

# **Certifikovaná metodika**

## **Vodorovné dopravní značení s akustickým efektem**

Název projektu: Optimalizace profilovaného vodorovného značení pro zvýšení bezpečnosti

Výstup řešení projektu TAČR: TA04030998

Poskytovatel dotace: Technologická agentura České republiky

Předkládá: Ing. Irena Šašinková, CSc.

Název organizace: Silniční vývoj - ZDZ spol. s r.o.

Jméno řešitele: Ing. Irena Šašinková, CSc.



Metodiku vypracovali Ing. Irena Šašinková, CSc., Ing. Martin Tóth, MBA a Ing. Tereza Kalábová, je výstupem projektu „Optimalizace profilovaného vodorovného značení pro zvýšení bezpečnosti“ podpořeného Technologickou agenturou ČR v rámci programu ALFA pod číslem TA04030998.

Podrobnější informace o projektu lze nalézt na stránkách <http://rmms.projektyzdz.cz>

Uživatelem metodiky je Ředitelství silnic a dálnic a zhotovitelé vodorovného dopravního značení

Oponentní posudky zpracovali:

Michal Prášil, Ředitelství silnic a dálnic

Ing. Antonín Seidl, expert v oblasti vybavení pozemních komunikací

## Obsah

I)	Cíl metodiky .....	6
II)	Vlastní popis metodiky .....	6
II.1	Definice pojmů .....	6
II.2	Výsledky měření akustických charakteristik .....	8
II.3	Metodika provádění strukturálního značení s baretami .....	10
III)	Novost postupů .....	18
IV)	Popis uplatnění certifikované metodiky .....	19
V)	Ekonomické aspekty .....	20
VI)	Seznam použité související literatury .....	20
VII)	Seznam publikací, které předcházely metodice .....	21
VIII)	Přílohy .....	21

## Úvod do problematiky a představení projektu TA04030998

I přes významný pokrok dosažený v oblasti snížení počtu obětí nehod v posledních deseti letech v EU, denně ztratí život na evropských silnicích asi 80 lidí. Jinými slovy lze si představit, že v Evropě ročně díky úmrtím následkem dopravních nehod zmizí město o 27 000 obyvatelích. Přitom existují levná a efektivní řešení, která mohou přinést změnu okamžitě, mohou zachránit životy a snížit obrovskou sociálně-ekonomickou zátěž, kterou pro ekonomiku představují dopravní nehody. Vodorovné dopravní značení je z hlediska efektivity nákladů jedno z nejlepších řešení, které je silničním správcům dostupné.

Funkční vodorovné dopravní značení (VDZ) je pro řízení bezpečné a plynulé dopravy velmi důležité, protože poskytuje řidičům prostorové povědomí o jasné hranici vozovky, čímž se výrazně snižuje riziko čelních srážek nebo opuštění vozovky. Zejména v noci a v podmínkách za vlhka a za deště musí být vodorovné dopravní značení zřetelné, protože účastník dopravy má málo jiných možností k orientaci na pozemní komunikaci. Z tohoto důvodu nesmí značení účastníka dopravy mýlit a řidič je musí v každém okamžiku zběžným pohledem bez pochybností rozpoznat. Některé typy vodorovného dopravního značení vykazují navíc akusticko-vibrační efekt, pomocí kterého je řidič upozorněn na vybočení z jízdního pruhu, což může zabránit nehodám způsobeným sjetím ze silnice. Na toto téma byl také zaměřen projekt TA04030998 „Optimalizace profilovaného vodorovného značení pro zvýšení bezpečnosti“, jehož cílem bylo ověření technologie strukturálního vodorovného dopravního značení s baretami v reálných podmínkách a specifikování konkrétních parametrů tohoto značení včetně sledování změn vybraných parametrů v čase (akusticko-vibrační efekt, retroreflexe).

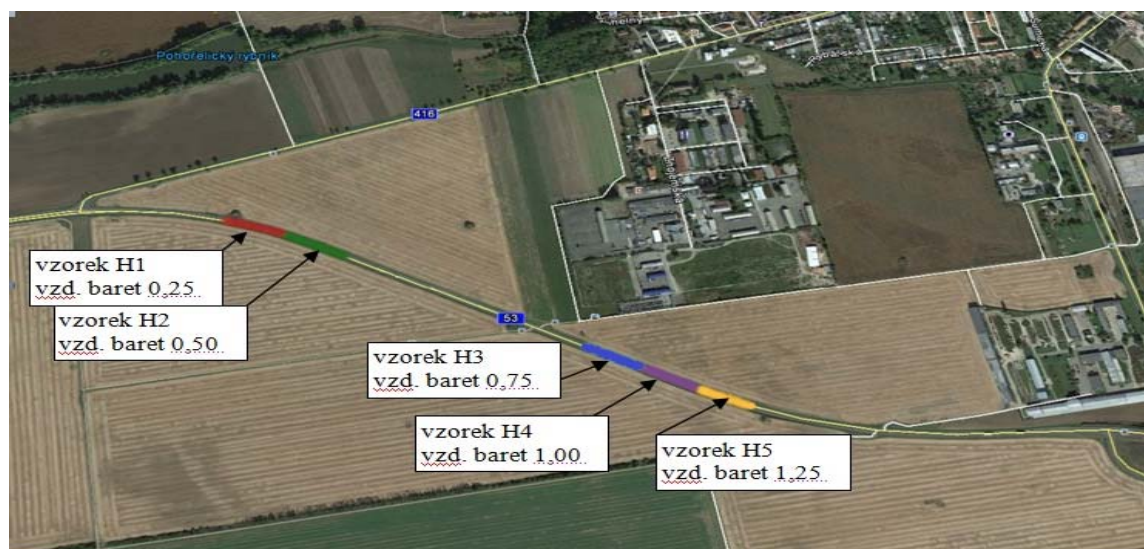


Obrázek 1 – Příklad strukturálního značení s baretami

V rámci řešení projektu byly nejprve vytipovány nehodové úseky silnic II/150, II/152, II/379 a II/373, na kterých bylo následně realizováno VDZ v provedení strukturálním s příčně rozmístěnými baretami. Aplikovány byly vodící čáry i dělicí čára, dělicí čára nebo pouze vodící čáry.

