040) a vliv magnetického pole nedosahuje v žádném bodě ve výšce 1,8 m nad zemí limitní hodnoty 100 μ T (tj. 0,1 mT), kterou je pásmo vlivu magnetického pole tímto předpisem vymezeno.

Ve všech konfiguracích souběžných vedení se pásmo vlivu posuzované soustavy s různou intenzitou prolíná s pásmy vlivu těchto souběžných vedení jak v případě vedení 400 kV V418/818, tak i v případě jeho souběžích s vedeními 400kV, 220kV a 110 kV.

3.5 Charakteristika zdravotního rizika u neionizujícího záření

3.5.1 Zdravotní riziko expozice elektromagnetickým polem

Charakterizace rizik může být provedena pomocí srovnání vypočtených expozic s referenčními hodnotami a nejvyššími přípustnými hodnotami, uvedenými v předešlých kapitolách, protože u všech prokázaných biologických účinků se jedná o účinky prahové, které nejsou kumulativní.

Podle tohoto konceptu expozice pod prahovými hodnotami znamenají pro lidský organismus zanedbatelné riziko, tzn. při expozicích pod referenčními hodnotami nedochází ke stimulaci centrální nebo periferní nervové tkáně exponované osoby. Takové expozice lze očekávat na všech místech mimo ochranná pásma vedení 400 kV, případně ochranná pásma souběžných přenosových soustav. Hodnoty šířek ochranných pásem jak pro samostatné vedení 2x400 kV, tak i pro všechny posuzované souběhy jsou uvedeny v dokumentacích hodnocení expozice NIZ a v kap. 3.3.

V samostatném vedení V418/818 a ve všech posuzovaných souběžích doprovázejících toto vedení je vyžadovaná nepřekročitelná hodnota nejvyšší přípustné modifikované intenzity elektrického pole (při dodržení projektovaných odstupů) ve výši 0,2 V/m. Tato hodnota ve stanovených šířkách ochranného pásma ve všech profilech posuzované trasy vyhovuje NPH pro E_{mod} podle požadavku NV č. 291/2015 Sb.

Při posouzení zdravotního rizika samostatného vedení zvn 2x400 kV (expoziční scénář 1), souběhu dvou a více vedení (expoziční scénáře 2, 3, 4), křížení s vedením 220kV (expoziční scénář 4), je sice výpočtem zjišťováno překračování limitní referenční hodnoty pro intenzitu elektrického pole E^{lim} , ale její překračování není důkazem o reálném zdravotním riziku expozice EM polem. V takových případech se ve smyslu NV 291/2015 a metodického pokynu (Věstník MZ ČR 8/2017) počítá hodnota modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} , jenž slouží jako nejvyšší přípustná hodnota (NPH) ve vztahu ke zdravotním rizikům expozice EF. Její hodnoty byly ve všech případech menší než **polovina nejvyšší přípustné hodnoty definované v NV č. 291/2015 Sb.** Rovněž hodnoty magnetické indukce jsou ve všech posuzovaných expozičních scénářích nižší než je limitní hodnota B^{lim} **200 μT , platná pro komunální prostředí.**

V jednom případě byl identifikován objekt ležící uvnitř ochranného pásma projektované trasy V418/818. Jde o objekt určený k rekreaci nacházející se v katastrální území Hulín. Výpočet nezjistil ani pro tento objekt významnější hodnotu E_{mod} . Lze tedy i tento objekt považovat za dostatečně chráněný před vlivem elektromagnetického pole.

3.5.2 Narušování psychické pohody

Všeobecně je dnes známo, že vedení vysokého napětí vyzáruje do okolí určité množství elektromagnetického záření. V povědomí jsou různé věcné i zkreslené představy o zdravotních účincích expozice elektromagnetickým polem, často šířené komunikačními médii. Lidé bydlící v blízkosti podobného vedení se proto mnohdy cítí znepokojeni, nepříznivě ovlivněni resp. i ohroženi. Může se to týkat i lidí v blízkosti posuzovaného nového vedení. V případě projevů takových obav by byl žádoucí kontakt s představiteli dotčených obcí a jejich prostřednictvím i s obyvateli zmíněných domů, objasňování povahy a účinků EM polí a rozptýlování neodůvodněných obav.

Určitý nepříznivý psychologický význam může mít u lidí s estetickým cítěním pro krajinu i skutečnost, že vedení vysokého napětí její obraz do určité míry narušuje. V posuzovaném případě je tento faktor

částečně omezen skutečností, že nově projektované vedení nahrazuje vedení stávající, takže ráz krajiny se nově ve většině trasy nezmění.

3.6. Závěr

Předkládaný záměr – zdvojení vedení 400 kV V418/818 byl posouzen z hlediska možného vlivu elektrických a magnetických polí o frekvenci 50 Hz na veřejné zdraví. Bylo zjištěno, že ve všech reálných případech expozic vně ochranného pásma, které nabývá pro různé kombinace vzájemně se ovlivňujících vedení různých hodnot (viz. Kap. 3.3), nebudou obyvatelé tímto záměrem ohroženi na zdraví. Uvnitř ochranného pásma, tzn. při nejvyšších možných expozicích, je zjišťováno překračování referenční hodnoty platné v ČR pro vnější elektrická pole (E^{lim}). Tyto expozice však pro obyvatele neznamenaají automaticky zvýšené zdravotní riziko, protože v těchto nejhorších případech (blízko os posuzovaných vedení) je díky projektované výšce nadzemních vodičů 12,5 m s dostatečnou rezervou dodržována nejvyšší přípustná hodnota (NPH) modifikované intenzity elektrického pole uvnitř těla E_{mod} , která je definovaná jako nepřekročitelná hodnota z pohledu ochrany zdraví exponované osoby. K výpočtu intenzity elektrického pole indukovaného v tkáni je volen přísnější filtr ($G = 6,4$) pro oči a střední ucho a hodnoty jsou počítány pro standardní výšku člověka 1,8m. Nepřekročení limitní hodnoty E_{mod} bylo zjištěno i u jednoho objektu určeného k přechodnému obývání ležícímu uvnitř ochranného pásma tohoto vedení zvn. To znamená, že i tento objekt bude dostatečně chráněn před účinky elektromagnetického pole vedení V418/818.

Zvýšené riziko nelze předpokládat ani pro osoby s kardiostimulátory nebo jinými obdobnými přístroji implantovanými do těla, protože ani v nejhorším případě nebudou překročeny referenční hodnoty pro vnější magnetická pole, které by mohly, na rozdíl od elektrických polí, s uvedenými zařízeními interagovat.

Minimální projektovaná výška spodních fázových vodičů je rovněž volena s ohledem na umožnění zemědělských a jiných aktivit a zajištění požadavků na bezpečnost osob, zvířat a objektů pod vedením a jeho těsné blízkosti (v prostoru ochranného pásma). Dodržením minimální výšky fázových vodičů nad zemí 12,5 m a dodržením šíře ochranného pásma bude tedy zaručeno, že osoby, které se nacházejí v blízkosti posuzovaného energetického vedení, jsou chráněny proti všem známým zdravotním škodlivým účinkům zdroje elektromagnetického pole v souladu s nařízením vlády č. 291/2015 Sb. a v souladu s technickými normami PNE 33 3300 a ČSN 33 2040.

Tyto závěry je možno učinit pro případ normální provozní situace (tj. mimo případy havárií nebo živelných katastrof, např. spadlých vodičů pod napětím) a při dodržení pravidel pro ochranná pásma podle zákona č. 458/2000 Sb. (energetický zákon), jinak může hrozit úraz elektrickým proudem.

Rizika náhodné expozice neionizujícím zářením v posuzovaných oblastech včetně souběhů vedení zvn lze pro všechny posuzované konfigurace a za standardního provozu považovat **nízká a ze zdravotního hlediska zanedbatelná**.

4 RIZIKA HLUKOVÉ EXPOZICE

Hlukem se rozumí každý zvuk, který je nechtěný, obtěžující nebo může mít škodlivé účinky pro lidské zdraví. Hluk je tedy fyzikální faktor, který může na člověka působit nepříznivě. Do jisté míry lze

považovat hluk za bezprahově působící noxu a pro zdravotní hodnocení hluku rozlišujeme tři základní hlediska:

- **hladinu akustického tlaku**, projevující se jako hlasitost zvuku;
- **frekvenci**, projevující se jako výška zvuku;
- **časový průběh** hlukové události, její trvání.

