31. SILNIČNÍ KONFERENCE

KVALITA INOVACE VZDĚLÁNÍ

ZE SVĚTA DO REGIONŮ
ČESKÉ BUDĚJOVICE 2024

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

PROGRAM
PROFILY VYSTAVOVATELŮ

31. ROČNÍK SILNIČNÍ KONFERENCE
23.–24. října 2024
Výstaviště České Budějovice

POŘADATEL

ČSS SINCE 1934 90
ČESKÁ SILNIČNÍ SPOLEČNOST CZECH ROAD SOCIETY

31. SILNIČNÍ KONFERENCE

KVALITA INOVACE VZDĚLÁNÍ

ZE SVĚTA DO REGIONŮ
ČESKÉ BUDĚJOVICE 2024

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

PROGRAM
PROFILY VYSTAVOVATELŮ

31. ROČNÍK SILNIČNÍ KONFERENCE

23.–24. října 2024

Výstaviště České Budějovice

KONÁNO POD ZÁŠTITOU

Ministerstvo dopravy

Úřad vlády České republiky

Jihočeský kraj

České Budějovice

POŘADATEL

ČSS 90 SINCE 1934 ČESKÁ SILNIČNÍ SPOLEČNOST CZECH ROAD SOCIETY

ORGANIZÁTOR

THEMA EXHIBITIONS

OBSAH SBORNÍKU

OBSAH 2
ÚVODNÍ SLOVO MÍSTOPŘEDSEDY ČSS A PŘEDSEDY PROGRAMOVÉHO VÝBORU KONFERENCE 3
SCHÉMA SILNIČNÍ KONFERENCE 4
SCHÉMA VÝSTAVIŠTĚ 4
KONFERENČNÍ APLIKACE 5
PROGRAM 6
SEZNAM VYSTAVOVATELŮ 10
RASTR VÝSTAVNÍ PLOCHY 11
SEZNAM NAVRŽENÝCH NA OCENĚNÍ MEDAILÍ PROF. ŠPŮRKA 12
CENA ČESKÉ SILNIČNÍ SPOLEČNOSTI O NEJLEPŠÍ DISERTAČNÍ PRÁCI V OBORU SILNIČNÍHO STAVITELSTVÍ MÁ ZA SEBOU 7 ÚSPĚŠNÝCH ROČNÍKŮ 13
ODBORNÉ PŘÍSPĚVKY 14
PROFILY FIREM – PARTNEŘI A VYSTAVOVATELÉ 71

ÚVODNÍ SLOVO MÍSTOPŘEDSEDY ČSS A PŘEDSEDY PROGRAMOVÉHO VÝBORU KONFERENCE

Vážení účastníci silniční konference!

Dovolujeme si vás co nejsrdečněji přivítat na 31. silniční konferenci, která se koná ve dnech 23. a 24. října 2024 na Výstavišti v Českých Budějovicích v pavilonu Z s doprovodnou výstavou v pavilonu T1. Jedná se o největší silničářskou akci od XXVII. světového silničního kongresu PIARC, který se konal ve dnech 2.–6. října 2023 v Praze s účastí více než 4200 delegátů. Kongres získal vysoké hodnocení jak od Světové silniční asociace PIARC, tak od jeho návštěvníků z více než stovky zemí světa a na konferenci mu bude věnována krátká vzpomínka.

V současné době neprožíváme zrovna jednoduché období. O to více nás těší, že je o konferenci mimořádně velký zájem a v čase, kdy vznikají tyto řádky, je přihlášených 1120 delegátů a 71 vystavovatelů již zaplnilo celou krytou výstavní plochu, která je k dispozici.

Program konference opět vychází z modelu používaného od roku 2019 s rozšířenou odbornou částí. V dopolední části prvního dne po úvodních krátkých příspěvcích a projevu ministra dopravy Mgr. Martina Kupky, vystoupení prezidenta Hospodářské komory ČR Mgr. Zdeňka Zajíčka a předsedy Českého národního komitétu PIARC Ing. Václava Neuvirta, CSc. je zařazena odborná diskuse na téma SOUČASNÝ STAV A ROZVOJ SILNIČNÍ INFRASTRUKTURY STÁTU A REGIONŮ. Bude řízena osvědčeným profesionálním moderátorem PhDr. Přemyslem Čechem a účast v diskusi přislíbil i ministr dopravy Mgr. Martin Kupka a hejtman Jihočeského kraje a předseda Rady Asociace krajů ČR MUDr. Martin Kuba. Dopolední jednání bude pokračovat dalšími odbornými příspěvky. Odpoledne se uskuteční dvě technické exkurze na nejvýznamnější stavby jižních Čech – dálnici D3 a dálnici D4.

Novinkou této konference je podstatné rozšíření odborného programu, který bude rozdělen do osmi bloků, z nichž čtyři se uskuteční ve středu odpoledne a čtyři ve čtvrtek dopoledne. V tomto druhém dnu se po příznivých zkušenostech z minulých dvou let opět připravuje Studentské dopoledne pro studenty středních a vysokých škol z Jihočeského kraje, kteří se seznámí jak s doprovodnou výstavou, tak i s několika zajímavými přednáškami.

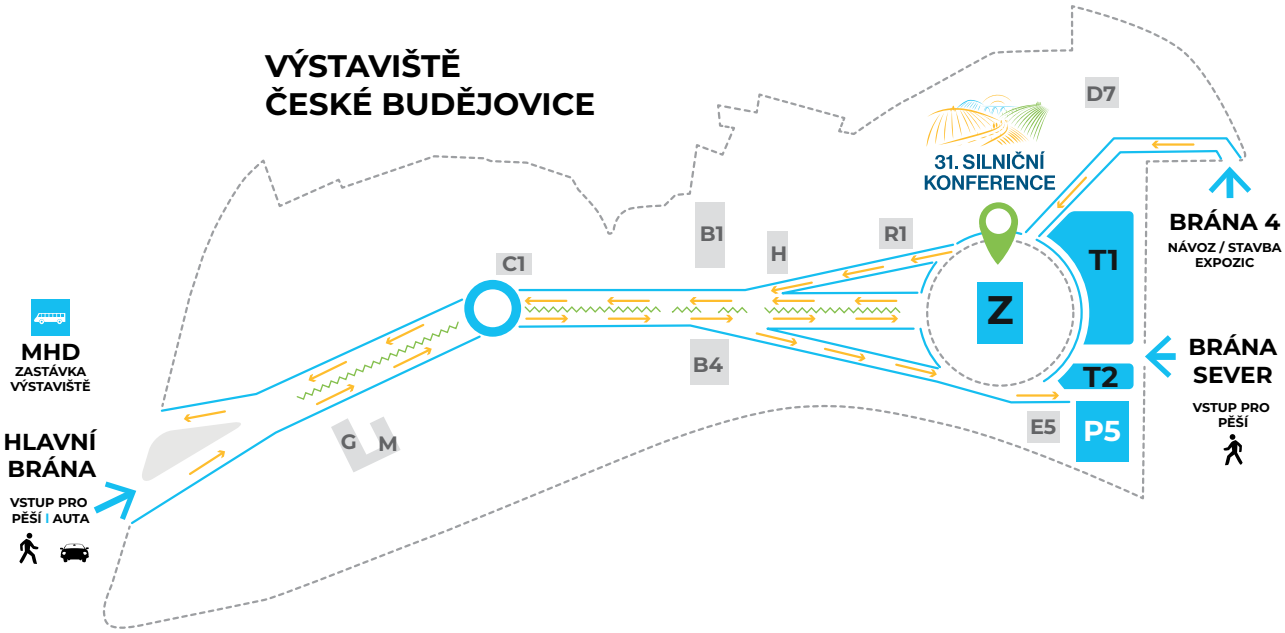
Věříme, že vás nově koncipovaný program konference i doprovodná výstava zaujmou, a že na konferenci získáte nejen mnoho nových poznatků a informací, ale strávíte zde se svými kolegy, známými a přáteli i příjemné a chvíle, na které budete rádi vzpomínat. Přejeme vám všem krásný pobyt v nádherné jihočeské metropoli. Jsme přesvědčeni, že toto největší setkání pracovníků silničního hospodářství a dalších příbuzných oborů se uskuteční ke spokojenosti všech jeho účastníků.

Za předsednictvo České silniční společnosti

Ing. Jan Švarc
místopředseda ČSS a předseda programového výboru konference

SCHÉMA SILNIČNÍ KONFERENCE

SCHÉMA VÝSTAVIŠTĚ



KONFERENČNÍ APLIKACE

Stahujte do svých mobilních telefonů:

S konferenční aplikací budete informováni o aktuálním dění a budete mít veškeré dostupné materiály ve svém zařízení.

Co v aplikaci najdete?

– Aktuální program – možnost vytvoření vlastního programu dle vybraných přednášek

– Notifikace – budete upozorňováni na změny v programu, zajímavé přednášky a dění v průběhu akce

– Sborník ke stažení

– Rozšířené profily partnerů

– Rastr výstavy

– Networking – vytváření nových obchodních partnerů

– Online hodnocení, ankety

STŘEDA 23. 10. 2024

8.00 **ZAHÁJENÍ REGISTRACE A WELCOME COFFEE**

9.30 - 10.15 **ÚVODNÍ ZASEDÁNÍ**

Zahájení konference – předseda České silniční společnosti
Ing. Petr Mondschein, Ph.D.

Vystoupení primátorky Statutárního města České Budějovice
Doc. Ing. Dr. Dagmar Škodová Parmová

Vystoupení hejtmana Jihočeského kraje
MUDr. Martin Kuba

Vystoupení předsedy Slovenskej cestnej spoločnosti
Ing. Ján Šedivý, CSc.

Projev ministra dopravy
Mgr. Martin Kupka

Předání vyznamenání ČSS za rok 2024

Předání ocenění za dizertační práce za rok 2024

10.15 - 10.45 **PLENÁRNÍ ZASEDÁNÍ**

Silniční infrastruktura –klíčová strategická investice státu
Mgr. Zdeněk Zajíček, prezident Hospodářské komory ČR

Ohlasy XXVII. světového silničního kongresu v Praze a jeho očekávané přínosy pro odbornou praxi v Česku
Ing. Václav Neuvirt, CSc., předseda Českého národního komitétu PIARC

10.45 - 11.45 **SOUČASNÝ STAV A ROZVOJ SILNIČNÍ INFRASTRUKTURY STÁTU A REGIONŮ**

Řízená diskuse – moderátor PhDr. Přemysl Čech

Mgr. Martin Kupka
ministr dopravy ČR

Ing. Zbyněk Hořelica
ředitel Státního fondu dopravní infrastruktury

Ing. Radek Mátl
generální ředitel Ředitelství silnic a dálnic s.p.

Ing. Petr Laušman
předseda Sdružení pro výstavbu silnic

Bc. Roman Hanák
předseda Sdružení SÚS v ČR

11.45 - 13.00

Transformace ŘSD ČR na státní podnik a prioritní úkoly v nejbližším období
Ing. Radek Mátl, generální ředitel Ředitelství silnic a dálnic s.p.

Financování dopravní infrastruktury a dopady transformace ŘSD z pohledu SFDI
Ing. Zbyněk Hořelica, ředitel Státního fondu dopravní infrastruktury

Dálnice D3 – stavba 0310 a 0311 před dokončením
Ing. Petr Kůrka, ředitel úseku výstavby Ředitelství silnic a dálnic s.p.

Představení vítězné dizertační práce za rok 2024

90. výročí založení České (Československé) silniční společnosti
Ing. Jan Švarc, místopředseda České silniční společnosti

Diskuse, zakončení jednání a pokyny pro další program

13.15 - 13.30 ZAHÁJENÍ DOPROVODNÉ VÝSTAVY

13.30 - 15.00 PŘESTÁVKA NA OBĚD

14.30 - 18.00 ODBORNÉ EXKURZE

Výstavba dálnice D4 II/118 – Mirotice – 1. PPP projekt
garant Daniela Pedret

Výstavba dálnice D3 stavba 0310 a 0311
garanti Ing. Vladimíra Hrušková, Ing. Petr Schneider

Nové dopravní informační a řídicí centrum města České Budějovice
garant Jiří Smetana

15.00 - 18.00 JEDNÁNÍ ODBORNÝCH SEKCÍ

15.00 - 16.15 ZEMNÍ PRÁCE – SÁL 1
Moderuje: Doc. RNDr. František Kresta, Ph.D.

Austrian environmental requirements for alternative and waste materials used in earthworks
Dipl Ing. Roland Starke
Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Rakousko

Evropské normy pro zemní práce řady EN 16907 a jejich zavedení do české praxe
Doc. RNDr. František Kresta, Ph.D., SG Geotechnika a.s.

Používání haldoviny z těžby uranu v Příbrami do násypů na dálnici D4
Ing. Jiří Záruba, MBA, Ing. Jiří Krtek, SG Geotechnika a.s.

Geotechnický monitoring zemních těles na dálnici D3
Mgr. Petr Karlín, Geotec-GS a.s.

16.30 - 17.45 ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI A HUMANIZACE PROSTORU PK V OBCÍCH – SÁL 1
Moderuje: Ing. Jindřich Frič, Ph.D., Ing. Tomáš Nejedlo

Cestování na „poslední míli v obcích – BESIP“
Mgr. Tomáš Neřold, MA
Ministerstvo dopravy, tajemník rady Vlády BESIP, vedoucí samostatného oddělení BESIP

TP 132 Zásady zklidňování s akcentem na sdílené zóny
Ing. Pavel Havránek, MBA, CDV, v.v.i. - ředitel divize dopravního inženýrství, bezpečnosti a strategií

Bezpečnost silničního provozu v obcích
Pplk. Ing. Pavel Fiala, Policejní presidium Policie ČR

Increasing safety and humanization of roads in urban areas
DI Bernd Strnad, Technischer Leiter - KFV Sicherheit-Service GmbH

15.00 - 16.15 DIGITALIZACE PROCESU VÝSTAVBY SILNIC – SÁL 2
Moderuje: Ing. Petr Svoboda, Ing. Zbyněk Hořelica

Úvod
Ing. Zbyněk Hořelica – SFDI, Ing. Petr Svoboda – Sdružení pro výstavbu silnic

Vývoj v metodikách BIM, zákon o BIM, spolupráce s Agenturou ČAS, přínos pilotních projektů u ŘSD
Ing. Milan Dont, Ph.D., SFDI

Zavedení BIM u ŘSD do běžné praxe, jednotné datové prostředí
Ing. Josef Šejnoha, ŘSD s.p.

Proces postupné digitalizace procesů, integrace jednotlivých složek, CES, CEV
Ing. Jiří Hlavatý, Ph.D., ŘSD s.p.

Systém hospodaření s vozovkou, využití BIM pro správu majetku
Ing. Jiří Klepáč, ŘSD s.p.

16.30 - 18.10 NOVÉ MATERIÁLY A NOVÉ TECHNOLOGIE, RECYKLACE A DEKARBONIZACE – SÁL 2

Moderuje: Ing. Petr Mondschein, Ph.D., Ing. Václav Neuvirt, CSc.

Dekarbonizace – jak na ni v silničním stavitelství
Ing. Václav Valentin a kol.

Abeceda udržitelnosti a odolnosti asfaltových směsí
Ing. Petr Mondschein, Ph.D.

"Asfaltová" pojiva pro výstavbu vozovek v 21. století
Ing. Tomáš Koudelka, Ph.D.

Recyklace v oblasti asfaltových směsí
Doc. Ing. Petr Hýzl, Ph.D.

Recyklace v oblasti podkladních vrstev a podloží pozemních komunikací
Doc. Ing. Dušan Stehlík, Ph.D.

15.00 - 19.30 PROHLÍDKA DOPROVODNÉ VÝSTAVY

19.30 - 24.00 SPOLEČENSKÝ VEČER

ČTVRTEK 24. 10. 2024

9.30 - 12.15 JEDNÁNÍ ODBORNÝCH SEKCÍ

9.30 - 10.45 VÝZNAMNÉ REALIZOVANÉ A PŘIPRAVOVANÉ INŽENÝRSKÉ OBJEKTY NA DÁLNICÍCH A SILNICÍCH – SÁL 1

Moderuje: Ing. Jan Volek, Ing. Filip Řehoř

Most přes Počernický potok na D0 – možnosti opravy a rozšíření
Ing. Václav Kvasnička, Pontex, spol. s r.o., prof. Ing. Pavel Ryjáček, Ph. D., ČVUT v Praze

Oprava Barrandovského mostu – použití UHPC
Prof. Ing. Jan L. Vítek, CSc., FEng., ČVUT v Praze - Fakulta stavební

Dvorecký most – aktuální stav
Ing. Miroslav Seidl, PRAGOPROJEKT, a.s.

Zavěšený most přes Labe na přeložce silnice I/36 v Pardubicích
Dr. Ing. Petr Vítek, HOCHTIEF CZ, a.s.

Mostní objekty na stavbě 0310/I
Ing. Filip Řehoř, PRAGOPROJEKT a.s.

11.00 - 12.15 PROJEKTY PPP, ZAJÍMAVÉ STAVBY NA KRAJSKÝCH SILNICÍCH A LESNÍ CESTY V ČR – SÁL 1

Moderuje: Ing. Zdeněk Komůrka, Ing. Čestmír Kopřiva

Realizace a příprava projektů PPP na dálnicích ČR
Ing. Jan Ornst, Ph.D., Ministerstvo dopravy

Městský okruh Plzeň – úsek Křimická – Karlovarská
Mgr. Martin Vít, MBA, technický ředitel SÚS Plzeňského kraje

Modernizace mostu ev. č. 209 - 011a Nové Sedlo – Loket
Ing. Petr Šťovíček, technický náměstek Krajské SÚS Karlovarského kraje

Lesní cesty v České republice
Doc. Ing. Karel Zlatuška, CSc., ČZU, Fakulta lesnická a dřevařská

9.30 - 10.45 TELEMATIKA PRO DÁLNICE A MĚSTA – SÁL 2

Moderuje: Doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D., MBA

Zkušenost s mobilním liniovým řízením dopravy a využití FCD
Ing. Filip Týc, Ředitelství silnic a dálnic s.p.

Navrhování liniového řízení dopravy na dálnicích
Ing. Roman Srp, Sdružení pro dopravní telematiku, z.s.

Nekonvenční křižovatky a využití ve městě
Ing Radim Striegler, Ing. Petr Neuwirth, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Řízení ve městě Žilině pomocí multiagentních systémů
doc. Ing. Rastislav Pirník, Ph.D.
Žilinská univerzita v Žilině, Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

Přístupy k navigaci a rozšíření C-ITS v tunelech
Ing. Jiří Brož, MSc., Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní

11.00 - 12.15 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A SILNIČNÍ DOPRAVA – SÁL 2

Moderuje: Ing. Libor Ládyš

Využití nástrojů GIS při projednání liniových staveb a participaci s veřejností
Ing. Zuzana Vošická, Ing. Jakub Černý, EKOLA group, spol. s r.o

Modernizace D1 z hlediska hlučnosti
Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D., Centrum dopravního výzkumu, v.v.i.

Hlučnost elektromobilů – fakta a mýty
Ing. Filip Fikejz, Ing. Libor Ládyš, Ing. Martin Ládyš, EKOLA group, spol. s r.o.

Emise vybraných polycyklických aromatických uhlovodíků v silničním provozu
Ing. Adam Poul, Ing. Libor Špička, Mgr. Martina Bucková, RNDr. Jiří Huzlík, Ph.D.
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

9.00 - 12.15 STUDENTSKÉ DOPOLEDNE

Studentské dopoledne pro studenty středních a vysokých škol z Jihočeského kraje

Přivítání od ČSS a SVS
Ing. Petr Mondschein, Ph.D. a Ing. Petr Laušman

Ředitelství silnic a dálnic s.p.

MI Roads a jejich příběh v Jihočeském kraji

Představení vítězné disertační práce

Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích

Jihočeská univerzita

BESIP

Přednáška o bezpečnosti a organizovaná prohlídka doprovodné výstavy

Individuální prohlídka výstavy a oběd

12.15 - 12:30 ZAKONČENÍ KONFERENCE

Závěrečné slovo Ing. Petra Mondscheina, Ph.D., předsedy České silniční společnosti

12.30 - 14.00 OBĚD

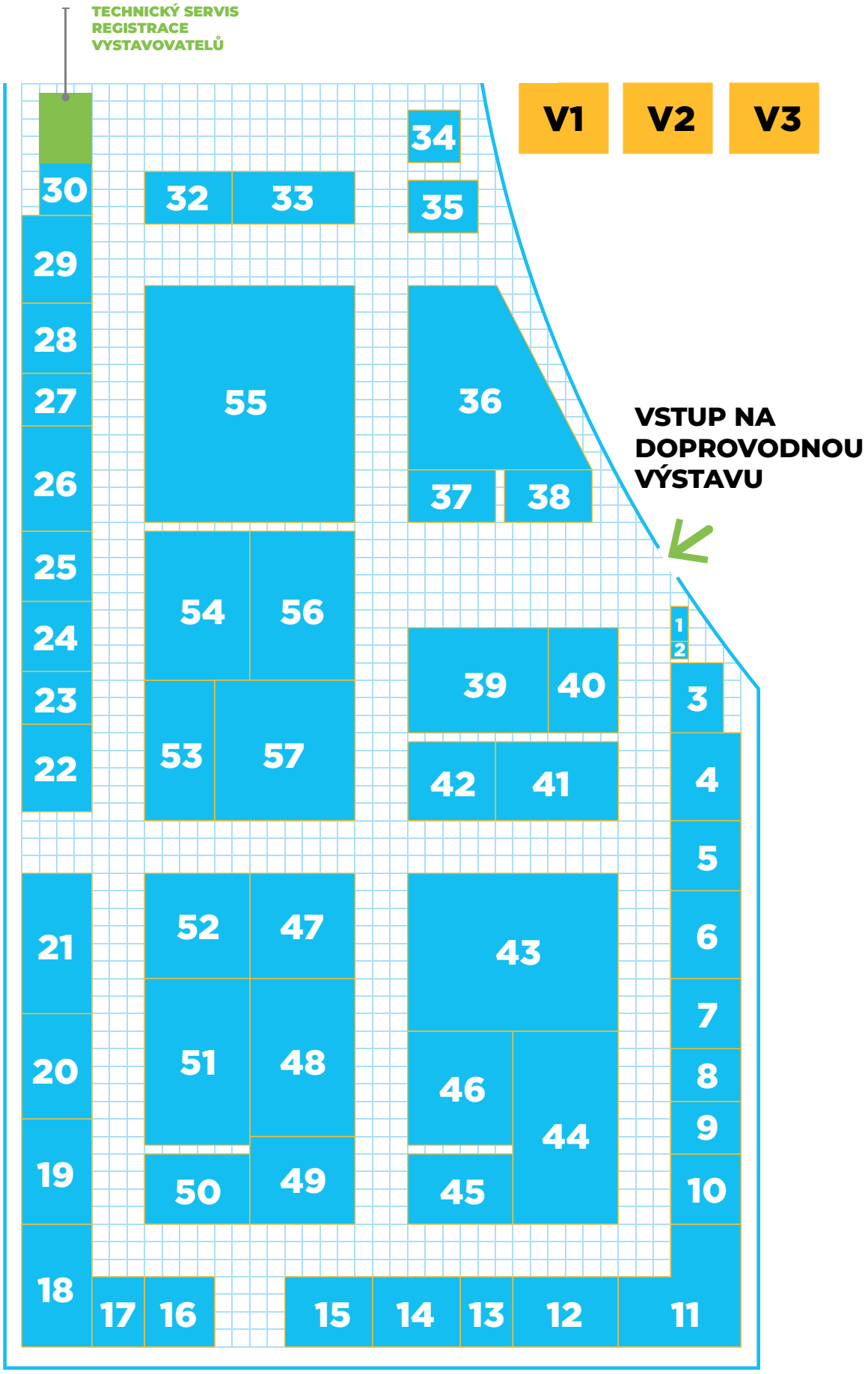
SEZNAM VYSTAVOVATELŮ

	Společnost	Město
23	ACO Stavební prvky spol. s r.o.	Jihlava
24	ALGON, a.s.	Praha
9	AMBERG Engineering Brno, a.s.	Brno
41	ArtepGeo s.r.o.	Praha
14	AŽD Praha s.r.o.	Praha
48	Budimex SA, odštěpný závod Česko	Praha
53	CADservis, s.r.o.	Ostrava
15	CAMEA Technology, a.s.	Brno
V1	CBSG s.r.o.	Nové Jirny
39	COLAS CZ, a.s.	Praha
53	COPY GENERAL s.r.o.	Praha
36	Česká silniční společnost z.s.	Praha
7	DELTABLOC CZ o.z.	Praha
51	Doprastav, a.s.	Bratislava (SK)
56	DOPRAVOPROJEKT Ostrava a.s.	Bílovice
35	Egoé noba s.r.o.	Uherský Brod
13	First information systems, s.r.o.	Ostrava
3	FREKOMOS s.r.o.	Valašské Meziříčí
6	GEFOS a.s.	Praha
26	HBH Projekt spol. s r.o.	Brno
38	HEINTZMANN Traffic Systems GmbH	Bochum (DE)
47	HOCHTIEF CZ a.s.	Praha
8	HRADIL CZ s.r.o.	Kostomlaty nad Labem
10	HRDLIČKA Holding	Praha
29	ChanGroup s.r.o.	Dolní Rychnov
40	Chládek a Tintěra, Pardubice a.s.	Pardubice
52	IBR Consulting, s.r.o.	Praha
21	INFRAM a.s.	Praha
V2	JMP - Stavební stroje s.r.o.	Hrobice
22	JUTA a.s.	Dvůr Králové nad Labem
28	Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, p.o.	Praha
49	M - SILNICE a.s.	Pardubice
42	MACCAFERRI CENTRAL EUROPE s.r.o.	Senica (SK)
1	MARIDO SOLUTIONS s.r.o.	Brno
12	MEISER Straßenausstattung GmbH	Schmelz-Limbach (DE)
27	Ministerstvo dopravy ČR	Praha
55	MI Roads a.s.	Praha
56	Mott MacDonald CZ spol. s r.o.	Praha
46	OHLA ŽS, a.s.	Brno
53	PRAGOPROJEKT, a.s.	Praha
56	PK OSSENDORF s.r.o.	Brno
18	POHL cz, a.s.	Roztoky u Prahy
11	PORR a.s.	Praha
4	PROFIcomms s.r.o.	Brno
V3	Pro security technologies s.r.o.	Praha
41	QUALIFORM, a.s.	Brno
33	Ředitelství silnic a dálnic s. p.	Praha
5	SaM silnice a mosty a.s.	Česká Lípa
25	SAMSON PRAHA, spol. s r.o.	Praha
2	Sdružení pro výstavbu silnic	Praha
17	SEZAKO Prostějov, s.r.o.	Prostějov
56	SHB, akciová společnost	Ostrava
12	SIGVIA CZ s.r.o.	Brno
37	SILNICE HEJDA s.r.o.	Pelhřimov
34	SOFTEC, spol. s r.o.	Praha
27	Státní fond dopravní infra-struktury - SFDI	Praha
20	STRABAG a.s.	Praha
56	Stráský, Hustý a partneři s.r.o.	Brno
54	SUDOP GROUP a.s.	Praha
50	SWARCO TRAFFIC CZ s.r.o.	Praha
57	SWIETELSKY stavební s.r.o.	České Budějovice
41	TECHNOMA a.s.	Vratimov
32	Tensar International, s.r.o.	Český Těšín
53	TUBES spol. s r.o.	Praha
52	VALBEK-EU, a.s.	Liberec
44	VARS BRNO a.s.	Brno
45	VeaCom s.r.o.	Praha
56	VIAPONT, s.r.o.	Brno
30	VIALIT SOBĚSLAV spol. s r.o.	Soběslav
43	VINCI Construction CS a.s.	Praha
19	VLČEK SOLUTION s.r.o.	Stod
16	Značky Morava, a.s.	Brantice

Vnitřní expozice

V Venkovní expozice

RASTR VÝSTAVNÍ PLOCHY



SEZNAM NAVRŽENÝCH NA OCENĚNÍ MEDAILÍ PROF. ŠPŮRKA

STŘÍBRNÁ

Ing. Jan Volek

BRONZOVÁ

Ing. Denisa Cihlářová, Ph.D.

Ing. Jozef Fabián

Ing. Ondřej Vohradský

Ing. Jan Volek

Dlouholetý předseda odborné sekce Silničních mostů a dlouholetý člen Rady ČSS a Redakční rady Silničního obzoru. Aktivně se podílí na činnostech Rady ČSS zvlášť na přípravě odborných akcí. Spolupracuje při přípravě jednotlivých čísel Silničního obzoru věnovaných problematice mostů a projektování.

Ing. Denisa Cihlářová, Ph.D.

Členka předsednictva Rady České silniční společnosti. Velmi aktivně se zapojuje do přípravy odborných akcí. Aktivně pracuje na projektech na podporu studentů.

Ing. Jozef Fabián

Dlouholetý člen předsednictva Slovenskej cestnej spoločnosti. Aktivně se podílí na spolupráci České silniční společnosti a Slovenskej cestnej spoločnosti a aktivně podporuje společné odborné aktivity.

Ing. Ondřej Vohradský

Předseda Redakční rady časopisu Silniční obzor. Dlouhodobě pracuje na zvýšení jeho kvality. Aktivně ze své pozice spolupracuje na odborných akcích pořádaných Českou silniční společností.

CENA ČESKÉ SILNIČNÍ SPOLEČNOSTI O NEJLEPŠÍ DISERTAČNÍ PRÁCI V OBORU SILNIČNÍHO STAVITELSTVÍ MÁ ZA SEBOU 7 ÚSPĚŠNÝCH ROČNÍKŮ

Ing. Luděk Bartoš, Ph.D. | vědecký tajemník ČSS | l.bartos@silnicnispolecnost.cz

Česká silniční společnost organizuje od roku 2018 soutěž o nejlepší disertační práci v oboru silničního stavitelství, jejímž cílem je zviditelnění nastupující generace odborníků v našem oboru a současně i zdůraznění významu práce vysokých škol.

Přehled vítězů předchozích ročníků soutěže:

- 2018: Ing. Pavel Coufalík, Ph.D., VUT Brno, Fakulta stavební: Reologické vlastnosti asfaltových pojiv
- 2019: Ing. Dominik Suza, Ph.D., VUT Brno, Fakulta stavební: Dočasné zesilování silničních mostů
- 2020: Ing. Lucie Benešová, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta stavební: Analýza vybraných reologických charakteristik asfaltových pojiv
- 2021: Ing. Jan Šilar, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta dopravní: Využití moderních inteligentních dopravních systémů při řešení dopravy v klidu
- 2022: Ing. Tomáš Koudelka, Ph.D., VUT Brno, Fakulta stavební: Recyklace asfaltových pojiv pomocí oživovacích přísad
- 2023: Ing. Mariia Khrapova, Ph.D., Česká zemědělská univerzita v Praze: Výzkum vlivů na retroreflexi dopravních značek

Ing. Mariia Khrapova, Ph.D. při předávání ocenění za 1. místo v soutěži o nejlepší disertační práci v roce 2023 od ministra dopravy na Silniční konferenci v Ostravě.

V roce 2024 se do soutěže přihlásilo celkem 5 doktorandů s těmito pracemi:

- Ing. Jiří Brož, Ph.D., ČVUT Praha, Fakulta dopravní: Evaluace a návrh navigačních aplikací ITS v tunelovém systému
- Ing. Peter Gallo, Ph.D., ČVUT Praha, Fakulta stavební: Vliv výztužných prvků na bázi rostlinných vláken na funkční vlastnosti asfaltových směsí
- Ing. Adam Orlický, Ph.D., ČVUT Praha, Fakulta dopravní: Problematika komunikace chodců a autonomních vozidel
- Ing. Pavla Nekulová, Ph.D., VUT Brno, Fakulta stavební: Predikce protismykových vlastností povrchu vozovky v laboratoři
- Ing. Miroslav Patočka, Ph.D., VUT Brno, Fakulta stavební: Aktualizace výpočtového modelu kapacity okružních křižovatek

Každá práce byla předána k odbornému posouzení dvěma nezávislým odborníkům z odborných sekcí ČSS.

Následně se sešla hodnotitelská komise, která je složena z předsedů všech odborných sekcí, z předsedy, vědeckého tajemníka a vybraného člena předsednictva České silniční společnosti a vydala své doporučení. Komise konstatovala, že letošní výběr vítězů nebyl jednoduchý, protože všechny přihlášené práce byly odborně velmi zajímavé a kvalitně zpracovány.

O konečném pořadí výsledků soutěže rozhodlo předsednictvo České silniční společnosti na základě diskuze na svém jednání.

Výsledky soutěže budou slavnostně vyhlášeny ve středu 23.10.2024 na Silniční konferenci v Ostravě, kde bude mít vítěz možnost v hlavním sále prezentovat poznatky a závěry své práce delegátům konference ve své přednášce.

S vybranými pracemi z letošního ročníku se budou moct seznámit čtenáři časopisu Silniční obzor.

Více informací o soutěži, přehledy oceněných doktorandů a odkazy na jejich články v Silničním obzoru, najdete na webových stránkách ČSS. Další ročník soutěže bude vyhlášen v únoru 2025.

ODBORNÉ PŘÍSPĚVKY

KVALITA INOVACE VZDĚLÁNÍ

Rekordní rozpočet ŘSD se projevuje v počtech nových kilometrů	15
Austrian environmental requirements for alternative and waste materials used in earthworks	17
Evropské normy pro zemní práce řady EN 16907 a jejich zavedení do české praxe	22
Geotechnický monitoring zemních těles na dálnici D3	27
Oprava Barrandovského mostu – použití UHPC	30
Nejvýznamnější dopravní stavba Plzeňského kraje – „Městský okruh úsek Křimická - Karlovarská“ – poslední etapa městského (západního) okruhu v Plzni	34
Modernizace mostu ev. č. 209-011A Nové Sedlo – Loket	37
Liniové řízení významně zvyšuje plynulost a bezpečnost silničního provozu a snižuje cestovní doby	40
Aplikace nekonvenčních úprav za účelem zvýšení kapacity křižovatek na hlavních komunikacích v městském prostředí	42
Riadenie dopravy v meste Žilina	47
Přístupy k navigaci a rozšíření C-ITS v tunelech	51
Využití nástrojů GIS při projednání liniových staveb a participaci s veřejností	54
Modernizace D1 z hlediska hlučnosti	57
Hlučnost elektromobilů – fakta a mýty	62
Emise vybraných polycyklických aromatických uhlovodíků v silničním provozu	68

REKORDNÍ ROZPOČET ŘSD SE PROJEVUJE V POČTECH NOVÝCH KILOMETRŮ

Ing. Radek Mátl | generální ředitel
Ředitelství silnic a dálnic s. p. | radek.matl@rsd.cz

Ačkoliv je řada oblastí ekonomiky, u nichž přetrvává stagnace či jen mírný růst, inženýrské stavitelství v podobě dopravní infrastruktury je dle ukazatelů opakem a tahounem ekonomiky. ŘSD má na tomto trendu značný podíl, jelikož výsledky práce jeho zaměstnanců přináší stavebním firmám dostatečné množství nabídek na realizaci projektů. Jejich zvýšená nabídka sebou ale přináší vyšší nároky na objem finančních prostředků. Pro ŘSD je klíčové, že se má v posledních letech zajištěnu nezbytnou výši financí ve svém rozpočtu. Rostoucí počet nově zahajovaných a zprovozňovaných staveb úseků dálnic a silnic I. tříd díky tomu přetrvává. V případě ŘSD docházelo v posledních letech k pravidelnému navyšování objemu přidělených financí rozdělovaných ze Státního fondu dopravní infrastruktury (SFDI). V roce 2023 hospodařilo ŘSD se zdroji ve výši bezmála 67 miliard Kč a pro rok 2024 je schválená částka z fondu SFDI ve výši přesahující 78 miliard Kč. Jde o bezkonkurečně rekordní množství financí v historii ŘSD. Připravenost projektů je však stále vyšší, takže na příští rok bude ŘSD potřebovat cca o dalších 10 mld. Kč více a v roce 2026 bude potřeba investovat do dostavby chybějících dálnic a silničních obchvatů a údržby stávající sítě pravděpodobně až kolem 100 mld. Kč.

Vedle přidělených financí je zásadní, zda jsou tyto prostředky následně reálně využity. ŘSD dosahuje při čerpání svého rozpočtu vysoké úspěšnosti a efektivity. Reálný závěrečný účet přesahuje hranici 99 % vyčerpaných prostředků z rozpočtu.

VÝSTAVBA NOVÝCH DÁLNIC A SILNIC SE DRŽÍ NA REKORDNÍCH ČÍSLECH

Dostavba základní dálniční sítě zůstává nadále cílem ŘSD v oblasti budování nových komunikací a dokončení páteřní sítě dálnic do roku 2033 je pro ŘSD nadále hlavní prioritou. Nastavený systém přípravy jednotlivých projektů dává naději, že tento cíl by mohl být naplněn. Aktuálně je rozestavěnost dálniční a silniční sítě na území České republiky stále historicky nejvyšší. Ke konci září letošního roku mělo ŘSD rozestavěno po celé republice bezmála 298 kilometrů dálnic a silnic I. tříd. Jednalo se o celkem 65 projektů v různých stádiích výstavby.

Pokud se zaměříme čistě na dálnice, ke konci září se stavělo přes 226 zcela nových kilometrů, z nichž minimálně skoro 100 km bude řidičům sloužit ještě do konce roku 2024. Nejvíce pozitivní dopad na dopravu poznají řidiči na jihu Čech, kde budou letos otevřeny tři úseky na D3. Ta je ukázkou toho, že se ŘSD daří realizovat delší souvislejší tahy. Na D3 nyní běží stavba pěti úseků od Úsilného po hranici s Rakouskem v celkové délce bezmála 42 km. Jak už bylo uvedeno, tři úseky kolem Českých Budějovic a dále směrem ke Kaplici (celkem 28,4 km) budou řidičům sloužit od letošního prosince.

Podle harmonogramu finišuje pilotní projekt PPP, který zajistí dostavbu dálnice D4 mezi Příbramí a Pískem. Tam se najednou realizuje 32 km této dálnice, která bude zprovozněna taktéž v závěru roku.

Na D55 se aktuálně buduje přes 21 km nové dálnice mezi Babicemi, Starým Městem, Moravským Pískem a Bzencem. Také v tomto případě řidiči otestují nové úseky této dálnice ještě letos. Navíc dalších 8,1 km na D55 se staví na dvou místech a otevřeny budou v roce 2025.

Značný počet z uvedených rozestavěných kilometrů připadá na D35. Ta se v současnosti buduje ve třech krajích najednou v souhrnné délce skoro 54 km. Nejvíce v Pardubickém kraji, kde se realizují části Ostrov-Vysoké Mýto (včetně samostatně budovaného tunelu Homole), Vysoké Mýto-Džbánov, Džbánov-Litomyšl a Janov-Opatovec. Do konce roku by navíc mohl přibýt úsek Litomyšl-Janov, kde finišuje výběrové řízení na zhotovitele stavby. V Královéhradeckém kraji jde o dva úseky od Plotišť nad Labem po Hořice (18 km) a zásadní pozitivní vliv na plynulost provozu bude mít i krátký úsek (3,2 km) u Křelova v Olomouckém kraji.

Přes 26 km se buduje na D6. Na letos hotový úsek u Krupé (6,5 km) navazují části kolem Hořoviček, Hořesedel a Petrohradu až k Lubenci.

Na dálnici D7 byla letos dokončena 4,4 km dlouhá část kolem Chlumčan a v optimálním případě by mohlo být do konce letošního roku rozestavěno na třech úsecích dalších bezmála 17 km ve středočeské části D7 u Slaného.

Mezi Bělotínem a Rybím pokračuje přestavba I/48 na D48 (8,2 km), k níž se přidalo i dalších 3,7 km D48 mezi Dubem a Palačovem (součást stavby I/35 Lešná–Palačov). Stále běží i práce na stavbě D49 mezi Hulínem a Fryštákem (17,3 km) a pozornost veřejnosti se upírá také k dostavbě dálnice D1 mezi Říkovicemi a Přerovem (10,1 km).

Velmi optimistická čísla rozestavěnosti lze registrovat také na silnicích I. tříd, kde se aktuálně buduje bezmála 72 kilometrů. Celkem jde o 23 míst napříč regiony ČR, přičemž převážnou část ze staveb tvoří obchvaty měst a obcí. Mezi větší projekty lze zařadit stavby obchvatů Nové Paky (I/16), Klatov (I/27), Pardubic (I/36), Bruntálu (I/45), Lišova (I/34), Žiželic (I/27) či Sezemic (I/36). Jako směrově dělená čtyřpruhová komunikace se staví úsek I/57 mezi Semetínem a Bystřičkou a částečně i na I/20 mezi Pištínem a Českým Vrbným.

Letos se řidiči již poprvé svezli po nových obchvatech Jaroměře (I/33), Mošnova (I/58) či na úsecích Postřelmov-Chromeč (I/11) a Nový Bor-Svor (I/9), který představoval rovněž zkapacitnění na čtyřpruhové uspořádání. Do konce roku stihne ŘSD předat do užívání zmíněný obchvat Klatov (7,6 km), který již částečně slouží. Zásadní pro plynulost provozu budou též dokončené úseky Velkého městského okruhu v Brně (Tomkovo náměstí, Rokytova, Žabovřeská II. etapa a Bauerova). Pokud půjde vše dle plánu, mohly by do konce roku být zahájeny např. stavby obchvatů Náchoda, Svoru a Přeštic.

NOVÁ PARKOVACÍ STÁNÍ NA ODPOČÍVKÁCH

Vedle výstavby samotných komunikací jsou nezbytnou součástí tahů i odpočívky. Rozšiřování počtu parkovacích ploch a stání k odpočinku rovněž patří mezi hlavní priority ŘSD. Zajištění adekvátního počtu stání je historickým dluhem, na jehož odstranění ŘSD usilovně a systematicky pracuje. Rekonstrukcí vedoucí ke zvýšení kvality služeb prošla v minulých letech řada odpočívek.

K navýšení počtu míst dojde na budovaných úsecích dálnic, kde se nyní staví nové odpočívky. Jedná se o D35 (Hrušová), D55 (Majetín), D4 (Krsice), Suchdol (D3) a D6 (Kolešov). Opomenout nelze odpočívky, u nichž dochází díky modernizaci k navýšení počtu míst a zvýšení komfortu pro jejich uživatele. V letošním roce se to týká odpočívek u Klíčan (D8), Mikulášova (D1), Zeleňáku (D2) či Rozvadova (D5).

Konkrétní obrysy má též plocha pro budoucí odpočívku Smolnice ležící na zmíněném zprovozněném úseku D7 u Chlumčan. V příštím roce by mohla začít stavba dalších nových odpočívek, např. na D35 (Holovousy), D11 (Jaroměř, Předměřice a Brusnice), D6 (Verušičky) či D7 (Smolnice).

VZNIK NOVÝCH SSÚD

S postupným dynamickým nárůstem nových kilometrů dálniční sítě souvisí potřeba budování Středisek správ a údržby dálnic (SSÚD). Nová SSÚD je nutné stavět kvůli tomu, aby dojezdová vzdálenost a zajištění péče o dálnice probíhalo z přiměřené vzdálenosti. Střediska jsou umísťována tak, aby každé mělo ve své správě přibližně stejný počet kilometrů a jejich pracovníci byli schopni v případě komplikací na dálnicích operativně zasáhnout.

V současnosti nová SSÚD již vznikají. Na D3 u Borku bude SSÚD zajišťovat údržbu o nové dálniční úseky. A v průběhu září začala oficiálně stavba SSÚD Poruba (na úseku I/35 Lešná-Palačov), které bude mít ve své správě údržbu čtyřpruhové silnice I/35 a na ní navazující dálnice D48. V brzké době začne též výstavba SSÚD Lubenec (D6).

TRANSFORMACE NA STÁTNÍ ORGANIZACI

Transformace ŘSD přinesla přeměnu právní formy organizace, která je od 1. 1. 2024 státním podnikem založeným dle zvláštního zákona. Dříve ŘSD fungovalo jako příspěvková organizace Ministerstva dopravy ČR. Na obsáhlejší hodnocení je sice brzy, ale proces proměny má již první konkrétní výsledky. Vlivem transformace se zlepšilo postavení ŘSD s. p. na pracovním trhu, kdy podnik dokáže lépe nacházet a platit klíčové experty, a to nejen na pozice stavařů, ale do IT systémů, právního odboru apod.

Velkou změnou je samozřejmě jiný systém fungování provozního úseku, který nyní není závislý na přidělených prostředcích z rozpočtu, ale funguje na principu dlouhodobější smlouvy formou provozní platby za dostupnost.

Transformace na státní podnik znamená více samostatnosti, plánování, zodpovědnosti a maximální zefektivnění všech činností. Benefitem je sice větší volnost v rámci rozhodování, ale na druhou stranu musí být ŘSD daleko pečlivější při samotném plánování finančních prostředků a v následném hospodaření s nimi.

AUSTRIAN ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS FOR ALTERNATIVE AND WASTE MATERIALS USED IN EARTHWORKS

Roland Starke | Function: technical expert for recycling, analysation and landfilling of mineral waste
Republic of Austria - Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology
Contact: +43 1 711 62 -613433 / +43 664 88848606 / Stubenbastei 5, 1010 Wien, Österreich; roland.starke@bmk.gv.at

1. INTRODUCTION

Materials used for earthworks in Austria include non-waste (mostly excavation material used on site, natural aggregates from quarries or by-products) and waste material (excavation material from other building activities, tunnel excavation material). The quality of materials regarding waste which are recycled in earthworks activities are regulated in various regulations into waste management law. In the following these regulations, the technical background and the practical experiences in Austria should be outlined.

1.1 SITUATION IN AUSTRIA

Austria has a lot of easily available natural resource of soil and rock materials, whereas the need of alternative materials in earthworks is relatively low. On the other hand, there are no relevant sources of material from mining and only a few steel/iron plants. The most important fractions include tunnel excavation material and soil excavation material originated on various building site. Recycled and natural aggregates and slags (including reclaimed asphalt or concrete) are mainly used for technical layers or the production of new asphalt or concrete.

2. MATERIALS USED IN EARTHWORKS IN AUSTRIA

The following materials are used in earthworks activities in Austria:

- (clean) soil excavation material excavated on site
- fractions of soil excavation material after treatment (cleaning, remove of contaminations or technical conditioning)
- natural aggregates made from excavation material
- tunnel excavation material (with or without treatment)
- soil excavation material from other building operations
- recycled aggregates made from construction and demolition waste, railway ballast, technical layers
- blast furnace slags (as by-product)

2.2 RELEVANT REGULATIONS

The requirements regarding examination, parameter, limit values and quality classes for use of excavation material (including tunnel excavation material) and aggregates made from those materials is regulated in the Austrian federal waste management plan.

Recycled aggregates made from construction & demolition waste, including materials of technical layers like railway ballast are regulated in the Austrian C&D waste ordinance.

Table 1: Limit values for content of soil/rock excavation material from the Austrian federal waste management plan 2017 (part 1, chapter 7.8.6.)

Parameters (mg/kg DM)	Quality class A1	Quality class A2-G	Quality class A2	Quality class BA
Arsenic (as As)	20 [5]	30	30	50/200 [5,6]
Lead (as Pb)	100 [5]	100	150	150/500 [5,6]
Cadmium (as Cd)	0.5 [1,5]	1.1	1.1	2/4 [5,6]
Chromium, total (as Cr)	90 [5]	90	90	300/500 [5,6]
Cobalt (as Co)	50 [5]	30	50	50 [5]
Copper (as Cu)	60 [5]	60	90	100/500 [5,6]
Nickel (as Ni)	60 [5]	55	60	100/500 [5,6]
Mercury (as Hg)	0.5 [5]	0.7	0.7	1/2 [5,6]
Zinc (as Zn)	150 [5]	300	450	500/1,000 [5,6]
BTEX [8]	0.5	1	1	1
HC index	50/100/200 [2,4]	20 [7]	50/100/200 [2]	50/100/200 [2,4]
PAH (16 compounds)	2	2	4	4
PAH (Benz[a]pyrene)	0.2	0,2	0.2	0,4
PCB (7 compounds) [8]	0.1	0,1	0.1	1
TOC (as C)	-[3]	5,000 [7]	10,000 [3]	10,000 [3,4]

Table - continue on the next page

[1] 1 mg/kg DM at a pH value ≥ 6, pH value according to ONORML 1083
[2] 50 mg/kg DM for excavated soil and material with TOC ≤ 5,000 mg/kg DM 100 mg/kg DM for excavated soil and material with TOC >5,000 mg/kg DM and ≤ 20000 mg/kg DM 200 mg/kg DM for excavated soil and material with TOC >20,000 mg/kg DM
[3] The specific value of the recultivation guidelines apply to the production for recultivation layer where these relate to installation.
[4] Exception may be permitted for excavated soil containing humus and peat in individual cases in consultation with the authorities.
[5] Each field sample must also be analysed for pollution in the fraction < 2 mm if the material is to be recovered in the form of a recultivation layer for agricultural purposes (class A1) or as a recultivation layer for agricultural purposes in areas with a similar pollution profile (class BA).
[6] If the content of a pollutant in excavated soil material is due to geogenic factors, the limit value may be exceeded up to the higher indicated limit value.
7 In individual case, a total TOC content of up to 10,000 mg/kg DM may be determined in consultation with the authority. In this case, the limit value for the HC index is 100 mg/kg DM for excavated soil and material with TOC >5000 mg/kg DM and <20000 mg/kg DM.
[8] Only investigate the event of suspicion.

