

Automatizovaný systém pro měření a vyhodnocení hlučnosti povrchů a stanovení koeficientů pro výpočtovou metodiku CNOSSOS-EU

Martin a Libor Ládyš
EKOLA group, spol. s r.o.



Představení společnosti EKOLA group v oblasti měření hluku povrchů vozovek

- Problematikou hlučnosti povrchů se zabýváme od roku 1998 (Začínali jsem metodou SPB ČSN EN ISO 11819-1)
- V roce 2014-2015 vývoj a výroba unikátního řešení přívěsného vozíku - metoda CPX
- Od roku 2020 doplněno o sledování rovinatosti (norma ČSN EN ISO 13473) – vlastní výzkum, vývoj a analýza
- Od roku 2020 unikátní vývoj měřicího a vyhodnocovacího software (ojedinělý v celé EU – zájem od zahraničních zákazníků)
- S CPX vlekem máme na kontě již okolo 30 000 km na silnicích v ČR a něco také na Slovensku

TROCHA TEORIE

CPX – Close Proximity Method

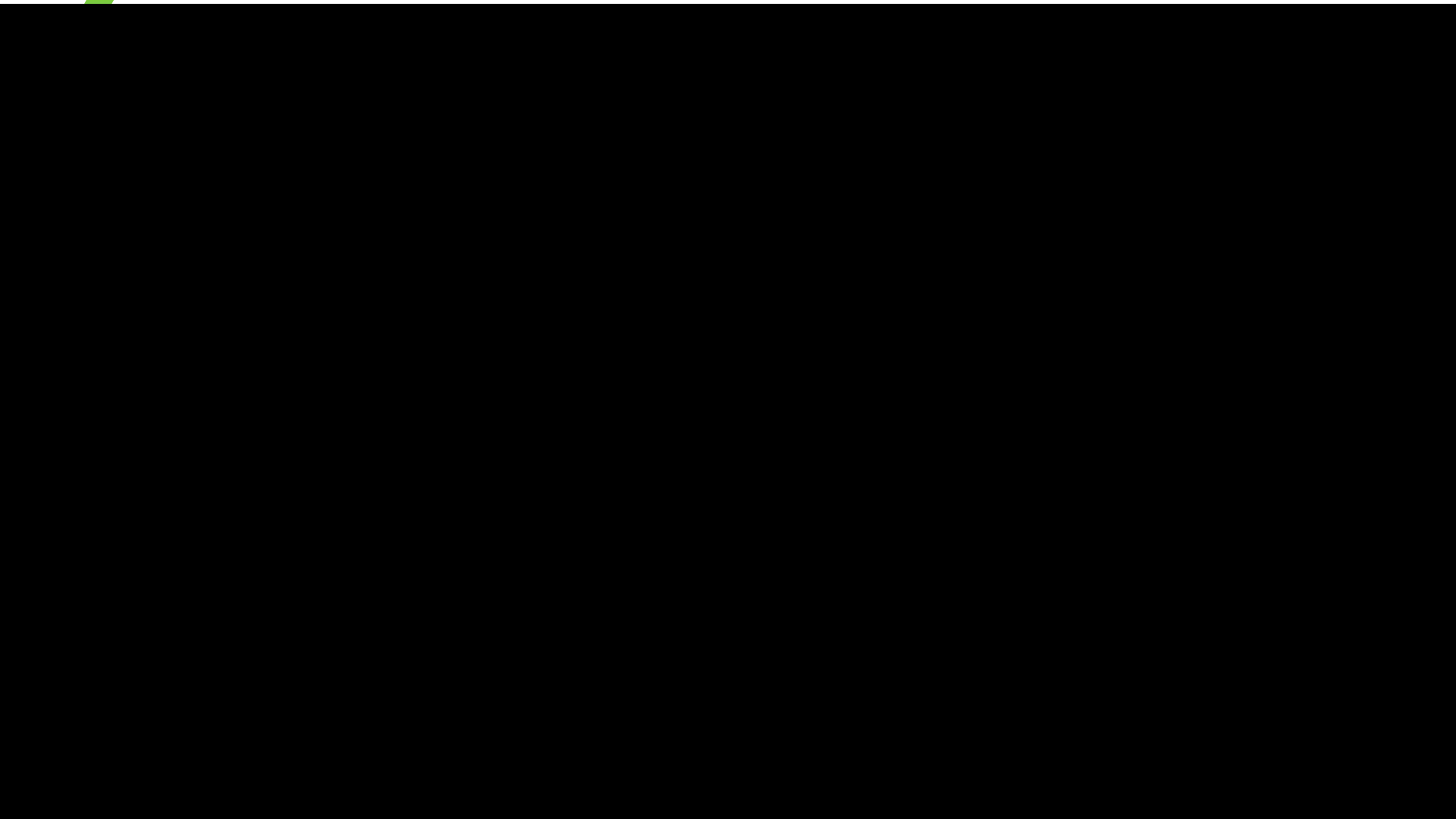
- Postup měření a vyhodnocení je daný platnou normou ČSN EN ISO 11819-2
- Měření pomocí referenční pneumatiky (nevhodná do běžného provozu 😊)
- 2-6 mikrofonů v blízkém poli pneumatiky

