



Projekt financovaný:	Vedecká grantová agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied
Typ a číslo projektu:	VEGA 1/0796/21
Názov projektu:	Výskum akustických faktorov vozoviek a dynamického tlmenia koľajových dráh
Vedúci projektu:	doc. Ing. Ján Mandula, CSc.
Riešitelia projektu:	doc. Ing. Brigita Salaiová, CSc.; doc. Ing. Eva Panulinová, PhD.; doc. Ing. Slávka Harabinová, PhD.; Ing. Petr Orolin, PhD.; Ing. Jakub Bokomlaško
Doba riešenia projektu:	1.1.2021 – 31.12.2023

ANOTÁCIA

Projekt bol zameraný na teoreticko-experimentálnu analýzu vplyvu nových charakteristík pozemných komunikácií a koľajových dráh s cieľom ich následného využitia pre modelovanie hluku z dopravy, keďže tieto charakteristiky, ako vyplýva z našich poznatkov, sú významným faktorom, ovplyvňujúcim výsledné hladiny hluku. Vedecké prínosy projektu sa očakávajú z analýzy a následnej syntézy modelovania vzťahu vybraných dopravno-inžinierskych (intenzita, skladba dopravných prúdov a rýchlosť vozidiel) a technických charakteristík vozoviek (textúra povrchu vozoviek, tratí) a hluku ako aj dynamického tlmenia koľaje v interakcii s okolím. Z teórie je zrejmé, že akákoľvek zmena jednej charakteristiky spôsobí zmenu všetkých ostatných a teda vyvolá aj okamžitú zmenu hluku, preto definovanie miery ich príspevku do výslednej hladiny hluku bude mať významný prínos. Výsledky projektu prehĺbujú poznatky o modelovaní hluku pozemných komunikácií (PK) a koľajových dráh. Definované boli relevantné parametre, ktoré ovplyvňujú výsledné hladiny hluku a metodológie pre prevzatie postupov zo zahraničia a ich overenie pre podmienky SR.

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

V rámci riešenia projektu boli dosiahnuté nasledovné výsledky:

Kvantifikovanie dopravno-inžinierskych charakteristík pre rôzne typy pozemných komunikácií z celoštátnych sčítaní dopravy, u koľajových dráh kvantifikácia akusticko-dynamických parametrov trate. Na kvantifikovanie rozhodujúceho dopravného zaťaženia - dopravného toku pre rôzne typy pozemných komunikácií bol vytvorený dátový súbor intenzít dopravy pre požadované kategórie vozidiel na cestných komunikáciách, na ktorých prebieha celoštátne sčítanie dopravy. Relevantné údaje pre koľajové dráhy neboli dostupné. Celkovo bol získaný a analyzovaný súbor pre PK v extraviláne a intraviláne z CSD v r. 2015 (výsledky z posledného celoštátneho sčítania v r. 2020 nemohli byť použité z dôvodu pandémie COVID-19).

Realizácia experimentálnych meraní vybraných parametrov PK, dráh a hladín hluku. Pripravená bola metodika a uskutočnené doplňujúce merania, čím bol súbor výsledkov CSD doplnený o úseky špecifických typov ciest (súbehy s diaľnicou, miestne komunikácie s električkovou dopravou, miestne komunikácie funkčnej skupiny C, ktoré nie je možné získať z CSD).

Návrh alternatívnej, modifikovanej metodiky na merania útlmu koľaje (TDR) pri využití aparatúry B&K so softvérovým vybavením PULSE, ktorá prináša možnosť vysporiadať sa s nedostupnosťou hlavy koľajnice pre umiestnenie snímača v horizontálnom smere.

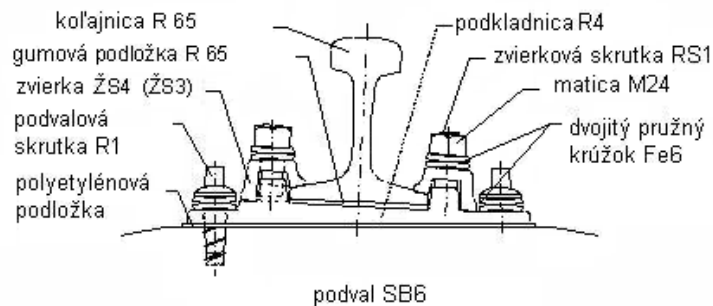
Návrh metodiky na meranie povrchových vlastností vozoviek PK, ich morfológie umožňuje naplnenie požiadaviek Directive/49/2002 EP a Smernice komisie (EÚ) 2015/996 - metodiky boli zamerané na meranie parametrov, ovplyvňujúcich valivý hluk na styku pneumatika-vozovka - drsnosť a nerovnosti.

Návrh metodiky na využitie nových technológií na detekciu deformácií, poškodenia asfaltového betónu ako krytu vozovky, ktoré spôsobujú degradáciu povrchu vozovky a ovplyvňujú jej akustické vlastnosti.

