

Rozborová úloha

***Nové technológie v oblasti osádzania
cestných prvkov na existujúce komunikácie na báze lepidiel***

doc. Dr. Ing. Katarína Zgútová,

Ing. Juraj Šrámek, PhD.

CEDS, Stavebná fakulta, Žilinská univerzita

November 2017

Obsah

1. Úvod a cieľ rozborovej úlohy (RÚ).....	3
2. Terminológia	3
3. Prehľad problematiky používania na Slovensku a v zahraničí.....	4
4. Súvisiace právne predpisy a normy	8
5. Popis používaných materiálov	9
5.1. Lepidlá	9
5.2. Cestné prvky	9
6. Laboratórne testovanie.....	10
6.1. Princíp vykonania experimentu.....	10
6.2. Namerané hodnoty	12
7. Realizácia a overenie funkčnosti in situ	14
8. Požiadavky na lepidlo – technické parametre	17
9. Zhodnotenie ekonomickej náročnosti vzhľadom na zaužívané technológie.....	18
10. Postup realizácie.....	20
10.1. Lepenia na asfaltové vozovky.....	20
10.2. Lepenia na cementobetónové vozovky	20
10.3. Grafický postup	21
11. Kontrola kvality	23
12. Záver	24

1. Úvod a cieľ rozborovej úlohy (RÚ)

Predmetom riešenia tejto rozborovej úlohy (RÚ) bolo zhodnotenie možnosti používania nových technológií v oblasti osádzania cestných prvkov bez zásahu do konštrukcií už existujúcich stavieb. Uplatnenie týchto nových technológií je najmä pri osádzaní cestných prvkov pri výstavbe cestných ostrovčekov, kruhových križovatiek, dopĺňaní chodníkov pre peších, osádzaní spomaľovacích retardérov a parkovacích dorazov. Osádzanie cestných prvkov na báze lepidiel je vhodné použiť najmä na miestne komunikácie, kruhové križovatky v sídelnej oblasti, parkoviská a taktiež pre komunikácie vyšších tried. Je možné ich použiť všade tam kde sa používajú aj štandardne osádzané cestné prvky.

Realizácia spomínaných osadzovaní cestných prvkov štandardnými doteraz používanými technológiami sa nedá vykonať bez porušenia konštrukcie vozovky.

Cieľom riešenej RÚ bolo poukázať na možnosti použitia technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel a stanovenie technických parametrov pre ich osádzanie.

2. Terminológia

Základné termíny vo vzťahu ku predmetnej oblasti riešenia rozborovej úlohy:

Betónový obrubník: prefabrikovaný betónový prvok, používaný na oddelenie povrchov rovnakých alebo rôznych úrovní s cieľom zabezpečiť:

- fyzické alebo vizuálne predelenie alebo oddelenie;
- odvodnenie kanálikmi jednotlivo alebo v kombinácii s inými obrubníkmi;
- rozlíšenie povrchov, ktoré slúžia rôznym druhom dopravy

Parkovací doraz: bezpečnostný prvok na vymedzenie parkovacieho miesta, ako doraz pre zastavenie vozidla na parkovisku alebo v garáži.

Spomaľovací retardér: stavebno-technický prvok, ktorý čiastočným zvýšením nivelety ako fyzická prekážka vytvára nepriaznivý dynamický účinok na vozidlo a tak účinne vplýva na zníženie nežiadúcej rýchlosti vozidiel najmä v okolí škôl, detských ihrísk, priechodov pre chodcov alebo obytných zón; vytvorené nadvýšenie vozovky je min. 15 mm a spravidla neprevyšuje 150 mm alebo výšku príľahlého obrubníka.

Priechod: úrovňové križovanie chodníka s inou pozemnou komunikáciou.

Priechod pre chodcov: opticky/fyzicky vyznačená plocha na prechádzanie chodcov cez miestnu komunikáciu v priestore križovatky alebo v stanovenom mieste medzikrižovatkového úseku.

Deliaci ostrovček: dopravný ostrovček na miestne oddelenie dopravných alebo protismerných jazdných prúdov; v jednom mieste fyzicky oddeľuje jednotlivé smery jazdy z rôznych dôvodov – usmernenie dopravného prúdu, ochrana odbočovacieho pruhu pre ľavé odbočenie, zníženie rýchlosti na vjazde do obce; ostrovček sa spravidla umiestňuje do stredu komunikácie

Okružná križovatka: úrovňová križovatka, na ktorej je cestná premávka vedená jednosmerným objazdom okolo stredového ostrovčeka, podľa usmernenia môže byť:

- s ostrovčekom bez prístupu dopravy;
- s ostrovčekom s obmedzeným prístupom dopravy;
- s ostrovčekom s plným prístupom dopravy

Odtrh: ťahová sila potrebnej na odtrhnutie vrstvy alebo úpravy od podkladu. Ťahová sila sa nechá pôsobiť kolmo na skúšaný povrch. Veľkosť ťahovej sily sa zisťuje trhacím prístrojom, ktorý sa pripevní na skúšobný terč nalepený na skúšané miesto.

Podklad: časť konštrukcie, ktorá sa nachádza pod skúšanou vrstvou a pri skúške je namáhaná spolu so skúšanou vrstvou, prípadne vrstvami.

Skúšobné miesto: miesto, na ktorom sa vykoná skúška (odtrhnutím jedného skúšobného terča) so stanovením jednej hodnoty priľnavosti.

Chemická rozmrazovacia látka: chemická látka, ktorá sa používa na odstránenie námrazy a zabráneniu vzniku námrazy na pozemných komunikáciách.

Skúšobný zmrazovací cyklus: proces, pri ktorom je skúšobný povrch striedavo vystavený kladným a záporným teplotám a pôsobeniu vody alebo chemických rozmrazovacích látok.

3. Prehľad problematiky používania na Slovensku a v zahraničí

V podmienkach SR dodatočné osadzovanie cestných prvkov (obrubníkov, retardérov, parkovacích dorazov, deliacich stĺpikov a pod.) na už existujúcich komunikáciách sa takmer výlučne vykonáva spôsobom, ktorý spôsobuje porušenie povrchu alebo aj konštrukčných vrstiev vozovky. Alternatívou ku klasickému spôsobu osádzania betónových obrubníkov do lôžka z betónu je možnosť použitia napr. aj tzv. prefabrikovaných lepených obrubníkov. Rovnako pri osádzaní spomaľovacích retardérov alebo parkovacích dorazov, ktoré sa štandardne na Slovensku osadzujú navŕtaním do konštrukcie vozovky existuje možnosť použitia nalepenia retardérov a parkovacích dorazov v kratšom čase pri zachovaní rovnakej funkčnosti ako pri klasickom spôsobe osadenia.