Měřené rychlosti:

- 50 km/h (ČSN a TP259)
- 80 km/h (ČSN a TP259)
- 110 km/h (ČSN)

Měření se provádí:

- V obou jízdních stopách
- Po 20 m úsecích s následným vyhodnocením pro celý sledovaný úsek



EKOLA - CPX

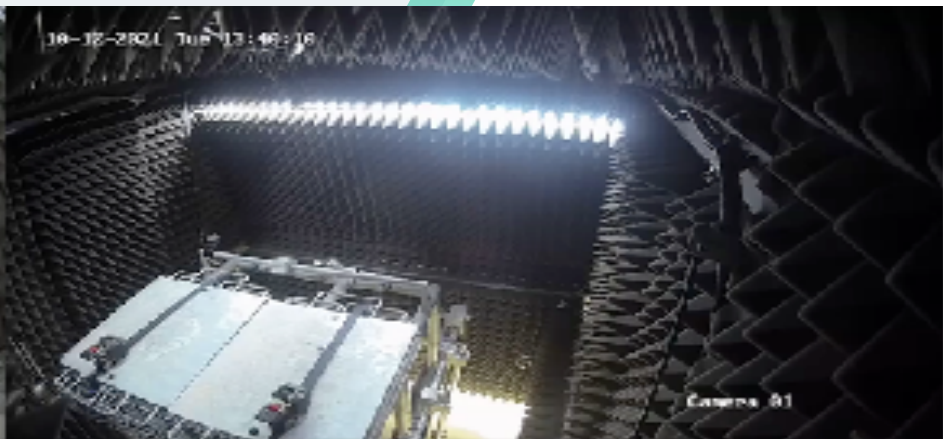
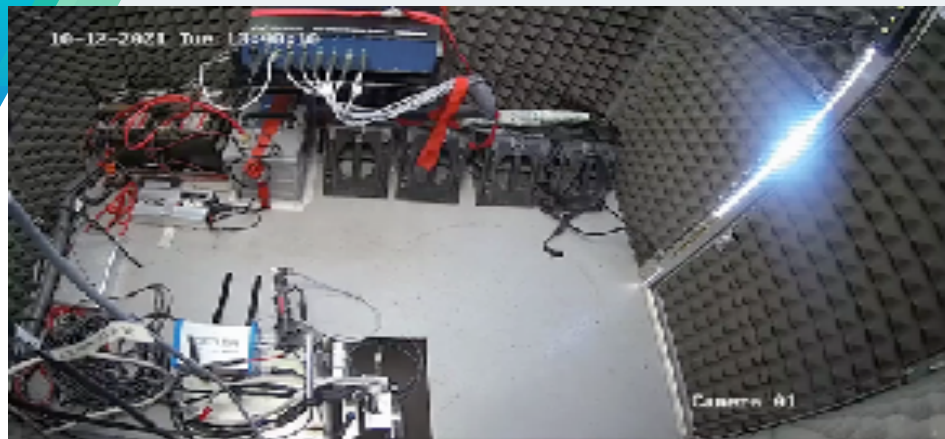
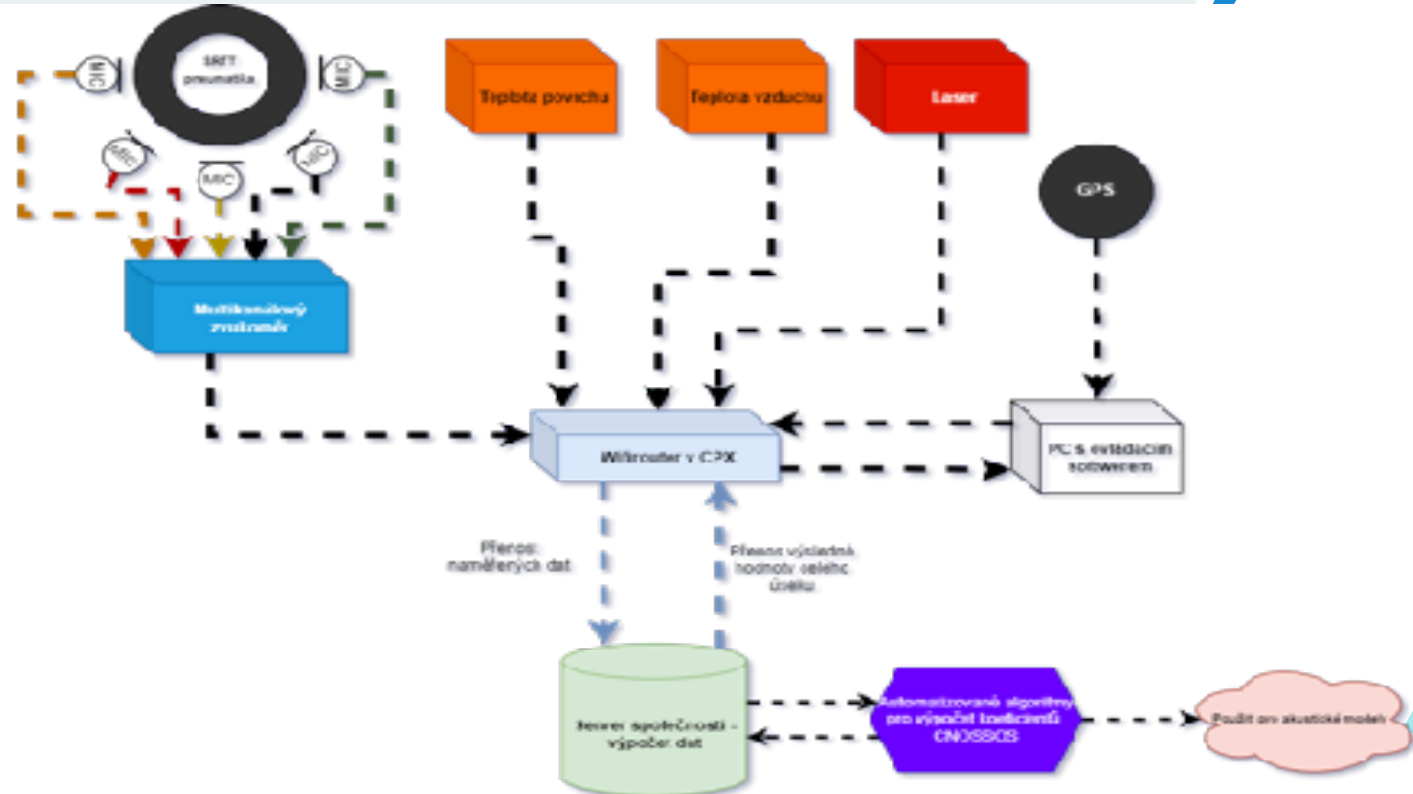