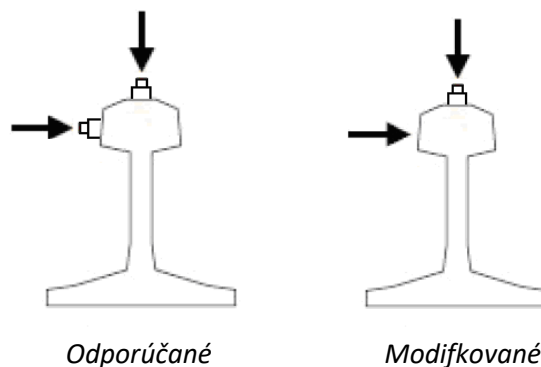
Odvodenie modelov na výpočet dopravnoinžinierskych charakteristík pre rôzne typy pozemných komunikácií. Odvodené boli **modely na stanovenie dopravného toku Q_m pre požadované kategórie vozidiel** pre Directive/49/2002 EP a požadované referenčné intervaly dňa (deň, večer, noc) **na modelovanie akustického tlaku** zo štatistického spracovania výsledkov CSD a doplnené v rámci riešenia projektu o vykonané merania v extraviláne a intraviláne.

Experimentálne merania dopravných a akustických parametrov krytov vozoviek vybraných pozemných komunikácií. Získaný súbor výsledkov **meraní povrchových vlastností vozoviek** na vybraných úsekoch ciest s rôznymi povrchmi, pri rôznych miestnych podmienkach, rýchlostiach a s rôznymi vozidlami - osobnými a nákladnými s rôznymi typmi štandardných pneumatík (špeciálne pneumatiky v zmysle požiadavky ISO/TS 11819-3:2021). Na skúšobnej vzorke asfaltového betónu sa realizovali **merania deformácií v laboratórnych podmienkach** dvoma metódami - štandardne využitím tenzometra a alternatívne metóda bola navrhnutá v rámci projektu - metóda merania pomocou mikrodrôtu s navrhnutou inovatívnou technológiou upevnenia mikrodrôtu na skúšobnú vzorku.

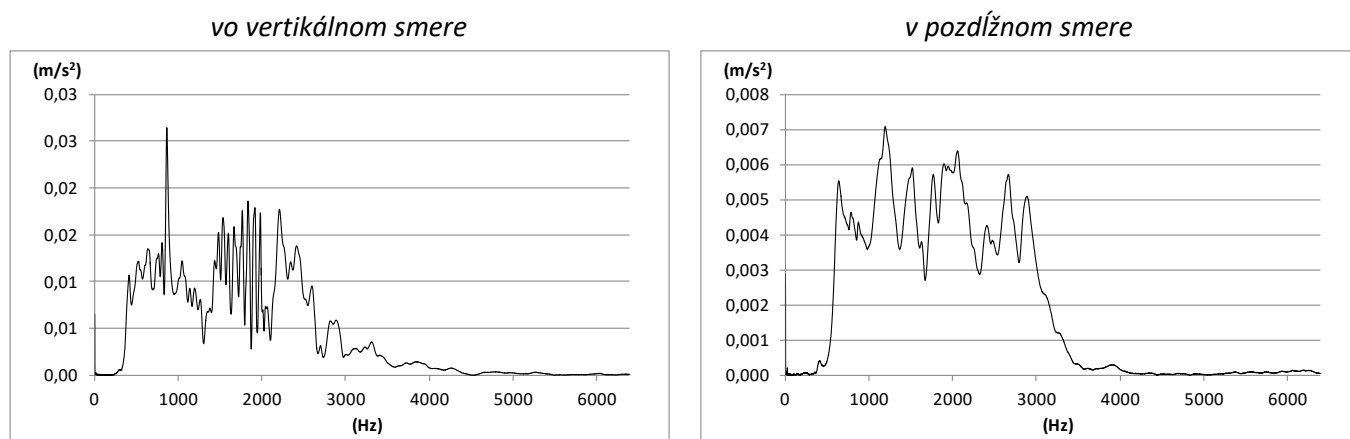
Experimentálnym meraním dynamického útlmu vibrácií koľajových dráh (TDR) vznikol súbor experimentálnych výsledkov meraní TDR na vybranom úseku - s konštantnou kvalitou koľaje (nemeniaci sa prierez koľajnice v priečnom smere, rovnaká tuhosť podložky pod päťou koľajnice, rovnaký typ upevnenia koľajnice a konštantná vzdialenosť medzi podvalmi) a štandardnou metódou s použitím aparatúry VIBROPORT 80 a modifikovanou alternatívnou metódou realizovanou aparatúrou B&K. Výsledky získané obidvoma metódami boli porovnané s využitím transformačnej metódy z-skóre. Zo štatistického zhodnotenia výsledkov porovnávacích meraní vyplynulo, že nebola zistená žiadna odľahlá hodnota TDR. Najdôležitejším výsledkom je konštatácia možnosti použitia navrhovanej alternatívnej metódy na stanovenie TDR - umožňuje merania TDR v prípade zložitých podmienok.



