

TP 88

Technické podmínky

Ministerstvo dopravy

OPRAVA TRHLIN V BETONOVÝCH KONSTRUKCÍCH

TP 88

duben 2023



Ministerstvo dopravy



ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

Schváleno Ministerstvem dopravy, Odborem liniových staveb a silničního správního úřadu pod č. j. MD-6165/2023-930/2 ze dne 15. března 2023 s **účinností od 1. dubna 2023**, se současným zrušením TP 88 Oprava trhlin v betonových konstrukcích schválené Ministerstvem dopravy, Odborem pozemních komunikací pod č. j. 24909/96-120 ze dne 27. prosince 1996, s účinností od 1. února 1997.

Tento dokument se shoduje se schválenou verzí.

Distribuce pouze v elektronické podobě na webu pjpk.cz.

Obsah

1	ÚVOD.....	4
1.1	Předmět technických podmínek	4
1.2	Změny oproti předchozí verzi	4
1.3	Související právní předpisy.....	5
1.4	Související technické normy.....	5
1.5	Související technické předpisy Ministerstva dopravy	6
1.6	Související zahraniční předpisy	6
1.7	Použitá literatura.....	6
1.8	Termíny a definice.....	6
1.9	Značky	11
2	CÍLE A OBLASTI POUŽITÍ	11
3	POSOUZENÍ STAVU	12
4	KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ	14
5	STAVEBNÍ ZÁSADY	14
6	PROVÁDĚNÍ OPRAVY TRHLIN	15
6.1	Obecná ustanovení	15
6.1.1	Penetrace trhlin	16
6.1.1.1	Posouzení stavu	17
6.1.1.2	Stavební zásady	17
6.1.1.3	Technologický postup.....	17
6.1.2	Injektáž trhlin s přenesením tahového namáhání (F)	17
6.1.2.1	Posouzení stavu	18
6.1.2.2	Stavební zásady	18
6.1.2.3	Technologický postup.....	18
6.1.3	Injektáž trhlin s poddajnou funkcí (D).....	20
6.1.3.1	Posouzení stavu	20
6.1.3.2	Stavební zásady	20
6.1.3.3	Technologický postup.....	21
6.1.4	Injektáž trhlin, dutin a mezer injektážními výrobky na bázi hydraulického pojiva.....	21
6.1.4.1	Posouzení stavu	22
6.1.4.2	Stavební zásady	22
6.1.4.3	Technologický postup.....	23
6.2	Požadavky na způsobilost Zhotovitele	23
6.3	Projektová dokumentace	24
6.4	Technologické postupy	24
7	KONTROLA KVALITY.....	25
7.1	Průkazní zkoušky	25
7.2	Kontrolní zkoušky	25
7.3	Záznamy a dokumentace průběhu prací.....	29
7.4	Zpráva Zhotovitele o hodnocení jakosti stavebních prací	29

PŘÍLOHA 1	VŠEOBECNÉ ÚDAJE	30
PŘÍLOHA 2	DENNÍ PROTOKOL	31
PŘÍLOHA 3	PROTOKOL O INJEKTÁŽI TRHLIN	32
PŘÍLOHA 4	UMÍSTĚNÍ INJEKTÁŽNÍCH BODŮ	33
	P4.1 Upevnění na povrchu stavebního dílu.....	33
	P4.2 Rozmístění injecktážních bodů	34
PŘÍLOHA 5	PŘÍKLADY ŘEŠENÍ OPRAVY TRHLIN.....	35
PŘÍLOHA 6	POSTUP SLEDOVÁNÍ TRHLIN POMOCÍ DESTIČEK	36
	P6.1 Měřicí metody	36
	P6.2 Požadavky na jednotlivé součásti pro měření.....	36
	P6.3 Technologický postup.....	38
	P6.4 Měření a vyjádření výsledků	39
	P6.5 Výstup z měření.....	40
	P6.6 Příklady osazených destiček	40

1 Úvod

V rámci výstavby nebo údržby stavebních konstrukcí může nastat situace řešení trhlin, dutin nebo mezer v betonových konstrukcích. Tyto defekty představují potenciálně slabé a rizikové místo v životnosti a trvanlivosti betonových konstrukcí a v případě překročení dovolených šířek je nutné navrhnout a provést opravu.

Obecně se problematikou oprav betonových konstrukcí zabývá soubor norem EN 1504. V systému jakosti pozemních komunikací Ministerstva dopravy ČR existuje předpis TKP 31 – Opravy betonových konstrukcí. Na tento předpis navazují tyto úzce zaměřené technické podmínky.

1.1 Předmět technických podmínek

Technické podmínky pro opravu trhlin, dutin a mezer v betonových konstrukcích obsahují pravidla pro dodání, zkoušení, provedení a přejímku při zaplňování trhlin, dutin a mezer pomocí injektáže nebo penetrace u mostních objektů, opěrných zdí, tunelů a podobných inženýrských staveb případně obecně betonových konstrukcí pozemních komunikací.

Souhrnný problém údržby stavebních objektů postižených trhlinami není předmětem těchto TP, a to ani problematika vzniku těchto trhlin.

Trhliny nekonstrukční, zvláště trhliny síťové, zabírající větší plochy, mohou být opraveny (je-li šířka trhlin v rozmezí cca do 0,2 mm) rovněž podle postupů uvedených v TKP 31 Opravy betonových konstrukcí ve smyslu Tab. 5a popisující systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí.

Při přípravě betonového podkladu pro utěsnění a obnovení původního stavu betonu poškozeného povrchovými trhlinami, případně při injektáži trhlin, je třeba postupovat dle těchto TP.

1.2 Změny oproti předchozí verzi

S ohledem na stáří původních technických podmínek vydaných v roce 1996 bylo nutné provést zásadní aktualizaci tohoto předpisu a aktualizaci navázat na koncepčně ucelený soubor norem ČSN EN 1504-1 až 10, z nichž části -2, -3, -4, -6 a -7 jsou harmonizované.

V odrážkách níže jsou uvedeny oblasti změn:

- Posuzování trhlin
- Přístup k trhlínám
- Požadavky na vybavení
- Sjednocení požadavků na stavební výrobky dle ČSN EN 1504-5 a TKP 1
- Požadavky na způsobilost Zhotovitele
- Konkrétní struktura projektové dokumentace
- Konkrétní struktura pro TePř
- Konkrétní tabulka pro tvorbu KZP
- Osnova pro tvorbu závěrečné zprávy
- Formuláře pro dokumentaci injektáže
- Příloha s řešením vzorových přístupů k injektáži
- Příloha s postupem měření trhlin pomocí destiček

Revize technických podmínek také přímo navazuje na revizi TKP 31, která byla vydána v roce 2021 a zahrnuje komplexní problematiku oprav betonových konstrukcí PK včetně injektáží do různých materiálů. Tyto technické podmínky jsou další součástí poměrně rozsáhlé aktualizace v oblasti oprav betonových konstrukcí a dochází tak k provázání s revidovanými TKP 31.

1.3 Související právní předpisy

Zákon č. 22/1997 Sb.	Zákon o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů; ve znění pozdějších předpisů
Nařízení vlády č. 163/2002 Sb.	Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky; ve znění pozdějších předpisů
Nařízení EU č. 305/2011	Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS; ve znění pozdějších předpisů

1.4 Související technické normy

ČSN 73 6200	Evidence mostních objektů pozemních komunikací
ČSN 73 6221	Prohlídky mostů pozemních komunikací
ČSN 73 6242	Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací
ČSN EN 206+A2	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
ČSN EN 1504-1	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 1: Definice
ČSN EN 1504-3	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 3: Opravy se statickou a bez statické funkce.
ČSN EN 1504-4	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 4: Konstrukční spojování
ČSN EN 1504-5	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 5: Injektáž betonu
ČSN EN 1504-8 ed.2	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a AVCP – Část 8: Kontrola kvality a posuzování a ověřování stálosti vlastností (AVCP)
ČSN EN 1504-9	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola jakosti a hodnocení shody – Část 9: Obecné zásady pro používání výrobků a systémů
ČSN EN 1504-10	Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody – Část 10: Použití výrobků a systémů a kontrola kvality provedení
ISO 8037-1	Optics and optical instruments – Microscopes – Slides – Part 1: Dimensions, optical properties and marking (Optika a optické přístroje – Mikroskopy – Sklíčka – Část 1: Rozměry, optické vlastnosti a značení)

1.5 Související technické předpisy Ministerstva dopravy

TP 120	Údržba, opravy a rekonstrukce betonových mostů PK
TP 201	Měření a dlouhodobé sledování trhlin v betonových konstrukcích
TKP 31	Opravy betonových konstrukcí
VL 0	Vzorové listy oprav mostních objektů PK
MP SJ-PK	Metodický pokyn Systém jakosti v oboru pozemních komunikací
Směrnice GR č. 8/2021	Zásady pro hodnocení jakosti dokončených staveb PK Zhotovitelem

1.6 Související zahraniční předpisy

ZTV-ING	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen and Richtlinien für Ingenieurbauten (Oktober 2021)
---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

1.7 Použitá literatura

TP SSBK III	Drochytka, R., Dohnálek, J., Bydžovský, J., Pumpr, V., Dufka, A., Dohnálek, P. Technické podmínky pro sanace betonových konstrukcí TP SSBK III. 1. vydání. Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, Brno 2012. ISBN 978-80-260-2210-7.
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.8 Termíny a definice

Cementová zálivka (cement grout)

Směs cementu, vody a případných příměsí.

Detekční destička (detection plate)

Křehký a tenký proužek skla nebo vhodné keramiky s poměrem délky strany k její šířce alespoň 3:1 nebo větším, určený k detekci vzájemných pohybů nebo posunů částí konstrukce k trhlině přiléhajících.

Doba použitelnosti (alt. otevřená doba) injektážních výrobků (pot life for injection products)

Časové období potřebné k tomu, aby čerstvě zamíchaný výrobek zvýšil svou teplotu o 15 °C v případě injektážních výrobků na bázi reaktivního polymerního pojiva (nebo o maximální nárůst teploty, pokud je menší než 15 °C), nebo dosáhl viskozity 1000 mPa·s, nebo dosáhl zaznamenaného poklesu stability při filtraci v případě injektážních výrobků na bázi hydraulického pojiva. Doba použitelnosti je identifikační zkouška prováděná při normálních laboratorních podmínkách. Zkušební vzorek je 1000 ml.

Doba zpracovatelnosti injektážních výrobků (workable time for injection products)

Časové období, po které zamísený injektážní výrobek při použité velikosti záměsi zůstane zpracovatelný a v mezích podmínek, kdy je vhodný pro účel použití. Doba zpracovatelnosti je stanovena výrobcem. Doba zpracovatelnosti závisí na teplotě, vlhkosti, objemu smíchaného výrobku (A+B), reaktivitě výrobku, technologii injektáže. Reaktivita výrobku a objem smíchaného výrobku by měly být zvoleny podle těchto proměnných parametrů a podle očekávané doby nutné pro injektáž betonové konstrukce.

Dokonale zaplněná trhlina (perfectly filled crack)

Za dokonale zaplněné trhliny se považují trhliny v jádrových vývrtech (odebraných z konstrukce po provedené injektáži), u nichž se po vyštípnutí v rovině trhliny objeví lomová plocha, ve které nevyplněné, slabě smočené až lesklé oblasti a lomy uvnitř výplňového materiálu vykazují menší plošné podíly než 20 %.

Hloubka trhliny (crack depth)

Vzdálenost mezi povrchem a nerozpojeným materiálem.

Hydraulické malty – CC (hydraulic mortars – CC)

Malty, které vzniknou smísením hydraulického pojiva s tříděným kamenivem, mohou obsahovat přísady a příměsi a po smíchání s vodou tvrdnou hydratační reakcí.

Injektáž (injection)

Injektáž je stavební metoda, při které se do nepřístupných dutin injektovaného prostředí vhání injektážními otvory pod tlakem injektážní výrobek. Smyslem injektáže je vyplnění, spojení, zpevnění a utěsnění injektovaného prostředí.

Injektáž epoxidovou pryskyřicí míchanou těsně před aplikací (epoxy resin mixed just before application)

Jednotlivé složky injektážního výrobku se odděleně dopraví k mísící hlavici, která je připojena bezprostředně k plnicímu hrdlu a injektážní výrobek zaplní pod tlakem trhlinu bezprostředně po smíchání všech složek.

Injektáž předem smíchanou epoxidovou pryskyřicí (injection with pre-mixed epoxy resin)

Smíchaným injektážním výrobkem se zaplní trhlina pomocí injektážního zařízení.

Injektážní bod – plnicí hrdlo (injection point – filling port)

Přechodový kus mezi injektážním zařízením a trhlinou upevněný na povrchu stavebního dílu nebo ve vyvrtaných otvorech („obturátorech/pakrech“), případně opatřeny ventilem.

Injektážní tlak (injection pressure)

Jmenovitá hodnota injektážního tlaku, při kterém je výplňový materiál čerpán k injektážnímu bodu a dále do trhliny.

Injektážní výrobek na bázi hydraulického pojiva – H (injection product formulated with hydraulic binder – H)

Výrobek, jehož tvrdnutí závisí na hydraulické reakci hydraulického pojiva.

Injektážní výrobek na bázi reaktivního polymerního pojiva – P (injection product formulated with reactive polymer binder – P)

Výrobek, jehož tvrdnutí závisí na vytvrzování reaktivního polymerního pojiva; reaktivní část polymerního podílejší se na tvrdnutí pojiva je nazývána funkční skupina.

Injektážní výrobky a systémy (injection products and systems)

Výrobky a systémy, které po injektáži do betonové konstrukce obnovují celistvost a/nebo trvanlivost konstrukce. Injektážní výrobky mohou být zařazeny do tří kategorií, v závislosti na jejich určeném použití.