Navíc byl pro sledování akusticko-vibračních charakteristik značení vybrán úsek silnice I/53, na kterém bylo zhotoveno pět vzorků strukturálního značení, a to s baretami ve vzdálenostech 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, 1,00 m a 1,25 m. Minimální délka jednoho vzorku vodorovného dopravního značení pro měření akusticko-vibračních vlastností byla stanovena na 100 m. Vlastní realizace speciálního značení byla podrobně zdokumentována.

Schéma rozmístění vzorků na zvoleném úseku silnice I/53 je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 2 - Schéma umístění vzorků vodorovného dopravního značení na silnici I/53

Během téměř čtyřletého období trvání projektu byl průběžně měřen a vyhodnocován vliv různého rozmístění příčných baret na akusticko-vibrační efekt, rovněž bylo prováděno měření retroreflexe.

Zkoušení hmot používaných pro vodorovné dopravní značení je prováděno v ČR formou testování na zkušebním úseku (ZÚ) v souladu s ČSN EN 1824. Vzorky hmot v kombinaci s materiálem na dodatečný posyp jsou na zkušebním úseku nanášeny formou podélných

# T A Č R

čar v délce 2 m. U těchto vzorků je potom v průběhu 12 měsíců prováděno měření jednotlivých parametrů značení. V rámci tohoto způsobu testování není možné měřit akusticko-vibrační efekt značení, protože vliv odstupů jednotlivých baret se na tak krátké vzdálenosti neprojeví, je tedy třeba aplikovat značení ve výrazně větší délce.

V rámci projektu byly navíc sledovány další důležité charakteristiky, jako trvanlivost značení vyjádřená indexem opotřebení, změna profilu značení, apod. Součástí prací bylo také monitorování nehodovosti jednak před zhotovením dopravního značení, tedy v prvním roce řešení, dále pak bezprostředně po jeho zhotovení a v závislosti na míře opotřebení po celou dobu řešeného projektu.

## I) Cíl metodiky

Cílem metodiky je popis technologie provádění speciálního vodorovného dopravního značení a specifikování konkrétních parametrů této technologie, především vzájemné vzdálenosti příčných baret včetně popisu struktury značení, a to s ohledem na dosažené výsledky měření akustických charakteristik.

Tato metodika navazuje na projekt Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD), který byl řešen na základě objednávky č. 01PU-001444 z roku 2013 s názvem “Akustický a vibrační efekt vodorovného dopravního značení“.

## II) Vlastní popis metodiky

### II.1 Definice pojmů

Pro potřeby této metodiky jsou použity následující definice pojmů.

Stálé vodorovné dopravní značení  
vodorovné dopravní značení typu I nebo typu II určené pro organizaci a usměrňování provozu na pozemních komunikacích [1]

Vodorovné dopravní značení - typ I  
vodorovné dopravní značení, u kterého není zajištěna noční viditelnost v podmínkách za vlhka a za deště [1]

### Vodorovné dopravní značení - typ II

vodorovné dopravní značení, u kterého je splněn požadavek na noční viditelnost v podmínkách za vlhka a za deště [1]

VDZ typu II se vytváří těmito způsoby:

- VDZ s hladkým povrchem, u kterých je celoplošně nanesená hmota opatřena balotinou s velkými zrny, která vyčnívají z plochy VDZ a tím i z vodního filmu,
- strukturální VDZ, u kterých není hmota nanášena v souvislé ploše, struktura značení umožňuje odtok vody, takže hmota i balotina vyčnívají z vodního filmu,
- profilovaná VDZ, kde hmota vytváří v pravidelných intervalech příčné výstupky, které i s balotinou vyčnívají z vodního filmu,
- kombinací výše uvedených technologií, např. strukturální VDZ s profilovaným VDZ.

### Strukturální vodorovné dopravní značení

vodorovné dopravní značení, které není aplikováno v souvislé vrstvě na vozovku, jeho části vyčnívají nad povrch vozovky a umožňují odtok vody [1]

### Barety

jednotlé příčné výstupky různé šířky a výšky vytvářené ze stejné hmoty v rámci jednoho technologického cyklu při provádění VDZ. Barety doplňují toto značení v určitých intervalech, vytváří výrazně vyšší akustický a vibrační efekt, než samotné strukturální značení [2]

### Certifikovaný systém

konkrétní hmota s příslušným materiálem na dodatečný posyp v daném dávkování, typu a provedení [1] odzkoušená na zkušebním úseku, na kterou byl vydán certifikát

### Plastická hmota nanášená za studena

substance v jedno nebo vícesložkové formě. Podle typu systému jsou složky smíchány v různých poměrech [1]

### Materiál na dodatečný posyp

obecné označení pro balotinu, protismykové přísady nebo směs těchto materiálů, které jsou nanášeny na hmoty pro VDZ ihned po jejich aplikaci [1]

### Balotina

skleněné kuličky zajišťující retroreflexi vodorovného dopravního značení prostřednictvím zpětného odrazu světla reflektorů vozidla směrem k řidiči [1]

### Akustický efekt VDZ

rozdíl hladin akustického tlaku při pojezdu VDZ a přilehlého povrchu vozovky [2]



# T A Č R

Mez akustického efektu VDZ

úroveň hladiny akustického tlaku, která značí, zda je vzorek VDZ akustický nebo neakustický [2]

Akustické VDZ

VDZ, které překročilo požadovanou mez akustického efektu VDZ [2]

Neakustické VDZ

VDZ, které nepřekročilo požadovanou mez akustického efektu VDZ [2]

Noční viditelnost - retroreflexe (R)

je vyjádřena měrným součinitelem svítivosti a určuje viditelnost VDZ tak, jak je značení viděno řidiči motorových vozidel při osvětlení reflektory jejich vozidel [1]

Katalog hmot pro vodorovné dopravní značení (dále jen Katalog)

je pravidelně aktualizovaná publikace vydávaná v první polovině kalendářního roku, kterou schvaluje Ministerstvo dopravy. Aktuální znění lze nalézt na adrese <http://www.kataloghmot.cz> [3]

## II.2 Výsledky měření akustických charakteristik

Metodika měření a všechny výsledky, kterých bylo dosaženo v rámci řešení projektu, jsou podrobněji uvedeny v průběžných zprávách za rok 2014, 2015, 2016 a závěrečné zprávě (2017).