Technológia osádzania betónových obrubníkov na báze lepidiel

Používanie novej technológie osádzania cestných prefabrikovaných betónových obrubníkov na báze lepidiel bolo na Slovensku aplikované na skúšobných úsekoch napr. pri obnove miestnych komunikácií v meste Bytča, kde boli pomocou lepených obrubníkov vytvárané cestné ostrovčeky v rámci mesta aplikáciou na asfaltový kryt vozovky. Ďalšou aplikáciou väčšieho rozsahu bolo vytváranie cestných ostrovčeka pomocou prefabrikovaných lepených obrubníkov v areáli automobilky Volkswagen v Bratislave kde bola technológia osádzania cestných prvkov na báze lepidiel aplikovaná na cementobetónový kryt spevnenej plochy.



Obrázok 1 - Realizácia cestných ostrovčekov a referenčného úseku v meste Bytča v roku 2013



Obrázok 2 - Aplikácia technológie lepených obrubníkov v areáli firmy Volkswagen v Bratislave v roku 2017

Aplikácia technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel má väčšie uplatnenie v zahraničí, najmä v Nemecku, kde sa táto technológia využíva podstatne dlhšie. Príkladom je aplikácia využitia lepenia cestných prvkov najmä v oblasti Kolína nad Rýnom, kde sa technológia lepenia cestných prvkov využíva podstatne častejšie ako klasické technológie osádzania cestných prvkov.

Ako príklad uvádzame osádzanie cestných prvkov (konkrétne prefabrikovaných betónových obrubníkov) v Nemecku na regionálnej ceste B54 v dĺžke 1,5 kilometra, kde sa vykonávala celková obnova asfaltových vrstiev vozovky s osadením obrubníkov na ohraničenie cesty. Pôvodný plán výmeny obrubníkov s položením asfaltových vrstiev bol stanovený na 3-4 týždne úplnej odstávky cesty z dôvodu osádzania obrubníkov štandardným spôsobom do betónu a následnou pokládkou asfaltových vrstiev. Vďaka technológií osádzania obrubníkov lepením sa tento čas skrátil, po položení 2 asfaltových vrstiev bola doprava čiastočne spustená v obmedzenom režime a boli osádzané obrubníky technológiou na báze lepidiel a následne položená obrusná vrstva čo skrátilo celkový čas realizácie na 1 týždeň (obrázok 3).



Obrázok 3 – Ukážka osádzania obrubníkov na báze lepidiel na ceste B54, zdroj: (<https://www.submission.de/news.php/Schneller-fertig-dank-Bordstein-Klebetchnik.html>)

Technológia osádzania spomaľovacích retardérov na báze lepidiel

V slovenských podmienkach bola technológia osádzania spomaľovacích retardérov na báze lepidiel vykonávaná a overovaná na niekoľkých úsekoch, ako príklad uvádzame osádzanie lepených spomaľovacích retardérov v areáli logistického centra Lidl Prešov-Záborské a taktiež v areáli logistického centra Amazon Sereď na asfaltový povrch vozovky. Ukážky z vykonaných osadení sú znázornené na obrázku 4. Ako spomaľovacie retardéry sú osádzané tanieri z vysokokvalitného liateho hliníka, ktoré sú osádzané v jednej alebo v dvoch vzájomne prestriedaných radoch.



Obrázok 4 - Príklad osádzania spomaľovacích retardérov, Lidl Prešov-Záborské (vľavo), Amazon Sereď (vpravo)

V zahraničí, opäť najmä v Nemecku, má technológia vytvárania spomaľovacích retardérov väčšie zastúpenia a dlhšiu tradíciu (25 rokov) ako u nás. Oblasť použitia je vytváranie

spomaľovacích retardérov v mestách v blízkosti škôl, škôlok, prechodov pre chodcov, prípadne nutnosti upokojenia dopravy v čase športových, spoločenských a iných podujatí. Za 25 rokov používania technológie osádzania spomaľovacích retardérov technológiou na báze lepidiel bolo v rámci Nemecka osadených viac ako 10 000 kusov tanierov/retardérov na významných stavbách ako napr. Kolín nad Rýnom - Bonn Airport, areál automobiliek Škoda a Porsche a iné. Technológia bola aplikovaná aj na povrch tvorený asfaltovou zmesou aj na cementobetónový povrch. Veľkou výhodou je najmä rýchlosť osadenie bez nutnosti zásahov do konštrukcie vozovky a bez nutnosti použitia ťažkej mechanizácie. Rovnako rýchla je v prípade nutnosti (v čase zimnej údržby, po ukončení podujatia) aj demontáž jednoduchým nahriatím a odstránením taniera/spomaľovača po ktorom neostáva porušená vozovka ako je to v prípade navŕtavania retardérov do vozovky.

Rovnaké výrobky (taniere) z liateho hliníka technológiou na báze lepidiel sa dajú použiť napr. pri vytváraní okružných križovatiek, ako príklad je uvedený obrázok 5 z realizácie okružnej križovatky v meste Düren v Nemecku technológiou na báze lepenia.



Obrázok 5 – Realizácia okružných križovatiek pomocou hliníkových tanierov technológiou na báze lepidiel v meste Düren

Technológia osádzania parkovacích dorazov na báze lepidiel

Alternatívou ku klasickému osadzovaniu parkovacích dorazov navŕtaním do spevnenej plochy je osádzanie betónového parkovacieho dorazu, ktorý sa celoplošne nalepí rovnako ako betónový obrubník na asfaltový alebo betónový povrch a plní funkciu dorazu na parkoviskách, v parkovacích domoch a podobne. Oproti klasickému osádzaniu navŕtaním nedochádza k narušeniu konštrukcie spevnenej plochy a nie je riziko zatekania vody do následnej možnosti porušenia spevnenej plochy. Príklad použitia osádzania parkovacích dorazov technológiou lepenia je uvedený na obrázku 6 z Nemecka.



Obrázok 6 – Príklady osádzania parkovacích dorazov technológiou na báze lepidiel

Technológia osádzania deliacich stĺpikov na báze lepidiel

Alternatívou pre osádzanie deliacich stĺpikov k tradičnému navŕtavaniu je technológia osádzania na báze lepidiel, kde platia rovnaké výhody ako pri osádzaní retardérov a parkovacích dorazov tak, že nedochádza k narušeniu konštrukcie vozovky. Príklad osadenia deliacich stĺpikov na báze lepidiel je uvedený na obrázku 7.