Injektážní výrobek pro bobtnavou výplň trhlin, dutin a mezer v betonu – S (injection product for swelling fitted filling of cracks, voids and interstices in concrete – S)

Výrobek, který je schopný, ve vytvrzeném stavu, po absorpci vody opakovaně bobtnat; molekuly vody jsou při tom navázány na molekuly injektážního výrobku. Výrobky této kategorie, označované jako gely, jsou používány pouze pro účely vodonepropustnosti, pro trhliny v podmínkách vlhka, mokra nebo průtoku vody.

Injektážní výrobek pro poddajnou výplň trhlin, dutin a mezer v betonu – D (injection product for ductile filling of cracks, voids and interstices in concrete – D)

Pružný výrobek, u kterého nedojde k poruše při následném pohybu.

Injektážní výrobek pro výplň trhlin, dutin a mezer v betonu schopnou přenášet namáhání – F (injection product for force transmitting filling of cracks, voids and interstices in concrete – F)

Výrobek schopný spojit se s povrchem betonu a přenášet tímto spojením namáhání. Tyto výrobky mohou být použity pro impregnování bez získání vazby schopné přenášet namáhání. Pokud není uvedeno jinak, jsou injektážní výrobky určeny pro výplň trhlin, dutin a mezer i v případě, že je dále uvedena pouze formulace injektážní výrobky pro výplň trhlin.

Injektážní zařízení (injection equipment)

Skládá se ze zdroje tlaku, ze zásobníku materiálu, z transportní hadice, z přípojky k plnicímu hrdlu a případně ze zařízení pro míchání a dávkování.

Injektovatelnost (injectability)

Schopnost injektážního výrobku pronikat do trhliny; injektovatelnost je dána minimální šířkou trhliny, do které je výrobek injektovatelný. V úvahu se berou šířky trhlin 0,1 mm / 0,2 mm / 0,3 mm / 0,5 mm / 0,8 mm. Šířka trhliny se vyjadřuje v milimetrech. Injektovatelnost je deklarována výrobcem a zkoušena zkouškou (zkouškami) injektovatelnosti.

Lepidlo (structural adhesive)

Vhodné lepidlo na bázi epoxidů nebo methylmetakrylátů určené ke konstrukčnímu lepení silikátových hmot, zejména betonu, skla a keramiky. Dostatečně thixotropní a odolné vlivům prostředí.

Malta (mortar)

Stavivo, které vzniká ztvrdnutím čerstvé malty. Skládá se z anorganických pojiv, plniv, přísad, příměsí a vody. Hydraulické, polymery modifikované hydraulické a polymerové malty.

Mokrý trhlina (wet crack)

Stojatá voda v trhlíně. Charakteristickým rysem mokré trhliny je přítomnost kapek vody na povrchu trhliny.

Trhlina, druhy trhlin (crack, types of cracks)

Rozpojení struktury jinak celistvého materiálu, a to i ve spárách a pracovních spárách. Rozlišují se trhliny povrchové a dělicí. Trhliny povrchové zabírají jen nepatrné části průřezu a jsou často síťovitě strukturovány. Dělicí trhliny zabírají podstatné části průřezu (např. taženou část průřezu), nebo i celý průřez.

Penetrace (penetration)

Povrchové zaplňování trhlin bez tlaku (lze se setkat také s termínem gravitační injektáž nebo beztlaková injektáž). Nejedná se o penetraci ve smyslu ČSN EN 1504-2 (Impregnace = I).

Pohyb trhliny (crack movement)

Změna šířky trhliny v čase způsobená mechanickými vlivy (např. dopravou) nebo fyzikálními vlivy, které mohou kolísat během dne (například kvůli vystavení slunci) nebo se změnou ročního období. Pohyby trhliny o velikosti 10 µm až 15 µm způsobené dopravou, které nastanou během zrání, neovlivňují soudržnost injektážního výrobku na bázi reaktivního polymerního pojiva. Gely nemohou být použity pro trhliny, u nichž dochází k pohybům s denní periodou, pokud nebyly injektovány rovněž ve větším množství mimo konstrukci. Injektážní výrobky na bázi hydraulického pojiva nemohou být použity pro injektáž trhlin vystavených změnám o vysoké frekvenci během tvrdnutí. Výrobky obvykle nemohou být použity pro injektáž trhlin vystavených změnám s denní periodou během doby tvrdnutí, s výjimkou případu, kdy může být prokázáno, že soudržnost s betonem bude do 10 h a při minimální teplotě použití větší než 2 MPa.

Polymerní malty – PC (polymer mortars – PC)

Směsi polymerního pojiva a tříděného kameniva, které tvrdnou polymerizační reakcí.

Polymery modifikované cementové malty – PCC (polymer hydraulic cement mortars – PCC)

Hydraulické malty, které jsou modifikovány pomocí polymerů.

Povrchové utěsnění trhlin (surface sealing of cracks)

Utěsnění trhlin na připraveném povrchu stavebního dílu, které zabraňuje vytékání injektážního výrobku při injektáži.

Pracovní úsek (working section)

V jednom pracovním úseku se provádí práce stejného druhu, provádí je jedna pracovní četa podle stejného pracovního postupu bez závažnějšího přerušení.

Příčiny vzniku trhlin (causes of crack formation)

Namáhání zatížením, podružná a vlastní napětí, která vedou u betonu k překročení místní pevnosti. Síly způsobující trhliny jsou nejčastěji tahové nebo smykové. Trhlina však může vzniknout i od namáhání soustředným tlakem (např. trhliny pod ložisky v podložiskových blocích nebo úložných prazích).

Sintrování okrajů trhlin (sintering of crack edges)

Tvorba porézní horniny vysrážením uhličitánových výluhů z roztoků obsahujících obvykle rozpuštěný vápenec (vzniklý útvar se pak nazývá sintr)

Stav trhlin/okrajů trhlin (state of crack/edges of crack)

Údaje o vlhkosti, znečištění a výluzích v trhlíně.

Suchá trhlina (dry crack)

V trhlíně ani na stěnách trhliny není žádná voda; migrace vody v trhlíně je během injektáže a tvrdnutí injektážního výrobku vyloučena. Suchá trhlina se projevuje tím, že její barva a barva suchého povrchu betonu jsou stejné.

Šířka trhliny (crack width)

Vzdálenost mezi okraji trhlin, měřená na povrchu stavebního dílu kolmo k průběhu trhliny bez mechanického předupravení. Dále měřená podle TP 201.

Technologie těsnění trhlin (crack sealing technology)

Rozlišuje se injektáž a penetrace trhlin.

Trhlina s protékající vodou (crack with flowing water)

Voda protékající skrz trhlinu, dutinu nebo mezeru. Výrobce musí na základě výsledků injektovatelnosti a dalších relevantních zkoušek funkčních vlastností uvést vlhkostní stav, nebo stavy, se kterým (kterými) je výrobek kompatibilní.

Vlhká trhlina (damp crack)

V trhlíně není žádná voda, voda je na stěnách trhliny, avšak bez vodního filmu na povrchu stěn. Rozdíl v barvě mezi povrchem trhliny a suchým povrchovým betonem je důkazem vlhké trhliny.

Vlhkostní stav trhliny, dutin a mezer (moisture state of the crack, voids or interstices)

Voda obsažená v trhlíně nebo vytékající z trhliny; v úvahu se berou následující podmínky: suchá, vlhká, mokrá nebo s protékající vodou.

Zaplňování trhlin namáhaných silou (filling force-stressed cracks)

Spojení protilehlých okrajů trhliny, které přenesou silové namáhání.

Zaplňování trhlin s možností dilatace (filling cracks with the possibility of expansion)

Spojení protilehlých okrajů trhliny, které umožňuje omezený vzájemný pohyb.

Změna šířek trhliny (width change of crack)

Šířky trhlin se mohou během doby měnit. Opakované změny se mohou projevit krátkodobě (např. v důsledku dopravního zatížení nebo přetížení), denně (např. v důsledku slunečního svitu) a dlouhodobě (např. v důsledku ročního období a odpovídajících meteorologických podmínek).

1.9 Značky

CM	Cementová malta (CC)
D	Injektážní výrobky pro poddajnou výplň trhlin
EP	Epoxidová pryskyřice
F	Injektážní výrobky pro výplň trhlin schopnou přenášet namáhání
H	Injektážní výrobek na bázi hydraulického pojiva
KZP	Kontrolní a zkušební plán (zpravidla samostatná příloha TePř)
P	Injektážní výrobek na bázi reaktivního polymerního pojiva
PDPS	Projektová dokumentace pro provádění stavby
PUR	Polyuretanová pryskyřice
RDS	Realizační dokumentace stavby
S	Injektážní výrobky pro bobtnavou výplň trhlin
TePř	Technologický předpis (základní struktura uvedena v TKP 1)
TEP	Technologický postup
TKP	Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací
TP	Technické podmínky
VL	Vzorové listy
VL-O	Vzorové listy oprav mostních objektů PK
ZDS	Zadávací dokumentace pro zadání stavby pozemní komunikace

2 Cíle a oblasti použití

K zaplňování trhlin, dutin nebo mezer se přistupuje, má-li být dosaženo jednoho nebo více cílů uvedených dále (viz principy 1 a 4 a metody 1.5, 4.5 a 4.6 dle ČSN EN 1504-9):

- (1) Omezení nebo zabránění přístupu korozivních aktivních látek vnikajících do stavebních dílů trhlinami a způsobujících korozi výztuže (uzavření) – F; D; S
- (2) Odstranění netěsností stavebních dílů podmíněných trhlinami, týká se i trhlin v podmínkách vlhka, mokra nebo průtoku vody (utěsnění) – D; S
- (3) Spojení protilehlých okrajů trhliny, které přenesou tahové namáhání (spojení trhlin namáhaných silou) – F
- (4) Spojení protilehlých okrajů trhliny, které umožňuje omezený vzájemný pohyb (spojení trhlin s možností dilatace) – D

Cíle uvedené pod body (3) a (4) se vzájemně vylučují. Dosažení jednoho cíle nebo více cílů (1) až (4) může být částečně nebo úplně znemožněno tím, že se do trhliny dostanou materiály poškozující beton nebo výplňový materiál snižující přilnavost. Stejný účinek má i sintrování okrajů trhlin, které se však projevuje řidčeji.

Cílů, které jsou definovány v odrážkách výše pod číslem (1) až (4), lze dosáhnout takto:

- (I) Penetrací nebo injektáží výrobků na bázi hydraulického pojiva (H) nebo reaktivního polymerního pojiva (P)
- (II) Injektáží výrobků na bázi reaktivního polymerního pojiva (P)
- (III) Injektáží výrobků na bázi hydraulického pojiva (H) nebo reaktivního polymerního pojiva (P)
- (IV) Injektáží výrobků na bázi reaktivního polymerního pojiva (P)

Oblasti použití jednotlivých výrobků na konkrétní pojivové bázi se přizpůsobují (s výhradou, že budou dodrženy mezní limity specifických výrobků a technologicky podmíněné mezní limity) stavu vlhkosti trhlin / okrajů trhlin. Pro pojmy používané k označení stavu vlhkosti platí znaky podle tabulky 1.

Tab. 1: Vlhkost trhlin / okrajů trhlin

Pojem	Znak
Suché ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> přístup vody není možný vliv vody v oblasti trhlin nelze zjistit přístup vody je možný, lze ho však již dostatečně dlouho vyloučit okraje trhlin posouzené vizuální prohlídkou jsou suché ²⁾ okraje trhlin posouzené laboratorními metodami jsou suché
Vlhké	<ul style="list-style-type: none"> změna odstínu barvy v oblasti trhlin způsobená vodou, avšak žádná zjevná vlhkost známky vlhkosti v bezprostředně uplynulé době okraje trhlin zjevně vlhké nebo zavlhlé ²⁾ okraje trhlin posouzené laboratorními metodami jsou vlhké
Vedou vodu „bez tlaku“	<ul style="list-style-type: none"> v oblasti trhlin lze zjistit jemné kapičky vody voda po kapkách vytéká z oblasti trhlin
Vedou vodu „pod tlakem“	<ul style="list-style-type: none"> z trhliny vytéká souvislý vodní film

1) suché – beton s ustálenou vlhkostí podmíněnou prostředím

2) posouzení okrajů trhlin u suchých jádrových vývrtů

Oblasti použití vyžadující specifické požadavky nebo speciální aplikace (např. extrémní klimatické podmínky; předpoklad požáru; zemětřesení apod.) tyto TP dále neupravují.

3 Posouzení stavu

Za posouzení stavu včetně posouzení vývoje trhlin a rozhodnutí o opravě je zodpovědný projektant. V projektové dokumentaci musí být tato oblast jednoznačně popsána na základě diagnostického průzkumu. Požadavky na projekt včetně kvalifikace projektanta jsou uvedeny v příloze P3 TKP 31.

Trhliny je třeba zachytit a dokumentovat. Rozsah prohlídek a způsob dokumentace se řídí podle vzhledu (a druhu) trhlin, podle závažnosti trhlin pro stavební objekt dle ČSN 73 6221 – Prohlídky mostů pozemních komunikací a dále dle TP 201 – Měření a dlouhodobé sledování trhlin v betonových konstrukcích.

Vliv trhlin v betonových stavebních dílech na únosnost, provozuschopnost a životnost je třeba posoudit na základě pozorování, zkoušek, statických výpočtů a zkušeností. Na základě tohoto posouzení společně s údaji a daty vyplývajícími z dokumentace stavby a ze stavebního deníku je třeba stanovit příčiny tvoření trhlin, rozhodnout o nutnosti, cílech a způsobu opravy trhlin dle kapitoly 2 a případně o riziku vzniku nových trhlin.

Při tvoření trhlin větších rozměrů nebo u trhlin se značnou důležitostí pro únosnost, použitelnost nebo životnost stavebního objektu, stavebních dílů, např. u nosných konstrukcí mostů z předpjatého betonu, musí posouzení obsahovat všechny závažné znaky podle tabulky 2.