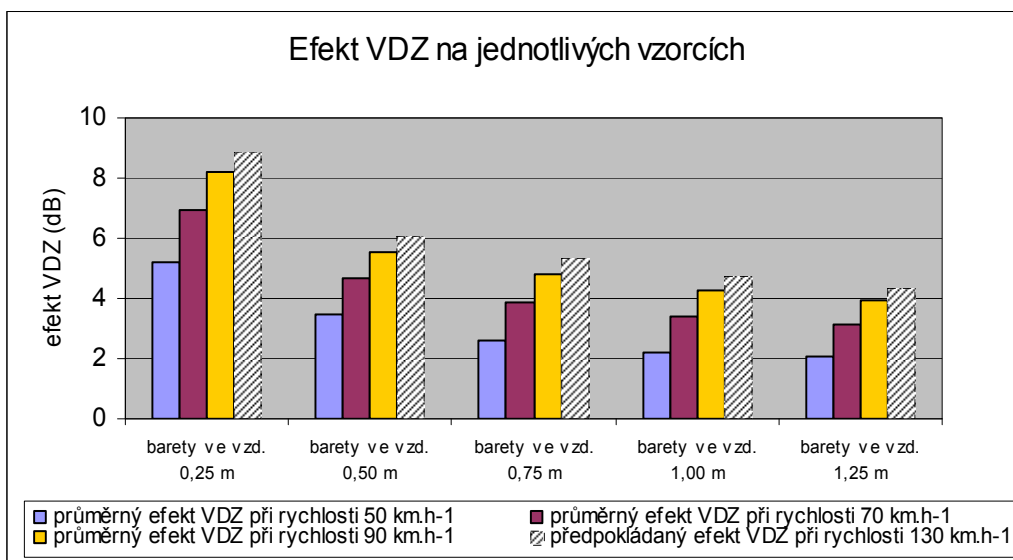
Měření hladiny akustického tlaku při pojezdu vzorků vodorovného dopravního značení a povrchu vozovky byla prováděna při referenčních rychlostech:

- 50 km.h<sup>-1</sup>,
- 70 km.h<sup>-1</sup>,
- 90 km.h<sup>-1</sup>.

Pro účely tohoto projektu byla použita metoda měření, která vychází z metod CPX (Close Proximity Method) a OBSI (On Board Sound Intensity).

Vyhodnocení výsledků měření bylo provedeno na základě rozdílu hladiny akustického tlaku zjištěného na povrchu vozovky a při pojezdu vzorků značení a dále také porovnáním akustického tlaku při pojezdu jednotlivých vzorků provedeného značení (viz obrázek 3 a obrázek 4). Vzhledem k tomu, že na dálnicích je maximální dovolená rychlost 130 km.h<sup>-1</sup>, byly na základě naměřených hodnot dopočítány předpokládané hodnoty akustického tlaku a efektu VDZ i pro tuto rychlost.

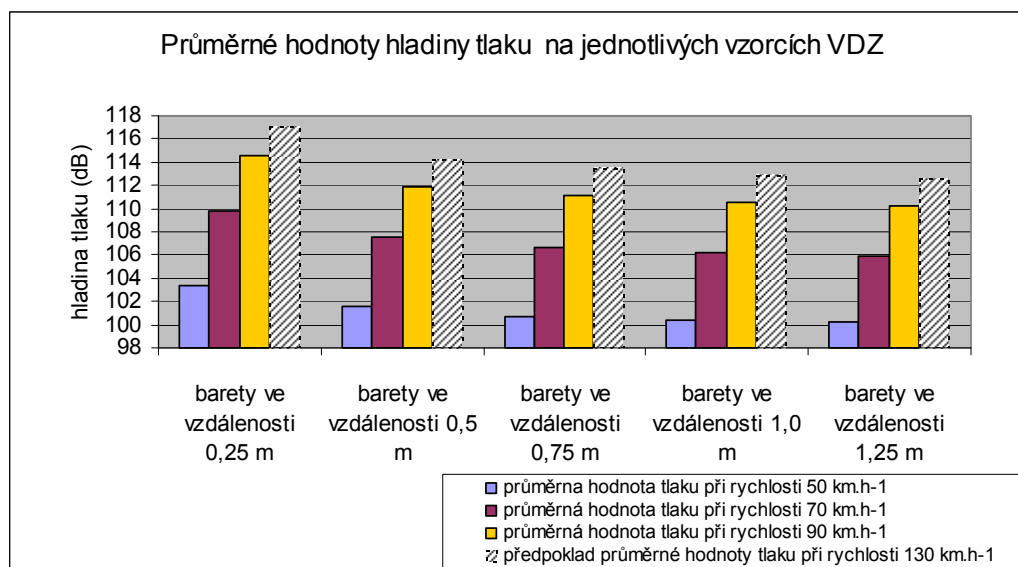




Obrázek 3 – Průměrné hodnoty akustického efektu VDZ

Je zřejmé, že se vzrůstající rychlostí dochází v rámci jednotlivých vzorků k nárůstu efektu VDZ. Z dosažených výsledků vyplývá, že v závislosti na rychlosti je nejvýraznější akustický efekt VDZ u vzorku strukturálního značení s roztečí baret 0,25 m. Menší efekt byl potom zaznamenán u vzorků s baretami ve vzdálenosti 0,50 m a 0,75 m. Nejméně patrný je efekt u vzorků značení s baretami po 1,00 m a 1,25 m, nicméně i tyto vzorky vykazují akustický efekt.

Pokud bychom jako pomyslnou hranici meze akustického efektu zvolili hodnotu 4 dB, pak pro dálnice (uvažovaná rychlost 90 km.h<sup>-1</sup> a 130 km.h<sup>-1</sup>) by touto limitou vyhověly všechny vzorky (rozteč baret 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, 1,00 m i 1,25 m) s tím, že nejvýraznější efekt je u vzdálenosti 0,25 m, potom 0,50 m a 0,75 m. Pro ostatní pozemní komunikace (uvažovaná rychlost 70 km.h<sup>-1</sup>) zvolený limit splní vzorky s roztečí baret 0,25 m, 0,50 m a 0,75 m.