Obrázok 7 – Príklady osádzania deliacich stĺpikov technológiou na báze lepidiel

4. Súvisiace právne predpisy a normy

Súvisiace právne predpisy

[Z1] Zákon č. 135/1961 Zb., o pozemných komunikáciách (cestný zákon), v znení neskorších predpisov;

[Z2] zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;

[Z3] zákon č. 8/2009 Z. z. o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;

[Z4] vyhláška MV SR č. 9/2009 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o cestnej premávke a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;

[Z5] nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 305/2011, z 9. marca 2011, ktorým sa ustanovujú harmonizované podmienky uvádzania stavebných výrobkov na trh a ktorým sa zrušuje smernica Rady 89/106/EHS;

[Z6] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 91/2016 Z. z.;

[Z7] vyhláška MDVRR SR č. 162/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov v znení vyhlášky č. 177/2016 Z. z.

Súvisiace a citované normy

STN EN 1340 Betónové obrubníky. Požiadavky a skúšobné metódy (72 3215);

STN 73 6100 Názvoslovie pozemných komunikácií

STN 73 6101 Projektovanie ciest a diaľnic;

STN 73 6110 Projektovanie miestnych komunikácií;

STN 73 6242 Vozovky na mostoch pozemných komunikácií. Navrhovanie a požiadavky na materiál;

STN EN 12504-3 Skúšanie betónu. Časť 3: Odtrhová skúška (73 1304);

STN 73 1326 Stanovenie odolnosti povrchu cementového betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok;

STN EN 206+A1 Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda (73 2403).

5. Popis používaných materiálov

Pri technológií lepenia cestných prvkov je najdôležitejší materiál samotné lepidlo, ktoré musí spĺňať kvalitatívne požiadavky tak, aby osadený cestný prvok technológiou lepenia mal rovnaké parametre ako štandardne osadzované cestné prvky. Rovnako osadzované cestné prvky (obrubníky, parkovacie dorazy, spomaľovací retardér,...) musia spĺňať kvalitatívnej požiadavky dané príslušnou legislatívou.

5.1. Lepidlá

Lepidlá používané pri technológií osádzania cestných prvkov na báze lepidiel musia spĺňať požiadavky dostatočnej príľnavosti k podkladu v čo najkratšom čase. V rámci RÚ boli zisťované aj hodnoty príľnavosti k podkladu po vykonaní skúšky odolnosti lepidla proti účinkom vody a chemických rozmrazovacích látok.

Konzistencia a množstvo lepidla závisí od drsnosti podkladu, tak aby sa lepidlo dokázalo rovnomerne rozprestrieť a bolo zabezpečené celoplošné nalepenie cestného prvku. Vytvrdzovanie lepidla je vyžadované bez zmrašťovania.

Lepidlá použiteľné pri osádzaní cestných prvkov na existujúce komunikácie na báze lepidiel môžu byť rôzneho druhu a s ľubovoľným zložením. Podľa skúseností z použitia u nás a najmä v zahraničí to môžu byť napr. lepidlá na báze epoxidovej živice, na báze akrylátovej živice a iné, ktoré budú spĺňať technické parametre nastavené v rámci riešenia tejto RÚ.

5.2. Cestné prvky

Cestné prvky (obrubníky, spomaľovacie retardéry, parkovacie dorazy, deliace stĺpiky a pod.) musia spĺňať príslušné požiadavky podľa skupín stavebných výrobkov do ktorých patria a systému posudzovania parametrov.

Betónové obrubníky

Pri osádzaní prefabrikovaných cestných obrubníkov, musia obrubníky spĺňať požiadavky podľa STN EN 1340:

- Požiadavky na tvar a rozmer podľa príslušného typu a tvaru obrubníka
- Fyzikálne a mechanické vlastnosti :
 - Odolnosť proti poveternostným vplyvom
 - Pevnosť v ťahu pri ohybe
 - Odolnosť proti obrušovaniu
 - Odolnosť proti šmyku / pošmyknutiu
 - Protipožiarne vlastnosti
- Vizuálne vlastnosti:
 - Vzhľad
 - Štruktúra povrchu
 - Farba

Obrubníky musia spĺňať vyššie uvedené požiadavky v čase, keď ich výrobca vyhlasuje za vhodné na použitie.

Uvedené požiadavky na obrubníky zabezpečuje kvalitný výrobok – cestný obrubník, ale norma neuvádza spôsob spojenia obrubníka s vozovkou, či už použitím štandardných metód osádzania do betónového lôžka počas realizácie konštrukcie vozovky, alebo použitím technológie na báze lepidiel.

Spojenie vozovka – obrubník pri použití technológie na báze lepidiel bolo analyzované a skúšané ako v laboratórnych podmienkach, tak aj in situ na určenie parametrov pre dostatočné spojenie.

Pri technológií osádzania betónových obrubníkov na báze lepidiel musí byť dodržaná výška obrubníka nad povrchom komunikácie podľa požiadaviek kladených na betónové obrubníky ako je uvedené v STN 73 6110 Projektovanie miestnych komunikácií. Vyrábajú sa tzv. znížené betónové obrubníky s výškou 0,08 m – 0,15 m (aby ich finálna výška od komunikácie bola rovnaká ako pri použití klasických obrubníkov, je znížená len o časť ktorá sa inak ukladá do betónového lôžka), čo má pozitívny ekonomický a ekologický vplyv z dôvodu výroby menšieho množstva betónu potrebného na vyrobenie obrubníka ako pri používaní klasických obrubníkov kladených do betónového lôžka.

Spomaľovací retardér

Pre technológiu osádzania spomaľovacích retardérov na báze lepidiel sa používajú špeciálne retardéry v tvare taniera zo zliatiny hliníka, ktoré sa lepia v pravidelných vzdialenostiach od seba v jednej alebo v dvoch vzájomne prestriedaných radoch pre vytvorenie spomaľovacieho retardéra po celej šírke komunikácie.

Parkovacie dorazy

Pre technológiu osádzania parkovacích dorazov na báze lepidiel sa používajú betónové dorazy, ktoré sa celoplošne nalepujú rovnako ako obrubníky. Parkovací doraz slúži ako bezpečnostný prvok na vymedzenie parkovacieho miesta, alebo ako aj doraz pre zastavenie vozidla na parkovisku alebo v garáži.