Tab. 2: Zjišťování znaků trhlin

Č.	Znak		Metoda zjištění / zkoušení	Výsledek / dokumentace
1	Druh trhliny		Vizuální prohlídka, případně odběr jádrového vývrtu max. Ø 50 mm	Rozlišení podle definice – TP 201 Pozn.: Povrchové nebo dělicí
2	Průběh trhliny		Vizuální prohlídka	Zakreslení, případně paušální údaje (např. ohybová trhlina ve vzdálenostech..., síťová trhlina s velikostí ok...)
3.1	Šířka trhliny		Měřítka pro šířku trhliny, lupa na trhliny (přesnost 0,05 mm), mikroskop	Údaje s datem a místem měření, u změn šířky trhlin dle řádků č. 4.1 a 4.2 včetně udání hodin a klimat. podmínek, případně teploty stavebního dílu
3.2	Hloubka trhliny		Jádrový vývrt max. Ø 50 mm	
4.1	Změny šířky trhlin	krátkodobé	Měření změny šířky, např. elektrické měřidlo	Nejzávažnější změny s uvedením data, hodin a klimatických podmínek
4.2		denní	Měření změny šířky např. úchylkoměr, deformetr	Změny mezi naměřenými hodnotami ráno a večer v intervalu cca 12 hodin, s datem, klimatickými podmínkami a teplotou stavebního dílu
4.3		dlouhodobé	Lepení značek (např. terčů, resp. destiček ¹⁾), měření sedání	Změny ve stále delších časových intervalech (podle okolnosti i více měsíců) s uvedením data a klimatických podmínek, případně teploty stavebního dílu
5	Příčina vzniku trhlin		Vizuální prohlídka, průzkum včetně podmínek výroby, zhodnocení výsledků řádku č. 1 až 4, případně výpočty	Rozdíl podle definice, případně vyhodnocení pravděpodobnosti opětovných příčin trhlin
6	Stav trhlin/okrajů trhlin		Vizuální prohlídka, případně odběr jádrového vývrtu max. Ø 50 mm	Údaje podle tab. 1
7	Předcházející opatření		Stavební deník, průzkumy	Údaje o dřívějších opatřeních, např. o výplni/injektáži trhlin

1) Lepení destiček je podrobněji popsáno v tab. 7 pozn. 3 a dále pak podrobněji v příloze P06.

U nosných konstrukcí masivních mostů dochází k denním změnám šířky trhlin kromě jiného v závislosti na slunečním svitu. Velké změny lze očekávat při jasném počasí v letních měsících, malé při zatažené obloze a vysoké teplotě vzduchu. Denní minimum šířky trhlin nastupuje mezi 7. až 9. hodinou, maximum potom od 19. do 21. hodiny. Při maximální šířce trhlin způsobuje krátkodobé extrémy ve změně šířky i doprava. Trhliny ve stavbách s omezenou možností deformace (např. tunely) mají maximální šířku v chladných ročních obdobích při nízkých teplotách.

Na základě posouzení stavu, jako součást uceleného diagnostického průzkumu, musí být vyhotovena zpráva v rozsahu dle přílohy P1 TKP 31, která specifikuje a zpřesňuje požadavky na diagnostický průzkum konstrukcí.

4 Kvalita stavebních materiálů

Před použitím konkrétního výrobku pro opravu trhlin musí Zhotovitel prokázat vhodnost pro daný účel a předložit ucelenou dokumentaci k odsouhlasení. Souhlas se zdroji dodávek hmot pro injektáž uděluje Objednatel/Správce stavby dle ustanovení uvedených v TKP 1. Obecně lze v odpovídající míře vycházet z článku 31.2 Popis a kvalita stavebních materiálů uvedeném v TKP 31.

Základními doklady o posouzení shody všech výrobků, dále viz TKP 1, jsou:

- a) Prohlášení o shodě
- b) Prohlášení o vlastnostech
- c) Prohlášení shody nebo Certifikát

Pozn.: K odsouhlasení musí být předloženy všechny použité výrobky, nejen injektážní výrobek. Ve smyslu těchto TP se to týká např. plnicích hrdel „pakrů“, malt pro utěsnění trhlin apod.

5 Stavební zásady

Oprava trhlin předpokládá minimální šířky na povrchu stavebního dílu, které určují způsob opravy a druh používaného injektážního výrobku.

Penetrací (alt. beztlakovou injektáží nebo také gravitační injektáží) mohou být zaplněny vhodným injektážním výrobkem trhliny v povrchových částech.

Injektáží a příslušnou injektážní metodou mohou být opraveny všechny ostatní trhliny vhodným injektážním výrobkem.

Injektážní výrobek musí mít tyto obecné vlastnosti:

- 1) Viskozitu a kapilární vzlínací schopnost podle druhu hmoty
- 2) Dobrou zpracovatelnost v mezích definovaných v závislosti na druhu hmoty
- 3) Dostatečnou stabilitu směsi (tixotropii)
- 4) Malou změnu objemu podmíněnou reakcemi
- 5) Dostatečnou adhezi na okrajích trhlin
- 6) Dostatečnou vlastní pevnost
- 7) Vysoký stupeň odolnosti proti stárnutí
- 8) Vlastnosti nepodporující korozi
- 9) Snášenlivost se všemi látkami v přímém styku

Injektážní zařízení musí mít tyto vlastnosti:

- 1) Jednoduchou obsluhu a možnost jednoduché kontroly funkčnosti
- 2) Malou poruchovost zařízení
- 3) Tlak umožňující regulaci příp. omezení v pracovním rozsahu injektážního zařízení
- 4) Jednoduché čištění a údržbu
- 5) Vysoký stupeň přesnosti při dávkování
- 6) Malá poruchovost při chybné obsluze (změna poměru dávkování, připojení čistícího prostředku atd.)
- 7) V pracovním rozsahu dostatečně vysoký minimální tlak

Injektážní výrobek a zařízení specifikuje v náležitě podrobnosti zodpovědný projektant v projektové dokumentaci v rozsahu dle kap. 6.3.

6 Provádění opravy trhlin

V následujících kapitolách jsou uvedeny požadavky na jednotlivé postupy v rámci provádění, které jsou nezbytné pro dosažení kvalitní a úspěšné opravy trhlin. Kapitola vychází a doplňuje ustanovení uvedená v normě ČSN EN 1504-10.

6.1 Obecná ustanovení

Zhotovitel se musí seznámit s poměry na stavbě, posoudit a zkontrolovat možnost provedení účinné opravy trhlin. V případě, že poměry na stavbě nebo předpokládaný způsob provedení nezaručují dosažení výsledku, který byl stanoven, je nutné neprodleně písemně sdělit tato zjištění Objednateli. Při použití polymerů je třeba dodržovat speciální ustanovení o ochraně zdraví při práci.

Při přípravě betonového podkladu pro utěsnění a obnovení původního stavu povrchu betonu, případně při plošné opravě betonu poškozeného trhlinami platí ustanovení TKP 31 pro opravy betonových konstrukcí. Oprava trhlin smí být prováděna pouze v rozmezí podmínek použití specifických hmot. Jejich dodržování je třeba v případě potřeby kontrolovat zkouškami a měřeními. Je třeba dodržovat technologické postupy.

V rámci předúpravy povrchu/trhliny je nutné splnit obecné podmínky před aplikací injektážních výrobků nebo malt pro utěsnění trhliny. Podklad musí být soudržný, nesmí obsahovat prach, povrchové znečištění a látky, které snižují soudržnost. Předupravený povrch musí být chráněn před dalším znečištěním, pokud čištění neprobíhá těsně před aplikací hmot. V rámci čištění v místě trhliny lze používat tryskání vodním paprskem, čištění tlakovou vodou, tlakových vzduchem nebo vysáváním.

Plnicí hrdla ponechané v konstrukci musí být z materiálů, které nezpůsobují elektrochemickou reakci. Injektážní tlak musí být zvolen tak, aby nezpůsobil další tvorbu trhlin a neměl jiné škodlivé účinky na podklad. Přebytky injektážní výroby vytékající z dílce se zpravidla odstraňují. Používaná zařízení pro beztlakovou injektáž musí zajistit přiměřený a nepřerušovaný tok hmoty pro zaplnění hmoty, dokud vstřebávání neustane.

Opravy trhlin je třeba plánovat tak, aby práce mohly být prováděny za příznivých klimatických podmínek. Je třeba počítat s tím, že jsou-li z naléhavých důvodů prováděny práce za nepříznivých klimatických podmínek, mají být ve smlouvě uvedena zvláštní opatření, která zabezpečují řádné provedení a vylučují případně nedostatky. Omezit používání urychlovačů a upřednostnit za nižších teplot výrobcem doporučená „rychlejší“ tvrdidla.

V případě injektáže do trhlin, u kterých dochází ke změnám šířky, je nutné zvolit dobu injektáže v momentě, kdy je šířka trhliny největší. Při opakované injektáži je pak nutné provádět injektáž během doby zpracovatelnosti hmoty.

Zvláštní pozornost při plánování injektáže trhlin je třeba věnovat přechozím úpravám (opatřením) a v každém případě je nutno zjistit, z jakých důvodů byly předchozí úpravy neúspěšné.

Standardně je možné injektovat trhliny šířky 0,1 mm a větších. V příloze 5 jsou pro snadnější orientaci uvedeny příklady oprav trhlin s přihlédnutím k praktickému a účelnému využití injektáží/penetrací. Úplné zaplnění trhliny injektáží s šířkou menší než 0,1 mm je teoreticky možné při použití epoxidové pryskyřice s nízkou viskozitou a speciální jemné cementové zálivky. Toto je ale nutné předem prokázat průkaznými zkouškami ve smyslu ČSN EN 1504-5.

Je třeba mít na zřeteli, že nevytvrzené epoxidové pryskyřice a organická rozpouštědla ohrožují člověka při styku s pokožkou a při vdechování. Způsobují kožní poškození a poškození oční rohovky, záněty spojivek, sliznice dýchacích cest, poškození jater a nervové soustavy. Tvrdidla jsou převážně žiravinami. Styren a toluen při nadýchání postihuje zvláště nervový systém, dochází k nevolnosti, únavě a funkčním nervovým poruchám. K zabránění škodlivého účinku epoxidových pryskyřic je třeba bezpodmínečně zabránit styku pokožky s těmito látkami a zabránit vdechování jejich výparů. Z těchto důvodů musí být na staveništi vždy k dispozici bezpečnostní listy pro všechny typy používaným stavebních hmot s uvedením jejich zdravotní bezpečnosti, resp. postupu při kontaminaci očí, pokožky nebo při vdechnutí.

Ekologicky vhodnou likvidaci všech hmot, které se objeví jako odpad v průběhu prací a jejich skončení, musí provést Zhotovitel a dodržovat přitom všechna platná zákonná ustanovení. Řádné provedení této likvidace musí Zhotovitel prokázat. Podrobněji lze postupovat v souladu s TKP 1 čl. 1.12.6. Je třeba zdůraznit, že při běžném spalování epoxidů na stavbě (např. při čištění nářadí od vytvrzeného epoxidu plamenem) se uvolňují zdraví velmi škodlivé karcinogenní látky.

6.1.1 Penetrace trhlin

K penetraci trhlin se smějí používat pouze nízkoviskozní injektážní výrobky na bázi polymerního pojiva (obvykle epoxidová pryskyřice). Podmínky použití jsou uvedeny v tabulce 3. Nejedná se o penetraci trhlin ve smyslu normy ČSN EN 1504-2, kde se penetrací (Impregnance = I) rozumí povrchová ochrana betonové konstrukce.

Tímto typem opravy se dají uzavírat přednostně trhliny na vodorovných, případně málo nakloněných rovinách (např. mostovky, římsy, vozovky z CBK). Je vhodné volit penetrační hmoty s relativně dlouhou reakční dobou, aby čas pronikání do konstrukce byl co nejdelší, a aby se dalo ještě před vytvrzením hmoty nanést další vrstvu. Pro tyto účely je obvykle vhodná epoxidová pryskyřice.

Tab. 3: Podmínky použití specifických výrobků pro penetraci

Č.	Znak		Podmínky použití
1	Druh trhliny		Povrchové trhliny
2	Průběh trhliny		Libovolný
3.1	Šířka trhliny		Libovolná
3.2	Hloubka trhliny		Min. 5 mm
4.1	Změny šířky trhlin	krátkodobé	Žádné
4.2		denní	
4.3		dlouhodobé	
5	Příčina vzniku trhlin		Podle kap. 6.1.1.1
6	Stav trhlin/okrajů trhlin		Podle kap. 2
7	Předcházející opatření		Žádné podmínky

6.1.1.1 Posouzení stavu

Penetrací lze zaplňovat pouze oblasti povrchových trhlin. Z tohoto důvodu se původní únosnost průřezu nepoškozeného trhlinami obnoví jen částečně, toto je nutné vzít v úvahu při posouzení rizika opětovného tvoření trhlin. Ze stejného důvodu nepředstavuje penetrace již při malých změnách šířky trhlin zpravidla vhodné opatření.

Tato metoda obecně nezaručuje úplné vyplnění trhlin, takže již podstatně menší zatížení, než které vedlo ke vzniku trhlin způsobuje obnovení oslabení (selhání) průřezu.

6.1.1.2 Stavební zásady

Injektážní výrobky pro penetraci, musí mít při předpokládaných teplotách použití zvláště nízkou viskozitu, vysokou schopnost kapilární vztlakovosti a dostatečně dlouhou dobu zpracovatelnosti, aby bylo dosaženo hloubkového účinku penetrace.

6.1.1.3 Technologický postup

Trhliny musí být zaplněny min. do hloubky 5 mm, případně do 15x šířky trhliny, přičemž rozhodující je vyšší hodnota. Teploty použití pro penetraci se řídí podle TePř.

