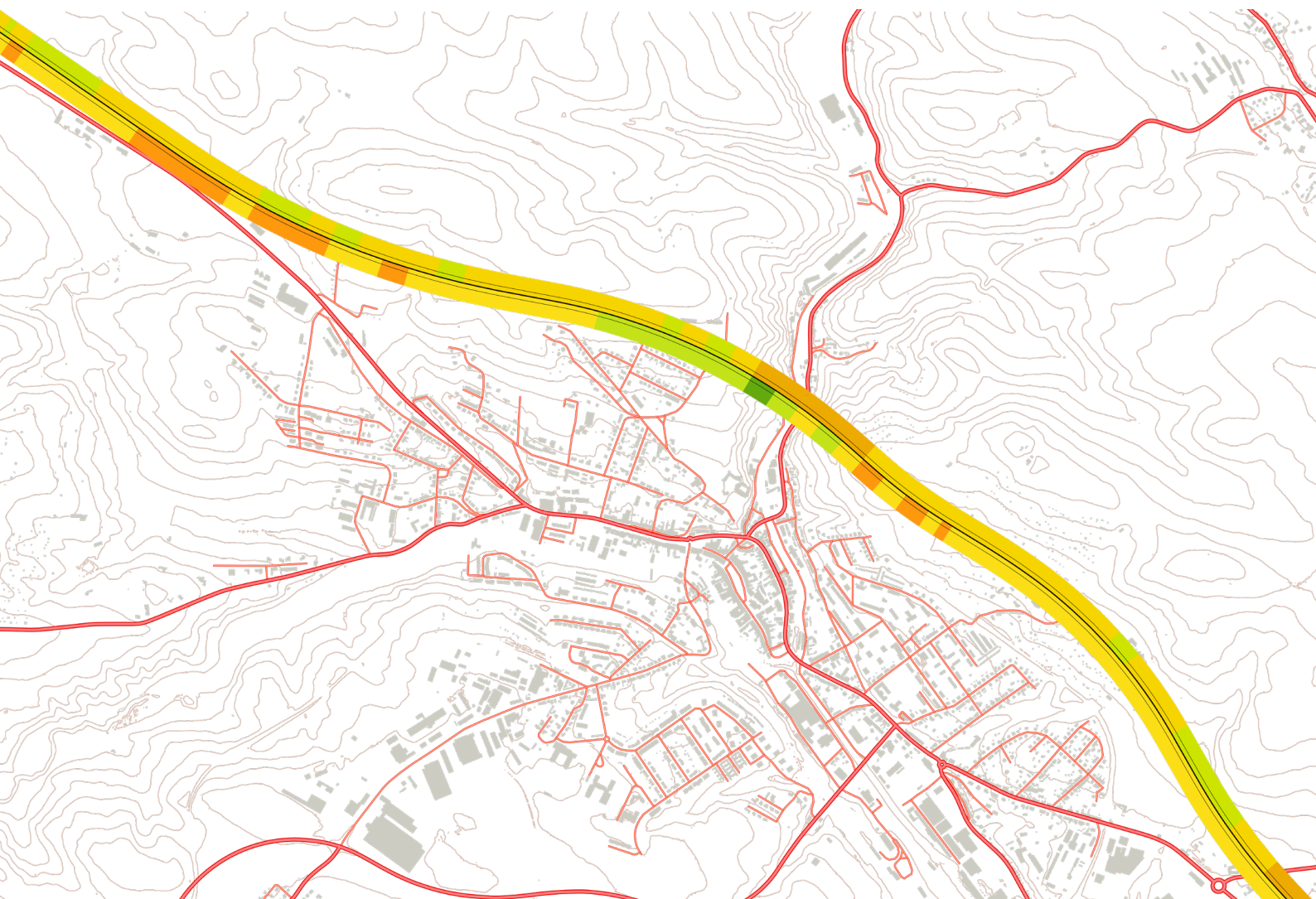


Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

2024

Mapa hlučnosti povrchů vozovky D1 před a po modernizaci



Mapa hlučnosti povrchů vozovky D1 před a po modernizaci

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Datum: 25. 3. 2024

Název: Mapa hlučnosti povrchů vozovky D1 před a po modernizaci

Financováno: Tato mapa byla vytvořena za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

Autoři: Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D., Ing. Jan Machanec, Ing. Petra Marková, Ing. Blanka Hablovičová, Ing. Anna Tišlerová, Bc. David Hrubý, Karel Effenberger

ISBN 978-80-88655-13-8 (online, pdf)

© Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Brno 2024

Abstrakt:

Materiál „Mapa hlučnosti povrchů vozovky D1 před a po modernizaci“ prezentuje mapy hlučnosti povrchů komunikace jednotlivých úseků dálnice D1 před a po modernizaci. Data byla sbírána v několika výzkumných projektech dynamickou metodou měření CPX. Jedná se konkrétně o následující mapové sady. Reálný stav hlučnosti části dálnice D1 před zahájením modernizace v roce 2013, rozdílové mapa hlučnosti před modernizací pro rok 2013 a 1 rok po modernizaci, a to v rozmezí po 1 dB a po 2 dB a rozdílové mapa hlučnosti před modernizací 2013 ke stavu k roku 2023, v rozmezí 1 dB a 2 dB.

Abstract:

The material "Map of Noise Surfaces of the D1 Road Before and After Modernization" presents maps of the noise levels of road surfaces of individual sections of the D1 motorway before and after the modernization. The data were collected in several research projects using the dynamic CPX measurement method. Specifically, these are the following map sets. The real noise level of a part of the D1 motorway before the start of the modernisation in 2013, the difference noise map before the modernisation for 2013 and 1 year after the modernisation, in the range of 1 dB and 2 dB and the difference noise map before the modernisation in 2013 to the situation in 2023, in the range of 1 dB and 2 dB.

Obsah

Obsah	4
1 Popis novosti	5
2 Rozsah využití.....	6
3 Informace o přínosech pro uživatele	11
4 Seznam odborných podkladů předcházejících vytvoření mapy	12
4.1 Využití postupy, předpisy, normy, legislativa	12
4.2 Popis měření dle metody CPX	12
4.3 Popis zpracování dat získaných historických dat metodou CPX.....	14
5 Závěr	15
Seznam použitých zkratk a veličin	16
Seznam obrázků.....	17
Literatura	18
Příloha	20

1 Popis novosti

Dálnice D1 je nejstarší a nejdelší dálnicí na území České republiky. Spojuje Prahu, Brno, Ostravu a česko-polskou hranici, kde na ni navazuje polská dálnice A1. Historie D1 sahá až do 30. let 20. století, výstavba prvních úseků byla realizována v 60. letech 20. století. V současnosti je její nejstarší a nejvýznamnější úsek Praha–Brno nejvytíženější v České republice. Intenzity v obou směrech za 24 hodin: u Prahy téměř 100 tisíc vozidel, u Brna 70 tisíc vozidel a na Vysočině kolem 35 tisíc vozidel [1].