SCHÉMA MĚŘICÍHO A VÝHODNOCOVACÍHO ŘETEZCE



GRAFICKÉ VÝSTUPY

Před pokládkou NH



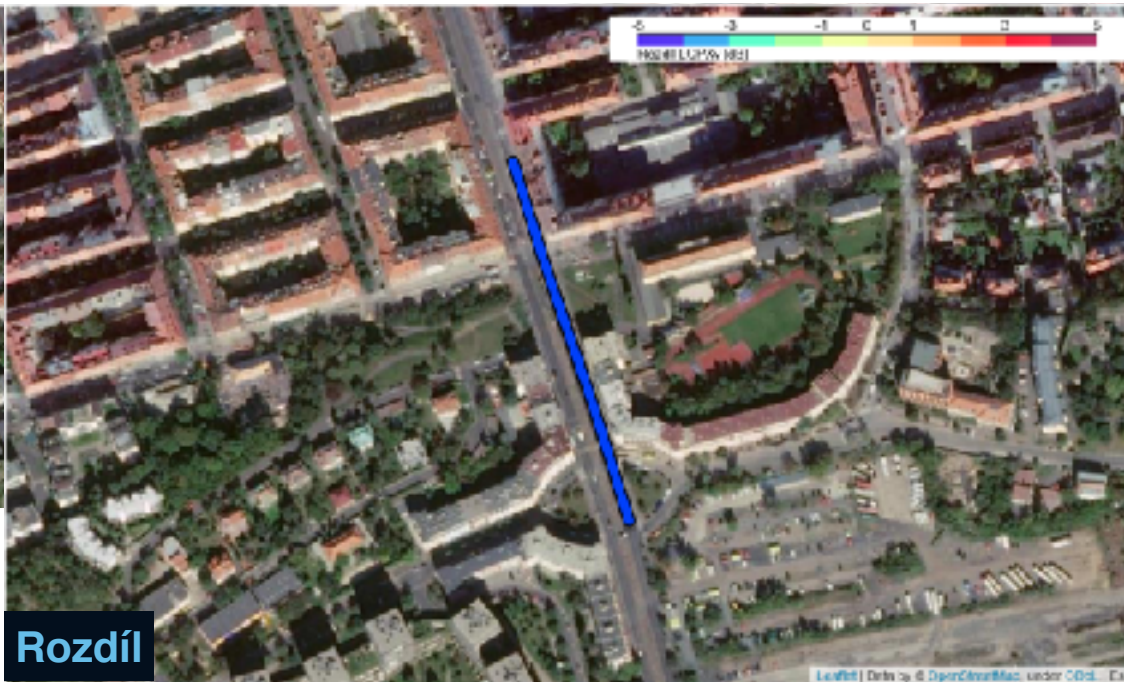
Po pokládce NH



Grafická analýza po 20 m úsecích

GRAFICKÉ VÝSTUPY

Před pokládkou NH



Po pokládce NH