Obrázek 4 – Průměrné hodnoty hladin akustického tlaku na jednotlivých vzorcích VDZ

Z obrázku vyplývá, že stejně jako u efektu VDZ i v případě hodnot hladiny akustického tlaku je patrná závislost na vzdálenosti baret a rychlosti. Zjištěné průměrné hodnoty hladiny akustického tlaku na všech vzorcích při všech rychlostech jsou poměrně vysoké, přesahují hodnotu 100 dB. Zajímavé je, že nárůst hladiny akustického tlaku zjištěného při rychlosti 50 km.h<sup>-1</sup> a předpokládaného pro rychlost 130 km.h<sup>-1</sup> je u všech vzorků téměř shodný a činí cca 13 %.

### II.3 Metodika provádění strukturálního značení s baretami


#### Výběr materiálu

Významnou částí přípravy pokládky vodorovného dopravního značení je výběr vhodných materiálů ve vztahu ke zvolenému značení. V tomto případě se jedná o strukturální značení s příčně rozmístěnými baretami v různých vzájemných vzdálenostech, které jsou vytvářeny při provádění VDZ ze stejné hmoty v rámci jednoho technologického cyklu.

Pro provedení tohoto typu značení jsou vhodné plastické materiály nanášené za studena. Výrobky certifikované v České republice jsou uveřejněny na stránkách Ředitelství silnic a dálnic (<http://www.pjpk.cz/vodorovne-dopravni-znaceni>) ve formě certifikovaných systémů, tedy hmota + materiál na dodatečný posyp. U mnoha těchto systémů jsou navíc k dispozici i údaje ze sledování po 18, 24, 30, 36 nebo 42 měsících od pokládky na zkušebním úseku. Pro každý certifikovaný systém je možné dohledat základní údaje

o vlastnostech hmoty, podmínkách aplikace systému, dávkování obou složek systému a výsledky měření parametrů zjišťované na zkušebním úseku.

V souboru více než 170 certifikovaných systémů je 27 systémů odzkoušených v provedení strukturálním, ze kterých si zhotovitel se zohledněním požadavků výběrového řízení vybere vhodnou hmotu. Příklad katalogového listu [3] s uvedením dosažených parametrů v rámci zkoušek na zkušebním úseku je uveden na obrázku 5. Tabulka 1 obsahuje přehled certifikovaných systémů strukturálního značení z Katalogu pro rok 2017.

PLAST dvousložková plastická hmota nanášená za studena barvy bílé pro provedení strukturální											
<b>Technické vlastnosti</b>											
Premixová balotina										obsažena	
<b>Podmínky pro aplikaci</b>											
Výrobce doporučená teplota podkladu										[°C] 5 – 40	
Výrobce doporučená teplota vzduchu										[°C] 5 – 30	
Výrobce doporučená relativní vlhkost vzduchu										[%] max. 80	
Poměr mísení jednotlivých složek										98 : 2	
Dávkování hmoty										[g.m <sup>-2</sup> ] 2400	
Druh dodatečného posypu										Sovitec 415	
Dávkování dodatečného posypu										[g.m <sup>-2</sup> ] 440	
<b>Měření při pokládce na zkušebním úseku</b>											
Doba vytvrzení při teplotě vzduchu 25,5 °C										[min] 17	
Tloušťka vytvrzeného plastu										[µm] 2800	
<b>vzhled značení po 12 měsících</b>											
											
Výsledky měření na zkušebním úseku po 12 měsících od pokládky a zařazení do tříd (čáry s dodatečným posypem)											
místo měření	denní viditelnost QD (med.m <sup>-2</sup> .lx <sup>-1</sup> )	třída	denní viditelnost β	třída	drsnost SRT	noční viditelnost R (med.m <sup>-2</sup> .lx <sup>-1</sup> ) za sucha	třída	noční viditelnost R (med.m <sup>-2</sup> .lx <sup>-1</sup> ) za vlhka	třída	index opotřebení	třída
I	150	Q 3	0,3623	B 2	neměřeno	401	R 5	40	RW 2	1	-
II	157	Q 3	0,3174	B 2	neměřeno	424	R 5	42	RW 2	1	-
III	153	Q 3	0,3210	B 2	neměřeno	325	R 5	34	RW 1	1	-
IV	150	Q 3	0,3297	B 2	neměřeno	399	R 5	40	RW 2	1	-
V	160	Q 4	0,3325	B 2	neměřeno	428	R 5	36	RW 2	1	-
VI	158	Q 3	0,3133	B 2	neměřeno	415	R 5	42	RW 2	1	-
VII	153	Q 3	0,3098	B 2	neměřeno	353	R 5	38	RW 2	1	-
VIII	155	Q 3	0,3649	B 2	neměřeno	312	R 5	30	RW 1	1	-
IX	156	Q 3	0,3509	B 2	neměřeno	354	R 5	39	RW 2	1	-

Výsledky měření na zkušebním úseku po 18 měsících od pokládky

místo měření	denní viditelnost QD (med.m <sup>-2</sup> .lx <sup>-1</sup> )	denní viditelnost β	drsnost SRT	noční viditelnost R (med.m <sup>-2</sup> .lx <sup>-1</sup> ) za sucha	noční viditelnost R (med.m <sup>-2</sup> .lx <sup>-1</sup> ) za vlhka	index opotřebení
I	146	0,3142	neměřeno	383	43	1
II	141	0,3170	neměřeno	361	35	1
III	139	0,3142	neměřeno	285	33	1
IV	138	0,3122	neměřeno	325	39	1
V	144	0,3133	neměřeno	388	40	1
VI	144	0,3160	neměřeno	380	46	1
VII	140	0,3066	neměřeno	316	37	1
VIII	140	0,3124	neměřeno	279	31	1
IX	141	0,3161	neměřeno	303	39	1