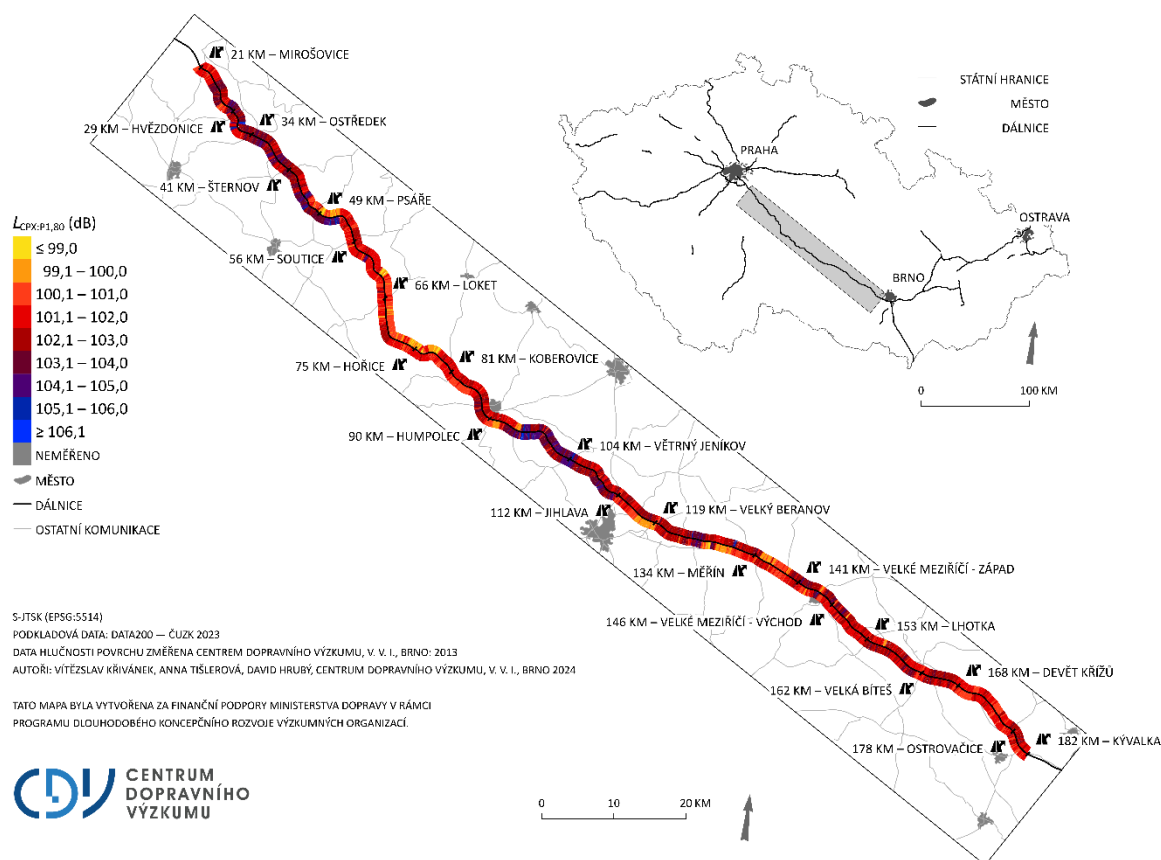
Technický stav komunikace, která byla v provozu přes čtyřicet let, se postupem času stal neúnosným. Mosty byly v havarijním stavu a kapacita a parametry, na které byla původně dálnice konstruována, již neodpovídaly aktuálnímu provozu. Tento špatný technický stav vozovky, která je v provozu už přes čtyřicet let, má také velký vliv na celkovou hlučnost z provozu na dálnici D1, která se šíří do okolí. Podle Ministerstva dopravy se jednalo o nejrozsáhlejší dopravně-stavební akci v historii České republiky vůbec. Modernizace D1 mezi Mirošovicemi (EXIT 21) a Kývalkou (EXIT 182) byla stavebně zahájena v květnu 2013, v září 2021 byla dokončena a trvala celkem devět stavebních sezón.

V rámci projektu modernizace byla použita řada inovativních postupů či technologií z hlediska akustických vlastností lze jmenovat zejména – cementobetonový kryt s obnaženým kamenivem, popřípadě cementobetonový kryt s úpravou pomocí grindingu nebo využití nových specializovaných asfaltových vrstev – obrusné směsi se sníženou hlučností. Tj. kromě standartních obrusných vrstev, tak byly využity i nové technologie a jedním ze záměrů je posoudit i jejich akustické charakteristiky a změnu v čase. Podle Světové zdravotnické organizace hluk z dopravy představuje druhou nejzávažnější formu znečištění ovlivňující zdraví, a to prostřednictvím ekonomických, sociálních a zdravotních ztrát [2].

Data o hlučnosti povrchu pozemní komunikace dálnice D1 byla sbírána v několika výzkumných projektech TA01030459 [3], TE01020168 [4], TA04021486 [5], MD č. j. 199/2019-710-VV/1 [6], TL02000258 [7], CK02000121 [8], jelikož vlastní realizace modernizace probíhala po dlouhé časové období. Vybrané dílčí výsledky [9] byly představeny v rámci projektu CK02000121, kdy hlavní uživatelé ŘSD a MD požádali, zda by bylo možné s ohledem na významnost záměru provést hodnocení komplexnější. Proto za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací byla pořízená data opětovně analyzována a vznikla mapová sada zobrazující stav D1 před modernizací a na nich postavené rozdílové mapy po modernizaci, respektive vůči poslednímu známému stavu. Tyto mapy jasně zobrazují, jaké zlepšení v jednotlivých místech po akustické stránce vlastního povrchu pozemní komunikace D1 je dosaženo. Výsledkem těchto snah je možnost názorné „jednoduché“ vizualizace analyzovaných dat z více jak dvaceti miliónů sesbíraných údajů in-situ za posledních více jak 10 let. Tato data takto uplatněná doposud nebyla, tak jako doposud neexistovala žádná komplexní sada map srovnání hlučnosti vlastního povrchu pozemní komunikace D1 před a po modernizaci. Jedná se tak o unikátní komplexní mapové dílo svým zaměřením i rozsahem.