VYTIPOVANÉ ÚSEKY JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ POVRCHŮ V ČR



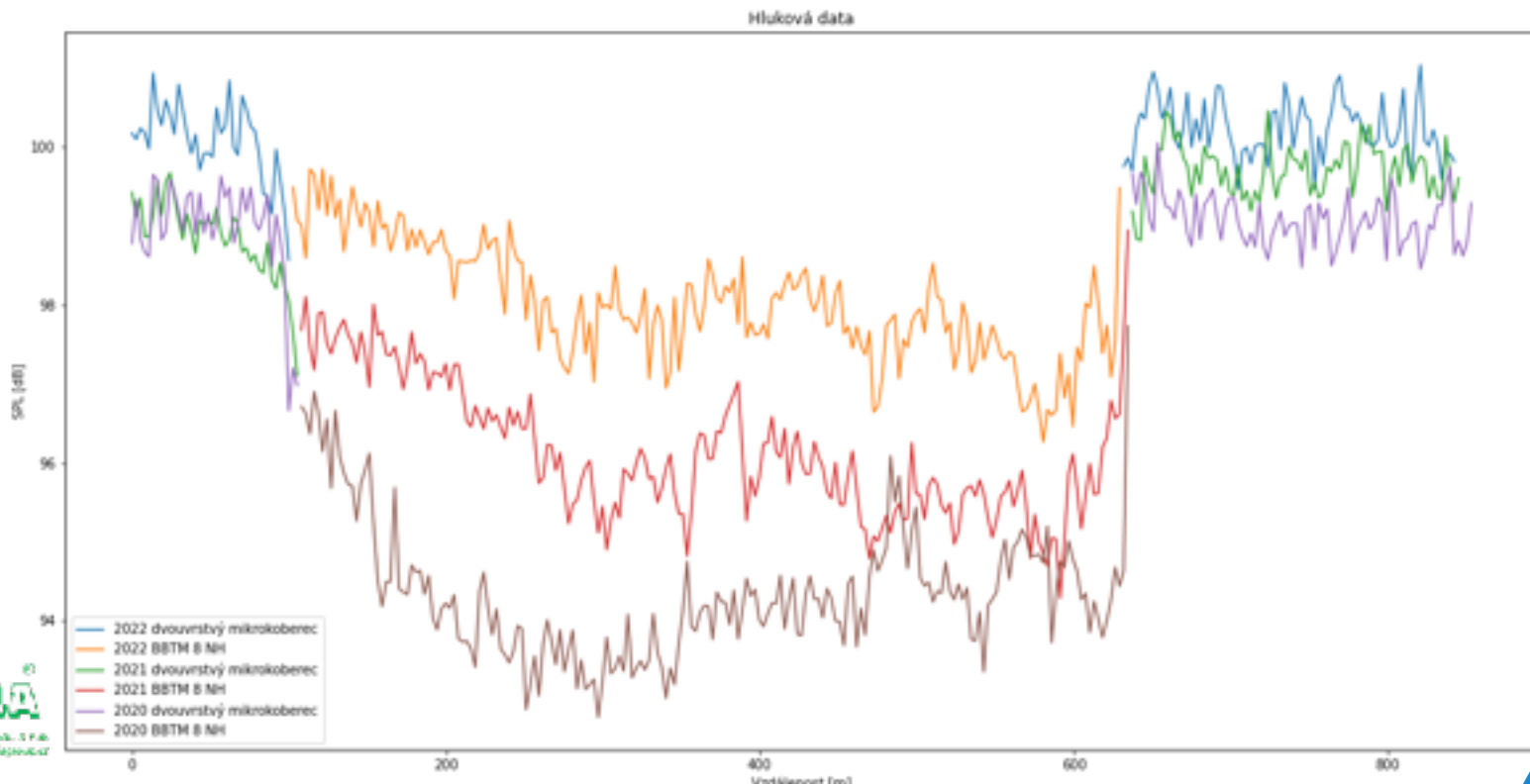
- Měří se jen z pohledu CDV deset nejvíce pokládanych povrchů v celé ČR
- Každý rozdělmeř po 100 km sečekín by dala až 100 km nebo na dálnicích