Obrázek 5 – Příklad katalogového listu certifikované plastické hmoty

TABULKA 1 – Přehled certifikovaných systémů pro strukturální značení (Katalog 2017)

název výrobku	materiál na dodatečný posyp	dávkování hmoty/ materiálu na dod. posyp (g.m <sup>-2</sup> )	měření na ZÚ po 18 - 42 měsících od pokládky
ALTECO-Line Kaltplastik FP-2K	Sovitec Echostar 20 BCP SRT	2200 / 350	24
BASCOPLAST FEIN BA 10	Sovitec 600-125 SBP (MB1B2T P)	2200 / 370	24, 42
BASCOPLAST FEIN BA 10	Weissker 180-850 140H1 90/10	2200 / 370	24
Bascoplast fein BA, strukturální	Sovitec MB1B2T (F)	3300 / 400	24,36
Bascoplast fein BA, strukturální	Swarco T14 200-800	3300 / 400	24,36
Bascoplast fein BA, strukturální	Microbeads 125-630 TEF	2500 / 250	-
Bascoplast fein BA, strukturální	Sovitec MB1B2T (F)	3000 / 500	-
Signodur Struktural 12823	Swarcoflex 100-600 T14	3000 / 320	18,24
Sinokryl 2K	Interminglass 125-630 MBT	2700 / 300	-
Konturplast	Sovitec 250-850 BCP	2000 / 400	18, 24
Umanax 2K Str	Swarco T 18 100-800	2600 / 370	24, 36
Umanax 2K Str-W	Swarco T14 200-800	2400 / 400	-
Plastmal SILENT	Sovitec MBG1B2T P	2700 / 350	-
Remo 2000 EQ Struktur	Swarco T14 200-800	2500 / 400	24
Remo 2000 EQ Struktur	Sovitec Echostar 5 BCP 125-630	2500 / 400	24
Remo 2000 EQ Struktur	Swarco 200-800 T18	2700 / 450	24, 36
Remo 2000 EQ Struktur	Sovitec Echostar 5 710-125	2700 / 450	24, 36
Siga Road CP 100	Potters 125-850 TEF	2700 / 400	-
Leaplast SW	Swarcoflex 200-800 T18	2100 / 450	24, 30, 36
LIMBOPLAST D480	Swarcoflex 200-800 T18	2500 / 450	18,24
LIMBOPLAST D480	Swarcoflex 200-800 T18	2700 / 400	18,24
LIMBOPLAST D480	Swarcoflex 200-800 T18	2500 / 400	24, 36
Sinoflex Moser	Sovitec MB1A2T P2 (500-180 SBP ECO)	2500 / 350	-
Sinoflex Moser	Sovitec MB1A2T F (500-180 BCP)	2500 / 350	24, 36
Sinoflex Moser	Sovitec MB1B2T F (600-125 BCP)	4100 / 350	18
Sinoflex Moser	Sovitec MB1A2T F (500-180 BCP)	4100 / 340	-
Sinoflex Moser Ultra	Sovitec MB1A2TF (500-180 BCP)	2500 / 350	18, 24, 30, 36

## **Ověření nastavení stroje pro pokládku VDZ**

Další neméně důležitou činností spojenou s přípravou pokládky je ověření správného nastavení stroje. Je třeba udělat několik zkušebních pokládek požadovaného značení, u nichž se ověří:

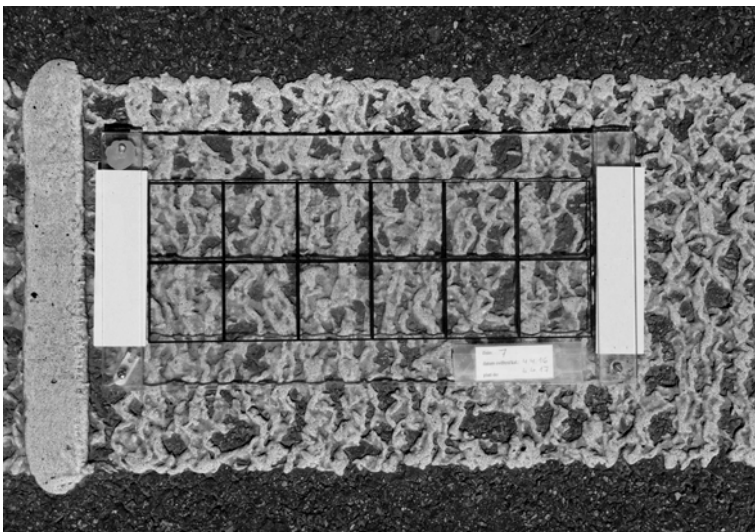
- dávkování obou složek systému (hmota a posyp),
- provedená struktura a barety,
- rozteče baret a šířka čáry,
- míra zabudování materiálu na dodatečný posyp ve hmotě.

### **DÁVKOVÁNÍ OBOU SLOŽEK SYSTÉMU (HMOTA A POSYP)**

Nastavení správného dávkování hmoty a materiálu na dodatečný posyp se provádí vážením. Hmota i materiál na dodatečný posyp se používaným strojem nanasou na vhodnou podložku o známé hmotnosti a množství nanesených materiálů se stanoví z rozdílu hmotností (viz ČSN EN 1824).

### **PROVEDENÁ STRUKTURA A BARETY**

Při zkušební pokládce značení se ověří, zda provedená struktura typově odpovídá vzorku značení, který je na fotografii v Katalogovém listu příslušného certifikovaného systému (výrobku), přičemž tloušťka vrstvy strukturálního značení by měla být cca 3 mm. Dále se také zkontroluje rovnoměrnost a jednodolitost provedení baret (barety stále stejné, výškově rovnoměrné), viz obrázek 6.



Obrázek 6 – Příklad správně provedeného strukturálního značení s barety



# T A Č R

## ROZTEČE BARET A ŠÍŘKA ČÁRY

Pro měření roztečí baret je třeba zkušební vzorek značení zahrnující minimálně 5 baret, přičemž vzájemná vzdálenost se měří nejprve od třetí provedené barety. Měření se provádí v ose značení, vždy od středu ke středu dvou po sobě následujících baret.

Na základě praktických zkušeností s prováděním vodorovného dopravního značení nelze přesně specifikovat požadavky na barety, resp. na jejich rozměry. Doporučuje se, aby šířka baret (ve směru jízdy vozidel) byla v rozmezí 2,0 – 4,5 cm, výška baret minimálně dvojnásobek výšky strukturálního značení.