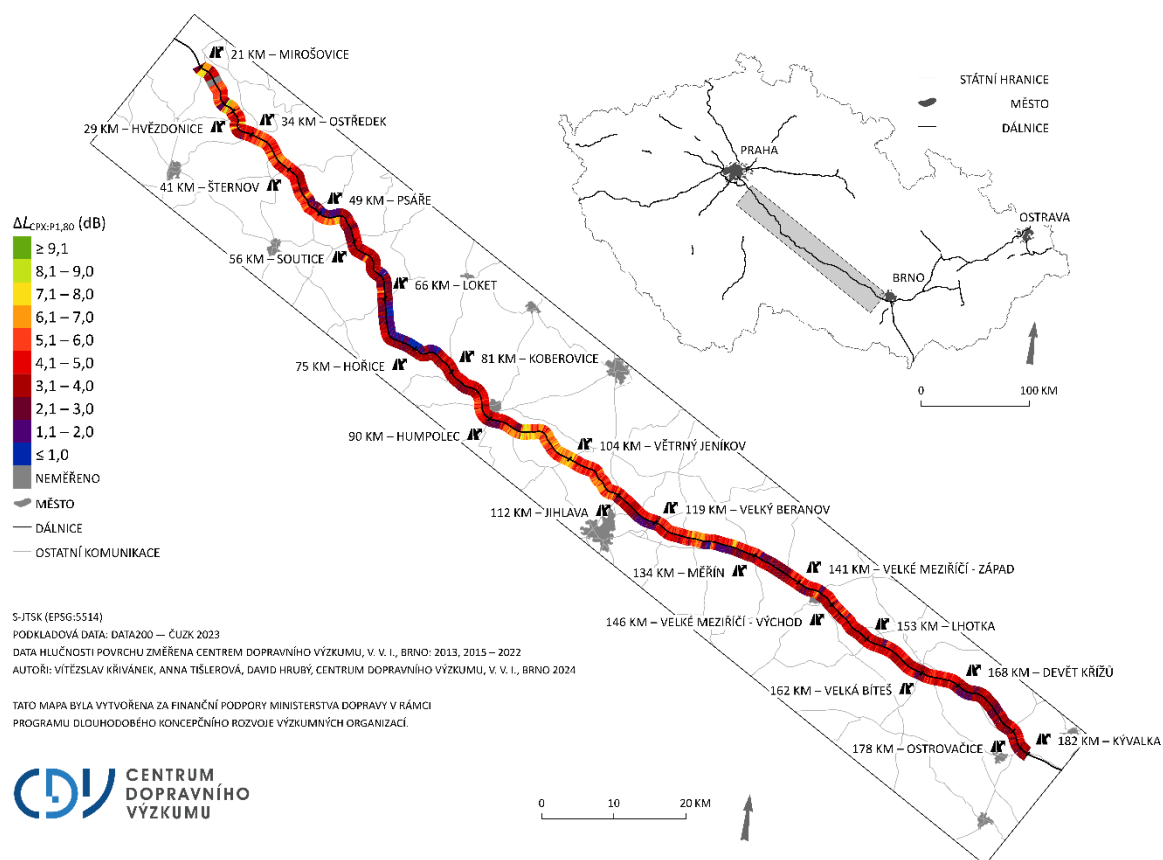
2 Rozsah využití

Modernizace D1 započala v roce 2013, kdy stav na mnoha úsecích byl již zcela nevyhovující, a to i po akustické stránce. Díky historickým datům bylo možné získat mapu hlučnosti D1 před zahájením modernizačních prací, což je základní mapa pro tvorbu jednotlivých rozdílových map po modernizaci, tj. vyhodnocení, jak se nám zlepšil stav bezprostředně po modernizaci, respektive jaký stav je v současnosti (k roku 2023). Jde o rozšíření mapového díla vytvořeného v rámci projektu TAČR CK02000121 – *Stanovení hodnot klasifikačních stupňů pro hodnocení hlučnosti povrchů vozovek v ČR*, kde byla vypracována pouze mapa hlučnosti dálnice D1 po modernizaci i rozšíření sady map pravidelných jednorozhodných měření v letech 2015–2023 [10]. Tento soubor mapových děl je logickým navázáním na tyto dílčí výsledky, kdy rozšiřuje jejich informační hodnotu a lze jednoznačně ukázat, jak se hlučnost po modernizaci D1 změnila vůči stavu před modernizací. Mapy vizualizují hlučnost jednotlivých úseků dálnice D1 v závislosti na použitém materiálu a jeho změně v čase v důsledku modernizace D1. Tyto specializované mapy s odborným obsahem jsou následující. Mapa hlučnosti před modernizací dálnice D1 (obrázek 1), rozdílová mapa hlučnosti před modernizací pro rok 2013 a 1 rok po modernizaci (obrázek 2 a 3), a rozdílová mapa hlučnosti před modernizací 2013 ke stavu k roku 2023 (obrázek 4 a 5).

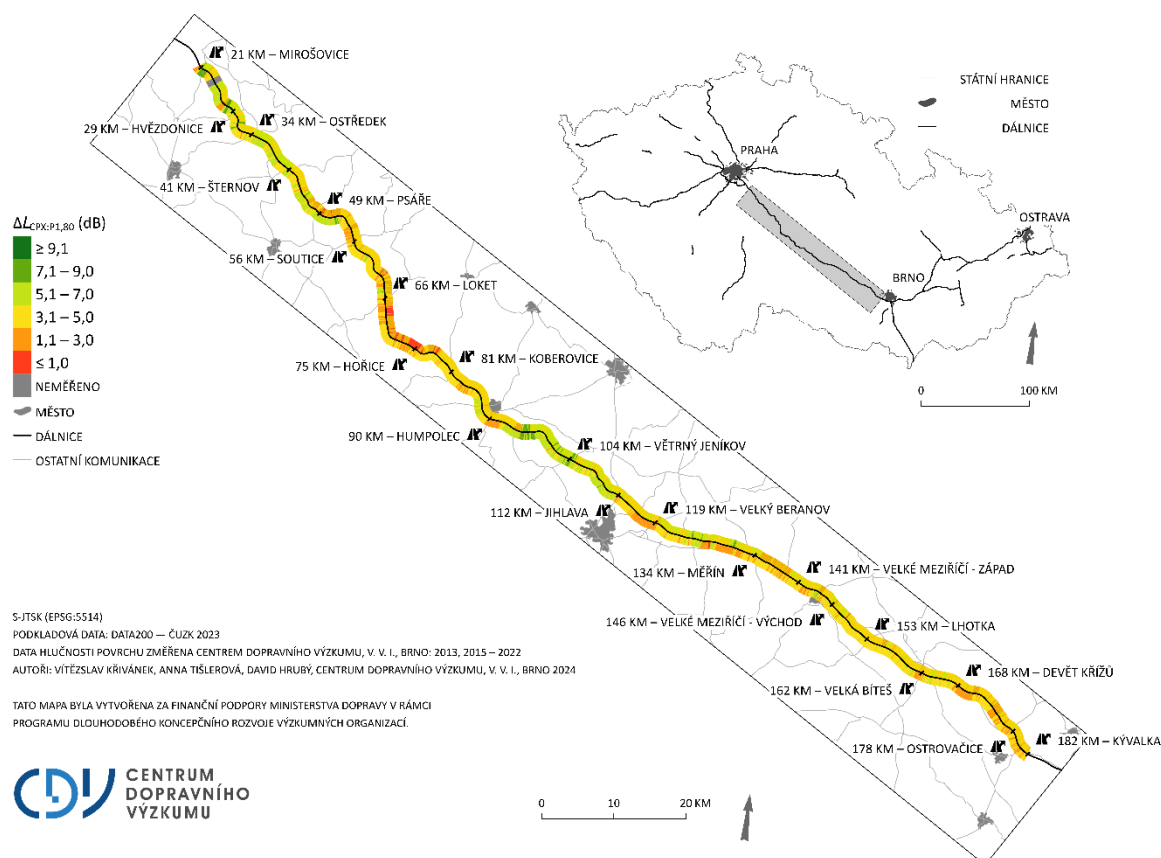


Obrázek 1: Mapa reálného stavu hlučnosti části dálnice D1 před zahájením modernizace v roce 2013.

Jednotlivé mapy jsou zpracovány z dat měření metodou CPX při referenční rychlosti 80 km/h. Mapa hlučnosti na obrázku 1 před zahájením modernizace D1 z roku 2013, kdy se výsledné hodnoty z měření dálnice pohybovaly přibližně v úrovni hlučnosti 101–104 dB. Na to měl vliv zejména lokální stav pozemní komunikace, kdy lze z hlediska místa nalézt lepší i horší místa z hlediska hlučnosti. Před modernizací na některých úsecích dosahovala hlučnost v extrémních případech i přes 106 dB, naopak opravované krátké segmenty D1 před zahájením modernizace měly hlučnost lehce pod 99 dB. Rozptyl měřených hodnot před modernizací je tak značný, aritmetický průměr všech hodnot se pohyboval okolo 102 dB.