Vnímání hluku je subjektivní pocit, který se může lišit s vysokou mírou individuální variability, nicméně je možné stanovit teoretickou fyzikální míru přípustné hlukové expozice. Pro působení hluku v subjektivní sféře byly zavedeny diferencované pojmy pro charakterizaci účinků na člověka. Jsou to:

- **rušení**, při němž hluk interferuje s nějakou činností (spánkem, duševní prací, řečovou komunikací apod.);
- **rozmrzelost a pocit nepohody**, vznikající působením hluku a prožívaný negativně hlukem postiženým člověkem nebo skupinou;
- **obtěžování**, což představuje nepřipustné ovlivňování životního prostředí, případně skupinových či osobních práv.

Negativní působení hluku nyní většinou posuzujeme z hlediska obtěžování lidí, rušení jejich spánku a ztížené komunikace řeči. Přitom u každého člověka existuje rozdílný stupeň tolerance k rušivému účinku hluku. V normální populaci je 10 – 20% vysoce citlivých osob a prakticky stejné procento velmi tolerantních osob. Pro zbývajících 60 – 80% populace platí kontinuální závislost míry obtěžování nebo rušení spánku na intenzitě hlukové zátěže.

4.1. Identifikace nebezpečnosti hlukové expozice - účinky hluku na zdraví

Zvuky jsou přirozenou a důležitou součástí prostředí člověka, jsou základem řeči a příjmu informací. Zvuky příliš silné, příliš časté nebo působící v nevhodné situaci a době však mohou na člověka působit nepříznivě. Obecně se tyto zvuky, které jsou nechtěné, obtěžující nebo mají dokonce škodlivé účinky, nazývají hlukem a to bez ohledu na jejich intenzitu. Při určité intenzitě nebo délce trvání může hluk způsobit poškození sluchového orgánu.

Z fyziologického hlediska jsou podstatou poškození zprvu přechodné a posléze trvalé funkční a morfologické změny smyslových a nervových buněk Cortiho orgánu vnitřního ucha. Za prokázané přímé účinky hluku, jsou v současnosti považována specifická poškození sluchového aparátu (při ekvivalentní hladině hluku > 80 dB, případně dlouhé době trvání hlukové zátěže i s nižší intenzitou, majoritně v pracovním prostředí).

Epidemiologické studie však prokázaly, že u více než 95 % exponované populace nedochází k poškození sluchového aparátu ani při celoživotní expozici hluku v životním prostředí a aktivitách ve volném čase do 24 hodinové ekvivalentní hladiny hluku $L_{Aeq,24h} = 70$ dB.

S vyššími hladinami hluku v mimopracovním prostředí se můžeme setkat jen ve velmi specifických případech např. u lidí žijících v těsné blízkosti frekventovaného letiště nebo velmi rušných komunikací.

Nespecifický (mimosluchový) účinek hluku je hluková zátěž/expozice projevující se ovlivněním funkcí různých systémů organismu. Je to například vliv dlouhodobé hlukové zátěže na kardiovaskulární systém, expozice nočním hlukem s rušením spánku nebo zhoršení komunikace a osvojování řeči u dětí (pro $L_{dn} > 50-55$ dB). Při této hlukové expozici se předpokládá přibližně 20%ní zhoršení stavu kognitivních schopností u školou povinných dětí. Tento kognitivní deficit může vést ke zpoždění

psychomotorického rozvoje a zhoršení výkonnosti v jazykových dovednostech dítěte a jeho motorických schopností.

Další zvyšování hlukové zátěže (především u dospělých osob) má vliv na některé jejich fyziologické funkce i vliv na mentální zdraví a výkonnost hlukem exponované osoby. Tyto aspekty jsou spojovány zejména s dlouhodobým trváním objektivní nebo subjektivně vnímané hlukové zátěže v životním prostředí exponované osoby. Navíc může působení hluku v průběhu dne vyvolávat celou řadu negativních emočních stavů, k nimž patří pocity rozmrzelosti, nespokojenosti a špatné nálady, deprese, obavy, pocity beznaděje nebo vyčerpání (souhrnně obtěžování hlukem- *annoyance*).

Zhoršení komunikace řeči v důsledku zvýšené hladiny hluku má řadu prokázaných nepříznivých důsledků v oblasti chování a vztahů, vede k podrážděnosti, nejistotě, poklesu pracovní kapacity a pocitům nespokojenosti. Nejvíce citlivou skupinou jsou staří lidé, osoby se sluchovou ztrátou a zejména malé děti v období osvojování řeči. Souhrnně tedy jde o významnou část populace. Pro dostatečně srozumitelné vnímání složitějších zpráv a informací by rozdíl mezi hlukovým pozadím a hlasitostí vnímané řeči měl být nejméně 15 dB.

Za významné efekty, které mohou negativně působit na zdraví hlukem exponované populace, jsou považovány: zvýšení incidence kardiovaskulárních chorob, případně nárůst hypertenze (zejména vlivem celodenní hlukové expozice celodenním dopravním hlukem v hodnotách vyšších než L_{dvn} 55 dB. Dále je to obtěžování celodenním hlukem (*annoyance*) a rušení spánku (*sleep disturbance*) hlukem nočním. Pro tyto expoziční vlivy byly odvozeny rovnice pro kvantifikaci jejich zdravotních důsledků. Oba vlivy jsou založeny na vztazích pro hlukovou expozici, jejíž intenzitu a dobu trvání vyjadřujeme ve smyslu českých a evropských norem jako průměrnou (ekvivalentní) hladinu akustického tlaku za definovanou dobu jeho působení.

4.2. Základní legislativní vztahy a požadavky na měření hluku

Základním kritériem pro kvantifikaci hluku v životním prostředí je tedy hladina akustického tlaku, vyjádřená jako **ekvivalentní hladina akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ [dB]**. Legislativně definovaná přípustnost hlukové zátěže je v ČR určována hygienickými limity uvedenými v Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., „O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“. Toto nařízení stanovuje přípustné ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro denní dobu jako dobu osmi souvisejících a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin, pro dobu noční potom pro jednu nejhlučnější hodinu v období 22 -06 hodin. Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích se však ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ stanovuje pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$). Zákonem 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví je potom definován chráněný vnitřní a venkovní prostor staveb (ChVPS a ChVePS) pro něž jsou v NV 272/2011 Sb. stanoveny hygienické limity hluku vyjádřené ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ pro délku dne uvedenou výše. Hygienický limit v dikci výše uvedeného NV se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ **50 [dB]** a korekce podle druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení vlády ČR.

Pro posouzení vlivu na zdraví je však rozhodující skutečná expozice v chráněných prostorech, kde lidé mohou skutečně dlouhodobě pobývat. Takováto expozice z venkovního hluku je navázána na veličiny (deskriptory hluku) stanovené měřením nebo výpočtem v místě před exponovanou fasádou **bez uvažování odrazů** od posuzovaného objektu. V chráněném venkovním prostoru a v chráněném vnitřním prostoru stavby se pro hodnocení reálného zdravotního rizika proto korekce na odraz zvukové vlny **neprovádí**.

Limitní hodnoty hlukové expozice jsou politickým normativním aktem, který je výsledkem komplexních úvah o společenských výnosech, rizicích a nákladech. Rozhodování o limitu jen zčásti

vychází z vědeckých podkladů, ale bere v úvahu i ekonomická omezení a sladění konkurujících si zájmů ve společnosti. Hygienický limit je tedy kompromis mezi snahou eliminovat účinky na zdraví a technickými i ekonomickými možnostmi společnosti.

Pro objektivní zhodnocení míry zdravotního poškození/rizika hlukovou expozicí tedy nelze uplatňovat pouze legislativou definované limitní hodnoty uvedené v NV č.272/2011Sb., ale musíme zjistit skutečnou expoziční zátěž dotčené skupiny obyvatel a pomocí ní kvantifikovat míru jejich potenciálního zdravotního rizika.

4.3 Vztahy mezi dávkou a odpovědí

Pro hodnocení potenciálních zdravotních rizik expozice hluku v komunálním prostředí se vychází ze změřené nebo modelem vypočtené ekvivalentní hladiny akustického tlaku A , $L_{Aeq,T}$ a pomocí ní vyjádřených hodnot deskriptorů L_{dvn} , případně L_{dn} pro celodenní ekvivalentní hladinu akustického tlaku A . Pro hodnocení rizika nočního hluku se používá deskriptor L_n .

Deskriptor L_{dvn} je dán vztahem:

$$L_{dvn} = 10 \cdot \lg 1/24 (12 \cdot 10^{L_d/10} + 4 \cdot 10^{(L_v+5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_n+10)/10}) \quad (1)$$

kde L_d , L_v a L_n jsou dlouhodobé průměrné hladiny akustického tlaku stanovené po denní, večerní a noční dobu roku v jeho přesně definovaných hodinách pro každou tuto dílčí veličinu L hlukového deskriptoru.