6. Laboratórne testovanie

Súčasťou riešenia RÚ bolo vykonanie laboratórnych experimentov na určenie príľnavosti lepidla k podkladu tvorenému cementovým betónom a k povrchom tvoreným asfaltovou zmesou. V experimente bolo skúmané lepidlo DEBUZ-Kleber na báze akrylátovej živice ako príklad na overenie možnosti použitia a stanovenia technických parametrov osádzania cestných prvkov na báze lepidiel. Výber lepidla bol na základe možnosti overenia a porovnania v rámci vybudovania úsekov in-situ v slovenských podmienkach, ktoré boli vykonané rovnakým typom lepidla.

Druh a typ použitého lepidla pre technológie osadzovania cestných prvkov na báze lepidiel je ľubovoľný, ak dokáže splniť technické parametre kladené na lepené spoje stanovené v rámci riešenia tejto RÚ.

6.1. Princíp vykonania experimentu

Na skúšobný povrch č. 1 – plocha z cementového betónu a skúšobný povrch č. 2 – plocha z asfaltovej zmesi boli pomocou skúmaného lepidla nalepené skúšobné terče priemeru 50

mm, ktoré sa štandardne používajú pri skúške Priľnavosť vrstiev a pevnosť v ťahu povrchových vrstiev (Odtrhová skúška).

Odtrhová skúška – princíp merania

Podstatou skúšky je zistenie veľkosti ťahovej sily potrebnej na odtrhnutie vrstvy alebo úpravy od podkladu. Ťahová sila sa nechá pôsobiť kolmo na skúšaný povrch. Veľkosť ťahovej sily sa zisťuje ťhacím prístrojom, ktorý sa pripevní na skúšobný terč nalepený na skúšané miesto.

Pri skúške sa používa:

- skúšobný terč, ktorý predstavuje kruhovú kovovú dosku predpísaného priemeru (v našom experimente 50 mm) prispôbený na spojenie s ťhacím prístrojom a s vhodným povrchom na prilepenie. Hrúbka dosky sa rovná minimálne 1/5 jeho priemeru,
- ťhací prístroj s mechanickým, ručným, elektrickým alebo hydraulickým pohonom a so stupnicou napätia, prípadne sily. Prístroj má zariadenie na stanovenie ťahového napätia (sily), ktoré má smer kolmý na rovinu skúšanej plochy. Spojenie terča s ťhacím prístrojom je kĺbové. Stred kĺbu môže byť vzdialený najviac 70 mm v kolmom smere od plochy prilepeného terča. Merací rozsah prístroja sa volí tak, aby očakávaná hodnota napätia (sily) pri odtrhnutí bola v rozmedzí od 10 % do 90 % rozsahu stupnice. Prístroj musí byť vybavený tak, aby zaznamenal napätie (silu) s najväčšou hodnotou. Rozsah a diel stupnice prístroja musí umožniť čítanie hodnoty sily s chybou najviac 2 % nameranej hodnoty. Odchýlka rýchlosti od požadovanej hodnoty môže byť $\pm 0,01$ MPa/s. Ťhací prístroj musí byť metrologicky overený.

Skúšobné miesta na vykonanie skúšky na povrchu podkladu pre lepenie cestných prvkov sa stanovujú:

- náhodným výberom (napr. s využitím tabuľky náhodných čísel a zvoleného rastra);
- výberom na základe zmeny materiálov a výsledkov iných meraní a zistení;
- výberom osoby, (napríklad: objednávateľ, zhotoviteľ, kontrolný orgán atď).

Po vytvrdnutí lepidla boli vykonané odtrhy skúšobných terčov v počte 3 kusy zo skúšobného povrchu č. 1 a v počte 3 kusy zo skúšobného povrchu č. 2 pri laboratórnej teplote + 17 °C (obrázok 8). Výsledky sú uvedené v tabuľke č. 1.



Obrázok 8 - Odtrhová skúška

Následne bola druhá sada skúšobných terčov v počte 2 kusy na skúšobnom povrchu č. 1 a v počte 3 kusy na skúšobnom povrchu č. 2 vystavené cyklovaniu v klimatizačnej komore KD-20 (obrázok 9), kde boli skúšobné povrchy spolu s nalepenými skúšobnými terčmi ponorené do chemickej rozmrazovacej látky (3 %-tný roztok NaCl) vystavené striedavému zmrazovaniu a rozmrazovaniu podľa metódy A – metóda automatického cyklovania STN 73 1326 v počte 50 zmrazovacích cyklov (obrázok 10).



Obrázok 9 - Klimatizačná komora KD-20



Obrázok 10 - Cyklovanie

Cyklus pozostáva zo schladenia skúšobnej plochy na teplotu – 15 °C v čase cca 45 minút, na tejto teplote sa udržiava po dobu 15 minút, následne sa skúšobný povrch ohrieva na teplotu + 20 °C v čase cca 45 minút, na tejto teplote sa udržiava po dobu 15 minút, týmto končí 1 cyklus. Trvanie 1 cyklu je cca 120 minút.

Po vykonaní 50 cyklov zmrazovania a rozmrazovania boli skúšobné vzorky ponechané pri laboratórnej teplote aby sa vysušili a skúšobné vzorky na skúšobnom povrchu č.2 boli pre dosiahnutie vyššej odolnosti asfaltovej vrstvy pre skúšaním schladené na teplotu 0 °C, skúšobný povrch č. 1 bol opätovne skúšaný pri laboratórnej teplote + 17 °C (obrázok 11). Výsledky sú uvedené v tabuľke č. 2.



Obrázok 11 - Odtrhová skúška po cyklovaní

6.2. Namerané hodnoty

Namerané výsledky odtrhovej skúšky vykonanej podľa STN EN 12504-3 sú znázornené v tabuľke 1 - merania po nalepení a v tabuľke 2 - po vykonaní striedavého zmrazovania a rozmrazovania.