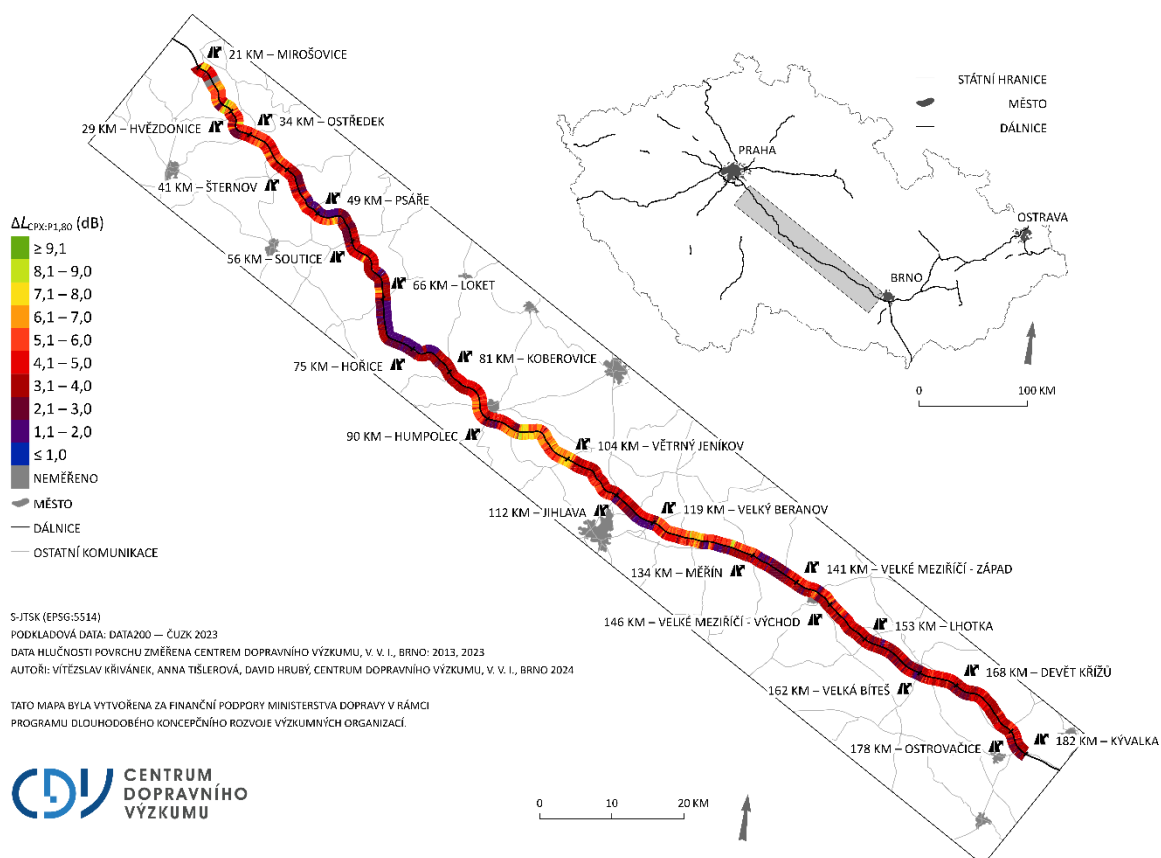


Obrázek 2: Rozdílová mapa hlučnosti povrchu komunikace části dálnice D1 před rekonstrukcí pro rok 2013 a po rekonstrukci 1 rok od uvedení do provozu, po 1 dB.



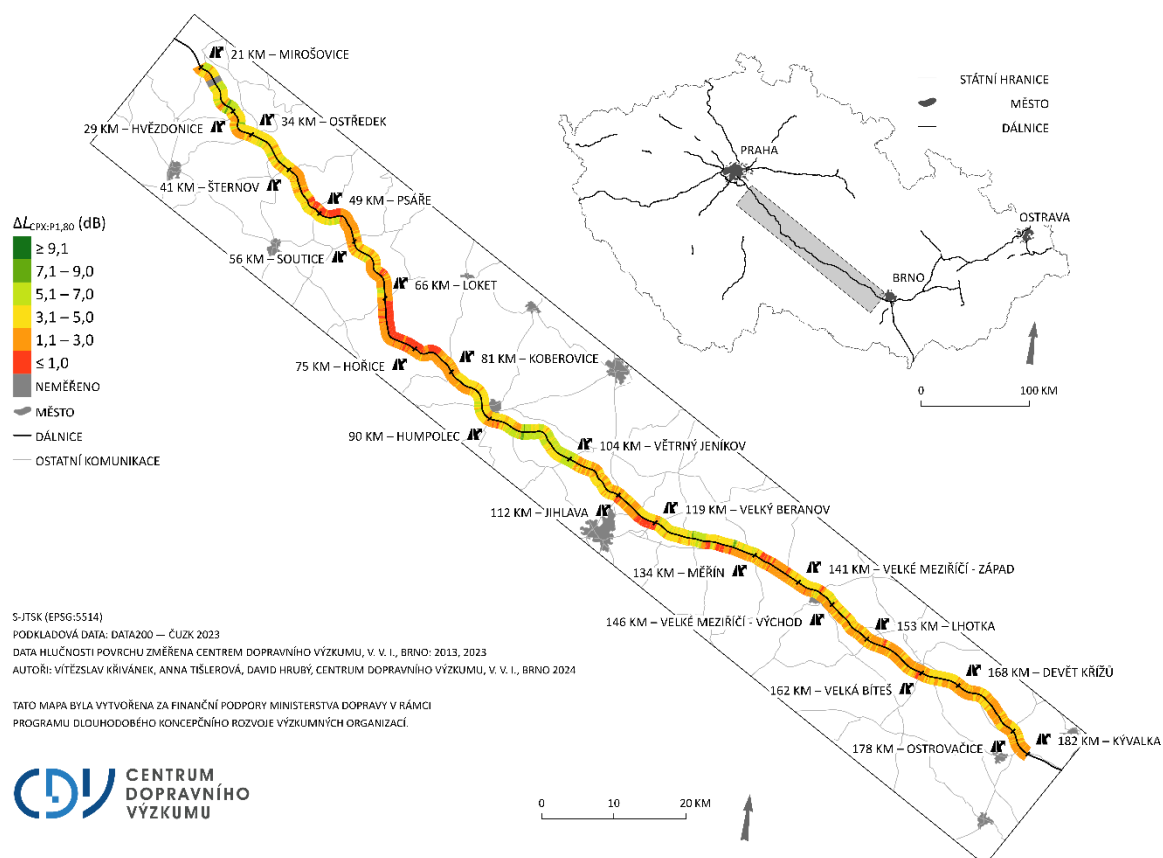
Obrázek 3: Rozdílová mapa hlučnosti povrchu komunikace části dálnice D1 před rekonstrukcí pro rok 2013 a po rekonstrukci 1 rok od uvedení do provozu, po 2 dB.

Na obrázku 2 je zobrazena rozdílová mapa hlučnosti povrchu vozovky komunikace D1 před rekonstrukcí (2013) a po rekonstrukci podrobněji po 1 dB a obrázek 3 zobrazuje stejný stav s legendou po 2 dB. Stav po rekonstrukci pro každý úsek je 1 rok od uvedení do provozu (*Mapa hlučnosti povrchu vozovky komunikace D1 po modernizaci měřená metodou CPX 1 rok od uvedení do provozu* [9]). Dosažené akustické zlepšení se v rámci celé D1 převážně pohybovalo v rozmezí 3–6 dB. Jak je však vidět z obrázku 2, jsou místa, kde snížení hlučnosti dosáhlo i 9 dB, např. v místech značného poškození vozovky či výskytu nerovností povrchu původního CBK dálnice D1 (zejména v případě vertikálního posunu desek na příčné spáře, tzv. schůdků) či při použití specializovaného nízkohlučného povrchu v některých místech nově modernizované D1. Existují však i místa, kde hlučnost byla snížena minimálně, což je v místech, kde již před zahájením modernizace proběhla výměna původního CBK či jeho lokální opravy a překrytí asfaltovými vrstvami. Rozptyl měřených hodnot před modernizací je tak značný, aritmetický průměr všech hodnot se pohyboval okolo 102 dB, viz obrázek 1. Po modernizaci u běžných povrchů se hlučnost pohybovala v průměru okolo 98 dB, kdy rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou byl do 2 dB, viz *Mapa hlučnosti povrchu vozovky komunikace D1 po modernizaci měřená metodou CPX 1 rok od uvedení do provozu* [9]. Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD) očekávalo po modernizaci průměrné zlepšení o 2 dB [11], z provedených analýz a závěrů, viz obrázek 2 je zlepšení více jak dvojnásobné, tj. průměrné zlepšení cca o 4 dB, což je patrné z obrázku 3, ve kterém jsou zdůrazněny změny, které ŘSD očekávalo.



Obrázek 4: Rozdílová mapa hlučnosti povrchu komunikace části dálnice D1 před rekonstrukcí pro rok 2013 a 2023, po 1 dB.

Na obrázku 4 je patrný rozdíl před a po modernizaci v současném stavu (pro rok 2023). Tj. jde o rozdíl v hlučnosti mezi mapou roku 2013 (obrázek 1) a mapou hlučnosti roku 2023 [10]. Od zprovoznění prvního modernizovaného úseku dálnice D1 uplynulo přes 8 let. Práce na modernizaci probíhaly v jednotlivých etapách, a z toho vyplývá, že hlučnost jednotlivých úseků s ohledem na jejich stáří je tedy přirozeně různá. Zatímco obrázek 2 a 3 zachycuje stav, jak se změnila hlučnost v dané lokalitě bezprostředně po modernizaci (kdy tak pokládka jednotlivých nových úseků je „antidatována“ – dána na stejnou úroveň pro všechny úseky), tak obrázek 4 zachycuje rozdíl mezi nejaktuálnějším stavem v roce 2023 a stavem v roce 2013. Na následujícím obrázku 5 je zobrazen stejný stav jako na obrázku 4, avšak po 2 dB, díky kterým je zdůrazněno, co bylo před vlastní modernizací D1 očekáváno ŘSD.