V případě neznalosti akustické situace ve večerních hodinách lze použít zjednodušený výpočet pomocí L_{dn} definovaný vztahem:

$$L_{dn} = 10 \cdot \lg 1/24 (16 \cdot 10^{L_d/10} + 8 \cdot 10^{(L_n+10)/10}) \quad (2)$$

který nebere do úvahy večerní hluk a pro který mají ostatní symboly stejný význam jako pro vztah L_{dvn} . Hodnoty L_{dvn} , resp. L_{dn} jsou hlukovými ukazateli (deskriptory) vhodnými pro výpočet podílů zátěže populace obtěžováním hlukem.

Ekvivalentní hladina akustického tlaku pro denní dobu, tj. 16 hodin, $L_{Aeq,16h}$ je deskriptorem hluku pro odhad výskytu kardiovaskulárních onemocnění v populaci vlivem hluku ze silniční dopravy, tj. ischemické choroby srdeční resp. jeho projevu akutního infarktu myokardu. Ekvivalentní hladina akustického tlaku pro noční dobu, tj. 8 hodin, $L_{Aeq,8h}$ může být použita jako deskriptor hluku pro výpočet hlukem ve spánku rušených osob vlivem expozice z dopravy na komunikacích nebo letecké dopravy.

V roce 2018 byla vydána nová směrnice WHO pro hodnocení vlivu hluku na veřejné zdraví (Environmental Noise Guidelines for the European Region, 2018), která vychází z dřívějších dokumentů a v některých ohledech je zpřesňuje a formuluje doporučení pro ochranu veřejného zdraví před účinky hluku z nejvýznamnějších hlukových zdrojů s využitím hlukových indikátorů L_{dvn} , L_n případně $L_{Aeq,T}$.

Pro ochranu podmínek veřejného zdraví experti WHO doporučují prahové hodnoty hlučnosti, které v lokalitě dominantně ovlivňují hlukové klima, jenž by neměly být překračovány. Jejich hodnoty pro průměrnou celodenní a noční expozici jsou uvedeny v tab. 4.1.

Tab. 4.1: Doporučené prahové hodnoty hlučnosti zdrojů hluku (WHO, 2018)

Denní (průměrná celodenní) expozice

Hlukový deskriptor	L _{dn}					L _{Aeq,T}	
	<40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70+
Silniční doprava			53				
Železniční doprava			54				
Letecká doprava	45						
Větrné elektrárny	45						
Podmínky pro volný čas*						70	

* roční průměr ze všech zdrojů hluku ve volném čase

Noční expozice

Hlukový deskriptor	L _n			
	<40	40-45	45-50	50-55
Silniční doprava		45		
Železniční doprava		44		
Letecká doprava	40			
Větrné elektrárny	dosud nestanoveno			

Pro prahové hodnoty, jejichž nepřekročení je dostatečně velkou ochranou před zdravotními riziky z hlukové expozice, jsou tímto dokumentem WHO definovány s dostatečnou jistotou prahové hodnoty pro hlukové expozice ze silniční, železniční a letecké dopravy, se zatím neprůkaznou jistotou pro hluk z větrných elektráren a pro volný čas.

Podle úrovně, času a délce trvání hlukové expozice definujeme obtěžování hlukem (annoyance), což je při dnešním chápání pro většinu exponované populace považováno pouze za určitý diskomfort (vyjma silného obtěžování, které můžeme pokládat za spouštěč jistých zdravotních rizik), dále rušení spánku a případné zdravotní poškození z hlukové expozice (nejčastěji předčasný rozvoj infarktu myokardu vysokými hlukovými hladinami). Podrobnější popis vztahů dávka-účinek a odvození příslušných matematických vztahů, je uvedeno v následujících částech kapitoly 4.3.

4.3.1. Obtěžování hlukem (annoyance)

Obtěžování hlukem je doposud považováno spíše za psychosociální příznak hlukové expozice než za klinickou diagnózu a bývá definováno jako „pocit nelibosti spojený s působením činitele nebo podmínek, o kterých jedinec nebo skupina ví nebo se domnívá, že na ně negativně působí“ nebo jako „pocit nelibosti, nespokojenosti, nepohodlí nebo nátlaku, který se vyskytuje při interferenci hluku s přemýšlením, cítěním nebo jinými denními aktivitami“. Riziko obtěžování proto považujeme (s určitou výjimkou silného obtěžování), spíše pouze za snížení komfortu takto hlukem exponované populace s tím, že míru

zdravotního rizika je obtížné kvantifikovat. Pro kvantitativní vyjádření míry obtěžování hlukem u exponovaných osob z dopravních a stacionárních zdrojů hluku jsou k pozici různé postupy, např. Evropské environmentální agentury EEA (2010) nebo Annoyance Model, DELTA(2007).

Zde pro výpočet podílů hlukem různou měrou obtěžovaných osob použijeme logistickou funkci uvedenou v publikaci The “Genlyd” Noise Annoyance Model, DELTA 2007 vyjádřenou vztahem:

$$\% \text{XA} = 100 / (1 + e^{-s(L_{\text{dvn}} - f)}) \quad (3)$$

Koeficienty s a f jsou stanoveny pro různé zdroje hluku a %XA znamená podíl lehce (LA) středně (A) a silně (HA) hlukem obtěžovaných osob z celkového počtu daným celodenním hlukem (L_{dvn}) exponovaných osob. Obtěžování hlukem je v tomto případě definováno pro oblast **hodnot $L_{\text{dvn}} = 45\text{--}75$ dB pro dopravní zdroje hluku a $L_{\text{dvn}} = 35\text{--}65$ dB pro stacionární zdroje hluku.**

V následující tabulce jsou výpočtové koeficienty s a f uvedeny pro výpočet podílů silně obtěžovaných osob (%HA), jenž lze s určitou mírou pravděpodobnosti považovat za osoby, které jsou hlukem tak silně obtěžovány, že jim může hrozit újma na zdraví.

Tab. 4.1 : Hodnoty koeficientů pro výpočet silného obtěžování celodenním hlukem

Hlukový zdroj	%HA	
	s	f
koeficient		
Doprava	0,1150	79,4
Průmysl	0,1219	74,8
Sezónní průmysl	0,1237	85,7

4.3.2. Rušení spánku (sleep disturbance)

Pro hodnocení závažnosti možného poškození zdraví nočním hlukem můžeme použít přímo změřené nebo modelované hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku pro noční dobu. Hlukový ukazatel L_n je totiž významně svázán s mírou rizika rušení spánku, jenž může zapříčinit celou řadu specifických onemocnění, jejichž počátečním spouštěcím mechanismem je stres. Příslušný vzorec pro výpočet (kvantifikaci) hlukové expozice v noci je dán vztahem

$$L_n = L_{\text{Aeq}(8h)}$$

kde $L_{\text{Aeq}(8h)}$ je průměrná hladina akustického tlaku měřená na venkovní fasádě domu v osmi nočních hodinách hlukové expozice.

Podle posledních odborných závěrů WHO je vysoké rušení spánku způsobené hlukem ze silniční dopravy zařazeno mezi zdravotní parametry (health endpoints). Uvádí se, že snížená kvalita spánku má negativní vliv na celkovou kvalitu života, neboť snižuje i denní pohodu obyvatel. Rušení spánku je definováno pro oblast hodnot $L_n = 35\text{--}70$ dB. Procento osob se silně rušeným spánkem (HSD) lze pro dopravní hluk vypočítat ze vztahu:

$$\% \text{HSD} = 20,8 - 1,05 \cdot L_n + 0,01486 \cdot L_n^2 \quad (4)$$

Pro jiné zdroje hluku však není doposud zcela jasný vztah mezi intenzitou hluku z takového zdroje a zdravotními dopady. Obecně se však uvádí, že snížená kvalita spánku má negativní vliv na celkovou kvalitu života, neboť snižuje i denní pohodu obyvatel. S využitím závěrů epidemiologických a experimentálních studií, můžeme vztah mezi dlouhodobou expozicí nočním hlukem, zejména dopravním a jeho vlivem na zdraví shrnout následovně:

- Do úrovně 30 dB nejsou obvykle pozorovány žádné účinky na spánek, kromě mírného nárůstu v četnosti pohybů těla během spánku.
- Doposud také neexistuje dostatek důkazů, že biologické účinky pozorované na úrovni pod 40 dB L_n jsou zdraví škodlivé. Nicméně na úrovni nad 40 dB L_n jsou již pozorovány nepříznivé zdravotní účinky, jako je individuální pocit poruch spánku, nespavost, zvýšené používání léků proti nespavosti a sedativ. Hodnota L_n 42 dB je považována za prahovou hodnotu pro rušení spánku. Hodnota L_n 40 dB je tak považována na nejnižší/prahovou hodnotu pozorovaného nepříznivého zdravotního účinku (LOAEL) pro noční hluk.
- Při expozici **větší než 50 dB** je expozice považována za stále více nebezpečnou pro veřejné zdraví, neboť již značná část populace je hlukem silně obtěžována a má narušený spánek. Zvyšuje se riziko kardiovaskulárních onemocnění.