Trhliny je třeba před penetrací očistit vhodnými metodami. Trhliny musí být před penetrací zbaveny nesoudržných okrajů. U novějších konstrukcí s kvalitnějším a soudržnějším betonem se jedná o proříznutí do „písmene V“. U starších konstrukcí, kde už je povrchová kvalita betonu nižší včetně nedostatečné soudržnosti lze trhliny jen mechanicky očistit nebo proškrábnout. Následně je třeba takto otevřené trhliny dočistit ručně úzkými drátěnými kartáči nebo lépe drátěným kotoučem umístěným na úhlové brusce. Před vlastní penetrací je vhodné trhliny vysát průmyslovými vysavači.

K dosažení potřebného stupně penetrace musí být v rozmezí doby zpracovatelnosti injektážního výrobku, závislé na teplotě stavebního objektu, zajištěn dostatečný přívod hmoty k trhlíně. Je třeba zohlednit možnost odvodu trhliny. U širších trhlin mohou být na povrchu stavebního dílu provedena paralelně s průběhem trhliny opatření pro zajištění stálého přívodu injektážního výrobku (např. doříznutí trhlin podle jejich průběhu).

6.1.2 Injektáž trhlin s přenesením tahového namáhání (F)

Obecně lze k injektáži trhlin přenášející tahového namáhání použít výrobky na bázi hydraulického i reaktivního polymerního pojiva. Podmínky použití specifických výrobků jsou uvedeny v tabulce 4.

Tab. 4: Podmínky použití specifických výrobků pro injektáž trhlin s tahovým namáháním

Č.	Znak		Podmínky použití
1	Druh trhliny		Pro oba druhy trhlin
2	Průběh trhliny		Libovolný
3.1	Šířka trhliny		$w \geq 0,1 \text{ mm (P)}$ nebo $w \geq 0,3 \text{ mm (H)}$
3.2	Hloubka trhliny		Min. 30 mm
4.1	Změny šířky trhlin	krátkodobé ¹⁾	$\Delta w \leq 0,1 \text{ mm}$ nebo $\Delta w \leq 0,03 \text{ mm}^{2)}$ (P)
4.2		denní ¹⁾	Závislé na vývoji tahové pevnosti (P) ³⁾ + (H) ⁴⁾
4.3		dlouhodobé	Libovolné (P) + (H)
5	Příčina vzniku trhlin		Znamé, neopakující se ¹⁾
6	Stav trhlin/okrajů trhlin		Podle kap. 2
7	Předcházející opatření		Nebyla provedena ještě žádná výplň

- 1) viz kap. 6.1.2.1
- 2) rozhodující je nižší hodnota
- 3) žádné omezení, pokud je tahová pevnost > 3 MPa po 10 hodinách
- 4) žádné omezení, pokud je tahová pevnost > 2 MPa po 10 hodinách

6.1.2.1 Posouzení stavu

Mezní hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce 4 je třeba během provádění prací kontrolovat a dodržovat. Mezní hodnoty řádků 4.1 a 4.2 tab. 4 jsou přípustné nezávisle na sobě. Jako opakované příčiny vzniku trhlin dle řádku 5 tab. 4 je třeba uvést takové vlivy na stavební díl, které by vedly k opakovanému překračování pravděpodobné pevnosti betonu v tahu v okolí namáhaných silou, které byly opraveny injektáží. V souladu s řádky 4.1 a 4.2 není možné používat injektážní výrobky na bázi hydraulického pojiva pro injektáž trhlin vystavených změnám o vysoké frekvenci během tvrdnutí. Pro změny trhlin s denní periodou lze teoreticky použít také injektážní výrobky na bázi hydraulického pojiva, ale musí být splněna podmínka ⁴⁾ pod tabulkou.

I bezchybně injektované části konstrukce snesou jen zatížení do řádové velikosti toho zatížení, které poruchu způsobilo. Při injektáži trhlin v pracovních spárách je třeba vždy počítat s nižší pevností tahu opraveného dílu, než měl původní neporušený průřez. Z hlediska těchto poznatků je nutno posoudit následky očekávaného namáhání.

6.1.2.2 Stavební zásady

Injektážní výrobky a příslušné injektážní metody musí odpovídat obecným požadavkům těchto TP, TePř a případně ZTKP.

6.1.2.3 Technologický postup

Práce se musí provádět podle TePř. Trhliny je třeba zaplnit co nejdokonaleji. Injektáž se nesmí provádět při teplotách stavebních dílů nižších než 8 °C (P) resp. 5 °C (H), není-li specifikováno v technických listech výrobku jinak.

Pokud není specifikováno v PDPS nic jiného, je třeba trhliny, které jsou ze všech stran přístupné, zásadně ze všech stran utěsnit, osadit injektážními body a injektovat. Umístění injektážních bodů (plnicích hrdel) se řídí podle přílohy 4, není-li stanoveno jinak. Jsou-li plnicí hrdla umístěna v menších rozestupech, smí se injektáž i v tomto případě provádět pouze pomocí těch plnicích hrdel, jejichž rozstup odpovídá přibližně rozestupu uvedenému v příloze 4. Větší rozestupy než rozestupy uvedené v příloze 4 jsou přípustné pouze v odůvodněných případech specifikovaných v PDPS.

Trhliny je třeba před utěsněním a injektáží očistit vhodnými metodami. Trhliny musí být před utěsněním maltou zbaveny nesoudržných okrajů. U novějších konstrukcí s kvalitnějším a soudržnějším betonem se jedná o proříznutí do „písmene V“. U starších konstrukcí, kde už je povrchová kvalita betonu nižší včetně nedostatečné soudržnosti lze trhliny jen mechanicky očistit nebo proškrábnout. Následně je třeba takto otevřené trhliny dočistit ručně úzkými drátěnými kartáči nebo lépe drátěným kotoučem umístěným na úhlové brusce. Před vlastním utěsněním je nutné trhliny vysát průmyslovými vysavači nebo provést proplach tlakovou vodou. Alternativně je možné provést přípravu trhliny tryskáním vodním paprskem, toto ale vyžaduje vysokou zručnost pracovníka a specifická opatření zahrnutá v PDPS.

Pro utěsnění trhlin je nutné zásadně použít maltu pro opravy dle ČSN EN 1504-3 a TKP 31 tab. 7a nebo maltu pro konstrukční spojování dle ČSN EN 1504-4 s odolností odpovídající stupni vlivu prostředí okolního povrchu betonu. Z tohoto požadavku lze ustoupit pouze v případě, že se nejedná o definitivní opravu povrchu.

Při použití plnicích hrdel „pakrů“ je třeba zajistit, že nosná výztuž nebude poškozena prováděním vývrtů. Zabudované části plnicích hrdel musí být vyrobeny z nerezavějících materiálů. Tento požadavek platí i pro lepená plnicí hrdla, pokud po skončení prací mají zůstat na povrchu betonového dílu. V případě, že je v PDPS specifikováno odstranění plnicích hrdel, musí být hrdla tomuto požadavku přizpůsobeny a musí být v TePř specifikován postup odstranění včetně zapravení povrchu.

Utěsnění trhlin na povrchu stavebního dílu musí být provedena kvalitně a bez netěsností, aby bylo možné provést injektáž bez přerušení. Vždy je však nutné mít připraveny vhodné, rychle tvrdnoucí hmoty pro opravu netěsností. Jestliže při provádění injektáže dojde k závažným přerušením, která vznikla z důvodu selhání utěsnění trhlin, musí Zhotovitel zastavit injektáž, dokud nebudou odstraněny příčiny. Pokud je specifikováno v PDPS, lze upustit od utěsnění trhlin, pokud lze cílů injektáže dosáhnout zcela bezpečně i tímto způsobem.

Jestliže je v PDPS předpokládáno odstranění utěsnění trhlin, musí být toto odstranění provedeno tak, aby nedošlo k většímu poškození původní struktury povrchu stavebního dílu, a to zejména v místě trhliny. Takto vzniklá poškození v důsledku neodborného odstraňování utěsnění musí Zhotovitel odstranit dle TKP 31.

Při injektáži předem smíchanou hmotou nelze zbylé smíchané množství použít jako základ pro míchání další dávky injektážního výrobku. Smíchané obsahy různých obalových nádob smějí být používány k injektáži jako dodatečná injektáž pouze v rozmezí doby zpracovatelnosti jedné obalové nádoby. Ovlivnění doby zpracovatelnosti jedné obalové nádoby ochlazením je dovoleno při vysokých teplotách vzduchu. V rozmezí doby udávané v TePř pro používaný injektážní výrobek v závislosti na teplotě stavebního dílu je třeba provést dodatečnou injektáž všemi připravenými injektážními body.

Dle technologie uvedené v TePř je třeba injektovat z nejnižšího místa konstrukce. Vždy je nutné dodržovat pravidlo injektáže odspoda nahoru, podrobně viz příloha 4. Z vyšších bodů vytékající injektážní výrobek je známkou dobře provedené injektáže.

Při větších denních změnách šířky trhlin (překročení mezních hodnot pro krátkodobé změny šířky trhlin uvedených v tab. 4, řádek 4.1) je třeba volit okamžik injektáže takovým způsobem, aby v případě větších šířek trhlin mohla následovat dodatečná injektáž. Při volbě vhodného okamžiku injektáže je třeba pamatovat, že při vysokých intenzitách slunečního svitu a jím ovlivněných největších denních šířkách trhlin kolem 19. až 21. hodiny není třeba brát v úvahu krátkodobé změny šířky trhlin podmíněné dopravou (po předchozím posouzení). Vliv dopravy i na krátkodobé změny šířek je nutné předem ověřit, přičemž ideální situace je dopravu pro nezbytně dlouhou dobu vyloučit.

6.1.3 Injektáž trhlin s poddajnou funkcí (D)

Injektáž slouží ke spojení okrajů trhlin, které umožňují omezený vzájemný pohyb. K této injektáži lze používat pouze vhodné injektážní výrobky na bázi polymerního pojiva (obvykle polyuretanová pryskyřice). Podmínky použití specifických výrobků jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab. 5: Podmínky použití specifických výrobků pro injektáž trhlin s možností dilatace

Č.	Znak	Podmínky použití
1	Druh trhliny	Pro oba druhy trhlin
2	Průběh trhliny	Libovolný
3.1	Šířka trhliny	$w \geq 0,1 \text{ mm}$ ¹⁾
3.2	Hloubka trhliny	Min. 30 mm
4	Dilatace injektážního výrobku vytvrzeného v trhlíně pro libovolné změny šířky trhlin	Podle průkazní zkoušky ²⁾
5	Příčina vzniku trhlin	Známé ³⁾
6	Stav trhlin/okrajů trhlin	Podle kap. 2
7	Předcházející opatření	Opakované zaplnění je možné

1) aktuální hodnota v nejdůležitějších oblastech průběhu trhliny

2) požadavek podle použití, min. $\Delta w > 0,1w$

3) viz kap. 6.1.3.1

6.1.3.1 Posouzení stavu

S přihlédnutím k pravděpodobným příčinám trhlin je zvláště třeba odhadnout změny šířky trhlin, které je možno později očekávat.

Schopnost rozevírání trhliny vyplněné injektážním výrobkem je závislá na šířce trhliny a teplotě konstrukční části. Údaje uvedené v tab. 5, řádku 4 jsou minimální požadavky. Aktuální tažnost (prodloužení) je uvedená v technickém listu a je zjištěna průkazní zkouškou. Proto musí být pečlivě posouzeny očekávané změny šířky trhlin.

6.1.3.2 Stavební zásady

Kromě požadavků na výplňový materiál v kap. 5 musí mít injektážní výrobek pro injektáž trhlin s možností dilatace navíc ještě tyto vlastnosti:

- (1) Tvoření pórů již při nepatrném styku vody se směsí injektážního výrobku, který ještě nereagoval; struktura pórů musí zaručovat kritéria těsnosti.
- (2) Injektážní výrobek nesmí při styku s vodou před nebo po průběhu reakce zkřehnout.
- (3) Dostatečnou adhezi na okraje trhlin libovolné vlhkosti.
- (4) Dostatečnou schopnost dilatace v trhlínách.
- (5) Nesmí obsahovat podíly odpařující se z vytvrzeného injektážního výrobku a změkčovací přísady.

Injektážní výrobek určený k omezení přívodu vody u trhlin, které vedou vodu pod tlakem, musí dále splňovat následující vlastnosti:

- (1) Velmi krátká doba reakce při styku s vodou.
- (2) Vytvoření pěny s velmi jemnými póry se značným zvětšením objemu. Injektážní zařízení musí být vhodné pro jednoduché zpracování většího množství pryskyřice. Zpravidla se používají zařízení pro injektáž epoxidovou pryskyřicí míchanou těsně před aplikací.

6.1.3.3 Technologický postup

Práce se musí provádět podle TePř. Trhliny je třeba dokonale zaplnit, musí být pro kapaliny nepropustné. Injektáž se nesmí provádět při teplotách stavebních dílů nižších než 8 °C, není-li specifikováno v technických listech výrobku jinak.

Injektáž je třeba provádět bez utěsnění trhlin, pomocí plnicích hrdel ve vyvrtaných otvorech, aby tak byla usnadněna optická kontrola stavu zaplnění trhlin. Způsob provedení odlišný od této metody vyžaduje zvláštní specifikaci v PDPS. Vždy ale platí, že trhliny musí být předupraveny a vyčištěny dle obecných ustanovení kap. 6.1.

Umístění injektážních bodů (plnicích hrdel) se řídí podle přílohy 4, není-li stanoveno jinak. Jsou-li plnicí hrdla umístěna v menších rozestupech, smí se injektáž i v tomto případě provádět pouze pomocí těch plnicích hrdel, jejichž rozestup odpovídá přibližně rozestupu uvedenému v příloze 4. Větší rozestupy než rozestupy uvedené v příloze 4 jsou přípustné pouze v odůvodněných případech specifikovaných v PDPS.

Při použití plnicích hrdel je třeba zajistit, že nosná výztuž nebude poškozena prováděním vývrtů. Zabudované části plnicích hrdel musí být vyrobeny z nerezavějících materiálů. V případě, že je v PDPS specifikováno odstranění plnicích hrdel, musí být tyto hrdla tomuto požadavku přizpůsobeny a musí být v TePř specifikován postup odstranění včetně zapravení povrchu. Obnovená injektáž netěsných trhlin je v zásadě možná, zpravidla se při ní používá nových plnicích hrdel, vždy je nutné toto zohlednit a popsat v TePř.