Obrázek 5: Rozdílová mapa hlučnosti povrchu komunikace části dálnice D1 před rekonstrukcí pro rok 2013 a 2023, po 2 dB.

3 Informace o přínosech pro uživatele

V letech 2013–2023 probíhal v rámci několika výzkumných projektů CDV (TA01030459, TE01020168, TA04021486, TL02000258, MD č. j. 199/2019-710-VV/1, CK02000121) dlouhodobý monitoring jednotlivých modernizovaných úseků D1, na základě kterého bylo naměřeno metodou CPX a následně zanalyzováno obrovské množství surových dat z jednotlivých úseků dálnice D1. Finální vyhodnocení z těchto dlouhodobých měření vyústilo ve výsledek, kterým je několik specializovaných mapových děl. Hlavním přínosem této závěrečné sady mapových sad k modernizaci D1 je provedená kompletní a komplexní analýza akustického stavu povrchu dálnice D1 před započítáním vlastní modernizace v roce 2013, obrázek 1. Je tak možné zcela jednoznačně, průkazně i názorně doložit, jak se změnil stav bezprostředně po modernizaci, obrázek 2 a 3, respektive jak se změnila hlučnost po deseti letech, tj. před modernizací k současné době (rok 2023), obrázek 4 a 5. Výsledná sada odborných specializovaných map představuje vizualizaci jednotného komplexního zpracování rozsáhlých dílčích dat, která byla zpracována v rámci několika výzkumných projektů v průběhu této modernizace a byla zpracována na žádost ŘSD a MD za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací. Pro prostorové zpracování akustických dat a jejich následnou vizualizaci byl využit software ArcGIS.

4 Seznam odborných podkladů předcházejících vytvoření mapy

Modernizace dálnice D1 je jeden z nejvýznamnějších projektů Ředitelství silnic a dálnic. D1 je nejvytíženější komunikací v ČR. Pro tvorbu map byla potřeba surová data z měření v rámci celého časového období probíhající modernizace na dálnici D1. První úseky po modernizaci D1 byly zprovozněny v roce 2014, poslední v roce 2021. S ohledem na vypracování map byly využity dílčí výsledky z let 2013–2023 (tj. i před zahájením modernizace a po ukončení modernizace).

4.1 Využití postupy, předpisy, normy, legislativa

Pro sběr dat byla použita dynamická metoda měření hlučnosti CPX. Měření probíhalo pomocí specializovaného přívěsu. Během měření byly dodrženy všechny platné relevantní normy, které uvádějí základní popisy, jako například základní požadavky na měření, kalibrace, korekce na rychlost, teplotu, tvrdost referenční pneumatiky, jejich skladování, podmínky provozování a mnoho dalšího.

- ISO 11819-2 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2 [12],
- ISO/TS 11819-3, Acoustics – Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise – Part 3: Reference Tyres [13],
- ISO/TS 13471-1 Acoustics – Temperature influence on tyre/road noise measurement – Part 1: Correction for temperature when testing with the CPX method [14].

Dále se při měření postupovalo dle následujících metodik:

- KŘIVÁNEK, V., a kol. Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže, 55 s. Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno, prosinec 2014, ISBN 978-80-86502-82-3 (Certifikovaná metodika Ministerstva dopravy, č. j. 104/2014-710-VV/1 ze dne 15. 12. 2014.) [15],
- KŘIVÁNEK, V., a kol. Metodika k měření pomocí statistické metody při průjezdu a metody malé vzdálenosti. Certifikovaná metodika, osvědčení č. j.: 35/2012-520-TPV/1, Brno, duben 2012 [16],
- KŘIVÁNEK, V., a kol. Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek. Certifikovaná metodika. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2017. 52 s. ISBN 978-80-88074-53-3 [17],
- VALENTIN, J., MONDSCHHEIN, P., BUREŠ, P., KŘIVÁNEK, V., Technické podmínky 259 Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností“, schváleno Ministerstvem dopravy čj. 121/2017-120-TN ze dne 21. listopadu 2017 s účinností od 1. prosince 2017, 26 s. [18],
- VALENTIN, J., Technické kvalitativní podmínky staveb a pozemních komunikací, Kapitola 7 Hutněné asfaltové vrstvy, schváleno Ministerstvem dopravy č. j. MD-10079/2023-930/2 ze dne 29. 3. 2023 s účinností od 1. 4. 2023, 44 s. [19].

4.2 Popis měření dle metody CPX

Všechna měření byla provedena pomocí specializovaného otevřeného přívěsu metodou CPX (viz obrázek 6), který splňuje všechny požadavky normy ISO 11819-2 včetně doprovodných norem, a slouží k pravidelnému monitoringu dílčích akustických parametrů na vybraných úsecích pozemních komunikací v ČR. Tato metoda je jediná, kterou CEN/TC 227/WG 5 dlouhodobě doporučuje pro sledování akustických vlastností různých povrchových vrstev na silnicích.

Pro všechna měření byla použita pneumatika Uniroyal Tigerpaw 225/60 R16 SRTT (viz obrázek 6 a 7). Tato pneumatika je kromě normy ISO/TS 11819-3 doporučována také automobilovým průmyslem jako standardní pneumatika pro referenční zkoušky podle normy ASTM F2493 [20]. Norma ISO/TS 11819-3 popisuje použití pneumatiky při měření CPX a způsob skladování pneumatiky, včetně maximálního opotřebení, tak aby se korekce tvrdosti pneumatiky vešla do definovaného intervalu. Aby se minimalizoval vliv opotřebení a degradace, používala se pro účely měření každý rok nová pneumatika.



Obrázek 6: Pohled na měřicí soupravu CPX na pozemní komunikaci.

Okolo referenční pneumatiky P1 dle ISO/TS 11819-3 je rozmístěna v definovaných polohách šestice měřících mikrofónů, zaznamenávající akustický tlak odvalující pneumatiky po vozovce, kdy synchronně jsou měřeny i další parametry (rychlost, teplota povrchu a vzduchu), detail rozmístění viz obrázek 7.



Obrázek 7: Referenční pneumatika s detailem rozmístění jednotlivých mikrofonu v definovaných vzdálenostech.

4.3 Popis zpracování dat získaných historických dat metodou CPX

Řešitelský tým od samého začátku měření a monitoringu akustického stavu nejen dálnice D1 pečlivě vyhodnocuje veškerá data z terénu, a to jak průběžně během měření, tak také následným post-processingem. Z každého měření se zároveň zaznamenávají surová data ze všech jednotlivých měřících kanálů (celkově se jedná o desítky až stovky GB dat za celý rok), aby bylo možné provádět příslušné filtry, korekce a přepočty na původních datech a dosáhnout tak co nejpřesnějších výsledků. Tato systematická práce, včetně pečlivého sběru a archivace surových dat, umožňuje budoucí analýzu dat na základě nových poznatků – například přepočet pro další výzkumy nebo změnu metodiky a normy. Výsledné hodnoty hluku jednotlivých typů povrchů pozemních komunikací po provedení všech nezbytných korekcí za jeden rok měření jsou výsledkem zpracování přibližně 2 000 000 jednotlivých dílčích údajů ze surových dat. Tento postup, kdy byla využita archivní naměřená data byl s výhodou využit při opětovné analýze získaných dat in-situ. Provedeným rozbořem bylo možné získat podkladová data pro tvorbu specializovaných map s odborným obsahem, které jsou zde prezentovány.

Hlavním přínosem této závěrečné sady mapových sad k modernizaci D1 je provedená kompletní a komplexní analýza akustického stavu povrchu dálnice D1 před započítáním vlastní modernizace v roce 2013, obrázek 1. Je tak možné zcela jednoznačně, průkazně i názorně doložit, jak se změnil stav bezprostředně po modernizaci, obrázek 2 a 3, a jak se změnila hlučnost po deseti letech, tj. před modernizací k současné době (rok 2023), obrázek 4 a 5.