4.3.3 Kardiovaskulární onemocnění

Vedle subjektivně deklarovaných psychosociálních efektů jako je obtěžování hlukem, je dlouhodobá expozice chronickému hlukovému stresu podle epidemiologických studií objektivně asociována se zvýšením rizika kardiovaskulárních chorob. Akutní hluková expozice aktivuje autonomní a hormonální systém a vede k přechodným změnám, jako je zvýšení krevního tlaku, tepu a vasokonstrikce. Po dlouhodobé expozici se u citlivých jedinců z exponované populace mohou vyvinout trvalé účinky, jako je hypertenze a ischemická choroba srdeční. Tyto účinky jsou spojovány s poměrně vysokými celodenními hladinami hluku a zejména jsou rizikem z expozice dopravním hlukem.

Všeobecným závěrem WHO je, že kardiovaskulární účinky jsou spojeny s dlouhodobou expozicí ekvivalentní hladině dopravního hluku L_{dvn} vyšší než 60 dB, přičemž zvýšení relativního rizika ischemické srdeční choroby je asi 8% při zvýšení celodenní hladiny hluku L_{dvn} o 10 dB.

V tomto hodnocení jsou všechny modelované a měření hlukové hladiny podstatně nižší a proto se kvantifikací zdravotních rizik předčasného výskytu kardiovaskulárních chorob nebudeme v dalším zabývat.

4.4. Hlukové expozice v zájmové oblasti

Akustická studie „V418/818 – zdvojení vedení“ (EMPLA AG, září 2019) definovala z hlediska ochrany zdraví před hlukovými imisemi v trase posuzovaného vedení celkem 9 referenčních výpočetních bodů (RB) ve čtyřech obcích nebo jejich místních částech. Jejich seznam, spolu s vypočtenou hodnotou akustického tlaku pocházejícího z posuzovaného vedení zvn a dalšími údaji, je uveden v následující tabulce 4.2.

V roce 2020 byla dodatkem vypracována další akustická studie ((EMPLA AG, červenec 2020), která podrobně hodnotila hlukové poměry souběhu tří dvojitých vedení 400 kV a vedení 110 kV v katastru obce Machová. Hodnoty těchto hlukových expozic jsou uvedeny ve stejné tabulce 4.2 jako referenční body č. 10-14.

Tab.4.2 : Seznam chráněných venkovních prostor (ChVePS a ChVeP)

Číslo RB	Lokalita	Výška nad terénem (m)	Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,24}$ [dB]	Vzdálenost od osy vedení (m)
1	Sušice č. p. 114; rodinný dům	1,5	25,3	90
2	Sušice č. p. 89; objekt k bydlení	2,0	19,7	210
3	Podolí č. p. 79; rodinný dům	1,5	24,5	110
4	Beňov č. p. 218; rodinný dům	1,5	24,7	125
5	Hulín č. p. 1257; rodinný dům	3,5	24,4	85
6	Hulín č. p. 290; objekt k bydlení	1,5	27,3	35
7	Chrástřany, č. p. 43; rodinný dům	2,0	23,5	142
8	Záhlinice, č. p. 137; rodinný dům	1,5	23,3	160
9	Tlumačov, č. p. 467; rodinný dům	2,0	21,6	200
10	Machová č. p. 80, rodinný dům	1,5	20,8	430
11	Machová č. p. 93, rodinný dům	1,5	18,3	425
12	k. ú. Machová, p. č. 706, orná půda	3,0	20,6	345
13	k. ú. Machová, p. č. 703/1, orná půda	3,0	20,8	320
14	k. ú. Machová, p. č. 96/41, trvalý travní porost	3,0	18,5	435

Pro těchto 14 referenčních bodů byly vypočteny ekvivalentní hladiny akustického tlaku (A) z provozu posuzovaného vedení ve všech jeho souběžích v celé trase V418/818. Pro výpočty hluku byl použit program HLUK+, verze „12.03 profi12_uzemi“, který umožňuje výpočet hluku ve venkovním prostředí generovaného dopravními i průmyslovými zdroji hluku v území. Výpočty byly provedeny pro referenční body, které se nacházejí u nejbližšího hlukově chráněného venkovního prostoru staveb (ChVePS) tj. před fasádami těchto objektů směřované k trase posuzovaného vedení, případně na hranicích pozemku pro budoucí výstavbu objektů k bydlení. (ChVeP). Tónová složka nebyla měřením nikde prokázána.

V tabulce 4.2 jsou pro tyto referenční body uvedeny vypočtené hodnoty akustického tlaku pro výšku 1,5-3,5 metrů nad terénem. Tato výška zohledňuje standardní výšku přízemí nebo 1. podlaží obytných objektů. Hluková expozice pocházející z budoucího provozu posuzovaných přenosových sítí, (sloupec $L_{Aeq,T}$) má vzhledem k jejich nepřetržitému provozu celodenní stejnou hodnotu.

Ve dnech 21.8. a 23.8.2019 bylo provedeno u identifikovaných referenčních bodů situovaných nejbližší k posuzovanému záměru, akreditované měření hluku pozadí v denní a noční době, charakterizující současnou hlukovou situaci v těchto lokalitách. V rámci posouzení hlukových expozic v lokalitě Machová bylo ve dnech 22.4. a 23.4.2020 změřeno v blízkosti RB 12 hlukové pozadí, jehož hodnoty tvořené vzdáleným dopravním a jiným pozadovým hlukem lze ztotožnit i pro další referenční body v této lokalitě.

Hodnoty hlukových pozadí můžeme porovnat s hodnotami, které byly autorem obou akustických studií vypočteny jako hodnoty hlukových emisí z posuzovaného vedení zvn a tak porovnat vzájemný odstup v denním a nočním čase. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce 4.3.

4.3. : Hodnoty hlukových expozic u objektů se změřeným hlukovým pozadím

RB	$L_{Aeq,d}$	$L_{Aeq,n}$	vyp. hodnota $L_{Aeq,24}^*$	odstup $L_{Aeq,d} - L_{Aeq,24}$	odstup $L_{Aeq,n} - L_{Aeq,24}$
	hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku A [dB]				
1	32,6	29,7	25,3	7,3	4,4
2	30,1	28,7	19,7	10,4	9,0
3	31,2	25,2	24,5	6,7	0,7
4	38,1	33,7	24,7	13,4	9,0
5	55,3	37,7	24,4	30,9	13,3
6	57,5	37,2	27,3	30,2	9,9
7	52,2	35,7	23,5	28,7	12,2
8	48,1	34,1	23,3	24,8	10,8
9	42,1	34,6	21,6	20,5	13,0
10	35,8	24,7	20,8	14,9	3,8
11			18,3	17,4	6,3
12			20,6	14,8	3,7
13			20,8	14,5	3,4
14			18,5	17,4	6,3

* imise z posuzovaného záměru včetně jeho souběhů s jinými vedeními zvn

Ze vzájemného odstupu hlukových hladin pozadí v denní a noční době a hlukové expozice pocházející z posuzované trasy lze vyhodnotit, která z dílčích hlukových expozic je pro lokalitu určující a tedy posoudit i význam hluku pocházejícího z vedení zvn V418/818. Pro odstupy denního hluku a hluku z posuzovaného vedení je téměř ve všech referenčních bodech dosahováno pro hluk pozadí hodnot o 10 dB vyšších, což znamená, že v takové lokalitě je dominantním hlukem již existující hluk pozadí. Je jím obvykle hluk z blízké i vzdálenější dopravy na přilehlých komunikacích. V noční době, díky relativně velice nízkým hlukovým pozadím, jsou odstupy ve většině RB na úrovni 5- 10 dB, která rovněž indikuje dominanci hlukového pozadí.

Protože prakticky ve všech případech jde o okraje obcí s existujícími místními komunikacemi s malou četností projíždějících vozidel, jsou odstupy pro noční hlukové hladiny přece jen podstatně nižší. Pouze v referenčním bodě č. 3 - rodinný dům Podolí č. p. 79, je odstup hluku pozadí od hluku soustavy V418/818 již tak nízký (0,7 dB), že hluk ze soustavy V418/818 vzhledem k jeho setrvalé hodnotě by mohl být v noční době dominujícím hlukem v lokalitě.