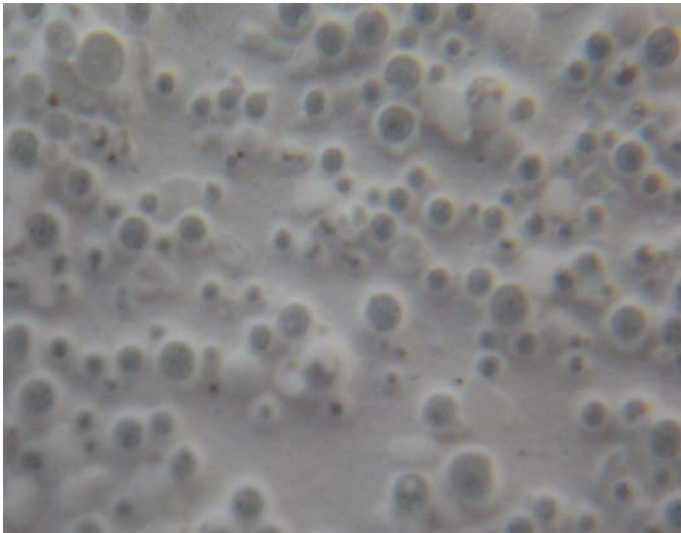
Šířka čar se měří kolmo na osu zkušební vzorku příslušné podélné čáry, a to minimálně na dvou místech značení ve vzdálenosti nejméně 2 m, přičemž minimálně první metr značení od začátku pokládky se vynechá.

## MÍRA ZABUDOVÁNÍ MATERIÁLU NA DODATEČNÝ POSYP VE HMOTĚ

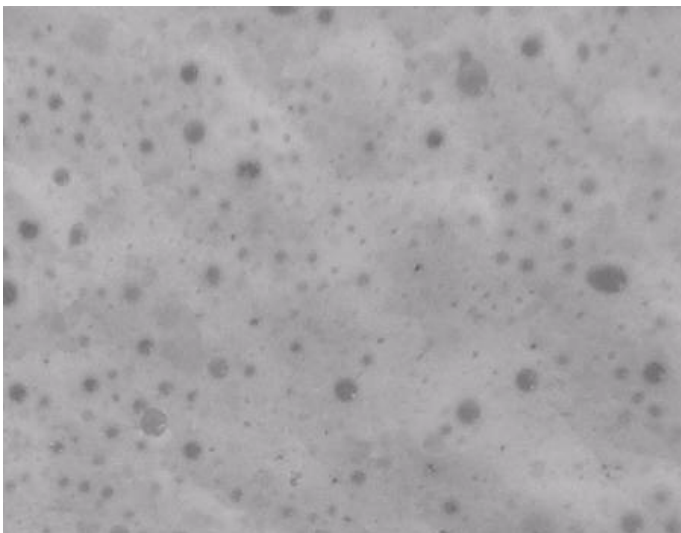
Posouzení správnosti zabudování materiálu na dodatečný posyp se provádí vizuálně pomocí mikrolupy. Jednotlivá zrna by měla být ve hmotě ponořena cca 50 - 60% svého průměru (v závislosti na indexu lomu balotiny), viz obrázek 7, obrázek 8 a obrázek 9.



Obrázek 7 – Příklad nedostatečného zabudování materiálu na dodatečný posyp



Obrázek 8 – Příklad správného zabudování materiálu na dodatečný posyp



Obrázek 9 – Příklad tzv. „utopeného“ materiálu na dodatečný posyp

V případě zjištěných nedostatků je nutné přistoupit k opakovanému nastavení strojního zařízení.

Podrobnosti týkající se pokládky materiálů určených pro vodorovné dopravní značení jsou uvedeny v normě ČSN P ENV 13459-2 Vodorovné dopravní značení – Materiály pro



dopravní značení – Řízení jakosti – Část 2: Směrnice pro přípravu plánů jakosti pro pokládku materiálů [4], kde se mimo jiné uvádí, že před pokládkou je třeba zajistit:

- a) že se postupuje podle instrukcí výrobce nebo dovozce, týkajících se manipulace s materiálem;
- b) že jednotlivé složky a výsledná směs, která má být použita, je homogenní (pokud je to aplikovatelné);
- c) že předpokládaná doba zpracovatelnosti výsledné směsi se bere v úvahu;
- d) že materiál na dodatečný posyp, pokud je použit, neobsahuje shluky, které by zabraňovaly pravidelnému toku dávkovačem (je-li to nutné, materiál se roztřídí na síť).

Během pokládky a po pokládce je třeba:

- e) zajistit správné dávkování každé složky a rovnoměrné nanášení plastu a pokud je použit materiál na dodatečný posyp, je nutno rovněž zajistit jeho rovnoměrné dávkování včetně dostatečného zabudování jednotlivých zrn, které musí odpovídat jejich třídě indexu lomu (dle ČSN EN 1423).  
POZNÁMKA Zabudování (ponoření) závisí na indexu lomu balotiny. U balotiny s indexem lomu  $\geq 1,5$  by mělo lehce převýšit poloměr zrn nebo mu být rovno. Zrna balotiny s indexem lomu  $\geq 1,7$  a  $\leq 1,9$  by měla mít ponořenu polovinu průměru.
- f) zkontrolovat spotřebu plastické hmoty nanášené za studena i materiálu na dodatečný posyp (dle ČSN EN 1824).

### **Následování technologického postupu**

Jedním z klíčových prvků ovlivňujících kvalitu aplikovaného značení je dodržení technologické kázně při vlastní realizaci značení a respektování podmínek pro pokládku, které jsou specifikovány výrobcem hmoty. Silný vítr, nízké nebo naopak příliš vysoké teploty nejen vzduchu, ale také povrchu vozovky se výraznou měrou podílí na kvalitě značení, rovněž vlhkost povrchu a vysoká relativní vlhkost vzduchu negativním způsobem ovlivňuje přilnavost hmoty k povrchu vozovky a následně trvanlivost značení. Instrukce pro pokládku hmoty pro vodorovné dopravní značení (návod) včetně bezpečnostního listu je výrobce/dovozce povinen poskytnout odběrateli hmoty. Příklad návodu na použití je uveden na obrázku 10.