(Clean) soil excavation materials used on site is not regarding as waste, therefore no explicit regulation exists. Blast furnace slag is regarded as by-product, other slags (including slags from steel production) are not allowed for usage in earthworks.

3. BASIC CHARACTERISATION OF SOIL/TUNNEL EXCAVATION MATERIAL

Material which should be used in earthworks has to be chemically analysed. The Austrian landfill directive provides a specific system for sampling, analyses and assessment of soil excavation material either by sampling of a certain area before excavation (in situ) or after excavation. For tunnel arisings and the characterisation of railway ballast specific sampling/assessment systems are provided.

In case of recycled or natural aggregates coming from recycling plants the characterisation can be made during continuous production control.

Result of the assessment systems is a specific quality class for the material, which determines which way of recycling/recovery is possible.

4. PARAMETERS AND LIMIT VALUES - (TUNNEL) EXCAVATION MATERIAL

The tables show the limited parameters, their limit values and additional terms for different classes for soil/rock excavation material. These lists are excerpts from the Austria federal waste management plan 2017, where the recycling/recovery of soil/rock excavation material (including tunnel arisings) is regulated:

Table 2: Limit values for 1:10 eluate of soil/rock excavation material from the Austrian federal waste management plan 2017 (part 1, chapter 7.8.6.)

Parameters (mg/kg DM)	Quality class A1	Quality class A2-G	Quality class A2	Quality class BA
pH-value [5]	- [4]	6.5-9.5	Specific value: 4,5-9,5 [4]	Specific value: 4,5-9,5 [4]
Electrical conductivity [5] (mS/m)	50	50	50	150
Evaporation residue	- [1]	5,000	- [1]	- [1]
Aluminium (as Al)	- [1]	- [1]	- [1]	- [1]
Antimony (as Sb)	- [1]	0.06	- [1]	- [1]
Arsenic (as As)	0.3	0.1	0.3	0.5
Barium (as Ba)	10	5	10	10
Lead (as Pb)	0.3	0.1	0.3	0.5
Cadmium (as Cd)	0.03	0.03	0.03	0.05
Chromium, total (as Cr)	0.3	0,3	0.3	0.5
Cobalt (as Co)	1	0.1	1	1
Iron (as Fe)	- [1]	- [1]	- [1]	- [1]
Copper (as Cu)	0.6	0.6	0.6	2
Molybdenum (as Mo)	0.5	0.35	0.5	0.5
Nickel (as Ni)	0.4	0.2	0.4	0.4
Mercury (as Hg)	0.01	0.01	0.01	0.01
Selenium (as Se)	0.1	0.1	0.1	0.1
Silver (as Ag)	0.2	0.2	0.2	0.2
Zinc (as Zn)	4	4	4	4
Tin (as Sn)	2	0.5	2	2
Ammonium (as N)	8	3.5 [6]	8	8 [3]
Cyanide - easily releasable (as CN)	0.2	0.1	0.2	0.2

Fluoride (as F)	20	15	20	20
Nitrate (as N)	100	70	100	100
Nitrite (as N)	2	0,5 [6]	2	2 [3]
Phosphate (as P)	5	1 [6]	5	5 [3]
Sulphate (as SO_4)	2,500	1,500	2,500	2,500 [7]
AOX (as Cl)	0.3 [2]	0.3 [2]	0.3 [2]	0,3 [2]
HC index	5	1	5	5
Phenol index	-[1]	0.05	-[1]	-[1]
aAnion-active tensides (as MBAS) [8]	1	1	1	1
TOC (as C)	-[1]	100	100 [9]	100 [9]
[1] The value must be determined and indicated in the analysis report.				
[2] Is also deemed as compliant if the EOX parameters is no higher than 0.3 mg/kg DM.				
[3] A threshold limit value can be determined in consultation with the authority.				
[4] The relevant measurement methods and figures from the recultivation guidelines on the pH value apply.				
[5] Where excavated material is landfilled, the limit value for the pH value and electrical conductivity, as published in Annex 1 of the Landfill Ordinance of 200,8, apply.				
[6] In consultation with the authority, a limit value of up to 8 mg/kg for ammonium , up to 2 mg/kg for nitrite and up to 5 mg/kg for phosphate may be determined in individual cases.				
[7] Exceptions may be applied for excavated soil containing gypsum in individual cases in consultation with the authorities.				
[8] Only investigate the event of suspicion.				
[9] Limit value does not apply for soil recultivation material.				

For the quality class A2-G (use in groundwater) the following additional parameters has to be analysed.

Table 3: Additional limit values for 1:10 eluate of soil/rock excavation material class "A2-G" from the Austrian federal waste management plan 2017 (part 1, chapter 7.8.6.)

Parameters [mg/kg DM]	**Quality class A2-G**
Beryllium (as Be)	0.05
Boron (as B)	5
Manganese (as Mn)	0.5
Thallium (as Tl)	0.1
Vanadium (as V)	0.5
Chromium VI (as Cr)	0.2
Chloride (as Cl)	1,000
Cyanide, total (as CN)	0.1

In the revision of the waste management plan 2023 minor changes of limit values has been made, and limit values for PFAS has been added.

Table 4: Areas of application (Austrian federal waste management plan 2017, part 1, chapter 7.8.6.)

Quality class	**Agricultural soil recultivation**	**Non-agricultural soil recultivation**	**Underground backfilling**	**Underground backfilling in and directly above groundwater**
A1 [3]	YES	YES	YES [1]	NO
A2	NO	YES	YES	NO
A2-G [3]	NO	YES	YES	YES
BA	YES [2,4]	YES [2]	YES [2]	NO
[1] Only in the event of compliance with the limit values as well for total TOC as for TOC in eluate from quality class A2.				
[2] Only in areas with comparable contamination in consultation with the locally competent authority,				
[3] 3 For waste fractions from the treatment of contaminated materials, as assignment to A1 or A2-G is not permitted.				
[4] Agricultural soil recultivation with waste fractions from the treatment of contaminated excavated material is not permitted.				

5. PARAMETERS AND LIMIT VALUES - AGGREGATES

The tables show the limited parameters, their limit values and additional terms for different classes for produced recycled aggregates. These reduced list of limit values is only applicable, if the source materials come from demolition with undergoing a pre demolition audit and a subsequent removal of hazardous materials before demolition.

		Qualitätsklasse		
Parameter	**Einheit**	**B–B**	**B–C**	**B–D**
Eluat bei L/S 10				
Electrical conductivity 5 (mS/m)		7,5 [1]) bis 12,5 [2])		bis 12,5 [2])
el. Leitfähigkeit	mS/m	150 [2]) [3])	150 [2]) [3])	150 [2]) [3])
Chrom ges.	mg/kg TM	1.0	1.0	1.0
Kupfer	mg/kg TM	2.0	2.0	2.0
Molybdän	mg/kg TM			0.50
Ammonium-N [9])	mg/kg TM	8.0	8.0	8.0
Chlorid [9])	mg/kg TM	1,000	1,000	1,000
Fluorid	mg/kg TM			10.0
Nitrit-N [9])	mg/kg TM	20	2.0	2.0
Sulfat [9])	mg/kg TM	6,000	6,000	6,000
Gesamtgehalt				
Blei	mg/kg TM	150/500 [6]) [7])	150/500 [6]) [7])	500
Chrom ges.	mg/kg TM	90/700 [7])	90/700 [7])	2 500
Kupfer	mg/kg TM	90/500 [7])	90/500 [7])	500
Nickel	mg/kg TM	60 [8])	60 [8])	500 [8])
Quecksilber [9])	mg/kg TM	0.70	0.70	0.70
Zink	mg/kg TM	450	450	450
KW-Index [10]) [14])	mg/kg TM	200	200	200
∑ 16PAK (EPA)	mg/kg TM	20	300 [15])	20/300 [15])
Verunreinigung				
FL [11])	cm^3/kg	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Rg+X [12])	M–%	≤ 1	≤ 1	≤ 1

[1]) for natural, non polluted rock material pH-value from 6,5 is suffizient

[2]) if value is exceeded, a rapid decarbonization regarding ÖNORM S 2116-3 „Untersuchung stabilisierter Abfälle, Teil 3: Schnellkarbonatisierung“, ausgegeben am 1. Jänner 2010m can be executed. The eluate after decarbonization has to fulfil the limit values for PH-value and electric conductivity.

[3]) With a pH-value between 11,0 and 12,5 the limit value for electric conductivity 200 mS/m

[6]) If the limit value of 150 mg/kg DM is exceed because of geogenic lead content, the eluate of lead has to fulfil a limit value of 0,3 mg/kg DM.

[7]) for geogenic content in aggregates the higher limit value has to be fulfilled

[8]) no limit for geogenic content

[9]) no limit value for reclaimed asphalt

[10]) if the limit value for HC-Index (C10-C40) is exceeded because of asphalts parts, C10-C17 has to fulfil a limit value of 75 mg/kg DM for quality class U-A and 100 mg/kg DM for quality class U-B.

[11]) floating material

[12]) glas and other materials

[14]) no limit for aggregated with more than 90% of reclaimed asphalt

[15]) limit value for aggregates (reclaimed asphalt), which are used in production of new asphalt in encased hot mix plants with coverage and treatment of vapors, Converage and treatment has to collect emissions of pollutants especially TOC, HC and PAHs. The produced asphalt has to fulfil a limit value od 20 mg/kg DM.

Quality class U-A can be used without any restrictions and ceased to be waste with transfer from the production plant (end-of-waste). Quality class U-B can only be used for earthworks under non permeable layers (paved roads) away from ground water or surface waters.

6. PARAMETERS AND LIMIT VALUES - OTHER MATERIALS

For other materials no specific limit values are existing, but with the usage generally must not cause any environmental harm. Therefore, the limit values for excavation materials are normally relevant, especially the limit values for eluate as they represent actual emission behaviour.

7. ENVIRONMENTAL CONSIDERATIONS FOR USE OF WASTE/ALTERNATIVE MATERIALS IN EARTHWORKS

The environmental and economical purpose of every reclaiming/recycling activity depends on often competing variables like transport distance, storage possibilities, natural or anthropogenic pollutants or unwanted substances, mass of material reclaimed, possible contact with rain/ground/surface water, sensible areas etc.

Using soil or tunnel excavation material on site for earthworks reasons often is the best option, as there are no transports needed. On the other hand, impurities from tunnel arisings or intrinsic content of heavy metals in rock formations open to draining or ground water can cause environmental problems.

Taking circular economy in consideration, every material should be used to its technical and environmental highest possible application, this means that tunnel excavation material of hard rock can have a higher benefit when processed to aggregates and used in the production of concrete rather than only for earthwork purposes.

9 REFERENCES

[1] Republic of Austria / FEDERAL MINISTRY FOR SUSTAINABILITY AND TOURISM Federal waste management plan 2017 (https://www.bmk.gv.at/en/topics/climate-environment/waste-resource-management/fed-waste-mgt-plan.html)

[2] Republic of Austria / Republic of Austria - Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology Federal waste management plan 2023 (English version coming in fall 2024; www.bmk.gv.at)

EVROPSKÉ NORMY PRO ZEMNÍ PRÁCE ŘADY EN 16907 A JEJICH ZAVEDENÍ DO ČESKÉ PRAXE

Doc. RNDr. František Kresta, Ph.D. | SG Geotechnika a.s., vedoucí pracoviště Ostrava
frantisek.kresta@geotechnika.cz

1. ÚVOD

V roce 2018 byly přijaty evropské normy pro zemní práce (EN 16907-1 až 6), v roce 2021 pak norma EN 16907-7. Do české normalizační soustavy byly tyto normy zařazeny v březnu 2019 (ČSN EN 16907-1 až 6), norma ČSN EN 16907-7 pak v listopadu 2021. Normy byly převzaty v anglickém originále.

Překlady těchto norem byly dokončeny v roce 2024, přičemž normy ČSN EN 16907-4 a ČSN EN 16907-5 byly přeloženy již v roce 2023.

Třebaže normy pro zemní práce platí již více než pět let, jejich praktické využívání je velmi sporadické, třebaže se SG Geotechnika a.s. snažila o osvětu již před jejich přijetím, kdy její zaměstnanci byli součástí pracovních skupin pro jejich přípravu (viz Literatura). V současné době, kdy již existuje český překlad, předpokládáme, že jejich využívání bude širší.

Normy pro zemní práce jsou následující:

- ČSN EN 16907-1 Zemní práce – Část 1: Zásady a obecná pravidla;
- ČSN EN 16907-2 Zemní práce – Část 2: Klasifikace materiálů;
- ČSN EN 16907-3 Zemní práce – Část 3: Stavební postupy;
- ČSN EN 16907-4 Zemní práce – Část 4: Úprava zemin vápnem a/nebo hydraulickými pojivy;
- ČSN EN 16907-5 Zemní práce – Část 5: Kontrola kvality;
- ČSN EN 16907-6 Zemní práce – Část 6: Rekultivace terénu materiálem těženým z vody;
- ČSN EN 16907-7 Zemní práce – Část 7: Hydraulické ukládání minerálních odpadů.

V současné době prochází formálním hlasováním předpis *EN/TR 16907-8 Alternative materials in earthworks*.

Tento předpis věnující se druhotným a recyklovaným materiálům shrnuje dobrou praxi s využíváním těchto materiálů v evropských zemích. Má status pouze technické zprávy *(Technical report),* protože by se jen obtížně hledaly obecné normativní požadavky na alternativní materiály, zejména v oblasti environmentální, kde je legislativa jednotlivých zemí velmi odlišná.

2. ČSN EN 16907-1

Norma ČSN EN 16907-1 Zemní práce – Část 1: Zásady a obecná pravidla uvádí definice, zásady a obecná pravidla pro plánování, návrh a specifikaci zemních prací. Rovněž představuje další části normy EN 16907, na které odkazuje.

Zemní práce jsou stavební inženýrskou činností zaměřenou na vytváření zemních konstrukcí změnou geometrie zemského povrchu pro stavební nebo jiné činnosti.

Oblasti použití zemních prací jsou spojeny s:

- dopravní infrastrukturou (silnice a dálnice, železnice, vodní cesty, letiště);
- plochami pro průmyslové, obchodní a obytné budovy;
- vodohospodářskými stavbami, protipovodňovou ochranou a ochranou pobřeží;
- přístavy a letištními plochami, včetně výstavby násypů ve vodě;
- hrázemi podél řek, násypy v moři a hrázemi pro rekultivaci území;
- zemními hrázemi a hrázemi z kamenité sypaniny;
- pobřežními násypy vyrobenými hydraulickým ukládáním sypaniny,
- protihlukovými valy, pohledovými valy a jinými zemními pracemi, které nenesou zatížení:
- terénními úpravami;
- zasypáváním povrchových dolů a lomů;
- odkališti.

Norma nezahrnuje zlepšení podloží pod zemní konstrukcí postupy, jako je zřizování pilot, trysková injektáž, hloubkové zlepšování, svislé drény nebo štěrkové pilíře.

Norma obsahuje 7 příloh, ve kterých jsou popsány národní postupy některých evropských zemí (Rakousko, Francie, Německo, Norsko, Španělsko, Švédsko a Spojené království).

Norma ČSN EN 16907-1 řeší všechny aspekty spojené se zemními pracemi a klade důraz na řízení rizik vyplývajících z projekčního návrhu, odvodnění, případně používaných materiálů, a udržitelnost spočívající v maximálním využívání vytěžených materiálů, využívání druhotných a recyklovaných materiálů, snižování spotřeby vody a energií a optimalizaci nákladů na výstavbu.

Je zdůrazněn inženýrský přístup k zemním pracím, protože zemní práce jsou složitý proces, který nelze modelovat tak, aby odrážel všechny složitosti stavebního procesu. Inženýrský přístup proto spočívá v kombinaci laboratorních zkoušek a velkorozměrových zkoušek, včetně zkoušek *in situ*.

Většina zásad uvedených v ČSN EN 16907-1 se vyskytuje i v našich TKP 4 Zemní práce, které jsou nyní (2024) předmětem revize. V rámci revize tohoto předpisu budou doplněny některé části, které nebyly dosud v TKP 4 podrobně obsaženy, např. provádění násypů ve vodě.

Norma ČSN EN 16907-1 zdůrazňuje důležitost projektu zemních prací a zpracování technických podmínek (specifikací) pro každý projekt s tím, že projekty zemních prací by měl zpracovávat určený specialista, což zatím není v českých zemích běžné.

3. ČSN EN 16907-2

Norma ČSN EN 16907-2 Zemní práce – Část 2: Klasifikace materiálů obsahuje klasifikaci materiálů pro zemní práce.

Zeminy, horniny a další materiály se podle ČSN EN 16907-2 rozdělují do skupin (na základě přirozených vlastností) a tříd (na základě stavových vlastností), které mají podobné chování pro jeden nebo více postupů zemních prací (těžba, přeprava, úprava, uložení a zhutnění) a které budou mít podobné inženýrské vlastnosti v zemní konstrukci po dokončení zemních prací.

Přirozené vlastnosti (*intrinsic properties*) jsou vlastnosti pevných látek v zeminách a horninách, které se v průběhu zemních prací nemění, jako je křivka zrnitosti, tvar částic, mineralogie, plasticita, obsah organických látek nebo uhličitanů.

Stavové vlastnosti (*state properties*) jsou vlastnosti zeminy nebo horniny, které se mohou v průběhu zemních prací měnit, jako je objemová hmotnost, vlhkost, pevnost, konzistence, relativní ulehlost nebo tuhost.

Je nutné zdůraznit, že norma ČSN 16907-2 neomezuje používání národních klasifikačních systémů, které v každé zemi představují dlouhodobě osvědčenou národní praxi.

Pro klasifikaci jemnozrnných zemin se podle této normy doporučuje používání zkoušky metylénové modři vycházející z francouzské praxe, která byla zavedena v nové normě ČSN EN 17892-3 v roce 2022.

Klasifikace hornin vychází z přirozených vlastností (pevnost v prostém tlaku) a využívá i hodnocení vlastností jako je rozpadavost (*degradability*) nebo drtitelnost (*fragmentability*). Stanovení těchto vlastností je pospáno v relativně nových zkušebních normách ČSN EN 17892-1 a -2, přijatých v roce 2022.

Samostatně je popsána klasifikace zemin a hornin, se kterými se v České republice běžně nesetkáváme, kterými jsou křída a zasolené zeminy. V případě zasolených zemin se vychází ze španělské praxe, kde mají velké zkušenosti se zabudováním především hornin s vysokým podílem sádrovce.

Velmi důležitou součástí ČSN EN 16907-2 je příloha A, která obsahuje přehled všech zkušebních norem, které lze použít pro stanovení jednotlivých vlastností zemin a hornin s komentářem týkajícím se vhodnosti použití konkrétní zkušební normy. V případě hornin se odkazuje na metodiky ISRM (Ulusay R., Hudson J.A. (eds): *The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring. 2007. 1974-2006).*

4. ČSN EN 16907-3

Norma ČSN EN 16907-3 Zemní práce – Část 3: Stavební postupy stanovuje prováděcí postupy pro těžbu, přepravu a ukládání zemin a hornin pro stavbu zemních konstrukcí a pokyny pro tyto práce. Kromě toho zahrnuje těžbu a ukládání horninových materiálů pod vodou. Těžba zemin pod vodou a s tím spojené hydraulické ukládání násypů jsou uvedeny v normách ČSN EN 16907-6 a ČSN EN 16907-7.

Provádění zemních prací se řídí závěry etapy návrhu a optimalizace zemních prací (ČSN EN 16907-1), která by měla předjímat specifika zemin a hornin a jejich vhodnost. V případě, že některé skutečnosti nebylo možné předvídat, provádí se během provádění prací dodatečný návrh.

Norma velmi podrobně popisuje jednotlivé operace spojené se zemními pracemi. Samostatné kapitoly se věnují staveništním komunikacím, prašnosti, staveništnímu odvodnění a dalším činnostem, které nebývají v české praxi běžně součástí technických předpisů, ale jsou povinností zhotovitele zemních prací.

Samostatná kapitola se věnuje těžbě pod vodou, včetně trhacích prací pod vodou, a následně ukládání násypů do vody.

Norma rovněž podrobně popisuje vhodnou mechanizaci na těžbu jednotlivých typů materiálů. V části věnované zhutňování jsou popsána vhodná hutnící zařízení pro hutnění jemnozrnných suchých a vlhkých zemin, hrubozrnných zemin, hornin s nízkou a vysokou pevností.

Norma ČSN EN 16907-3 má pět příloh. Příloha A popisuje zřizování zkušebních úseků a provádění zhutňovacích zkoušek. Metodika zhutňovacích zkoušek je velmi podobně pospána v české normě ČSN 72 1006, příloha H.

V části B ČSN EN 16907-3 jsou popsány postupy, jak pracovat s jednotlivými materiály. V normě jsou popsány jak běžné materiály, tak materiály pro nás exotické (křída, laterity, permafrost apod.). Přehled materiálů uvedených v části B je následující:

- jemnozrnné a přechodné materiály v suchém a vlhkém stavu (převzato z francouzské praxe);
- hrubozrnné materiály;
- velmi hrubozrnné materiály (kamenitá a balvanitá sypanina);
- horniny s nízkou a střední pevností, včetně evolutivních hornin;
- horniny s vysokou pevností;
- křída;
- aridní zeminy (jemnozrnné zeminy s vlhkostí menší než 3-8%, hrubozrnné zeminy s vlhkostí menší než 3-4%) (např. pouštní písky) (převzato z francouzské praxe);
- tropické reziduální zeminy (laterity) (převzato z francouzské praxe);
- rozpustné soli (sádrovec, halit) (převzato ze španělské praxe);
- aktivní jíly (bobtnající jíly) (převzato ze španělské praxe);
- permafrost.

V příloze C ČSN EN 16907-3 je uveden přehled těžební techniky – rypadla se spodní a horní lžící, nakladače, skrejpry. V příloze D ČSN EN 16907-3 je přehled přepravních zařízení – skrejpry, dampry, silniční nákladní automobily.

V příloze E ČSN EN 16907-4 jsou příklady národní praxe (např. meze průjezdnosti apod.)

5. ČSN EN 16907-4

Norma ČSN EN 16907-4 Zemní práce – Část 4: Úprava zemin vápnem a/nebo hydraulickými pojivy se vztahuje k úpravám zemin, poloskalních hornin, hornin se střední pevností, křídy, recyklovaných materiálů a umělých materiálů pojivy pro provádění zemních prací při výstavbě a údržbě silnic, železnic, letišť, platforem, hrází, nádrží a dalších typů zemních konstrukcí.

Norma specifikuje požadavky na složky směsí, předběžnou metodiku laboratorního zkoušení, klasifikaci podle laboratorních výsledků, provádění a kontrolu.

Norma ČSN EN 16907-4 přináší jednoznačné definice termínů z oblasti úpravy zemin. Především rozdělení pojmů úprava, zlepšení a stabilizace zemin a definice jednotlivých pojiv.

Úprava zemin *(soil treatment)*

Obecný termín označující proces zaměřený na úpravu dané zeminy tak, aby směs vzniklá přidáním pojiva nebo kombinace pojiv do zeminy mohla plnit plánovaný účel. Úprava zahrnuje jak zlepšení, tak stabilizaci.

Zlepšení zemin *(soil improvement)*

Operace, která mění fyzikální vlastnosti materiálu, jako je vlhkost, plasticita, náchylnost k rozpadu ve vodě a k namrzání, zhutnitelnost a bobtnání, po přidání pojiva. Množství přidaného pojiva nemusí být dostatečné k vyvolání významných trvalých změn vlastností.

Stabilizace zemin *(soil stabilisation)*

Operace spočívající v získání homogenní směsi zeminy s pojivem (pojivy) a případně s vodou, která je řádně zhutněna, významně mění (obecně ve střednědobém nebo dlouhodobém horizontu) vlastnosti zeminy tak, aby byla stabilní, zejména s ohledem na působení vody a mrazu. Stabilizace zeminy poskytuje trvalé vlastnosti, které lze stanovit metodami typickými pro pevné materiály.

Jak vyplývá z definic ČSN EN 16907-4, pro odlišení termínů zlepšení a stabilizace hraje zásadní roli časový faktor ovlivňující vlastnosti původních zemin. Pro krátkodobé účinky se doporučuje termín zlepšení, pro dosažení dlouhodobých účinků pak termín stabilizace.

Jedinou cestou, jak nezabřednout do terminologické džungle, je před zahájením příslušné úpravy (zlepšení nebo stabilizace) definovat cíl a určit přesně parametry, kterých musí upravená zemina dosáhnout, a kontrolní zkoušky, kterými budou požadované parametry ověřovány (Kresta 2020).

Důležitou součástí normy ČSN EN 16907-4 je definice pojiv. Již v úvodu normy je uvedeno, že: *„V této normě jsou produkty pro úpravu omezeny na následující standardizované výrobky: cement, popílek, granulovaná vysokopecní struska, hydraulické silniční pojivo a vápno“*. Je tedy evidentní, že pojiva použitá k úpravám zemin musí být výrobky odpovídající požadavkům výrobkových norem, jak je uvedeno v kapitole 5 normy (EN 459-1 pro vápno, EN 197-1 pro cement, EN 13282-1 a EN 13282-2 pro hydraulická silniční pojiva, EN 14227-4 pro popílek a EN 15167-1 pro granulovanou vysokopecní strusku). Z toho vyplývá, že v případě použití jiných pojiv, které nesplňují požadavky uvedených výrobkových norem, nelze uplatňovat normu EN 16907-4.

ČSN EN 16907-4 obsahuje 14 příloh, které doplňují základní text. Všechny přílohy jsou informativní.

A. Příprava zkušebních těles upravených materiálů
B. Rychlost zatěžování pro zkoušky pevnosti a modulu přetvárnosti
C. Nedestruktivní seismická zkušební metoda pro mechanické vlastnosti
D. Příklad vyhodnocení variability vlastností upravené zeminy v důsledku odchylky při realizaci. Nastavení dávkování pojiva a metody jeho úpravy
E. Příklady stáří klasifikace a režimů zrání pro mechanické vlastnosti upravených materiálů pro zemní práce
F. Další vlastnosti upravených materiálů
G. Terénní a laboratorní identifikace běžných sulfidových a síranových minerálů
H. Zařízení pro úpravu zemin
I. Posloupnost a procesy úpravy
J. Další aplikace pro stabilizované materiály
K. Kontrolní list stabilizace na stavbě
L. Bezpečnostní aspekty
M. Klimatické a praktické aspekty
N. Metoda a grafy pro stanovení množství vápna potřebného k dosažení cílové hodnoty IPI

Přílohy A až G se věnují laboratorním zkouškám, přípravě vzorků, zrání, způsobům optimalizace dávkování pojiva a identifikaci minerálů obsahující sulfidy a sírany.

Přílohy H až N jsou určeny pro vlastní realizaci úprav zemin a zahrnují stručný popis strojů a zařízení, posloupnost úpravy zemin, bezpečnost práce, klimatická omezení a popis možností jiných aplikací s využitím stabilizovaných materiálů.

Velmi důležitá je příloha K obsahující kontrolní list stabilizace na stavbě. Tento kontrolní seznam obsahující 57 otázek je příkladem, jak zajistit kontrolu kvality během přípravy, projektu a výstavby. Kontrolní seznam nenahrazuje plán kvality pro provedení stavebních prací, ale slouží jako připomenutí položek, které je třeba posoudit.

6. ČSN EN 16907-5

Norma ČSN EN 16907-5 Zemní práce – Část 5: Kontrola kvality zahrnuje doporučení a návody pro zajištění a kontrolu kvality zemních prací, které jsou částí obecného stavebního inženýrství a stavebních prací. Poskytuje návody postupů pro ujištění objednatelů, zhotovitelů a projektantů, že zemní práce probíhají v souladu s jejich požadavky. Ze všech norem řady EN 16907 je nejstručnější.

Norma ČSN EN 16907-5 popisuje jen obecné zásady pro zajištění kvality (*quality assurance*) na stavbě a podává výčet kontrolních metod. Popis vlastních kontrolních zkoušek s ohledem na různost přístupů v jednotlivých zemích neobsahuje a odkazuje na národní postupy.

Pro kontrolu zemních prací se používají tři obecné postupy:

- **požadavky na provádění** (*method specification*) - specifikace pro zhotovení a umístění zemních konstrukcí za použití stanovených materiálů, specifických typů zařízení a metod. Obvykle používá ve smyslu kontroly způsobu provádění.
- **požadavky na provedené práce** (*end product specification*) - specifikace požadující, aby zemní práce byly postaveny tak, aby splňovaly stanovená technická kritéria týkající se zhutněné sypaniny. Ve smyslu zvyklostí v České republice se ve většině případů jedná o kontrolu míry zhutnění.
- **požadavky na chování konstrukce** (*performance specification*) - specifikace požadující, aby byly práce definovány ve vztahu k dlouhodobým požadavkům projektu, které jsou obvykle stanoveny na poměrně vysoké úrovni. Odpovídá v praxi České republiky kontrole podle výsledků měření a monitoringu.

Při kontrole hutnění kontinuální metodou odkazuje na CEN/TS 17006 Zemní práce - Kontinuální kontrola zhutnění (CCC).

V příloze B normy ČSN EN 16907-5 je popsána kontrola zhutnění Q/S, která se používá pouze ve Francii a Belgii. Metoda vychází z kontroly poměru uloženého objemu sypaniny (Q) ke ploše, na kterou je rozprostřena (S). K měření na stavbě se využívá tachografu. Tato metoda kontroly zhutnění je postupně nahrazována modernější kontinuální kontrolou hutnění se zabudovanými akcelerátory ve válcích (CCC).

7. ČSN EN 16907-6 A ČSN EN 16907-7

Normy ČSN EN 16907-6 Zemní práce – Část 6: Rekultivace terénu materiálem těženým z vody a ČSN EN 16907-7 Zemní práce – Část 7: Hydraulické ukládání minerálních odpadů se vztahují k zemním pracím, se kterými se na stavbách dopravní infrastruktury v České republice nesetkáme. Norma ČSN EN 16907-6 se věnuje těžbě a ukládání materiálů z vody a je daleko běžnější v přímořských oblastech. Norma ČSN EN 16907-7 je zaměřena na odkaliště a odlišuje se od ostatních norem pro zemní práce tím, že obsahuje i části týkající se návrhu hrází. Tyto normy nebyly zatím přeloženy do češtiny.

Návrh a provádění těžby pod vodou pro konstrukci hydraulicky ukládaných násypů jsou posuzovány v EN 16907-6, ale jejich návrh má mnoho společných rysů s násypy a zářezy prováděnými „za sucha".

Materiály jsou těženy ze „zdrojové" zóny (zemník), přepravovány na jejich konečné místo a poté hydraulicky ukládány za účelem rekultivace území. Tyto operace jsou podrobně popsány v EN 16907-6.

Požadovaných vlastností hotového násypu lze dosáhnout buď bez specifického zásahu, pokud mají materiály vytěžené z vody příznivé geotechnické vlastnosti a jsou splněny technické specifikace, nebo je třeba zlepšit tuhost, stabilitu, objemovou hmotnost (např. aby se zabránilo ztekucení) nebo únosnost, pokud mají materiály vytěžené pod vodou nepříznivé vlastnosti a specifikace jsou přísné.

Oblast, která má být vytěžena pod vodou, vyžaduje pečlivé průzkumy lokality, aby bylo možné posoudit povahu a stav stávajících zemin a možnost je vytěžit z vody a použít je jako sypaninu. Měla by být posouzena stabilita svahů ohraničujících zemník spolu s možným únikem jemných částic při těžbě pod vodou a přítomností znečištěných materiálů.

U hydraulicky ukládaného násypu by měl projektant posoudit jak sedání základové půdy v důsledku zatížení násypem, tak i vlastní sedání násypu. Pohyby uvnitř násypu mohou být omezeny řízeným ukládáním materiálů těžených z vody. Požadované tuhosti a odolnosti na povrchu lze dosáhnout zhutněním povrchových vrstev nad hladinou a použitím technologií zlepšení podloží pro části rekultivace území pod vodou.

ČSN EN 16907-7 se týká hydraulického ukládání zemin a minerálních odpadů pocházejících převážně z povrchové těžby nerostných surovin a je částečně ovlivněna nedávnými změnami v předpisech EU upravujících konstrukci souvisejících uzavírajících zařízení.

Základními prvky jsou nejen ukládání, stabilizace, regenerace a sanace hydraulických násypů ze zpracovaných zemin a minerálních odpadů, ale také potřeba:

– bezpečného a stabilního uzavření během ukládání;
– stabilizace povrchu při ukončení provozu pro umožnění výstavby.

Norma ČSN EN 16907-7 se zabývá všemi geotechnickými aspekty průzkumu, návrhu, realizace, monitorování a sanace zpracovaných zemin a minerálních odpadů uložených pomocí hydraulického ukládání.

Hlavním cílem je proto ukládání zeminy a minerálních odpadů hydraulickým postupem do na míru vybudovaného a správně navrženého skladovacího zařízení. Úložiště těchto materiálů se může lišit v rozloze od méně než 1000 m^2 do několika čtverečních kilometrů a ve výšce od několika metrů u laguny se siltovým kamenivem až po několik stovek metrů u odkaliště pro velkou a složitou těžbu polymetalických materiálů. EN 16907-7 poskytuje rámec pro návrh a výstavbu skladovacího zařízení tak, aby splňovalo požadované regulační normy a bylo v souladu s osvědčenými postupy.

8. ZÁVĚR

Normy pro zemní práce řady EN 16907 jsou v platnosti déle než 5 let (vyjma EN 16907-7). Jedná se o normy přívětivé, které popisují dobrou praxi z jednotlivých států Evropy. Umožňují využívat dosavadní národní normy a předpisy, pokud je s nimi dobrá zkušenost z minulosti.

Důležitý je akcent na využívání všech dostupných materiálů a udržitelný rozvoj. Tomu odpovídá i příprava dalších dokumentů řady 16907:

– *EN/TR 16907-8 Alternative materials in earthworks*
– *EN/TR 16907-9 Sustainability in earthworks*

Třebaže předpis EN/TR 16907-8 nebyl ještě formálně schválen, byl zabudován do již platného předpisu TP 268 Alternativní materiály v zemních pracích.

Zemní práce stále patří k zásadním operacím na stavbách dopravní infrastruktury. Proto využívání dobré praxe a zkušeností, které byly zakomponovány do evropských norem, jen přispěje k technicky i ekonomicky efektivním řešením na stavbách.

9. LITERATURA

Herle V.: Návrh EN na zemní práce (obecná část). Seminář Zemní práce na pozemních komunikacích. Praha. 2015.

Herle V.: Soubor evropských norem EN 16907 Zemní práce. Seminář Zemní práce - novinky a změny. Praha. 2018.

Herle V.: Nové normy v oblasti zemních prací a speciálního zakládání přijaté v minulém období. Seminář Speciální zakládání a speciální zemní konstrukce. Praha. 2019.

Herle V.: Aktuální stav přípravy norem v oblasti zemních prací a geotechniky. Seminář Geotechnický dozor na stavbách pozemních komunikacích. Praha. 2020.

Kloubert H.J.: Continuous Compaction Control (CCC). Theory and practice. Seminář Zemní práce na pozemních komunikacích. Praha. 2015.

Kresta F.: Návrh EN na zemní práce, kontrola kvality. Seminář Zemní práce na pozemních komunikacích. Praha. 2015.

Kresta F.: Aktuální stav přípravy evropské technické zprávy Alternativní materiály v zemních pracích. Silniční obzor roč. 81, č. 1, leden 2020, str. 3-7, ISSN 0322-7154

Kresta F.: Úprava zemin. Česká silniční společnost z.s., 158 s., 2020, ISBN 978-80-02-02904-5.

Kresta F.: Zřizování násypů do vody. Silniční obzor roč. 83, č. 1, leden 2022, str. 9-13, ISSN 0322-7154.

Kresta F.: Představení normy ČSN EN 16907-4 Zemní práce: Část 4 Úprava zemin vápnem a/nebo hydraulickými pojivy. Silniční obzor roč. 84, č. 1, leden 2023, str. 8-12, ISSN 0322-7154.

Kresta F.: Alternative materials in earthworks in road infrastructure in the Czech Republic. Silniční obzor, roč. 84, č. 9, září 2023, str. 66-71, ISSN 0322-7154 (anglická mutace).

Kresta F.: Zkoušky rozpadavosti a drtitelnosti poloskalních hornin podle ČSN EN 17542-1 a ČSN EN 17542-2, Silniční obzor roč. 85, č. 1, leden 2024, str. 8-13, ISSN 0322-7154.

Puiatti D.: Soil treatment in Europe: development, last improvements, European standardisation. Seminář Úprava Zemin při zemních pracích na stavbách pozemních komunikací. Praha. 2014.

Puiatti D.: EN 16907-4 Soil treatment with lime and/or hydraulic binders. IV International Seminar Earthworks in Europe, Madrid. 2018.

Ulusay R., Hudson J.A. (eds.): The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring. 2007. 1974-2006

van der Meer J.: Practical application of dredging and use of hydraulic fill on land. Seminář Zemní práce na pozemních komunikacích. Praha. 2015.

ČSN EN 16907-1 Zemní práce – Část 1: Zásady a obecná pravidla

ČSN EN 16907-2 Zemní práce – Část 2: Klasifikace materiálů

ČSN EN 16907-3 Zemní práce – Část 3: Stavební postupy

ČSN EN 16907-4 Zemní práce – Část 4: Úprava zemin vápnem a/nebo hydraulickými pojivy

ČSN EN 16907-5 Zemní práce – Část 5: Kontrola kvality

ČSN EN 16907-6 Zemní práce – Část 6: Rekultivace terénu materiálem těženým z vody

ČSN EN 16907-7 Zemní práce – Část 7: Hydraulické ukládání minerálních odpadů

ČSN EN 17542-1 Zemní práce – Geotechnické laboratorní zkoušky – Část 1: Zkouška rozpadavosti

ČSN EN 17542-2 Zemní práce – Geotechnické laboratorní zkoušky – Část 2: Zkouška drtitelnosti

ČSN EN 17542-3 Zemní práce – Geotechnické laboratorní zkoušky – Část 3: Zkouška methylénové modři

GEOTECHNICKÝ MONITORING ZEMNÍCH TĚLES NA DÁLNICI D3

Mgr. Petr Karlín | vedoucí pracoviště Geotechnický monitoring
GeoTec-GS, a.s. | petr.karlin@geotec-gs.cz

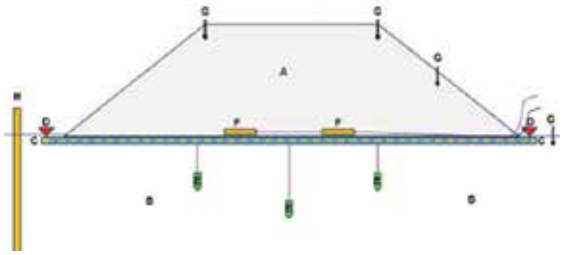
1. ÚVOD

Jedna z hlavních norem pro zemní práce ČSN 73 6133 zmiňuje kontrolní sledování (monitoring) v kapitole 11, která stanovuje podmínky pro jeho aplikaci podle různých kritérií. Dalším předpisem zabývající se konkrétněji monitoringem výstavby násypů je ČSN EN 16907-5, kde je popsána role projektanta ve vztahu k požadavkům a sledovaným parametrům. Tento příspěvek se zabývá významem a využitím geotechnického monitoringu při výstavbě komplikovaných zemních těles dálnice D3 v úsecích 0309/I Bošilec – Ševětín, 0309/II Ševětín – Borek, 0310/I Úsilné – Hodějovice a 0310/II Hodějovice – Třebonín. Na uvedených úsecích jsme jako společnost prováděli geotechnický monitoring násypů na celkově 54 profilech určených na měření sedání podloží násypů a osadili 69 čidel pórových tlaků do podložních zemin. Dále bylo vyhloubeno šest inklinometrických vrtů u pat násypů pro měření stability podložních vrstev. V navazujících kapitolách se budu zabývat možnostmi monitoringu zemních těles, následně vybranými příklady z výše uvedených úseků dálnice D3 a v závěru způsobu prezentace naměřených dat v prostředí informačního systému monitoringu (ISM).

2. METODY GEOTECHNICKÉHO MONITORINGU

Základní rozdělení metod geotechnického monitoringu (GTM) zemních těles je podle účelu měření, kterého chceme dosáhnout. Zpravidla můžeme měřit deformace a napětí (tlak), a zejména jejich vývoj v čase (během výstavby a mnohdy i při provozu). Deformace můžeme dále rozdělit dle místa měření, na měření podloží (obvykle měření sedání podloží) a měření vlastního zemního tělesa. Napětí (tlak) můžeme obdobně dělit na měření v podloží (zpravidla měření pórových tlaků) a měření napětí v zemním tělese (nejčastěji měření napětí na kontaktu podloží a těleso násypu).

Na obrázku 1 je schéma možného osazení různými prvky GTM u násypového tělesa. Popis: A – násyp, B – podloží, C – profil na měření sedání, D – nivelační body, E – čidla pórových tlaků, F – tlakové buňky, G – geodetické body a H – inklinometr.



Obr. 1: Schéma příkladů metod GTM pro zemní tělesa

Pro účely tohoto příspěvku budou podrobněji rozebrány použité metody měření ve vybraných příkladech.

Měření deformace podloží lze rozdělit na stlačování podložních vrstev – sedání (tj. konsolidace) a vytlačování podloží (stabilita). Sedání je nejčastější úlohou GTM u zemních těles a to díky klíčové roli pro načasování zakládání mostních konstrukcí (zamezení negativního plášťového tření u pilot) a následně při sledování přechodových oblastí, kde je důležitý případný rozdíl sedání násypu vůči konstrukci. Sedání podloží je možné měřit metodou hydrostatické nivelace, horizontální inklinometrií a geodetickým sledování osazených bodů (viz. obrázek 1). Vybrané metody vykazují odlišnou přesnost měření, rozsah měření a odlišují se složitostí instrumentace. Vytlačování či roztlačování podloží je důležité z hlediska celkové stability budovaného násypu a je možné ho měřit na povrchu geodeticky, popřípadě hloubkově za pomocí inklinometrického vrtu.

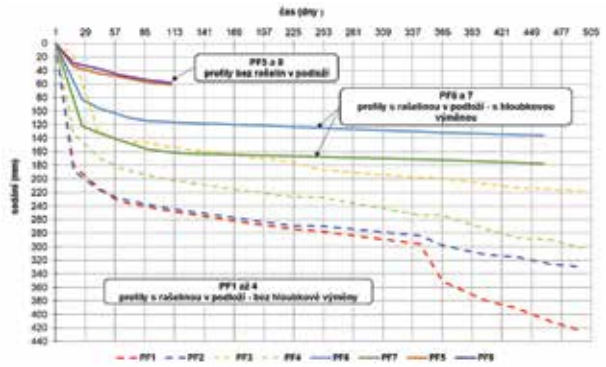
Napětí (tlak) v podložní zemině je měřen čidly pórového tlaku, které umožňují sledovat vývoj disipace (poklesu) pórového tlaku po přitížení násypem (předpokládá se nasycení zeminy). Při navážení násypu dochází ke zvýšení tlaku vody v pórech zeminy. Proces sedání (konsolidace) probíhá, dokud není hodnota pórového tlaku rovna původní napjatosti v prostředí. Pórový tlak (napětí) je též důležitým parametrem pro udržení vyhovující míry stability budovaného násypu, jelikož při zvyšování pórového tlaku dochází ke snižovaní smykových parametrů zemin, a tedy i ke snižování stupně stability.

3. VYBRANÉ PŘÍKLADY

Ve vybraných příkladech se budeme takřka výhradně zabývat nepříznivými geotechnickými podmínkami z hlediska budování zemních těles. Mohou být reprezentovány nedostatečně únosným podložím, dlouho konsolidujícím podložím, významně nerovnoměrně stlačitelným podložím či podložím, které nemá pouze konsolidační složku sedání, ale též přetvárnou, kde dochází v čase k úbytku objemu hmoty (typicky organické zeminy a rašeliny). Na posledním příkladu budeme demonstrovat míru vytlačování zemin v podloží na běžných inklinometrických vrtech při budování násypu a následné konsolidaci.

3.1 RAŠELINY V PODLOŽÍ

Z hlediska násypů jsou uvedené zeminy v podloží komplikované zejména při zastižení ve větších mocnostech, které nelze jednoduše vyměnit za vhodné zeminy či materiál. Při menších mocnostech jsou možnosti širší například kompletní výměna, sanační vrstva z hrubého kameniva apod. Vybraný příklad ukazuje porovnání mezi hodnotami sedání násypu malé výšky bez provedené výměny podloží a sedání středně vysokého násypu s provedenou hloubkovou výměnou. Dále jsou zde uvedeny i profily v téže lokalitě, avšak s nevýznamnou mocností či úplnou absencí rašelin.



Graf 1: Srovnání časového vývoje sedání u profilů s rašelinou a bez ní

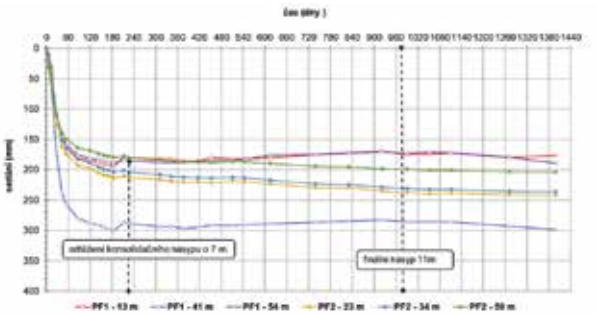
Komentář:

Na grafu 1 je možno odlišit tři skupiny křivek, první jsou profily bez zjištěné rašeliny v podloží (PF5 a 8), kde deformace podloží dosáhly pouze hodnot kolem 60 mm. Druhou skupinou jsou profily s rašelinou, kde byla provedena hloubková výměna (PF6 a 7), při které došlo k vytěžení většiny rašeliny a náhradě za kamenitou sypaninu. Třetí skupina (PF1 až 4) reprezentuje klasicky založený násyp se sanační vrstvou (do 1 m). Všechny tři skupiny jsou od sebe vzdáleny zcela minimálně (okruh 100 m). Opatření pro druhou skupinu byla provedena díky naměřeným hodnotám na profilech třetí skupiny, které byly provedeny v časovém předstihu jako součást překládané komunikace. Násyp dosahoval výšky pouze 1,5-2,0 m, přesto hodnoty sedání dosahovaly hodnot většinově nad 300 mm. Deformace naměřené pro druhou skupinu oproti tomu dosáhly maximálně 180 mm a to při výšce násypu cca 5 metrů. Dalším důležitým faktorem byl přírůstek deformace v čase, který byl pro druhou skupinu významně zkrácen, kdy deformace po 90 dnech po vybudování násypu dosáhly téměř 89 % z maxima následně naměřených hodnot oproti přibližně 75 % v třetí skupině. Posledním faktorem je míra zpomalení přírůstku v čase, která je z grafu dobře patrna.

3.2 DLOUZE KONSOLIDUJÍCÍ PODLOŽÍ

Jílovité zeminy v podloží násypu v mocnějších vrstvách znamenají delší dobu konsolidace, která je způsobena jejich velmi malou propustností a delšími drenážními drahami. Způsobů řešení je celá řada od ponechání dostatečné časové rezervy pro výstavbu násypu, přes konsolidační násypy (mnohdy i nadvýšené nad budoucí niveletu) dále technická opatření v podobě štěrkových pilířů, geodrénů, popřípadě je též možno přistoupit k odlehčení samotného tělesa násypu – lehčené kamenivo (LKK), popílky a strusky. V zahraničí jsou pro lehčené násypy využívány též lisované pneumatiky a polystyreny (EPS).