Je však nutné si uvědomit, že stacionární hluk pocházející z vedení zvn bude nabývat těchto modelem vypočtených hodnot pouze při souběhu hlukových jevů koróny mezi stožáry a sršení u stožáru. Dá se však oprávněně předpokládat, že tato situace je sice možná, ale pravděpodobně nepříliš častá. Hodnoty $L_{Aeq,24}$ v těchto referenčních bodech jsou tedy výsledkem výpočtů provedených pro extrémní klimatické podmínky odpovídající vzniku těchto akustických jevů a vypočtené výsledky jsou odhadem horních hodnot reálné skutečnosti. Z výše uvedeného vyplývá, že i v tomto případě je možné očekávat daleko častější překrývání hluku vedení zvn hlukem pozadí i v této lokalitě.

Kvantifikace zdravotních rizik z těchto naměřených či modelovaných hlukových hodnot je předmětem následující kapitoly.

5. Charakterizace zdravotního rizika expozice hlukem

Nejprve provedeme popis a kvalitativní odhad možného zdravotního rizika samotného záměru. Vycházíme z dat hlukových expozic modelovaných v hlukové studii pro denní a noční hlukovou expozici z provozu posuzovaného vedení zvn, uvedených souhrnně v tabulce 4.2 a poté provedeme odhad případného zdravotního rizika z celkové celodenní hlukové expozice v definovaných lokalitách charakterizovaných jako referenční body v trase V418/818.

Zdravotní význam totiž může mít pouze celková intenzita denní a noční hlukové expozice ze všech zdrojů hluku, které jsou v dané lokalitě přítomny. Pro vyhodnocení rizika celkové hlukové expozice potřebujeme tedy znát hodnoty celkové denní a noční hlukové expozice působící v daném referenčním bodě. Dále je nutné definovat charakter hluku v dané lokalitě, tedy zda je reálný předpoklad, že dominantním hlukem je hluk stacionární, pocházející z vedení zvn nebo hluk dopravní z okolních komunikací. Pro tyto dva typy hlukové zátěže lze kvantifikována zdravotní rizika dosažením do rovnice (3) s použitím příslušných koeficientů z tab.4.1.

Kvantifikaci odhadu reálného rizika však získáme pouze pro ty hodnoty hlukového deskriptoru L_{dvn} , které překračují prahové hodnoty celodenní hlukové expozice ($L_{dvn} = 45$ dB pro dopravní zdroje hluku a $L_{dvn} = 35$ dB pro stacionární zdroje hluku). Hodnoty podílů hlukem silně obtěžovaných osob nad 10% a nad 3% silně ve spánku rušených osob, pak můžeme považovat za důvod pro vznik zdravotního rizika. Až do výše $L_{dvn} > 55$ dB však taková expozice není příčinou závažnějších, například kardiovaskulárních onemocnění.

Vzhledem k vypočteným hodnotám hlukových expozic v referenčních bodech a jejich okolí budeme kvantifikovat pouze podíly osob silně obtěžovaných celodenním hlukem, případně osob, jimž je silně rušen spánek.

5.1. Kvalitativní vyhodnocení rizika hlukové expozice dvojitého vedení 400 kV v trase V418/818

Akustická studie uvádí výsledky modelování hlukové expozice před fasádami nejvíce exponovaných obydlí, případně na hranicích pozemků budoucí zástavby, hlukovými imisemi z posuzovaného vedení. Hodnoty celodenní hlukové expozice pocházející pouze z provozu soustavy v dané lokalitě, jsou uvedeny pro všechny referenční body v tab. 4.2. Celodenní hluk vyjádřený jako $L_{Aeq,24h}$ lze v okolí definovaných referenčních bodů očekávat v maximálních mezích 18,3-27,3 dB. Tedy žádný RB není vystaven celodennímu hluku z posuzovaného vedení ve všech jeho souběžích na trase V418/818 vyššímu než 35 dB, jenž je prahovou hodnotou pro rušení spánku, případně počáteční hodnotou pro výpočet podílů celodenním hlukem obtěžovaných osob ze stacionárních zdrojů hluku.

Lze tedy konstatovat, že hluková expozice pocházející pouze z provozu vedení zvn V418/818, případně i v jeho souběžích s dalšími vedeními, nemůže být (podle současných odborných úvah) příčinou zdravotních rizik z hlukového obtěžování celodenním hlukem, případně z rušení spánku tímto hlukem exponovaných osob.

5.2. Kvantitativní vyhodnocení rizika hlukové expozice v lokalitách podél trasy V418/818

V předešlé kapitole bylo konstatováno, že hluková expozice samotného vedení V418/818 neznamená prakticky žádné kvantifikovatelné zdravotní riziko. Nicméně hluk ze soustavy není jediným hlukem v lokalitě. Pro 14 referenčních bodů, ve kterých byly změřeny i hlukové hodnoty akustického tlaku A pozadí, je tedy možné vypočítat podíly celkovou hlukovou expozicí obtěžovaných, případně ve spánku rušených osob.

Jak již bylo v teoretické části uvedeno, je jedním z aspektů zdravotního rizika expozice hlukem individuální pocit silného obtěžování. V souladu s obecně přijímaným stanoviskem není obtěžování celodenní hlukovou expozicí považováno za přímé zdravotní riziko, ale odhady pro silné obtěžování pro celodenní hlukovou expozici vyjádřenou deskriptorem $L_{dvn} > 35-45$ dB již indikují u určité skupiny obyvatel citlivých na hluk možný počátek jejich zdravotních obtíží.

Výsledky pro denní a noční hluk pozadí a hlukové imise z posuzované trasy vedení zvn ve všech referenčních bodech, jsou uvedeny v tabulce 5.1. V této tabulce je uvedena hodnota akustického tlaku A(dB) vypočtená pro celkový budoucí denní a noční hluk v lokalitě, tedy se zahrnutím hluku posuzované soustavy V418/818 a hluku změřeného pozadí. Protože pro výpočet potřebného deskriptoru L_{dvn} nemáme k dispozici hodnotu odpoledního hluku, byla pro výpočet podle rovnice (1) dosazena hodnota platná pro denní hluk. Tím může být výsledná hodnota poněkud nadsazená, ale na celkové hodnotě tohoto deskriptoru se odpolední hluk podílí jen zanedbatelnou měrou.

Pro výpočet podílu silně obtěžovaných osob použijeme logistickou funkci uvedenou jako vztah (3) v teoretické části této studie s hodnotami konstant s a f pro dopravní hluk, který je hlukem v lokalitách dominujícím. Pro lokality, jejichž hlukové pozadí je alespoň pro noční hluk srovnatelné do hodnoty ± 4 dB s hlukem šířícím se z vedení zvn, je výpočet těchto podílů proveden pro stacionární hluk, jenž je poněkud přísněji hodnocen než hluk dopravní.

V posledních dvou sloupcích tab. 5.1 jsou uvedeny hodnoty celodenní hlukové expozice L_{dvn} (dB) v daném referenčním bodě a podíly celodenním hlukem silně obtěžovaných osob (%HA).

Tab. 5.1 : Výpočet podílů hlukem obtěžovaných osob (HA%) v RB podél trasy V418/818

RB	$L_{Aeq,d}$	$L_{Aeq,n}$	$L_{Aeq,24}$	$L_{Aeq,d} + L_{Aeq,24}$	$L_{Aeq,n} + L_{Aeq,24}$	L_{dvn}	HA
	Hodnoty akustického tlaku A (dB)						%
1	32,6	29,7	25,8	33,4	31,2	38,2	< 1,5
2	30,1	28,7	21,7	30,7	29,5	36,2	< 1,5
3	31,2	25,2	25,2	32,2	28,2	35,9	< 1,5*
4	38,1	33,7	25,6	38,3	34,3	42,0	< 1,5
5	55,3	37,7	25,8	55,3	38,0	55,7	6,1
6	57,5	37,2	28,3	57,5	37,7	57,8	7,7
7	52,2	35,7	24,1	52,2	36,0	52,6	4,4
8	48,1	34,1	23,7	48,1	34,5	48,8	< 3
9	42,1	34,6	22,6	42,1	34,9	44,3	2,9
10	35,8	24,7	20,8	35,9	26,2	36,2	< 1,5
11	35,8	24,7	18,3	35,9	25,6	36,0	< 1,5

V418/818 – zdvojení vedení

RB	$L_{Aeq,d}$	$L_{Aeq,n}$	$L_{Aeq,24}$	$L_{Aeq,d} + L_{Aeq,24}$	$L_{Aeq,n} + L_{Aeq,24}$	L_{dvn}	HA
	Hodnoty akustického tlaku A (dB)						%
12	35,8	24,7	20,6	35,9	26,1	36,2	< 1,5
13	35,8	24,7	20,8	35,9	26,2	36,2	< 1,5
14	35,8	24,7	18,5	35,9	25,6	36,0	< 1,5

kde

$L_{Aeq,d}$ je hodnota denního hlukového pozadí v dané lokalitě a $L_{Aeq,n}$ je hodnota hlukového pozadí v noční době

$L_{Aeq,24}$ je celodenní hluková imise z přenosové soustavy V418/818 v referenčním bodě

* hodnoty HA jsou počítány pro možný dominantní stacionární hluk v lokalitě

Z tabulky je zřejmé, že hlukovou expozicí jsou ve všech lokalitách silně obtěžováni pouze zanedbatelně nízké podíly exponovaných osob. Nejvyšší hodnotou cca 7 % disponují lokality v referenčních bodech č.5 a 6, tedy rodinné domy ve městě Hulín, které sice leží relativně blízko posuzovanému vedení (85 resp.35 metrů od jeho osy), nicméně dopravní hluk je v lokalitě tak silný, že i zde tvoří jeho dominantu a je tak samotný důvodem zvýšeného podílu jím silně obtěžovaných osob.