#### **Návod na použití plastické hmoty nanášené za studena PLAST**

Plastická hmota nanášená za studena PLAST barvy bílé je určená pro strukturální vodorovné dopravní značení pozemních komunikací. Vzhledem k delší životnosti značení může být používána v místech častého nebo neustálého provozu vozidel. Plastická hmota PLAST je určená pro strojní aplikaci.

Plastickou hmotu PLAST je možné použít pro vodorovné dopravní značení v místech intenzivního provozu těžkých vozidel, pro přechody pro chodce, STOP čáry, vodící i dělicí čáry. Při použití na dlažbě a na povrchu z cementového betonu je třeba použít primer.

Plastická hmota PLAST se aplikuje v poměru 98:2 s kapalným tvrdidlem strojním zařízením ve formě strukturálního značení na suchý povrch bez mechanických nebo organických nečistot.

Před aplikací je třeba k hmotě PLAST (složka A) přidat tvrdidlo (složka B) v množství 1% až 3%, v závislosti na teplotě vzduchu (3% při teplotě vzduchu 10 °C, 2% při teplotě vzduchu 20 °C, 1% při teplotě vzduchu 30 °C) a dobře promíchat, aby byla zajištěna homogenita. Není dovoleno ředit hmotu vodou nebo organickými rozpouštědly. Hmotu spolu s tvrdidlem je třeba zpracovat v rozmezí maximálně 8 -15 minut, v opačném případě může dojít k vytvrzení hmoty v zásobníku stroje nebo aplikátoru.

Hmota PLAST se aplikuje při teplotě vzduchu 5 °C až 30 °C, při teplotě podkladu 5 °C až 40 °C a při maximální relativní vlhkosti vzduchu 80%.

Hmota PLAST se aplikuje v množství 2400 g.m<sup>-2</sup> v tloušťce cca 3 mm.

Pro zajištění retroreflexe značení je třeba hmotu okamžitě po aplikaci opatřit materiálem na dodatečný posyp Sovitec 415 v množství 440 g.m<sup>-2</sup>.

Značení je přejezdné po cca 20 - 40 minutách od nanesení (v závislosti na teplotě).

Při manipulaci s hmotou dbejte pokynů uvedených v bezpečnostním listu.

Výrobce: SIZNAKO s.r.o.  
Horní 145  
258 46 Kolín  
[www.siznako.cz](http://www.siznako.cz)

Obrázek 10 – Příklad návodu na použití plastické hmoty

## SOUHRN DOPORUČENÍ NA ZÁKLADĚ VÝSLEDKŮ PROJEKTU

Na základě dosažených výsledků projektu je možné vyvodit následující závěry pro pokládku strukturálního značení s baretami:

- 1) Dodržování certifikovaných systémů pro strukturální značení včetně jejich provedení (viz Katalog hmot).
- 2) Provedení baret ve vzájemné vzdálenosti v podélném směru ve variantách 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, 1,00 m nebo 1,25 m.
- 3) Pokud nebude objednatel specifikována rozteč baret, může zhotovitel po odsouhlasení Technologického předpisu provádět dopravní značení s baretami ve zvolené vzdálenosti, která však musí být v rozmezí 0,25 m až 1,25 m.

### Doporučení:

**S ohledem na akustický efekt, hodnoty hladiny akustického tlaku, ekonomické aspekty a dopad na životní prostředí se doporučuje provádět vodorovné dopravní značení strukturální s baretami ve vzdálenostech od 0,50 m do 0,75 m.**

Takto provedené strukturální vodorovné dopravní značení s baretami dává předpoklad nejen zajištění dostatečného akustického efektu, ale také lepší viditelnosti značení v noci a zejména za zhoršených klimatických podmínek a za deště.

### III) Novost postupů

Dopravní značení obecně je úzká, ale velmi významná oblast silničního hospodářství. V tuzemské odborné literatuře je této problematice věnována malá pozornost, existuje několik evropských norem zavedených do soustavy ČSN, českých norem, technických podmínek, technických kvalitativních podmínek, popř. dokumentů publikovaných Ředitelstvím silnic a dálnic, ve kterých jsou specifikovány především požadavky na VDZ uvedené v evropské normě EN 1436. Tyto předpisy se však nezabývají celou řadou dalších otázek, z nichž některé byly předmětem řešení projektu TA04030998. Z tohoto důvodu byly aktivity týkající se získávání informací směřovány do zahraničí. Byly shromážděny materiály z odborných časopisů, seminářů, konferencí a jednání. Ze získaných informací vyplývá, že v 10 evropských zemích (ČR, Slovensko, Francie, Anglie, Polsko, Rakousko, Holandsko, Belgie, Dánsko, Švédsko) se provádí zkoušení materiálů určených pro vodorovné dopravní značení formou zkoušek na zkušebních úsecích dle EN 1824, tedy v reálných podmínkách provozu přímo na pozemních komunikacích. Měří se pouze základní charakteristiky (ne vždy všechny), a to ve smyslu splnění požadavků EN 1436. Nejsou popsány kvalitativní změny parametrů v čase ve vztahu na různé druhy a typy značení, naprosto chybí poznatky z průběhu změn retroreflexe při měření za sucha, během deště a za mokra, což je považováno z hlediska

bezpečnosti silničního provozu za prvořadou záležitost. Z obsahu dokumentů více méně vyplývá, že dominantní z hlediska zájmu o vodorovné dopravní značení zůstává noční viditelnost, přičemž z hlediska správců komunikací obecně je nutné sledovat i dodržování ostatních charakteristik (denní viditelnost, drsnost, index opotřebení). Jediným materiálem zabývajícím se problematikou hluku při přejezdu vodorovného dopravního značení je dokument „Measurement report-CPX MOW“ publikovaný v rámci pracovní skupiny CEN TC 226/WG2, který byl však primárně zaměřen na negativní působení akustického a vibračního efektu na životní prostředí, stejně jako část projektu č. CE801110102 „Noční a denní viditelnost dopravního značení a noční viditelnost svislého dopravního značení“. Tyto skutečnosti mohou vést k mylnému názoru, že se strukturální značení s baretami nikde neprovádí. V rámci Evropy se realizuje celá řada různých typů strukturálních a profilovaných značení, ale požadavky na tato značení nejsou jednoznačně specifikovány v národních předpisech ani nejsou známy jejich vlastnosti. Lze předpokládat, že je to řešeno v rámci zadání při výběrových řízeních.