Na vybraném příkladu si ukážeme rozdíly v hodnotách sedání při využití nadvýšeného konsolidačního násypu a klasického násypu.



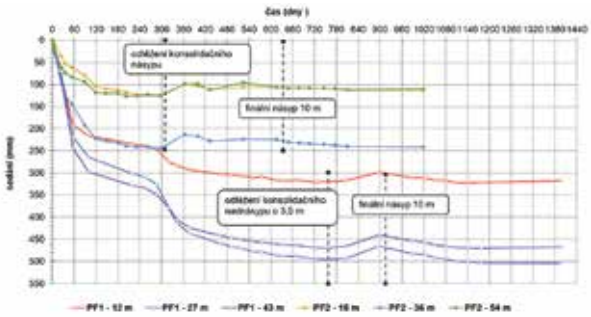
Graf 2: Vývoj sedání podloží v čase u profilů s normálním násypem a nadnásypem

Komentář:

Odlišné chování dvou profilů na sedání podloží v prakticky totožném místě (vzdálenost je 25 m) je způsobeno nadvýšením konsolidačního násypu nad profilem PF1 o 3,5 metru. Tímto opatřením se podařilo zkonsolidovat podloží na větší míru než při využití normální výšky. Přestože následně došlo k částečnému odtěžení násypu a tím k odlehčení doprovázené zdvihem či navrácením podloží o cca 20 mm zpět, došlo po opětovném přitížení finálním násypem k velmi pozvolnému návratu deformace na téměř stejnou hodnotu jako při uvedené překonsolidaci. Oproti tomu na profilu přitíženém pouze klasickou výškou násypu je vidět sice menší hodnota deformace, avšak je patrné, že v čase stále dochází k nárůstu deformace podloží, které činí od doby ukončení primární konsolidace profilu PF1 téměř 35 mm.

3.3 NEDOSTATEČNĚ ÚNOSNÉ PODLOŽÍ

Informace o nedostatečně únosném podloží jsou součástí výsledků inženýrskogeologického (IGP) či geotechnického průzkumu (GTP). Kvalitních výsledků lze dosáhnout při větším počtu odběru vzorků a laboratorních zkoušek, které však vyžadují i přesnou představu o chování zemin, které mohou skýtat uvedené riziko. V neposlední řadě je důležité shromážděné informace využít při geotechnických výpočtech, kde se zohlední i geometrie terénu a plánovaného násypu, popřípadě i způsob výstavby, pokud je již znám.



Graf 3: Časový vývoj nedostatečně únosného podloží s různými opatřeními

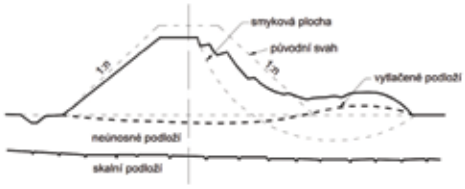
Komentář:

Na grafu 3 je patrný rozdíl v dynamice a míře sedání obou profilů. Tento rozdíl je způsoben navrženými opatřeními pro daný profil, tj. podloží a násyp samotný. Profil PF1 má v podloží štěrkové pilíře a násyp je tvořen lehkým keramickým kamenivem (LKK), výška násypu a geologie podloží je téměř shodná (střídání zemin tříd F7, F8 s vy-

sokou až extrémní plasticitou a F4 s S5). Nad profilem PF1 byl proveden konsolidační násyp do úrovně nivelety, profil PF2 byl přesypán o 3,5 m nad úroveň nivelety dálnice. Jak je možné vidět, tak rozdíl v sedání činil 100 % (500 mm oproti 250 mm). Dalším významným parametrem je doba konsolidace, která se liší o více než o rok (310 dní versus 760 dní). Uvedený rozdíl doby konsolidace může mít pro harmonogram stavby zcela zásadní vliv.

3.4 VYTLAČOVÁNÍ PODLOŽÍ NÁSYPU

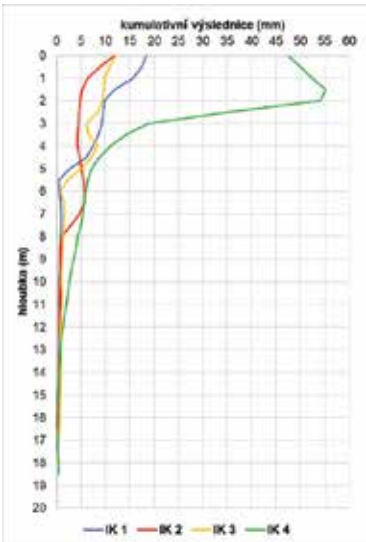
Uvedený fenomén je spjat s nedostatečně únosným podložím, kdy je mechanismus patrný z obrázku 2, kde je zachycena situace, ke které by nemělo při správném návrhu zemní konstrukce nastat. Na příkladech si může demonstrovat, že ačkoliv nedojde k poruše zemní tělesa, tak naměřené hodnoty deformace – vytláčení hmot mohou dosahovat až vyšších jednotek milimetrů a jde tedy i o geodeticky měřitelné rozdíly.



Obr. 2: Vytlačování podloží při nedostatečně únosném podloží (1)

Komentář:

Na grafu 4 vidíme dvě skupiny z hlediska výsledků měření na inklinometrických vrtech. IK 1 až IK 3 reprezentují lokalitu s geologickou stavbou popsanou v předcházejícím odstavci 3.3. Lokalita u IK 4 je složena ze zemin třídy F4, které okolo třetího metru přecházejí do zemin třídy F8 měkké až tuhé konzistence a následně F7. Nárůst deformace mezi hloubkou 2 m až 4 m na inklinometrickém měření vzbuzuje dojem ztráty stability. U každého inklinometrického vrtu je důležité provádět přesná geodetická měření na zhlaví, která nám mnohdy pomůžou osvětlit mechanismus deformace. V námi uvedeném příkladě se tak jedná o pouhé stlačení, kompresi inklinometrické pažnice v důsledku přitížení násypem. Na uvedeném inklinometru byl geodeticky změřen pohyb, jehož výslednice je cca 10 mm, avšak sedání 26 mm. Uvedené inklinometrické měření není provedeno chybně, skutečně došlo k prohnutí pažnice, nicméně naměřené hodnoty samy o sobě nereprezentují komplexní proces, ke kterému na každé lokalitě dochází.



Graf 4: Kumulovaná výslednice inklinometrických měření u paty násypů

4. INFORMAČNÍ SYSTÉM MONITORINGU (ISM)

Zejména na velkých infrastrukturních stavbách dochází k souběhu mnoha měření, které pokud jsou souhrnně vyhodnoceny, mohou komplexně, a především včas odhalit počínající problémy na kontaktu geologického prostředí a stavby (konstrukce). V současné době je běžné používat cloudová řešení pro správu dat o průběhu výstavby. Pro účely GTM jsou však spíše úložištěm než generátorem dat. ISM může propojovat více druhů měření do jednoho výstupu a tak mohou být zřejmé spojitosti, které by jinak mohly zůstat skryty. V neposlední řadě je důležitá synergie rozvíjejících se automatických měření a těch tradičních ručně prováděných. Prvky GTM dosazené do GIS vrstev (mapové podklady) pomohou ve snadné orientaci i méně zkušeným uživatelům. Snadná dostupnost dat odkudkoli a kdykoli umožňuje prohlídku měření in-situ na stavbě a zvyšuje efektivitu rozhodovacího procesu.

5. DISKUZE

Na příkladech jsem chtěl ukázat širokou paletu problémů, kterým výstavba zemních těles (násypů) čelí při průchodu územím s pestrou geologií. Existuje i celá řada dalších obtíží, jež se mohou při stavbě objevit a nebyly zmíněny. Druhotným cílem bylo prokázat důležitost geotechnického monitoringu tam, kde to geologická stavba či náročnost budované zemní konstrukce vyžaduje. U posledního příkladu jsem záměrně ukázal, že v GTM obecně je vždy potřebné mít více zdrojů, chcete-li metod, k potvrzení či vyvrácení domněnek o přetváření podloží, svahu.

6. ZÁVĚR

Bylo prokázáno porovnáním výsledků s vybranými technickými opatřeními směřující ke snížení sedání či urychlení doby potřebné ke konsolidaci, že tato opatření jsou nezbytnou součástí projektu. Měření míry efektivity daného opatření je doplňkovým ukazatelem geotechnického monitoringu, avšak potřebným pro další aplikace a zpětnou vazbou pro projektanty těchto opatření.

7. ZDROJE

[1] Železniční stavby II – modul 1 – zemní těleso (VUT v Brně, fakulta stavební) – Plášek, O.; Zvěřina, P.; Svoboda, R.; Langer, V.

OPRAVA BARRANDOVSKÉHO MOSTU – POUŽITÍ UHPC

Prof. Ing. Jan L. Vítek, CSc., FEng.
Stavební fakulta ČVUT v Praze | vitek@fsv.cvut.cz

Doc. Ing. Lukáš Vráblík, Ph.D., FEng.
Stavební fakulta ČVUT v Praze | lukas.vrablik@fsv.cvut.cz

Ing. Robert Coufal, Ph.D.
TBG Metrostav, s.r.o. | robert.coufal@tbg-beton.cz

1. ÚVOD

Barrandovský most je extrémně dopravně zatížená konstrukce. Dle průzkumu z roku 2017 projíždělo po mostě 142 tis. vozidel denně. Dnes je to pravděpodobně ještě více. Most sestává ze dvou nezávislých nosných konstrukcí podepřených na společné spodní stavbě. Jižní most byl uveden do provozu v roce 1983, severní most pak v roce 1988. Oba mosty mají půdorysně nepravidelný tvar a každý převádí 4 dopravní pruhy (obr. 1). Mosty jsou z předpjatého betonu a mají 6 polí, nejdelší pole má délku 72 m. Průřez nosné konstrukce je tříkomorový s konzolami proměnné délky. Během provozu byl most, zejména v počáteční fázi, extrémně zatěžován těžkými vozidly, protože ještě nebyl postaven Pražský okruh a všechna vozidla používala právě Městský okruh s Barrandovským mostem. V roce 2018 bylo rozhodnuto o započetí přípravných prací na opravě mostu. V první fázi proběhla oprava spodní stavby (2020-21), která nevyžadovala omezení provozu. V roce 2022 pak byla zahájena oprava nosné konstrukce. Oprava byla naplánována postupně do 4 etap, aby se minimalizovalo omezení provozu. Ve všech etapách je třeba zajistit provoz ve 2 x 3 pruzích, a jen 2 pruhy lze uzavřít pro zajištění opravy.

2. PŘEDMĚT OPRAVY NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

Cílem opravy je zajistit únosnost a životnost mostu do budoucnosti. Protože byla zjištěna koroze předpínací výztuže, je předmětem rekonstrukce doplnění dodatečného předpětí pomocí vnějších kabelů umístěných v komorách mostu. Dále se vyměňují ložiska a mostní závěry a nahrazuje se celý mostní svršek novými konstrukcemi. Veškeré konstrukce na povrchu nosné konstrukce se odstraňují a nahrazují novými (izolace, vozovka, římsy, odvodnění atd.). V rámci první etapy byla též nevyhovující rampa z komunikace Strakonická nahrazena novou konstrukcí.

Generálním dodavatelem rekonstrukce mostu je společnost PORR, ukládku UHPC provádí firma Freyssinet, CS a dodavatelem UHPC je výrobce betonu TBG Metrostav, s.r.o.

3. POUŽITÍ UHPC

Při plánování první etapy opravy mostu se použití UHPC nepředpokládalo. Po odstranění povrchových vrstev mostovky bylo zjištěno, že se její geometrie významně odlišuje od předpokladů projektu. Odchylky geometrického tvaru povrchu mostu byly rozdílné v jednotlivých místech konstrukce. Geometrický tvar mostu je složitý,

Obr. 1: Letecký pohled na Barrandovský most od severu

neboť se po celé konstrukci mění jak podélné, tak i příčné sklony povrchu mostovky. Je třeba zajistit spolehlivé odvodnění, a proto na dodržení projektovaného tvaru velmi záleží. Na původní konstrukci byly nerovnosti povrchu mostovky vyrovnány zejména v tloušťce vozovky, což kvalitativní požadavky na vrstvy vozovky dnes neumožňují. Navíc se ukázalo, že kvalita betonu nosné konstrukce je velmi nerovnoměrná a na mnoha místech nedostatečná. Objednatel (TSK Praha a.s.) na základě doporučení odborníků z ČVUT navrhl zesílení a vyrovnání povrchu mostu pomocí UHPC. Jde o novou technologii, která se úspěšně používá v zahraničí, ale u nás dosud použita nebyla.

UHPC (ultra vysokohodnotný beton) jako vysokohodnotný a odolný materiál může plnit dvě základní funkce. a) Funkci statickou, kdy působí jako zesilující vrstva nabetonovaná na stávající konstrukci, která zvětšuje její průřez a b) funkci hydroizolační. Struktura UHPC je tak hutná, že neumožňuje prosakování vody. Omezení trhlin je dosaženo vysokým obsahem ocelových mikrovláken. Vrstva UHPC tak tvoří nepropustnou plochu, a zkušenosti ze zahraničí ukazují, že velmi spolehlivě zamezuje pronikání vody do konstrukce mostu. Navíc UHPC velmi dobře spolupůsobí s podkladem, a proto lze významně redukovat množství spřahujících prvků. Na Barrandovském mostě má ještě třetí funkci, a to vyrovnání nerovností povrchu mostovky.

V první etapě (2022 – jižní most) šlo o vůbec první použití UHPC na opravu takto významného mostu u nás. Proto se k nové technologii přistupovalo velmi konzervativně. Plocha mostu byla rozdělena na 3 skupiny. První skupina vyžadovala vyrovnání 0–25 mm. To je tloušťka velmi malá, nevhodná pro použití UHPC, a proto se pro vyrovnání použila speciální sanační hmota. Druhou skupinu tvořily plochy s tloušťkou 25–40 mm. To už je tloušťka vhodná pro použití UHPC. Na tyto plochy byla použita vrstva UHPC vyztužená pouze ocelovými mikro vlákny bez další prutové výztuže. Třetí skupinu tvořily plochy s tloušťkou vyrovnání větší než 40 mm. Na tyto plochy byl použit UHPC vyztužený mikrovlákny a ještě prutovou výztuží (KARI sítěmi). Na základě zkušeností ze zahraničí a z naší vlastní experimentální činnosti nebyly použity spřahovací prvky. Při realizaci se zjistilo, že kvalita stávajícího betonu je nedostatečná a též se projevila citlivost na některé detaily provádění, např. umístění prutové výztuže, kvalita přípravy povrchu, technologie ukládky UHPC apod. V malém rozsahu došlo k částečné delaminaci okrajů betonovaných dílů. Tato místa byla částečně vybourána a nově zabetonována a částečně byla použita injektáž k vyplnění vzniklé spáry mezi podkladem a vrstvou UHPC. Též kombinace UHPC a sanační hmoty se nejevila jako vhodné řešení. I přes drobné nedostatky se však ukázala technologie zesílení desky pomocí UHPC jako úspěšná.

Ve druhé etapě (2023 – jižní most) byly využity zkušenosti z první etapy. Vrstva UHPC byla použita v tloušťce 40 mm a větší a s prutovou výztuží. Dále byly přikotveny okraje betonovaných úseků pomocí spřahovacích háků z výztuže ∅ 8 mm. Povrch stávající konstrukce byl ofrézován a dále otryskán na hrubo tlakovou vodou (2 500 bar) a nakonec ještě jemně dočištěn opět tlakovou vodou ale s menším tlakem. Velká pozornost byla věnována podbetonování výztužných sítí, kde byl použit malý vibrátor (i přesto, že UHPC je navržen jako samozhutnitelný). Tyto úpravy se ukázaly jako velmi vhodné, a u druhé etapy nebyla pozorována již žádná delaminace nebo jiná závada.

V první i druhé etapě se nepředpokládalo, že vrstva UHPC bude plnit hydroizolační funkci. To se ukázalo jako správný předpoklad, protože první a druhá etapa měly za cíl prokázat realizovatelnost zesílení a ověřit spolehlivou ukládku UHPC.

Po výborných zkušenostech z druhé etapy bylo přistoupeno k dalším úpravám technologie a postupu rekonstrukce mostu. Na základě dosavadních zkušeností jak s technologií oprav, tak i s dopadem omezení provozu se objednatel rozhodl sloučit obě etapy do jedné stavební sezóny, tj. do roku 2024. Druhou významnou změnou bylo i rozhodnutí, že vrstva UHPC bude použita též jako hydroizolační. Proto bylo nutné vyvinout a odzkoušet konstrukci vodonepropustných pracovních spár a přizpůsobit též dělení opravované plochy na jednotlivé betonážní úseky. Šířka betonážních úseků dosahuje až 6 m. Přes zimní sezónu byla technologie řešení pracovních spár a prostupů vyvinuta a práce mohly být zahájeny v březnu 2024. Rozdělení na etapu 3 a 4 muselo být zachováno, protože zajišťuje rozdělení severního mostu na dvě části, na jedné probíhá provoz ve dvou pruzích a na druhé probíhá oprava.

Vyrovnávací, zesilovací a nyní i hydroizolační vrstva z UHPC má proměnnou tloušťku, min. cca 80 mm, v místě spár min. 100 mm, jinde i více. Vrstva UHPC má vždy kromě ocelových mikrovláken v objemu 3 % obj. též i prutovou výztuž. Kotvení bylo původně naplánováno pouze na okrajích betonážních dílů a dále v místech, kde kvalita betonu podkladu nebyla dostatečná.

Po betonáži prvního úseku bylo zjištěno, že došlo k nadměrnému průhybu severní konzoly mostu. Byla hledána příčina a zjistilo se, že v konzole se objevují vodorovné trhliny, které nejsou nijak viditelné. Podobné trhliny byly zjištěny i v horní desce komor průřezu. Bylo nutné konstrukci znovu posoudit a zajistit její požadovanou únosnost. Původní návrh zesílení byl modifikován tak, že nová vrstva UHPC bude tvořit hlavní nosnou část horní desky a konzol. Proto bylo třeba provést dvě základní opatření. Posílit vyztužení vrstvy UHPC další prutovou výztuží a zajistit dokonalejší spřažení nejen s původní deskou, ale též se stěnami komory mostu. Z hlediska technologie výstavby bylo nutné konzoly mostu dočasně podepřít, dokud nezatvrdne nabetonávka z UHPC, a tedy dokud nebude spolupůsobit s původní konzolou. Tato opatření vedla k prodloužení doby výstavby, ale přesto se podařilo dokončit etapu 3 do cca poloviny srpna. 18. srpna byla doprava převedena na dokončenou etapu 3 a byly zahájeny práce na mostovce v rámci etapy 4. Termín dokončení nelze stanovit, dokud nebude znám stav druhé poloviny severního mostu.

4. VLASTNOSTI UHPC

V době přípravy stavby nebyla ještě v platnosti TP ČBS 07 [1], ani TP 267 Ministerstva dopravy [2], která upravují používání UHPC na nové i stávající konstrukce. Výroby UHPC značky TopCrete® byla navržena dle kombinace norem ČSN EN 206+A2, ČSN P 73 2404 a podnikové normy TN TBG MTS 2019 UHPC. Na UHPC pro opravy mostních desek jsou kladeny nad rámec běžných UHPC ještě následující požadavky: a) Upravená tixotropie materiálu pro ukládku povrchu do spádu, a b) Vysoký obsah mikrodrátků z důvodu omezení trhlin (min. 3 % obj.).

Základním požadavkem na recepturu UHPC v případě Barrandovského mostu byla možnost ukládky vyrovnávací vrstvy do výsledného spádu až 6 %. Běžný UHPC není možné díky vysokému obsahu superplastifikátoru do takto velkého spádu uložit. Úprava tixotropie a konzistence při zachování parametrů UHPC byla základním úko-

lem. Návrh vycházel z patentovaného řešení, které bylo výsledkem výzkumného projektu podporovaného MPO ČR [3], [4]. Finální receptura byla testována na vzorových spádových klínech, kde byla potvrzena správnost návrhu a zároveň ověřen způsob ukládky směsi.

Dalším zásadním parametrem je vysoký obsah mikrodrátků. Při obsahu mikrodrátků přes 3% objemově, je šířka většiny trhlin zanedbatelná, pro oko jsou neviditelné a pro vodu neprůchozí. To se týká trhlin od dlouhodobého smršťování, nikoli trhlin od plastického smršťování z důvodu nedostatečného ošetřování. Finálně tedy byla vyžadována receptura UHPC s minimálním obsahem mikrodrátků 3% a s pevností v tahu za ohybu f_{R1} dle ČSN EN 14 651 minimálně 20 MPa.

Pevnost v tlaku není pro tyto sanační účely tak důležitá, proto byla zvolena základní pevnostní třída C110 dle tab. 12.2 normy ČSN P 73 2404. Pro tuto pevnostní třídu je určena minimální charakteristická pevnost $f_{ck,cyl}$= 110 MPa, měřená na válcích výšky 200 mm, koncovaných broušením. Zkoušky na jiných tělesech (nejčastěji na krychlích o délce hrany 100 mm) jsou prováděny jako informativní. Pro kontrolu shody nejsou relevantní. Vzhledem k tloušťkám vrstvy UHPC od 25 mm, bylo zvoleno maximální zrno kameniva D_{max} = 4 mm. Tato velikost maximálního zrna je vhodná i vzhledem k vysokému obsahu mikrodrátků.

UHPC značky TopCrete je vyráběn na betonárně TBG Metrostav v Praze Libni. Maximální objem záměsi činí 1,25 m^3 a namíchání jedné záměsi trvá po optimalizaci celého procesu 5 minut. Maximální kapacita betonárny tak byla 15 m^3 za hodinu. Tato kapacita dosud nebyla nikdy využita. Za den se míchalo max. 30–40 m^3 materiálů dle postupujících prací na stavbě.

UHPC byl na most dodáván běžnými autodomíchávači. Obvykle vezl autodomíchávač 3,75 m^3. Maximální množství bylo 7,5 m^3. Vzdálenost na staveniště je přibližně 13 km a za slabého provozu cesta trvá asi 20 min od namíchání. Zpracovatelnost UHPC je cca 3 hodiny od namíchání. Na stavbě byl vyčleněn prostor pro oplach autodomíchávačů, aby se minimalizovalo zatvrdnutí zbytků UHPC uvnitř míchacího bubnu.

5. UKLÁDÁNÍ VYROVNÁVACÍ VRSTVY UHPC

Vrstva UHPC sloužila v etapách 1 a 2 především jako vyrovnání horní plochy mostovky a zesílení horní desky komor a konzol. Nebyla využita jako hydroizolace. Tím se ukládka zjednodušila, protože nebylo nutné řešit vodotěsnost pracovních spár a detailů kolem dilatačních závěrů a odvodňovačů. Ukládání UHPC má přesto svá specifika a jde o technologicky náročnou činnost. V případě první etapy šlo o první takto rozsáhlou aplikaci u nás, která navíc byla vynucena okolnostmi a nebylo ani dostatek času na podrobnou přípravu celé technologie.

Ukládání UHPC na povrch stávající konstrukce vyžaduje pečlivou přípravu podkladu. Ten musí být drsný a čistý. Zrna hrubého kameniva mají vyčnívat z povrchu a zároveň být do něho dobře zakotvena. Nerovnosti by měly být v rozsahu cca 3 až 5 mm. Potřebnou hrubost podkladu lze dosáhnout např. otryskáním tlakovou vodou. Tlak vody se stanoví dle pevnosti původního betonu v rozsahu cca 2 000–2 500 barů. Vyšší tlak může vést k příliš velké destrukci povrchu betonu. U první etapy byly shledány velké rozdíly v kvalitě betonu mostovky. Někde vodní paprsek nebyl schopen rozrušit povrch, jinde vedlo jeho použití k významné destrukci. V oblasti jízdních pruhů byl povrch ofrézován, na konzolách to nebylo možné z důvodu příliš velké hmotnosti frézy. U druhé etapy byla kvalita povrchu konstrukce rovnoměrnější. Jako nejvhodnější byl odladěn postup úpravy spočívající v ofrézování povrchu a následném otryskání tlakovou vodou (obr. 2).

Obr. 2: Požadovaná kvalita povrchu stávajícího betonu (před vysušením)

Před ukládkou musí být povrch konstrukce čistý, zbaven prachu a vlhký. Nesmí však na něm stát voda. Kvalitu povrchu lze ověřovat odtrhovými zkouškami, které definují tahovou pevnost povrchové vrstvy původní konstrukce. Dle TP ČBS 07 [1] se doporučuje minimální tahová pevnost 1,5 MPa. Naměřené hodnoty dosahovaly v průměru pevnost kolem 1,7 MPa, avšak s velkým statistickým rozptylem. Ukázalo se, že výsledky odtrhových zkoušek nejsou ideálním kritériem pro posuzování kvality podkladu.

Ukládání probíhalo v etapách jedna a dvě v pásech šířky do 4,5 m přímo vypouštěním UHPC z autodomíchávače na betonovanou plochu. V druhé etapě bylo přistoupeno k vibrování tlustších vrstev, aby se beton spolehlivě dostal pod výztužnou síť. Pro kvalitu provedení je zásadní ošetřování UHPC. Po uložení a srovnání latí je povrch nutné ihned nastříkat prostředkem proti odpařování vody a zakrýt jej PE fólií, která zajistí, že odpařená voda na fólii zkondenzuje a zůstane na povrchu vrstvy z UHPC.

Ve třetí etapě, kde byly pruhy jednotlivých betonážních úseků širší, se začal používat dopravní pás mezi autodomíchávačem a místem ukládky a povrch se upravoval vibrační lištou (obr. 3), což vedlo k dalšímu zjednodušení ukládky. V zahraničí se používá finišer. V případě Barrandovského mostu by to však bylo velmi obtížné, vzhledem k nepravidelnému tvaru betonovaných úseků.

Obr. 3: Ukládka vrstvy UHPC ve 3. etapě a dopravníkem a vibrační lištou

6. ZÁVĚR

Technologie vyrovnání, zesílení mostovky pomocí UHPC se ukázala jako vhodná i pro tak exponovaný most jako je Barrandovský. Postup rekonstrukce v etapách je možný z hlediska technologického i logistického a umožňuje minimalizovat dopad do dopravy v Praze.

Druhá etapa prokázala úspěšnost použité technologie. Vytvořil se trvanlivý kvalitní povrch, který přispívá větší únosnosti horní desky mostu a konzol. Ověřil se způsob ukládání UHPC a byly získány zkušenosti s úpravou povrchu stávající konstrukce.

Třetí etapa pak ukázala možnost použití UHPC i jako vrstvy hydroizolační. Byly vyvinuty potřebné konstrukční detaily a byla ověřena jejich proveditelnost na stavbě. Technologie UHPC je jediná dnes možná, která umožnila opravu mostu, který byl v podstatně horším stavu, než předpokládal projekt rekonstrukce, bez významných změn projektu i použité technologie.

PODĚKOVÁNÍ

Při realizaci opravy mostu byly použity výsledky výzkumného projektu č. FV 20472 podporovaného Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR.

LITERATURA

1. Technická pravidla ČBS č. 07 Ultra vysokohodnotný beton (UHPC). Česká betonářská společnost ČSSI, 2022
2. Technické podmínky č. TP 267 Ultra vysokohodnotný beton (UHPC), březen 2024
3. Vítek, J.L., Boháček, L., Čítek, D., Coufal, R.: Experimentální ověření zesilování konstrukcí pomocí UHPC. Sborník příspěvků 26. Mezinárodního sympozia Mosty 2021, Sekurkon 2021, 156-161
4. Vítek, J. L., Boháček, L., Coufal, R., Vráblík, L.: UHPC in existing structures. Proc. of the *fib* Symposium 2023: Building for the future: Durable, Sustainable, Resilient. Ilki et al. Eds. Vol. 1, Istanbul 2023, 1866-1874

NEJVÝZNAMNĚJŠÍ DOPRAVNÍ STAVBA PLZEŇSKÉHO KRAJE – „MĚSTSKÝ OKRUH ÚSEK KŘIMICKÁ - KARLOVARSKÁ“ – POSLEDNÍ ETAPA MĚSTSKÉHO (ZÁPADNÍHO) OKRUHU V PLZNI

Mgr. Martin Vít, MPA | technický ředitel
Správa a údržba silnic Plzeňského kraje, p.o. | Telefon: 737 285 635

Plzeňský kraj a statutární město Plzeň dokončilo v loňském roce městský okruh v Plzni, a to výstavbou druhé (poslední) etapy významného dopravního propojení sever – jih. Celá trasa městského okruhu propojila největší plzeňské sídliště na Severním Předměstí s cca 50 tisíci obyvatel s nejrozsáhlejší průmyslovou zónu města Borská pole.

KDY TO VŠECHNO ZAČALO A JAK SE MĚSTSKÝ OKRUH POSTUPNĚ REALIZOVAL

Přípravy pro výstavbu celého městského okruhu byly zahájeny už v roce 1993, kdy stavba začínala mít své parametry, cíle a priority. Po roce 1995 získal městský okruh územní ochranu trasy v územním plánu a byl zařazen mezi veřejně prospěšné stavby jako společná investiční akce statutárního města Plzně a Plzeňského kraje.

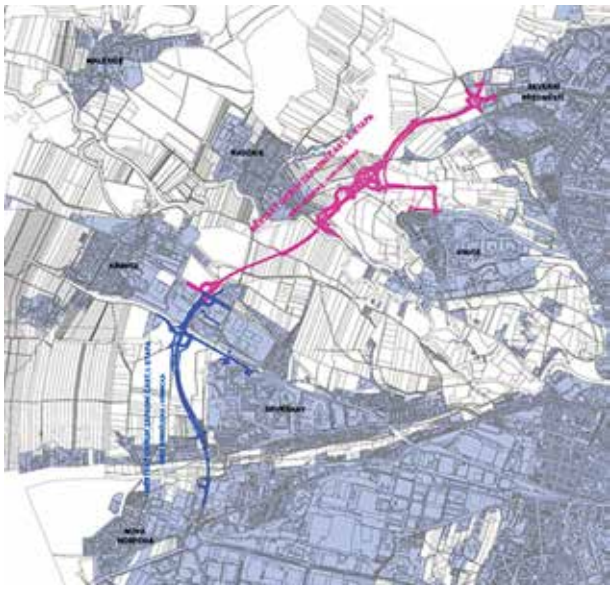
Novostavba komunikace byla vyprojektována a realizována v dvoupruhovém uspořádání, tedy jeden jízdní pruh v každém směru, s minimální šířkou jízdního pruhu 3,5m. Vzhledem k tomu, že se jedná o extravilánovou komunikaci, dovolená rychlost až do začátku obce je 90 km/h. Celková délka městského okruhu je 5,9 km a dalších zhruba 6 km silnic přilehlých, kterými je zajištěno komfortní dopravní propojení městských částí na trase městského okruhu (Sylván, Vinice, Radčice, Křimice, Skvrňany).

TRASA MĚSTSKÉHO OKRUHU BYLA ROZDĚLENA DO TŘÍ ETAP

Nultá etapa Domažlická – Vejprnická - úsek v délce 0,5 km byl zprovozněn v roce 2010 a jeho realizaci zajišťovalo statutární město Plzeň.

První etapa Domažlická – Křimická - úsek v délce 2,1 km se třemi mosty na trase byl zprovozněn v září roku 2014. Navazuje na vybudovanou nultou etapu a vede z Nové Hospody přes zadní Skvrňany do Křimic. Výstavba probíhala 2 roky a 3 měsíce a celkové náklady stavebních prací činily 870 mil. Kč.

Druhá (poslední) etapa Křimická – Karlovarská - úsek v délce 3,3 km byl zprovozněn v únoru roku 2023. Součástí této etapy je estakáda přes inundační území řeky Mže v délce 1,2 km, další 4 mosty, 3 biokoridory a 3 křižovatky. Výstavba probíhala 34 měsíců.



Obr. 1: Vyznačení první a druhé etapy městského okruhu

MĚSTSKÝ OKRUH ÚSEK KŘIMICKÁ KARLOVARSKÁ – DRUHÁ ETAPA

Realizace poslední (druhé) etapy městského okruh – úsek Křimická – Karlovarská přinesla kompletní propojení významných částí města Plzně, a to Bor (průmyslové zóna Borská pole) a Lochotína (největšího sídliště na severním předměstí). Mimo to přineslo dokončení městského okruhu komfortní dopravní propojení i pro další městské části a městské obvody (Skvrňany, Křimice, Radčice, Sylván).

Stavba byla zahájena podpisem smlouvy o dílo s vybraných dodavatelem dne 17. dubna 2020, kterým byla společnost „Společnost Křimická – Karlovarská“, kterou tvořily společnosti BERGER BOHEMIA, a.s. a Metrostav, a.s. Doba výstavby byly smluvně dohodnuta v termínu do 34 měsíců ode dne podpisu smlouvy, tedy do 17. února 2023.

Délka nově vybudovaného úseku je 3,3 km a součástí je estakáda přes celé inundační území řeky Mže v délce 1,2 km.

Obr. 2: Výstavba estakády přes inundační území řeky Mže

Obr. 3: Již zrealizovaná estakáda v délce 1,2 km

Estakáda je postavena na 2 opěrách a 34 pilířích, vše založeno na vrtaných pilotách. Výstavba probíhala pomocí přesuvné skruže technologií předpínání, kdy bylo použito 161 km lan předpínací výztuže a 27 tis. tun betonu. Betonování říms pak probíhalo za využití posuvných betonážních vozíků a letmé betonáže.

Stavba je ukončena šestiramennou spirálovou okružní křižovatkou na styku ulic Studentská, Kotíkovská a silnice I/20 do Karlových Varů.

Součástí stavby je krom vlastní nové komunikace rovněž výstavba 4 mostů, 3 biokoridorů, smíšených stezek pro pěší a cyklisty, založení ozeleněných ploch a výsadba stromů a keřů. Při stavbě bylo vytěženo více než 500 tis. m^3 zeminy.

Obr. 4: Spirálová okružní křižovatka

Obr. 5: Biokoridor přes hlavní trasu

NÁKLADY NA REALIZACI A SPOLUFINANCOVÁNÍ Z IROP

Cena stavebních prací byla na základě výběrového řízení a uzavřené smlouvy o dílo s vítězným dodavatelem ve výši 2 168 117 702,86 Kč včetně DPH. V průběhu realizace stavby byly řešeny více a méně práce a finální cena díla byla ve výši 2 142 792 953,69 Kč včetně DPH. Oproti původně smluvně sjednané ceně se tak ušetřilo 25 324 749,17 Kč vč. DPH.

Celkové náklady stavby včetně služeb souvisejících s realizací stavby (autorský dozor, koordinátor BOZP, technický dozor stavebníka, pyrotechnický dohled, ekologický dozor, geotechnický dozor) činily 2 238 523,723,- Kč vč. DPH.

Stavba byla spolufinancována z prostředků EU v rámci IROP, 70. výzva „Vybrané úseky silnic II. a III. třídy“, prioritní osy 1 – Konkurenceschopné, dostupné a bezpečné regiony, specifický cíl 1.1 „Zvýšení regionální mobility prostřednictvím modernizace a rozvoje sítí regionální silniční infrastruktury navazující na síť TEN-T“, a to ve výši 1 540 442 444,- Kč.

Poslední etapa městského okruhu byla zhotovitelem stavby předána v termínu dle smlouvy o dílo dne 16. 2. 2023 a veřejnost se prvně po novém úseku projela 20. února 2023.

DOPADY A PŘÍNOSY PROJEKTU

Hlavním cílem bylo zlepšení podmínek regionální mobility (zlepšení napojení metropolitní oblasti na tzv. síť „TEN-T“, reprezentovanou dálnicí D5). Zejména ve směru „sever-jih“ metropole (tj. z oblasti s největšími sídlišti směrem k významné průmyslové zóně „Borská pole“ a dále k dálnici D5).

Dalším významným přínosem je zklidnění průtahu centrem metropolitní oblasti (Plzeň – ulice Karlovarská, silnice I/20), kdy je část dopravního proudu je převedena z centra města (metropolitní oblasti) na nový úsek (obchvat). Jen z ulice „Karlovarská“ na sebe okruh v rámci své sběrné funkce převádí až 15 000 vozidel/denně. Dochází tím k rozložení zatížení dopravy v metropoli.

Okruh odvedl přebytečnou dopravu nejen z centra města, ale i jeho předměstí (Košutka, Lochotín, Skvrňany a Jižní Předměstí). Díky poklesu počtu aut v centru se usnadnila i průjezdnost veřejné hromadné dopravy.

Díky převedení části dopravy na vybudovaný městský okruh došlo ke snížení emisí škodlivých látek (z výfuků vozidel), snížení hlukové zátěže a vibrací.

Ve srovnání s výchozím stavem je napojení na dálniční síť D5 a regionálně významnou průmyslovou zónu Borská pole realizováno z velké části prostřednictvím nového okruhu, tedy mimo hustě zastavěné centrum města Plzně.

STAVBA DRUHÉ ETAPY MĚSTSKÉHO OKRUHU ZÍSKALA CENU MINISTERSTVA DOPRAVY V SOUTĚŽI STAVBA ROKU 2023

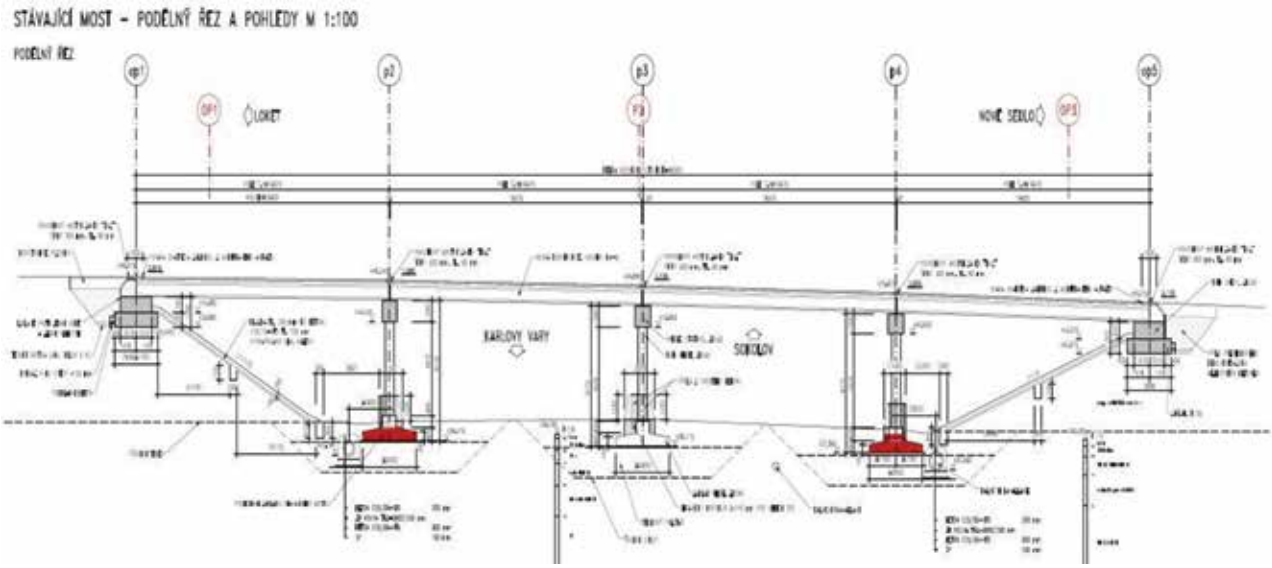
Obr. 6: Cena MD

MODERNIZACE MOSTU EV. Č. 209-011A NOVÉ SEDLO – LOKET

Ing. Petr Šťovíček | technický náměstek
Krajská správa a údržba silnic Karlovarského kraje, p.o.

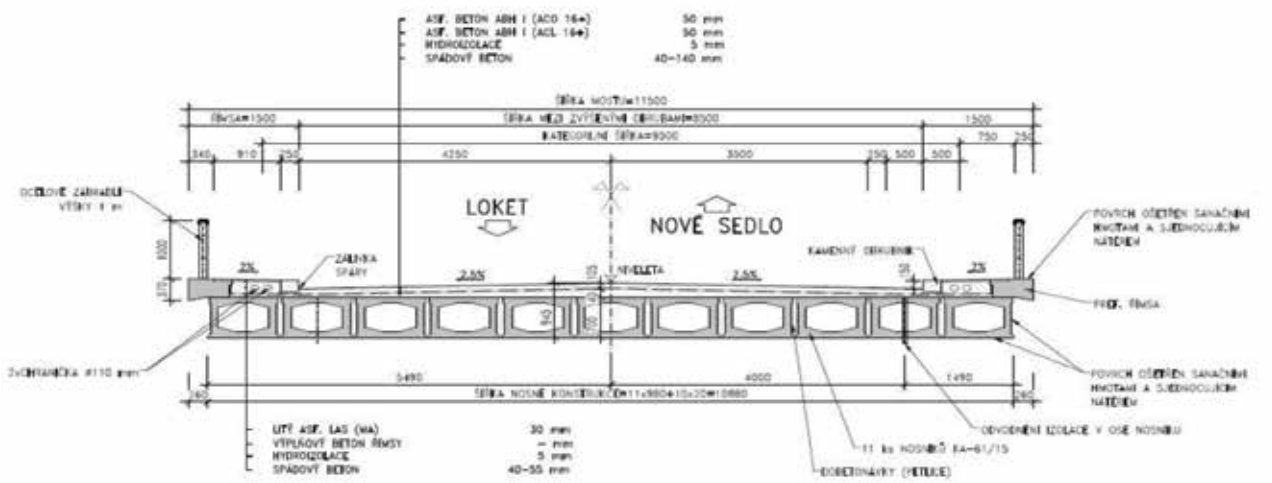
PŮVODNÍ MOST EV. Č. 209-011A PŘES DÁLNICI D6

Původní most ev. č. 209-011a přes dálnici D6 byl zprovozněn v roce 1972 už jako čtyřpolový.



Obr. 1: Stávající most – podélný řez a pohledy

Dálnice D6 byla zprovozněna v roce 2010. Byly provedeny pouze sanace a drobné úpravy původního mostu.



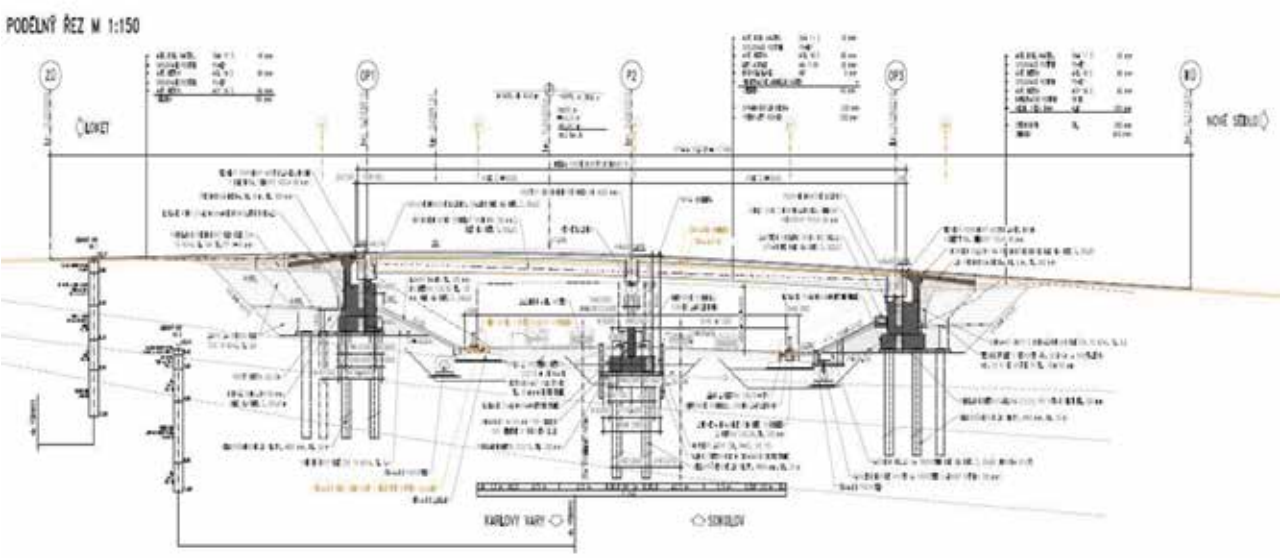
Obr. 2: Stávající most – vzorový příčný řez

Následně byl zjištěn rozvoj poruch a závad, a byla provedena instalace záchytných sítí. Podrobný diagnostický průzkum byl proveden v roce 2020.

Obr. 3: Poruchy a závady na mostě

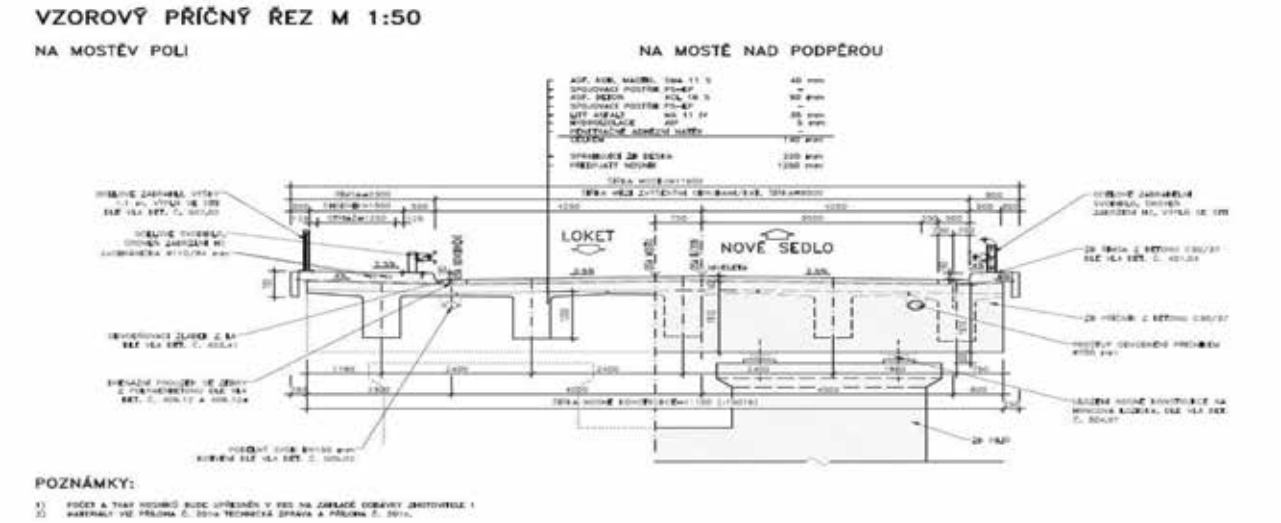
NOVÝ MOST EV. Č. 209-011A PŘES DÁLNICI D6

Nový most ev. č. 209-011a přes dálnici D6 byl navržen jako most pouze se dvěma poli. Projekt byl připravován do programu IROP.



Obr. 4: Podélný řez

Základní informace:
– Vždy 5 železobetonových předpjatých nosníků tvaru T s délkou 28,2 m.
– Společné povolení a projektová dokumentace pro provádění stavby v roce 2022.
– Projektová žádost do IROP a výběr zhotovitele v roce 2023.



Obr. 5: Vzorový příčný řez

Specifické podmínky programu IROP:
– bezpečnostní audit
– vyhodnocení dopadů na životní prostředí
– diagnostika stávající vozovky
– recyklace vzniklých odpadů min. 70 %

Obr. 6: Recyklace vzniklých odpadů

Obr. 7: Demolice mostu 6. a 7. 4. 2024, úplná uzavírka dálnice D6

Obr. 8: Vrtání velkoprůměrových pilot, 36 kusů o průměru 900 mm, délka 25 m.