Tabuľka 1 - Namerané výsledky – meranie po nalepení bez vystavovania nepriaznivých vplyvov

Skúšobný povrch č. 1 - Betón		Teplota 17 °C	
Skúšobný terč č.	Napätie pri odtrhu (MPa)	Trvanie(s)	Typ porušenia
1	4,704	110	lepidlo od betónu, aj betón - cca 25 %
2	5,392	116	lepidlo od betónu, aj betón - cca 40 %
3	4,960	111	lepidlo od betónu, aj betón - cca 25 %
Priemer	5,019		

Skúšobný povrch č. 2 - Asfaltová zmes		Teplota 17 °C	
Skúšobný terč č.	Napätie pri odtrhu (MPa)	Trvanie(s)	Typ porušenia
1	0,532	24,5	odtrh - tenká vrstva asfaltu
2	0,414	19	odtrh - tenká vrstva asfaltu
3	0,482	21	odtrh - tenká vrstva asfaltu
Priemer	0,476		

Tabuľka 2 - Namerané výsledky – meranie po vykonaní striedavého zmrazovania a rozmrazovania (50 cyklov)

Skúšobný povrch č. 1 - Betón		Teplota 17 °C	
Skúšobný terč č.	Napätie pri odtrhu (MPa)	Trvanie(s)	Typ porušenia
1	3,566	77	odtrh vo vrstve lepidla
2	2,948	62	odtrh vo vrstve lepidla
3	3,288	70	odtrh vo vrstve lepidla
Priemer	3,267		

Skúšobný povrch č. 2 - Asfaltová zmes		Teplota 0 °C	
Skúšobný terč č.	Napätie pri odtrhu (MPa)	Trvanie(s)	Typ porušenia
1	0,994	21	odtrh - tenká vrstva asfaltu
2	0,766	19	odtrh - tenká vrstva asfaltu
3	0,957	21	odtrh - tenká vrstva asfaltu
Priemer	0,906		

Z nameraných výsledkov možno konštatovať, že priľnavosť skúšaného lepidla k podkladu, skúšobného povrchu č. 1 – betón vykazovala vysoké hodnoty, po nalepení a vytvrdnutí bez vystavovania povrchu nepriaznivým vplyvom - priemerná hodnota 5,019 MPa.

Rovnako aj po vystavení povrchu 50 cyklom opakovaného zmrazovania a rozmrazovania v kombinácii s pôsobením chemickej rozmrazovacej látky (3 %-tný roztok NaCl) boli namerané hodnoty cca. 65 % z hodnôt nameraných pred vystavením nepriaznivých vplyvov – priemerná hodnota 3,263 MPa.

Ako príklad by sme uviedli požadované hodnoty uvedené v STN 73 6242 pre príľnavosti povrchovej vrstvy k cementovému betónu mostovky, ktorá musí byť viac ako 1,5 MPa. Nami namerané hodnoty príľnavosti skúšaného lepidla k povrchu cementového betónu boli v prípade skúšanie bez nepriaznivých vplyvov viac ako 3-násobné a po vystavení nepriaznivých vplyvov viac ako 2-násobné.

Príľnavosť skúšaného lepidla k skúšobnému povrchu č.2 tvoreného asfaltovou zmesou a vplyv vystavenia nepriaznivých účinkov na skúšobný povrch sa nedokázal experimentom exaktne preukázať nakoľko sa skúšobné terče odliepali aj s tenkou vrstvou asfaltu, čím môžeme konštatovať, že potenciálne miesto porušenia nie je vo vrstve lepidla, ale tesne pod povrchom samotnej asfaltovej zmesi.

7. Realizácia a overenie funkčnosti in situ

Technológia osádzania betónových obrubníkov na báze lepidiel

Pilotná realizácia technológie osádzania cestných prvkov (prefabrikovaných betónových obrubníkov) na báze lepidiel prebehla na Slovensku v meste Bytča v novembri 2013. Realizácia bola vytvorená ako súčasť modernizácie miestnych komunikácií a taktiež ako referenčný úsek na overenie funkčnosti technológie v reálnych podmienkach pri bežnej mestskej doprave. Realizácia referenčného úseku bola vykonaná podľa podrobného postupu vykonávania prác pre osádzanie na asfaltovú vrstvu uvedeného v kapitole 10 tejto RÚ a úsek bol dlhodobo sledovaný, čo naznačuje fotodokumentácia nižšie. Po 4 rokoch používania v plnej mestskej prevádzke sú vytvorené cestné ostrovčeky technológiou na báze lepidiel plne funkčné, bez známok porušenia a nutnosti akýchkoľvek zásahov alebo opráv.





Obrázok 12 - Technológia osádzania cestných obrubníkov na báze lepidiel pred realizáciou, počas realizácie, po realizácii a po 4 rokoch po realizácii

V ďalšom období bola vykonávaná realizácia v malom rozsahu na rôznych miestach. V júni 2017 bola vykonaná realizácia väčšieho rozsahu v areáli automobilky Volkswagen v Bratislave pri osádzaní cestných obrubníkov a vytváraní ostrovčekov technológiou lepenia na ploche parkoviska pre nákladnú dopravu. Plocha parkoviska bola z cementového betónu s označením CB II. V rámci realizácie tejto stavby boli vykonané aj kontrolné merania odtrhovou skúškou podľa STN EN 12504-3 na zistenie priľnavosti vrstiev a pevnosti v ťahu povrchových vrstiev. Skúšky boli vykonávané za účelom preukázania funkčnosti danej technológie a taktiež na doplnenie laboratórnych skúšok a stanovenie podmienok určovania požadovaných hodnôt pre odtrhové skúšky pri použití technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel na cementobetónovom kryte vozoviek (tabuľka 3, obrázok 13).

Tabuľka 3 - Namerané výsledky – odtrhová skúška, meranie in situ

Skúšobný povrch CB kryt – CB II		Teplota 30 °C	
Skúšobný terč č.	Napätie pri odtrhu (MPa)	Vlhkosť podkladu (%)	Typ porušenia
1	4,800	2,3	Lomová plocha A
2	3,743	2,5	Lomová plocha A
3	4,567	2,2	Lomová plocha A
4	3,631	2,5	Lomová plocha A
5	4,484	2,3	Lomová plocha A
6	4,700	2,2	Lomová plocha A
Priemer	4,321		

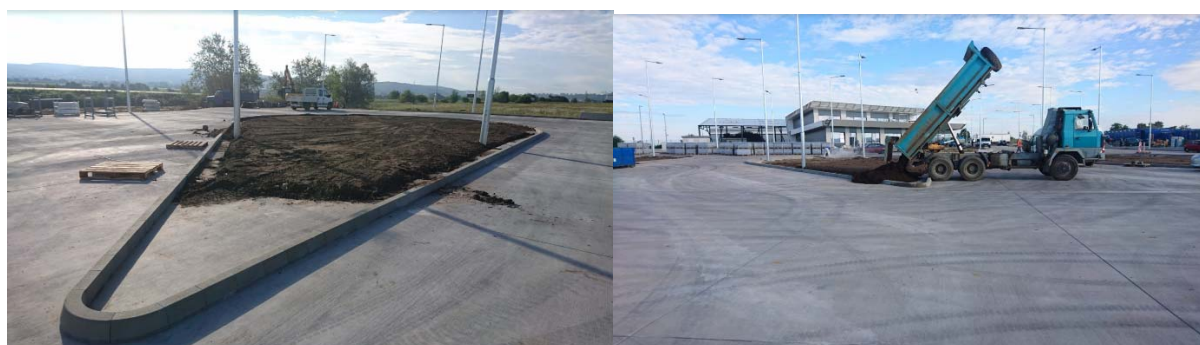
Hodnoty namerané in situ na referenčnom úseku boli takmer totožné s meraniami v laboratórnych podmienkach, na základe čoho možno konštatovať dostatočnú priľnavosť vrstiev a pevnosť v ťahu povrchových vrstiev lepidla.