Vypočtené podíly celodenním hlukem obtěžovaných osob se pro naprostou většinu referenčních bodů pohybují kolem spodní kvantifikovatelné hranice 1,5%, tvořené hodnotami L_{dvn} do 40 dB pro stacionární zdroje hluku a cca 43 dB pro dopravní hluk. Je tedy i v těchto lokalitách riziko takové hlukové expozice zcela zanedbatelné. To platí i pro rodinné domky v Hulíně, když podíl zde silně obtěžovaných osob je díky vysokému podílu dopravního hluku sice významnější, ale ani zde nepřesahuje hodnotu 10%, která je považována za již symptomatickou ke vzniku jistých zdravotních rizik.

Podobně lze kvantifikovat i míru rušení spánku nočním hlukem. S použitím celkových hodnot pro noční hluk v příslušném referenčním bodě a rovnice (4) teoreticky můžeme vypočítat podíl silně hlukem ve spánku rušených osob. Noční hlukové imise jsou však ve všech referenčních bodech tak nízké, že pro naprostou většinu referenčních bodů nelze podíly ve spánku silně rušených osob matematicky vyhodnotit (pro hodnoty $L_n < 38$ dB již nelze výpočet pomocí rovnice (4) provést s rozumným výsledkem).

Situaci hlukové expozice z hlediska závažnosti zdravotního rizika lze v těchto lokalitách považovat za zcela nevýznamnou a tedy z hlediska ochrany veřejného zdraví za akceptovatelnou.

5.3 Odhad zdravotních rizik ze stavebních prací

Nedílnou součástí posuzovaného záměru jsou i stavební práce, které budou prováděny ve stavebně oddělených etapách. Ty se dělí do dalších technologických fází. Jsou to výkopy základů, betonáž patek, výstavba nových stožárů, tažení nových vodičů a následující terénní úpravy, což reprezentuje práce v lokalitě rozložené do cca 8-10 dnů. Harmonogram prací předpokládá trvání pracovního dne v délce 14 hodin (07.00-21.00h). Pro něj je akceptovatelná hluková expozice dána legislativní hodnotou pro hluk ze stavební činnosti $L_{Aeq,14h} = 65$ dB ve smyslu Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Pro hluk z bouracích a stavebních prací byly v hlukových studiích EMPLA AG vypočteny hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,14h}$ (dB) ve stejných referenčních bodech tvořících hlukem nejvíce exponované objekty v obcích podél posuzované trasy. Hodnocení případného zdravotního rizika

V418/818 – zdvojení vedení

stavebním hlukem pak můžeme provést pro referenční body, ke kterým známe hodnoty pozadového denního a nočního hluku.

Popisy těchto referenčních bodů jsou uvedeny v tab. 4.2. V tabulce 5.2. jsou uvedeny potřebné hodnoty pro výpočet celodenního hlukového deskriptoru L_{dvn} (dB) pro období likvidování stávajícího vedení a výstavby vedení nového. Vzhledem k tomu, že můžeme předpokládat, že dominujícím hlukem při výstavbě bude převážně stacionární hluk z různých bouracích a stavebních prací, byla pro výpočet použita rovnice (3) uvedená v kap. 4.3.1. s koeficienty pro sezónní průmyslový hluk.

Hluková studie z roku 2019 detailně hodnotila pro referenční bod č.1 všechny dílčí hlukové expozice spojené se stavebními a montážními pracemi při obnově vedení. V tomto hodnocení bylo konstatováno, že maximálních hodnot dosahuje hluková imise při realizaci výkopových prací. Pro výpočty v tabulce 5.2. jsou tedy pro všechny RB použity hodnoty hlukových imisí pocházejících z výkopových prací a je tedy zřejmé, že celkový výpočet podílů hlukem silně obtěžovaných osob vyvolaný stavebními pracemi bude tímto postupem poněkud nadhodnocen.

Tab.5.2: Hodnoty akustického tlaku ze stavebních prací v dotčených lokalitách V418/818 a výpočet podílů stacionárním hlukem obtěžovaných osob

RB	$L_{Aeq,14h}$ max.	$L_{Aeq,d}$ pozadí	$L_{Aeq,14h} +$ $L_{Aeq,d}$	$L_{Aeq,n}$	L_{dvn}	HA
	Hodnoty akustického tlaku A (dB)					%
1	50,2	32,6	50,3	29,7	50,5	< 1,5
2	44,2	30,1	44,4	28,7	44,9	< 1,5
3	45,9	31,2	46,0	25,2	46,2	< 1,5
4	46,0	38,1	46,7	33,7	47,5	< 1,5
5	44,8	55,3	56,2	37,7	56,5	6,7*
6	48,8	57,5	58,0	37,2	58,2	8,0*
7	42,3	52,2	52,6	35,7	53,0	4,6*
8	40,0	48,1	48,7	34,1	49,3	3,0*
9	51,1	42,1	51,6	34,6	52,0	< 1,5
10	44,5	35,8	45,0	24,7	44,8	< 1,5
11	42,0	35,8	42,9	24,7	43,2	< 1,5
12	45,0	35,8	45,5	24,7	45,7	< 1,5
13	45,3	35,8	45,8	24,7	46,0	< 1,5
14	42,6	35,8	43,4	24,7	43,7	< 1,5

$L_{Aeq,14h}$ max. - hodnota ekvivalentní hladiny akustického tlaku A z bouracích prací

* hodnoty počítány pro dominantní dopravní hluk v lokalitě

Při kvalitativním hodnocení výsledků obě hlukové studie konstatovaly, že ve všech referenčních bodech je hodnota $L_{Aeq,14h}$ nižší než je hygienickým limitem povolená hodnota 65 dB. Pro výpočet celkové hlukové hladiny dopadajícího hluku na obývané objekty, kterou potřebujeme pro hodnocení potenciálního rizika obtěžování, je v tabulce vypočten součtový hluk ze stavebních prací a hluk existujícího pozadí v denní době ($L_{Aeq,14h} + L_{Aeq,d}$). V noční době se nepředpokládá provádění těchto prací, proto je hodnota nočního hluku rovna pouze hluku pozadí.

Z hodnot celkového denního a nočního hluku můžeme obvyklým postupem vypočítat hodnoty deskriptoru L_{dvn} pro všechny RB. Výsledné hodnoty jsou poměrně vysoké (zasahují převážně do pásma 50-60 dB) a je tedy žádoucí odhadnout míru obtěžování, kterému mohou být takto exponovaní obyvatelé některých lokalit, byť krátkodobě, vystaveni. Z výsledků uvedených v posledním sloupci tabulky vidíme, že podíly tímto hlukem o silně obtěžovaných osob leží v pásmu < 1,5-8,0 %. Pro naprostou většinu referenčních bodů jsou celodenní hlukové expozice i s podílem hluku ze stavebních prací tak nízké, že jejich riziko by nemělo vyvolávat prakticky žádné měřitelné obtěžování. Výjimku tvoří pouze hodnoty v RB 5-8, tedy v lokalitách v městě Hulín a jeho částech Chrást'any a Záhlinice, kde jsou úrovně hluku pozadí tak vysoké, že již samy tvoří podstatnou část hlukové expozice a jsou pro tyto lokality hlukem dominujícím i při realizaci stavebních prací (viz tab. 5.2). Nicméně i v těchto lokalitách je riziko silného obtěžování nižší než 10% a tedy i za těchto okolností je toto riziko ještě akceptovatelné.