Obr. 9: Osazování prefabrikovaných nosníků

Obr. 10: Stav k 30. 9. 2024, předpoklad zprovoznění 4. 10. 2024

REGIONÁLNÍ AKČNÍ PLÁN KARLOVARSKÉHO KRAJE

Schválené akce IROP (objem cca 500 mil. Kč z EU):
– Modernizace mostu ev. č. 209-011a Nové Sedlo – Loket
– II/217 Modernizace silnice – průtah Aš
– II/207 Modernizace silnice Toužim – Smilov
– II/213 Modernizace silnice Starý Rybník – Vojtanov
– II/214 Modernizace křižovatky Cheb, Podhrad
– II/198 Modernizace silnice Teplá – Horní Kramolín
– II/210 Modernizace silnice důl Jeroným – Podstrání
– II/198 Modernizace silnice Toužim – Prachomety

LINIOVÉ ŘÍZENÍ VÝZNAMNĚ ZVYŠUJE PLYNULOST A BEZPEČNOST SILNIČNÍHO PROVOZU A SNIŽUJE CESTOVNÍ DOBY

Roman Srp | prezident, r.srp@sdt.cz
Jiří Matějec | vice-prezident, j.matejec@sdt.cz
Sdružení pro dopravní telematiku (SDT)

V r. 2010 byl na dálnici D0/D1 zprovozněn komplexní systém ITS pro organizaci, řízení a ovlivňování dopravy včetně tunelových staveb, k jehož subsystémům patří liniové řízení dopravy (je implementováno obousměrně na úseku km 21–76 a také na D1 ve směru Praha v km 21–10). Dosavadní zkušenosti ukazují, že stávající systém se osvědčil a je žádoucí jej rozvíjet, co se rozsahu týče, a doplnit o další funkce. Tento příspěvek čerpá z informací zpracovaných SDT v r. 2023 pro potřeby Ředitelství silnic a dálnic v rámci studie Koncepce liniového řízení dopravy (LŘD) v působnosti ŘSD s.p.

Liniové řízení dopravy (LŘD) nachází uplatnění tam, kde se vyskytují dopravní problémy (například v místech dojíždění za prací či pravidelně se vyskytujícího špatného počasí), kde dochází k vysoké intenzitě dopravy či vysoké nehodovosti.

V době omezených finančních zdrojů, kdy ČR stále ještě usiluje o dobudování dopravní infrastruktury tak, aby její rozsah odpovídal požadavkům uživatelů 21. století a potřebám evropského prostoru, je nanejvýše aktuální přemýšlet o dalším rozvoji LŘD a stavu, jehož by mělo být dosaženo za deset let.

Z rozboru stávající situace je zřejmé, že budoucí investiční a provozní náklady spojené s řízením dopravy pomocí LŘD budou vyváženy přímými a nepřímými celospolečenskými přínosy. Oproti stavu bez LŘD dojde na řízených úsecích pozemních komunikací k vyhlazení dopravního proudu, snížení cestovních dob, zvýšení kapacity komunikací a významně se sníží i počet dopravních nehod.

1. CÍLEM JE OPTIMALIZOVAT PROVOZ PRAKTICKY ZA KAŽDÉ SITUACE

LŘD funguje maximálně účinně tehdy, pokud se dopravní proud vozidel pohybuje (stojící kolonu vozidel již nelze regulovat). Je proto zapotřebí zajistit regulaci provozu v celém řízeném úseku vč. významných vjezdů, tzn. již před vjezdem do „úzkých míst“. Do budoucna je při zlepšování průjezdnosti možné počítat nejen s úpravou rychlosti nebo zákazem jízdy/předjíždění. Jednou z možností, jak zvýšit kapacitu pozemních komunikací dálničního typu, je umožnit v případě rizika kongescí jízdu v odstavném pruhu. Toto řešení osvědčené v zahraničí hard shoulder running) má i v ČR potenciál. Důležitým prvkem pro další rozvoj systému je rovněž například schopnost účinně dávkovat vjezd vozidel z příjezdových komunikací (ramp metering) nebo dynamické řízení vjezdů/sjezdů podle aktuálního stavu dopravy.

2. VYBRANÉ ÚSEKY PRO DALŠÍ ROZVOJ LŘD

V ČR lze identifikovat řadu dalších úseků pozemních komunikací dálničního typu, kde může LŘD přispět ke zmírnění dopravních problémů. Využití funkcí LŘD se jeví jako přínosné zejména v rámci pražské a brněnské aglomerace, kde dopravní problémy úzce souvisejí s pravidelným dojížděním za prací v rámci aglomerací a také s dálkovou přepravou zboží v rámci Evropy.

Zde je třeba podotknout, že k hlavním problémům dochází obvykle na příjezdu do aglomerací, nikoli na výjezdu. Je tedy žádoucí zaměřit se při řízení dopravy více na tento směr.

Přínos LŘD lze očekávat také na dálnici D1, která tyto dvě aglomerace propojuje. V případě dálnice D1 je důvodem pro aplikaci LŘD na části této komunikace pravidelně se vyskytující nepříznivé počasí v kombinaci s nízkou kapacitní rezervou pozemních komunikací ve špičkách. Existuje také několik dalších úseků pozemních komunikací dálničního typu v ČR, kde by LŘD mohlo přispět ke zmírnění problémů.

3. NÁVRH NA ROZŠÍŘENÍ LŘD NA 371 KM DÁLNIC

V současné době je LŘD aplikováno na D0/D1 kolem Prahy v rozsahu celkové 40 km délky dálnice / 69 km jednosměrných úseků řízených pomocí LŘD (29 km dálnice je řízeno obousměrně a 11 km jednosměrně).

Podle SDT je možné v následujících 10 let realizovat ve třech stupních priorit další úseky LŘD do celkové délky až 371 km délky dálnic / 629 km jednosměrných úseků řízených LŘD. Celkový rozsah prioritních úseků dálnic řízených pomocí LŘD, kde aplikace LŘD nesnese odkladu, by mohl ze současného rozsahu vzrůst až na 137 km délky dálnice / 252 km jednosměrných úseků řízených pomocí LŘD.

4. ČTYŘI DISPEČINKY

K realizaci systému LŘD ČR je potřeba přistupovat koncepčně. Na úrovni centrálních systémů a pracovišť LŘD lze doporučit čtyři dispečinky LŘD lokalizované společně s tunelovými dispečinky:

1) DŘC Rudná, resp. plánovaný nový dispečink, který stávající ŘC Rudná nahradí, pro pražskou aglomeraci, včetně případně vybudovaného úseku LŘD na D10 u Mladé Boleslavi;
2) DŘC Chrlice pro brněnskou aglomeraci včetně případného úseku LŘD na D1 na Vysočině;
3) DŘC Řehlovice pro úsek LŘD na D8 u hranic s Německem;
4) DŘC Ostrava pro případné řízení úseků LŘD ve Slezsku.

Částečným omezením pro další rozvoj a zvýšení efektivity dopravních řídicích center je skutečnost, že dnes na těchto pracovištích může řídit dopravu pouze pracovník Policie ČR. Bylo by praktické, aby tuto pravomoc dostaly v budoucnu i civilní osoby. K tomu je však třeba změnit legislativu.

5. ŘÍZENÍ VS. OVLIVŇOVÁNÍ DOPRAVY NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH

Řízení dopravy je třeba chápat především z pohledu vydávání závazných pokynů (včetně varování a výstrah) pro provoz, resp. pohyb dopravních prostředků na dopravní infrastruktuře ze strany oprávněných osob a institucí.

Je nutno zdůraznit, že účinnost řízení dopravy je závislá na respektování pravidel provozu ze strany řidičů. Dopravní systém tak může obsahovat i funkce působící preventivně, varovně i represivně s cílem zajistit respektování dopravních řídicích pokynů. Lze říci, že chybějící vymáhání je velká slabina stávajícího systému LŘD na D0/D1. Přestože existují určité kontrolní prvky, porušování závazných pokynů se nepokutuje.

Ovlivňování dopravy je specifickým druhem organizace dopravního systému. Regulační člen dopravního systému působí prostřednictvím aktorů na dopravní systém tím, že poskytuje dopravní a cestovní informace. Např. dopravní informace poskytované účastníkům provozu v reálném čase hrají významnou roli při zlepšovaní bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích. Na rozdíl od dopravních řídicích pokynů jsou poskytované informace nepovinné (nezávazné) a je na uvážení příjemců, zda informaci využijí, či nikoliv.

Pokud však dopravní nebo cestovní informaci určenou např. pro účastníky provozu využije významná část uživatelů (řidičů, cestujících, provozovatelů dopravy), dojde v rámci dopravního systému k regulačnímu efektu. Ovlivňování dopravy je tedy svým způsobem sociální inženýrství. V případě kvalitních, včasných, užitečných a atraktivní formou poskytovaných informací může být dopad ovlivňování dopravy stejně významný jako její řízení.

6. SYSTÉMY ITS PRO LŘD

Jádrem liniového řízení dopravy je soubor dopravních řídicích funkcí, které působí na dopravní systém pomocí proměnného dopravního značení zobrazujícího řidičům závazné pokyny. Jedná se o zákazy, příkazy nebo výstrahy, např. nejvyšší dovolenou rychlost, zákaz jízdy nákladních vozidel v určitém pruhu nebo zákaz předjíždění. V případné kombinaci s doplňkovými řídicími funkcemi, např. řízením vjezdu do řízeného úseku nebo pojížděním po dostatečně široké zpevněné krajnice, je zamezeno dramatickému snižování rychlosti při vysoké hustotě provozu a související ztrátě kapacity řízeného úseku.

Nutnou součástí LŘD je podrobné měření parametrů dopravního proudu pomocí detektorů. Dopravní proud se vždy měří v řízeném úseku liniové komunikace pomocí spolehlivého způsobu detekce, není však třeba měřit všechny vjezdy do tohoto úseku. Algoritmy LŘD reagují nejen na mimořádné události v dopravě, ale i na data a informace z dalších detektorů, měřicích systémů a subsystémů. LŘD mimo jiné umožňuje řízení s ohledem na aktuální stav počasí, a to pomocí změny rychlosti nebo upozornění formou výstražného značení na mlhu, náledí apod.

Součástí systému LŘD mohou být i další doplňkové funkce. Jedná se především o dopravní informační funkce realizované prostřednictvím informačních portálů (zařízení pro provozní informace) a dalších dopravně informačních kanálů. Doplňkovou funkcí LŘD může být také automatická kontrola dodržování řídicích pokynů, především měření rychlosti a jízdy nákladních vozidel v jízdních pruzích, nebo např. kamerový přehledový systém umožňující odbornému personálu obsluhy systému LŘD vizuální dohled nad řízeným úsekem komunikace pomocí LŘD.

7. VELKÝ POTENCIÁL DO BUDOUCNA

Dosavadní zkušenosti ukazují, že LŘD má velký přínos pro zkvalitnění silniční dopravy. Jsou již vytipovány hlavní úseky páteřních komunikací, kde lze s rozšířením systému očekávat výrazný přínos pro zvýšení plynulosti, kapacity i bezpečnosti dopravy.

APLIKACE NEKONVENČNÍCH ÚPRAV ZA ÚČELEM ZVÝŠENÍ KAPACITY KŘIŽOVATEK NA HLAVNÍCH KOMUNIKACÍCH V MĚSTSKÉM PROSTŘEDÍ

Ing. Petr Neuwirth | petr.neuwirth@cdv.cz
Ing. Radim Striegler | radim.striegler@cdv.cz
Ing. Eva Kvašňovská, PhD. | **Ing. Lucie Vyskočilová**
Centrum dopravního výzkumu, v.v.i, | oblast dopravního inženýrství

ÚVOD

Nekonvenční úpravy křižovatek představují obvykle vyvedení problematických levých odbočení mimo hlavní křižovatkový uzel, případně jejich úplné znemožnění a realizaci pomocí sousedních křižovatek či otáčením přes střední dělicí pás. Opatření vedou často k výraznému zvýšení kapacity způsobené efektivnějším vedením kritických zatížených křižovatkových proudů při zachování současných stavebních záborů, nebo jen s dílčím rozšířením.

Některé nekonvenční uspořádání křižovatek jsou schematicky zaneseny v normě ČSN 73 6102 [1], v žádném dokumentu však není nijak řešena jejich kapacita a další specifikace. Autorům není známo, že by takové křižovatky byly v ČR realizovány, a proto není možné prakticky ověřit jejich funkčnost. Některé nekonvenční křižovatky uvedené v HCM [2] jsou uzpůsobené převážně na prostorově velkorysé podmínky v USA, a nelze je tak aplikovat na často stísněné prostorové podmínky v ČR. Ověření jejich funkčnosti v podmínkách ČR a jejich dopad na životní prostředí bylo řešeno v projektu Výzkum vhodných úprav křižovatek ve vztahu ke kapacitě a environmentálním dopadům [4]. Pro celkové posouzení kapacity a efektivity stávajícího stavu a nekonvenčních úprav bylo využito mikrosimulačního nástroje PTV Vissim [3].

Kvůli vyvedení levých odbočení mimo hlavní uzel či existenci vedlejších křižovatkových uzlů vyžadují nekonvenční křižovatky odlišný režim řízení dopravy pomocí SSZ. Nekonvenční úpravy umožňují zjednodušení signálního plánu, snížení počtu fází a zkrácení délky cyklu, které vede k větší efektivitě řízení a s tím spojené vyšší kapacitě křižovatky jako celku. V tomto příspěvku jsou dále podrobněji popsány tři typy nekonvenčních úprav, a to z pohledu stavebního uspořádání a řízení dopravy světelnou signalizací. Všechny tři představené typy vycházejí z konvenční průsečné křižovatky a spojuje je vhodnost aplikace na křížení čtyřpruhové nadřazené s dvoupruhovou podřazenou komunikací, která se běžně vyskytuje v podmínkách ČR. U všech třech se předpokládají stavební úpravy pouze na ramenech hlavní silnice.

VYSAZENÉ LEVÉ ODBOČENÍ PŘED KŘIŽOVATKOU

Tento typ je známý ze zahraničí jako **Continuous flow (CF)** nebo také **Displaced left turn (DLT)**. Spočívá v převedení levých odbočení bypassem do protisměru pomocí světelné signalizace ještě před křižovatkou (ve vedlejším uzlu). Vyklizování levého odbočovacího pruhu probíhá současně s přímým směrem (ve stejné fázi) bez kolize s protisměrným přímým proudem v hlavním uzlu (viz. obr. 2). Toto opatření umožňuje zjednodušení signálního plánu zrušením samostatné fáze pro silné levé odbočení z upravených ramen, což vede k celkovému zvýšení kapacity křižovatky. Pro podporu kapacity konkrétního nevyhovujícího levého odbočení se provádí stavební úprava na daném rameni. Úpravu lze aplikovat na všech či jen na vybraných, kapacitně nevyhovujících, ramenech křižovatky a v závislosti na prostorových možnostech. Nejčastěji lze předpokládat úpravu na obou ramenech hlavní komunikace. Takto byla v rámci projektu [4] navržena a modelována úprava vybrané křižovatky v Olomouci (viz obr. 1).

Vysazené levé odbočení před křižovatkou je vhodné aplikovat na křižovatkách s vysokými intenzitami vlevo odbočujících vozidel a současně silným přímým směrem ze stejného a protilehlého ramene.

Obr. 1: Navržená úprava CF na dvou ramenech křižovatky v Olomouci. Zdroj: cuzk.cz, úpravy autor

Stavební uspořádání křižovatky a intenzity dopravy v odbočujících proudech mají značný vliv na možnosti řízení dopravy pomocí SSZ. Levé odbočení převedené vysazeným ramenem principiálně nelze koordinovat na průjezdu celou křižovatkou. Vzdálenost mezi vedlejším a hlavním uzlem a intenzita dopravy levého odbočení jsou tak omezujícím prvkem pro délku cyklu, resp. délku zeleného signálu. Za doporučenou vzdálenost se považuje 100-150 m, nicméně dle zatížení jsou možné i kratší. Signálním plánem musí být zajištěno vyklizování prostoru mezi uzly v každém cyklu, a také zamezení úplného zaplnění prostoru mezi uzly odbočujícími vozidly během jednoho cyklu, což by způsobilo blokování hlavního směru.

Stanovení maximální kapacity na základě střední doby zdržení na průjezdu celou křižovatkou nemusí být u tohoto typu relevantní. Kvůli nemožnosti koordinace levého odbočení na průjezdu křižovatkou jako celku je dosahováno vyšších hodnot zdržení (> 60 sekund) i v případě výrazné kapacitní rezervy křižovatky a s délkou cyklu 80-100 sekund, která je pro tento typ optimální. Z hlediska celkové kapacity křižovatky byl v naprosté většině modelovaných zatěžovacích scénářů rozhodujícím prvkem hlavní křižovatkový uzel. Vedlejší uzel může z kapacitního hlediska vycházet hůře než hlavní pouze v případě velmi vysokých podílů vlevo odbočujících vozidel (více 35 % při jednom odbočovacím pruhu). V rámci modelování vzorových křižovatek různými zatěžovacími scénáři bylo v představené variantě s úpravou dvou ramen dosaženo o 20-60 % vyšší maximální hodinové kapacity ve srovnání s výchozí průsečnou křižovatkou, nejlepších výsledků pak při podílu 30 % vlevo odbočujících vozidel z obou upravených ramen.

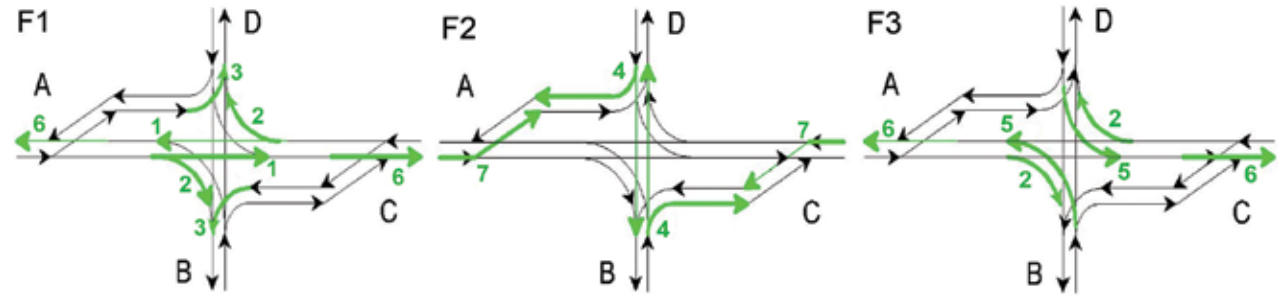
V případě stavební úpravy dvou ramen dochází ke kolizi levého odbočení s pravým odbočením z protisměru, což lze pro efektivnější řízení dopravy řešit samostatným odbočovacím pruhem pro pravé odbočení (viz obr. 1) či prodlouženým připojovacím pruhem.

VYSAZENÉ LEVÉ ODBOČENÍ ZA KŘIŽOVATKOU

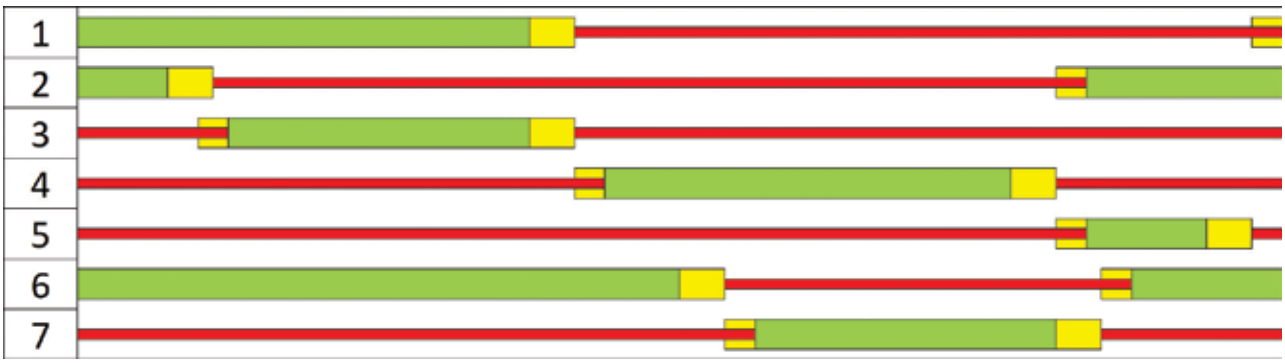
Tento typ je známý ze zahraničí jako **Parallel flow (PF)**. Spočívá ve vyvedení levého odbočení přes hlavní uzel křižovatky na levou stranu sousedního ramene a následné zapojení na pravou stranu přes protisměr pomocí světelné signalizace (ve vedlejším uzlu). Levé odbočení je realizováno společně s přímým směrem na sousedních ramenech (ve stejné fázi) bez vzájemné kolize v hlavním uzlu (viz obr. 4), což umožňuje snížení počtu fází. Pro podporu konkrétního nevyhovujícího levého odbočení se provádí stavební úprava sousedního ramene po levé straně, do kterého se silný vlevo odbočující proud zapojuje. Úprava je opět možná na všech či jen vybraných ramenech křižovatky. Návrh úpravy dvou ramen hlavní komunikace za účelem podpory silných levých odbočení z vedlejší komunikace byl modelován na vybrané křižovatce v Havlíčkově Brodě (viz obr. 4).

Vysazené levé odbočení za křižovatkou je vhodné aplikovat na křižovatkách s vysokými intenzitami vlevo odbočujících vozidel a současně silném přímém směru na sousedních ramenech (obvykle silné levé odbočení z vedlejší komunikace). U tohoto typu platí obdobná pravidla jako u křižovatky CF ohledně nastavení signálního plánu kvůli vyklizování prostoru mezi uzly, vzdálenosti mezi uzly a nemožnosti koordinace vlevo odbočujících vozidel na průjezdu křižovatkou. V případě předpokládané úpravy dvou ramen je nezbytná samostatná fáze F3 pro levé odbočení z upraveného ramene (není možný plný signál s předností protijedoucích vozidel), během F2 by došlo ke kolizi s vysazeným ramenem viz obr. 5 (sk. 4).

V rámci modelování vzorových křižovatek bylo ve variantě s úpravou dvou ramen dosaženo o 20-50 % vyšší kapacity než u výchozí průsečné křižovatky, nejlepších výsledků pak při podílu 30 % vlevo odbočujících vozidel z obou upravených ramen.

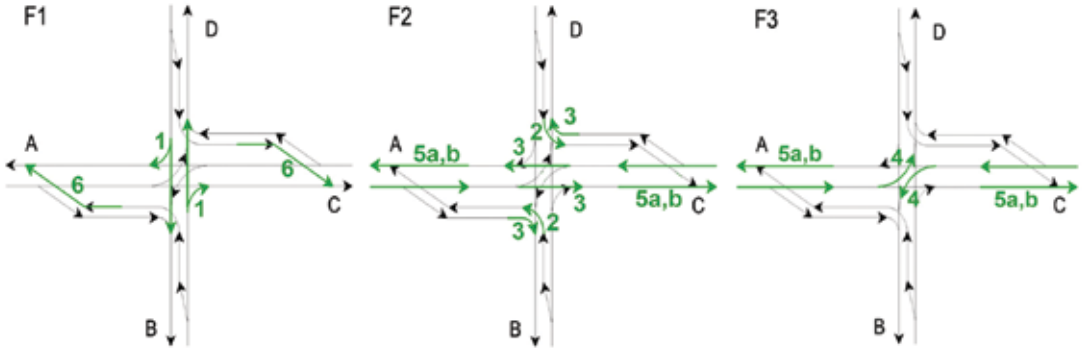


Obr. 2: Schéma fází křižovatky Continuous flow s úpravou dvou ramen. Zdroj: autor

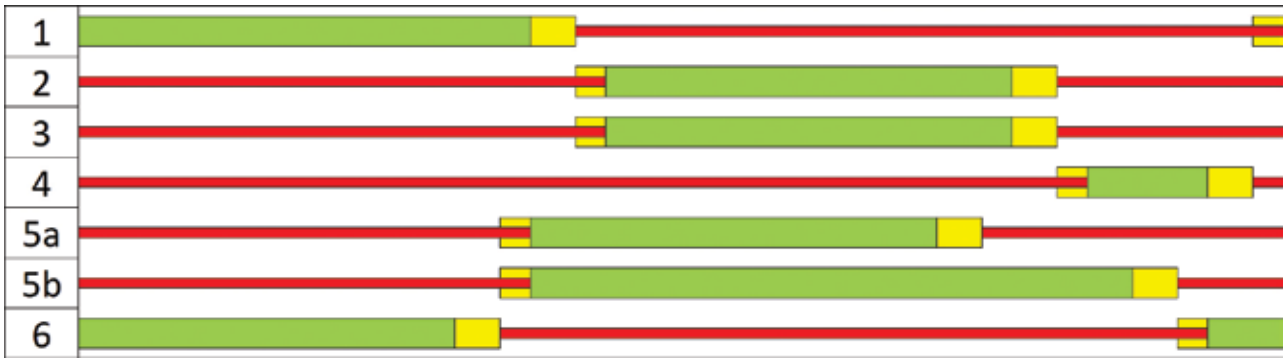


Obr. 3: Vzorový signální plán pro Continuous flow s úpravou dvou ramen. Zdroj: autor

Obr. 4: Navržená úprava CF na dvou ramenech křižovatky v Havlíčkově Brodě. Zdroj: cuzk.cz, úpravy autor



Obr. 5: Schéma fází křižovatky Parallel flow s úpravou dvou ramen. Zdroj: autor

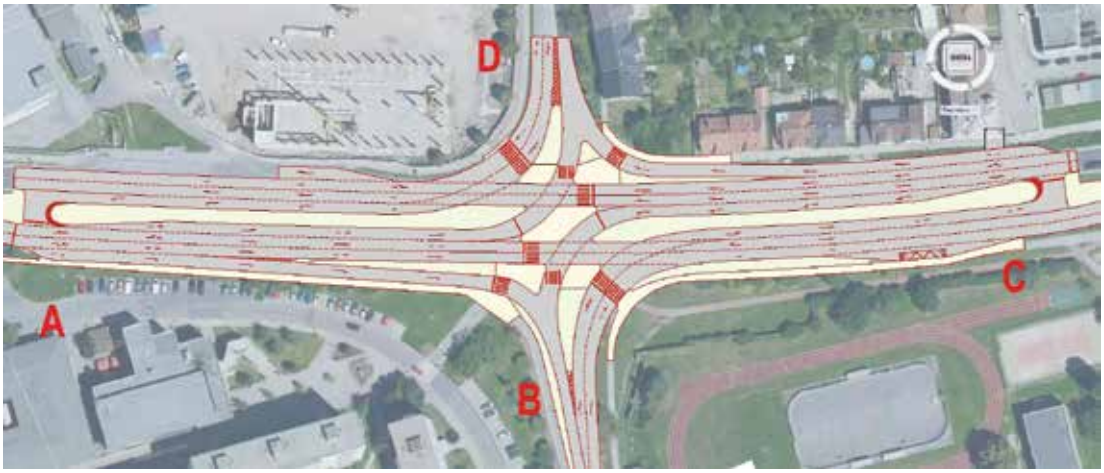


Obr. 6: Vzorový signální plán pro Parallel flow s úpravou dvou ramen. Zdroj: autor

KŘIŽOVATKA SE ZAMEZENÍM PŘÍMÉHO PRŮJEZDU Z PODŘAZENÝCH KOMUNIAKCÍ S PŘEJEZDY STŘEDNÍHO DĚLICÍHO PÁSU

Tento typ je známý v zahraničí jako **Superstreet (SS).** Křižovatka je založena na odstranění levého odbočení a přímého směru z obou ramen vedlejší komunikace. Předpokládá se křížení dvou velmi odlišně zatížených komunikací. Vozidla z vedlejší komunikace směřující rovně nebo doleva nejprve odbočí v hlavním uzlu vpravo na hlavní a až následně se pomocí světelně řízeného přejezdu středního dělicího pásu (SDP) ve vedlejším uzlu otočí do protisměru. Základní stavební uspořádání umožňuje díky odstranění vybraných křižovatkových pohybů z hlavního uzlu aplikovat dvoufázové řízení signálního plánu, které může mít za následek významné zvýšení kapacity křižovatky v závislosti na scénáři zatížení (viz obr. 8).

Úprava je vhodná při silných intenzitách na hlavní komunikaci (včetně levého odbočení) společně s nižšími intenzitami v přímém směru a levým odbočením z ramen vedlejší komunikace. Nevýhodou tohoto uspořádání jsou navýšené vozokilometry u křižovatkových proudů vedených závlekem přes přejezd SDP. V případě vyšších intenzit vozidel jedoucích rovně a doleva z vedlejších ramen se zvyšují kapacitní nároky na hlavní křižovatkový uzel díky opakovaným průjezdům tímto uzlem. Úprava superstreet byla v rámci řešení projektu [4] simulována na křižovatce v Olomouci (viz obr. 7).



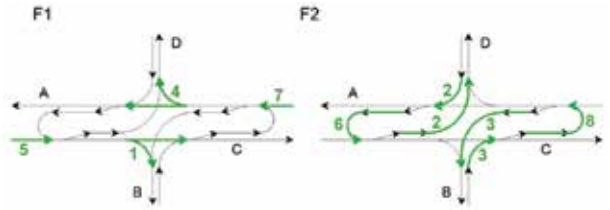
Obr. 7: Navržená úprava SS křižovatky v Olomouci. Zdroj: cuzk.cz, úpravy autor

V rámci modelování vzorových křižovatek různými zatěžovacími scénáři bylo na křižovatce SS ve vybraných scénářích dosaženo o 20-50 % vyšší kapacity než u výchozí průsečné křižovatky, a to konkrétně u podílu 20-35 % levých odbočení z hlavní a obecně nižších intenzit kritických proudů z vedlejší (rovně a vlevo), naopak ve scénáři s minimální intenzitou odbočující vozidel ze všech ramen (do 10 %) je kapacita úpravy SS o 5-10 % nižší než u průsečné křižovatky.

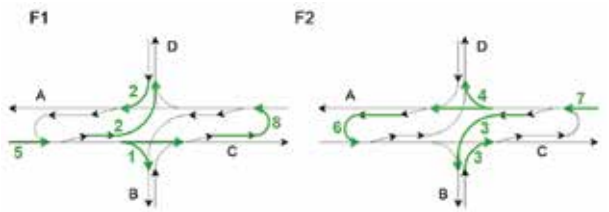
Křižovatka superstreet je řízena SSZ na dvě fáze. Hlavní křižovatkový uzel lze pomyslně rozdělit na dvě vzájemně nezávislé poloviny (zjednodušeně severní a jižní), jejichž fázové přechody mohou probíhat v jiný čas s dosažením různých délek fází v závislosti na intenzitách jednotlivých křižovatkových proudů. Nezávislou polovinu tvoří vždy dvě vzájemně kolizní signální skupiny, dle obr. 7 a 8 jsou to signální skupiny 1 a 3, resp. 2 a 4. Řízení vedlejšího uzlu s přejezdem SDP může fungovat rovněž nezávisle. Pro křižovatku jako celek je ale vhodné zachovat stejnou délku cyklu kvůli zajištění koordinace mezi vedlejšími a hlavním uzlem. Na obr. 7 a 8 jsou znázorněné dva základní režimy řízení SSZ na dvě fáze, které představují celkem 4 možné kombinace aktivních signálních skupin.

Pro signální plán dále platí několik zásad. Délka zelené pro přejezd SDP (sk. 6 a 8) by měla být vždy dostatečně dlouhá na to, aby se vždy kompletně vyklidil prostor mezi hlavním a vedlejším uzlem, je potřeba zohlednit i menší poloměr pro otáčení a z toho plynoucí nižší kapacitu než na vjezdu z vedlejšího ramene. Délkami zelených v přímém směru ve vedlejších uzlech (sk. 5 a 7) je vhodné regulovat vjezd do prostoru křižovatky tak, aby nedocházelo k zaplnění prostoru mezi uzly.

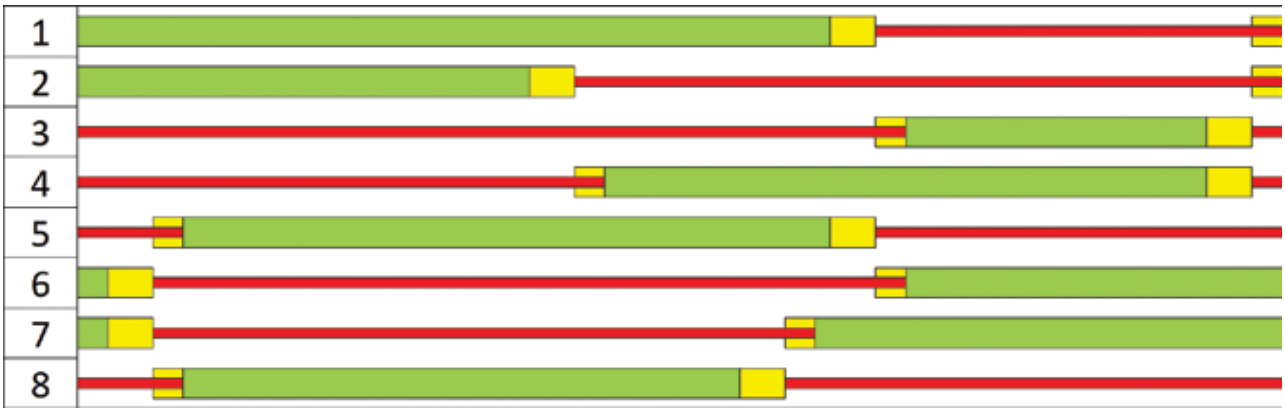
Na obr. 9 je znázorněn vzorový signální plán, který zahrnuje dvě základní fáze z varianty 2 (obr. 8) a mezifázi odpovídající F1 dle obr. 7.



Obr. 8: Varianta 1 schématu fází křižovatky Superstreet. Zdroj: autor



Obr. 9: Varianta 2 schématu fází křižovatky Superstreet. Zdroj: autor



Obr. 10: Vzorový signální plán varianty 2 křižovatky Superstreet

Minimální doporučenou vzdálenost mezi hlavním a vedlejším uzlem ovlivňuje několik faktorů, obdobně jako u křižovatek CF a PF. Obecně platí, že při menších vzdálenostech (do 100 m) je v případě silnějších dopravních proudů z vedlejších ramen omezována celková kapacita křižovatky. Za optimální vzdálenost lze považovat 100-150 m, při větší vzdálenosti je pak již příliš prodlužována trasa vozidel z vedlejší jedoucích závlekem.

VÝSTUPY Z PROJEKTU

Hlavními výstupy z projektu [4] jsou **metodické doporučení** [5] a **podklad pro úpravu normy** [6]. V metodickém doporučení je komplexně u jednotlivých typů křižovatek definováno, za jakých podmínek je vhodné realizovat nové typy křižovatek, jsou specifikovány stavební uspořádání křižovatky a jejich variant, režimy řízení, optimální signální plány. Dále jsou stanoveny maximální hodinové kapacity všech testovaných vzorových variant stavebních uspořádání a definovaných scénářů zatížení v PTV Vissim [3] včetně jejich porovnání s ekvivalentní konvenční křižovatkou. Celkem bylo zkoumáno pět úrovňových úprav vycházejících z průsečné křižovatky a dále dvě mimoúrovňové úpravy vycházející z kosodélné křižovatky. Metodické doporučení bude v letošním roce schváleno ministerstvem dopravy jako certifikovaná metodika a bude tak veřejně k dispozici.

ZÁVĚR

Z modelovaného srovnávání kapacit a z teoretického ověření možných realizací na reálných problematických křižovatkách v ČR lze konstatovat, že realizace některých typů nekonvenčních křižovatek by mohla mít opodstatnění i v našich podmínkách. Můžeme tak dosáhnout významného navýšení kapacity vhodnou úpravou s přijatelnými investičními náklady bez nutnosti aplikace např. drahých mimoúrovňových či tunelových řešení. Volba vhodné úpravy závisí na konkrétních podmínkách dané křižovatky, intenzitě vozidel v jednotlivých směrech, prostorových možnostech a významu komunikace.

DEDIKACE

Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací. Podkladová data byla použita z projektu TAČR Výzkum vhodných úprav křižovatek ve vztahu ke kapacitě a environmentálním dopadům, CK01000056 [4].

POUŽITÁ LITERATURA

[1] ČSN 73 6102 ed. 2 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, 07/2012

[2] HCM (Highway capacity manual), Chapter 23 – Ramp Terminals and Alternative Intersections, TRB 2022

[3] PTV GROUP, PTV Vissim [online]. Dostupné z: https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim

[4] CK01000056 Výzkum vhodných úprav křižovatek ve vztahu ke kapacitě a environmentálním dopadům, CDV, v. v. i., 2020–2023, https://starfos.tacr.cz/cs/projekty/CK01000056

[5] CK01000056-V1, Metodické doporučení, CDV, v. v. i., 12/2023

[6] CK01000056-V2, Podklad pro úpravu normy, CDV, v. v. i., 12/2023

[7] Kvasnovska E., Neuwirth P., Striegler R., Pelikán L., Havlíčková E.: Výzkum vhodných úprav křižovatek ve vztahu ke kapacitě a environmentálním dopadům. Urbanismus a územní rozvoj, 2/2023, s. 44-49, ISSN 1212-0855, https://www.uur.cz/media/xj0p0juj/09-vyzkum.pdf

RIADENIE DOPRAVY V MESTE ŽILINA

doc. Ing. Rastislav Pirník, PhD. | zástupca vedúceho katedry
Ing. Michal Skuba, PhD. | postdoktorand
Katedra riadiacich a informačných systémov Fakulta elektrotechniky a informačných technológií
Žilinská univerzita

ÚVOD

Rozvoj spoločnosti je neoddeliteľne spojený s rozvojom dopravy vo všetkých jej formách. V cestnej doprave dochádza každoročne k nárastu počtu vozidiel na cestách, ako aj k rastu počtu nových vodičov, čo so sebou prináša množstvo negatívnych javov, súvisiacich s tvorbou a prevádzkou dopravného systému. Medzi najvýraznejšie problémy patria zvyšujúci sa počet dopravných nehôd, ohrozenie zdravia a života účastníkov cestnej premávky, ako aj dopravné kongescie a kolapsy, ktoré majú významný ekologicky negatívny dopad. Dopravná nehodovosť, predstavujúca vážny celospoločenský problém, si vyžaduje komplexné a efektívne riešenia, ktoré by boli výsledkom koordinovaného a cieleného postupu všetkých relevantných subjektov a inštitúcií.

Slovenská republika čelí viacerým dopravným výzvam, ktoré nie sú iba dôsledkom nedostatočne rozvinutej dopravnej infraštruktúry, ale zasahujú aj iné oblasti, ako sú bezpečnosť dopravy, environmentálne vplyvy dopravy a kvalita dopravných služieb, pričom riešenie týchto problémov v minulosti nebolo dostatočne zabezpečené.

Moderné technológie, vrátane dynamických riadiacich systémov založených na Deep Reinforcement Learning (DRL), ponúkajú nové možnosti. Tieto systémy môžu reagovať na reálny časový vývoj dopravnej situácie a prispôsobovať sa rôznym faktorom, ako sú počasie, ročné obdobie alebo špecifické udalosti, čím zvyšujú plynulosť premávky a znižujú emisie. Napriek výzvam spojeným so stabilitou a implementáciou v praxi tieto technológie predstavujú sľubnú budúcnosť v oblasti riadenia dopravy.

RIADENIE DOPRAVY

V mnohých mestách sveta sa riadenie svetelných križovatiek stále realizuje pomocou statických metód. Signálne plány, ktoré sú vopred definované, sú prispôsobené pre konkrétne situácie a sú pripravené na zmenu podľa vývoja dopravnej situácie (statický prístup). Hoci tento prístup umožňuje určitú flexibilitu pri výmene signálnych plánov, nie je dostatočne schopný rýchlo a efektívne reagovať na neočakávané dopravné situácie. To môže viesť k preťaženiu riadených križovatiek a k tvorbe kongescií na priľahlých komunikáciách.

Pokročilejšie metódy riadenia križovatiek využívajú dynamické riadiace algoritmy, ktoré upravujú dĺžku zelenej fázy signálneho plánu na základe aktuálnej dopravnej situácie. Tieto algoritmy sú podporované technológiami, ako sú indukčné snímače zabudované vo vozovke, kamerové systémy alebo transpondéry umiestnené vo vozidlách. Na základe získaných údajov systém dokáže predĺžiť trvanie zelenej fázy v smere s najväčším dopravným zaťažením, pričom sa riadi určitým maximálnym limitom. Príkladom použitia systému založeného na indukčných snímačoch sú svetelné križovatky v Nemecku, kde sa táto technológia široko uplatňuje. Na druhej strane, systémy preferencie verejnej hromadnej dopravy, ako je tomu v prípade kyvadlovej dopravy v Žiline, využívajú transpondéry vo vozidlách.

V súčasnosti máme možnosť zhromažďovať a analyzovať dopravné dáta z rôznych zdrojov takmer v reálnom čase. Táto schopnosť otvára priestor pre zavedenie adaptívnych metód riadenia dopravy, ktoré umožňujú predpovedať dopravnú situáciu v horizonte niekoľkých minút až desiatok minút. Takéto adaptívne metódy môžu byť založené na technikách hlbokého učenia s odmenou, čím by sa umožnilo vytvoriť systém schopný nielen okamžite reagovať na aktuálne dopravné podmienky, ale aj predikovať budúci vývoj dopravy s ohľadom na faktory ako sú počasie, dátum, čas alebo stav vozovky.

RIADENIE DOPRAVY V ŽILINE

STATICKÉ RIADENIE

Statické riadenie predstavuje prístup, pri ktorom je systém riadenia dopravných križovatiek založený na vopred definovaných parametroch, ktoré vychádzajú zo statickej analýzy historických dát a štatistických predpovedí. Tento typ riadenia je navrhnutý na základe vypočítaných hodnôt pre jednotlivé riadiace parametre, a preto nevyžaduje priamu integráciu dopravných snímačov pre svoje fungovanie. (1)

Statické metódy využívajú historické údaje získané z dopravných snímačov alebo z manuálneho pozorovania a počítania vozidiel na vytvorenie optimalizovaného modelu dopravy. Tento model umožňuje vypočítať kľúčové regulované veličiny, ako sú dĺžka cyklu signálov, sekvencia fáz, časové ofsety a dĺžky trvania zelených signálov. Výsledný statický model je navrhnutý tak, aby sa prispôsobil rôznym intenzitám dopravy, ktoré sa menia podľa dennej doby a dňa v týždni. V praxi to znamená, že sú vytvorené samostatné signálne plány pre pracovné dni a pre víkendové dni, konkrétne sobotu a nedeľu. Tento systém umožňuje efektívne riadenie dopravy na základe predpokladaných vzorcov dopravného správania, no jeho statická povaha limituje jeho schopnosť reagovať na nepredvídateľné dopravné situácie v reálnom čase. (1)

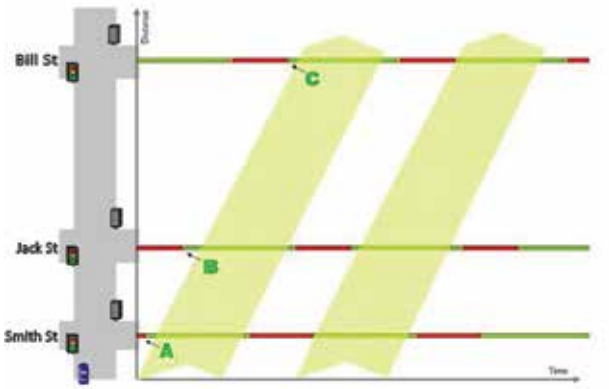
Medzi hlavné výhody statického riadenia dopravy patrí jeho jednoduchá kontrola, ako aj ľahká možnosť úpravy a prepracovania existujúcich signálnych plánov. Tento prístup sa vyznačuje aj relatívne nízkymi nákladmi na zariadenie a inštaláciu potrebnej infraštruktúry.

Napriek týmto výhodám, statické riadenie má svoje významné obmedzenia. Medzi ne patrí nemožnosť zvýšenia efektivity signálnych plánov v reakcii na zmeny v dopravnej situácii. Ďalej, tento systém nedokáže efektívne zvládnuť špičkové intenzity dopravy a nie je schopný pružne sa adaptovať na neočakávané udalosti, ktoré sa môžu v dopravnej sieti vyskytnúť. Tieto nevýhody poukazujú na obmedzenú schopnosť statického riadenia poskytovať

optimálne riešenia v dynamických a nepredvídateľných podmienkach cestnej premávky. (1)

ZELENÁ VLNA

Zelená vlna v dopravnom riadení je fenomén, pri ktorom sú viaceré po sebe idúce svetelné signalizačné zariadenia (SSZ) zosynchronizované tak, aby vozidlá mohli pri dodržaní určitej rýchlosti plynulo prechádzať cez križovatky bez nutnosti zastavenia. Hlavným cieľom systémov zelenej vlny je znížiť počet zastavení a rozbehov vozidiel (tzv. stop & go procesy), ktoré prispievajú k zvýšeným emisiám CO_2. Z tohto dôvodu sú susediace SSZ nastavené tak, aby zabezpečili neprerušovaný pohyb vozidiel v definovanom úseku. (2)



Obr. 1: Ilustrácia zelenej vlny (3)

Jednou z kľúčových podmienok pre fungovanie zelenej vlny je synchronizácia SSZ na rovnaký cyklus, pričom v mnohých mestách sa používajú cykly s dĺžkou 90 sekúnd. Na zachovanie plynulosti premávky je nevyhnutné zohľadniť všetkých účastníkov cestnej premávky, vrátane chodcov, motorových vozidiel, bicyklov a verejnej dopravy, pričom každému z týchto účastníkov musí byť v rámci cyklu pridelená zelená fáza. Zelená vlna je účinná iba vtedy, ak sa vozidlá pohybujú v homogénnych skupinách, ktoré dokážu prejsť celým úsekom bez zastavenia na červenej. Avšak, vzhľadom na rôzne rušivé faktory a odlišné reakčné časy vodičov, výhody zelenej vlny obvykle využívajú len prvé vozidlá v skupine. (4)

Zelená vlna je najčastejšie implementovaná pre jeden smer jazdy na konkrétnej ulici alebo v rámci úseku, kde sú SSZ rovnomerne rozmiestnené. Vzhľadom na to, že mestské ulice, najmä v historických centrách, neboli pôvodne navrhované s ohľadom na tento koncept, dochádza k nepravidelnému rozostupu križovatiek, čo môže znížiť efektivitu zelenej vlny.

BUDÚCNOSŤ RIADENIA DOPRAVY V MESTE ŽILINA

Prechod od statického riadenia k dynamickému si vyžaduje inštaláciu dopravných snímačov a implementáciu vhodného systému riadenia. Z hľadiska nákladov potrebných na vybudovanie takéhoto riešenia je možné s relatívne malým zvýšením investícií pripraviť infraštruktúru pre riadenie založené na hlbokom učení a neurónových sieťach. Tento prístup umožňuje využiť pokročilé algoritmy, ktoré môžu zefektívniť riadenie dopravy prostredníctvom adaptívnych reakcií na aktuálne podmienky a predikcií budúcich situácií. Investícia do takéhoto riešenia môže priniesť významné zlepšenie plynulosti premávky a zníženie dopravných preťažení.

Obr. 2: Košická križovatka (1)

Samotná implementácia takéhoto pokročilého riadenia do ostrej prevádzky si vyžaduje rozsiahly výskum a experimentovanie. Napriek tomu sú doterajšie výsledky sľubné a naznačujú, že tento prístup by mohol predstavovať budúcnosť riadenia dopravy. Výskum v oblasti využitia hlbokého učenia a neurónových sietí na riadenie dopravných tokov ukazuje potenciál pre výrazné zlepšenie efektivity, plynulosti premávky a zníženie negatívnych dopadov na životné prostredie.

UKÁŽKA RIADENIA DOPRAVY V SIMULÁCIÍ

V rámci nášho experimentu sme vytvorili detailnú mapu mesta Žilina pomocou softvéru SUMO (Simulator of Urban MObility), kde sme zvýraznili polohy svetelno-signalizačných zariadení (SSZ). Experiment zahŕňal porovnanie statického a dynamického riadenia v troch rôznych scenároch: simulovanej uzávierky Strečna, čo je kritický dopravný uzol v regióne; dopravnej špičky, keď je premávka najintenzívnejšia; a víkendového obdobia s nízkym dopravným zaťažením.

Obr. 3: Mapa mesta Žilina v SUMO (1)

Pri použití statického riadenia bol cyklus svetelnej signalizácie pevne nastavený na 90 sekúnd, bez ohľadu na aktuálne dopravné podmienky. Na druhej strane, dynamické riadenie prispôsobovalo dĺžku cyklu v závislosti od premenných dĺžok zelenej fázy. Jednotlivé fázy boli vopred definované, a dynamické riadenie na báze DRL z nich vyberalo najvhodnejšiu v reálnom čase, čím sa zabezpečovala efektívnejšia reakcia na aktuálne dopravné podmienky.