Implementace do metodiky CNOSSOS

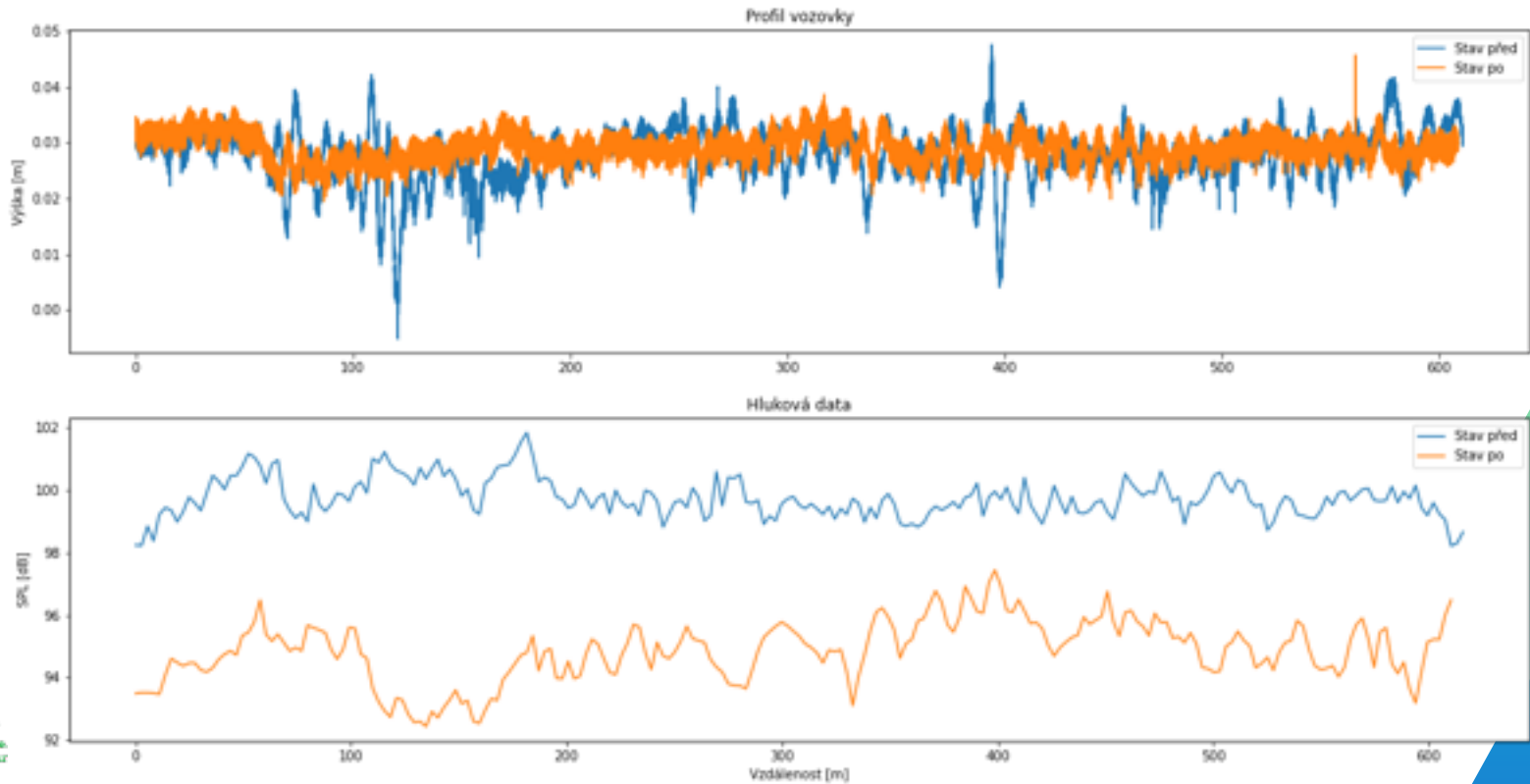
Libor Ládyš a Martin Ládyš
EKOLA group, spol. s r.o.