5 Závěr

Výsledek byl připravován v aktivní spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic a Ministerstvem dopravy počátkem roku 2024 s ohledem na jejich žádost, zda by bylo možné provést rozšíření pouze jedné mapy hlučnosti D1 [9] prezentované v projektu CK02000121 o komplexní analýzu rozdílových stavů povrchu dálnice D1 před započítáním vlastní modernizace a po ní. Bylo tak nejdříve nutné provést komplexní rozbor archivních dat, tak aby byla vytvořena mapa hlučnosti D1 před započítáním modernizace v roce 2013 (obrázek 1). Tato komplexní mapová sada tak logicky doplňuje a významně rozšiřuje informační hodnotu o akustických změnách provedené modernizace D1, jelikož je jednoznačně, průkazně, detailně a následně i vizuálně možné porovnat jaké reálné rozdíly nastaly díky modernizaci. K výpočtům rozdílových stavů je využita *Mapa hlučnosti povrchu vozovky komunikace D1 po modernizaci měřená metodou CPX 1 rok od uvedení do provozu* [9] a mapa naměřené hlučnosti v roce 2023 (*Mapa reálného stavu hlučnosti povrchu komunikace modernizované oblasti dálnice D1 v roce 2023* [10]). Získané výsledky mohou názorně obeznámit veřejnost, jaký neutěšený stav z hlediska akustiky původní povrchy D1 měly a k jakým rozdílům po modernizaci na D1 došlo, ať již bezprostředně po ní (obrázek 2 a 3) nebo jaký je reálný současný stav k roku 2023 (obrázek 4 a 5).

Mapa pro veřejnost je k dispozici zde:

<https://www.cdv.cz/mapy-se-specializovanim-obsahem-cdv/>

Seznam použitých zkratk a veličin

ASTM	American Society for Testing and Materials
CBK	cementobetonový kryt
CDV	Centrum dopravního výzkumu
CEN	Evropský výbor pro normalizaci (European Committee for Standardization)
CPX	Close Proximity Method (metoda malé vzdálenosti)
č.	číslo
č. j.	číslo jednací
ČR	Česká republika
D	dálnice (například D1)
dB	decibel
GB	gigabyte
GIS	geografický informační systém
ISO	International Organization for Standardization (Mezinárodní organizace pro normalizaci)
ISO/TS	technická specifikace systému managementu jakosti
km	kilometr
km/h	kilometr za hodinu
MD	Ministerstvo dopravy
P1	označení referenční pneumatiky
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SRTT	označení referenční pneumatiky
TAČR	Technologická agentura České republiky
TC 227	technická komise Materiály pro stavbu silnic a dálnic
Tj.	to je
v. v. i.	vědecká výzkumná instituce
WG	pracovní skupina

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Mapa reálného stavu hlučnosti části dálnice D1 před zahájením modernizace v roce 2013.</i>	6
<i>Obrázek 2: Rozdílová mapa hlučnosti povrchu komunikace části dálnice D1 před rekonstrukcí pro rok 2013 a po rekonstrukci 1 rok od uvedení do provozu, po 1 dB.</i>	7
<i>Obrázek 3: Rozdílová mapa hlučnosti povrchu komunikace části dálnice D1 před rekonstrukcí pro rok 2013 a po rekonstrukci 1 rok od uvedení do provozu, po 2 dB.</i>	8
<i>Obrázek 4: Rozdílová mapa hlučnosti povrchu komunikace části dálnice D1 před rekonstrukcí pro rok 2013 a 2023, po 1 dB.</i>	9
<i>Obrázek 5: Rozdílová mapa hlučnosti povrchu komunikace části dálnice D1 před rekonstrukcí pro rok 2013 a 2023, po 2 dB.</i>	10
<i>Obrázek 6: Pohled na měřicí soupravu CPX na pozemní komunikaci.</i>	13
<i>Obrázek 7: Referenční pneumatika s detailem rozmístění jednotlivých mikrofonu v definovaných vzdálenostech.</i>	14

Literatura

- [1] O projektu Nová D1. Nová D1 (Oficiální stránka ŘSD) [online]. [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: <https://novad1.cz/o-projektu/>.
- [2] World Health Organization. Environmental noise guidelines for the European Region. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2018. ISBN 978-92-890-5356-3. Dostupné z: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf.
- [3] KŘIVÁNEK, V., a kol. Změna hluku povrchů vozovek v průběhu několika let používání. Závěrečná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2015. 88 s. Zadavatel: Technologická agentura ČR.
- [4] KŘIVÁNEK, V., MARKOVÁ, P. Změny hlukově absorpčních vlastností silničních povrchů a vliv čištění povrchů na zlepšení negativních dopadů hluku na životní prostředí. Technický list aktivity WP 5.04 projektu Centre for Effective and Sustainable Transport Infrastructure, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2019. 2 s. Zadavatel: Technologická agentura ČR.
- [5] KŘIVÁNEK, V., a kol. Nástroje pro analýzu a hodnocení environmentálních dopadů hluku vozovek. Závěrečná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2018. 12 s. Zadavatel: Technologická agentura ČR.
- [6] KŘIVÁNEK, V., B. HABLOVIČOVÁ, J. MACHANEC, P. MARKOVÁ, a kol. Analýza a monitoring změn hlučnosti povrchů pozemních komunikací. Závěrečná zpráva. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2023. 67 s.
- [7] KŘIVÁNEK, V., a kol. Odborná zpráva o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2022 - Rozvoj území s využitím nízkohlučných vozovek. Závěrečná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2023. 34 s. Zadavatel: Technologická agentura ČR.
- [8] KŘIVÁNEK, V., a kol., Odborná zpráva o postupu prací a dosažených výsledcích za rok 2023 - Stanovení hodnot klasifikačních stupňů pro hodnocení hlučnosti povrchů vozovek v ČR. Průběžná zpráva, Brno, Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2024. 42 s. Zadavatel: Technologická agentura ČR.
- [9] KŘIVÁNEK, V., a kol. Mapa hlučnosti povrchů vozovky D1 v rámci modernizace, Specializovaná mapa s odborným obsahem. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 13. 9. 2023, 17 s.
- [10] KŘIVÁNEK, V., a kol. Mapa hlučnosti modernizovaných povrchů vozovky D1 mezi lety 2015–2023, Specializovaná mapa s odborným obsahem. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2024, 27 s. ISBN 978-80-88655-12-1.
- [11] KŘIVÁNEK, V. a kol. Vznikla hluková mapa dálnice D1. Proč je důležitá a k čemu slouží? Tisková zpráva. Brno, 26. září 2023. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/file/vznikla-hlukova-mapa-dalnice-d1/>.
- [12] ISO 11819-2 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: The close-proximity method. Geneva: International Organization for Standardization, 2017. (ČSN EN ISO 11819-2 Akustika – Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk – Část 2: Metoda malé vzdálenosti. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018.).
- [13] ISO/TS 11819-3 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 3: Reference tyres. Geneva: International Organization for Standardization, 2021. (ČSN ISO/TS 11819-3 Akustika – Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk – Část 3: Referenční pneumatiky. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2022.).

- [14] ISO/TS 13471-1 Acoustics – Temperature influence on tyre/road noise measurement – Part 1: Correction for temperature when testing with the CPX method. Geneva: International Organization for Standardization, 2017.
- [15] Křivánek, V., J. Stryk, J. Jedlička, P. Marková, M. Tögel a L. Špička. Metodika pro měření a hodnocení komunikací z hlediska hlukové zátěže. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2014, 55 s. ISBN 978-80-86502-82-3. Dostupné z: <https://www.shopcdv.cz/cs/metodika-pro-mereni-a-hodnoceni-komunikaci-z-hlediska-hlukove-zateze>.
- [16] Křivánek, V., R. Cholava a J. Jedlička. Metodika k měření pomocí statistické metody při průjezdu a metody malé vzdálenosti. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2012. 19 s. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/metodiky/>.
- [17] Křivánek, V., P. Marková, J. Stryk, J. Jedlička, L. Špička a K. Effenberger. Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2017. 52 s. ISBN 978-80-88074-53-3. Dostupné z: <https://www.shopcdv.cz/cs/dlouhodobehodnoceni-hlucnosti-povrchu-vozovek>.
- [18] VALENTIN, J., MONDSCHHEIN, P., BUREŠ, P., KŘIVÁNEK, V., Technické podmínky 259 Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností, schváleno Ministerstvem dopravy čj. 121/2017-120-TN ze dne 21. listopadu 2017 s účinností od 1. prosince 2017, 26 s.
- [19] VALENTIN, J., Technické kvalitativní podmínky staveb a pozemních komunikací, Kapitola 7 Hutněné asfaltové vrstvy, schváleno Ministerstvem dopravy č. j. MD-10079/2023-930/2 ze dne 29. 3. 2023 s účinností od 1. 4. 2023, 44 s.
- [20] F2493 Standard Specification for P225/60R16 97S Radial Standard Reference Test Tire. West Conshohocken: ASTM International, 2023.