Dopravný model zahrňoval rôzne typy vozidiel, vrátane kamiónov, motoriek, autobusov a osobných automobilov. Najväčší podiel v tejto simulácii predstavovali osobné vozidlá, čo odráža bežné rozloženie dopravy v mestskom prostredí.

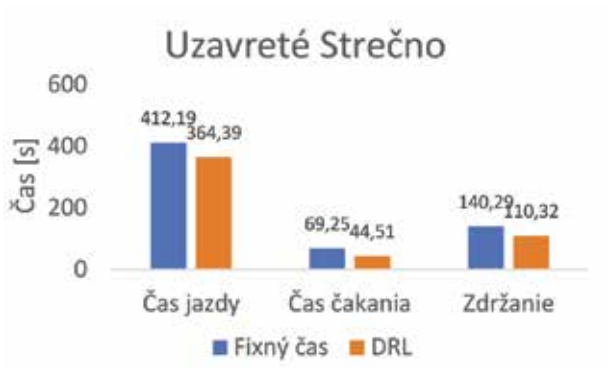
Ako metriku používame tieto tri ukazovatele:

- **Priemerný čas cesty** informuje o celkovom trvaní jazdy, čo pomáha hodnotiť, ako rýchlo sa vozidlá dostanú z bodu A do bodu B.
- **Priemerný čas čakania** odráža, koľko času vozidlá strávia zastavené alebo sa pohybujú veľmi pomaly, čo je kľúčové pre posúdenie prekážok a preťaženia v premávke.
- **Priemerné zdržanie** ukazuje, do akej miery sú vozidlá spomalené pod maximálnu povolenú rýchlosť v dôsledku dopravných podmienok, čo je dôležité pre pochopenie, ako dopravné kongescie a iné faktory ovplyvňujú rýchlosť premávky.

Dopravný scenár, v ktorom je uzavretý jeden z hlavných prívodov do mesta Žilina, konkrétne Strečno, vedie k značnému nerovnomernému rozloženiu vozidiel na križovatkách. V tomto scenári dosahuje riešenie založené na DRL výrazne lepšie výsledky, konkrétne o 11,6 % v ukazovateli priemerného času cesty, o 30,7 % v priemernom čase čakania a o 21,4 % v priemernom zdržaní, v porovnaní so statickým riadením. Tieto výsledky potvrdzujú výhodu adaptívneho riadenia dopravy v situáciách, kde dochádza k výrazným nerovnováham v dopravnom zaťažení.

Tab. 1: Uzávierka STREČNO

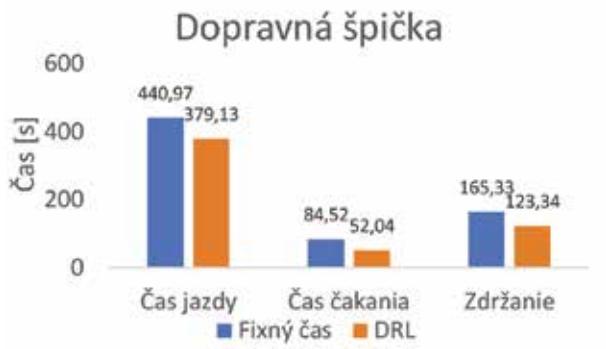
	Statické riadenie	DRL riadenie	DLR vs Statické
Priemerný čas cesty	412,19 s	364,39 s	11,6 %
Priemerný čas čakania	69,25 s	44,51 s	30,7 %
Priemerné zdržanie	140,29 s	110,32 s	21,4 %



Dopravný scenár, ktorý zachytáva dopravnú špičku, riadi dopravnú sieť na hranici jej kapacity, čo predstavuje výzvu pre efektívne riadenie premávky. V tomto prípade DRL riadenie opäť preukázalo svoju superioritu, dosahujúc lepšie výsledky o 14 % v priemernom čase cesty, o 38,4 % v priemernom čase čakania a o 25,4 % v priemernom zdržaní, v porovnaní so statickým riadením.

Tab. 2: Dopravná špička

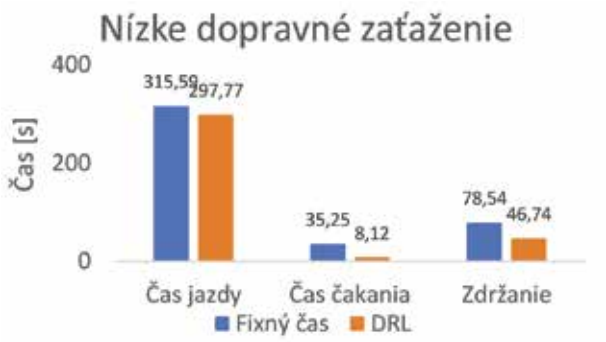
	Statické riadenie	DRL riadenie	DLR vs Statické
Priemerný čas cesty	440,97 s	379,13 s	14,0 %
Priemerný čas čakania	84,52 s	52,04 s	38,4 %
Priemerné zdržanie	165,33 s	123,34 s	25,4 %



Percentuálne najlepšie výsledky DRL riadenie dosahuje v scenári s nízkym dopravným zaťažením, kde vozidlá nemusia zbytočne čakať na svetelno-signalizačných zariadeniach (SSZ) počas celého cyklu. Namiesto toho systém preskočí fázy a pri detekcii vozidla rýchlo priradí zelenú. V tomto scenári DRL riadenie dosiahlo zlepšenie oproti statickému riadeniu o 5,6 % v priemernom čase cesty, o 77 % v priemernom čase čakania a o 40,5 % v priemernom zdržaní. Tieto výsledky ukazujú, ako efektívne môže byť dynamické riadenie v podmienkach nízkeho dopravného zaťaženia, kde je schopné rýchlo reagovať na aktuálnu dopravnú situáciu.

Tab. 3: Nízke dopravné zaťaženie

	Statické riadenie	DRL riadenie	DLR vs Statické
Priemerný čas cesty	315,59 s	297,77 s	5,6 %
Priemerný čas čakania	35,25 s	8,12 s	77,0 %
Priemerné zdržanie	78,54 s	46,74 s	40,5 %



Pri pohľade na tieto výsledky je zrejmé, že aplikácia metód riadenia založených na DRL si zaslúži zvýšenú pozornosť a ďalší výskum. DRL predstavuje sľubnú budúcnosť v riadení dopravy, pretože umožňuje prispôsobovať riadenie nielen na základe aktuálneho počtu vozidiel na križovatke alebo ich rýchlosti, ale aj s ohľadom na širšie spektrum faktorov. Medzi tieto faktory môžu patriť vplyvy počasia, dátum, čas či dokonca ročné obdobie, čím sa otvárajú nové možnosti pre komplexné a efektívne riadenie dopravných systémov.

Napriek sľubným výsledkom existujú aj určité prekážky, ktoré bránia plnému využitiu DRL metód riadenia dopravy. Medzi hlavné výzvy patrí stabilita takýchto riešení, ktorá môže byť v niektorých situáciách nepredvídateľná, a implementácia v reálnych podmienkach. Uvedenie týchto technológií do praxe si vyžaduje dôkladné testovanie a optimalizáciu, aby sa zabezpečila spoľahlivosť a efektivita systému v rôznych dopravných scenároch. Riešenie týchto problémov je nevyhnutným krokom k širšiemu prijatiu DRL riadenia v každodennej dopravnej praxi.

ZÁVER

Záverom možno konštatovať, že efektívne riadenie dopravy je nevyhnutné pre zlepšenie plynulosti premávky, zníženie dopravných kongescií a zlepšenie kvality života v mestách. Tradičné metódy riadenia, hoci spoľahlivé a osvedčené, čelia obmedzeniam v schopnosti rýchlo a efektívne reagovať na dynamicky sa meniace dopravné podmienky. Na druhej strane, moderné technológie, ako sú systémy založené na DRL, prinášajú nové možnosti, ktoré môžu prekonať tieto obmedzenia.

DRL systémy umožňujú dynamické prispôsobenie sa aktuálnym podmienkam na cestách a dokážu zohľadniť široké spektrum faktorov, vrátane počasia, dennej doby a neočakávaných udalostí. Výsledky experimentov naznačujú, že tieto technológie môžu výrazne zlepšiť efektivitu dopravy.

Avšak, pred ich širším zavedením do praxe je potrebné vyriešiť výzvy spojené so stabilitou systémov a ich implementáciou v reálnych podmienkach. Napriek týmto prekážkam predstavuje DRL sľubný smer v riadení dopravy, ktorý môže prispieť k vytvoreniu inteligentných a udržateľných mestských dopravných sietí.

ODKAZY

1. **Skuba, Michal.** Inteligentné riadenie cestnej dopravy - dizertačná práca. Žilinská univerzita v Žiline : s.n., 2024.
2. *An application of shock wave theory to traffic signal control.* **Michalopoulos, Panos G., Stephanopoulos, Gregory a Stephanopoulos, George.** s.l. : Elsevier, 1981, Transportation Research Part B: Methodological, Zv. 15, s. 35–51.
3. **Tahoe, City of South Lake.** trpa.gov. *Tahoe Regional Planning Agency.* [Online] 2. Apríl 2024. https://www.trpa.gov/wp-content/uploads/documents/archive/2/CSLT-Road-Safety-Audit_Final.pdf.
4. *Queues for a vehicle-actuated traffic light.* **Darroch, J. N., Newell, Gordon Frank a Morris, R. W. J.** s.l. : INFORMS, 1964, Operations Research, Zv. 12, s. 882–895.

PŘÍSTUPY K NAVIGACI A ROZŠÍŘENÍ C-ITS V TUNELECH

Ing. Jiří Brož, MSc., Ph.D.
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní | jiri.broz@cvut.cz

ABSTRAKT

Kooperativní inteligentní dopravní systémy (C-ITS) mají za cíl zvýšit bezpečnost, optimalizovat dopravní proud, snížit dopravní kongesce, dopad na životní prostředí a zlepšit ekonomickou efektivitu dopravy. Stejně tak je tomu i u jiných chytrých aplikací či navigačních služeb, které mají za cíl zvýšení informovanosti účastníků silničního provozu. Tento technologický pokrok je možné sledovat společně s rozvojem digitalizace a datově orientovaných přístupů, a to jak z pohledu obnovy a budování moderní dopravní infrastruktury tak i vybavení nových vozidel. Hlavním přínosem je zprostředkování komunikačních rozhraní mezi vozidly a infrastrukturou, která umožní přenos lokálně kontextových informací v aktuálním čase. Nezbytným požadavkem pro plnění požadovaných funkcionalit je znalost polohy koncového zařízení. Tyto systémy z pravidla fungují na principu satelitní navigace, která pokrývá významnou část dopravní infrastruktury. Nicméně v prostředí tunelových staveb je využití satelitní navigace odepřeno z důvodu absence signálů z družicových systémů. Tím je znemožněno využití moderních trendů v dopravě a jejich funkcionalita je během průjezdu tunelem odepřena. Ačkoliv právě tunelové stavby vyžadují ještě přísnější kritéria a požadavky na bezpečnost provozu a zejména reakci na neočekávané mimořádné situace (nehoda, dopravní kongesce, požár, pohyb osob atd.), než je tomu na pozemních komunikacích. Tento příspěvek se zaměřuje na aplikaci C-ITS v městských a dálničních tunelech, které by mohly významně přispět ke snadné orientaci a vedení účastníků silničního provozu, eliminaci nebezpečného chování řidičů, zvýšení plynulosti provozu a integritě řídicího systému ve vztah k vozidlům a dalším technologickým subsystémům, které jsou v tunelech široce využívány.

ÚVOD

Tunely patří mezi liniové podzemní stavby, které jsou součástí dopravní infrastruktury. Jejich technické charakteristiky se mohou lišit, a to především na základě umístění tunelu, zejména v případě rozdílů mezi městským tunelem a dálničním tunelem. Mohou se významně odlišovat již během výstavby, ale i následně během samotného provozu například vzhledem k množství technologického vybavení, které může mít významný dopad na zajištění bezpečnosti. Bezpečnost tunelu lze určovat a klasifikovat nároky na její zajištění dle různých parametrů. Nicméně zásadní je směrové oddělení pomocí tunelových tubusů, délka tunelu, dopravní intenzity, a právě technologická vybavenost tunelu [1], [2].

Tunely jsou specifickou součástí dopravní infrastruktury, která pomáhá řidičům projíždět oblastí, kde je využití pozemní infrastruktury znemožněno například kvůli složitému terénu, podloží, horám, omezenému počtu alternativních cest, městské zástavbě a mnoha dalším aspektům. Tunely jsou zásadní svým významem a stejně jako je tomu například u mostů, taktéž jsou součástí kritické dopravní infrastruktury s vysokými bezpečnostními nároky, včetně zajištění kybernetické bezpečnosti, ale i nároků na provoz a údržbu tunelových staveb a technologického vybavení [2].

V rámci příspěvku jsou řešeny obecné požadavky na zajištění bezpečnosti provozu v tunelových stavbách. Z hlediska provozu je nezbytné zajistit bezpečnost a plynulost dopravy, ale i spolehlivost řídicího systému a technologického vybavení tunelu tak, aby byla zajištěna reakce na aktuální situaci v silničním tunelu. Z výše uvedených důvodů se v tunelech využívá škála různých telematických systémů, které pomáhají zajistit bezpečnost. Kromě toho lze využít i moderní aplikace a řešení mobility například na bázi komunikace přes mobilní sítě, kde jsou distribuována i data a informace o možných rizicích, dopravních událostech či potenciálním zpoždění na cestě. Pokročilý přístup k distribuci informací je založen na využití kooperativních inteligentních dopravních systémů (C-ITS), které umožňují komunikaci mezi automobily a infrastrukturou. To jsou přesně možnosti, které by byly použitelné i v tunelech a poskytly by výrazné zlepšení a zpřesnění datových toků za účelem zajištění bezpečnosti jak pro řidiče vozidel, tak pro infrastrukturní část a řízení tunelu, včetně optimalizace provozních charakteristik, jako je definice a určení vhodného omezení rychlosti a mnoha dalších.

Tento příspěvek představuje unikátní přístup, jak moderní trendy aplikovat, ale především umožnit jejich využití i v tunelových stavbách, kde v současné chvíli nejsou využívány, ačkoliv nároky na zajištění optimálních provozních podmínek jsou ještě vyšší, než je tomu na ostatních pozemních komunikacích. V rámci příspěvku je shrnut současný stav, co mohou systémy nabízet, jaké jsou přínosy, návrh architektury a instalace potřebného vybavení v tunelech, včetně testování C-ITS funkcionalit, které bylo realizováno v reálném prostředí během tunelové závěry.

SOUČASNÝ STAV VYUŽITÍ C-ITS A DOPRAVNÍCH APLIKACÍ

Využití C-ITS zažívá v České republice rozmach a je hojně využíváno na dálnicích. V současném stavu je osazeno 252 km dálnic C-ITS infrastrukturou, kde je implementováno přes stovku komunikačních jednotek. Zároveň je vybaveno téměř 300 provozních vozidel správců infrastruktury (Ředitelství silnic a dálnic) [3], které vede nejen k zvýšení informovanosti řidičů, ale i jako podpora přenosu kvalitních dopravních informací, včetně zajištění bezpečnosti servisních techniků a pracovníků, kteří jsou vystaveni rizikům a potenciálnímu nebezpečí během provádění nezbytných úkonů přímo během provozu na pozemních komunikacích.

Uplatnění C-ITS narůstá na svém významu i ve městech, např. pro řešení dopravního řízení, preferenci veřejné dopravy nebo složek integrovaného záchranného systému. Navíc v prostředí měst je daleko více podnětů a hustota dopravy výrazně vyšší, což vede k nečekaným událostem, potenciálním nehodám, neočekávatelným situacím, ale

například i uzavírkám, objízdným trasám apod., o kterých je vhodné řidiče včas informovat. Právě C-ITS umožňuje přenášet dopravní informace a zvyšovat tak povědomí řidičů o okolním prostředí. Zároveň je ale možné díky opačné komunikaci předávat informace i z vozidel směrem k infrastruktuře a zasílat například požadavky k udělení preference na světelně řízených křižovatkách, což může vést ke zkracování dojezdových dob složek IZS k místu zásahu a tím potenciálně zvyšovat i jeho efektivitu. Navíc v prostředí křižovatek dochází nejen k plynulému průjezdu, ale i zvýšení bezpečnosti, pokud řadič křižovatky dokáže na požadavek včas reagovat a udělit signál „volno" pouze v daném preferovaném směru, zatímco vozidlům z ostatních směrů je udělen signál „stůj".

Všechny tyto distribuované informace jsou přenášeny v lokálním režimu využívající standardizovaný komunikační protokol ITS-G5 a dále jsou taktéž posílány do centrálních prvků C-ITS systému, které provozuje ŘSD a zajišťuje tak zabezpečení komunikace, ale i integraci všech přenášených zpráv. V současnosti integruje 14 subjektů a zpracovává tisíce lokálně kontextových informací s aktuálních časovou platností [3], viz Obr. 1, kde jsou znázorněny agregované C-ITS zprávy v území ČR.

Obr. 1: Mapová aplikace ŘSD – dopravní události [4]

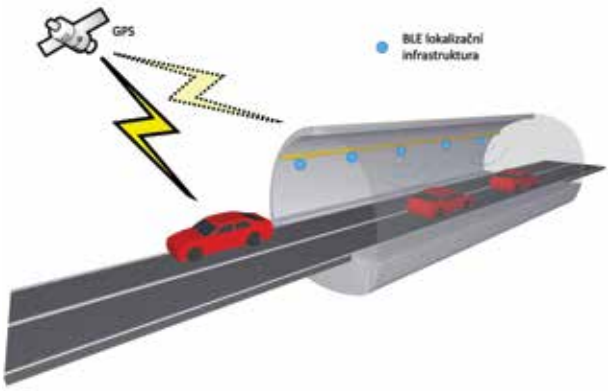
Hlavním úskalím těchto systémů je požadavek na znalost přesných polohových informací v aktuálním čase, které jsou ze své podstaty fungování systému zcela zásadní. V běžném provozu na pozemních komunikacích C-ITS jednotky využívají satelitní (GNSS) navigaci, která je hojně využívána i v jiných navigačních a dopravních aplikacích. Nicméně v tunelových stavbách je pokrytí GNSS omezené, dochází k odrazům signálů, nebo je funkce zcela odepřena. Polohové informace jsou nedostupné nebo dokonce nepřesné, čímž dochází k „podvržení" relevantní polohové informace a koncové zařízení se může domnívat, že se nachází na zcela odlišném místě. Tím přestávají být přenášené informace validní. Právě u tunelů toto může být zásadní, neboť se mohou zobrazovat i informace, které se vztahují k pozemním komunikacím na povrchu nad tunelovou stavbou. Eliminace těchto rizikových faktorů vyžaduje řešení pomocí alternativního lokalizačního systému, který dokáže zprostředkovat polohové informace v tunelu a tím zajistit spolehlivé fungování C-ITS i v tunelu.

NÁVRH LOKALIZAČNÍHO SYSTÉMU A INTEGRACE C-ITS

Ke zpřístupnění hlavní funkcionality navigačních řešení, dopravních aplikací a systémů C-ITS je nezbytné poskytování polohových informací uvnitř tunelové stavby. Některá řešení využívají dopočítání polohy na základě senzorických dat, čidel, aktuálního zrychlení vozidla apod., nicméně taková řešení jsou decentralizovaná, není definována spolehlivost napříč koncovými zařízeními, může docházet k virtuálnímu pro/předjíždění vozidel a jiným nežádoucím vlivům.

V rámci tohoto příspěvku je cílem prezentovat řešení, které využívá standardizovaný protokol Bluetooth Low Energy (BLE), který umožňují poměrně levné a efektivní řešení s technickými vlastnostmi, které poskytují vhodnou komunikaci, umožňující určení a stanovení aktuální pozice na základě síly signálu, počtu zachycených paketů či dalších parametrů. Zároveň řešení nevyžaduje zásah do stávající infrastruktury, je vhodné z hlediska nenáročného provozu ale i z hlediska udržitelnosti a údržby.

BLE zařízení jsou implementována přímo na ostění tunelu, do výšky 5-6m, aby bylo zamezeno odstínění vyššími vozidly. U tunelů, kde je více jízdních pruhů je vhodné zařízení instalovat na levou stranu ve směru jízdy, kde je očekávána nižší četnost robustních vozidel. Důležitým požadavkem je umístění v pravidelných intervalech cca po 40 metrech. Tato BLE zařízení nepřetržitě vysílají signály, které nesou identifikátory pro určení vysílacího zařízení a na koncovém zařízení je následně možné spárovat pozici dle např. nejvyšší síly signálu. Takové řešení může dosahovat přesnosti podobné jako je tomu na základě GNSS mimo tunel. Schéma lokalizačního systému je níže, viz Obr. 2.



Obr. 2: Využití alternativní lokalizační infrastruktury [5]

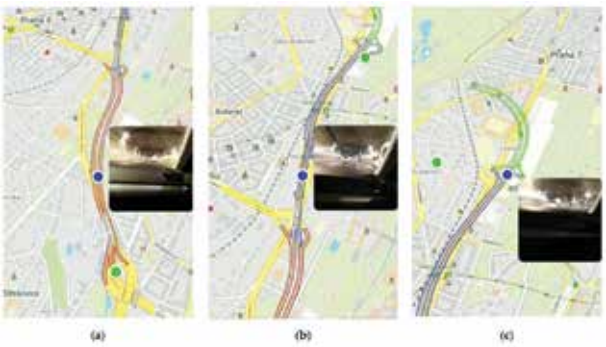
Hlavní výhodou řešení je využití standardizovaného protokolu, široká základna koncových zařízení, která tento protokol podporují, poměrně nízká náročnost jak z hlediska finančního, tak i technického, tj. na instalaci, implementaci, provoz i údržbu. Pro provoz C-ITS řešení je nezbytné zpřístupnit Bluetooth komunikaci, což je možné například i jednoduchým svedení přes Bluetooth dongle, který lze připojit v případě, že samotná jednotka BLE komunikaci nepodporuje, a následně implementaci SW algoritmu, který zachycené signály vyhodnotí.

TESTOVÁNÍ V TUNELU

Dané řešení bylo testováno v několika různých tunelech. V dálničním tunelu (Cholupice), městském tunelu (Blanka), i tunelu na silnici 1. třídy (Hřebeč). Řešení bylo testováno, jak za běžného provozu, tak i během tunelové uzávěry, aby bylo možné ověřit funkcionalitu při simulovaných scénářích, které není možné během běžného provozu realizovat.

Jedna část testování byla zaměřena na samotnou lokalizační komponentu a ověření správného alokování pozice, včetně porovnání s GNSS přístupem. Příklad

z testování je uveden níže, viz Obr. 3, na které je možné pozorovat určenou pozici pomocí alternativní BLE infrastruktury (modrá ikona) a pomocí GNSS (zelená ikona). Všechny příklady jsou doplněny o vizuální prvek z kamery koncového zařízení v daný moment pořízení záznamu. Příkladem jsou tři stavy: a) na vjezdu do tunelu, kdy se GNSS nepřizpůsobila; b) v mezilehlém úseku, kdy GNSS odkazuje na signál z následujícího výjezdu z tunelu; c) kdy GNSS odkazuje na pozici zcela mimo tunel.



Obr. 3: Testování BLE lokalizace v tunelu Blanka [6]

Z uvedených příkladů je zřejmé, že alternativní lokalizace poskytuje polohu spolehlivě přímo v tunelové stavbě a dokáže tak zprostředkovat polohové informace nezbytné pro funkcionality C-ITS a šíření lokální kontextových informací v daném čase.

Dalším testem byla simulace C-ITS scénáře, kdy bude odstaveno vozidlo v tunelu a bude odesílat okolním vozidlům informaci o potenciálně nebezpečné situaci. Vzhledem k podmínkám při testování, byl realizován test scénáře „stojící vozidlo“. Výsledky tohoto testování byly dále publikovány, viz [7].

Zcela zásadní je ovšem i integrace do řídicího systému tunelu, která umožní komunikaci mezi vozidly přenést i do řízení tunelu, včetně vazby na dispečink tunelu či potenciálně i přímo na dispečink IZS v případě krizových situací. Stejně tak je možné i opačně informovat vozidla o potenciálním nebezpečí a jiných situacích, které mohou v tunelu nastat.

ZÁVĚR

Tento příspěvek představuje specifický přístup, jak určit polohu vozidla v tunelové stavbě a tím umožnit obnovení funkcionality C-ITS mimo dosah GNSS přístupu. Právě v tunelové stavbě je využití C-ITS odůvodnitelné, neboť přínosy mohou mít vliv na plynulost dopravy, její bezpečnost a zvyšování informovanosti řidičů, což jsou základní požadavky na zajištění provozu silničních tunelů.

Prezentované výstupy však mají pozitivní dopad i na ostatní řešení vyžadující aktuální polohové informace jako jsou chytrá dopravní řešení nebo navigační služby pro zprostředkování informací o nadcházejících výjezdech, stanovení optimální trasy, odhad dojezdových dob apod., které mohou zásadně ovlivnit bezpečnost provozu v silničních tunelech.

Tyto výstupy byly dále podkladem pro tvorbu metodiky, která byla certifikována Ministerstvem dopravy ČR [8]. Příspěvek byl zpracován za podpory Technologické agentury ČR pod číslem CK01000163 (Výzkum alternativních metod určení polohy a jejich integrity s GNSS pro řidiče využívající C-ITS) a CK04000088 (Zvýšení bezpečnosti tunelů s využitím kontinuální přesné lokalizace vozidel).

REFERENCE

1. Ministerstovo dopravy České republiky (2009), TP 154 - Provoz, Správa a údržba tunelů pozemních komunikací
2. Broz, J., Tichy, T., Smerda, T., Belinova, Z. (2023), Usage of C-ITS for control and navigation in tunnels, PIARC, XXVIIth World Road Congress 2023
3. Ředitelství silnic a dálnic s. p. (2024), C-ITS – Úvod do C-ITS, (online: https://www.c-its.cz/uvod-do-c-its)
4. Ředitelství silnic a dálnic s. p. (2024), C-ITS – Mapová aplikace, (online: https://www.c-its.cz/mapová-aplikace)
5. Tichy, T., Broz, J., Stencek, A., Prokes, R., Smerda, T. (2024), Use of location infrastructure in tunnels on roads. Tunel. 2024, 33.(1), p. 58-67. ISSN 1211-0728.
6. Broz, J., Tichy, T., Prokes, R., Stencek, A., Smerda, T. (2023), Proximity Approach to Bluetooth Low Energy -Based Localization in Tunnels. Sustainability 2023, 15, 3659. https://doi.org/10.3390/su15043659
7. Broz, J., Tichy, T., Angelakis, V., Belinova, Z. (2022), Usage of V2X Applications in Road Tunnels. Applied Sciences. 2022; 12(9):4624. https://doi.org/10.3390/app12094624
8. Tichy, T., Broz, J., Belinova, Z., Prokes, R., Stencek, A., Smerda, T. (2023) Lokalizační infrastruktura pro tunely na pozemních komunikacích, Certifikovaná metodika Ministerstvem dopravy České republiky. https://www.mdcr.cz/getattachment/Dokumenty/Veda-a-vyzkum/Certifikovane-metodiky/Silnicni-metodiky/Lokalizacni-infrastruktura-pro-tunely-na-pozemnich/20230425_Metodika_Lokalizacni_infrastruktura_pro_tunely_na_PK_CK01000163_final_small_MDCR0C437NBW.pdf.aspx

VYUŽITÍ NÁSTROJŮ GIS PŘI PROJEDNÁNÍ LINIOVÝCH STAVEB A PARTICIPACI S VEŘEJNOSTÍ

Ing. Jakub Černý | Mgr. Dominik Mach | Ing. Libor Ládyš | Ing. Zuzana Vošická
EKOLA group, spol. s r.o. | ekola@ekolagroup.cz

ANOTACE/ÚVOD

V moderním plánování nových infrastrukturních projektů, jako jsou liniové stavby (dálnice, železnice, energetické sítě aj.), je klíčové efektivně komunikovat se všemi zainteresovanými stranami, zejména s veřejností. Liniové stavby představují zásadní zásahy do krajiny a mohou mít významné dopady na životní prostředí, vlastnické poměry i sociální sféru. Aby bylo možné tyto projekty projednávat transparentně a účinně, je stále častěji využívána technologie geografických informačních systémů (dále jen „GIS").

GIS umožňují nejen přesnou analýzu prostoru, ale také vizualizaci projektů, která může být velmi užitečná při participaci s veřejností, projednávání záměru s dotčenými orgány státní správy a samosprávami. V tomto článku je stručně popsáno, jak mohou GIS nástroje pomoci při plánování liniových staveb, dále jak přispívají k lepší spolupráci mezi investory, úřady a veřejností, a jak mohou zvyšovat transparentnost a informovanost v procesu projektové přípravy.

ROLE NÁSTROJŮ GIS PŘI PLÁNOVÁNÍ LINIOVÝCH STAVEB

Geografické informační systémy jsou v současné době standardním nástrojem pro sběr, analýzu, vizualizaci a sdílení prostorových dat. V oblasti plánování liniových staveb jsou GIS využívány k mapování trasy, analýze možných vlivů na okolní prostředí a k vyhodnocení dopadů na dotčené subjekty. Díky široké škále dostupných dat, od environmentální po demografická, umožňují GIS nástroje efektivní analýzy a plánování, které bere v úvahu širokou škálu faktorů, jako je např. ochrana zdraví, ochrana přírody, ochrana vod, ochrana půd nebo kulturní dědictví.

Pro liniové stavby je zvláště důležité zajištění přesných informací o terénu a limitech území, což umožňuje zvolit nejvhodnější trasu s minimálními negativními dopady na životní prostředí a obyvatele. Při zpracování těchto informací mohou být GIS nástroji vytvářeny detailní analýzy a scénáře, které pomáhají projektantům i investorům rozhodovat o dalším vývoji a podobě návrhu stavby. Přitom webové GIS aplikace, jako jsou např. GIS portály umožňují snadné sdílení těchto dat mezi všemi zainteresovanými stranami v reálném čase.

WEBOVÉ GIS PORTÁLY A TRANSPARENTNOST

Webové GIS portály jsou online platformy, které kombinují mapové podklady s databázovými informacemi a umožňují uživatelům zobrazovat, analyzovat a sdílet geografická data. Jsou postaveny na technologii GIS, ale jsou přístupné prostřednictvím webových prohlížečů, což znamená, že při jejich užívání nevyžadují speciální software ani znalosti odborníků na GIS.

Jedním z klíčových přínosů využití webových GIS portálů při projednávání liniových staveb je zvýšení transparentnosti. Díky těmto nástrojům mohou občané, samosprávy a další zájmové skupiny snadno přistupovat k informacím o plánovaných projektech. Pomocí interaktivních map a vizualizací mohou vidět, kde konkrétní projekt povede, jaké oblasti mohou být ovlivněny a případně jaká opatření jsou plánována ke zmírnění negativních dopadů.

Online přístupnost těchto informací přispívá k tomu, že široká veřejnost může sledovat vývoj projektu v reálném čase a být informována o všech důležitých rozhodnutích a učiněných změnách. Transparentní přístup minimalizuje riziko spekulací a nedorozumění a umožňuje veřejnosti získat přesný obraz o projektu.

PARTICIPACE VEŘEJNOSTI

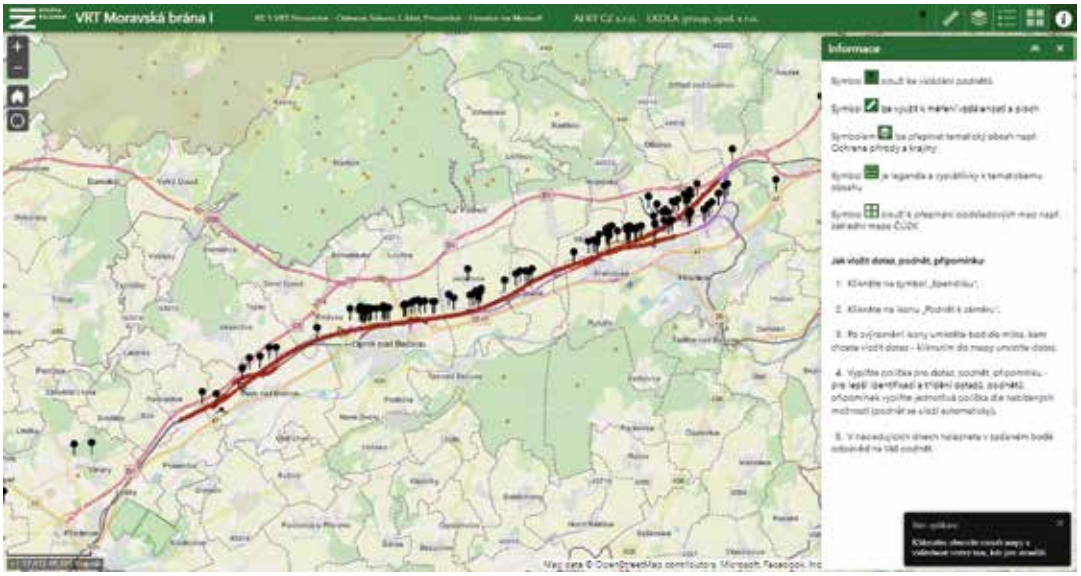
GIS portály nabízejí moderní přístupy ke zlepšení participace veřejnosti v rámci projektové přípravy liniových staveb. Při tradičních metodách konzultací s veřejností, jako jsou veřejná projednání, je možnost účasti často omezená. Lidé se nemohou vždy dostavit, informace nejsou bez grafické interpretace vždy dobře pochopitelné a sdělení důležitých informací k projektu je navázáno na termín plánovaného setkání.

GIS portály však umožňují veřejnosti přistupovat k informacím online, kdykoliv a odkudkoliv, což usnadňuje jejich zapojení do procesu. Uživatelé mohou prozkoumávat interaktivní mapy, porovnávat různé varianty tras, analyzovat potenciální rizika a následně sdílet své připomínky a dotazy. To umožňuje efektivnější a plynulejší zpětnou vazbu, kterou mohou projektanti a investoři snadno získávat a následně zpracovávat a zohledňovat.

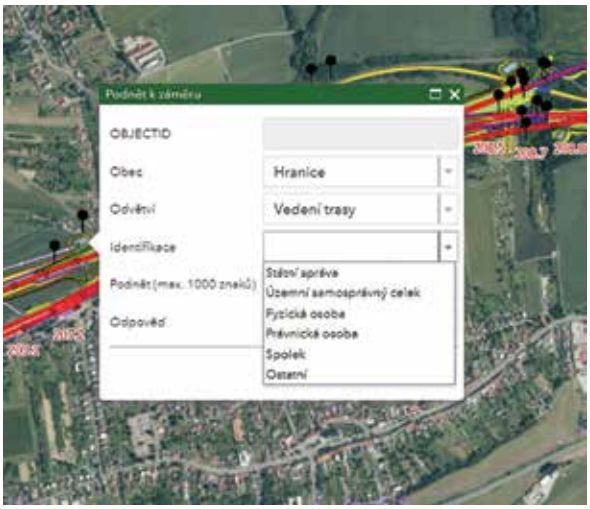
Například platformy jako ArcGIS Online, QGIS Cloud nebo jiné specializované portály vyvinuté na míru konkrétním projektům umožňují zapojení široké veřejnosti. Uživatelé mohou vidět různé varianty projektů, být informováni o dopadech na životní prostředí a obyvatelstvo (např. v podobě interpretace hlukových map nebo map znečištění ovzduší).

PŘÍKLAD ÚSPĚŠNÉ PARTICIPACE

Příkladem využití GIS portálů pro zapojení veřejnosti může být projekt vysokorychlostní trati „RS 1 VRT Prosenice – Ostrava-Svinov, I. část, Prosenice – Hranice na Moravě" v Olomouckém kraji. Během plánování nového úseku vysokorychlostní trati byla široká veřejnost průběžně informována o aktuální podobě a vývoji projektu pomocí interaktivní mapy dostupné online. Občané měli možnost vidět plánovanou trasu v kontextu s komplexními informacemi o území a mohli přímo komentovat jednotlivé části projektu. Na základě zpětné vazby byla následně některá řešení přepracována tak, aby lépe reflektovala potřeby místních obyvatel. Během téměř dvouletého období provozu GIS portálu byly evidovány stovky originálních podnětů, dotazů či připomínek a na všechny bylo náležitě rovněž v rámci GIS portálu odpovězeno.



Obr. 1: GIS portál záměru „RS 1 VRT Prosenice – Ostrava-Svinov, I. část, Prosenice – Hranice na Moravě“



Obr. 2 a 3: Ukázky přidání podnětu a zodpovězeného podnětu v rámci GIS portálu

Obr. 4: Přehled publikovaných vrstev na GIS portálu

VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ WEBOVÝCH GIS PORTÁLŮ

GIS portály přinášejí řadu výhod, ať už jde o zvýšení transparentnosti, lepší komunikaci mezi veřejností, dotčenými orgány státní správy a samosprávy a projektanty nebo snazší přístup k informacím. Díky moderním technologiím mohou tyto nástroje zprostředkovat složitá data přehledným a uživatelsky přívětivým způsobem.

Mezi hlavní výhody patří:

Transparentnost: GIS portály umožňují transparentní sdílení informací o projektu, což zajišťuje, že veřejnost, dotčené orgány státní správy a samosprávy mají k dispozici všechny relevantní údaje. To zahrnuje nejen technické detaily, ale také informace o potenciálních dopadech projektu, což je klíčové pro budování důvěry mezi veřejností a investorem projektu.

Interaktivita: Možnost vizualizace projektů pomocí interaktivních map je pro veřejnost velmi užitečná. Uživatelé mohou na mapě zobrazit nejen trasu plánované stavby, ale také alternativní varianty, ochranná pásma, přírodní rezervace, záplavová území atd. To zjednodušuje porozumění komplexním datům a umožňuje laikům snadněji se zapojit do diskuzí.

Zapojení veřejnosti: Díky interaktivním mapám, vizualizacím a simulacím mohou občané snadněji porozumět technickým aspektům liniových staveb, což vede k větší angažovanosti v procesu a větší ochotě akceptovat navrhované řešení.

Možnost podání připomínek: Využití GIS portálů také umožňuje veřejnosti aktivně se zapojit do plánovacího procesu. Lidé mohou snadno podávat dotazy, připomínky či podněty na optimalizaci k jednotlivým částem projektu přímo prostřednictvím portálu. Tento přístup umožňuje efektivnější dialog mezi veřejností a investorem a může vést ke kvalitnějšímu a lépe přijatelnému výsledku.

Nevýhodou GIS portálu může být chybějící přístup k internetu v některých lokalitách. I když jsou nástroje většinou intuitivní, může být pro některé technicky méně zdatné uživatele obtížné plně využít jeho potenciál bez předchozího školení. Dále je také nutné zajistit, aby data byla pravidelně aktualizována, jinak může docházet k nesprávnému informování veřejnosti.

ZÁVĚR

Nástroje GIS, konkrétně webové portály, mají velký potenciál využití pro proces projektové přípravy a projednávání liniových staveb, zejména v oblasti komunikace s veřejností a transparentnosti rozhodovacích procesů. Tyto nástroje umožňují detailní analýzu projektů, jejich vizualizaci, snadný přístup k informacím, možnost uplatňování podnětů, připomínek či dotazů. Tento přístup může vést k větší akceptaci liniových staveb, menšímu počtu konfliktů a ke zlepšení spolupráce mezi investory, úřady, samosprávou a veřejností.

LITERATURA (PODKLADY)

[1] GIS portál pro komunikaci s veřejností projektu VRT Moravská brána I.: https://geoportal.ekolagroup.cz/vrt-moravskabrana1/

[2] GIS portál strategických hlukových map pre úseky diaľnic, rýchlostných ciest a ciest I. triedy vo vlastníctve Národnej diaľničnej spoločnosti, a. s.: https://geoportal.ekolagroup.cz/shmsk/

[3] GIS portál pro participaci s veřejností projektu Územní studie krajiny ORP Náchod: https://geoportal.ekolagroup.cz/usknachod/

[4] Interní GIS portál spol. EKOLA group, spol. s r.o., s evidencí provedených míst měření počáteční akustické situace, pasportizací PHS a dalšími podklady: https://geoportal.ekolagroup.cz/prohlizec/

MODERNIZACE D1 Z HLEDISKA HLUČNOSTI

Vítězslav Křivánek | Petra Marková | Jan Machanec | Blanka Hablovičová
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. | Líšeňská 33a, 636 00 Brno | e-mail: vitezslav.krivanek@cdv.cz

ANOTACE

V rámci příspěvku jsou prezentovány dílčí vybrané výsledky pravidelného akustického monitoringu stavu hlučnosti vozovky dálnice D1 mezi Prahou a Brnem. Měření hlučnosti metodou CPX probíhala v letech 2013 (před modernizací D1), v letech 2015–2021 (v průběhu modernizace D1), i v letech 2022–2023 (po modernizaci).

ÚVOD

Rozsah environmentálního hluku z hlediska zdravotní zátěže obyvatelstva je obrovský, hned na druhém místě po znečištění ovzduší [1]. Celodenním hlukem (ze silniční, železniční a letecké dopravy a průmyslu) převyšujícím 55 dB je v Evropské Unii (EU) obtěžováno 140 milionů lidí. Převážná většina (113 milionů, což je přes 80 %) je ovlivňována hlukem z provozu na pozemních komunikacích [2]. Tedy hluk z provozu na pozemních komunikacích může mít významný dopad na naše zdraví, nejen že obtěžuje či ruší spánek. Hluk ze silniční dopravy je závislý zejména na intenzitě dopravního proudu, jeho složení i rychlosti a do značné míry je ovlivňován též stavem pozemní komunikace, a to především stavem její obrusné vrstvy. Jeden z hlavních zdrojů hluku je generován kontaktem pneumatiky s vozovkou. U moderních osobních vozidel vybavených spalovacím motorem převládá tento hluk již od rychlosti cca 40 km/h [3], u vozidel s elektromotorem již od rychlosti cca 20 km/h [4]. Hlučnost jednotlivých typů povrchů pozemních komunikací se v čase mění (asfaltové, betonové, nízkohlučné povrchy, dlažba, nástřiky aj.). Tyto změny jsou pomocí metody CPX měřitelné [5].

V EU se k monitoringu hlučnosti povrchů pozemních komunikací především využívá dynamická metoda Close-ProXimity method (CPX) [6]. K měření hlučnosti na styku pneumatika/vozovka využívá Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. (CDV) přívěs vlastní konstrukce (UV 20 507) [7]. Zkonstruován byl v roce 2009, v letech 2010–2011 byl ověřován a od roku 2012 probíhají pravidelná měření a zařízení je průběžně inovováno, aktuální měřící sestava je na obr. 1. Přívěs vyhovuje požadavkům uvedeným v normě ISO 11819-2, kdy v souladu s normou ISO/TS 118193 se od počátku akustického monitoringu (tj. od roku 2009) používá stejný typ pneumatiky Uniroyal Tigerpaw 225/60 R16 SRTT (v normě značena jako P1). Každý rok je na přívěs namontována nová měřicí pneumatika a proběhne srovnávací testovací kampaň (stará vs. nová pneumatika) a jejich porovnání s využitím korekce na tvrdost pryže pneumatiky v souladu s ISO/TS 11819-3 pro jednoznačné zajištění návaznosti výsledků. Takto je ošetřena vlastní nejistota měření styku pneumatika vozovka, která by mohla vzniknout používáním různých směsí, pneumatik a dezénů (všechny tyto parametry dle ASTM F2493-20 [8] jsou dlouhodobě zaručovány).

Obr. 1: Zařízení CDV k měření hlučnosti povrchů vozovek metodou CPX

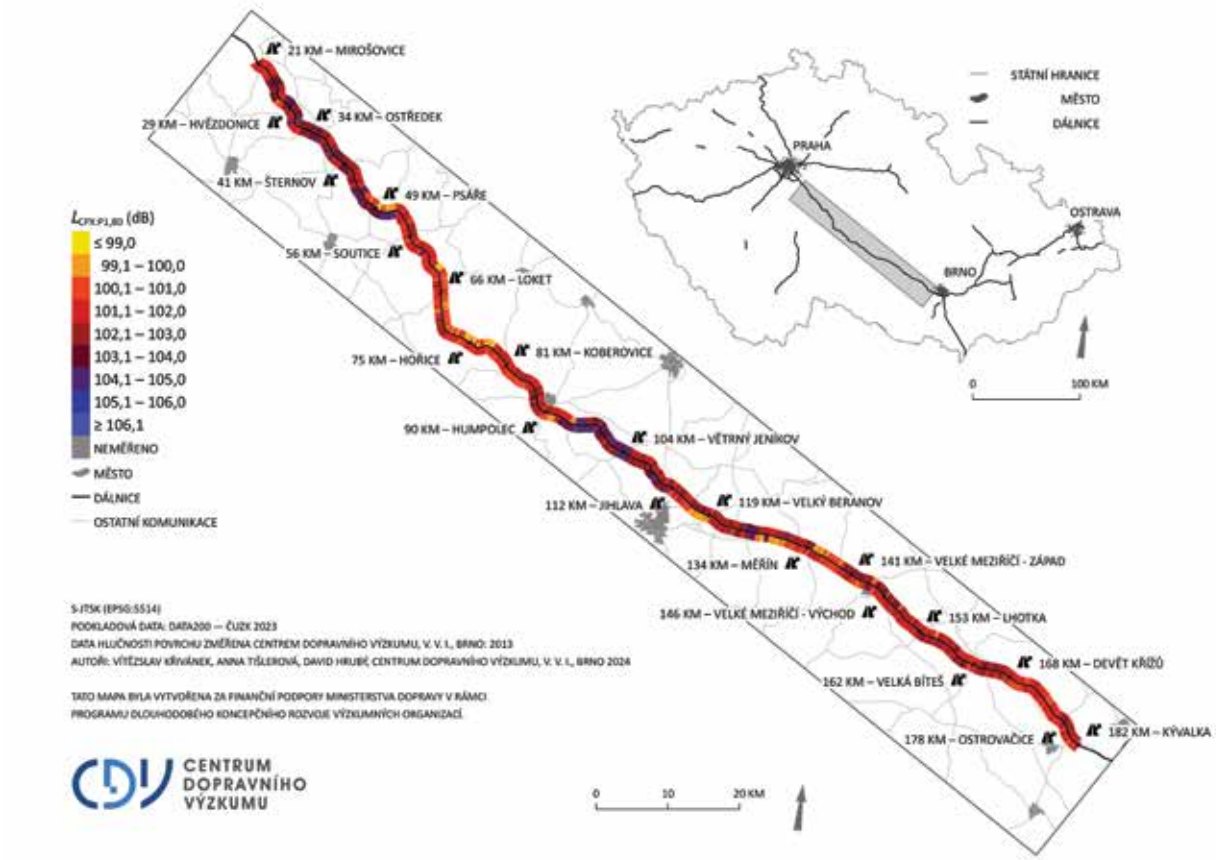
MĚŘENÍ DÁLNICE D1

Dálnice D1 v ČR je nejvytíženější, nejdelší a současně nejstarší českou dálniční komunikací. První známky stavby komunikace se datují do roku 1967. Po více jak čtyřicetiletém provozu se stav komunikace zhoršil, špatný technický stav povrchu pozemní komunikace měl i významný vliv na celkovou generovanou hlukovou zátěž do okolí z provozu po dálnici D1. Modernizace nejdůležitější dopravní tepny mezi Mirošovicemi (EXIT 21) a Kývalkou (EXIT 182) se stala největším a z pohledu organizace postupu výstavby nejnáročnějším projektem, který kdy Ředitelství silnic a dálnic realizovalo. Celkem byla provedena kompletní rekonstrukce 160 kilometrů D1 v obou směrech. Modernizace byla rozdělena na 20 dílčích mezikřižovatkových úseků, kdy délka jedné uzavírky se pohybovala v rozmezí tří až patnácti kilometrů. Práce na modernizaci byly zahájeny v roce 2013 a dokončeny v roce 2021, jednotlivé dílčí úseky tak byly do provozu uváděny postupně [9].