6.1.4 Injektáž trhlin, dutin a mezer injektážními výrobky na bázi hydraulického pojiva

Injektáž slouží k zaplnění trhlin případně dutin a mezer o větších šířkách v řádech jednotek milimetrů. K tomuto typu injektáže lze používat buď injektážní výrobky na bázi hydraulického pojiva (H) ve smyslu normy ČSN EN 1504-5 nebo v odůvodněných případech také cementovou maltu, kterou lze injektovat a která splňuje požadavky pro tento účel.

Pevnost spojení vytvořeného injektáží výrobků na bázi hydraulického pojiva je zpravidla dána pevností samotné injektážní hmoty. Pevnost injektážní hmoty musí vždy odpovídat příslušnému účelu použití. U injektážních výrobků na bázi hydraulického pojiva je nutné se zaměřit na odolnost proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek a **výrobky musí splňovat odolnost ve smyslu tab. 7a TKP 31, což je doloženo příslušným protokolem při schvalování výrobku.** Podmínky použití specifických výrobků jsou uvedeny v tabulce 6.

Tab. 6: Podmínky použití výrobků na bázi hydraulických pojiv pro injektáž trhlin, dutin nebo mezer

Č.	Znak	Podmínky použití	
	Injektážní výrobek	Injektážní výrobek (H)	Cementová malta/suspenze
1	Druh trhliny	Pro oba druhy trhlin	Dělicí trhlina, dutina a mezera
2	Průběh trhliny	Libovolný	
3	Šířka trhliny ¹⁾	$w \geq 0,3 \text{ mm}$	$w \geq 1,5 \text{ mm}$ ²⁾
4	Změny šířky trhliny	Během injektáže, tuhnutí a tvrdnutí cementu nepřípustné ³⁾	
5	Příčina vzniku trhlin	Jsou známé, neopakují se ⁴⁾	
6	Stav trhlin/okrajů trhlin	Podle kap. 2	
7	Předcházející opatření	Nepředcházelo plnění pryskyřicí, opakované plnění je možné	

1) charakteristická hodnota v nejdůležitějších oblastech průběhu trhliny (bez ohledu na její hloubku)

2) směrná hodnota pro návrh realizace, při průkazní zkoušce je nutné prokázat vhodnost injektážní hmoty; v případě prokázání injektovatelnosti i do menších šířek trhliny, lze podmínku zmírnit podle výsledku

3) u denních a dlouhodobých změn trhlin podmínka neplatí, pokud je tahová pevnost $> 2 \text{ MPa}$ po 10 hodinách

4) viz kap. 6.1.4.1

6.1.4.1 Posouzení stavu

Zatímco pevnost v tahu u spojení vytvořených pryskyřicemi je určena především kvalitou betonu prvku, u spojení vzniklých injektáží výrobků na bázi hydraulických pojiv závisí pevnost v tahu zpravidla především na vlastnostech samotné hmoty. Tyto vlastnosti jsou pro každý případ použití ověřeny průkazní zkouškou a uvedeny pro jednotlivé metody v TePř.

Obnovenou injektáží je možno docílit (i při následném opakovaném roztržení vyplněných trhlin) tak nepatrné výsledné šířky trhlin, že požadavky na protikorozi ochranu výztuže a také na převažující pevnost konstrukce jsou splněny (vliv „samohojení“ trhlin s malou šířkou).

Dutiny a mezerovitá struktura betonu mohou být s cementovou maltou/suspenzí vyplněny při libovolné vlhkosti a se zpevňujícími účinky. Volba výplně se řídí rozložením dutin ve struktuře betonu při posouzení rozdílných schopností průniku cementové malty/suspenze. Pro horní hranici velikosti vyplňovaných dutin je při zohlednění pevnosti v tahu určující požadavek stability hmoty. Metoda je velmi vhodná pro doinjektování kabelových kanálků předpjatých konstrukcí (narozdíl od pryskyřic).

6.1.4.2 Stavební zásady

Po předchozí injektáži trhlin a dutin umělými pryskyřicemi nelze očekávat, že injektáží se dosáhne definované přilnavosti injektážního výrobku na bázi hydraulických pojiv k betonové struktuře.

U trhlin protékaných vodou je nutné účinně zabránit vymývání injektážního výrobku.

K míchání cementové malty/suspenze musí být použity vhodné míchačky, která zajistí dosažení požadované stability směsi. Vhodnost injektážního výrobku k použití po dobu zpracování musí být udržována vždy podle podmínek vhodnými opatřeními v souladu s technickými listy výrobku a podrobného popisu v TePř.

6.1.4.3 Technologický postup

Práce se musí provádět podle TePř. Veškeré trhliny a dutiny je nutno vyplnit, popřípadě nasýtit včetně úseků s mezní velikostí definovanou v tab. 6. Injektáž se nesmí provádět při teplotách stavebních dílů nižších než 5 °C, není-li specifikováno v technických listech výrobku jinak.

Trhliny, dutiny nebo mezery je třeba před utěsněním a injektáží očistit vhodným způsobem. Trhliny musí být před zbaveny nesoudržných okrajů. U novějších konstrukcí s kvalitnějším a soudržnějším betonem se jedná o proříznutí do „písmene V“. U starších konstrukcí s nižší povrchovou kvalitou betonu a nedostatečnou soudržností lze trhliny jen mechanicky očistit nebo proškrábnout. Následně je třeba otevřené trhliny dočistit ručně úzkými drátěnými kartáči nebo lépe drátěným kotoučem umístěným na úhlové brusce. Před vlastním utěsněním je nutné trhliny vysát průmyslovými vysavači nebo provést proplach tlakovou vodou. Alternativně je možné provést přípravu trhliny tryskáním vodním paprskem, to ale vyžaduje vysokou zručnost pracovníka a specifická opatření zahrnutá v PDPS.

Pro utěsnění trhlín, dutin nebo mezer je nutné zásadně použít maltu pro opravy dle ČSN EN 1504-3 a TKP 31 tab. 7a nebo maltu pro konstrukční spojování dle ČSN EN 1504-4 s odolností odpovídající stupni vlivu prostředí okolního povrchu betonu. Z tohoto požadavku lze ustoupit pouze v případě, že se nejedná o definitivní opravu povrchu.

Při injektáži dutin může být nezbytné provést celoplošné utěsnění konstrukční části. V těchto případech lze podle rozsahu připustit např. stříkaný beton nebo materiál na jiné pojivové bázi, vždy však musí být specifikace uvedena v PDPS.

Injektáž se provádí pomocí přilepených nebo ve vývrtech upevněných plnicích hrdel „pakrů“. Tato hrdla musí být vytvarována tak, aby během injektáže nedocházelo k chybnému nasměrování injektážního výrobku a aby se zabránilo jeho unikání během a po ukončení injektáže. Způsob provedení a případné odlišnosti vyžadují zvláštní specifikaci v PDPS.

6.2 Požadavky na způsobilost Zhotovitele

Zhotovitel musí prokázat způsobilost pro zajištění kvality při provádění ochrany a oprav betonových konstrukcí podle metodického pokynu SJ-PK, části II/4 a v souladu s TKP 1.

Zhotovitel musí u všech vedoucích pracovníků prokázat odbornou způsobilost k požadovaným úkonům; u řídicích pracovníků např. osvědčení o autorizaci nebo doklad o úspěšném absolvování speciálních kurzů, prohlášení o praxi v dané činnosti. Pracovníci, kteří se při realizaci injektáže podílejí na aplikaci výrobků na stavbě, kteří provádějí kontrolu a zkoušení těchto hmot, musí mít odpovídající znalosti, školení a zkušenosti pro danou práci.

Podrobně jsou požadavky na způsobilost pracovníků při realizaci oprav (zde injektáž trhlín) specifikovány v TKP 31 čl. 31.1.8, které musí být s ohledem na tak vysoce odbornou a úzce specializovanou činnost splněny v celém rozsahu (odpovídajícímu danému zaměření).

Během provádění stavebních prací je bezpodmínečně nutná přítomnost vedoucího pracovníka na pracovišti po celou dobu.

Pozn.: Doklady o odborném vyškolení, výcviku a praktickém přezkoušení personálu i o referencích jsou nedílnou součástí nabídky injektážních prací.

6.3 Projektová dokumentace

Projektová dokumentace opravy trhlin, dutin a mezer musí obecně vycházet z přílohy P3 TKP 31, kde jsou uvedeny požadavky na projekt.

Projekt musí obsahovat minimálně následující oblasti:

- 1) Popis stávající konstrukce vycházející z provedeného diagnostického průzkumu
- 2) Projekt ve stupních PDPS a nižších může obsahovat požadavky na doplňující diagnostický průzkum
- 3) Příčiny vzniku trhlin
- 4) Grafický pasport trhlin v souladu s TP 201 a tab. 1 a tab. 2 TP 88
- 5) Zhodnocení stavu a volba vhodné strategie opravy trhlin
- 6) Dle zvolené strategie uvedený typ injektážního výrobku
- 7) Příprava povrchu/trhliny před utěsněním a injektáží
- 8) Navržení pracovních tlaků (min. a max.)
- 9) Popis a zpracování typových detailů odvozených od zvolené strategie
- 10) Požadavky na konečnou úpravu povrchu
- 11) Požadavky na kontrolu případně kontrolní zkoušky ve shodě s TP 88 zejména doplněné o specifické požadavky související s konkrétní konstrukcí

6.4 Technologické postupy

Na každou technologii musí Zhotovitel zpracovat technologický předpis (TePř) ve smyslu TKP 1 čl. 1.3.3.3.1 jehož součástí je KZP.

TePř musí obsahovat minimálně následující kapitoly zpřesněné o údaje k injektážím:

- 1) Titulní strana včetně předem odsouhlaseného podpisového vzoru
- 2) Identifikační údaje dokumentu (Objednatel; Technický dozor; Autorský dozor; Zhotovitel; Zpracovatel RDS; Laboratoř; Stavba; Stavební objekt; Zpracovatel včetně konkrétních osob, funkcí a kontaktů na ně)
- 3) Odpovědný personál Zhotovitele a případných podzhotovitelů
- 4) Vysvětlivky použitých termínů a zkratk a odkazy na použité předpisy
- 5) Technické údaje o stavebním objektu příp. konstrukční části
- 6) Používané stavební výrobky předložené a odsouhlasené ve smyslu TKP 1
- 7) Používané stavební mechanismy
- 8) Vstupní podmínky pro injektáž
 - (1) Příčiny vzniku trhlin (není-li součástí RDS)
 - (2) Délky, četnosti, šířky a pravděpodobné hloubky trhlin dle pasportu trhlin, viz 15)
 - (3) Odhad změn šířky trhlin v denní nebo dlouhodobé periodě, viz 15)
 - (4) Stav vyplnění trhlin nečistotami, viz 15)
 - (5) Vlhkost betonu
- 9) Popis technologie provádění stavebních prací včetně dopravy materiálů a jejich skladování
 - (1) Podrobný popis injektážního výrobku
 - (2) Popis přípravy povrchu/trhliny před utěsněním a injektáží
 - (3) Zařízení, které bude použito k injektáži s rozsahem možných pracovních tlaků

- (4) Navržené pracovní tlaky (včetně min. a max.) s ohledem na kvalitu betonu, tloušťku a vyztužení konstrukčního prvku
- (5) Popis injektážní metody včetně čekacích dob
- (6) Popis utěsnění trhliny před injektáží a způsob osazení injektážních bodů
- (7) Forma evidence spotřeby injektážního media (např. úschova obalů)
- 10) Kontrolu a zkoušení rozčleněnou na vstupní, mezioperační a výstupní kontrolu s odkazem na kontrolní a zkušební plán (KZP), který je nedílnou přílohou, viz kap. 7.2
- 11) Klimatická omezení a ošetřování provedených prací
- 12) Zásady BOZP
- 13) Zajištění ochrany ŽP včetně požární ochrany
- 14) Tabulkové seznámení všech pověřených pracovníků s TePř
- 15) Příloha – Grafický pasport trhlín v souladu s TP 201 a tab. 1 a tab. 2 TP 88 (není-li součástí RDS)
- 16) Příloha – Náskres s okótovaným rozmístěním injektážních bodů včetně způsobu odvodu vzduchu
- 17) Příloha – Kontrolní a zkušební plán (KZP)

7 Kontrola kvality

7.1 Průkazní zkoušky

Kvalita použitých stavebních výrobků se obecně prokazuje v souladu s kap. 4 těchto TP. Podkladem pro tyto dokumenty jsou počáteční zkoušky typu, které slouží k posouzení vhodnosti výrobků k danému účelu, resp. k porovnání s požadavky na kvalitu stanovenými v těchto TP, TKP 31 případně PDPS.

Počáteční zkoušky typu zahrnují vybrané identifikační zkoušky a funkční vlastnosti, kterými se prokazují vlastnosti daného výrobku ve smyslu tab. 1 až 8 ČSN EN 1504-5, přičemž příloha B se stává těmito TP závaznou a v případě speciálních aplikací se úměrně vyžaduje.

Výrobky musí být dodávány na stavbu v originálním balení s označeným datem výroby, případně číslem výrobní šarže (případně označení shody CE dle ČSN EN 1504-5). Zhotovitel je povinen na vyžádání Objednatele skladovat prázdné obaly od výrobků tak, aby bylo možné prokázat jejich skutečnou spotřebu.

7.2 Kontrolní zkoušky

Druh, rozsah a četnost kontrolních zkoušek před, během a po provedení prací je uvedena v tabulce 7 formou zkoušky nebo sledování (měření). Záznamy a vyhodnocení musí být během provádění stavebních prací vždy k dispozici na staveništi. K záznamům patří zápisy do stavebního deníku, zkušební protokoly a záznamy o kontrolních zkouškách Zhotovitele.