Pro všechny lokality je potřeba uvést, že hlukové expozice budou trvat pouze omezenou dobu nepřevyšující pravděpodobně dva týdny v daném roce a navíc jsou to nejvyšší odhady skutečnosti, protože ostatní bourací a stavební práce jsou realizovány s nižší hlukovou zátěží.

Nicméně i přes tyto nevýrazné hlukové expozice bude vhodné alespoň osoby v exponovaných lokalitách o situaci informovat a na tento postup prací je připravit.

6. Nejistoty hodnocení zdravotních rizik

V rámci objektivitu hodnocení zdravotních rizik je nezbytné vyjádřit i nejistoty vztahující se k jednotlivým bodům hodnocení. Postup hodnocení rizik představuje vždy jistá zjednodušení, která se promítají jak do výběru sledovaných škodlivin a do odhadu a modelování jejich expozice, tak i do snahy co nejdříve definovat jejich vztah dávky a účinku. Z tohoto důvodu je nutné chápat výsledné riziko jen jako **nejpravděpodobnější odhad skutečné situace**.

Vztah dávka-účinek

Biologické účinky neionizujícího záření závisí nejen na energetické úrovni a charakteru EM pole uvnitř organismu, ale také na biologických vlastnostech (schopnosti absorpce) ozařovaného organismu (hlava, oko, končetiny). Zjišťování těchto vnitřních parametrů bývá v praxi dosti obtížné a výpočty jsou nahrazovány modely, které jsou platné pro „standardní lidské tělo“. To může být značně odlišné od posuzované skutečnosti, proto jsou hodnoty limitů korigovány bezpečnostními koeficienty.

Vztah dávka-účinek pro expozici EM polem se vyznačuje tím, že pro jejich účinky existuje práh (odpovídající přirozené odolnosti člověka), pod nímž se nepříznivé působení na zdraví již neprojevuje. Na tomto principu jsou také stanoveny referenční hodnoty, které mohou být poněkud odlišné od reálné hodnoty platné pro danou osobu.

Hodnoty vztahu dávky a účinku pro hlukové expozice jsou počítány s využitím statistických funkcí, které byly odvozeny na základě šetření velkého počtu evropských obyvatel. Jsou to tudíž průměrné hodnoty vztahu expozice a jejího účinku, které nemusí přesně odpovídat reakcím expozicí dotčených obyvatel hodnocených lokalit.

Expozice

Model výpočtu předpokládané zátěže EM polem uvažuje s nejvyšším možným proudovým zatížením přenosové soustavy a nejnepříznivějším nastavením fázových vodičů s expozicí hlavy jako vysoce citlivé části lidského organismu. Reálná expozice osob EMF tak bude vždy nižší, než počítá model. Skutečná hluková expozice je poplatná dosažené přesnosti modelového výpočtu hladin akustického tlaku A , jenž

se pohybuje v mezích cca ± 2 dB. Za těchto podmínek jsou počítány příslušné hlukové deskriptory. Výpočet ekvivalentních hladin akustického tlaku A v chráněném venkovním prostoru staveb je provedený počítačovým programem Hluk+ jako matematický model, který se od skutečnosti může poněkud lišit.

Pro modelování hlukové zátěže po realizaci posuzovaného záměru byl použit maximální hlukový projev přenosové soustavy, jímž je souběh koróny a sršení mezi stožáry. Tento stav může nastat pouze v případě výrazně nepříznivých meteorologických podmínek. Jejich četnost a délku trvání neznáme a proto je použití těchto modelových hodnot hlukové expozice pravděpodobně zatíženo značným nadhodnocením tohoto rizika. Pro hodnocení rizika z expozice stavebních prací byly použity hlukové hodnoty nejvíce hlučných činností, jimiž jsou bourací práce při odstraňování současného vedení zvn. To znamená, že vypočtené hodnoty celkové denní hlukové expozice jsou nejvyšším odhadem skutečnosti.

Kvantifikace a hodnocení zdravotního rizika

K zajištění ochrany veřejného zdraví před účinky neionizujícího záření plně postačuje dodržení odstupové vzdálenosti daného nadzemního vedení zvn od místa možného pobytu osob. Požadovaná dostatečná stranová vzdálenost nadzemního vedení zvn je zajištěna jeho ochranným pásmem (podle zákona č. 458/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů). K případnému pobytu osob přímo v prostoru ochranného pásma lze konstatovat, že standardní stavby nadzemních vedení pro přenos elektrické energie jsou řešeny tak, aby minimální výška fázových vodičů nadzemního vedení nad terénem splňovala podmínku pro dodržení NPH expozice osob neionizujícím zářením (podle NV č.291/2015 Sb. ve znění pozdějších předpisů) v jakémkoli místě možného pobytu ostatních osob.

Kvantifikace hlukové expozice posuzovaného zdroje stacionárního hluku (soustava 2x400 kV v částech trasy se souběžnými vedením zvn 400 kV a vvn o napětí 220 a 110 kV) byla cíleně prováděna pro nejvíce hlukem exponované objekty s vědomím, že v ostatních posuzovaných částech dotčené lokality bude akustická situace vždy příznivější.

7 Závěrečné shrnutí

Základním předpokladem k realizaci záměru „V418/818 zdvojení vedení“ mezi trafostanicí TR Prosenice, resp. od lomového bodu R1 do TR Otrokovice, je dodržení všech hygienických hodnot definujících požadavky na minimalizaci případných zdravotních rizik z expozice elektromagnetickým polem a hlukovými emisemi z posuzovaného vedení. Záměr se nachází na území Olomouckého a Zlínského kraje a dotýká se 23 obcí. Zdvojené vedení je označeno jako V418/818, jeho celková délka je cca 37 km.

Zpracovatel studie vlivu záření NIZ řešil šest konfigurací pro vedení trasy V418/818 s použitím stožárů Dunaj pro vedení 400 kV a souběhy s dalším vedením 400kV a vedeními 110 kV a 220 kV na stožárech Soudek. Lze konstatovat, že z hlediska zajištění dostatečné ochrany obyvatel před neionizujícím zářením stačí dodržení odstupové vzdálenosti pro místa možného trvalého pobytu osob, čili dodržení ochranných pásem (podle zákona č. 458/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů). Uposuzovaného záměru se v trase vedení nepředpokládá trvalý pobyt osob v ochranném pásmu vyjma jednoho objektu v lokalitě Hulín, určeného pro rekreační pobyt. Lze však konstatovat, že i v tomto elektromagnetickým polem potenciálně ohroženém bodu je při dodržení minimální projektované výšky spodních fázových vodičů 12,5 m zajištěno splnění hygienického limitu pro nejvyšší přípustnou hodnotu modifikované intenzity elektrického pole E_{mod} a to s dostatečnou rezervou.

V418/818 – zdvojení vedení

V celé trase posuzovaného vedení tedy nedochází k překročení hygienického limitu při trvalém pobytu osob (**jsou dodrženy NPH - E_{mod} expozice osob podle NV č. 291/2015 Sb.**). Dodržení stanovené nejmenší výše spodních fázových vodičů nad terénem v posuzované trase v hodnotě 12,5 m dovoluje konstatovat, že budou dodrženy podmínky pro ochranu veřejného zdraví a realizací záměru nedojde k neakceptovatelnému navýšení zdravotního rizika ani u osob přechodně se vyskytujících v ochranném pásmu vedení zvn. Toto konstatování je relevantní pro všechny posuzované expoziční scénáře, tedy jak pro samostatné vedení 2x400 kV, tak i pro různé souběhy s již existujícími vedeními v některých částech trasy posuzovaného záměru.

Pro 14 objektů v obcích Sušice, Podolí, Beňov, Hulín (včetně jeho dvou katastrálních území Chrást'any u Hulína a Záhlinice) a Machová, nacházejících se v malé vzdálenosti od posuzovaného vedení, byly autorem akustických studií EMPLA AG, s.r.o., (září 2019 a červenec 2020), vyhodnoceny hlukové expozice z provozu posuzované soustavy zvn a změřeny současné hladiny denního a nočního hluku a modelovány hlukové expozice ze stavebního hluku spojeného s bouráním starého vedení 400 kV a výstavby nového zdvojeného vedení 2x400 kV V418/818.

Zdravotní riziko celodenní hlukové expozice vyvolané pouze provozem V418/818 je velmi nízké, prakticky neměřitelné. Hluková zátěž vlastní přenosové soustavy (včetně doprovodných vedení) se pohybuje v pásmu celodenního hluku 18,3-27,3 dB. Tedy žádný RB/objekt k bydlení nebo ChVeP není vystaven celodennímu hluku vyššímu než 35 dB, jenž je prahovou hodnotou pro rušení spánku, případně počáteční hodnotou pro výpočet podílů celodenním hlukem obtěžovaných osob ze stacionárních zdrojů hluku.