Byla vytvořena mapa hlučnosti D1 před zahájením modernizačních prací (k roku 2013) i po ní (2015-2022), která představuje základní mapy pro tvorbu jednotlivých rozdílových map po modernizaci, tj. vyhodnocení, jak se nám zlepšil stav vůči staré vozovce nebo k jaké změně došlo oproti stavu bezprostředně po modernizaci. Modernizované úseky D1 byly zprovozňovány postupně v letech 2014–2021, tedy nejstarší modernizované úseky jsou již téměř 10 let staré. Díky historickým datům v rámci vybraných dílčích analýz datových sad (opětovné vytěžení surových dat) z let 2012–2023 pořízených v rámci výzkumných prací z různých minulých VaV projektů CDV (zejména TAČR č. TA01030459, TAČR č. TA04021486, TAČR č. 2012TE01020168, TAČR č. TL02000258 a TAČR č. CK02000121 a projektu „Analýza a monitoring změn hlučnosti povrchů pozemních komunikací“ financovaného Ministerstvem dopravy) bylo možné systematicky a jednotně zpracovat potřebné úseky D1. Veškeré tyto analyzované výsledky bylo možné vhodně vizualizovat pomocí map, které demonstrují vývoj změn hlučnosti D1 v rámci provedené modernizace.

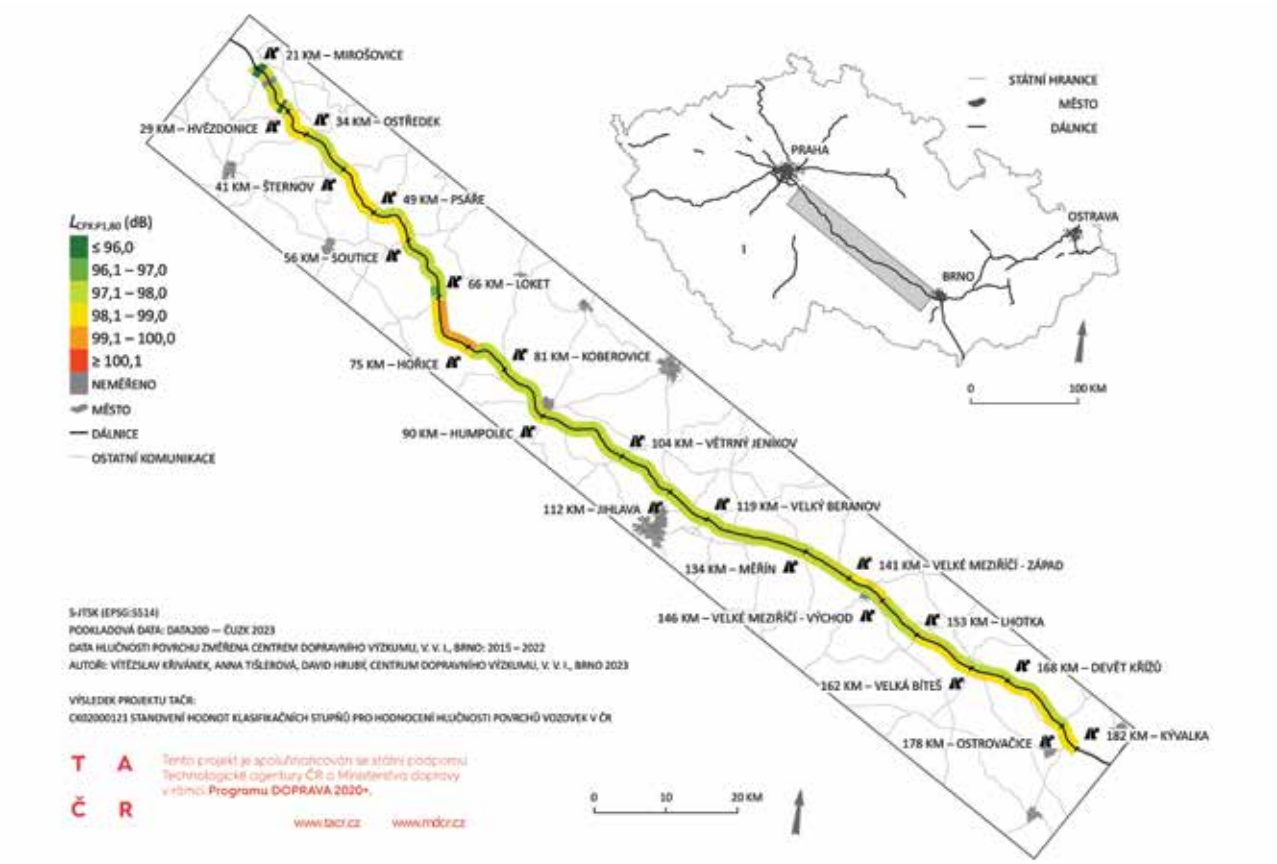
VIZUALIZACE MĚŘENÍ – MAPY HLUČNOSTI D1

Výsledné hodnoty z měření dálnice D1 před zahájením modernizace v roce 2013, viz obr. 2, se v převážné většině pohybovaly přibližně v úrovni 101–104 dB, a to v závislosti na lokálním stavu pozemní komunikace, kdy z hlediska hlučnosti bylo možné nalézt místa lepší i horší. Aritmetický průměr se pak pohyboval okolo 102 dB. U nejhorších míst dosahovala hlučnost i přes 106 dB, naopak, opravované krátké segmenty D1 před zahájením modernizace měly hlučnost lehce pod 99 dB. Rozdíl mezi maximálními a minimálními hodnotami byl v tomto případě tedy značný.



Obr. 2: Mapa hlučnosti povrchu vozovky komunikace D1 před modernizací (2013) [10]

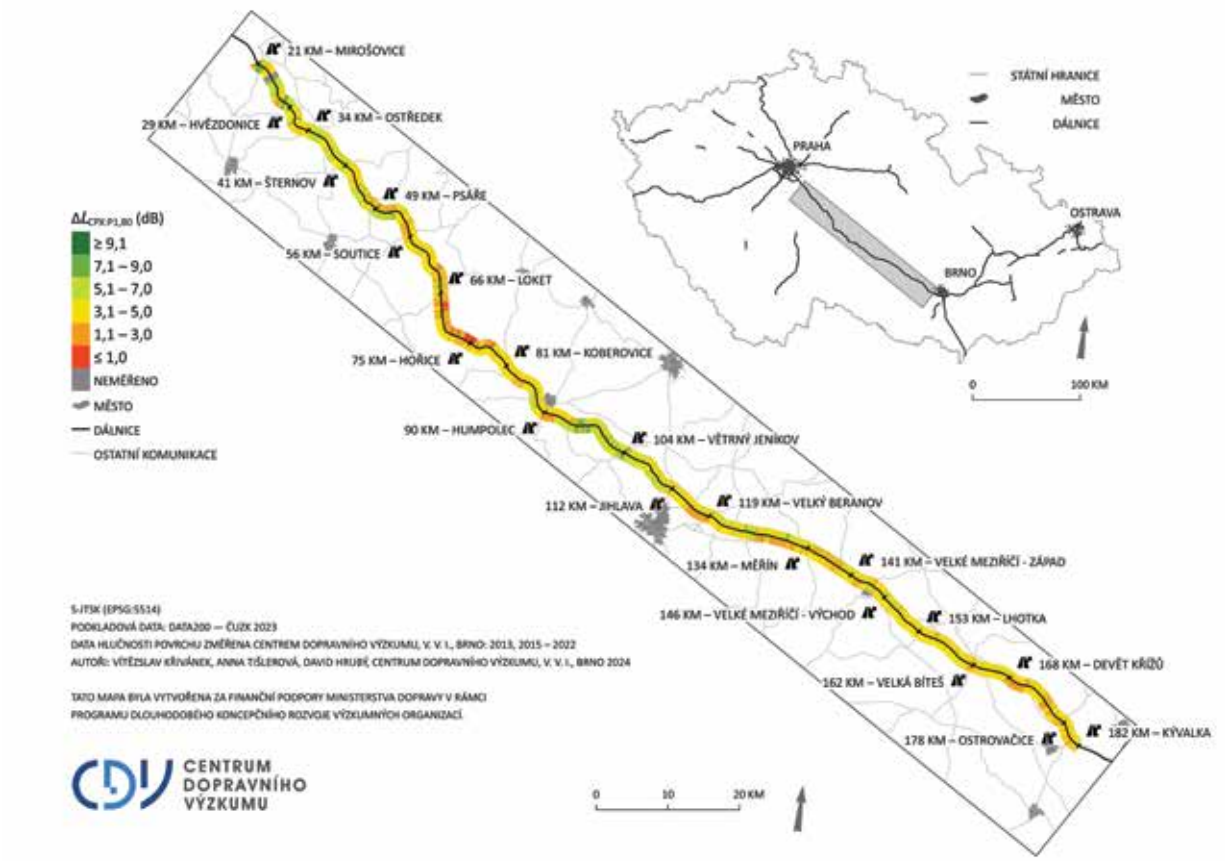
Mapa na obr. 3 zobrazuje výsledky měření rok po pokládce nového povrchu v každém modernizovaném úseku D1. Měření ihned po zprovoznění nebylo vždy možné, neboť mnoho úseků bylo zprovozněno až v měsících, kdy už nebyly vhodné meteorologické podmínky pro měření metodou CPX (listopad, prosinec). První úseky byly zprovozněny již v roce 2014, poslední úseky až v roce 2021. Proto mapa na obr. 3 je složena z naměřených dat z roků 2015–2022 tak, aby každý úsek byl vyobrazen naměřenou hodnotou pro stáří cca 1 roku od pokládky (tj. po jednom zimním období). Po modernizaci u běžných povrchů se hlučnost pohybovala v průměru okolo 98 dB, kdy rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou byl do 2 dB. Obr. 3 představuje výchozí stav po rekonstrukci D1 a může tak sloužit pro porovnání nárůstu hlučnosti v čase po modernizaci, tj. například i pro porovnání budoucích měření, která budou realizována za 5, 10, 15 let...



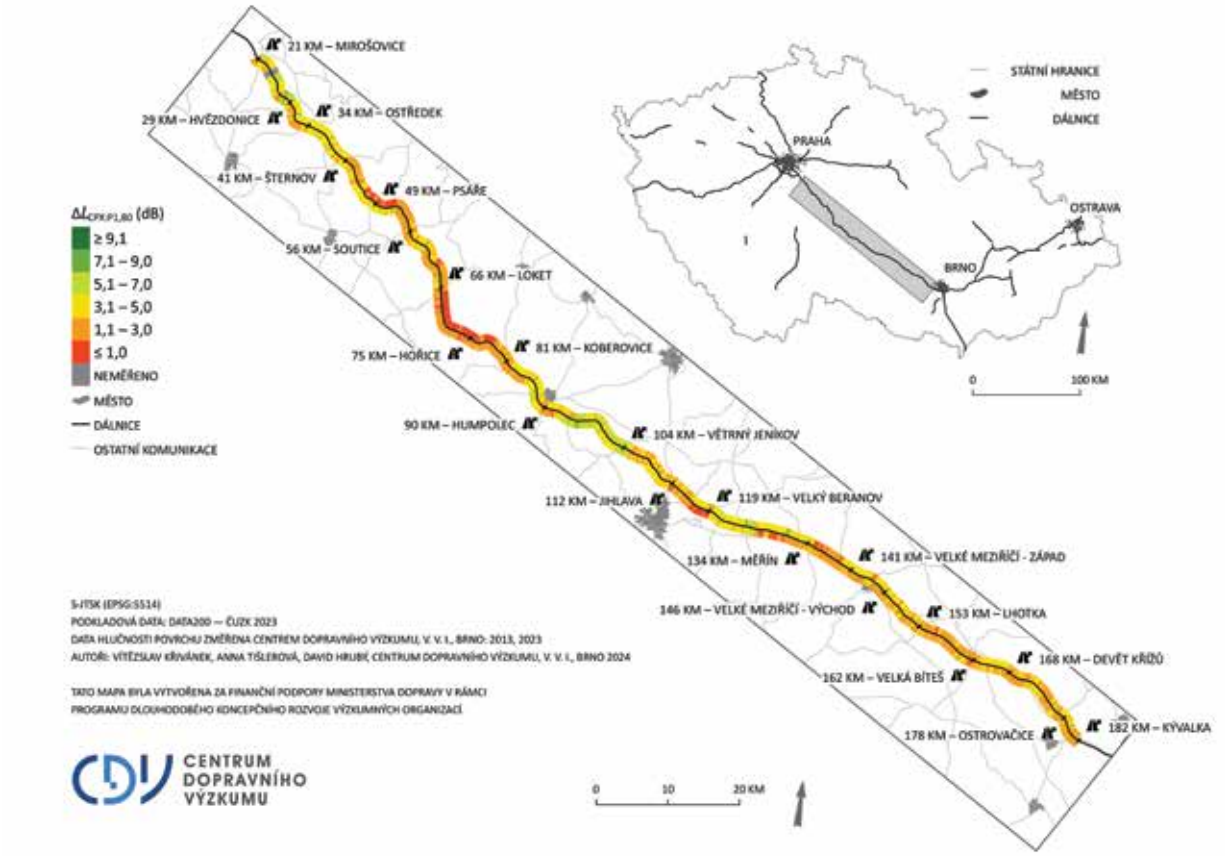
Obr. 3: Mapa hlučnosti povrchu vozovky komunikace D1 po modernizaci (2015–2022) [11]

Na obr. 4 zobrazena rozdílová mapa hlučnosti povrchu vozovky komunikace D1 před rekonstrukcí (2013) a po rekonstrukci – rozdíl mezi obr. 2 a 3. Z výsledků je zřejmé, že dosažené akustické zlepšení se v rámci celé D1 převážně pohybovalo v rozmezí 3–6 dB. Existují i místa, kde snížení hlučnosti dosáhlo až 9 dB, např. v místech značného poškození vozovky či výskytu nerovností povrchu původního CBK dálnice D1 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.

Od zprovoznění prvního modernizovaného úseku dálnice D1 uplynulo již téměř 10 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 obr. 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 obr. 4 zachycuje rozdíl mezi nejaktuálnějším stavem v roce 2023 a stavem v roce 2013.



Obr. 4: Rozdílová mapa hlučnosti vozovky D1 před a po modernizaci (2013 a 2015–2022) [10]



Obr. 5: Rozdílová mapa hlučnosti vozovky D1 před a po modernizaci (2013 a 2023) [10]

ZÁVĚR

Veškerá měření byla realizována v pomalém jízdním pruhu metodou CPX při referenční rychlosti 80 km/h. Hlučnost dálnice D1 před zahájením modernizace v roce 2013 se převážně pohybovala v úrovni hlučnosti 101–104 dB, a to v závislosti na lokálním stavu pozemní komunikace [10]. Po modernizaci se hlučnost snížila na úroveň přibližně 98 dB [11]. Modernizace D1 z hlediska hlučnosti je převážně úspěšné dílo. Vůči referenční hodnotě hlučnosti (98 dB) uvedené v TKP 7 [12], jež je stanovena na základě dlouhodobých měření po celé ČR při přepočtení úseků z obr. 3 na vzdálenost odpovídá průměrná hlučnost cca 27 % délky, nižší než průměrná hlučnost má 70 % délky a jen 3 % má vyšší hlučnost. Před zahájením modernizace byly prognózy ŘSD, že by mohlo dojít ke zlepšení stavu alespoň o 2 dB. Reálné dosažené akustického zlepšení je v rámci celé D1 v průměru přes 4 dB, předčil tedy původní očekávání. V celkovém úhrnu jde o významné zlepšení. Práce na modernizaci probíhaly v dílčích etapách, a z toho vyplývá, že hlučnost jednotlivých úseků s ohledem na jejich stáří je tedy přirozeně různá. Ve většině případů nejvyšší hlučnost vykazují nejdříve realizované úseky, což je dohledatelné i v mapách z jednotlivých hodnocených let mezi roky 2015–2023 [13].

LITERATURA

[1] 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.

[2] European Environmental Agency, Report No. 22/2019, Environmental noise in Europe – 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. ISBN 978-92-9480-209-5. Dostupné z: https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe.

[3] Sandberg, U., Ejsmont, J.A.: Tyre/road Noise Reference Book. Kisa, Sweden: INFORMEX, ISBN 91-631-2610-9, 2002.

[4] Misdariis, N., Pardo, L-F.: The sound of silence of electric vehicles – Issues and answers. InterNoise, China, 2017.

[5] Vieira, T., & Sandberg, U. (2019). Close proximity (CPX) round robin test: Comparison of results from four different CPX trailers measuring noise properties of 10 Swedish road surfaces. Internoise (pp. 7176–7187), Madrid, Spain. Red Hook, NY: Curran Associates, Inc.

[6] ISO/CD 11819-2:2017 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 2: The close-proximity method.

[7] Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno. *Měřicí přívěs CPX*. Původci: R. Cholava a V. Křivánek. Užitný vzor 20507, Česká republika, 8. 2. 2010.

[8] ASTM International. F2493-20: *Standard Specification for P225/60R16 97S Radial Standard Reference Test Tire*. West Conshohocken, PA, USA, 2006 (2020).

[9] O projektu Nová D1. Nová D1 (Oficiální stránka ŘSD) [online]. [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: https://novad1.cz/o-projektu/.

[10] Křivánek, V., a kol. Mapa hlučnosti povrchů vozovky D1 před a po modernizaci, Specializovaná mapa s odborným obsahem. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2024, 24 s. ISBN 978-80-88655-13-8.

[11] Křivánek, V., a kol, *Mapa hlučnosti povrchů vozovky D1 v rámci modernizace,* Specializovaná mapa s odborným obsahem. Brno: Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., 2023, 17 s.

[12] 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.

[13] 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.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek čerpá z dat měření, která byla získána na základě řešení projektů Technologické agentury ČR č. TA01030459, TA04021486, TE01020168, TL02000258, CK02000121 a projektu „Analýza a monitoring změn hlučnosti povrchů pozemních komunikací“ financovaného Ministerstvem dopravy.

Tento příspěvek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

HLUČNOST ELEKTROMOBILŮ – FAKTA A MÝTY

Ing. Filip Fikejz | Ing. Libor Ládyš | Ing. Martin Ládyš
EKOLA group, spol. s r.o. | ekola@ekolagroup.cz

ANOTACE

V souvislosti se snižováním emisí v ovzduší a plány Evropské unie na novou emisní normu, a to i přestože se její původně nastavené parametry zmírnily, počítá nová norma se stále velmi přísnými podmínkami. Proto by se od roku 2035 již měla přestat vyrábět vozidla se spalovacími motory na fosilní paliva a mělo by se přejít na alternativní pohony, např. vodík, eletro.

I přes relativně vysoké pořizovací, ale i provozní náklady, a ne příliš dořešenou likvidaci těchto vozidel, se snaží vlády západních zemí vydávat různé výhody formou např. daňových úlev při pořízení vozu nebo levnějšího parkování apod. Současně je vyvíjen i velký tlak na výrobce vozidel a na jejich výrobní potenciál směrem k elektromobilitě.

Lze tedy předpokládat, že v budoucnosti se bude v dopravním proudu vyskytovat významný podíl elektrovozidel, který může mít dopad i do hlukového zatížení okolí komunikační sítě, a to především v intravilánech sídel. Proto jsme si uvědomili, že by bylo vhodné ve výhledových predikcích dopravního hluku s tímto faktem začít uvažovat, neboť doposud se všechny výhledové dopravní záměry a požadovaná budoucí protihluková opatření navrhují na stávající vozidlový park, respektive se uvažuje pouze s vozidly se spalovacím motorem.

Žádná z výpočtových metodik zatím s elektromobilitou nepočítá, pouze evropská metodika CNOSSOS-EU má jednu kategorii vozidel zatím neobsazenu žádným typem vozidel a bylo by ji tedy možné použít např. pro elektromobilitu.

1. ÚVOD

Předmětem projektu bylo získání dat měřením vnější hlučnosti různých typů osobních elektrovozidel, následné stanovení závislosti této hlučnosti na rychlosti v dostatečném statistickém vzorku dat a stanovení a nastavení emisních faktorů osobních elektrovozidel pro implementaci této kategorie vozidel do výpočtových metodik hluku z provozu silniční dopravy, především do metodiky CNOSSOS-EU, jako zvláštní (pátou) kategorii vozidel, která by mohla být obsazena právě elektromobily. Osobní elektromobily budou zatím zastoupeny asi nejvíce v dopravním proudu v intravilánech měst a obcí, kde se budou pohybovat rychlostí do 50 km/h a tedy mohou významnějším způsobem ovlivňovat akustické zatížení v okolí dopravních tras. Osobní elektrovozidla jsou z hlediska vývoje a zavedení do praxe v dané chvíli technologicky i technicky dále, než nákladní vozidla a vozidla MHD. Nákladní vozidla a vozidla MHD budou analyzována v dalším stupni řešení.

V rámci realizace projektu byla provedena měření vnější hlučnosti pěti různých typů elektromobilů o různé hmotnosti a použitých pneumatikách, v závislosti na různých rychlostech a zatížení vozidel. Měření probíhala na stejném referenčním povrchu. Pro srovnání vnější hlučnosti na pojížděném povrchu bylo provedeno měření také tří typů vozů se spalovacími motory (dvěma dieselovými a jedním benzinovým). Měření byla provedena standardní tlakovou metodou a dále u vybraných vozů byla pro doplnění informací provedena i detekce převládajícího zdroje hluku (pohonná jednotka, styk pneumatiky a vozovky) pomocí speciálního měřicího systému – akustické kamery.

Tento projekt je v ČR zatím prvním rozsáhlejším testováním vnější hlučnosti elektromobilů, a tedy i prvním přiblížením ke skutečným reálným hodnotám vnějšího hluku těchto vozidel.

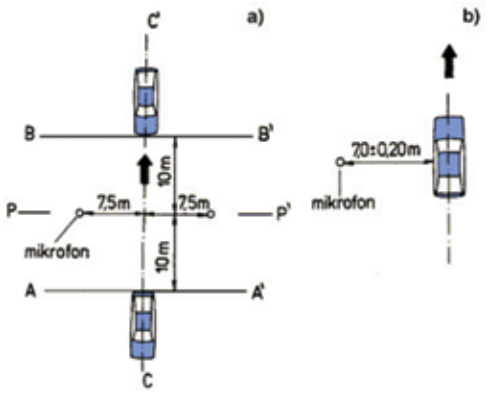
Na základě zjištěných údajů byla ve statistickém vzorku dat stanovena závislost vnější hlučnosti elektromobilů především na rychlosti. Dále bylo provedeno porovnání vnější hlučnosti elektromobilů a vozů se spalovacími motory a následně byly stanoveny emisní faktory osobních elektromobilů pro implementaci této kategorie vozidel do výpočtových postupů pro výpočty hluku ze silniční dopravy.

Součástí měření bylo metodou CPX i zjištění emisních parametrů povrchu, na kterém probíhalo měření vnější hlučnosti vozidel. Metoda CPX je normová technická metoda pro měření hlučnosti povrchů pomocí mikrofonů umístěných v malé vzdálenosti od referenční pneumatiky.

2. POPIS MĚŘENÍ

Pro měření vnějšího hluku silničních vozidel bylo postupováno v souladu s ČSN 30 0512, která je překladem Předpisu EHK – OSN č. 9 (Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska hluku [6][5]).

Měření vnějšího hluku za jízdy probíhalo ve vymezeném 20 m dlouhém úseku, na němž byla vyznačena osa pohybu C – C´, po které se pohybovalo vozidlo, jak je prezentováno na následujícím obrázku.



Obr. 1: Měření hluku podle předpisu EHK – R9 za jízdy
Zdroj: [6]

Měření bylo v souladu s harmonogramem provedeno pro rychlosti 10, 20, 30, 40, 50, 70, 90, 110 a 130 km/h. Pro některá vozidla bylo následně pro doplnění získaného vzorku a ověření zjištěných trendů provedeno měření také pro rychlosti 60, 80 a 100 km/h. Pro každou rychlost a každé vozidlo bylo provedeno 3 až 5 náměrů, vyloučeny byly náměry ovlivněné jinými vlivy než měřeným zdrojem, zvláště v nízkých rychlostech. Frekvenční rozsah měření byl 63 až 8000 Hz.

Z hlediska povrchových akustických parametrů bylo měřeno na referenčním povrchu, což bylo kontrolováno metodou CPX.

Co se týká testování hlučnosti v závislosti na zatížení vozidel, pokud si uděláme průzkum obsazenosti vozidel především v intravilánech obcí v běžném dopravním proudu ve všední den, převážný počet vozidel je obsazen 1 maximálně 2 osobami. Pro srovnání mimo rámec projektu jsme si tedy provedli test na několika elektromobilech, kdy jsme je obsadili plně (4 osoby) včetně cca 50 kg v zavazadlovém prostoru. Výsledky byly takřka srovnatelné, takže nebylo nutné dále tento faktor sledovat.

Takže naše výsledky jsou uváděné pro běžné obsazení, a tedy i zatížení těchto vozidel.

U elektromobilů jsou jiné parametry, které ovlivňují jejich hlučnost.

Testovaná vozidla se pohybovala po rovném a suchém povrchu a jejich rychlost byla vždy v měřeném úseku konstantní a sledována nezávislým měřením rychlosti.

Při pohybu vozidla v měřeném úseku byly zjišťovány následující akustické parametry:

- **Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ [dB];**
- **Maximální hladina akustického tlaku A L_{Amax} [dB];**
- **Minimální hladina akustického tlaku A L_{Amin} [dB];**
- **Hladina zvukové expozice L_{AE} [dB].**

3. VOZIDLA POUŽITÁ BĚHEM MĚŘENÍ

Pro měření byla použita následující vozidla:

Elektromobily Tesla-model S, BMW iX 40; Hyundai Kona; Škoda Enyaq; Mercedes EQA 250 a benzínová Škoda Octavia a dieselová Škoda Yeti a Škoda Karoq s měřicím vlekem CPX.

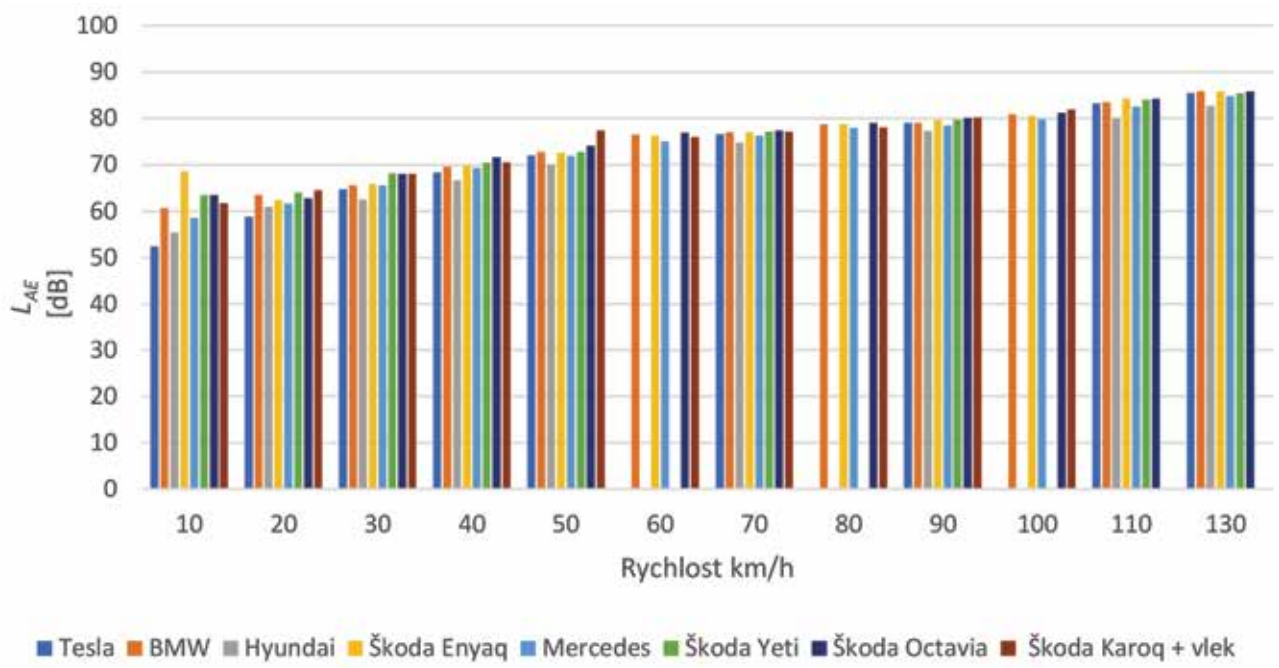
Obr. 2: Ukázka měřených vozidel
Zdroj: archiv EKOLA group, spol. s r.o.

Příklad zjišťovaných podrobností o jednotlivých vozidlech:

Tovární značka:	**TESLA MOTORS**
Obch. označení, typ vozidla:	MODEL S, 002
Druh vozidla:	Osobní
Max. výkon motoru:	592 kW (jmenovitý výkon 66 kW)
Typ motoru:	Elektrický
Převodovka:	Automatická
Poháněné nápravy:	přední a zadní (dva elektromotory – trvalý pohon všech kol)
Pneumatiky	
Výrobce:	Michelin
Typ:	Pilot sport 3
Označení:	245/45 R19 102Y
Deklarovaná hlučnost:	71 dB
Hmotnost vozidla	
Provozní:	2 262 kg
Maximální:	2 670 kg

5. SUMARIZACE A POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VNĚJŠÍ HLUČNOSTI PRŮJEZDU VOZIDEL STANDARDNÍ TLAKOVOU METODOU

V následujícím grafu je vzájemné porovnání hlučnosti pro jednotlivá vozidla v závislosti na rychlosti pro vybranou fyzikální veličinu.



Graf 1: Celkové porovnání hodnot L_{AE} dle rychlosti a typu vozidla

Naměřené hodnoty ukazatele L_{AE} z provozu testovaných automobilů se pohybují v rozsahu měřených rychlostí od L_{AE} = 52,4 dB do L_{AE} = 85,9 dB. Nejnižší naměřená hodnota byla ve spodním rychlostním pásmu zjištěna u elektromobilu Tesla při rychlosti 10 km/h a u horního rychlostního pásma byla nejvyšší naměřená hodnota zjištěna u automobilu Škoda Enyaq při rychlosti 130 km/h. Nejvyšších hodnot L_{AE} v obou hraničních rychlostních pásmech dosahovala vozidla Škoda Octavia, Škoda Enyaq a Škoda Karoq s měřicím vlekem. Nejnižších hodnot LAE dosahovala vozidla Hyundai a Tesla.

Vyšší hodnoty hladin akustického tlaku A u vozidla Škoda Enyaq jsou způsobené výstražným bezpečnostním akustickým prvkem, které vozidlo generuje v závislosti na rychlosti od 0 do 25 km/h. Tento zvuk byl charakteristický právě pro Škoda Enyaq.

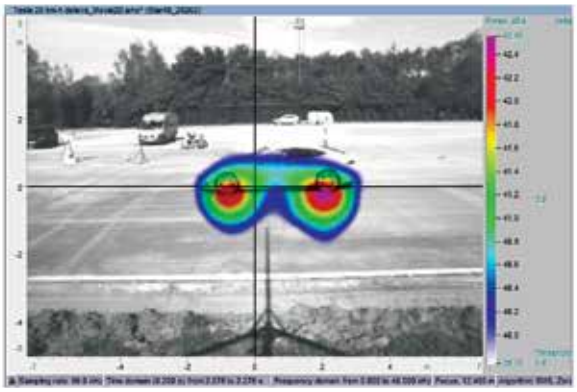
6. VÝSLEDKY MĚŘENÍ AKUSTICKOU KAMEROU

Cílem tohoto měření bylo vyhodnocení/detekce převládajícího zdroje hluku (pohon či styk pneumatiky s vozovkou, případně jiné).

Hladina příspěvku identifikovaného zdroje k celkové ekvivalentní hladině akustického tlaku A v místě měření (v místě umístění mikrofonního pole) je zobrazena barevnou stupnicí vpravo na obrázcích (v hladině $L_{Aeq,T}$).

Obr. 3: Akustická kamera
Zdroj: archiv EKOLA group, spol. s r.o.

Na následujících obrázcích jsou zobrazeny příklady výstupů z akustické kamery pro dvě vybrané rychlosti a dva zástupce měřených vozidel.

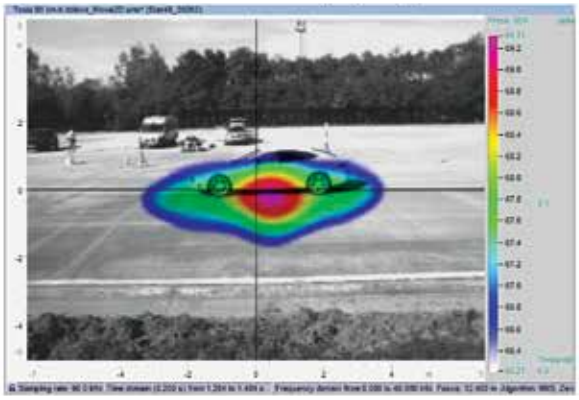


Tesla, MODEL S2
Příspěvek do místa měření AK je
$L_{Aeq,T}$ = 42,5 dB.

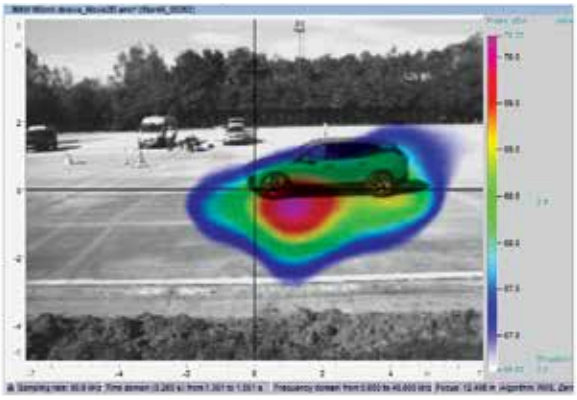
BMW iX 40
Příspěvek do místa měření AK je
$L_{Aeq,T}$ = 45,8 dB.

Obr. 4: Příklady výstupů z měření akustickou kamerou - **rychlost 20 km/h**
Zdroj: archiv EKOLA group, spol. s r.o.

Z výstupů měření akustickou kamerou pro **rychlost 20 km/h,** jejichž ukázka je prezentována výše, vyplývá, že zdrojem hluku u všech měřených vozidel byly především pohonné jednotky hnaných náprav jednotlivých typů automobilů bez ohledu na to, zda se jedná o elektromobil, či vozidlo se spalovacím nebo vznětovým motorem. Nejhlučnější byla Škoda YETI, která měla dieselový motor, a následně pak benzínová Škoda OCTAVIA. Dále bylo z výstupů měření patrné, že hluk z průjezdu elektromobilů MERCEDES a BMW byl obdobný. U elektromobilů HYUNDAI a TESLA byly při této rychlosti zjištěny nejnižší hladiny akustického tlaku A.



Tesla, MODEL S2
Příspěvek do místa měření AK je
$L_{Aeq,T}$ = 69,3 dB.



BMW iX 40
Příspěvek do místa měření AK je
$L_{Aeq,T}$ = 70,2 dB.

Obr. 5: Příklady výstupů z měření akustickou kamerou – **rychlost 90 km/h**
Zdroj: archiv EKOLA group, spol. s r.o.

Z výstupů měření akustickou kamerou pro **rychlost 90 km/h**, jejichž ukázka je prezentována výše, vyplynulo, že nejhlučnější byla Škoda OCTAVIA s benzínovým motorem a Škoda YETI s dieselovým motorem. Dále bylo z výstupů měření patrné, že rozdíl akustického tlaku A mezi průjezdem elektromobilů a automobilů s klasickým motorem už není tak velký, jako při nižších rychlostech. Rozdíly v hlučnosti mezi elektromobily a Škoda OCTAVIA, resp. YETI, se pohybovaly do cca 2 dB. Nejtišší byly průjezdy opět vozidel TESLA a HYUNDAI.

Z výstupů bylo dále patrné, že u všech aut byl obdobný příspěvek jak od předních, tak i od zadních náprav. Lze tedy konstatovat, že při této rychlosti bylo dominantním hlukem právě odvalování kol po povrchu oproti hluku od pohonných jednotek.

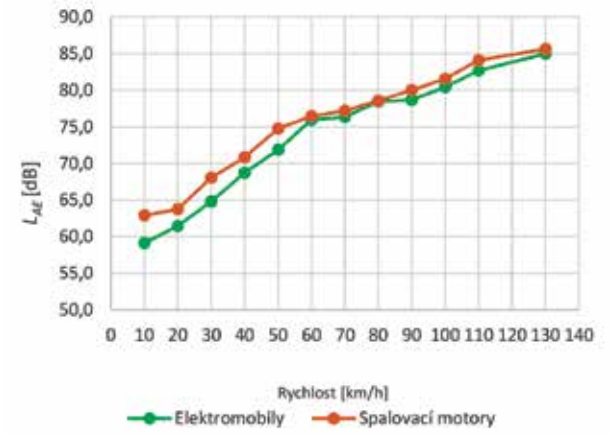
7. MĚŘENÍ EMISNÍCH PARAMETRŮ POVRCHU METODOU CPX

V rámci prováděného měření bylo nad rámec zpracování provedeno i kontrolní měření hlučnosti povrchu za pomoci speciálního měřicího vleku dle normy ČSN EN ISO 11819-2 [3] pomocí metody CPX (close-proximity method – metody malé vzdálenosti).

Monitorováním hluku touto metodou z povrchu při různých rychlostech bylo zjištěno, že akustické vlastnosti měřeného a pojížděného povrchu korespondovaly s hodnotami referenčního povrchu stanoveného pro Českou republiku [9].

Obr. 6: Měřicí systém na měření hluku povrchů – EKOLA CPX
Zdroj: archiv EKOLA group, spol. s r.o.

8. ZÁVISLOST HLADINY AKUSTICKÉHO TLAKU NA RYCHLOSTI, POROVNÁNÍ ELEKTROMOBILŮ A VOZŮ SE SPALOVACÍMI MOTORY



Graf 2: Závislost veličiny L_{AE} na rychlosti

9. ZÁVĚR

Předmětem projektu bylo reálným měřením získat relevantní data o vnější hlučnosti různých typů elektromobilů a následně ve statistickém vzorku dat stanovit závislost této hlučnosti na rychlosti.

V rámci realizace projektu bylo provedeno měření vnější hlučnosti pěti různých typů elektromobilů a pro porovnání i tří typů vozů se spalovacími motory (2x diesel a 1x benzin), a to při různých rychlostech. Měření byla provedena standardní tlakovou metodou a dále i u většiny vozů a rychlostí byla provedena detekce převládajícího zdroje hluku (pohonná jednotka, styk pneumatiky a vozovky) pomocí speciálního systému akustické kamery.

Součástí měření bylo nad rámec projektu provedeno metodou CPX i zjištění emisních akustických parametrů povrchu, na kterém proběhlo měření.

Z měření vyplynulo, že ve sledovaných ukazatelích vykazovaly nejnižší akustické hodnoty elektromobily Tesla MODEL S a Hyundai KONA. Hyundai KONA měl zároveň nejnižší provozní hmotnost ze všech elektromobilů a nejmenší rozměry pneumatik. Nejvyšších akustických hodnot pak dosahoval elektromobil Škoda Enyaq a vůz se zážehovým motorem Škoda Octavia. U elektromobilu Škoda Enyaq se výrazně, oproti ostatním testovaným vozidlům, projevoval v rozsahu rychlostí 0–25 km/h uměle generovaný bezpečnostní zvukový signál, který je pro tento typ testovaného elektromobilu charakteristický. Rozdílné vyšší hodnoty hladin akustického tlaku jsou pro různé rychlosti u tohoto typu vozidla dané hladinovým i frekvenčním přelaďováním generovaného zvukového signálu v závislosti na jeho rychlosti.

Z měření akustickou kamerou, které sloužilo pro lokalizaci dominantních příspěvků hluku, bylo zjištěno, že při rychlosti 10 a 20 km/h se projevuje dominantní hluk především od pohonu kol oproti hluku z odvalování pneumatik. U elektromobilů se vliv hluku z odvalování pneumatik po povrchu začíná projevovat jednoznačně od 30 km/h. U moderních osobních vozidel se spalovacími motory tato měření potvrdila, že se hluk vznikající při odvalování pneumatik po povrchu začíná projevovat při rychlostech mezi 30–35 km/h a u vozidel s dieselovými motory mezi 35–40 km/h.

Ve vyšších rychlostech je hlučnost již záležitostí emisních parametrů povrchu vozovky a ne elektromobilů. V těchto vyšších rychlostech se již logicky smazávají i rozdíly v hlučnosti mezi elektromobily a klasickými vozidly. Emisní parametry nejčastěji používaných povrchů v ČR jsou naměřené v rámci samostatného projektu a budou součástí novelizovaných emisních parametrů povrchů pro výpočet hluku ze silniční dopravy. Takže není třeba měřit hlučnost elektromobilů na jiných površích. Do 30 km/h není rozdíl na jakém povrchu se elektromobil pohybuje. Ve vyšších rychlostech začnou fungovat korekční činitelé vnější hlučnosti stejně u elektromobilu jako u klasického vozidla.

Závislost hlučnosti elektromobilu na sklonu komunikace také není třeba testovat, neboť již v předchozích novelách výpočtů hluku z dopravy jsme testovali a měřili různá vozidla, včetně jejich zatížení, na různých sklonech vozovky a bylo zjištěno, že cca do sklonu 6 % se sklon vozovky na hlučnosti vozidla neprojevuje. V rychlostech nad 30 km/h bude logicky závislost hlučnosti elektromobilů na sklonu vozovky stejná jako u klasických vozidel. Takže známé a již prověřené a funkční koeficienty pro různé sklony vozovky a rychlosti budou fungovat logicky i pro elektromobily. (Poznámka: Měření vnější hlučnosti elektrovozidel v závislosti na sklonu vozovky zvláště v rychlostech do 30 km/h by bylo bez uzavření komunikace technicky nerealizovatelné.)

Co ještě ovlivňuje vnější hlučnost elektromobilů, je jejich pohotovostní hmotnost a použité pneumatiky, zvláště jejich rozměrové poměry.

Na základě výstupů z měření byla ze statistického vzorku dat stanovena pro elektromobily závislost vnější hlučnosti elektromobilů na rychlosti. Bylo provedeno porov-

nání vnější hlučnosti elektromobilů a vozů se spalovacími motory a následně i stanovení a nastavení emisních faktorů osobních elektrovozidel pro implementaci této kategorie do výpočtových metodik hluku z provozu silniční dopravy, především do metodiky CNOSSOS-EU [7,8], jako zvláštní 5. kategorii vozidel, která by mohla být v budoucnu obsazena právě osobními elektromobily.

LITERATURA (PODKLADY)

[1] Ládyš, L. a kol: Elektromobilita. Souhrnná zpráva. Zak. č.: 22.0386-01, EKOLA group, spol. s r.o., červen 2023.

[2] Ládyš, L. a kol: Výpočet hluku z automobilové dopravy, aktualizace metodiky. Manuál 2018, verze 2020.

[3] ČSN EN ISO 11819-2: Akustika – Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk – Část 2: Metoda malé vzdálenosti. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

[4] ČSN ISO 362-1. Měření hluku vyzařovaného jedoucími silničními vozidly – Technická metoda – Část 1: Kategorie M a N. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Květen 2010. 64 s.

[5] ČSN ISO 362-2. Měření hluku vyzařovaného jedoucími silničními vozidly – Technická metoda – Část 2: Kategorie L. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Květen 2010. 44 s.

[6] Předpis Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK OSN) č. 9 – Jednotná ustanovení pro schvalování vozidel kategorie L2, L4 a L5 z hlediska jejich emisí hluku. 10/2017.

[7] KEPHALOPOULOS, S. a M. PAVIOTTI. Common noise assessment methods for Europe (CNOSSOS-EU): Implementation challenges in the context of EU noise policy developments and future perspectives. In: Proceedings of the 23rd International Congress on Sound and Vibration (ICSV23). Athens: International Institute of Acoustics and Vibration, 2016.

ISBN 978-960-99226-3-0.

[8] Směrnice Komise (EU) 2015/996 o stanovení společných metod hodnocení hluku podle směrnice Evropského parlamentu a Rady (2002/49/ES). 5/2015.

[9] Ministerstvo dopravy - Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací - Kapitola 7, Hutněné asfaltové vrstvy, č. j. MD-10079/2023-930/2 ze dne 29. 3. 2023.

[10] Fotodokumentace EKOLA group, spol. s r.o.

EMISE VYBRANÝCH POLYCYKLICKÝCH AROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ V SILNIČNÍM PROVOZU

Ing. Adam Poul | výzkumný pracovník, adam.poul@cdv.cz
Ing. et Ing. Libor Špička | výzkumný pracovník, libor.spicka@cdv.cz
Centrum dopravního výzkumu v.v.i. | Líšeňská 33a, 636 00 Brno | Česká republika

ANOTACE

Příspěvek prezentuje výsledky měření emisí vybraných polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) v reálném silničním provozu. Měření byla zaměřena na osobní automobily, kde byly sledovány emise PAU vázaných na pevné částice u motorů různých koncepcí a emisních kategorií. Odběr vzorků probíhal na měřicí trase rovnoměrně pokrývající městský, mimo městský a dálniční provoz.

ÚVOD

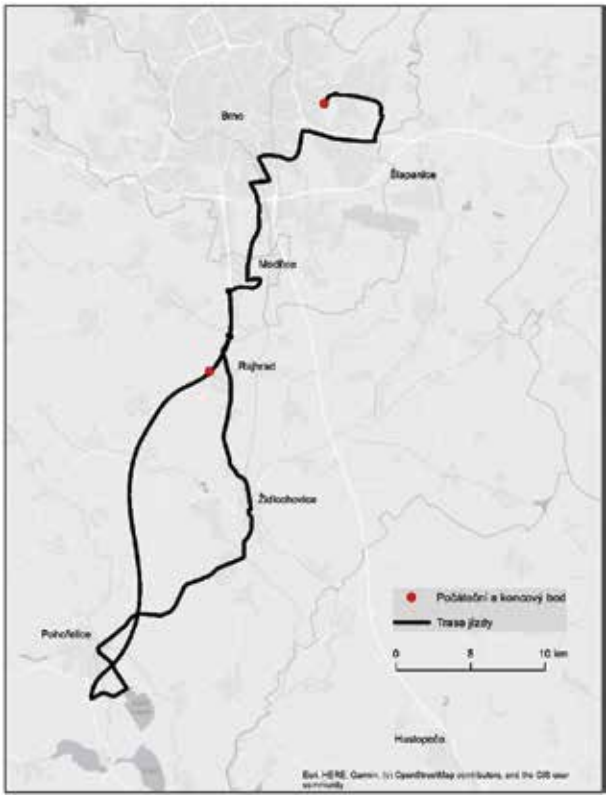
Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) jsou toxické látky, přičemž některé z nich jsou považovány za karcinogenní. Tyto škodlivé látky nejsou dle platných emisních norem pro silniční vozidla žádným způsobem limitovány. Proto byl na vybraném vzorku vozidel proveden unikátní výzkum, a to odběr vzorků PAU navázaných na pevných částicích v reálném provozu.

Ze širokého spektra látek zachycených na filtrech během testovacích jízd v reálném provozu byly podrobněji analyzovány ty, které jsou na základě Aarhuského protokolu o perzistentních organických znečišťujících látkách [1] používány při emisních inventurách dle rámcové úmluvy OSN o změně klimatu a Úmluvy o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států (UNFCCC-CLRTAP). Jedná se o skupinu čtyř látek klasifikovaných jako PAU (benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]pyren a indeno[1,2,3-cd]pyren), které se používají v metodice modelování emisí popsané v příručce EMEP/EEA pro inventarizaci emisí látek znečišťujících ovzduší [1] a také zároveň používané v softwaru COPERT, který se používá k vykazování emisí ze silniční dopravy v souladu s požadavky mezinárodních úmluv, protokolů a právních předpisů EU.

TESTOVACÍ TRASA

Pro zajištění srovnatelnosti jednotlivých výsledků je měření emisí v reálném provozu prováděno na identické trase a stejným řidičem. Zvolená trasa splňuje požadavky tzv. RDE cyklu, který je definován souborem požadavků na testovací trasu a mezních podmínek, uvedených v Nařízení komise (ES) č. 2017/1151 [1].