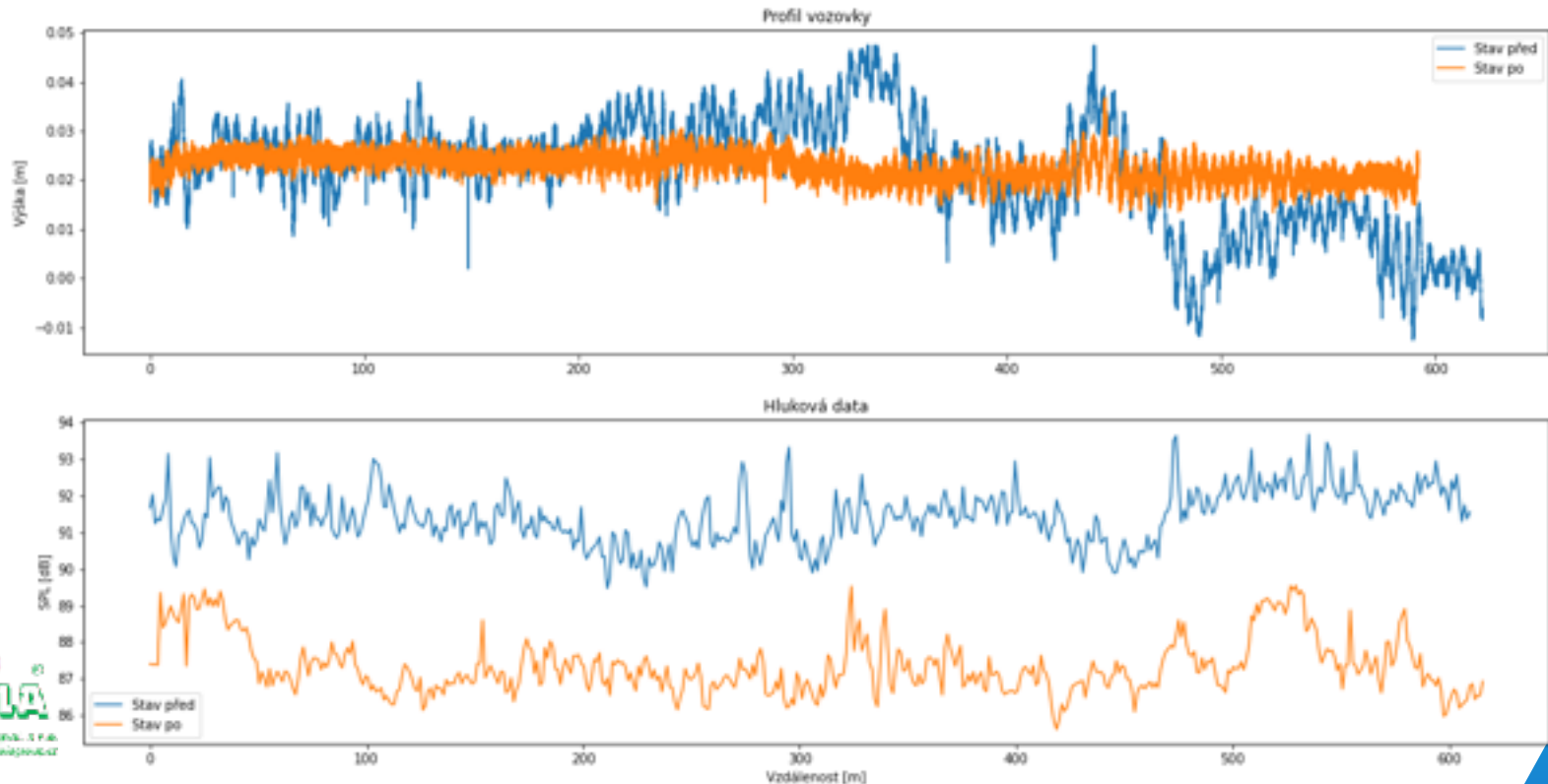
Třemošná - obchvat



Beňovy SMA 11S x BBTM 8NH



Argentinská Praha 7 – ACO 11 x SMA 8 NH



CNOSSOS-EU – základní informace

- **CNOSSOS-EU** = Common Noise aSSessment methOdS (Společné metody pro hodnocení hluku)
- **Cíl metodiky** = Jednotný přístup pro hodnocení hluku v Evropské unii
- **Vývoj** – Evropská komise, Evropská agentura pro životní prostředí, Světová zdravotnická organizace, Evropská agentura pro bezpečnost letectví
- Směrnice Komise EU 2015/996 ze dne 19. 5. 2015 o stanovení společných metod hodnocení hluku podle směrnice Evropského parlamentu a Rady EU 2002/49/EC
- Implementace do legislativ jednotlivých členských států EU

Důvody implementace národních povrchů

- **Výchozí stav** – Základní emisní parametry hlučnosti povrchů vozovek pro celou EU
- **Budoucnost** – Snaha respektovat jednotlivá národní prostředí
- Metodika umožňuje implementaci národních koeficientů pro jednotlivé povrchy
- Cílem zpřesnit akustické výpočty
- **Aktuální stav** – Řada států již implementovala parametry povrchů používaných v příslušné zemi (Německo, Rakousko, Finsko, Francie)
- **V ČR EKOLA group, spol. s r.o., pověřena řešením dané problematiky** – spolupráce s provozovateli komunikací (zejména ŘSD ČR) na výběru povrchů pro implementaci

Vybrané typy povrchů pro implementaci

- **Dlažba**
- **Nízkohlučné obrusné směsi v souladu s TP 259**
- Povrchy snižující hlučnost mimo TP 259
- Cementobetonový kryt s povrchovou úpravou pomocí vlečené juty
- **Cementobetonový kryt s povrchovou úpravou pomocí obnaženého kameniva**