Vzhledem k tomu, že navíc dominantním hlukem je ve většině lokalit již hluk současného pozadí (nejčastěji vzdálený dopravní hluk), nelze považovat hluk z posuzované přenosové soustavy za hluk, který by se jakkoliv podílel na potenciálních zdravotních rizicích exponovaných obyvatel z hlukové expozice pocházející z posuzovaného vedení.

V trase posuzovaného vedení existují 1-2 RB v dopravně velice klidných lokalitách na okrajích malých obcí, ve kterých mohou být hlukové imise z přenosové soustavy podobné jako je již současný hluk pozadí. V těchto bodech tak zejména v noční době mohou nastávat situace, ve kterých by bylo možné hluk ze soustavy V418/818 za určitých zejména meteorologických podmínek odlišit od hluku pozadí. Je však nutné si uvědomit, že stacionární hluk pocházející z vedení zvn bude nabývat těchto modelem vypočtených hodnot pouze při souběhu hlukových jevů koróny mezi stožáry a sršení u stožáru a dá se oprávněně předpokládat, že tato situace je sice možná, ale pravděpodobně zřídka.

V této souvislosti je však důležitý závěr, že v noční době bude i po realizaci posuzovaného záměru hluková expozice pocházející z posuzovaného vedení i ve všech souběžích v trase V418/818 nižší, než je prahová hodnota LOAEL pro noční hluk L_n 40 dB a hluk pocházející z vedení tak nemůže být zdrojem potenciálních zdravotních rizik vyvolaných rušením spánku.

Hluk ze stavebních prací v referenčních bodech dosahuje hodnot v pásmu $L_{Aeq,14h}$ 43-58 dB. Tomu odpovídají prakticky zanedbatelné podíly celodenním hlukem silně obtěžovaných osob vyjma lokalit a referenčními body 5-8 ve městě Hulín a jeho dvou místních částech, kde hodnoty silně obtěžovaných osob dosahují jednotek procent. V těchto RB je ovšem za tyto hodnoty odpovědný již nyní existující dopravní hluk. U všech dalších referenčních bodů to jsou potom pouze hodnoty tak nízké, že prakticky nedovolují kvantifikovat podíl takovým hlukem silně obtěžovaných osob.

Nicméně nejméně s obyvateli lokalit, jejichž celodenní hluková expozice bude v době trvání bouracích a stavebních prací dosahovat hodnot překračujících 50 dB (což jsou lokality ve vzdálenosti do cca 100 m

V418/818 – zdvojení vedení

od osy vedení, lze doporučit situaci projednat již před zahájením stavby, aby se eliminovaly jejich případné pocity určitého hlukového diskomfortu.

Ve všech dalších lokalitách nacházejících se ve větších vzdálenostech od trasy vedení (to jsou všechny další části obcí, či případně katastry dalších obcí nacházejících se podél trasy posuzovaného vedení), je jejich vzdálenost již natolik velká, že jakýkoliv vliv elektromagnetického pole a hluku z posuzovaného záměru je možno vyloučit.

Pro uvedené determinanty můžeme konstatovat, že mohou obecně působit na zdraví obyvatel přímo i nepřímo (mj. obavami nepoučených osob nebo emočním stresem). Problémy spojené s determinanty, lze řešit převážně před (preventivně - odborným poučením dotčených obyvatel o riziku neionizujícího záření) nebo v průběhu realizace záměru (hluk ze stavební činnosti) kontrolními měřeními.

Tab. 7.1 : Zdravotní determinanty posuzovaného záměru

Determinanty	Zdravotní rizika	Působení	Doporučení
NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ	Pro posuzovaná vedení zvn nevýznamná	- přímé; - nepřímé	- dodržení ochranných pásem; - odpovídající přizpůsobení výšky stožárů při zabezpečení minimální výšky spodních fázových vodičů 12,5m nad terénem;
HLUK a) z provozu nadzemního vedení zvn	v RB nevýznamná, v dalších obcích žádné	- přímé; - nepřímé	- nejsou potřeba; - případné kontrolní měření dle potřeby;
HLUK c) ze stavební činnosti	Málo významná	- přímé; - nepřímé	v „citlivých RB“, dodržet noční klid při výstavbě vedení - doporučuje se projednání s potenciálně byť mírně exponovanými osobami v lokalitách, v nichž jsou v ChVePS hodnoty pro stavební hluk $L_{Aeq, 14h} > 50$ dB;

Závěrem můžeme konstatovat, že se jedná o **standardní liniovou stavbu technické infrastruktury pro přenos elektrické energie**, jejíž vyvolaná případná zdravotní rizika jsou při dodržení daných podmínek:

- a) při realizaci stavebních a rekonstrukčních prací a dodržení všech organizačních podmínek **málo významná**,
- b) při budoucím provozu zvn V418/818 jsou rizika expozice EM polem a hlukem z této soustavy **nevýznamná**.

8 Použité podklady

1. Oznámení záměru dle § 6 a přílohy č. 3 zákona č. 100/2001 Sb., ČEPS Invest a.s. ;
2. Celková situace - trasa a lokalizace posuzovaného záměru, ČEPS Invest, a.s. ;
3. Specifikace a rozsah poptávky – Posouzení vlivů na veřejné zdraví pro zajištění zpracování dokumentace EIA akce „V418/818 – zdvojení vedení“ , ČEPS Invest, a.s. únor 2019;
4. Akustická studie „V418/818 – zdvojení vedení“, EMPLA AG, spol. s r.o., H. Králové, září 2019;
5. Akustická studie „V418/818 – zdvojení vedení-Dodatek lokalita Machová“, EMPLA AG, spol. s r.o., H. Králové, červenec 2020;
6. Protokol o zkoušce F186/2019, EMPLA AG, spol. s r.o., H. Králové, srpen 2019;
7. Protokol o zkoušce F67/2020, EMPLA AG, spol. s r.o., H. Králové, květen 2020;
8. Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818), ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;
9. Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818) v souběhu s dvojitým vedením 220 kV tvaru Soudek, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;
10. Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818) v souběhu se dvěma dvojitými vedeními tvaru Dunaj, ČEPS Invest, a.s., červen 2020;
11. Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818) v souběhu s dvojitým vedením 110 kV tvaru Soudek, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;
12. Dvojitě vedení 400 kV tvaru Dunaj (V418/818) a dvojitě vedení 220 kV Donau v místě křížení u lokality Sušice, ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;
13. Objekty v ochranném pásmu dvojitěho vedení 400 kV Dunaj (V418/818), ČEPS Invest, a.s., červenec 2019;
14. Zákon 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví (ve znění pozdějších předpisů);
15. Metodický návod k postupu podle § 35 a §36 zákona 258/2000 Sb, o ochraně veřejného zdraví, v platném znění a NV č. 291/2015 Sb., k o ochraně zdraví před neionizujícím zářením, Věstním MZČR, částka 8, červenec 2017;
16. Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon);
17. Nařízení vlády č. 291/2015 Sb., o ochraně zdraví před neionizujícím zářením;
18. ČSN 33 2040 Ochrana před účinky elektromagnetického pole 50 Hz v pásmu vlivu zařízení elektrizační soustavy (leden 1993);
19. Hodnocení vlivů na zdraví (HIA) pro strategické hodnocení vlivů na životní prostředí Min. ŽP, MZ, SZÚ 2006
20. Preliminary Opinion on Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health, (SCENIHR, July 2006);
21. Metodický návod pro hodnocení hluku v chráněném venkovním prostoru staveb; Min. zdravotnictví – hlavní hygienik ČR, 1.11.2010;
22. Autorizační návod AN 15/4 verze 3 k hodnocení zdravotního rizika expozice hluku, SZÚ Praha, 2012;
23. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací;
24. Potužníková D., HellmuthT., Bednarčík P., Šušoliaková O., Fiala Z., Změna metodiky hodnocení hluku v chráněném venkovním prostoru staveb ve vztahu k hodnocení zdravotních rizik, Hygiena 57,149-153 (2012);
25. The “Genlyd” Noise Annoyance Model. Dose-Response Relationships Modelled by Logistic Functions, DELTA Danish Electronics, Light & Acoustics , AV 1102/07 (March 2007);
26. Night noise guidelines for Europe, WHO, Copenhagen 2009;
27. Burden of disease from environmental noise, WHO, Reg.office for Europe, Copenhagen, 2011;
28. Noise in Europe 2014, EEA Report No10/2014 Copenhagen 2014;
29. WHO regionální úřadovna pro Evropu „Environmental Noise Guidelines for the European Region“(2018).