V Brně a okolí se jako nejvhodnější ukazuje trasa Brno – Pohořelice – dálnice D52, viz obr. 1.. Délka celé trasy je 65,7 km. Podíl městského, mimo městského a dálničního provozu je 40,2 : 30,2 : 29,6 % (dle pravidel RDE je povolena 10% odchylka od 1/3 celkové délky trasy, přičemž podíl městské jízdy musí mít minimálně 29 %). Tomu odpovídají podíly ujeté vzdálenosti cca 27,1 : 19,5 : 19,1 km. Do městského provozu spadá jízda rychlostí nižší nebo rovnou 60 km·h^{-1}. Mimoměstský provoz je charakteristický rychlostí vyšší než 60 km·h^{-1} a zároveň nižší nebo rovnou 90 km·h^{-1}. Rychlosti nad 90 km·h^{-1} spadají do dálničního provozu. Průměrná rychlost v městském provozu, se zahrnutím zastávek, by se měla pohybovat v rozmezí od 15 do 40 km·h^{-1}. Zastávky by měly tvořit 6–30 % jízdy po městě, přičemž několik zastávek by mělo být delších než 10 s. V dálničním provozu musí být zajištěno pokrytí rychlostí od 90 do 110 km·h^{-1}. Rovněž je vyžadována minimálně 5minutová jízda rychlostí vyšší než 100 km·h^{-1}. Celková doba jízdy bez zastávek se pohybuje na uvedené trase v průměru okolo 67 minut v závislosti na okolním provozu. U cyklu jsou rovněž definovány požadavky na terénní profil trati. Výškový rozdíl mezi začátkem a koncem trasy je cca 65 m (dle pravidel RDE je povolen rozdíl 100 m). Kumulativní pozitivní nárůst nadmořské výšky je přibližně 650 m na 100 km (dle RDE hodnota musí být nižší než 1200 m na 100 km).



Obr. 1: Testovací trasa

MĚŘÍCÍ A LABORATORNÍ VYBAVENÍ

Měřicí trasa a průběh testovacích jízd jsou analyzovány s využitím dat získaných GPS data loggerem Racelogic VBOX 3i doplněným tříosým gyroskopem Racelogic IMU 04, nainstalovanými v testovaném vozidle. Parametry z řídicí jednotky jsou načítány pomocí přístroje OBDLink MX.

Měřená data se bezdrátově přenáší do přenosného počítače umístěného ve vozidle a zaznamenávají v programu OBDwiz. U OBD dat je především sledován průběh zatížení motoru.

Měření emisí se provádí s využitím mobilního měřicího zařízení (viz obr. 2). Mobilní zařízení se připojuje za automobil pomocí běžného tažného zařízení. Při vlastním měření jsou výfukové plyny z jímány do měřicího úseku V zadní části měřicího úseku je izokineticky odebírán reprezentativní vzorek výfukových plynů pomocí patentované dvoudílné izokinetické sondy pro emisní měření. Vzorek prochází přes filtr ze skleněných vláken (záchyt PM pro stanovení PAU) a po vysušení je rozdělován do tří tedlarových vaků podle zvolených jízdních režimů (pro analýzy dalších polutantů).

Obr. 2: Mobilní měřící zařízení

Pro záchyt pevných částic z výfukových plynů a stanovení koncentrací PAU jsou používány filtry ze skelných mikrovláken (Whatman) o průměru 37 mm. Z filtru jsou vyextrahovány organické látky do dichlormetanu (Chromservis) v extraktoru SER 158 (VELP Scientifica). Tento extrakt je poté zakoncentrován na objem 1 ml v zařízení TurboVap II (Biotage). Po zakoncentrování je extrakt přečištěn hexanem a dichlormetanem (Chromservis) na chromatografické skleněné koloně naplněné aktivovaným silikagelem (Sigma-Aldrich), převeden do toluenu (Chromservis) a znovu zakoncentrován na objem 1 ml. V takto zakoncentrovaném extraktu je stanovena koncentrace PAU na plynovém chromatografu GC Agilent 78908B vybaveném autosamplerem Agilent 7693A a hmotnostním detektorem MS/MS/QQQ Agilent 7010 (Agilent Technologies). Jako nosný plyn slouží helium o čistotě 6.0 (SIAD). Separace analytů v plynovém chromatografu probíhá na kapilární koloně DB-EUPAH (Agilent Technologies) o délce 2x15 metrů se zpětným proplachem druhé kolony po ukončení analýzy při teplotním programu optimalizovaném pro stanovení PAU.

SROVNÁNÍ EMISÍ VYBRANÝCH POLYCYKLICKÝCH AROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ OSOBNÍCH VOZIDEL V SILNIČNÍM PROVOZU

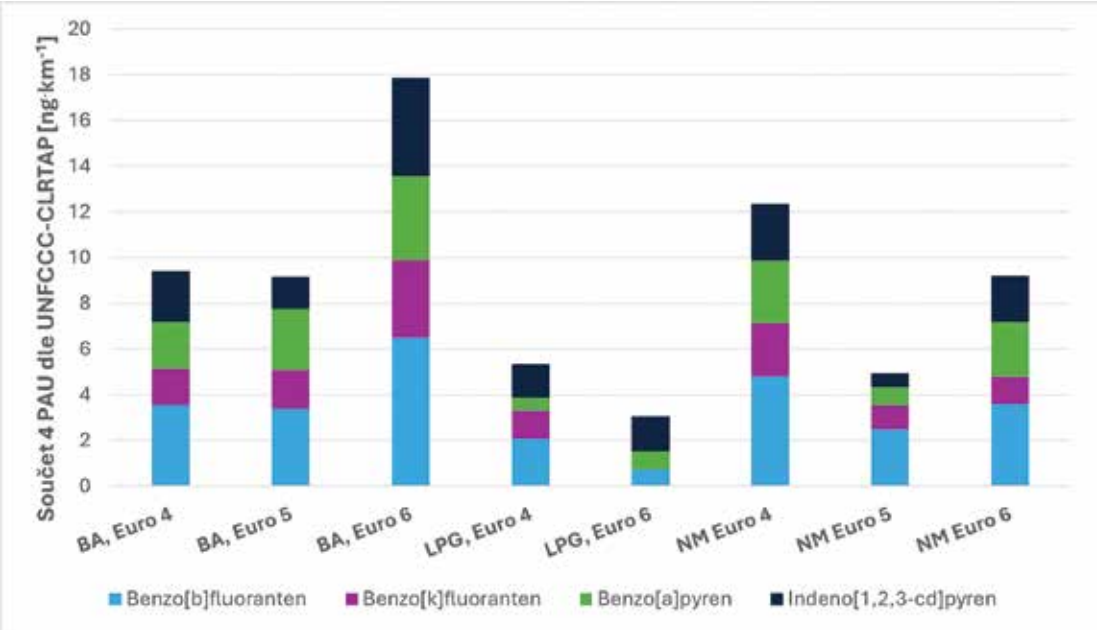
Vzorek testovaných vozidel zahrnoval zážehové (benzínové – BA) a vznětové (naftové – NM) motory s přímým i nepřímým vstřikováním paliva včetně motorů uzpůsobených na spalování alternativního paliva LPG. Pohony na LPG jsou vždy duálního typu a vozidla s tímto pohonem lze provozovat na benzín nebo LPG. Testovaná vozidla byla bez závad, v dobrém technickém stavu, který odpovídal jejich proběhům, což bylo prokázáno také kontrolou řídicích jednotek a rozbory otěrových kovů ve vzorcích motorových olejů. Konkrétněji jsou v něm obsažena vozidla členěná do následujících emisních kategorií:

– Euro 4: BA – 1 osobní automobil, najeto 135,3 tis. km,
BA a LPG – 3 osobní automobily, najeto 217,9–292,6 tis. km,
NM – 2 osobní automobily, najeto 100,6-322,9 tis. km.

– Euro 5: BA – 3 osobní automobily, najeto 124,0–212,1 tis. km,
NM – 1 osobní automobil, najeto 72,5tis. km.

– Euro 6: BA – 4 osobní automobily, benzín, najeto 29,2–103,2 tis. km,
BA a LPG – 1 osobní automobil, najeto 6,5 tis. km,
NM – 3 osobní automobily, najeto 22,3–68,9 tis. km.

Výsledné průměrné emisní faktory PAU vázaných na částice u vozidel v členění podle emisní kategorie Euro a typu pohonu za celý jízdní cyklus (RDE), respektive jejich relativní srovnání, je patrné z grafu 1.



Graf 1: Sumární emisní faktory 4 PAU dle UNFCCC-CLRTAP

U testované skupiny vozidel dosahovala nejvyššího emisního faktoru PAU benzínová (BA) vozidla emisní kategorie Euro 6 a to téměř dvojnásobného než emisní kategorie BA, Euro 4 a 5. Tento jev může být pravděpodobně zapříčiněn tím, že testovaná vozidla se zážehovými motory z emisní kategorie Euro 6 disponovala motorem s přímým vstřikováním paliva a zároveň vozidla s vysokými emisemi PAU nebyla vybavena filtry pevných částic (GPF). Tato kombinace obecně způsobuje u motorů spalující benzín vyšší tvorbu pevných částic a zároveň emisí PAU, které se na pevné částice vážou.

Pokud porovnáme paliva benzín (BA) a LPG u zážehových motorů, zjistíme zásadně nižší emisní faktor PAU u LPG. U emisní normy Euro 4 byla zjištěna téměř dvakrát menší hodnota emisního faktoru PAU. LPG vozidla Euro 6 měla průměrný emisní faktor o dalších 43 % nižší než LPG vozidla Euro 4. Z mnoha studií (např. [1]) vyplývá fakt, že vzhledem k lepšímu odpařování LPG by měl mít zážehový motor (za stejných podmínek a při správné implementaci systému dávkování LPG do motoru) nižší nejen emise PAU, ale i ostatní limitované škodlivé látky. Naše měření emisí v reálném provozu toto tvrzení potvrzuje.

Vysoký emisní faktor PAU u naftového (NM) pohonu v emisní kategorii Euro 4 je pravděpodobně zapříčiněn absencí filtru pevných částic (DPF) u absolutní většiny vozidel této emisní normy. U emisní normy Euro 5 je znatelný pokles, a to více než dvojnásobný v důsledku povinné výbavy vozidel s naftovým pohonem systémem DPF. Výsledek ovšem může být zkreslen jediným vzorkem v dané kategorii. U skupiny vozidel Euro 6 byl zjištěn emisní faktor 4 PAU o 25 % nižší než u vozidel kategorie Euro 4.

ZÁVĚR

Automobily vybavené filtrem pevných částic se zážehovými motory dosahovaly nižších sumárních emisních faktorů 4 PAU. Totéž bylo zjištěno, pouze s jednou výjimkou i u vozidel se vznětovými motory. Je proto důležité, aby provozovaná vozidla, která jsou z výroby vybavena filtry pevných částic, měla tyto filtry v dobrém funkčním stavu. Tento fakt ukazuje na důležitost důsledného a zodpovědného provádění emisních kontrol ve stanicích měření emisí a potřebnost kontrol vozidel v provozu, které bude provádět Inspekce silniční dopravy.

Z prezentovaných výsledků měření emisí v reálném provozu je patrná určitá disproporce výsledků nelimitovaných složek emisí ve srovnání s očekávaným vývojem (zpřísňováním) emisních norem Euro. Je třeba mít na paměti, že se jednalo zatím o malý pilotní vzorek vozidel. Je potřeba v daném výzkumu dále pokračovat a postupně rozšiřovat vzorek testovaných vozidel, aby byl zajištěn reprezentativní, statisticky významný vzorek vozového parku provozovaného na našem území

LITERATURA

[1] Protocol to the 1979 convention on long-rangy transboundary air pollution on persistent organic pollutants. Aarhus: UNECE, 1998. Dostupné z: https://unece.org/environment-policy/air/protocol-persistent-organic-pollutants-pops.

[2] Ntziachristos, L., 2021. Air pollutant emission inventory guidebook 2019. European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019.

[3] Nařízení komise (ES) č. 2017/1151 ze dne 1. června 2017 kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 715/2007 o schvalování typu motorových vozidel z hlediska emisí z lehkých osobních vozidel a z užitkových vozidel (Euro 5 a Euro6) a z hlediska přístupu k informacím o opravách a údržbě vozidla, mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/46/ES, nařízení Komise (ES) č. 692/2008 a nařízení Komise (EU) č. 1230/2012 a zrušuje nařízení Komise (ES) č. 692/2008. In: *Úřední věštník*. Evropská unie, 2017, ročník 60, L175.

[4] ŠPIČKA, Libor, Adam POUL, Jiří HUZLÍK, Martina BUCKOVÁ, Jitka HEGROVÁ a Roman LIČBINSKÝ, 2024. Comparison of high mileage LPG cars in different technical condition in Czechia: Particle-bound PAHs. *Atmospheric Environment:* X [online]. 23 [cit. 2024-09-12]. ISSN 25901621. Dostupné z: doi:10.1016/j.aeaoa.2024.100294

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva dopravy v rámci programu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

PROFILY FIREM – PARTNEŘI A VYSTAVOVATELÉ

ABM Mosty s.r.o.

	V Celnici 1031, 110 00 Praha 1
	Ing. Pavel Bulejko
	mosty@abmeurope.com
	+420 777 226 293
	www.abmmosty.eu

ABM Mosty je zavedená a úspěšná stavební společnost s působivou historií desítek úspěšně realizovaných zakázek. ABM Mosty se specializuje na návrh a realizaci prefabrikovaných mostních konstrukcí pro širokou škálu klientů včetně státních investorů, generálních dodavatelů staveb nebo developerských společností. Jsme pověstní navrhováním inovativních řešení pro komplikované zadání zakázek silniční a železniční infrastruktury. Divize ABM Mosty operuje v regionu východní Evropy, tedy především v České republice, na Slovensku, v Polsku a Pobaltí, Maďarsku, Rumunsku a Bulharsku.

ACO Stavební prvky spol. s r.o.

	Pávov 141, 586 01 Jihlava
	Mgr. Kateřina Brázdová
	brazdova@aco.cz
	+420 725 210 634
	www.aco.cz

Skupina ACO je globální rodinná firma, která je jedním z lídrů světového trhu v segmentu „Water-Tech“. Společnost byla založena ve Šlesvicku-Holštýnsku v roce 1946 a působí jako nadnárodní síť ve více než 50 zemích. Díky ACO odvodňovacím systémům, které respektují vodní cyklus, je možné vodu nejen shromažďovat, odvádět, čistit a zadržovat, ale nakonec ji i znovu využít. Tímto způsobem ACO přispívá k zachování čisté podzemní vody jako životně důležitého zdroje.

ALGON, a.s.

	Tršnická 3, 350 02 Cheb
	Veronika Lachmanová
	veronika.lachmanova@algongabiony.cz
	+420 777 762 016
	www.algon-eshop.cz

Gabionové stavby provádíme od roku 1992, v tomto oboru máme velmi bohaté zkušenosti. Vyvinuli jsme gabionový drátěný program s ochranou známkou a jsme jeho výhradním výrobcem. Díky špičkové technologii výroby a vysoké kvalitě žárově zinkovaného drátu, ze kterého se drátěný program ALGON® vyrábí, zaručujeme kvalitu a dlouhou životnost.

AMBERG Engineering Brno, a.s.

	Ptašinského 10, 602 00 Brno
	Ing. Lumír Kliš
	amberg@amberg.cz
	+420 732 395 995
	www.amberggroup.com/amberg-czech

Projekční, inženýrská a konzultační společnost poskytující komplexní služby v oboru geotechnických, tunelových a vodohospodářských staveb. Jsme členem skupiny Amberg Group s více než 30letou tradicí na českém i mezinárodním trhu.
Pro zvládnutí náročných projektů z oblastí podzemních staveb, speciálního zakládání, sanací sesuvů, rekonstrukcí tunelů nebo z oblasti odvodnění a kanalizací nejen dopravních staveb, tvoří náš tým inženýři ze širokého spektra oborů s autorizacemi pro geotechniku, statiku a dynamiku staveb, mosty a inženýrské konstrukce a vodohospodářské stavby. Disponujeme oprávněním k projektování objektů a zařízení pro činnost prováděnou hornickým způsobem. Jme také odborným znalcem pro posuzování stability podzemních objektů a dalších prostor prováděných hornickým způsobem.
Díky silnému zázemí skupiny AMBERG Group disponuje naše společnost know-how získanými spoluprací na největších tunelových stavbách světa. Díky zkušenostem a inovativnímu přístupu jsme připraveni na ty nejnáročnější projekty a výzvy, které se v našem oboru mohou vyskytnout.

ArtepGeo s.r.o.

	Radlická 2485/103, 150 00 Praha 5
	Gabriela Pospíšilová
	info@artepgeo.cz
	+420 725 346 761
	www.artepgeo.cz

Pro své klienty poskytuje ArtepGeo s.r.o. komplexní geotechnické, geologické a hydrogeologické služby, včetně geotechnického a hydrogeologického monitoringu a ekologického dozoru. Tým odborných pracovníků disponuje bohatými zkušenostmi s realizací všech typů pozemních a podzemních staveb v oblasti silniční dopravní infrastruktury. Působnost je zajištěna po celé České republice v rámci dvou poboček se sídlem v Praze a v Ostravě.

AŽD Praha s.r.o.

	Žirovnická 3146/2, Záběhlice, 106 00 Praha 10
	Patrik Reiniš
	reinis.patrik@azd.cz
	+420 702 209 888
	www.azd.cz

Největší český výrobce a dodavatel řídicí, zabezpečovací, telekomunikační a informační techniky v oblasti dopravy. Stabilní společnost působící na trhu více než 70 let má 1 908 zaměstnanců.

DODÁVKY ZAMĚŘENY NA OBLAST:
- Kolejové dopravy
- Silniční dopravy
- Telekomunikace
- Systémy pro řízení metra

KOMPLEXNOST SLUŽEB:
- Analýza
- Vlastní výzkum a vývoj
- Projekce
- Výroba (vlastní průmyslová výroba a kooperace)
- Montáž (montážní závody v ČR i zahraničí)
- Záruční servis
- Možná demontáž po uplynutí životnosti výrobku

SYSTÉMY A TECHNOLOGIE PRO SILNIČNÍ DOPRAVU:
- Řešení pro městskou a meziměstskou dopravu
- Řešení pro dopravu v tunelech
- Řešení pro veřejné osvětlení
- Dětská dopravní hřiště

BIGUMA BOHEMIA, s.r.o.

	Bratislavská 2808, 690 02 Břeclav
	office@biguma.cz
	+420 519 325 335
	www.biguma.cz

Specializujeme se na dodávku prvotřídních materiálů pro výstavbu, opravy a údržbu asfaltových a betonových komunikací. Naším cílem je navrhnout optimální řešení pro každý projekt. Kvalita produktů, spolehlivost a rychlost dodání jsou pro nás klíčové.
Na trhu působíme od roku 2001, přičemž od počátku spolupracujeme s německou společností dga, výrobcem značek:
BIGUMA® - zastřešuje skupinu speciálně navržených asfaltových hmot pro různé účely použití,
PROXAN® – dvousložkové hmoty na bázi polysulfidů, které jsou odolné vůči PHM, ropným produktům a solím, Colzumix®- adhezní nátěry pro všechny produkty BIGUMA®.
Naše produkty jsou dlouhodobě ověřené v praxi a zaručují úspěch projektů.

Budimex SA, odštěpný závod Česko

	Českobrodská 1174, 198 00 Praha
	Diana Zyglewska
	diana.zyglewska@budimex.pl
	+48 507 501 769
	www.budimex.pl/en

BUDIMEX SA is a company with over fifty years of tradition that has a significant contribution to the economic development of Poland. During its 56 years of existence, the company has completed thousands of modern infrastructure, building and industrial investments. The Budimex Group employs over 7,000 people and cooperates with over 15,000 subcontractors and suppliers of raw materials and construction materials. The culture of innovation, improvement and adherence to the principles of sustainable development have allowed it to become a leader in the Polish construction market. It is present not only on the Polish market, but also abroad: in the Czech Republic, Germany, Latvia and Slovakia.

CAMEA Technology, a.s.

	Karásek 2290/1m, 621 00 Brno - Řečkovice
	Renáta Özmez
	r.ozmez@camea.cz
	+420 605 237 250
	www.camea.cz

Společnost CAMEA Technology je světovým leadrem v oblasti inteligentních telematických systémů pro monitorování dopravy.
Nabízí inovativní řešení pro měření úsekové, okamžité rychlosti a vysokorychlostního vážení.
Svým klientům nabízí individuální přístup a vytvoření řešení dle jejich přání a potřeb.

CBSG s.r.o.

	Na Americe I 282, Nové Jirny, 250 90 Jirny
	Radek Suk
	rsuk@cbsg.cz
	+420 604 155 860
	www.cbsg.cz

CBSG – Czech Business and Services Group nabízí komplexní a profesionální zajištění zemních prací technikou, vybavením i obsluhou. Zajistíme vám koupi vozu TATRA včetně odborného poradenství při výběru. Naše portfolio zahrnuje kvalitní servis a údržbu vozů TATRA. Umíme řešit údržbu silnic a vybavení technických služeb díky unikátnímu způsobu pronájmu techniky.
Naše hodnoty jsou profesionalita a odbornost, dlouhodobá spolupráce, individuální přístup a moderních technika i technologie. Za společností stojí třicetileté zkušenosti s prodejem, servisem a pronájmy těžké stavební a důlní techniky.

CIUR a.s.

příroda. technologie. odpovědnost.

	Pražská 1012, 250 01 Brandýs nad Labem
	info@ciur.cz
	www.ciur.cz

Od svého založení v roce 1991 patří česká rodinná firma CIUR a.s. ke světovým lídrům v oblasti výroby celulózových vláken na bázi recyklovaného papíru.
V portfoliu CIUR a.s. je více než 60 druhů výrobků, pro mnoho rozličných odvětví. Od zdravé foukané izolace Climatizer Plus, která je považována za základ výroby, se firma dopracovala k ostatním produktům na bázi rozvlákňování druhotné suroviny z papíru. Celulózová vlákna mohou nahradit azbestová vlákna, čehož využil automobilový průmysl a začal vyrábět brzdové destičky s příměsí naší suroviny. Celulózová vlákna zlepšují vlastnosti silničních asfaltových směsí. Nejrozšířenějším výrobkem v oblasti silničního stavitelství je S-CEL 7G, který primárně slouží jako stabilizační přísada pro asfaltové směsi typu SMA. Nástřiky na bázi celulózy zlepšují akustiku v prostoru nebo jej lze uplatnit v oblasti ochrany památek k jejich odsolování. Z recyklovaných směsí lze vyrobit ekologické stelivo pro domácí mazlíčky nebo substráty pro zdravé výživné klíčky rostlin. CIUR dokáže nahradit v náročných filmových scénách světoznámých filmů i sníh.
Akciová společnost má vlastní Aplikační středisko, které se zabývá zateplováním foukanými izolacemi.
Součástí akciové skupiny je i divize TZB, která se zabývá prodejem a montáží klimatizací a tepelných čerpadel.

COLAS CZ, a.s.

30 let v České republice

	Rubeška 215/1, 190 00 Praha 9
	Ing. Andrea Špačková
	andrea.spackova@colas..cz
	+420 725 239 733
	www.colas.cz

Společnost Colas CZ je již 30 let významným hráčem na českém trhu v oblasti dopravního stavitelství. Jako generální dodavatel se specializujeme na širokou škálu stavebních činností a zaměstnáváme na 1300 odborníků ve svém oboru. Hlavní činnosti společnosti zahrnují kompletní výstavbu, rekonstrukce a opravy pozemních komunikací, od dálnic a silnic až po městské komunikace, cyklostezky a zpevněné plochy. V oblasti železniční dopravy se věnujeme výstavbě, rekonstrukci a údržbě železničních a tramvajových tratí. Máme rovněž bohaté zkušenosti s výstavbou a rekonstrukcí mostních objektů jak v silničním, tak v železničním stavitelství. Colas CZ disponuje vlastními kapacitami pro těžbu kamene a výrobu drceného kameniva. Specializujeme se na výrobu a pokládku asfaltových směsí, včetně horkých asfaltových směsí a modifikovaných asfaltových pojiv. Colas CZ provozuje také vlastní nezávislou zkušební laboratoř, která zajišťuje vysokou kvalitu všech prováděných prací. S 30letou tradicí na českém trhu a širokým portfoliem služeb je Colas CZ spolehlivým partnerem pro realizaci náročných projektů v oblasti dopravního stavitelství.

CS road construction s.r.o.

	Bělehradská 858/23, Vinohrady, 120 00 Praha
	Daniel Balla, DiS.
	balla@csroad.cz
	+420 608 848 519
	www.csroad.cz

Firma CS road construction s.r.o. působí na trhu již 10 let.
Naší hlavní činností je výkon technického dozoru a komplexní správa a řízení dopravních staveb dle standardů FIDIC. Máme tým kvalitních odborníků se zkuše

nostmi v oboru jak silničních a mostních staveb, včetně ocelových konstrukcí a PKO, tak i pro podpůrné činnosti jako řízení kvality, inženýring a zpracování ZBV.
Od roku 2020 disponujeme také výrobní divizí, která se zabývá výstavbou a údržbou menších dopravních staveb.

Česká silniční společnost z.s.

	Novotného lávka 200/5, 110 00 Praha 1
	Tomáš Vacek
	t.vacek@silnicnispolecnost.cz
	+420 774 822 358, +420 221 082 292
	www.silnicnispolecnost.cz

Česká silniční společnost z.s. je dobrovolná, odborná a nezávislá organizace inženýrů, techniků, studentů, dělníků a ostatních odborníků silničního hospodářství s působností na území Čech, Moravy a Slezska. Těžištěm činností České silniční společnosti z. s. je práce poboček a odborných sekcí. V odborných sekcích jsou sdruženi odborníci z různých pracovišť z celé republiky. Jejich činnost spočívá především v pořádání odborných akcí jako jsou konference, semináře nebo firemní prezentace. V jejich řadách jsou naši přední odborníci, kteří buď jako členové nebo jako korespondenti pracují také ve výborech světové silniční organizace PIARC. Česká silniční společnost z. s. vydává časopis Silniční obzor.

DELTABLOC CZ o.z. Delta Bloc Deutschland GmbH

	Palác Chicago, Národní 58/32, 110 00 Praha 1
	Tadeáš Kopeček
	tadeas.kopecek@deltabloc.cz
	+420 602 329 811
	www.deltabloc.cz

Společnost DELTABLOC®, založená v roce 2000 v Rakousku, je přední světový výrobce betonových a ocelových silničních záchytných systémů a moderních protihlukových systémů. Po více než 20 let se každý den snažíme vytvářet bezpečnější prostředí pro uživatele pozemních komunikací. Jsme jediná společnost v sektoru s tak rozsáhlými odbornými znalostmi a impozantním portfoliem sahajícím od trvalých a dočasných svodidel až po protihlukové systémy a ocelová svodidla. Máme několik poboček v Evropě a Jihoafrické republice, licenční partnery po celém světě a naše záchytné systémy byly nainstalovány ve více než 45 zemích. Díky značkám DELTABLOC®, STEELBLOC®, PHONOBLOC® a CITYBLOC® společnost DELTABLOC® neustále posouvá hranice v oblasti pasivní bezpečnosti silničního provozu a ochrany před hlukem.
Naším inovativním produktem, který aktuálně na českém trhu nabízíme, jsou svodidla s integrovanou protihlukovou stěnou řady NBF.
Mezi jeho základní výhody patří absence kotvení, nenarušuje tedy povrch vozovky. Uživateli je ponechána svoboda volby protihlukových absorberů, které mohou, ale nemusí být součástí produktu. Modulární konstrukce umožňuje, svodidla s integrovanou PHS rozebrat, přemístit a na novém místě opět instalovat. Výhodou je i pružný přístup ke konkrétnímu projektu, kdy lze produkt dodat kompletně na klíč včetně instalace či do různé míry využít výrobní či jiné schopnosti klienta a optimalizovat tak ekonomické časové či technické požadavky. Produkt má předem zpracovanou statiku.

Doprastav, a.s.

	Drieňová 27, 826 56 Bratislava, SK
	doprastav@doprastav.sk
	+421 248 271 276
	www.doprastav.sk

Akciová spoločnosť Doprastav, a.s. sa zaraďuje medzi najúspešnejšie slovenské stavebné spoločnosti. V oblasti stavebníctva pôsobí už viac ako 70 rokov. Komplexnosť dodávky stavebného diela spočíva nielen v jeho realizácii, ale aj dodávke projektu a inžinieringu. Predmetom činnosti spoločnosti je komplexná dodávka stavebných objektov a prác vo všetkých segmentoch stavebníctva:
- Diaľnice a cesty
- Mosty
- Železnice a koľajové stavby
- Podzemné stavby
- Pozemné stavby
- Priemyselné stavby
- Vodohospodárske diela a ekologické stavby

DOPRAVOPROJEKT Ostrava a.s.

	Masarykovo nám. 5/5, 702 00 Ostrava
	Ing. Martin Vilč
	m.vilc@dpova.cz
	www.dpova.cz

DOPRAVOPROJEKT Ostrava je projekční, inženýrská a konzultační firma, se specializací a zkušenostmi při výstavbě a rekonstrukcích dálniční a silniční sítě, v projektování dopravní sítě měst, v řešení problematiky v oboru dopravního inženýrství a vodohospodářských staveb. Zpracovatel několika pilotních projektů v BIM se zavedeným CDE prostředím pro každodenní interní i externí spolupráci.

EDIP s.r.o.

	Pařížská 1230/1, 301 00 Plzeň
	Jana Bartošová
	edip@edip.cz
	+420 606 753 540
	www.edip.cz

EDIP s.r.o. je česká dopravně inženýrská firma.
V týmu odborníků již od roku 2003 zajišťujeme komplexní služby v oboru dopravního inženýrství.
Zabýváme se analýzou nehodových lokalit včetně návrhů opatření, provádíme bezpečnostní inspekce a zpracováváme audity bezpečnosti. Provádíme a vyhodnocujeme dopravní průzkumy (podílíme se celostátních sčítání dopravy). Posuzujeme kapacitu pozemních komunikací včetně všech druhů křižovatek. Modelujeme zatížení komunikační sítě (máme dopravní model celé ČR do podrobnosti silnic III. třídy, nabízíme i interaktivní modely měst a krajů ve webovém prostředí.
Věnujeme se i výzkumu, v národních projektech vyvíjíme a zpracováváme technické podmínky (TP188, TP189, TP225) a certifikované metodiky schvalované Ministerstvem dopravy ČR. Jsme členem konsorcií výzkumných projektů financovaných Evropskou unií.
Vyvíjíme a prodáváme dopravně inženýrský online software pro projektanty, dopravní inženýry, úřady apod. k využití na kapacitní posouzení všech druhů křižovatek, na výpočet a prognózu intenzit dopravy, na výpočet rozhledových trojúhelníků nebo na stanovení počtu parkovacích míst.

Egoé noba s.r.o.

	Vazová 2143, 688 01 Uherský Brod
	Bc. Tomáš Vydra
	vydra@egoenoba.cz
	+420 725 581 711
	www.egoenoba.cz

Společnost Egoé noba je výrobcem protihlukových panelů noba. Ty vznikají ze starých pneumatik a nabízí řešení pro každou situaci.
Hlavní předností jsou maximální funkčnost, rychlá montáž, možnost výtvarného začlenění do okolí a v neposlední řadě ohleduplnost k životnímu prostředí.
Dekory našich panelů přirozeně zapadnou do příměstského prostředí, ale i do volné krajiny.
Naše protihlukové panely jsou lehké, skladné, proto se dají úsporně dopravit na místo.
Na panelu lze vytvořit textové nápisy nebo téměř jakékoliv motivy.

EKOLA group, spol. s r.o.

	Mistrovska 558/4, 108 00 Praha 10
	Ing. Libor Ládyš
	ekola@ekolagroup.cz
	+420 602 375 858, +420 274 784 927
	www.ekolagroup.cz

Řešení životního a pracovního prostředí. Zpracování akustických studií, včetně návrhů opatření, jejich výroby a realizací, studií osvětlení, oslunění, provádění monitoringů, hlukového mapování, GIS, BIM, dokumentací, posudků EIA, SEA, vyhodnocení vlivů na udržitelný rozvoj, biologických průzkumů. Služby v územním, stavebním řízení.
Měření hluku, unikátní dálkově vyhledávání zdrojů hluku, měření hlučnosti povrchů metodou CPX, SPB, vložného útlumu bariér a jejich akustických parametrů in situ, měření světla, prachu, vibrací, ovzduší a mikroklimatu. Měření jsou akreditována. Řešení prostorové a stavební akustiky.
Práce na výzkumných projektech. Dodávky zvukoměrné techniky NORSONIC, RION, akustické kamery, hlukových softwarů CADNA A, CADNA B, CADNA R. Výrobce systému CANOS pro měření hluku vozidel v STK s certifikací MD ČR.

FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s.

	Mlýnská 68, 602 00 Brno
	Ing. Pavel Borek
	firesta@firesta.cz
	+420 543 532 231, +420 543 532 233
	www.firesta.cz

FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s. je významnou společností dopravního stavitelství, která působí na českém a evropském trhu od roku 1990.
Oborové zaměření: stavby, rekonstrukce a opravy silničních a železničních mostů, výroba ocelových konstrukcí a mostů, předpínání a statické zesilování konstrukcí, synchronní zvedání a spouštění mostů, stavby železničního svršku a spodku, silniční stavby, vodohospodářské stavby a inženýrské sítě, pozemní a průmyslové stavby, sanace betonových konstrukcí, chemické a vakuové injektáže, hydroizolace, montáž provizorních mostů a pomocných konstrukcí, speciální zakládání, výroba asfaltových směsí a pokládka živičných povrchů.
Regionální odštěpné závody jsou v Praze, Ostravě a Plzni.

First information systems, s.r.o.

	Kalvodova 2, 709 00 Ostrava - Mariánské Hory
	Klára Lajdová
	lajdova@firstis.eu
	+420 775 851 930
	www.firstis.eu/cs/

First information systems byla založena roku 1993 a od toho času jsme největší dodavatelé a specialisté na vývoj a implementaci stavebního softwaru, aplikací a ERP systému. Nabízíme vlastní produkty i kvalitní řešení našich partnerů. Působíme v České republice i na Slovensku. Mezi naše vlastní produkty patří: RSV a Buildary.online. Jsme dlouholetými partnery společnosti Asseco Solutions, a.s., jejíž Helios iNuvio prodáváme a doplňujeme o vlastní moduly jako jsou půjčovna, workflow, web portál, dílny apod.

Frekomos s.r.o.

	Železničního vojska 1381, 757 01 Valašské Meziříčí 1
	Jiří Petřek
	petrek@frekomos.cz
	+420 724 714 400
	www.frekomos.cz

Společnost FREKOMOS s.r.o., založená v roce 1994, je ryze česká firma s působností po celé ČR a v zemích EU, s dceřinými společnostmi na Slovensku a v Chorvatsku. Specializuje se na klíčové technologie, jako je recyklace za horka, recyklace za studena, frézování vozovek a zlepšování zemin. Díky těmto inovativním postupům přispívá ke snižování odpadu a ochraně přírodních zdrojů.

GEFOS a.s.

	Kundratka 17, 180 82 Praha 8
	gefos@gefos.cz
	www.gefos.cz

Firma GEFOS a.s. se řadí mezi největší firmy v oboru geodézie a prodeje geodetických přístrojů v ČR.
V oblasti služeb firma Gefos zajišťuje komplexní geodetické činnosti, velmi přesná průmyslová měření, projekci pozemních staveb a 3D skenování. V rámci dopravních staveb provádíme veškeré geodetické činnosti pro přípravu staveb (majetkoprávní vypořádání, podklady pro projekty), jejich realizaci (vytyčování, zaměřování, snímkování drony, 3D skenování, výpočty kubatur, přípravu modelů pro řízení stavebních strojů, dílenské kontroly mostních konstrukcí), dokumentaci skutečného provedení (vč. zpracování modelů pro BIM a výstupů pro DTM) a monitoring stavebních konstrukcí.

V oblasti prodeje měřické techniky je GEFOS již více než 29 let obchodním zastoupením švýcarského výrobce Leica Geosystems AG. Nabízíme špičkové totální stanice, GNSS stanice, nivelační systémy, detektory podzemních vedení a další měřické přístroje, samozřejmě včetně školení, podpory a autorizovaného servisu.

HBH Projekt spol. s r.o.

	Kabátníkova 216/5, 602 00 Brno
	hbh@hbh.cz
	+420 549 123 411
	www.hbh.cz

Projekční, inženýrská a konzultační společnost s více než 30letou tradicí poskytuje komplexní služby v oboru dopravně inženýrských staveb. Společnost se specializuje na celoživotní cyklus infrastrukturních staveb, především projekční přípravu dálnic, silnic, mostů, tunelů a souvisejících přeložek inženýrských sítí, přičemž klade důraz na využívání moderních technologií, včetně metody BIM. Pro prezentace staveb vyhotovuje animace a vizualizace navrhovaných tras.
Společnost připravuje projekty prioritně pro státní investorské organizace a zajišťuje jejich projednání v územních a stavebních řízeních s cílem získat všechna potřebná rozhodnutí pro realizaci staveb a zajistit majetkoprávní vypořádání pro budoucí výstavbu.
Ve fázi přípravy staveb zpracovává dokumentaci EIA včetně přírodovědných průzkumů, dopravně inženýrských průzkumů a posudků, bezpečnostních auditů a expertíz. V realizační fázi zajišťuje autorský, technický a ekologický dozor stavebníka a spolupracuje se zhotoviteli při výstavbě, zprovoznění, monitoringu a kolaudaci staveb.

HEINTZMANN Traffic Systems GmbH

	Bessemmerstrasse 80, 44793 Bochum, DE
	Mgr. Dagmar Poláchová obchodní zástupce pro Českou republiku
	dagmar.polachova@seznam.cz
	+420 607 061 861
	www.heintzmann.eu

Společnost HEINTZMANN Traffic Systems GmbH se zaměřuje na výrobu a dodávky silničních záchytných systémů. Do České republiky dodává především lehce rozebíratelná svodidla typu Vario-Guard MUF nebo Duo-Rail a otevírací svodidlové systémy Gate-Guard a DUO-GATE Double, vše v úrovni zadržení H2.
Nabízíme také inovativní řešení směrování dopravy pomocí metody závorových systémů.
Společnost HEINTZMANN Traffic Systems GmbH je součástí holdingu HEINTZMANN Group.

HOCHTIEF CZ a.s.

	Plzeňská 16/3217, 150 00 Praha 5
	Michal Talián
	michal.talian@hochtief.cz
	+420 724 327 955
	www.hochtief.cz

HOCHTIEF staví svět zítřka. Spolu se svými partnery tvaruje prostor pro život, vytváří mosty, razí nové cesty myšlení a jednání a zodpovědně trvale zvyšuje svěřené hodnoty.
Stavební společnost HOCHTIEF CZ patří ke špičkám ve svém oboru. V současnosti zaměstnává přibližně 1 000 pracovníků, kteří realizují stavby v segmentech stavebního trhu celé České republiky. Jde o bytovou, občansko-administrativní, průmyslovou, ekologickou a vodohospodářskou výstavbu, včetně projektů dopravní a liniové infrastruktury.

HRADIL CZ s.r.o.

	Hronětice 55, 289 21 Kostomlaty nad Labem
	Ing. Jiří Hradil
	obchod@hradilcz.eu
	+420 731 602 060
	www.hradilcz.eu

Dodávka a montáž silničních, mostních svodidel a tlumičů nárazu.

Hrdlička Holding

	Za Lužinami 1084/33, 155 00 Praha 5 - Stodůlky
	Mgr. Lucie Kmochová
	Lucie.Kmochova@hrdlicka.cz
	+420 724 294 252
	www.hrdlickaholding.cz

Hrdlička Holding je respektovanou podnikatelskou skupinou, která přináší zákazníkům komplexní řešení v investiční výstavbě a správě technické i dopravní infrastruktury. Digitalizuje svět již více než 30 let. Patří do ní celkem 8 společností z České republiky, Slovenska, Polska a Ukrajiny. Jednotlivé firmy byly vždy průkopníky na geomatickém trhu a zabývají se geodetickými službami, geoinformatikou, inženýrskou geologií a geotechnikou i vývojem IT řešení v oborech stavebnictví, energetiky, telekomunikací a vodohospodářství. Mají stovky spolupracovníků, stabilitu, tradici a chuť dále inovovat.

ChanGroup s.r.o.

	Palackého 307, 356 04 Dolní Rychnov
	Jaroslav Chán
	jcml@changroup.cz
	+420 720 259 195
	www.changroup.cz

ChanGroup s.r.o. je moderní dynamicky se rozvíjející se společnost s rodinnou podnikatelskou tradicí od roku 1928, která již více než třicet let uspokojuje své zákazníky v oblasti měřící techniky, telematiky, kamerových systémů, čistých prostor, profesionální silniční meteorologie a softwarových produktů. Zabezpečuje komplexní servis získaným odborným know-how a technickým zázemím.

Chládek a Tintěra, Pardubice a.s.

	K Vápence 2677, 530 02 Pardubice - Zelené Předměstí
	Ing. Pavel Mužík, předseda představenstva
	info@cht-pce.cz
	+420 466 791 111
	www.cht-pce.cz

Společnost Chládek a Tintěra Pardubice letos slaví 30 let na trhu. Za tu dobu si upevnila pozici významného producenta staveb s vysokou přidanou hodnotou. Od roku 2008 je členem stavebního holdingu enteria, který spojuje 12 českých společností zaměřujících se na různé oblasti stavební činnosti, přičemž pardubičtí Hroši svým obratem i velikostí zastávají v holdingu přední pozici.
Vysoká kvalifikace zaměstnanců na všech pozičních úrovních a mnoholeté zkušenosti s realizacemi dopravní infrastruktury, pozemních staveb a inženýrských sítí garantuje projektům vysokou kvalitu. Komplexnost nabízených služeb v oblasti stavebnictví doplňují podpůrné činnosti jako jsou provoz stavební techniky, výroba ocelových konstrukcí nebo projekční servis.
Klíčovými principy, které společnost CH&T Pardubice přináší již tři desetiletí na český stavební trh, je kvalitně odvedená práce ve spojení s odpovědným přístupem vůči vlastním zaměstnancům. Společně sdílené hodnoty jako svoboda a odpovědnost, týmová spolupráce, férové mezilidské vztahy, efektivní rozhodování nebo dobrá vzájemná komunikace jsou základní stavební kameny, které ze společnosti CH&T Pardubice tvoří nejen spolehlivého dodavatele, ale také výjimečného zaměstnavatele.
Divize silničních staveb je součástí CH&T Pardubice již od roku 1996. Tvoří kvalitní dopravní stavby pro komfortní cestování i život ve městech a buduje kvalitní silniční infrastrukturu napříč Českou republikou. Dlouholeté zkušenosti, síť vlastních obaloven a maximální kvalita výsledné práce vytvořila během let z Hrochů významného dodavatele silničních staveb. Letos divize silničních staveb rozšířila své produktové portfolio o středisko frézování.

Se segmentem silničních staveb úzce spolupracuje divize mostních staveb, která je rovněž součástí naší společnosti. Díky zkušenému týmu je divize schopna postavit či opravit mosty malé (1 mil.) i mosty velké (100 mil.), mosty všech možných typů a konstrukcí (betonové, ocelové, spřažené atd.). V portfoliu firmy má divize mostních staveb své místo od roku 1998 a za tu dobu naši lidé postavili a opravili stovky mostů jak železničních, tak silničních.

IBR Consulting, s.r.o.

	Sokolovská 352/215, 190 00 Praha 9 - Vysočany
	Bc. Martin Rainer
	info@ibrconsulting.cz
	+420 778 978 751
	www.ibrconsulting.cz

Společnost IBR Consulting, s.r.o. patří mezi přední české společnosti s dlouholetou zkušeností v oboru dopravního stavitelství. Naše společnost vlastní a vyvíjí software Aspe pro řízení projektu ve všech jeho fázích. Úspěšně pomáháme realizovat malé i velké stavební projekty. Pomohli jsme vzniknout dálnicím, mostům i sportovním halám, které dnes slouží široké veřejnosti. Díky týmu odborníků dokážeme efektivně řídit i tu nejnáročnější výstavbu od začátku až do konce.

INFRAM a.s.

	Pelušková 1407, 198 00 Praha 9 - Kyje
	Ing. Pavla Koudelková, MBA, výkonná ředitelka a prokurista
	recepce@infram.cz
	+420 281 940 147
	www.infram.cz

Společnost INFRAM a.s. je renomovaná konzultační inženýrská společnost s více než 25-letou zkušeností na trhu, poskytující mnohostranné služby během celého procesu investiční výstavby. Specializuje se zejména na výkon správce stavby, technického dozoru a koordinátora BOZP, což vytváří komplexní rámec pro úspěšnou realizaci stavebních zakázek. INFRAM a.s. patří k propagátorům moderních trendů ve stavebnictví, jako je například používání smluvních podmínek FIDIC či metodiky BIM, které pozitivně ovlivňují plánování, modelování a správu projektových informací v reálném čase, a současně efektivní řízení rizik a zajištění dodržení časových a rozpočtových rámců staveb.
INFRAM a.s. si zakládá na profesionálním týmu expertů v oboru a vysoké odbornosti. Firma se rovněž aktivně podílí na výzkumu a vývoji nových metod a materiálů, což jí umožňuje být na špici v oboru silniční infrastruktury. S cílem zvyšovat efektivitu a snížení ekologického zatížení se INFRAM a.s. angažuje v projektech zaměřených na obnovitelné zdroje a chytré technologie, které přispívají k modernizaci české dopravní sítě.

JMP - Stavební stroje s.r.o.

	Hrobice 68, 533 52 Hrobice
	Jakub Kremlička
	j.kremlicka@jmpstroje.cz
	+420 727 917 911
	www.jmpstroje.cz

Exkluzivní dealer strojů MECALAC pro Česko a Slovensko.
Díky své všestrannosti reprezentují stroje Mecalac technologicky nejvyspělejší stavební stroje současnosti, především v sektoru městské a energetické výstavby a komunálních prací.
Do produktové řady Mecalac patří otočná rypadla, nakladače, dumpery a traktorbagry.

JUTA a.s.

	Dukelská 417, 544 15 Dvůr Králové nad Labem
	Ing. Lukáš Fleček
	flecek@juta.cz
	+420 724 571 430
	www.juta.cz

JUTA a.s. je významným českým výrobcem produktů pro stavebnictví a zemědělství, obalových materiálů a technických textilií. Firma, jejíž historie sahá do 19. století, nyní vyrábí z polymerních materiálů, jako jsou polypropylen, polyester a polyetylen, produkty jako difuzní membrány, geotextilie, geomembrány, síťoviny a umělé trávníky. JUTA zaměstnává 2 000 pracovníků v 17 výrobních závodech a značně přispívá k exportu českého průmyslu.

Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje, p.o.

	Zborovská 11, 150 21 Praha 5
	podatelna@ksus.cz
	www.ksus.cz

Krajská správa a údržba silnic Středočeského kraje spravuje téměř 8 700 kilometrů silnic II. a III. tříd a 1 848 mostů. Dělí se na 4 oblasti, ve kterých je celkem 40 cestmistrovství. Roční rozpočet se pohybuje okolo 5 miliard korun. KSÚS SK má 160 zaměstnanců a správu a údržbu silnic zajišťuje výhradně dodavatelsky. Kromě kvalitní správy a údržby silnic jsou prioritami také investice do výstavby obchvatů měst zatížených dopravou nebo zvyšování bezpečnosti provozu na silnicích II. a III. tříd.

Leube Beton s.r.o.

	U Hlavního nádraží 2764/3, 586 01 Jihlava
	Jan Luna
	luna@leube.cz
	+420 602 762 121, +420 567 573 225
	www.leube.cz

Leube Beton s.r.o. je jihlavská firma, působící v jihlavském regionu pod různými názvy již od roku 1963. V tomto roce byl podnik založen za účelem výroby prefabrikovaných domů. Po roce 1989 nebyla budoucnost ani směřování společnosti jisté. Mezník v historii přišel s rokem 1994, kdy se v rámci privatizace stala 100% vlastníkem rakouská firma Betonwerk Rieder GmbH, Maishofen. Nový vlastník přinesl know-how na svoje tradiční a evropským trhem prověřené výrobky. To jsme úspěšně převzali a tento trend neustále rozvíjíme i za podpory vlastního vývoje. Průběžně probíhají investice do navýšení výrobních kapacit a do moderních výrobních technologií, které umožňují zefektivnit a zkvalitnit produkci. Záběr firmy se z regionální rozšířil na celou ČR. Naše výrobky vyvážíme také na Slovensko, do Rakouska, Německa, Slovinska. V tuto chvíli své aktivity rozšiřujeme i do dalších zemí. Nejzákladnější pilíře našeho programu jsou především tyto betonové stavební prvky: protihlukové stěny, lodžie, skelety, stropní a opěrné systémy. Ale jsme schopni vyrobit nebo dodat z betonu prakticky cokoliv. Od roku 2019 se naše společnost stala postupně součástí skupiny Leube a 1.6.2021 došlo k přejmenování naší společnosti na Leube Beton s.r.o. Vstupem do nové a silné společnosti jsme povýšili do další úrovně umožňující rychlejší a efektivnější rozvoj. Podpisem licenční smlouvy s firmou REBLOC se náš sortiment rozšířil o mobilní protihlukové stěny a betonová svodidla. Co děláme je nabeton!