Rozdělení vlastností, které mají být kontrolovány zkouškami a měřeními pro kontrolu kvality, je následující:

- Pro všechny předpokládané způsoby použití
- Pro určité předpokládané způsoby použití, když jsou nutné na základě zvláštních podmínek nebo podmínek (ZTKP nebo TKP, tj. PDPS)

Tab. 7: Souhrn zkoušek a měření pro kontrolu jakosti – kontrolních zkoušek (rozšířená a doplněná tab. 5 ČSN EN 1504-10:2021 a ve shodě s tab. 9 TKP 31)

Číslo zkoušky nebo sledování Viz A.5.2 ČSN EN 1504-10	Vlastnost	Zkušební postup či měření (včetně použitých přístrojů, je-li to vhodné)	Zkouška (T) nebo sledování (O)	Odkaz na evropskou normu, ISO normu nebo na jiný předpis	Četnost zkoušky nebo sledování ¹⁾	Číslo postupu Zaplnění trhlín, dutin a spár 1.5, 4.5, 4.6	Hodnota požadovaná při kontrolní zkoušce
Stav podkladu před a/nebo po předúpravě							
2	Čistota	Vizuální kontrola Zkouška otřením	O T	-	Po předúpravě a bezprostředně před nanášením	■	Bez prachu a nečistot
6	Šířka a hloubka trhlin, pasport trhlin s uvedením polohy Rozsah dle těchto TP	Mechanický nebo elektrický přístroj Vývrt, měření a vizuální hodnocení nebo ultrazvuková zkouška	O T	ČSN EN 12504-1 ČSN EN 12504-4 Tab. 2 TP 88	100 % opravovaných ploch s trhlinami	■	-
7	Pohyb trhlin Rozsah dle těchto TP	Mechanický nebo elektrický dilatometr	O	TP 88 TP 201	Podle PDPS	□	-
9	Vlhkost podkladu	Vizuálně Laboratorní zkoušky ze stavby (gravimetricky) Elektrický odpor Relativní vlhkost sondou	O T T T	Tab. 1 TP 88	Před a během nanášení	■	Podle PDPS/TePř
10	Teplota podkladu	Teploměr	T	-	Po celou dobu nanášení	■	Podle TePř

14	Znečištění trhlin	Odběr jádrových vývrtů nebo jiné odběry vzorků a jejich chemická analýza Podle charakteru látky	T	ČSN 03 8361 ČSN EN 1767 ČSN EN 14629 ČSN EN 480-6 ČSN EN 480-10 ČSN EN 1744+A1	Podle PDPS	<input type="checkbox"/>	Podle PDPS
Schválení výrobků a systémů							
20	Shoda všech použitých výrobků	Dokumentace dle kap. 4 těchto TP	O T	ČSN EN 1504-8 ČSN EN 1504-5 TP 88 TKP 1	Před použitím pro každý výrobek	<input checked="" type="checkbox"/>	Shoda s TePř
Podmínky a požadavky před a/nebo během aplikace							
21	Teplota okolí	Teploměr	O	-	Po celou dobu nanášení	<input checked="" type="checkbox"/>	Podle TePř klim. omezení
22	Vlhkost okolí	Vlhkoměr	O	ČSN EN 16242	Po celou dobu nanášení	<input type="checkbox"/>	Podle TePř klim. omezení
23	Srážky	Vizuální kontrola	O	-	Denně	<input type="checkbox"/>	Podle TePř klim. omezení
27	Konzistence cement. zálivky	Zkouška tekutosti	T	ČSN EN 13395-2	Denně nebo u každé šarže	<input type="checkbox"/>	Podle TePř a PZ
TKP 31	Pevnost v tlaku a v tahu za ohybu	Sada 3 těles 40x40x160 mm	T	ČSN EN 196-1 ČSN EN 12390-5	1x měsíčně v místě aplikace z každého druhu hmoty	<input checked="" type="checkbox"/>	Podle PDPS Pozn.: Nelze-li vyrobit tělesa, provede se příčný tah na vývrtu přes trhlínu
Konečný ztvrdlý stav							
1	Narušení povrchu, delaminace	Akustické trasování poklepem nebo kuličkou	T	-	Jednou pro každý typ systému opravy k posouzení účinnosti opravy, min. 5 % celé plochy konstrukce	<input type="checkbox"/>	Nevyhovující plocha je menší než přípustná plocha dle PDPS
32	Nasákavost materiálů na opravu trhlin, vodopropustnost zaplněné trhlíny	Karstenova zkouška	T	-	Min. 5x na hotové úpravě na 1 objektu na každý systém	<input checked="" type="checkbox"/>	Podle PDPS Trhlíny zaplněné z 80 % svého objemu a při dosažení pevného spojení mezi betonem a injektážním výrobkem je možné dle ČSN EN 1504-10 na základě vizuálního posouzení (A.5.4.31) považovat za vodonepropustné.

33	Míra zaplnění trhlin	Odběr jádrového vývrtu, vizuální posouzení nebo měření ultrazvukem	T O T	ČSN EN 12504-1 ČSN EN 12504-4	Min. na 3 vývrtech Ø 25 až 50 mm na 1 objektu na každý systém injektáže	■ ²⁾	Zaplnění viditelných trhlin na povrchu jádrového vývrtu min. 80 % svého objemu Podle PDPS
44	Soudržnost zálivek trhlin s podkladem	Odběr jádrového vývrtu, vizuální posouzení nebo tahem	T O T	ČSN EN 12504-1	Min. 1x na objektu nebo větší četnost podle potřeby	□	Podle PDPS
TP88-1	Pohyb opravených trhlin	Mechanický nebo elektrický dilatometr Nanesení terčů ze skleněných destiček ³⁾	O	TP 88	Podle PDPS	□	-
TP88-2	Záznamy o provedení injektáže	Dokumentace dle příloh 1 až 3	O	TP 88	Celý rozsah prací	■	Podle PDPS/TePř

1) V případě malého rozsahu prací stanovuje počet zkoušek PDPS.

2) V případech, kdy by mohlo dojít k oslabení průřezu konstrukce, rozhodne o snížení hodnoty min. počtu projektant PDPS.

3) Místo dilatometru lze přes sledovanou trhlínu nalepit destičku. Podmínkou je vhodný materiál destičky a lepidlo s dostatečnou pevností spoje vč. pevnosti povrchové vrstvy sledované konstrukce. Je nutno zajistit přenos tahové/smykové síly do destičky až do jejího porušení, přitom nesmí docházet k odlepení žádné části od podkladu. Sádrové terče se pro trhliny v betonu pro účely těchto technických podmínek nepripouštějí. Pro nalepení destiček jsou vhodná sklíčka o rozměrech 26 x 76 x 1 mm (ISO 8037-1) a lepidlo pro konstrukční lepení na beton s alkalickým tvrdidlem – podrobnosti viz příloha P06.

7.3 Záznamy a dokumentace průběhu prací

Zhotovitel musí vyhotovovat o prováděných pracích záznamy a protokoly, které musí být v dohodnutých termínech předkládány Objednateli, a to za použití vzorů podle příloh 1 až 3. Vzory příloh jsou závazné a připouští se pouze rozšíření o další údaje nebo parametry. Záznamy lze doplnit fotodokumentací.

Všechny záznamy a protokoly musí za Zhotovitele podepsat osoba, která je způsobilá podle kap. 6.2. Kromě záznamů jsou součástí dokumentace průběhů prací také zápisy do stavebního deníku a laboratorní protokoly.

Dokumenty musí souhrnně obsahovat minimálně následující údaje:

- 1) Označení používaných výrobků případně číslo šarže.
- 2) Dodací list používaných výrobků včetně srovnání a ověření shody druhu a množství objednaných a dodaných výrobků.
- 3) Potvrzení, že výrobky byly skladovány podle předpisů.
- 4) Druh a funkčnost použitých zařízení.
- 5) Klimatické podmínky i rozhodující teploty stavebních dílů během provádění prací.
- 6) Potvrzení o dodržení podmínek použití, případně o rozsahu použití injektážních výrobků a jejich druhů.
- 7) Jména odborného personálu, který provádí práce včetně osvědčení o jejich odbornosti.
- 8) Datum výroby a označení zkušebních těles a jejich přiřazení ke stavebnímu dílu, případně označení archivních vzorků a příslušných výsledků zkoušek.
- 9) Časové intervaly jednotlivých prací.
- 10) Množství a případně číslo šarže injektážního výrobku, použitého skutečně k zaplnění trhlin, případně přiřazení výrobku ke konkrétní trhlíně.


7.4 Zpráva Zhotovitele o hodnocení jakosti stavebních prací

Po ukončení prací musí Zhotovitel vypracovat zprávu Zhotovitele o hodnocení jakosti stavebních prací ve smyslu Směrnice GR č. 8/2021 v rozsahu SZS, DZZ nebo ZZM. Titulní strana, členění a obecné vzory jsou stanoveny ve směrnici.

Nad rámec směrnice musí zpráva Zhotovitele obsahovat minimálně tyto podkapitoly:

- 1) Přehled druhů použitých injektážních výrobků, údaje o těchto výrobcích a všech dalších souvisejících s injektáží a jejich celkovou spotřebu.
- 2) Výsledky a vyhodnocení kontrolních zkoušek a měření dle kap. 7.2.
- 3) Záznamy o skutečném provedení prací dle kap. 7.3 včetně popsaného postupu dle TePř a případných odchylek.
- 4) Grafické znázornění zaplněných trhlin s uvedením data provedených prací a množství spotřebovaných materiálů.
- 5) Přehled klimatických podmínek (včetně min. a max. denních teplot) a přehled teplot stavebního objektu nebo dílce.
- 6) Zprávy nebo zápisy o kontrole Objednatele v průběhu injektážních prací.
- 7) Zvláštní okolnosti

Příloha 1 Všeobecné údaje

 ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR	Všeobecné údaje (vyplnit před začátkem prací)	Logo Zhotovitele
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	------------------

Objednatel:
Zhotovitel:
Stavební objekt / konstrukční část:
Podzhotovitel
 Stavbyvedoucí:
 Vedoucí pracovní čtyři:
 Zaškolení personálu dne: provedeno kým:
Technologický předpis č.: schválen dne:

Podklady

- ☐ Výtah ze záznamu o mostní prohlídce
- ☐ Grafická pasportizace trhlin
 - ☐ Změny šířek trhlin
- ☐ Projektová dokumentace

Kontrolní a zkušební plán Zhotovitele

Odpovědná osoba za provádění:
Laboratoř Zhotovitele:
Zařízení: ☐ Digitální vlhkoměr
 ☐ Digitální teploměr
Vybavení: ☐ Podle technologického předpisu úplné
Skladování výrobků: ☐ Podle technologického předpisu v souladu

Injektážní výrobek

Název, označení a druh:
Výrobce příp. dodavatel:
Výrobek použitý pro utěsnění trhlin:
Míchání výrobku: ☐ Předem ☐ Těsně před aplikací (v ústí injektážní pistole)

Injektážní zařízení:

Injektážní body:	<input type="checkbox"/> Lepené na povrch	<input type="checkbox"/> Osazená trubička	<input type="checkbox"/> Osazený ventil
Injektáž:	<input type="checkbox"/> Jednostranná	<input type="checkbox"/> Oboustranná	
Povrchové utěsnění:	<input type="checkbox"/> Žádné	<input type="checkbox"/> Jednostranné	<input type="checkbox"/> Oboustranné
	<input type="checkbox"/> Poté odstraněno	<input type="checkbox"/> Trvalé	<input type="checkbox"/> Plošná oprava povrchu


Poznámky:

Datum: _____

Podpis: _____
(Zhotovitel)

Podpis: _____
(Objednatel)

Příloha 2 Denní protokol

 ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR	Denní protokol ze dne:	Logo Zhotovitele
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------	------------------

Objednatel:

Zhotovitel:

Stavební objekt / konstrukční část:

Provedené činnosti: ☐ Příprava ☐ Injektáž ☐ Dodatečné práce

Kontrola dodávek materiálu (srovnání s objednávkou):

Utěsnění trhlín: ☐ dodací list č.: ☐ šarže: ☐ množství:

Injektážní výrobek: ☐ dodací list č.: ☐ šarže: ☐ množství:

Klimatické podmínky

hodinhodinhodin
jasno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
polojasno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
zataženo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
děšť	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Teplota vzduchu: °C

Vlhkost vzduchu: %

Mezioperační kontrola Zhotovitele

- ☐ zkouška funkčnosti injektážní zařízení
- ☐ skladování výrobků, odchylky
- ☐ rozmístění injektážní bodů dle TePř, odchylky
- ☐ odběr vzorků, počet ks
- ☐ jiné zkoušky, označenípočet ks
- ☐ zaplnění trhlín, předpoklad/skutečnost

Spotřeba injektážního výrobku cca: kg

Vysvětlivky, odchylky od předem stanovených hodnot, zvláštní okolnosti:
.....

Podmínky použití splněny: ☐ ano ☐ ne


Poznámky:

Datum:

Podpis:
(Zhotovitel)

Podpis:
(Objednatel)

Příloha 3 Protokol o injektáži trhlin

 ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR	Protokol o trhlinách č.: ze dne:	Logo Zhotovitele

Objednatel:

Zhotovitel:

Stavební objekt / konstrukční část:

Stavební díl:

Číslo trhliny	Šířka trhliny [mm]	Teplota dílce [°C]	Začátek injektáže čas	Konec injektáže čas	Číslo injektážního bodu	Spotřeba [kg]	Poznámky (odběr vzorků atd.)