Obrázok 13 - Odtrhová skúška na referenčnom úseku v areáli automobilky Volkswagen

Referenčný úsek v meste Bytča slúži bezproblémovo už 4 roky, počas ktorých sa technológia osádzania cestných prvkov overila v praxi pri plnej mestskej premávke a funguje v neporušenom stave.

Realizácia v areáli automobilky Volkswagen takisto slúžila na overenie laboratórnych meraní a taktiež na overenie možnosti obnovenia dopravy v plnej záťaži, nakoľko krátko po realizácii, cca. 12 hodín (obrázok 14) začala doprava materiálu do vnútorného priestoru novovytvorených cestných ostrovčekov pomocou nákladných automobilov, ktoré pri manipulácii prechádzali cez obrubníky, ktoré ostali neporušené ich funkčnosť bola preukázaná aj po už takto krátkom čase v extrémnych podmienkach.



Obrázok 14 - Cestné ostrovčeky po realizácii a navážanie materiálu

Technológia osádzania spomaľovacích retardérov na báze lepidiel

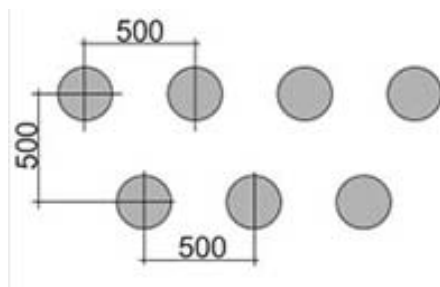
Prvý projekt na overenie technológie osádzania spomaľovacích retardérov na báze lepidiel bol vykonaný v rokoch 2013 a 2016 v areáli logistického centra Lidl Prešov-Záborské

a v roku 2017 v areáli logistického centra Amazon Sereď. Taniere z vysokokvalitného liateho hliníka boli osádzané ako je uvedené na obrázku 11. V oboch prípadoch sa jednalo o osádzanie spomaľovacích retardérov lepením na asfaltový povrch vozovky, ale rovnako ako pri betónových obrubníkoch je možnosť lepenia na cementobetónový povrch vozovky, ako je overené realizáciami v Nemecku počas viac ako 25 rokov používania technológie osádzania spomaľovacích retardérov na báze lepidiel.



Obrázok 15 – Osádzanie tanierov a vytváranie spomaľovacích retardérov

Výhodou technológie lepenia je okrem neporušenia konštrukcie vozovky aj samotná konštrukcia spomaľovacieho retardéra, ktorý tvoria samostatné taniera, čo má vplyv na lepšie odtekanie vody v prípade pozdĺžneho sklonu ako pri súvislom retardéry, taktiež jednoduchšie obchádzanie napr. pre cyklistov a mamičky s kočíkmi. Retardéry sa tvoria buď osadením tanierov v jednom rade, alebo častejšie v dvoch navzájom pre striedaných radoch ako je znázornené na obrázku 16.



Obrázok 16 – Osádzanie tanierov a vytváranie spomaľovacích retardérov

8. Požiadavky na lepidlo – technické parametre

Na základe riešenia RÚ boli stanovené požiadavky na lepidlo:

- Konzistencia
- Vytvrdzovanie
- Priľnavosť k povrchu
- Priľnavosť k povrchu po 50 zmrazovacích cykloch

Konzistencia lepidla závisí od teploty pri lepení a od drsnosti povrchu, tak aby sa lepidlo dokázalo rovnomerne rozprestrieť v hrúbke cca 3 mm a bolo zabezpečené celoplošné nalepenie cestného prvku.

Vytvrdzovanie lepidla je vyžadované bez zmrašťovania a max. čas nadobudnutia 100 % pevnosti a priľnavosti k povrchu je 60 minút.

Na základe vykonaných meraní v laboratórnych podmienkach po nalepení aj po vykonaní skúšky odolnosti lepidla proti vode a chemickým rozmrazovacím látkam a meraní in situ možno konštatovať, že požadované hodnoty priľnavosti k povrchu z cementového betónu (skúšané odtrhovou skúškou podľa STN EN 12504-3) sú **min. 1,5 MPa**. V prípade lepenia cestných prvkov na povrch tvorený z cementového betónu môže byť problém pri chemickej reakcii pri vytvrdzovaní lepidla so zložkami cementového betónu povrchu. Pred realizáciou je nutné vykonávať kontrolné merania priľnavosti odtrhovou skúškou.

Rovnakú hodnotu priľnavosti k povrchu z cementového betónu (skúšané odtrhovou skúškou podľa STN EN 12504-3) **1,5 MPa** odporúčame ako hodnotu priľnavosti po vykonaní zmrazovacích cyklov s použitím 3 % - ného roztoku NaCl (chlorid sodný) v rámci posudzovania vlastností lepidla. Cyklovanie odporúčame vykonávať metódou automatického cyklovania podľa STN 73 1326 Stanovenie odolnosti povrchu cementového betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok v počte 50 zmrazovacích cyklov.

V prípade lepenia cestných prvkov na povrch tvorený asfaltovou zmesou na základe analýzy používania u nás a najmä v zahraničí, rovnako na základe experimentu neboli preukázané žiadne riziká pri priľnavosti lepidla k povrchu z asfaltovej zmesi. Meranie priľnavosti odtrhovou skúškou je nemerateľné, nakoľko porušenie nastáva vo vrstve asfaltovej zmesi a nie v lepidle. Jedinou podmienkou priľnavosti je čistý povrch kvôli priľnavosti lepidla, načo sa môže použiť vystriekanie tlakovou vodou a následné vysušenie.