Příloha

<i>Figure 1: Map of the real noise situation on the D1 motorway before the start of the modernization in 2013.</i>	<i>21</i>
<i>Figure 2: Difference map of the road surface noise of the D1 motorway section before the 2013 reconstruction and after the reconstruction, 1 year after commissioning, at 1 dB.</i>	<i>21</i>
<i>Figure 3: Difference map of the road surface noise of the D1 motorway section before the 2013 reconstruction and after the reconstruction, 1 year after commissioning, at 2 dB.</i>	<i>22</i>
<i>Figure 4: Difference map of the road surface noise of the D1 motorway section before reconstruction for 2013 and 2023, at 1 dB.</i>	<i>22</i>
<i>Figure 5: Difference map of the road surface noise of the D1 motorway section before reconstruction for 2013 and 2023, at 2 dB.</i>	<i>23</i>

This appendix contains the English version of the presented noise maps.

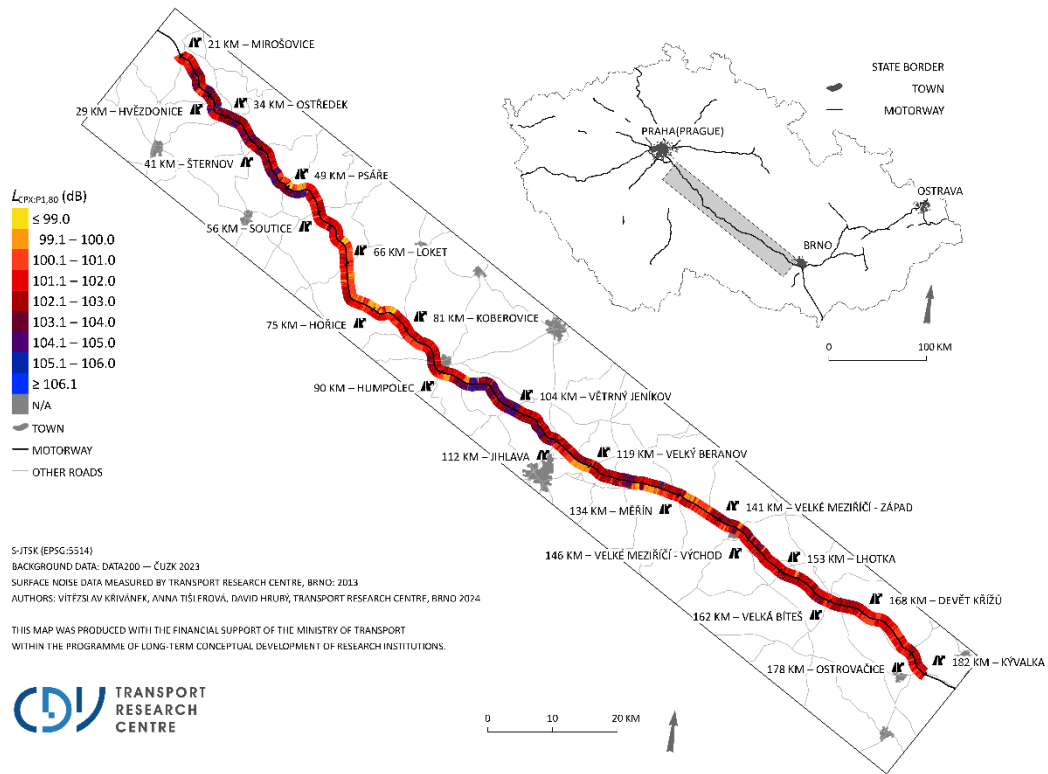


Figure 1: Map of the real noise situation on the D1 motorway before the start of the modernization in 2013.

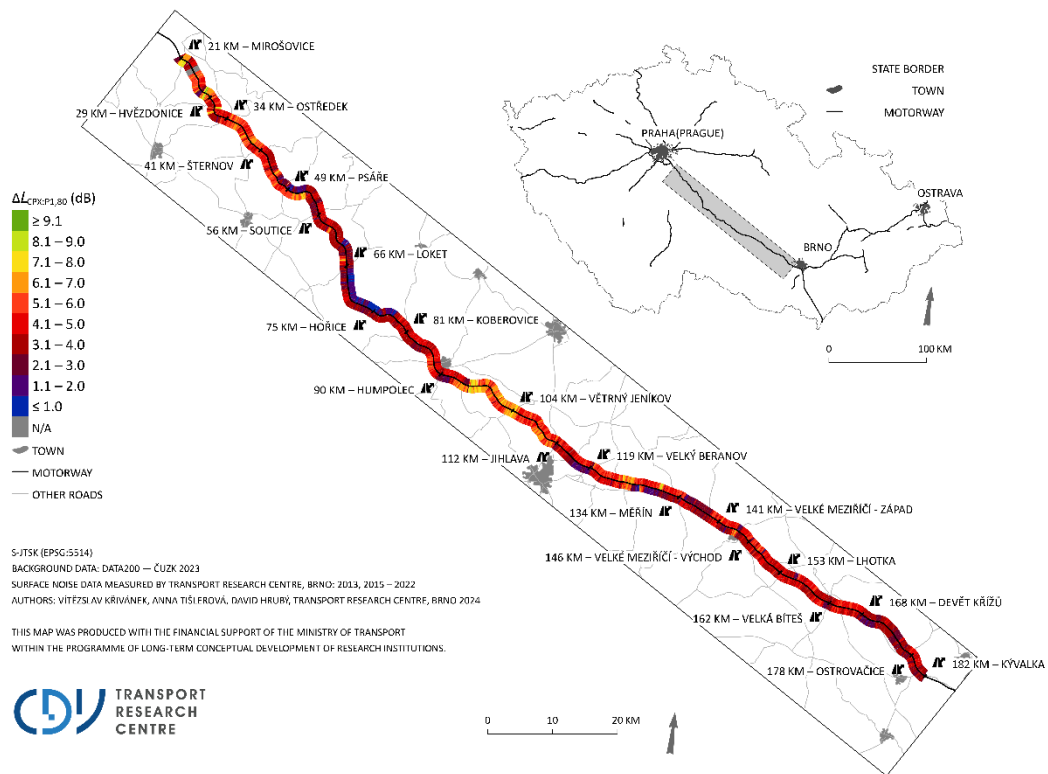


Figure 2: Difference map of the road surface noise of the D1 motorway section before the 2013 reconstruction and after the reconstruction, 1 year after commissioning, at 1 dB.