- Asfaltový beton pro obrusné vrstvy s maximální velikostí frakce kameniva 11 mm (ACO 11)
- **Asfaltový koberec mastixový s maximální velikostí frakce kameniva 11 mm (SMA 11)**
- Jemnozrnné asfaltové povrchy (maximální frakce kameniva 8 mm a méně)
- Hrubozrnné asfaltové povrchy (maximální frakce kameniva 16 mm a více)
- Emulzní mikrokoberce

Stanovení koeficientů α a β

- α – Spektrální korekce vyjádřená v dB při referenční rychlosti a ve spektrálním pásmu
→ kmitočtově závislý koeficient
- β – Účinek rychlosti na snížení hluku valení
- Koeficienty stanoveny z jednotlivých naměřených hodnot L_{CPX} na základě výpočtových vzorců jako průměrné hodnoty ze série měření
- Koeficienty pro hodnocené skupiny povrchů

Koeficienty f [Hz] Povrch	α								β
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Sk.1 – DK	-0,3	-1,6	-2,0	-2,1	-2,0	-2,4	-2,1	-1,9	8,8
Sk. 2 – NH	0,8	-0,6	-0,4	-2,3	-2,5	-2,2	-2,4	-1,9	1,0
Sk. 5 – CBK (1)	-2,6	-2,7	-0,5	-1,0	-1,7	-1,7	-1,6	-1,6	3,0
Sk. 7 - SMA	-1,2	-1,9	-1,0	-1,1	-1,8	-1,7	-1,5	-1,4	3,3

Ověření stanovených koeficientů α a β

Měření reálných hodnot z běžného silničního provozu v místech, kde proběhlo i měření metodou CPX

- 2 lokality (I/61 Buštěhrad – povrch **BBTM 8 NH**, I/3 Čtyřkoly – povrch **SMA 11**)
- Vzdálenosti 7,5 m; 15,0 m a 30,0 m od osy nejbližšího jízdního pruhu
- V každé vzdálenosti měřicí mikrofon ve výškách 3,0 m a 6,0 m
- V každé lokalitě hodinová sonda
- Po celou dobu měření probíhal v místě měření dopravně inženýrský průzkum
- Proběhlo též měření rychlosti