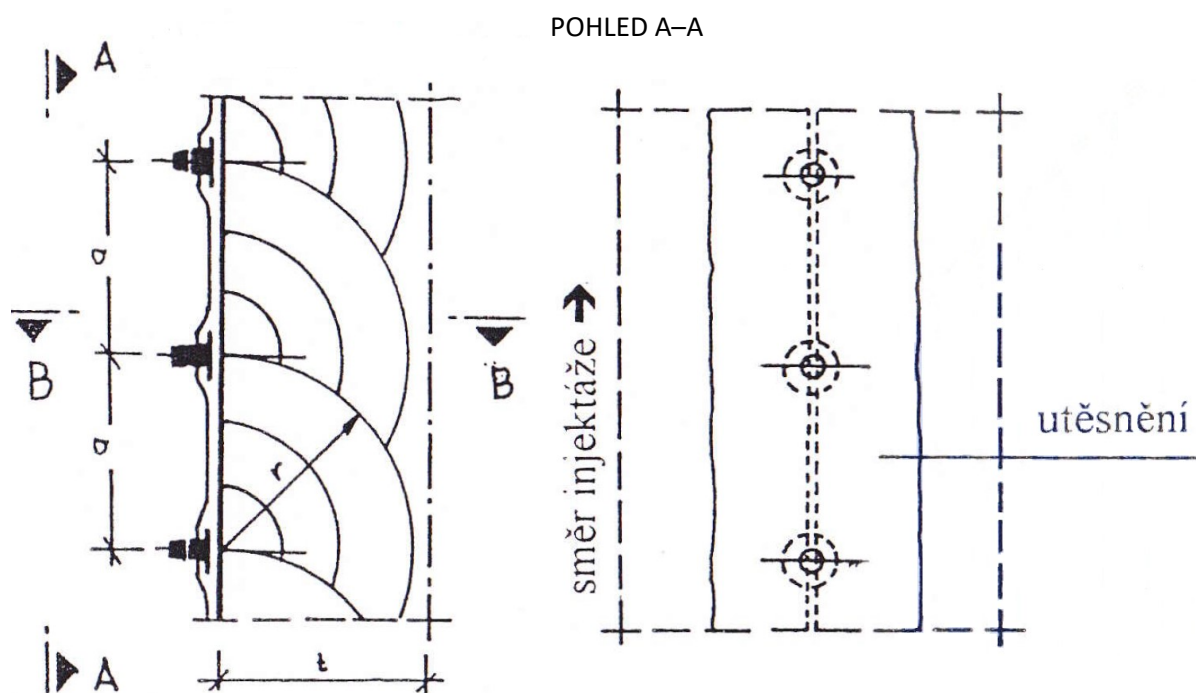
Datum: _____

Podpis: _____
(Zhotovitel)

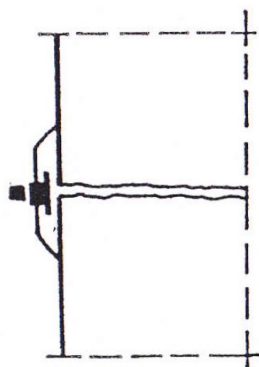
Podpis: _____
(Objednatel)

Příloha 4 Umístění injektážních bodů

P4.1 Upevnění na povrchu stavebního dílu

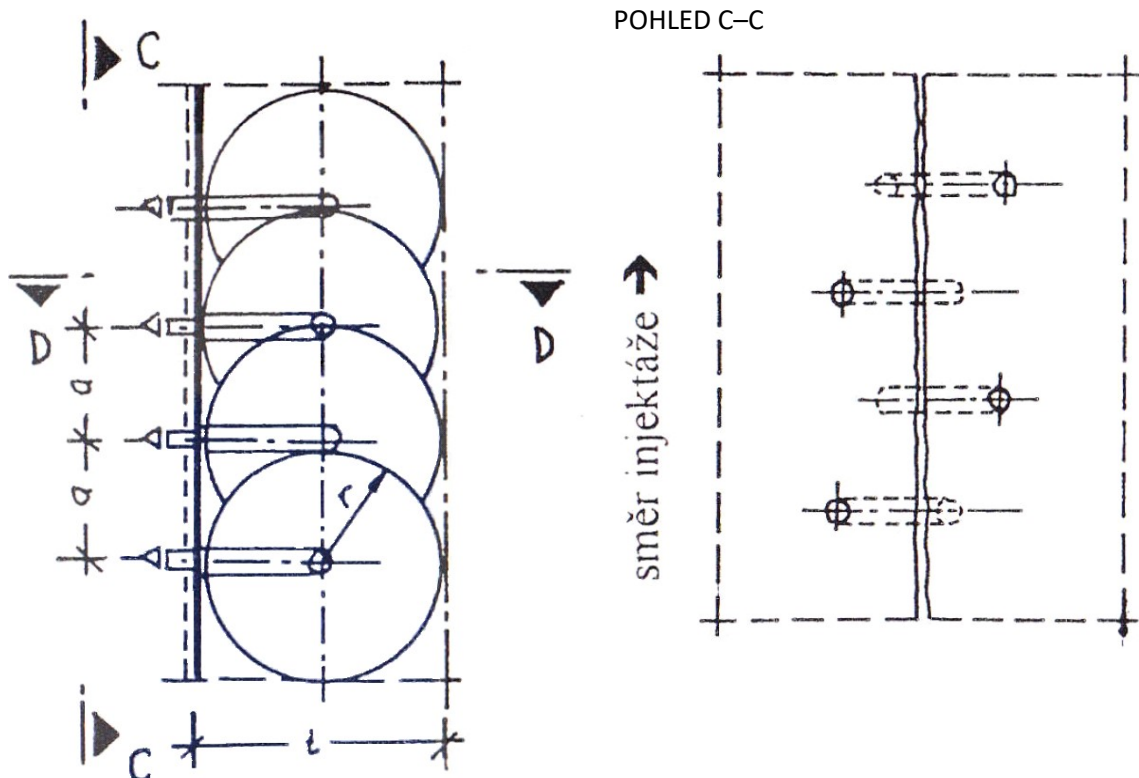


ŘEZ B-B

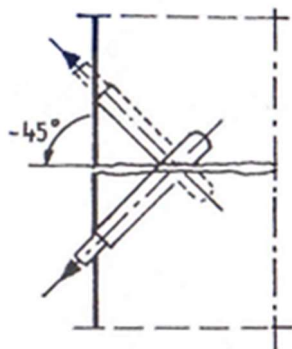


- d** Tloušťka stavebního dílu
- a = t** Rozestup plnicích hrdel^{*)}
- t = d/2** Oboustranná injektáž
- t = d** Jednostranná injektáž
- r** Účinný poloměr jednoho plnicího hrdla
- t ≤ 600 mm**

P4.2 Rozmístění injektážních bodů



ŘEZ D-D



d, t, r Jako v kapitole P4.1
 $a = t/2$ Rozestup injektážních bodů

*Rozestup (**a**) smí být v obou případech překročen jen nepodstatně. Nedodržení rozestupu v řádové hodnotě 10–15 % není překážkou. U stavebních dílů s **$t > 600 \text{ mm}$** , nebo s proměnlivou hodnotou (**t**) je třeba stanovit rozmístění injektážních bodů před začátkem prací.

Směr injektáže zásadně **zespodu** nahoru. Použití injektážních bodů po sobě vždy až po výstupu injektážního výrobku z předcházejícího plnění.

Příloha 5 Příklady řešení opravy trhlin

Příklady řešení oprav trhlin jsou pouze typovým návodem, jak pracovat s technickými podmínkami, nejedná se o kompletní výčet všech řešení nebo univerzálně závazné pravidlo pro opravu jakýchkoliv trhlin. **Za návrh opravy trhlin je vždy zodpovědný projektant, viz TKP 31, a musí ji odsouhlasit Objednatel/Správce stavby.** Koncepce návrhu opravy trhlin v betonových konstrukcích musí vždy vycházet ze zjištění příčiny vzniku trhliny.

Př. č.	Popis konstrukce s trhlínami ¹⁾	Typ opravy trhlín	Příprava povrchu před opravou trhlin
1	Vodorovné betonové konstrukce vystavené stupni vlivu prostředí XF4 s nekonstrukčními trhlínami (římsy, CBK apod.)	Penetrace Pozn.: Nutno použít epoxidovou pryskyřici	Například proříznutí trhliny do „V“ u nových konstrukcí
2	Betonová mostovka s nekonstrukčními trhlínami	Penetrace Pozn.: Nutno použít epoxidovou pryskyřici	Otevření trhlin obrokováním mostovky
3	Spodní stavba mostní konstrukce, opěrná a zárubní zeď vystavená prostředí XF1-XF4; XA1-3 s nekonstrukčními trhlínami Pozn.: Týká se monolitických i prefabrikovaných konstrukcí	Injektáž s poddajnou funkcí (D)	Mechanické očištění trhliny
4	Spodní stavba mostní konstrukce vystavená prostředí XF1-XF4; XA1-3 s konstrukčními trhlínami Pozn.: Týká se monolitických i prefabrikovaných konstrukcí	Injektáž s přenesením tahového namáhání (F)	Například proříznutí trhliny do „V“ u nových konstrukcí Otryskání a mechanické očištění trhliny u starších konstrukcí Následně utěsnění trhliny před injektáží
5	Nosná konstrukce mostu vystavená prostředí XF2 a XF4 s nekonstrukčními trhlínami	Injektáž s poddajnou funkcí (D)	Mechanické očištění trhliny
6	Nosná konstrukce mostu vystavená prostředí XF2 a XF4 s konstrukčními trhlínami	Injektáž s přenesením tahového namáhání (F)	Například proříznutí trhliny do „V“ u nových konstrukcí Otryskání a mechanické očištění trhliny u starších konstrukcí Následně utěsnění trhliny před injektáží
7	Vyztužené tunelové ostění s nekonstrukčními trhlínami	Injektáž s poddajnou funkcí (D)	Mechanické očištění trhliny
8	Nevyztužené tunelové ostění s nekonstrukčními trhlínami podle tab. 5 P10 – 8.8.2 TKP 18	Injektáž s poddajnou funkcí (D) Injektáž výrobky na bázi hydraulického pojiva	Mechanické očištění trhliny
9	Nevyztužené tunelové ostění s konstrukčními trhlínami podle tab. 5 P10 – 8.8.2 TKP 18	Injektáž s přenesením tahového namáhání (F)	Například proříznutí trhliny do „V“ u nových konstrukcí Otryskání a mechanické očištění trhliny u starších konstrukcí Následně utěsnění trhliny před injektáží

- 1) Maximální přípustné šířky trhlin konstrukcí pro určité kombinace zatížení konstrukcí vychází z požadavků TKP 18:2016 a ČSN EN 1992-1-1 ed. 2:2019, přičemž posouzení šířky trhliny vychází z TP 88. V předpisu TKP 18 se pro prostředí XF2 a XF4 uvádí přísnější šířky trhlin, ale není vždy účelné nadlimitní trhliny injektovat nebo penetrovat. V případě nutnosti opatření u trhlin menších šířek je nutné postupovat jiným přístupem dle TKP 31 (např. použití ochranných nátěrů v kategoriích hydrofobní impregnace, impregnace nebo nátěr).

Příloha 6 Postup sledování trhlin pomocí destiček

Předmětem sledování je betonová konstrukce, na které vzniká potřeba sledování změn šířek trhlin (popř. posunu okrajů trhliny ve více směrech) nebo tenkých spár od určitého časového okamžiku.

Podstatou měření je šířka trhliny ve skle nebo keramice (popř. posun okrajů trhliny ve více směrech) od určitého časového okamžiku na vhodné detekční destičce, pevně lepidlem spojené s oběma částmi konstrukce. Destička je nalepena takovým způsobem, aby se posun okrajů trhliny v konstrukci projevil trhlinou detekční destičky co nejdříve. Předpokládá se, že velikost změny na trhlíně v betonu odpovídá velikosti změny na detekční destičce ze skla.

P6.1 Měřicí metody

Detekce posunů okrajů trhliny

Při posunu okrajů trhliny v betonu o více než 0,05 mm dojde k prasknutí skleněné destičky, tato změna (vznik trhliny) je zjištěna vizuálně a zaznamenána do zkušebního protokolu, bez měření šířky trhliny ve skle.

Měření šířky trhliny nebo délky smykového posunu

Měření šířky trhliny na nalepené detekční destičce se provádí po jejím přetržení nebo rozlomení při posunu okrajů trhliny, metodami uvedenými v TP 201, a to jednorázově nebo opakovaně podle předem určeného programu. Naměřená hodnota se zaznamená do zkušebního protokolu.

P6.2 Požadavky na jednotlivé součásti pro měření

Měřidla

Měření šířky trhliny na nalepené detekční destičce nebo velikosti posunu trhliny ve více směrech se provádí měřidly, uvedenými v TP 201 nebo i jinými, nebo uvedenými ve zkušebním programu (např. v projektu sledování stavebního objektu, technologickém předpisu nebo projektové dokumentaci).

Detekční destička

Skleněná destička, vyrobená ze sodno-vápenatého skla třetí hydrolytické třídy, obvykle o rozměrech 26 x 76 x 1 mm (např. podle ISO 8037-1), popř. jiná s poměrem délky k šířce přibližně 3:1 nebo větším a s tloušťkou 0,9 mm až 1,1 mm pro skleněnou destičku (v případě keramické destičky může být tloušťka až do 5 mm). S výhodou lze použít tzv. podložní skla pro optickou mikroskopii, nejlépe s jedním nebo oběma konci opatřenými v délce 10–20 mm úpravou povrchu matováním (frosted, twinfrosted, doubletwinfrosted). Tato úprava výrazně zlepšuje adhezi lepidla ke sklu a také zvyšuje spolehlivost a trvanlivost identifikačního popisu na skle destičky. Pokud se použije destička s broušenými hranami, lze provádět měření posunů na trhlíně ve více směrech, a to i v případě podrcení skla části destičky, např. při sevření trhliny na konstrukci. Sklíčka s potiskem nebo foliemi nejsou vhodná.

Pokud se použije destička z keramiky, musí být pro toto použití předem dostatečně spolehlivě odzkoušena.