9. Zhodnotenie ekonomickej náročnosti vzhľadom na zaužívané technológie

Hlavnou výhodou technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel je časová a priestorová nenáročnosť (odpadá nutnosť použitia ťažkých mechanizmov), čím sa znižuje podiel obmedzení na jestvujúcu dopravu. Ďalšou výhodou je neporušenie povrchu, resp. konštrukcie vozovky ako je to pri zaužívaných technológiách na Slovensku, a tým aj predchádzanie vzniku porúch spôsobených zatečením vody do podkladových vrstiev. Okrem spomínanej výhody je technológia lepenia výhodnejšie aj z ekonomického hľadiska pri osádzaní cestných prvkov na už vybudovaných komunikáciách.

Najmarkantnejší rozdiel je pri porovnaní osádzania cestných obrubníkov na vybudovaných komunikáciách. Ako príklad uvádzame v tabuľke 4 podrobný rozpis položiek a činností potrebných pri osádzaní obrubníka klasickým spôsobom do lôžka z betónu a lepeného obrubníka s vyčíslením ušetrenia celkových nákladov (do úvahy treba určite brať aj časovú náročnosť jednotlivých prác).

Tabuľka 4 - Porovnanie technológie osádzania betónových obrubníkov na existujúcej komunikácii technológiou do betónového lôžka a technológiou lepenia

Popis	Štandardná technológia	Lepený obrubník
Presun hmôt	áno	áno
Odstránenie podkladu z betónu prostého / Odstránenie podkladu z asfaltových zmesí	áno	nie
Podklad z betónu prostého	áno	nie

Spojovací asfaltový postrek	áno	nie
Asfaltový betón AC L	áno	nie
Vyplnenie škár asfaltovou zálievkou	áno	nie
Obrubník	áno	áno
Osadenie obrubníka	áno	áno
Lôžko pod obrubník	áno	nie
Rezanie asfaltového krytu	áno	nie
Vodorovná doprava sutiny	áno	nie
Poplatok za skladovanie asfalt+betón	áno	nie
Dočasné dopravné značenie	áno	áno

Na základe analýzy osádzania cestných obrubníkov bola zostavená tabuľka činností, ktoré je potrebné vykonať pri realizácii osádzania obrubníkov štandardnými technológiami a technológiou na báze lepidiel, pokiaľ ide o rekonštrukciu. Činností pre štandardnú technológiu je 13 a pre technológie na báze lepidiel menej ako tretina. Čo sa týka finančného vyjadrenia, tak technológie osádzania na báze lepidiel sú asi na úrovni 50 % z ceny osádzania štandardnými technológiami. Čo sa týka bezpečnosti, lepené cestné obrubníky spĺňajú na základe skúseností z používania na Slovensku a najmä v zahraničí rovnaké požiadavky ako klasicky osádzané cestné obrubníky do betónového lôžka. Životnosť technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel je dlhoročnými skúsenosťami realizácií v zahraničí preukázaná a netreba sa obávať kratšej životnosti ako pri štandardných technológiách.

Ako nevýhodu osádzania cestných prvkov na báze lepidiel môžeme uviesť prísnejšie klimatické obmedzenia ako pri štandardných technológiách. Povrch pri osádzaní cestných prvkov lepením musí byť čistý a suchý a jeho teplota musí byť v rozmedzí od 5°C do 35 °C. Je vylúčená realizácia za dažďa, čo je pri štandardných technológiách za určitých podmienok možné. Teplotné obmedzenia pri betónových obrubníkoch lepením a osádzaním do betónového lôžka sú porovnateľné. Pri osádzaní napríklad spomaľovacích retardérov a parkovacích dorazov platí pre lepené prvky obmedzenie teploty 5°C do 35 °C a štandardné technológie vŕtaním sa dajú robiť takmer neobmedzene.

Zároveň, ale treba poznamenať skutočnosť, že technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel nie sú pri výstavbe nových komunikácií, keď je možnosť ukladať betónové obrubníky do betónového lôžka počas realizácie konštrukčných vrstiev vozovky, tak výhodné ako pri osádzaní na existujúce komunikácie, kde je potrebné brať do úvahy rozsah prác a celkový postup výstavby.

Technológie osádzania cestných prvkov majú svoje uplatnenie pri osádzaní na existujúce komunikácie pri potrebe vytvoriť dodatočne cestný ostrovček napr. na zvýšenie bezpečnosti pri priechode pre chodcov, pri vytváraní dodatočných okružných križovatiek na spomalenie dopravy a zvýšenie bezpečnosti premávky. Rovnako sa daná technológia vypláca pri osadzovaní cestných retardérov, spomaľovačov, alebo aj deliacich stĺpikov, parkovacích dorazov, ktoré sa dajú osádzať bez nutnosti vŕtania do vozovky, ktoré môže mať negatívny vplyv na vznik a šírenie porúch vo vozovke.

10. Postup realizácie

Podrobný postup realizácie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel je rozdelený na 2 časti:

- osádzanie na povrch komunikácie tvorený asfaltovou zmesou (netuhé a polotuhé vozovky);
- osádzanie na povrch komunikácie tvorený cementobetónovým krytom (tuhé vozovky).

10.1. Lepenia na asfaltové vozovky

- vytýčenie
- presun materiálu na miesto pokládky
- príprava podkladu – očistenie od prachu, masnôt a nečistôt
- označenie miesta pre pokládku
- príprava lepidla
- aplikácia lepidla v požadovanom množstve, vrstva hrúbky 3 mm, záleží od drsnosti podkladu
- ukladanie cestných prvkov a ich urovnávanie (v čo najkratšom čase, závisí od druhu použitého lepidla)
- spustenie dopravy (vytvrdnutie lepidla závisí od teploty ovzdušia), max. čas nadobudnutia 100 % pevnosti a priľnavosti k povrchu je 60 minút.

Úprava podkladu asfaltovej vozovky spočíva v očistení od olejových škvŕn a ďalších nečistôt. Povrch musí byť pred pokládkou suchý. Na zabezpečenie čistoty povrchu sa môže použiť vystriekanie tlakovou vodou a následné vysušenie.

Teplota povrchu pri pokládke musí byť v rozmedzí 5 °C do 35 °C.

10.2. Lepenia na cementobetónové vozovky

- vytýčenie
- presun materiálu na miesto pokládky
- príprava podkladu – očistenie od prachu, masnôt a nečistôt
- označenie miesta pre pokládku
- overenie priľnavosti podkladu odtrhovou skúškou
- príprava lepidla
- aplikácia lepidla v požadovanom množstve, vrstva hrúbky cca 3 mm, záleží od drsnosti podkladu
- ukladanie cestných prvkov a ich urovnávanie (v čo najkratšom čase, závisí od druhu použitého lepidla)
- spustenie dopravy (vytvrdnutie lepidla závisí od teploty ovzdušia), max. čas nadobudnutia 100 % pevnosti a priľnavosti k povrchu je 60 minút.