M – SILNICE a.s.

	Husova 1697, 530 03 Pardubice, ředitelství: Resslova 956/13, 500 02 Hradec Králové
	Ing. Jana Teichnerová
	jana.teichnerova@msilnice.cz
	+420 602 167 281, +420 495 842 201
	www.msilnice.cz

Společnost M - SILNICE a.s. je členem ryze českého koncernu MEDIS, řadí se mezi stabilní kvalitní dodavatele nejenom na domácím silničním trhu. V portfoliu realizovaných činností se prioritně zaměřujeme na výstavbu, opravy a rekonstrukce dálnic, silnic, mostů, místních komunikací, budujeme cyklostezky, sportovní hřiště, různé typy zpevněných ploch, realizujeme rovněž stavby vodohospodářské a ekologické, provádíme zemní práce, inženýrské sítě, rekultivace. Zajišťujeme komplexní inženýring, projektovou dokumentaci i nezávislé laboratorní zkoušky. Významnou součástí naší činnosti je těžba a výroba drceného kameniva, obalovaných asfaltových směsí a silniční prefabrikace, zabezpečujeme také dodávky ocelových konstrukcí.

Provádíme projekty různého rozsahu pro veřejnou i pro soukromou sféru. Při jejich realizaci vždy pružně reagujeme na individuální požadavky klientů i co se týká požadavků na dodání speciálních technologií. Při všech projektech vždy zvažujeme dopad na životní prostředí, naší prioritou je mimo kvality také zodpovědná ohleduplnost.
Naše práce je založena na více než sedmdesátileté tradici, vysoké profesionalitě a spolehlivosti zkušených týmů našich zaměstnanců, odpovědnosti a flexibilitě.

MACCAFERRI CENTRAL EUROPE s.r.o.

	Kaplinské pole 2859/24, 90501 Senica, SK
	Marianna Adamcová
	info.sk@maccaferri.com
	+421 918 805 520
	maccaferri.com/sk

V sektore poskytovania inžinierskych riešení geotechnických problémov pôsobí spoločnosť Maccaferri viac ako 130 rokov a stala sa lídrom na trhu s celosvetovou pôsobnosťou. Okrem dvojzákrutovej siete a produktov z nej, spoločnosť dnes ponúka aj celé spektrum geosyntetických materiálov a prefabrikovaných výrobkov. Pre našich klientov zabezpečujeme komplexné technické riešenia problémov od návrhu konštrukcií až po ich realizáciu.

Marido Solutions s.r.o.

	Nové sady 988/2 , 602 00 Brno
	Ing. Marie Kaněrová, MBA
	marie.kanerova@marido-fm.cz
	+420 606 316 666
	www.marido-solutions.com www.cleaning-shop.cz

Dodáváme širokou škálu speciálních biologických/bateriových produktů k odstranění olejů, ropných látek, emulzí, asfaltu, barev a mnoho dalšího.

MEISER Straßenausstattung GmbH

	Edmund Meiser Straße 3, 66839 Schmelz-Limbach, DE
	strassenausstattung@meiser.de
	+49 (0) 6887 / 9590 100
	www.strassenausstattung.meiser.de

Společnost vyrábějící silniční svodidla, systémy ochrany dopravy a fotovoltaické konstrukce, je jednou z předních světových společností v oblasti výroby oceli: roštů, profilových prken, schodišťových systémů, zábradlí a fotovoltaických systémů.

Ministerstvo dopravy ČR

Ministerstvo dopravy

	nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12, 110 00 Praha 1
	Ing. Mgr. Marek Pastucha
	sekretariat.430@mdcr.cz, info@opd.cz
	+420 225 131 552
	www.opd.cz

Ministerstvo dopravy ČR je ústředním orgánem státní správy ve věcech dopravy a řídicím orgánem Programu Doprava 2021-2027 (OPD3). Hlavním cílem OPD3 je přispět k zvýšení konkurenceschopnosti ČR prostřednictvím zlepšení dopravní dostupnosti. Celková alokace OPD3 činí cca 4,9 mld. EUR. OPD3 je financován z Evropského fondu pro regionální rozvoj a Fondu soudržnosti. Zprostředkujícím subjektem je SFDI.

MI Roads a.s

miROADS

	Koželužská 2246/5, 180 00 Praha 8 – Libeň
	Michal Jurman
	michal.jurman@mi-roads.cz
	731 637 231
	www.mi-roads.cz

MI Roads a.s. je stavební společnost působící v segmentu silniční dopravní infrastruktury. Její činnost je založena na výstavbě silnic, dálnic a mostů, které ve větším měřítku realizuje především jako zhotovitel pro ŘSD ČR, zároveň ale působí také na regionálních stavbách, jejichž investory jsou kraje či samotné obce. MI Roads a.s. je členem Skupiny Metrostav, největšího českého stavebního koncernu s více než padesátiletou historií. Jako technicky vyspělá společnost systematicky rozvíjí také vlastní kapacity nosných technologií.

Mott MacDonald CZ spol. s r.o.

MOTT MACDONALD

	Národní 984/15, 110 00 Praha 1
	Ing. Jan Loško, Ph.D.
	czech@mottmac.com
	www.mottmac.com

Společnost Mott MacDonald CZ jako součást skupiny Mott MacDonald je jednou z předních nezávislých projektových, inženýrských a poradenských společností. Naše kanceláře v Praze a Brně zaměstnávají přes 200 inženýrů nejrůznějších specializací a nabízejí širokou škálu služeb od přípravy projektů, inženýringu, expertní a konzultační činnosti, až po provádění technického dozoru a monitoringu staveb v rámci dopravní infrastruktury s aktivním využitím BIM.

OHLA ŽS, a.s.

ŽS OHLA

	Tuřanka 1554/115b, 627 00 Brno
	info@ohla-zs.cz
	+420 541 571 111
	www.ohla-zs.cz

OHLA ŽS, a.s., je multioborová stavební společnost zaměřující se na komplexní realizaci stavebních děl jakéhokoliv rozsahu i náročnosti, jejich modernizaci, údržbu i rekonstrukci. Na stavebním trhu působí více než 70 let a patří k nejvýznamnějším firmám v oboru v České republice. Společnost je od roku 2003 součástí nadnárodní stavební skupiny OHLA, která je jedním z hlavních světových hráčů v oblasti realizace infrastrukturních projektů s globálním pokrytím a širokým portfoliem aktivit. Rozsah hlavní činnosti OHLA ŽS, a.s., zahrnuje oblast pozemního, železničního, silničního a podzemního stavitelství, vodohospodářských a inženýrských staveb, sanací, technologií spolu s nabídkou služeb mechanizace a dopravy. Společnost dokáže řešit i nestandardní či technologicky náročné požadavky klientů, a to ve špičkové kvalitě napříč všemi stavebními obory a unikátním zpracování nejen v rámci České republiky.

ORLEN Asfalt Česká republika s.r.o.

ORLEN Asfalt Česká republika

	Přerovská 560, 530 06 Svítkov
	Martin Beránek
	asfalt@orlenasfalt.cz, martin.beranek@orlenasfalt.cz
	+420 466 810 334, +420 736 514 537
	www.orlen-asfalt.cz

Společnost je součástí skupiny ORLEN Asfalt Group – jednoho z předních dodavatelů asfaltových pojiv používaných dláždění komunikací ve střední Evropě. Dodáváme produkty ze čtyř výrobních závodů – v České republice (Litvínov, Pardubice), v Polsku (Plock, Trzebinia).

Do aktuální nabídky společnosti patří asfalty, vyráběné ve čtyřech výrobních střediscích:

- Pardubice (Česko) – silniční asfalty, tvrdé silniční asfalty, modifikované asfalty, vysoce modifikované asfalty, multigrádové asfalty, asfalt oxidovaný
- Litvínov (Česko) – silniční asfalty
- Płock (Polsko) – silniční asfalty, modifikované asfalty, vysoce modifikované asfalty
- Trzebinia (Polsko) – silniční asfalty

PK OSSENDORF s.r.o.

	Tomešova 503/1, 602 00 Brno
	Ing. Vlastislav Novák
	novak@pk-ossendorf.cz
	www.pk-ossendorf.cz

PK OSSENDORF projekční kancelář s více než 20letou tradicí, poskytující komplexní služby v oblasti dopravních a inženýrských staveb - dálnice, silnice, místní komunikace, tramvajové tratě, veřejná prostranství, a to včetně souvisejících koncepčních, expertních, konzultačních, inženýrských a majetkoprávních činností.

POHL cz, a.s.

	Na Pomezí 2483, 252 63 Roztoky u Prahy
	roztoky@pohl.cz
	+420 602 590 808
	www.pohl.cz

Ryze česká stavební společnost POHL cz, a.s. realizuje komplexní dodávky pozemních, vodohospodářských, silničních a podzemních staveb a jejich rekonstrukce, včetně prací na historických objektech pro privátní i veřejné investory ve všech regionech České republiky.

PORR a.s.

	Dubečská 3238/36, 100 00 Praha 10
	Jana Mašínová
	jana.masinova@porr.cz
	+420 702 284 897
	www.porr.cz

Během 30 let na českém trhu PORR a.s. realizoval nejen tisíce projektů, ale díky promyšlenému růstu vybudoval zdravou a silnou stavební společnost. Hodnoty jako důvěryhodnost, spolehlivost a zaměření na zákazníka, týmovost a partnerská spolupráce jsou součástí naší každodenní práce a identity.
Naše portfolio zahrnuje oblast pozemních, dopravních, železničních, vodohospodářských a inženýrských staveb, projekční, inženýrské, laboratorní i poradenské činnosti.
Opomenuta také nezůstává otázka ekologické udržitelnosti, k níž přispíváme nově zaváděnými aktivitami v oblasti zpracování a recyklace materiálů.
Stavíme s lidmi a pro lidi.

PRAGOPROJEKT, a.s.

	K Ryšánce 1668/16, 147 54 Praha 4
	Ing. Lukáš Svoboda, Ph.D., MBA
	mailbox@pragoprojekt.cz
	+420 226 066 111
	www.pragoprojekt.cz

Projektově inženýrská společnost s širokou domácí i zahraniční zkušeností v oboru dopravních a inženýrských staveb. Společnost je česká, plně nezávislá a bez jakéhokoliv vlivu zahraničního kapitálu. Hlavním působištěm společnosti je Česká republika. Svoji základnu má v Praze, regionální projektové ateliéry v Českých Budějovicích, Karlových Varech, Liberci a Ostravě a lokální pracoviště v Brně a Plzni. Hlavní specializací společnosti je příprava staveb dopravní infrastruktury (dálniční a silniční stavby, městské komunikace, pozemní stavby, mosty, tunely, kolektory, železniční a městská kolejová doprava, vodohospodářské stavby a další související stavby). Společnost dále provádí zpracování záměrů projektů včetně ekonomického hodnocení investic metodou HDM-4, přípravné a průzkumné práce a jejich vyhodnocení, kompletní rozsah inženýrských činností včetně majetkoprávních činností, supervize na velkých dopravních stavbách, stavební dozor a činnost správce staveb.

PROFIcomms s.r.o.

	Olomoucká 91, 627 00 Brno
	Ing. Radek Kozubík
	info@proficomms.cz
	+420 548 210 406
	www.proficomms.cz

Společnost PROFIcomms s.r.o. je distributor s přidanou hodnotou v oblasti aktivních prvků pro telekomunikační sítě a kamerové systémy. Již přes 30 let nabízí svým zákazníkům širokou obchodní a technickou podporu při návrhu a realizaci projektů.

Pro security technologies s.r.o.

	Pod Višňovkou 1661/31, 140 00 Praha 4
	Jan Sedláček
	sedlacek@pro-security.cz
	+420 602 210 719
	www.pro-security.cz

Pro Security je přední bezpečnostní inovátor specializující se na úsporné technologické zabezpečení staveb. Vyvinuli jsme mobilní perimetrický systém PROGUARD

- kamerové věže s umělou inteligencí napojené na naše nepřetržitě obsluhované dohledové centrum.
Systém eliminuje krádeže, poskytuje přehled o průběhu stavebních prací až 30 dní zpětně, zvyšuje efektivitu práce, hlídá dodržování BOZP, vytváří časosběrná videa pro propagaci a eviduje docházku. Oproti fyzické ostraze šetří až 70 % nákladů. Za pevný měsíční paušál klient získá komplexní službu od návrhu až po závěrečnou demontáž a plnou podporu dohledového centra.

Pudis a.s.

	Podbabská 1014/20, 160 00 Praha 6
	Ing. Martin Höfler, generální ředitel
	martin.hofler@pudis.cz
	+420 603 828 671
	www.pudis.cz

Od roku 1966 projektuje silniční stavby, mosty, inženýrské sítě, vodohospodářské objekty apod. Zajišťuje geologické průzkumy, průzkumy a monitoring životního prostředí, inženýring a majetkoprávní činnost i technické dozory. Vlastní akreditovanou laboratoř mechaniky zemin a autorizovanou laboratoř hluku. Společnost pokrývá celý vývojový cyklus projektů od studií proveditelnosti přes proces EIA a povolování záměrů až po realizační dokumentace.

QUALIFORM, a.s.

	Mlaty 672/8, Bosonohy, 642 00 Brno
	Ing. Petr Vymyslický
	vymyslicky@qualiform.cz
	+420 721 748 040
	www.qualiform.cz

QUALIFORM, a.s. je nezávislou akreditovanou laboratoří s působností po celé České republice.
Naše laboratoře jsou akreditovány pro zkoušení fyzikálně-mechanických vlastností materiálů (asfalty, betony, geosyntetitka, kamenivo, stavební výrobky, zeminy, atd.), diagnostické práce a měření akustiky.
Komplexnost služeb doplňují činnosti certifikace a technické podpory staveb. Najdete nás v Brně, Hradci Králové, Olomouci, Ostravě, Praze a Táboře.

Rekma - Trading, spol. s r.o.

	Mendlova 3298/11, 690 03 Břeclav
	Patrik Marek
	patrik.marek@rekma.net
	+420 606 724 999
	www.rekma.net

Společnost REKMA - Trading, spol. s r.o. působí na českém i zahraničním trhu již téměř 30 let. Je autrizovaným distributorem společností Crafco Inc., KM International Inc. a International Chem-Crete Corporation.
REKMA - Trading, spol. s r.o. nabízí komplexní strojní vybavení, a komplexní materiálové řešení, která mají za následek systémový přístup, kvalitu, úspory finančních prostředků a prodloužení životnosti povrchů letišť, dálnic, silnic, mostů, parkovacích ploch a průmyslových podlah. Přinášíme našim zákazníkům a obchodním partnerům důvěru a kvalitu.

Ředitelství silnic a dálnic s. p.

	Na Pankráci 546/56, 140 00 Praha 4 – Nusle
	Mgr. Nina Ledvinová
	nina.ledvinova@rsd.cz
	+420 725 184 926
	www.rsd.cz

Účelem a předmětem činnosti Ředitelství silnic a dálnic s. p. (dále jen ŘSD) je zajišťování výstavby, modernizace, správy, údržby a oprav dálnic a silnic I. třídy.
Zakladatelem je Ministerstvo dopravy ČR a dne 1.1.2024 byla završena Transformace ŘSD na státní podnik.
Hlavním přínosem transformace je flexibilnější rozhodování pro urychlení výstavby dálniční infrastruktury a také zlepšení postavení ŘSD jako zaměstnavatele, pro kterého v současné době pracuje více než 2 200 lidí.

SAFEROAD Czech Republic s.r.o.

	Plzeňská 666, 330 21 Líně
	plzen@saferoad.cz
	+ 420 377 226 226
	www.saferoad.cz

Skupina Saferoad je předním evropským poskytovatelem řešení pro bezpečnost silničního provozu s více než 75 lety zkušeností v oboru. Společnost nabízí širokou škálu inovativních a vysoce kvalitních produktů a řešení, které přispívají k bezpečnějšímu životu na silnicích a zavazuje se podporovat bezpečné, odpovědné a udržitelné prostředí pro budoucí generace.

SaM silnice a mosty a.s.

	Máchova 1129/6, 470 01 Česká Lípa
	Gabriela Bertlová
	bertlova@sam-cl.cz
	+420 720 979 281
	www.skupinasam.cz

Skupina SAM realizuje silniční a mostní stavby pro partnery ve většině českých krajů. Je držitelem 13 ocenění Mostní dílo roku. Má zavedený a certifikovaný integrovaný systém řízení dle ČSN EN ISO 9001:2016, ČSN EN ISO 14001:2016 a ČSN EN ISO 45001:2018. Má certifikovány výrobky – čerstvý beton, obalované asfaltové směsi, ocelové mostní zábradlí a zábradelní mostní svodidlo ZSSAM/H2.

SAMSON PRAHA, spol. s r.o.

	Štěpánská 642/41, 110 00 Praha 1
	Ing. Eva Kolářová, Ph.D.
	kolarova@samsonpraha.cz
	+420 724 941 946
	www.samsonpraha.cz

Společnost SAMSON PRAHA, spol. s r.o. je multidisciplinární, převážně inženýrsko-stavební a konzultační společnost zaměřující se nejen na dopravní, ale i na pozemní stavby, stavby občanské vybavenosti a geodézii. Poskytuje komplexní služby od průzkumné činnosti až po realizaci stavby a technický dozor, včetně monitoringu, inženýrské geologie a geotechniky. V souvislosti s dopravní infrastrukturou jsou aktuálně nejvýznamnější zakázky zaměřené na výstavbu PHS, archeologii a přípravné průzkumy.

Sdružení pro výstavbu silnic

	Thámova 181/20, 186 00 Praha 8
	Ing. Petr Svoboda
	svs@sdruzeni-silnice.cz
	+420 255 723 750
	www.sdruzeni-silnice.cz

Sdružení má 55 členských organizací zabývajících se výstavbou, rekonstrukcí a údržbou dálnic, silnic, mostů, projektováním, inženýrskou a poradenskou činností, činností silniční laboratoře či výrobou a prodejem stavebních materiálů. Pracovní týmy zpracovávají odborné informace, předávají je členům a zpětně zhodnocují jejich zkušenosti i řešené problémy.

Sdružení projednává společné především legislativní a technické záležitosti se státní a silniční správou, pořádá odborné konference, semináře, workshopy a také akce pro studenty a veřejnost propagující silniční stavitelství.

Sezako Prostějov s.r.o.

	J.B. Pecky 4342/14, 796 01 Prostějov
	Jaroslav Minx, František Zdráhal
	minx@sezako.cz, zdrahal@sezako.cz
	+420 736 625 167, +420 733 122 955
	www.sezako.cz

Společnost SEZAKO Prostějov s.r.o. působí na trhu již 30 let. Naší hlavní činností je čištění a monitorování kanalizačního potrubí od nejmenších průměrů (WC, vany, umyvadla, dřezy) až po velkoprofilovou kanalizaci maximálních rozměrů. Nabízíme bezvýkopovou technologii opravy kanalizace krátkými sanačními vložkami od DN100 - DN800.
Další významnou činností jsou práce sacími bagry, těmito stroji jsme schopni odsát a převést téměř jakýkoli odpad, který je možné sáním naložit.
Nabízíme komplexní návrh řešení na likvidaci odpadů i s jejich uložením na vlastních skladovacích plochách. Dále disponujeme speciálními mobilními odlučovači ropných látek, tuků a kalů. Tyto stroje jsou z důvodu snížení nákladů našimi zákazníky vyhledávány. Provádíme také zkoušky těsnosti kanalizace a vodárenských nádrží (žumpy, jímky) a také měření tloušťky stěn nádrží a potrubí.

SHB, akciová společnost

	Masná 1493/8, 702 00 Ostrava
	Ing. Hubert Řehulka
	h.rehulka@shb.cz
	www.shb.cz

SHB, akciová společnost, společně s Enviroad s.r.o. nabízí komplexní projektové, inženýrské a konzultační služby pro dopravní a inženýrské stavby. Zajišťujeme stavební dozor, koordinaci BOZP, bezpečnostní audity, diagnostiku a monitoring staveb. Specializujeme se na projekty dálnic, mostů, cyklostezek a dalších staveb. Vypracováváme všechny stupně projektové dokumentace, včetně technických a ekonomických posouzení, hlukových a rozptylových studií a využití systému BIM.

SIGVIA CZ s.r.o.

	Hanácká 346/25, 620 00 Brno - Tuřany
	Kristina Herůfek
	k.herufek@sigvia.cz
	+420 731 392 928
	www.sigvia.cz

Odborníci na ocelová i dočasná svodidla, přechodné dopravní značení, svislé dopravní značení, vodorovné dopravní značení. Zajištění dopravního zařízení a projektové činnosti pro DIO.
Od roku 2022 je SIGVIA exkluzivním partnerem společnosti MEISER Straßenausstattung GmbH.

SILNICE HEJDA s.r.o.

	Myslotínská 2168, 393 01 Pelhřimov
	Josef Janoušek
	sobeslav@silnicehejda.cz
	+420 606 712 763
	www.silnicehejda.cz

Sklápěčková doprava, podvalníky, thermo-přepravy.

SOFTEC, spol. s r.o.

	EINPARK, Einsteinova 33, 851 01 Bratislava, SK
	Barbora Andrášková
	barbora.andraskova@softec.sk
	+421 903 758 024
	www.softec.sk

Společnost SOFTEC patří mezi přední poskytovatele konzultačních a technologických služeb a řešení v regionu střední a východní Evropy. Na trhu působí úspěšně již více než 30 let a mezi její klienty patří zejména významné firmy z odvětví bankovnictví, pojišťovnictví, finančních služeb, telekomunikací a veřejné správy. S více než 400 zaměstnanci, kteří pracují s klienty ve více než 10 zemích, společnost efektivně propojuje byznys a IT řešení.
SOFTEC vyvinul a v mnohých městech na Slovensku impementoval komplexní cloudový informační systém pro moderní digitální správu silnic ROIS (www.rois.digital), který jednoduše spravuje silnice přes mobilní a webovou aplikaci. Pomocí IoT meteostanic a umělou inteligenci optimalizuje zimní údržbu silnic.

Státní fond dopravní infrastruktury - SFDI

	Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9
	Ing. Zbyněk Hořelica
	podatelna@sfdi.cz
	+420 266 097 110
	www.sfdi.gov.cz

Účelem SFDI je financování výstavby, modernizace, oprav a údržby silnic a dálnic, celostátních a regionálních drah a dopravně významných vnitrozemských vodních cest ČR. Fond v souladu se svým účelem vykonává činnosti Zprostředkujícího subjektu Operačního programu Doprava.
SFDI zajišťuje koordinační roli pro rozšíření využití digitálních metod a pro zavedení informačního modelování (BIM) na stavbách dopravní infrastruktury.

STRABAG a.s.

	Kačírkova 982/4, 158 00 Praha 5
	info.cz@strabag.com
	+420 222 868 111
	www.strabag.cz

Společnost STRABAG a.s. patří k největším stavebním firmám na českém stavebním trhu. V klíčových oborech dopravního a pozemního stavitelství realizuje zakázky všech velikostí pro veřejné i soukromé investory. Portfolio činností sahá od výstavby a rekonstrukcí bytových, veřejných, komerčních a průmyslových objektů přes speciální zakládání, tunelové stavby, výstavbu dálnic, silnic a letišť až po development. Společnost je součástí nadnárodního stavebního a technologického koncernu STRABAG SE, který zaměstnává 74 000 pracovníků po celém světě.

Stráský, Hustý a partneři s.r.o.

	Bohunická 133/50, 619 00 Brno
	Ing. Pavel Svoboda, Ph.D.
	p.svoboda@shp.eu
	www.shp.eu

SHP je specializovaná inženýrská kancelář s více než 30letou zkušeností s projektováním mostů a inženýrských konstrukcí s pobočkami v SK, Švédsku a USA. Projektujeme velké silniční, železniční mosty a estakády, ale i pěší lávky, z betonu, oceli i dřeva. Poskytujeme zatěžovací zkoušky, technický dozor a monitoring dopravních staveb. Naše mosty najdete v ČR, na Slovensku a ve více než 20 zemích Evropy, Ameriky a Asie. Za naši práci jsme získali přes 40 mezinárodních ocenění.

SUDOP GROUP a.s

	Olšanská 2643/1a, 130 00 Praha 3
	Ing. Tomáš Slavíček, generální ředitel
	tomas.slavicek@sudop-group.cz
	+420 605 229 029
	www.sudop-group.cz

Největší a ryze česká skupina projekčních a konzultačních společností ve střední a východní Evropě působící na českém a mezinárodním trhu již 70 let. Zajišťuje projektovou a inženýrskou přípravu staveb v oblasti dopravy, průmyslu, energetiky, vodního hospodářství a občanské vybavenosti a podílela se na více než 4 000 projektech napříč Evropou. Disponuje 2 000 projektanty.
Skupinu tvoří více než 40 firem, které dohromady generují obrat přes 5 mld. Kč.

SWARCO TRAFFIC CZ s.r.o.

The Better Way. Every Day.

	Dobronická 1256, 148 00 Praha 4 - Kunratice
	Marek Dvořák BBA
	marek.dvorak@swarco.com
	+420 606 504 707
	www.swarco.com

SWARCO potkáte na silnicích po celém světě. Naše systémy, služby a řešení na klíč poskytují informace, zajišťují bezpečnost a pohodlí cestování pro všechny. Věříme v agilitu, inovace a věrnou spolupráci. Skupina SWARCO má mezinárodní síť výrobních zařízení, poboček a partnerů na všech kontinentech a nabízí jedno z nejkomplexnějších portfolií řešení pro silniční značení, signalizaci, řízení městské dopravy, parkování, dálniční a tunelové systémy, veřejnou dopravu a veřejné osvětlení.

SWIETELSKY stavební s.r.o.

	Pražská tř. 495/58, 370 04 České Budějovice
	Martina Netřebová
	m.netrebova@swietelsky.cz
	+420 724 749 920
	www.swietelsky.cz

V České republice působí značka SWIETELSKY přes 32 let. V průběhu let rozšířila svou činnost do všech regionů této země. SWIETELSKY dnes nabízí veškeré spektrum stavebních činností, poskytuje spolehlivost a ekonomickou stabilitu velkého stavebního koncernu a flexibilitu regionální stavební společnosti.

Tato značka se opírá o bezmála 90letou historii a tradici rakouského koncernu. Dnes k ní vedle společností SWIETELSKY stavební s.r.o., SWIETELSKY Rail CZ s.r.o., SWIETELSKY Real Estate CZ s.r.o., JB Stavební, s.r.o. patří také 15 obaloven asfaltových směsí s vlastnickým podílem od 20 do 100 procent, betonárka, pět půjčoven bednění a další podílové společnosti. V barvách značky SWIETELSKY pracuje na 1 650 zaměstnanců.

TECHNOMA a.s.

	Martin Patinka
	Patinka@technoma.cz
	+420 737 238 515
	www.technoma.cz

Dodavatel materiálu pro výstavbu a opravy kanalizačních sítí, vodovodních sítí, odvodňovacích systémů.

Tensar International, s.r.o.

A Division of CMC

	Hrabinská 498/19, 737 01 Český Těšín
	Karol France
	tensarinfo-cz@cmc.com
	+421 902 309 458
	https://www.tensar.sk/ https://www.tensarinternational.com/

Společnost Tensar International působí na trhu geosyntetických materiálů již téměř 50 let, a to v oblasti pozemního stavitelství. Jako lídr v oblasti výroby geomříží umožňuje zákazníkům realizovat spolehlivá a nákladově efektivní inženýrská řešení prostřednictvím široké škály specializovaných výrobků. Poskytuje tak odpovědi na nejnáročnější výzvy v oblasti stabilizace podloží, zpevňování zemin a terénních úprav. Tensar International je divizí společnosti CMC.

VALBEK-EU, a.s.

	Vaňurova 505/17, 460 07 Liberec
	Ing. Lukáš Hruboň, MBA
	info@valbek.eu
	+420 487 070 435
	www.valbek.com

Valbek je česká projekční kancelář, která má od roku 1990 tradici v projektování liniových staveb. Specializujeme se především na projektování infrastruktury, ale mezi našimi projekty naleznete i jiné, neméně zajímavé stavby.

V rámci celé Skupiny Valbek nabízíme portfolio více jak 20 oborů od projektování silnic, mostů, tunelů, pozemních a průmyslových, či vodohospodářských staveb, průzkumů, konzultací, technický dozor, až po realizaci staveb. Zajišťujeme geodetické práce, ekologické studie, či inženýrskou činnost. Díky tomu jsme schopni obstarat celý projekt stavby, od zajištění potřebných povolení až po „předání klíčů“ klientovi.
Naše Skupina čítá více jak 200 špičkových projektantů, 50 konstruktérů a přes 200 specialistů stavebních oborů. Působíme nejen v České republice, ale i na Slovensku, Ukrajině, či ve Švédsku.

VARS BRNO a.s.

	Kroftova 3167/80c, 616 00 Brno
	Ing. Tomáš Miniberger
	info@vars.cz
	+420 515 514 111
	www.vars.cz

VARS BRNO a.s. je technologická firma nabízející inovativní a chytrá řešení pro dopravní telematiku, správu majetku a GIS. Jádrem těchto řešení jsou softwarové aplikace odrážející nejnovější trendy v oblasti informačních technologií a zákazníkům přináší zcela nové možnosti za vysoce konkurenčních podmínek.

VeaCom s.r.o.

	Strakonická 3367, 150 00 Praha 5 – Smíchov
	Ing. Jan Havel, MBA
	havel@veacom.cz
	+420 776 180 272
	www.veacom.cz

Největší tuzemský aukční portál pro prodej použité stavební techniky. Společnost Veacom je průkopníkem v oblasti on-line aukcí vyřazené stavební techniky a vozidel na českém trhu, na kterém působíme téměř 20 let. V oblasti stavebnictví jsme se stali nepostradatelným partnerem pro nejvýznamnější firmy ve střední Evropě.

VIA SALIS, s.r.o.

	Coral Office Park C, Bucharova 2675/12, 158 00 Praha 13 – Stodůlky
	Daniela Pedret
	daniela.pedret@viasalis.cz
	+420 737 269 674
	www.viasalis.cz

Via Salis je konsorcium francouzských firem VINCI Concessions, VINCI Highways a Meridiam. Je zodpovědné za první PPP (Public Private Partnership) projekt stavby dálnice v ČR. Zajišťuje projektování, výstavbu, financování, provozování a údržbu 32 km nových kilometrů dálnice D4 a modernizaci a údržbu dalších 16 km již zprovozněných úseků. Stavba bude podle smlouvy se státem hotova v prosinci 2024 a dalších 25 let bude konsorcium dálnici provozovat.

VIAKONTROL, spol. s r.o.

	Houdova 18, 150 00 Praha 5
	Ing. Václav Neuvirt
	neuvirtv@viakontrol.cz
	www.viakontrol.cz

Společnost VIAKONTROL, spol. s r.o. je nezávislou akreditovanou laboratoří pro zkoušení materiálů při výstavbě dopravních cest.
Pro své zákazníky nabízíme komplexní služby v oblasti zkoušení stavebních materiálů, týkajících se výstavby všech druhů dopravních komunikací. Jedná se zejména o zkoušení fyzikálně-mechanických vlastností kameniva, zemin, čerstvého a ztvrdlého betonu, zálivkových hmot, asfaltových pojiv, asfaltových směsí a z nich provedených úprav včetně vzorkování, měření součinitele retroreflexe a stanovení PAU metodou GC/MS asfaltových směsí, pojiv a recyklátů.
V současné době má naše společnost devět pracovišť (laboratoří) po celé České republice a jedno na Slovensku. Všechny laboratoře jsou akreditovány Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. pod číslem 1263.

VIAPONT, s.r.o.

	Vodní 258/13, 602 00 Brno
	Ing. Ivo Fischer
	fischer@viapont.cz
	www.viapont.cz

VIAPONT je projekční a konzultační firma, která poskytuje komplexní služby v oboru projektování dopravních staveb (dálnice, silnice, místní komunikace, mosty, inženýrská činnost). Dále zajišťuje provádění všech druhů mostních prohlídek. Firma se také zabývá distribucí a vývojem software Roadpac, včetně jeho použití pro BIM.

VIALIT SOBĚSLAV spol. s r.o.

	Na Švadlačkách 478/II, 392 01 Soběslav
	David Janiš
	david.janis@vialit.cz
	+420 773 487 483
	www.vialit.cz

Jsme výrobci inovativních produktů pro ruční opravy vozovek. Naší specialitou jsou reaktivní produkty s dlouhou životností opraveného místa.

VINCI Construction CS a.s.

	U Michelského lesa 1581/2, 140 00 Praha 4
	Iveta Štočková, DiS.
	iveta.stockova@vinci-construction.com
	+420 224 951 349
	www.vinci-construction.cz

Skupina VINCI Construction CS je největší a nejsilnější stavební skupinou na území České a Slovenské republiky. Působíme ve všech oblastech, od dopravního inženýrství přes mostní konstrukce, vodohospodářské stavby až po pozemní stavitelství. Propojujeme světy prostřednictvím páteřních komunikací, mostů i železničních a tramvajových tratí. Ve městech budujeme kompletní mobiliář, sportovní hřiště, školy i bytové komplexy, haly, renovujeme historické památky. Do našeho portfolia patří také vodní díla, jako jsou čistírny a úpravny vod, přehrady, hráze. Naše stavby stavíme v souladu s životním prostředím. Na stavbách využíváme zelenou energii, nejmodernější ekologické technologické a technické postupy, stroje a recyklované materiály. Naše projekty promýšlíme do posledních detailů, aby byly přínosné a ulehčily každodenní život všem v blízkém i vzdáleném okolí, protože kde pracujeme, tam také žijeme. Základním kamenem našeho úspěchu jsou naši zaměstnanci. Důležitá je pro nás jejich odbornost a zkušenosti. Stavíme lepší místo pro život.

VLČEK SOLUTION s.r.o.

	Strojnická 289, 333 01 Stod
	Radek Vlček
	radek.vlcek@vlcek.cz
	+420 604 864 004
	www.vlcek.cz

Již více než tři desetiletí jsou dopravní stavby, nejen v České republice, odvodňovány profesionálními systémy VLČEK, které se staly technickým standardem a pojmem v oblasti dopravního stavitelství. Naše registrované ochranné známky nesoucí názvy vybraných evropských řek jsou společným a významným znakem, který naše výrobky zapsal do paměti našich obchodních partnerů v mnoha zemích. Mezi výrazné atributy společnosti patří profesionální přístup, vysoká kvalita našich výrobků, podpora zákazníků, neustálá inovace našich výrobků a dokonalost v detailech. Dlouholeté zkušenosti našich zaměstnanců zaručují profesionální využití výrobků při navrhování technických řešení. Všechny naše výrobky jsou pravidelně testovány několika akreditovanými laboratořemi. Měřítkem úspěchu je mnoho spokojených projekčních, stavebních a obchodních firem na domácím trhu i v zahraničí. Společnost VLČEK SOLUTION s.r.o. získala několik ocenění v oblasti dopravních staveb a je držitelem certifikátu systému řízení jakosti ČSN EN ISO 9001:2016.

Značky Morava a.s.

	Brantice 430, 793 93 Brantice
	Michal Birkáš
	marketing@znackymorava.cz
	+420 733 799 773
	www.znackymorava.cz

Společnost Značky Morava je komplexním dodavatelem v oblasti dopravního stavitelství. Naším posláním je zvyšování bezpečnosti všech účastníků silničního provozu.
Provádíme instalaci svislého i vodorovného dopravního značení, kompletně realizujeme provizorní dopravní značení včetně zpracování dokumentace a projektování.
Realizujeme odstraňování dopravního značení technologií PeelJet, regeneraci smykových vlastností vozovek BLASTRAC systémem. Podílíme se na výrazném zlepšení bezpečnosti na nebezpečných místech aplikací speciálních povrchových úprav Tyregrip a Frostgrip.
Instalujeme zádržné systémy od certifikovaných výrobců ocelových i betonových svodidel, dodáváme plastová svodidla a městské systémy City Bloc.
Rovněž se zabýváme údržbou silnic a dálnic. Provádíme opravy trhlin a spár, výspravy výtluků, či údržbu dřevin a zeleně okolo silničních komunikací. Nově disponujeme systémy pro odvodnění komunikací, zejména frézou Dücker určenou pro seřezávaní a strhávaní krajnic, a rýpadlem Mulag, které hloubí a tvaruje příkopy.

MI ROADS JE DYNAMICKOU A EFEKTIVNÍ FIRMOU SE ZAMĚŘENÍM NA VÝSTAVBU SILNIC A MOSTŮ

- Jsme stavební společnost působící v segmentu silniční dopravní infrastruktury s vlastními kapacitami personálu, strojů a inovativními technologiemi.
- Realizujeme jak regionální stavby, tak infrastrukturní projekty s celostátním významem.
- Pracujeme s maximálním ohledem na efektivitu, kvalitu, životní prostředí a bezpečnost.
- Základním kamenem společnosti jsou naši lidé.
- Usilujeme o dlouhodobé férové vztahy se zákazníky i dodavateli.

MI Roads a.s.
Koželužská 2450/4
180 00 Praha 8 – Libeň

tel.: (+420) 722 244 547
email: info@mi-roads.cz
www.mi-roads.cz

miROADS

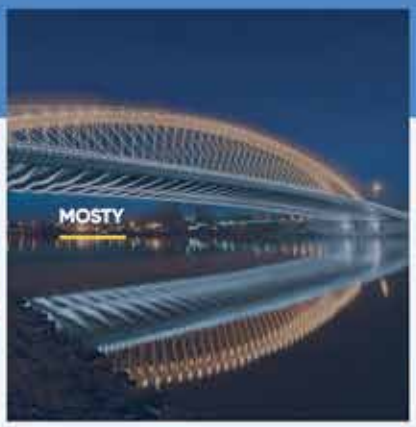
mi jsme my

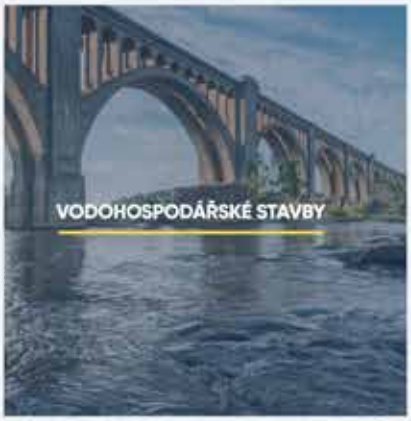
Systém protihlukových stěn
FASETON
- nejvyšší pohltivost
- nejvyšší neprůzvučnost
- životnost 40-50 let
- individuální design
- všechny verze i oboustranné
Leube
Co děláme je nabeton!
Leube Beton s.r.o.
U Hlavního nádraží 2764/3
586 01 Jihlava
tel.: +420 567 573 221
leube@leube.cz
www.leube.cz

Pracujeme pro vás.
Vytváříme řešení.
Stavíme budoucnost.
#buildingeverbetter
SWIETELSKY
swietelsky.com

PRAGOPROJEKT

Vždy máme řešení.





NEXITE

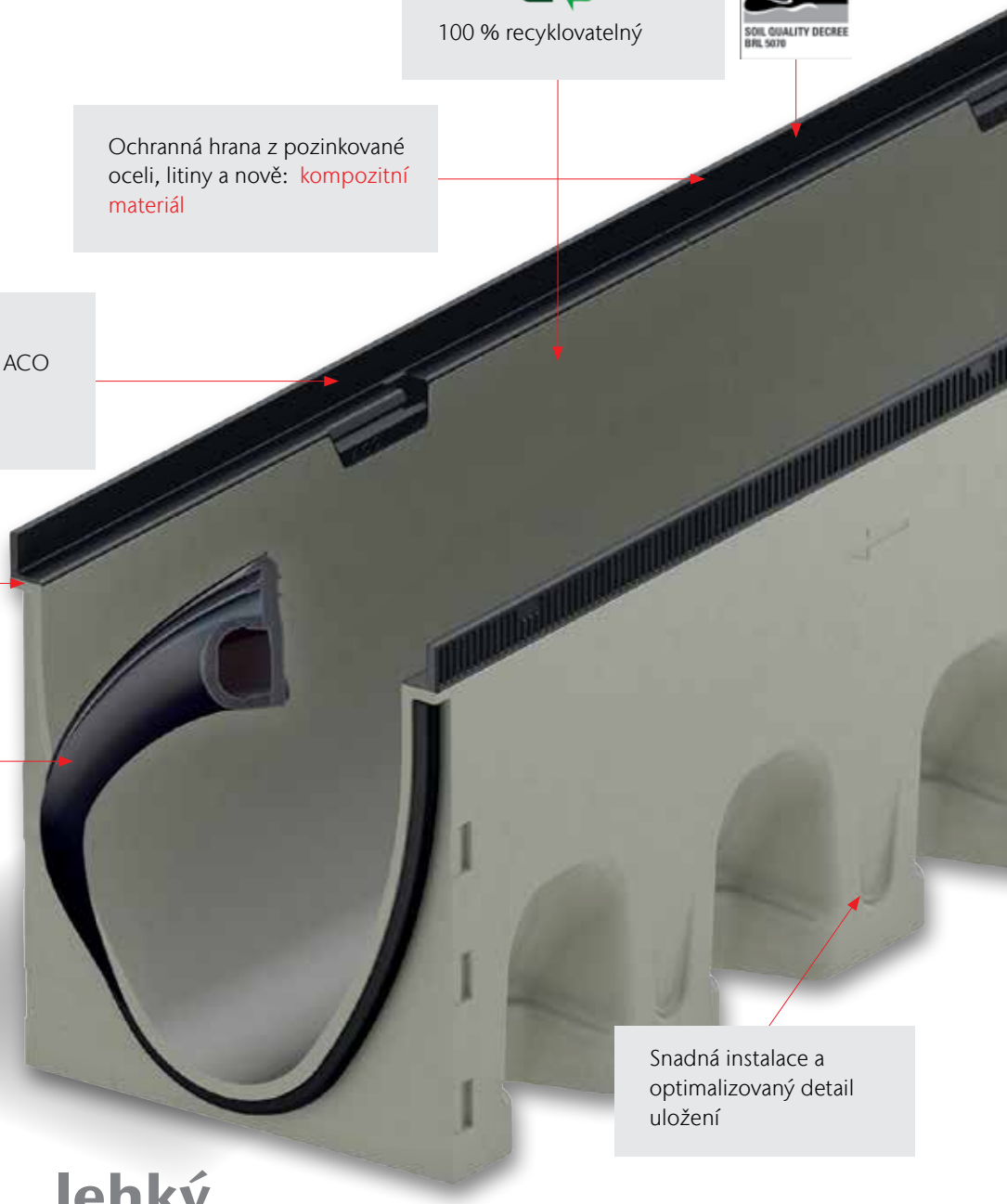
Sealin
TECHNOLOGY

100 % recyklovatelný

Ochranná hrana z pozinkované oceli, litiny a nově: kompozitní materiál

Kompatibilní s rošty ACO Drainlock

Žlab velikosti 100 váží méně jak 20kg



Snadná instalace a optimalizovaný detail uložení

těsný

lehký

robustní

NEXITE®. Nová generace odvodňovacích žlabů

Více informací najdete online

ACO. we care for water

Geosyntetika, s.r.o.
Nikoly Tesly 3, 160 00 Praha 6

www.geosyntetika.cz

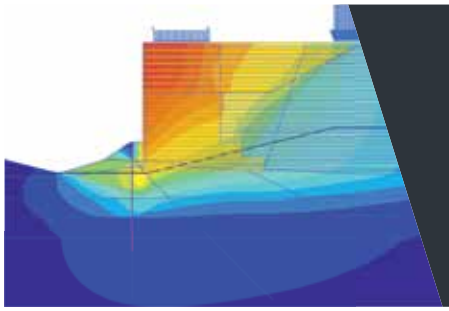
geosyntetika@geosyntetika.cz

220 910 256 ; 777 803 648 ; 603 180 721

Geosyntetika

Váš projektant a dodavatel

Váš projektant geotechnických konstrukcí a dodavatel geosyntetických materiálů a systémů - již více než 27 let



Navrhujeme zemní konstrukce, základové konstrukce, opěrné zdi za využití geosyntetických materiálů v kombinaci primárně s místní zeminou, kdy pohledovým prvkem může být zelený svah, gabion nebo betonový prvek. Programy jako je Plaxis, GEO, SVARG, ALP, PDISP a FREW nám umožňují navrhovat konstrukce ekonomicky, bezpečně a zároveň udržitelně (3D BIM).

Máme široký sortiment netkaných a tkaných geotextilií od světových výrobců pro filtraci a separaci s parametry třídy S1 a S2 dle TP 97. Pro vyztužení zemních konstrukcí nabízíme tkané vysokopevnostní geotextilie a geomříže s pevnostmi až 1200 kN/m. Vlákna mohou být z PP, PES, PVA, aramidu, pro celkově optimalizovanou a udržitelnou konstrukci.

Pro izolace konstrukcí dodáváme fólie, bentonitové matrace a pro odvedení vody navrhujeme geosyntetické drenážní matrace s tloušťkou od 4 do 20 mm, což zajistí stejnou kapacitu jako přírodní materiály o tloušťce 20 cm, které nám docházejí a jsou přitom dražší. Speciální drenážní pásek Colbondddrain®, použitý při rekonstrukci dálnice D1, byl nastřelován pod každou dilatační spárou.

Na nově budované svahy a zářezy dopravních staveb můžeme podle sklonu dodat geobuňky, biodegradabilní kokosové sítě nebo polypropylenové či polyamidové 3D protierozní matrace v tloušťce 10 až 25 mm, které tvoří umělý kořenový systém a ve spojitosti s hydroosevem zajistí ochranu proti erozním rýhám a lokálním sesuvům.

Budeme rádi, když se na nás opět obrátíte a budeme moci s Vámi i nadále spolupracovat na budování naší dopravní infrastruktury, tak jako minulých 27 let, kdy jsme dodávali technická řešení a geosyntetické výrobky nejen na D1, D2, D3, D4, D5, D6, D8, D10, D11, D35, D48, D49, D55, ...

TABOSS® PRODUCENT GEOKRATY · ROTHFUSS® BEST GABION The Experts for Gabions · HUESKER Ideen. Ingenieure. Innovationen. · FREUDENBERG PERFORMANCE MATERIALS · Geo&tex2000 SPA Italian Nonwovens Technology · ATUS

Silniční obzor

Časopis pro témata pozemních komunikací, mostů, tunelů, bezpečnosti dopravy a dopravního inženýrství

měsíčník

silniční obzor

Předplatné – jednorázově na jeden rok se slevou 5,15 % činí **842 Kč včetně DPH.**

Ilustrační grafika od evening_tao / Freepik

POZNÁMKY

SILNIČNÍ KONFERENCE 2025

Těšíme se na Vás na

32. silniční konferenci

10. a 11. září 2025

Výstaviště BVV, Brno

ČESKÁ SILNIČNÍ SPOLEČNOST

CZECH ROAD SOCIETY

www.silnicnikonference.eu

GENERÁLNÍ PARTNER

miROADS

HLAVNÍ PARTNEŘI

budimex
COLAS 30 let v České republice
ChG ChanGroup better measuring ...
INFRAM
PRAGOPROJEKT
SUDOP GROUP
SWIETELSKY
VINCI CONSTRUCTION

PARTNEŘI

AŽD
Biguma Bohemia
Doprastav
edip
EKOLA group, spol. s r.o.
CH&T PARDUBICE ČLEN SKUPINY ENTERIA
firesta
HOCHTIEF
ŽS OHLA
ORLEN Asfalt Česká republika
REKMA
S a M silnice a mosty a.s. Česká Lípa
STRABAG WORK ON PROGRESS
Tensar A Division of CMC
Valbek
VLČEK LITINOVÉ STAVEBNÍ VÝROBKY

STUDENT PARTNER

miROADS

DIGITÁLNÍ PARTNER

VIAKONTROL spol. s r.o.

VÝHRADNÍ PARTNER PRO BIM

IBXR

VÝHRADNÍ PARTNER PRO PPP

VIA SALIS

MEDIÁLNÍ PARTNEŘI

silniční obzor
silnice +mosty
časopis stavebnictví
STAVEBNISERVER.com
SILNICE ŽELEZNICE
STAVEBNÍ NOVINY
www.TVSTAV.cz