Lepidlo

Pro zajištění přenosu tahové/smykové síly do destičky až do jejího porušení, bez odlepení žádné části od podkladu, musí být použito lepidlo pro konstrukční spojování (lepení) betonu (obvykle s alkalickým tvrdidlem umožňujícím nejlepší adhezi ke sklu). Tomu obvykle vyhovuje některý z výrobků s funkčními vlastnostmi ověřenými podle ČSN EN 1504-4, přičemž důležité jsou pouze funkční vlastnosti dle bodu č. 1, 2, 5, 7, 8a, 8b, 9, 12, 13, 14 tabulky 3.1 této normy. Tabulka je dále uvedena také v těchto TP jako tab. P-1.

Pozn.: Některá lepidla pro vlepování kotev do betonu (tzv. chemické kotvy) na jiné, než epoxidové bázi nemají dobrou adhezi ke sklu.

Tab. P-1: Požadavky na funkční vlastnosti lepidla (podle tabulky 3.1 normy ČSN EN 1504-4)

Bod č.	Funkční vlastnost	Ref. beton nebo malta	Zkušební metoda	Požadavky (viz poznámka)
1	Modul pružnosti v ohybu	-	EN ISO 178	≥ 2 000 N/mm ²
2	Pevnost ve smyku	-	EN 12188	≥ 12 N/mm ²
5	Modul pružnosti v tlaku		EN 13412	≥ 2 000 N/mm ²
7	Koeficient teplotní roztažnosti	-	EN 1770	≤ 100 × 10 ⁻⁶ K ⁻¹
8a	Celkové smrštění konstrukčních lepidel	-	EN 12617-1	≤ 0,1 %
8b	Celkové smrštění konstrukčních lepidel (alternativní metoda)	-	EN 12617-3	≤ 0,1 %
9	Vhodnost použití na vertikální povrchy a na podhledy	-	EN 1799	Pokles materiálu ≤ 1 mm při nanesené tloušťce ≤ 3 mm
12	Vhodnost pro aplikaci a zrání za speciálních podmínek prostředí	-	EN 12188 <i>Pozn.: Zkušební metoda může vyžadovat provedení v jiných podmínkách prostředí, než je uvedeno v EN 12188.</i>	Zkouška pevnosti šikmým smykem hranolů s šikmou spárou, zatěžovaných tlakem při různých úhlech Q nesmí dát nižší hodnoty s ₀ N/mm ² než níže uvedené. θ s ₀ (N/mm ²) 50° 50 60° 60 70° 70
13	Soudržnost	-	EN 12188	Tahové napětí stanovené na lepeném spoji při zkoušce soudržnosti odtrhovou zkouškou nesmí být menší než 14 N/mm ² . Zkouška pevnosti šikmým smykem hranolů s šikmou spárou, zatěžovaných tlakem při různých úhlech Q nesmí dát nižší hodnoty s ₀ N/mm ² než níže uvedené. θ s ₀ (N/mm ²) 50° 50 60° 60 70° 70
14	Trvanlivost (teplotní a vlhkostní)	-	EN 13733 <i>Pozn.: Zkušební metoda není vhodná pro jiné než ocelové příložky</i>	Smykové zatížení v tlaku při porušení ztvrdlých betonových zkušebních těles po působení teplotních cyklů nebo teplého a vlhkého prostředí nesmí být nižší než pevnost betonu v tahu.

Další vybavení a pomůcky:

- tužka, popisovače, tvrdé desky s formulářem pro zápis hodnot do protokolu a náčrty, fotoaparát, svinovací metr, lampa nebo reflektor
- obal pro dopravu odmaštěných destiček
- drátěný kartáč, úhlová bruska s diamantovým kotoučem pro plošné suché broušení
- pracovní ochranné pomůcky – rukavice, brýle, respirátor, přilba, oděv, obuv
- gumová miska nebo kartón pro míchání lepidla, kovová špachtle šíře 10–30 mm, kapesní digitální váha 100 g/ 0,1 g až 500 g/ 0,1 g
- teploměr pro měření povrchové teploty betonové konstrukce (nebo jiný dle projektu sledování)

P6.3 Technologický postup

Před nalepením detekčních destiček je nutno vypracovat jednoduchý plán pro jejich instalaci na betonovou konstrukci, nejlépe s využitím již zpracovaných podkladů (protokol o mostní prohlídce, zpráva o pasportizaci trhlin, fotodokumentace atd.). Součástí plánu by mělo být půdorysné schéma a/nebo pohledy na konstrukci, do kterých jsou zakreslena předpokládaná místa nalepení detekčních destiček na zjištěné trhliny v betonu, včetně jejich označení. Poloha detekčních destiček se volí dle možností tak, aby byly co nejméně ohroženy vandalismem.

Detekční destičky je nutno odmastit ethylalkoholem nebo propylalkoholem a označit popisem, nejlépe na matové ploše. Popis na destičce musí obsahovat pořadové číslo v rámci jedné konstrukce a datum nalepení.

Pozn.: K popisu na sklo se osvědčila obyčejná tužka, neboť grafit nepodléhá degradaci působením lepidla, UV nebo infračerveného záření apod.

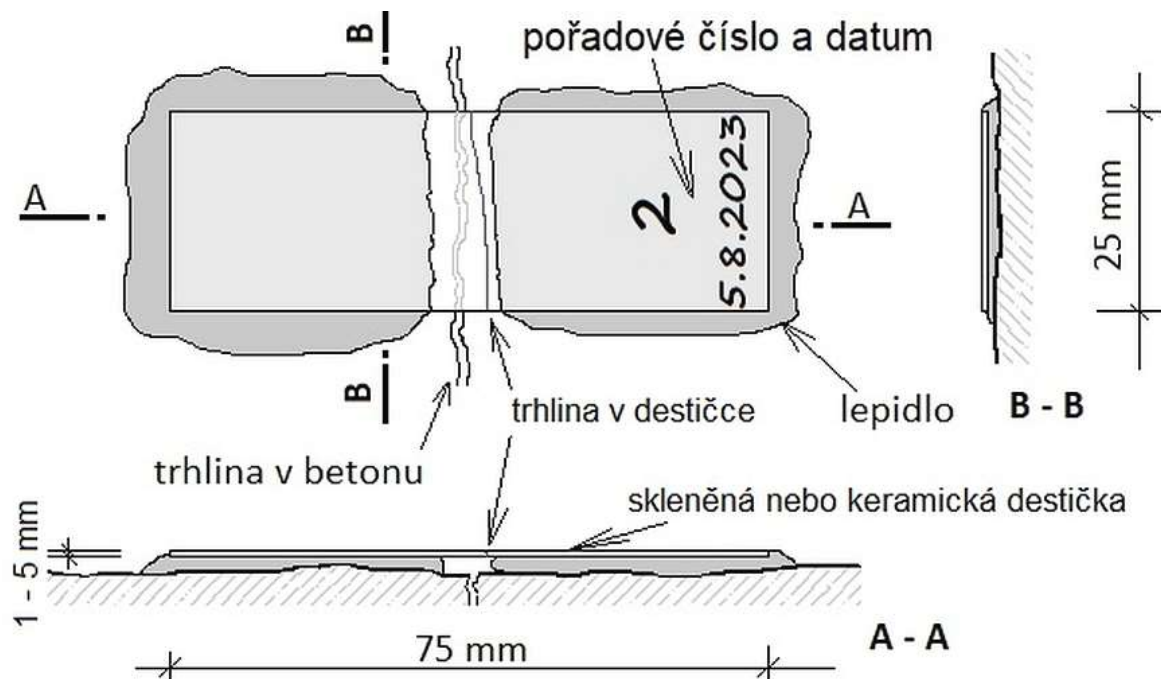
Příprava povrchu betonu

Na povrchu konstrukce se vyznačí ploška pro nalepení detekční destičky tak, aby trhlina procházela pod středem destičky. Povrch betonu se v ploše cca 2x větší, než je plocha destičky, zbrousí diamantovým brusným kotoučem určeným pro plošné suché broušení betonu nebo kamene, upevněným na úhlové brusce, do hloubky min. 1 mm. Pokud je na konstrukci patrný původní nátěr, stěrka, pačok, reprofilace, výluhy a sintry, jakékoliv nečistoty a podobně, je nutno pokračovat v odbrušování těchto vrstev až na původní beton konstrukce. Povrch po odbrušování se očistí od brusného prachu drátěným kartáčem a vyfoukáním prachu z pórů vzduchem. Na očištěný a suchý povrch betonu se vedle místa lepení provede popis trvanlivým popisovačem nebo barvou (číslo destičky, datum nalepení).

Lepení detekční destičky

V misce nebo na kartónu se smíchají složky vícekomponentního lepidla podle návodu k použití nebo technického listu výrobce. Dávkování složek pro jednu záměs je nutno provést pomocí vážení složek. Lepidlo se zpracuje pomocí kovové stěrky do povrchu betonu a ihned se přidá druhá vrstva lepidla o tloušťce 1 – 2 mm podle stavu povrchu betonu, s vynecháním plochy v okolí trhliny o šířce 5 – 10 mm. Na takto připravenou plochu se do lepidla vtiskne detekční destička tak, aby nad trhlinou pokud možno nebyla vrstva lepidla a přebytky byly vytlačeny od hrany destičky ven. Výsledná vrstva lepidla má být co nejtenčí. Destička se nesmí přímo dotýkat povrchu betonu. Destička se k lepidlu přikládá matovou plochou s popisem. Popis je tak dlouhodobě chráněn proti vlivu prostředí vrstvou skla. Přebytky lepidla

by neměly být vytlačeny nad povrch destičky v případě, že bude potřeba měřit posuny na trhlině i v dalších směrech pomocí měřidel přikládaných k povrchu nebo ke hranám destičky. Schéma správného nalepení detekční destičky je znázorněno na obrázku P-1. Po instalaci detekčních destiček se do plánu instalace doplní popisy destiček, datum a doba nalepení, teplota konstrukce, dále viz kap. P6.5.



Obr. P-1: Schéma nalepené destičky

Kontrola nalepené destičky

Po vytvrzení lepidla (min. doba k tomu potřebná v závislosti na teplotě prostředí dle návodu k použití nebo technického listu výrobce), pokud je to podle časových možností po nalepení proveditelné, je vhodné velmi jemným poklepem na destičku (např. tužkou) zkontrolovat celistvost lepeného spoje na obou stranách trhliny v betonu. Tato kontrola má být prováděna také při každé kontrole stavu detekční destičky a/nebo při měření dle kapitoly P6.1. Odlepené destičky (selhání lepeného spoje) se nahradí a zaznamenají do protokolu.

P6.4 Měření a vyjádření výsledků

Měření šířky trhliny a/nebo vzájemného posunu okrajů trhliny (kap. P6.1) se provádí podle TP 201. K tomu je třeba příslušnou část sledované betonové konstrukce zpřístupnit a zajistit bezpečnost pracovníků (např. při práci ve výškách nebo za provozu na komunikaci). Při vizuální kontrole pouze pro detekci porušení destičky není vždy toto zpřístupnění nezbytné a je možno kontrolu provádět dálkově např. pomocí vhodného dalekohledu nebo fotoaparátu. Zvláštní pozornost je přitom nutno věnovat znečištění povrchu destiček. Vlákna, pavučiny a další možná znečištění zachycené na destičce mohou výsledky dálkové kontroly ovlivnit. Při měření nebo kontrole celistvosti destičky musí být zajištěno dobré osvětlení místa.

Výsledkem kontroly porušení detekční destičky kurčitému datu je výrok **NEPORUŠENA** nebo **PORUŠENA**.

Výsledkem měření posunu na hranách trhliny ve skle kurčitému datu je **změřená hodnota v milimetrech**.

Na základě statistických dat z ověření měřící metody v podkladech pro vypracování TP 201 je přesnost měření stanovena odhadnutými nejistotami měření šířek trhlin v betonu:

- příložné měřítko $\pm 0,11$ mm
- měřící lupa $\pm 0,12$ mm
- měřící mikroskop $\pm 0,08$ mm

Nejistota měření šířky trhlin ve skle je menší, přesnost je tedy vyšší.

P6.5 Výstup z měření

Výstupem z měření je samostatný protokol, který má obsahovat náčrty a všechny relevantní údaje dle příslušné kapitoly v TP 201. V protokolu musí být navíc údaje o datu porušení detekčních destiček a případně i hodnoty změřených šířek a/nebo i posunů na trhlínách ve skle detekčních destiček. Doporučuje se fotodokumentace míst s destičkami.

P6.6 Příklady osazených destiček



Obr. P-2: Prasklá skleněná destička na trhlíně s tahem a smykem



Obr. P-3: Prasklá keramická destička



Obr. P-4: Skleněná destička nalepená v místě kontaktní spáry prefa nosníku (místo budoucí trhliny)



Obr. P-5: Destička ponechaná na pohledu prefa klenby po sanaci betonu ochranným nátěrem



Obr. P-6: Detail porušení skla destičky při kombinaci tahu a smyku v trhlině – možnost přesného odečtení šířky trhliny zůstává

TECHNICKÉ PODMÍNKY – TP 88 Oprava trhlin v betonových konstrukcích

Schválilo:	Ministerstvo dopravy
Zpracovatel:	Ing. Michal Kropáček
Vydání:	druhé
Počet stran:	42
Tech. redakční rada:	Ing. Pavla Březnická (Ministerstvo dopravy) Ing. Martin Luňáček, Ph.D., MBA (Ředitelství silnic a dálnic ČR) Ing. Jan Hromádko (Ředitelství silnic a dálnic ČR) Ing. Miroslav Cidl (Ředitelství silnic a dálnic ČR) Ing. Aleš Jakubík (Sdružení pro sanace betonových konstrukcí) doc. Ing. Jiří Bydžovský, CSc. (Fakulta stavební VUT v Brně) Luboš Matzner (Master Builders Solutions CZ s.r.o.) Michal Pustějovský (Santech Alfa s.r.o.)
Zástupce koordinátora:	Ing. Veronika Říhová (Ředitelství silnic a dálnic ČR)