Obr. 1: Konštrukcia železničnej trate

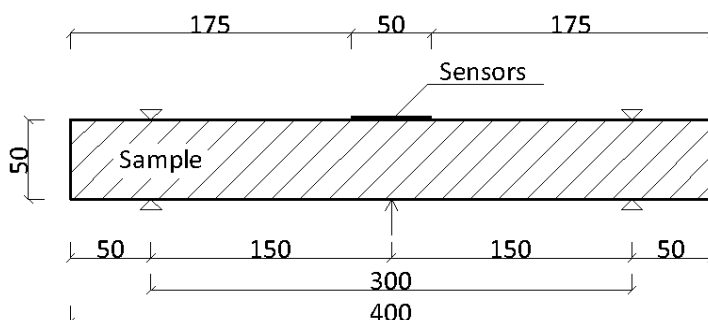
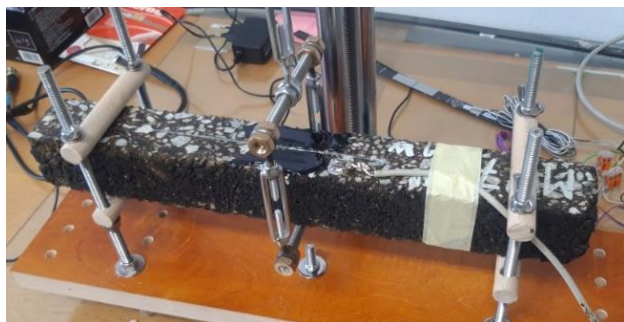


Obr. 2: Umiestnenie senzorov



Obr. 3: Autospektrálna funkcia frekvenčnej odozvy - B&K

Experimentálne merania povrchových a akustických vlastností vozoviek PK. Realizovali sa merania deformácií v laboratórnych podmienkach na skúšobnej vzorke asfaltového betónu dvoma metódami - štandardne využitím tenzometra a alternatívne bola navrhnutá v rámci projektu metóda merania pomocou mikrodrôtu s navrhnutou inovatívnou technológiou upevnenia mikrodrôtu na skúšobnú vzorku.



Obr. 4: Umiestnenie vzorky v trojbodovom prístroji

Na vybraných úsekoch ciest sa realizovali merania povrchových vlastností vozoviek - nerovnosti a drsnosť. Údaje pre následné hodnotenie boli doplnené údajmi z Cestnej databanky SSC Bratislava. Na úsekoch boli následne vykonané merania ekvivalentnej hladiny akustického tlaku a tretino-oktávová charakteristika akustického tlaku pri použití filtra a pre prejazd rôznych druhov osobných automobilov s rozdielnymi typmi pneumatík a pre porovnanie výsledkov bolo realizované aj meranie hluku aj v prípade prejazdu nákladného vozidla. Hodnotenie krytov vozoviek SPB metódou, modifikovanou SPB metódou s odrazovou doskou (v SR ojedinelou) a CPX metódou. Na hodnotenie hlučnosti povrchu vozoviek z dopravy, ktoré je generované povrchom vozovky bolo použité modifikované hodnotenie - na základe odvodených závislostí akustického tlaku a drsnosti a nerovností povrchov vozoviek. Výsledky ukázali, že majú negatívny vplyv na valivý odpor, interakciu medzi pneumatikou a vozovkou.

Návrh novej metodiky, resp. implementácia výsledkov výskumu vplyvu krytu vozovky na hladiny hluku, resp. dynamického útlmu koľaje do modelovania hluku z dopravy. Z analýzy meraní a následnej syntézy výsledkov vyplynula potreba zaoberať sa prijatím koncepcie rozdielneho matematického popisu poklesu hladín hluku v okolí PK s krytmi vozoviek odlišnými od referenčných hladín hluku definovaných v Smernica komisie (EÚ) 2015/996. Výsledkom projektu je potvrdenie vplyvu drsnosti a nerovností vozoviek na výsledné hladiny hluku a u koľajových dráh návrh metodiky merania TDR a implementácia do modelu výpočtu hluku koľajových dráh.



Vypracovanie odporúčaní pre implementáciu poznatkov do technických noriem a predpisov. Z analýzy získaných hodnôt intenzít dopravy a skladby dopravných prúdov vyplynuli rozdiely medzi intravilánom a extravilánom, teda závislosť od dopravného významu a funkcie PK v území, a preto bola v ďalšom postupe venovaná pozornosť odvodeniu modelu pre stanovenie charakteristických hodnôt na výpočet hluku z dopravy zvlášť pre intravilán a zvlášť pre extravilán. Výsledkom je definovanie numerického modelu a upozornenia na nedostatky výpočtových modelov doteraz u nás používaných a jeho porovnanie s modelmi, odporúčanými v Directive 49/2002, Smernice komisie (EÚ) 2015/996 a Directive 2021/1226 ako aj Vyhlášky č. 549/2008 Z.z a relevantných TP, platných v SR.