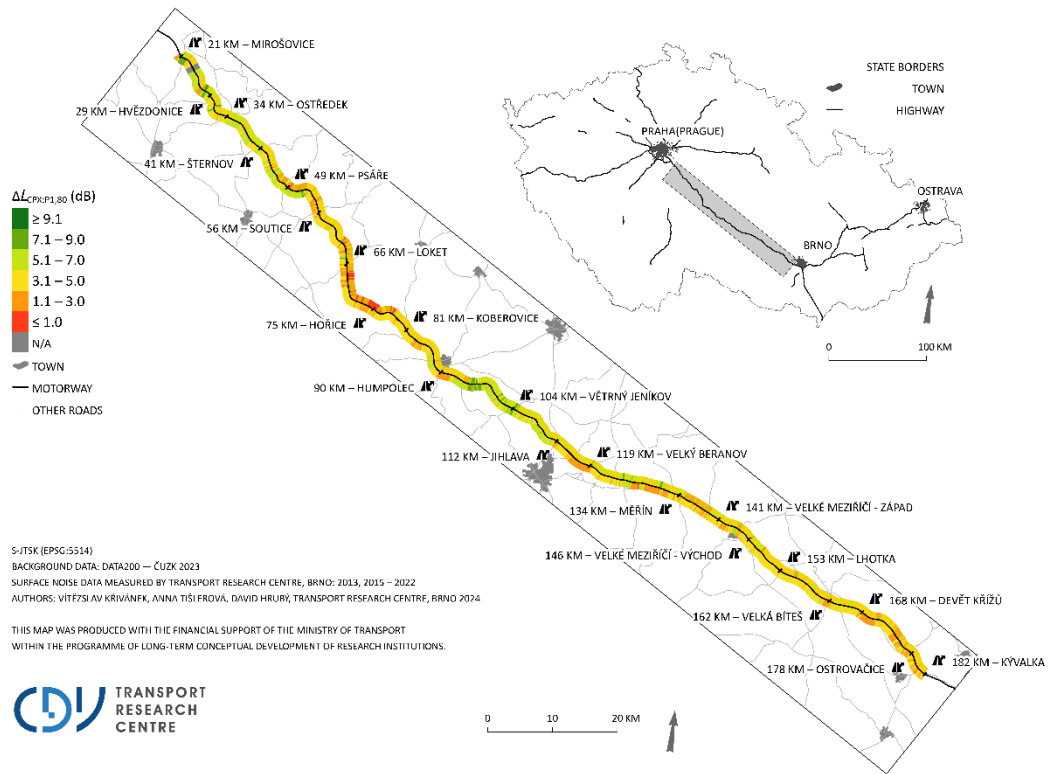


Figure 3: Difference map of the road surface noise of the D1 motorway section before the 2013 reconstruction and after the reconstruction, 1 year after commissioning, at 2 dB.

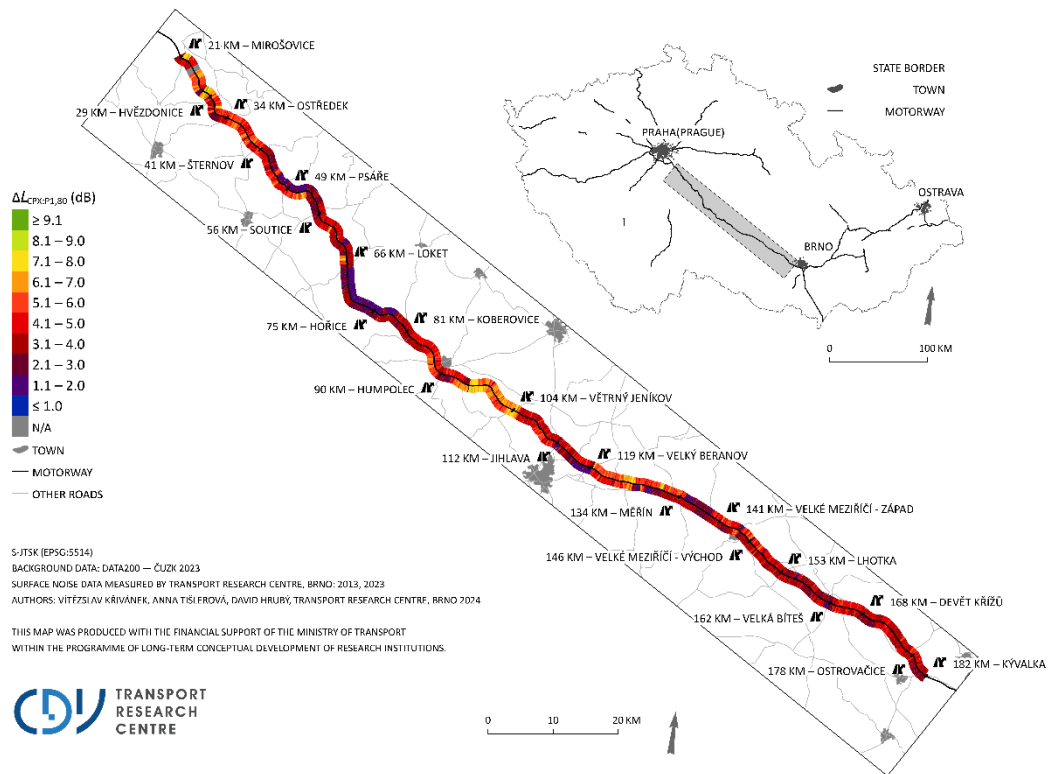


Figure 4: Difference map of the road surface noise of the D1 motorway section before reconstruction for 2013 and 2023, at 1 dB.

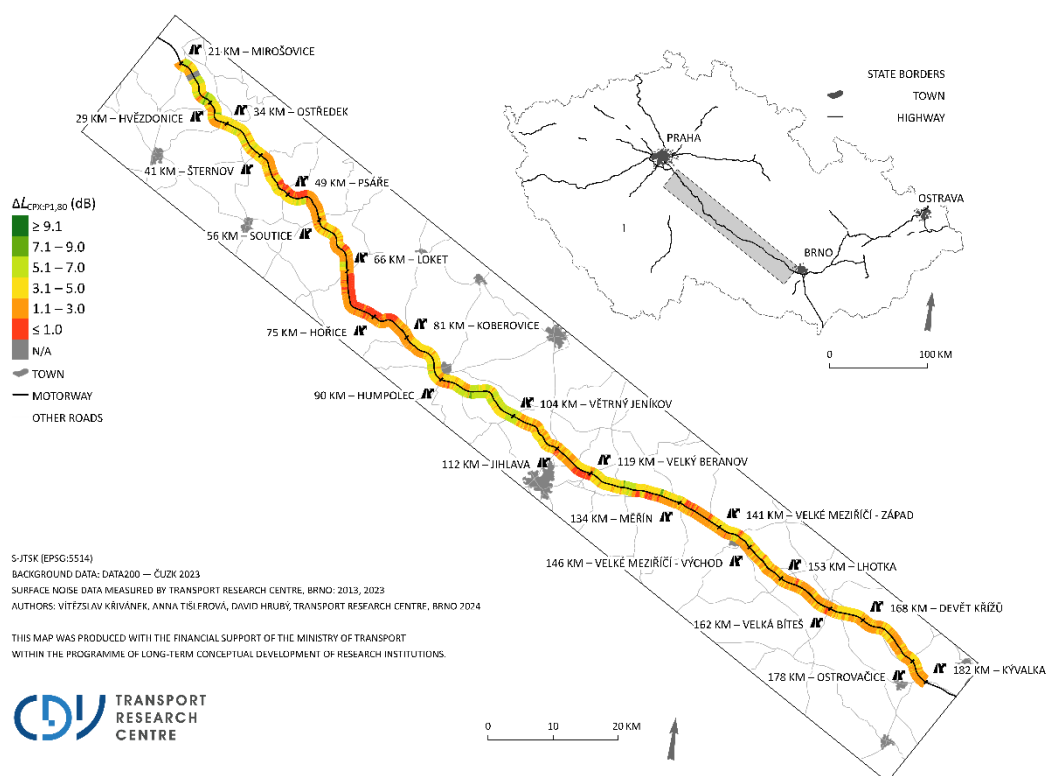


Figure 5: Difference map of the road surface noise of the D1 motorway section before reconstruction for 2013 and 2023, at 2 dB.

Název: Mapa hlučnosti povrchů vozovky D1 před a po modernizaci

Autoři: Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D., Ing. Jan Machanec, Ing. Petra Marková, Ing. Blanka Hablovičová, Ing. Anna Tišlerová, Bc. David Hrubý, Karel Effenberger

Vydalo: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Líšeňská 33a, Brno, Česká republika

Rok a místo: 2024, Brno

Vydání: první vydání

ISBN 978-80-88655-13-8 (online, pdf)

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a
636 00 Brno
www.cdv.cz