Teplota povrchu pri pokládke musí byť v rozmedzí 5 °C do 35 °C.

Overenie vlastností podkladovej vrstvy pomocou odtrhovej skúšky

Na skúšobných úsekoch priamo na stavenisku (najlepšie priamo v mieste budúceho trvalého osadenia) bude vykonaná skúška priľnavosti lepidla k podkladu nalepením oceľových terčov v počte min. 3 ks na ucelenú plochu cementobetónovej vozovky. Pokiaľ nie je podklad dostatočne priľnavý (min 1,5 MPa), odporúča sa použiť penetrácia pomocou vhodného

penetračného náteru (prislúchajúcemu k použitému lepidlu). Dosiahnutie požadovaných vlastností po penetrácii sa opätovne preverí pomocou nalepenia oceľového terča v úseku kde nebola dosiahnutá požadovaná priľnavosť (min 1,5 MPa). O výsledku skúšky musí byť vystavený písomný záznam (protokol o skúške).

Označenie miesta pre pokládku sa vykoná vhodným spôsobom, zvyčajne použitím krepovej pásky, ktorou sa presne vyznačí plocha pre aplikáciu lepidla alebo penetračného náteru a následne lepidla. V prípade použitia penetračného náteru sa môže s nanášaním lepidla začať až po zaschnutí penetračného náteru, ktoré sa posúdi vizuálne.

10.3. Grafický postup

V tejto kapitole je uvedený grafický postup osádzania cestných prvkov (konkrétne betónových obrubníkov) od nanášania lepidla (ľubovoľného druhu a zloženia, ktoré splní technické parametre uvedené v tejto RÚ) na pripravený a označený podklad cez rozprestieranie a osadzovanie až po urovanie betónového obrubníka do finálnej polohy. Rovnaký postup platí aj pri osádzaní ostatných cestných prvkoch (spomaľovacie retardéry, parkovacie dorazy, deliace stĺpiky a pod.) s rozdielom použitia konkrétnej šablóny pre nanášanie lepidla.

1. Nanášanie lepidla na pripravený a označený podklad



2. Aplikácia (rozprestretie) lepidla v požadovanom množstve, vrstva hrúbky cca 3 mm),
záleží od drsnosti podkladu



3. Osádzanie betónových obrubníkov



4. Urovnvanie do požadovaného tvaru a smeru



11. Kontrola kvality

Zhotoviteľ osádzania cestných prvkov na báze lepidiel je povinný vopred preukázať objednávateľovi kvalitu jednotlivých komponentov (cestný prvok, lepidlo) dokladmi podľa skupín stavebných výrobkov do ktorých patria a systému posudzovania parametrov. Pred zahájením vlastných prác - v odôvodnených prípadoch, môže objednávateľ požadovať od zhotoviteľa predvedenie a odskúšanie lepeného cestného prvku na skúšobnej - referenčnej ploche.

Pri dodávke výrobkov na stavbu sa za účasti objednávateľa kontroluje najmä:

- označenie výrobku,
- neporušenosť obalov,
- dátum výroby,
- záručné lehoty.

Počas realizácie sa vykonáva kontrola:

- povrchu pred pokládkou (musí byť suchý a bez znečistenia) – vizuálne,
- nerovnosti – aby cestný prvok doliehal celou plochou k podkladu a bolo možné jeho celoplošné nalepenie,
- množstva a hrúbky nanášania lepidla,
- príľnavosti k podkladu – odtrhová skúška pri cementobetónových podkladoch (min. 1,5 MPa) – požaduje sa protokol o vykonaní skúšky
- presnosti pokládky – dodržanie smerového a výškového vedenia – geodeticky, vizuálne.

12. Záver

Na základe riešenia RÚ možno konštatovať, že hlavné využitie technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel je pri osádzaní cestných prvkov na existujúce komunikácie, keď si situácia vyžaduje dodatočné úpravy komunikácie, či už z dôvodu zvýšenia bezpečnosti dopravy, zníženia rýchlosti, nutnosti dočasnej úpravy organizácie dopravy a podobne. Konkrétne ide o aplikáciu cestných prvkov ako sú betónové obrubníky, spomaľovacie retardéry, parkovacie dorazy, deliace stĺpiky a podobne na komunikáciu tvorené či už krytom z asfaltových zmesí alebo cementobetónové kryty vozoviek.

Hlavnou výhodou technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel je časová a priestorová nenáročnosť, čím sa znižuje čas obmedzenia dopravy, čo vplýva na rýchlejšie uspokojenie potrieb užívateľov cestnej komunikácie. Neporušenosť povrchu a konštrukcie vozovky je taktiež veľkou výhodou a taktiež často voľba technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel je jedinou možnosťou z dôvodu výskytu iných inžinierskych sietí, ktoré by pri osádzaní cestných prvkov štandardnými technológiami tvorili prekážku, alebo by ich prekládka osádzanie cestných prvkov predražila. Ďalšou možnosťou je využitie technológie lepenia pri nutnosti rýchlej a krátkodobej zmeny organizácie dopravy, napr. pri organizácii športových, spoločenských, kultúrnych a iných podujatí, po ukončení ktorých sa jednoducho odstráni bez porušenia vozovky.

Overenie možnosti využitia v našich podmienkach bolo preukázané laboratórnymi a in-situ meraniami a taktiež vybudovaním referenčných úsekov, ktoré sú sledované realizátorom a pre potreby riešenia tejto RÚ. Referenčné úseky preukázali technickú reálnosť použitia u nás tak, ako sa to dlhoročne používa v zahraničí. V rámci RÚ bolo overované najpoužívanejšie lepidlo na osádzanie cestných prvkov na báze lepidiel na Slovensku. Na realizáciu technológií osadzovania cestných prvkov na báze lepidiel je voľba lepidla ľubovoľná, či sa jedná napr. o lepidlá na báze epoxidovej živice, na báze akrylátovej živice a podobne. Lepidlo však musí splniť technické parametre nastavené v rámci riešenia tejto RÚ.

Použitie technológie osádzania cestných prvkov na báze lepidiel nemá v súčasnosti na Slovensku legislatívnu podporu. Aj na základe preukázaných výsledkov uvedených v tejto RÚ odporúčame spracovať technický predpis ako nevyhnutnú súčasť možnosti navrhovania inovatívneho riešenia požiadaviek praxe, pri zachovaní kvalitatívnych parametrov potvrđených v rámci riešenia tejto RÚ.