Ověřovací měření – lokalita Buštěhrad



Ověřovací měření – lokalita Čtyřkoly



Ověření stanovených koeficientů α a β

Ověření pomocí 3D výpočtového modelu podle reálné situace v místě měření

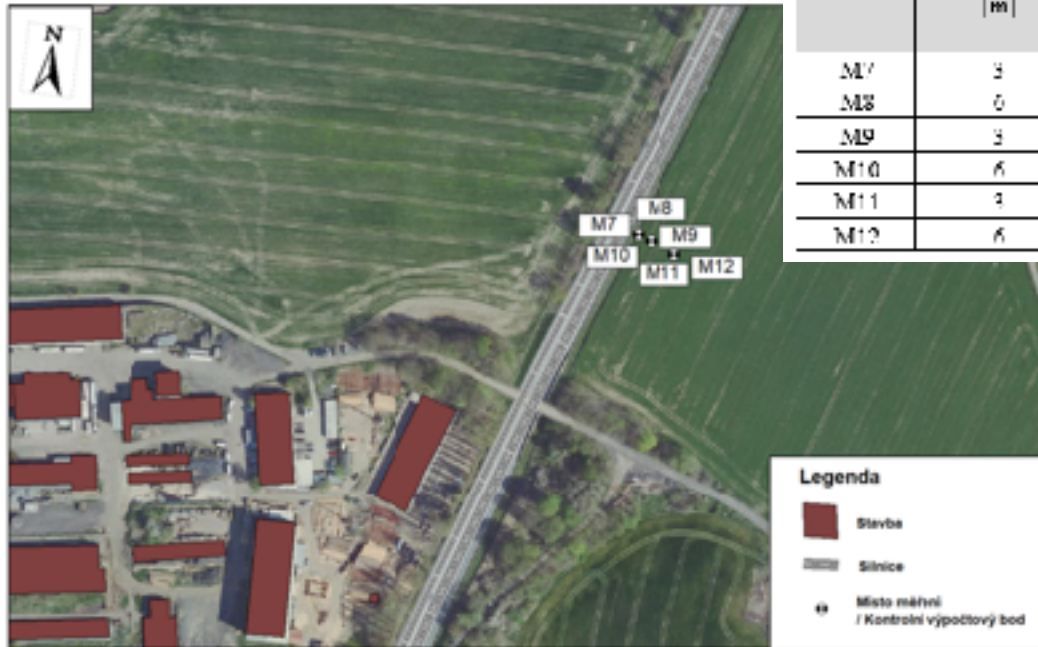
- Implementace měřených lokalit v programu CadnaA
- Vozidla členěna do kategorií dle metodiky CNOSSOS-EU
- Povrchy zadány pomocí koeficientů α a β zjištěných na základě přepočtu z hodnot L_{CPX}
- Následně porovnány naměřené a vypočtené hodnoty

Ověření výpočtového modelu – nízkohlučná směs BBTM 8 NH (Skupina 2)



Místa měření	Výška bodu nad terénem [m]	Vzdálenost od body nejbližšího pravidelného pavuše [m]	Ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{eq,T}$ [dB]		
			Naměřené hodnoty		Rozdíl (Vypočítané - Naměřené)
			Den (1h)	Vypočítané hodnoty Den (1h)	
M1	3	7,5	68,5	68,9	0,4
M2	6	7,5	67,4	68,4	1,0
M3	3	10,0	65,7	66,4	0,7
M4	6	10,0	65,5	66,5	1,0
M5	3	30,0	62,3	63,5	1,2
M6	6	30,0	62,1	63,8	1,7

Ověření výpočtového modelu – asfaltový koberec mastixový SMA 11 (Skupina 7)



Místa měření	Výška bodu nad terénem [m]	Vzdálenost od osy nejbližšího jízdního pruhu [m]	Ekvivalentní hladiny akustického tlaku $L_{Aeq,T}$ [dB]		
			Naměřené hodnoty Den (12)	Vypočítané hodnoty Den (12)	Rozdíl (Vypočítané – Naměřené) Den (12)
M7	3	7,5	72,0	73,9	1,9
M8	0	7,5	72,1	73,6	1,5
M9	3	15,0	71,9	71,3	0,6
M10	6	15,0	72,1	71,4	-0,7
M11	3	30,0	67,6	67,9	0,3
M12	6	30,0	69,0	68,1	-0,9

Shrnutí a budoucnost projektu

První fáze projektu – *Provedeno*

- Měření 4 druhů povrchů metodou CPX na mnoha místech v republice při různých rychlostech na různých typech komunikací
- Stanoveny hodnoty koeficientů α a β
- Implementace pomocí matematických 3D modelů ve výpočtovém softwaru
- Pro 2 povrchy provedeno ověření pomocí hodinových sond v 6 místech měření

Další fáze projektu – *Aktuálně probíhá*

- Měření, stanovení koeficientů, implementace a ověření pro další typy povrchů



Děkujeme za pozornost

Foto: Martin Ládyš
Třemošná 2022