#### IV) Popis uplatnění certifikované metodiky

Přímými uživateli této metodiky budou správci komunikací, a to zejména Ředitelství silnic a dálnic a dále zhotovitelé vodorovného dopravního značení. Pro tyto uživatele je metodika pomůckou nejen pro přesnější specifikování požadavků na zhotovení strukturálního vodorovného dopravního značení s baretami v rámci zadávání výběrových řízení, ale také pro správnou realizaci tohoto typu značení.

Další uplatnění výsledků projektu, resp. metodiky se projeví ve stávajícím systému předpisů v dané oblasti, zejména ve specifikaci použití speciálního VDZ s prokázaným akustickým/vibračním efektem, což lze využít zejména na nehodových úsecích, na dopravně významných komunikacích apod. Kvalitnější VDZ s lepšími optickými a varovnými funkcemi přinese mnohem lepší komfort jízdy a zvýšení bezpečnosti silničního provozu.

Výsledky řešení budou dále využity v rámci mezinárodních jednání skupiny European Union Road Federation, technického výboru CEN/TC 226 a rovněž při vypracování stanovisek ČR pro zasedání pracovní skupiny CEN/TC 226/WG2 zaměřené na oblast vodorovného dopravního značení, která se zabývá tvorbou EN v dané oblasti.

## V) Ekonomické aspekty

Vodorovné dopravní značení je jedním z nejvýznamnějších dopravně-bezpečnostních prvků na pozemních komunikacích. Správné VDZ, zejména liniové značení, pomáhá předcházet vzniku dopravních nehod, což lze vnímat jako aktivní opatření ve vztahu k bezpečnosti dopravy, kdy protikladem jsou opatření pasivní bezpečnosti, např. svodidla, tlumiče nárazu, která dopravním nehodám nepředchází, jen snižují jejich následky, přičemž jsou mnohonásobně nákladnější. Při provedení VDZ speciální technologií s lepšími optickými vlastnostmi a akustickým/vibračním efektem nedojde k dramatickému navýšení ceny prováděného značení, bude však zajištěna nejen dobrá viditelnost značení, a to zejména za zhoršených klimatických podmínek, ale také dostatečná „smyslová vnímatelnost“ při přejíždění značení. Použitím materiálů s dlouhou životností bude rovněž zajištěna delší funkční životnost značení a jeho snadná revitalizace (obnova značení barvami), což zvyšuje efektivitu jeho použití. Systematicky sledované a pravidelně obnovované VDZ také přispěje ke snížení počtu dopravních nehod či jejich následků. Při uvažování záchrany jednoho života a ponížení nehod o jednu nehodu s následkem smrti za rok vznikne úspora 20,9 mil. Kč [5].

## VI) Seznam použité související literatury

- [1] TP 70 - Zásady pro provádění a zkoušení vodorovného dopravního značení na pozemních komunikacích.
  - [2] Metodika pro měření akustických parametrů vodorovného dopravního značení, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2016 (návrh).
  - [3] Katalog 2017 – Schválené výrobky. Oblast vodorovného dopravního značení, schváleno Ministerstvem dopravy.
  - [4] ČSN P ENV 13459-2 Vodorovné dopravní značení - Materiály pro dopravní značení - Řízení jakosti - Část 2: Směrnice pro přípravu plánů jakosti pro pokládku materiálů.
  - [5] <http://auto.idnes.cz> - Loňské nehody vyšly ČR na 58 miliard, jeden mrtvý stojí 21 miliónů, František Dvořák.
- Průběžné zprávy o řešení projektu č. TA04030998 za rok 2014, 2015 a 2016.
  - PPK-VZ Požadavky na provedení a kvalitu stálého vodorovného dopravního značení a dopravních knoflíků na dálnicích a silnicích I. třídy ve správě Ředitelství silnic a dálnic ČR.
  - ČSN EN 1436+A1 Vodorovné dopravní značení - Požadavky na dopravní značení.
  - ČSN EN 1824 Vodorovné dopravní značení – Materiály pro dopravní značení – Zkoušení na zkušebních úsecích.

- ČSN EN 1423 Vodorovné dopravní značení - Materiály pro dopravní značení - Dodatečný posyp - Balotina, protismykové přísady a jejich směsi.
- Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kapitola 14, Dopravní značky a dopravní zařízení, schváleno MD-OPK č.j. 9/2015-120-TN/6.
- EP5 Report Measurement report-CPX MOW, Goubert Luc, Belgian Road Research Centre, CEN/TC 226/WG 2 - N 69.

## **VII) Seznam publikací, které předcházely metodice**

- Akustický efekt vodorovného dopravního značení – zpráva o řešení projektu (objednávka ŘSD č. 01PU-001444), Silniční vývoj – ZDZ spol. s r.o., 2014.
- Informační materiály výrobců a dovozců hmot určených pro VDZ.
- prCEN/TR 16958:2016 Road marking materials - Conditions for removing/masking road markings.
- Report for the Durability Project, CEN/TC 226 - N 997, 2009.
- Projekt č. CE801110102 Noční a denní viditelnost dopravního značení a noční viditelnost svíslého dopravního značení, Silniční vývoj - ZDZ spol. s r.o., 2001 - 2005).
- Projekt č. CG711-010-120 Vodorovné dopravní značení pro bezpečný provoz na pozemních komunikacích, Silniční vývoj - ZDZ spol. s r.o. ve spolupráci s Vysokým učením technickým v Brně, Fakultou stavební, 2007 - 2010.
- COST 331, Requirements for Horizontal Road Marking, Final Report of the Action, Office for Official Publications of the European Communities, 1999.
- An ERF Position Paper on how Road Markings can make our road safer, European Union Road Federation, 2013.

## **VIII) Přílohy**

Technologie provádění strukturálního vodorovného dopravního značení s baretami