

Prof. Ing. Dr. Richard A. BAREŠ, DrSc.
Károvska 241
252 45 Zvole-Ohrobec
Mob.: 777 739 666, 603 421 606
E-mail: berol@volny.cz
comeng@comeng.eu

SOUDNÍ ZNALEC Z OBORU STAVEBNICTVÍ

Odvětví:

- **stavby obytné, průmyslové a zemědělské**
(spec.: stavební konstrukce betonové, železobetonové a konstrukce z plastů)
- **stavební materiály**
(spec.: stavební materiály všeobecně - tradiční i nové, s aplikací plast. hmot)
- **stavby inženýrské**
(spec.: stavby mostní)
- **stavební různá**
(spec.: zkoušení stavebních materiálů a konstrukcí)

Z n a l e c k ý p o s u d e k

o příčinách poruch podzemních garáží „Náměstíčko ...“ a o způsobu nápravy

Čj. 250/10
Ohrobec, 20. 12.2010

Koncem listopadu 2010 požádala společnost ... znalce o podání posudku o příčinách vad stavby podzemních garáží „Náměstíčko ...“, projevujících se trhlinami v deskách nad 2.PP , 1.PP a v nájezdových rampách, kterými protéká auty přinesená voda (roztátý sníh) a poškozují zaparkovaná auta. Po prostudování zapůjčených podkladů znalec provedl za přítomnosti pana Ing... prohlídku objektu dne 26.11.2010.

P O D K L A D Y

- Stavební projekt – dokumentace skutečného provedení z 10.2007, zpracovaný firmou ... s.r.o. Praha 1
- Statický projekt –dokumentace skutečného provedení z 23.2.2007, zpracovaný firmous.r.o. Praha 28
- Vlastní fotodokumentace

- ČSN-EN 1992-1-1 eurokód 2 Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN P ENV 13670-1 Provádění betonových konstrukcí – část 1 Společná ustanovení
- ČSN EN 206-1 Beton-část 1 Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 197-1 Cement-část 1 Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití
- ČSN 744505 Podlahy – Společná ustanovení
- ČSN 73 6058 Hromadné garáže

N Á L E Z

Předložený výpočet obsahuje analýsu pro tzv. první zatěžovací schéma; zda byly analyzovány též ostatní zatěžovací schémata není znalci známo. Na základě počítačové analýsy pomocí metody konečných prvků bylo vybráno několik jakýchsi maximálních hodnot ohybových momentů, pro něž bylo navrženo dimenzování výztuže. Podklady pro dimenzování ostatní výztuže nejsou ve výpočtu uvedeny a návrh výztuže ostatních částí desek byl zdá se proveden spíše na základě zkušeností, odhadem.

Tloušťka desky nad 2.PP byla navržena 25 cm, tloušťka desky nad 1.PP pak 40 cm s hlavicemi tloušťky 60 cm. Průběh „dimenzačních“ momentů je naznačen na vrstevnicových obrázcích ; součet momentů v poli a podporách v obou kolmých směrech mnohdy podle nich **výrazně** překonává onu magickou hodnotu $1/8 q l^2$ platnou pro prostě podepřený nosník. Zda byl proveden výpočet smykových napětí, případně posouzení desky na protlačení není znalci známo. Rovněž analýsa vlivu smrštění zdá se nebyla provedena. Není také známo, z čeho vyplynul návrh na hlavice sloupů a jejich dimenzování.

Armovací plány jsou zhotoveny počítačovou metodou a vyznačeny hlavní a rozdělovací výztuže v obou směrech; přídatná diagonální výztuž na místech očekávaných koncentrací napětí (jako jsou průniky svislých konstrukcí deskou, kouty desek vetknutých do obvodových stěn) zejména od smrštění, případně teplotních změn není v nich obsažena.

Znalec nenalezl popis konkrétních opatření k zabránění tvorby divokých trhlin či předpis smršťovacích nebo dilatačních spár.

Prohlídkou byl zjištěn zejména v desce nad 2.PP výskyt řady trhlin, převážně šikmých, vycházejících od rohů stěn vnořených do půdorysu (schodiště, výtahy) a od sloupů, a to zejména v polích velkého rozpětí. Šikmé trhliny byly také zaznamenány přes kouty půdorysu. Šířka trhlin se pohybuje od vlasových (0,1mm), přes malé (0,2 – 0,4 mm) až k trhlinám kolem i přes 0,7mm). Některé z trhlin probíhají zřejmě celou tloušťkou desky, o čemž svědčí i protékání vody do spodního podlaží. Řada příčných trhlin se objevila rovněž ve sjezdové a zejména výjezdové rampě z 1.PP, které procházejí obrubníky (obr. 1) a často svisle i stěnami (obr.2,3).

Provedená podlahovina (epoxidová stěrka) je sice dobře provedená a v obou podlažích celkově v dobrém stavu, nicméně v místech některých trhlin betonové desky tyto trhliny kopíruje a funkci vodotěsné izolace nemůže plnit. Ostatně projekt neobsahuje pro úpravu povrchu betonové desky jakýkoli předpis nebo specifikaci, tím méně požadavek vodotěsné úpravy. Některé z největších trhlin v podlaze 1.PP byly již v minulosti sanovány údajně proříznutím a vyplněním polyuretanovým tmelem či pryskyřicí (obr. 4). Nejhorší stav podlahoviny je na výjezdové rampě, kde kromě trhlin se část podlahoviny, položené zřejmě na nedokonale připravený, neotryskaný podklad, oddělila od podkladu, popraskala a odloupala se (obr. 5, 6, 7).

Některé z trhlin ve stěnách, ohraničujících rampy, byly již dříve sanovány injektáží ze strany násypu a injektážní hmota pronikla až na vnitřní povrch stěn (obr. 8). To kromě jiného svědčí i o šířce trhliny silně nad 0,4 mm

Celý objekt je proveden bez dilatace a znalci není známo, jak byla projektem předepsána technologie betonáže mohutných desek, či byla-li vůbec předepsána, jak měly být ošetřeny pracovní spáry a jakým způsobem a jak dlouho měl být beton desky ošetřován¹.

Projekt železobetonových konstrukcí neobsahuje žádná opatření k omezení vlivu smrštění a z toho plynoucích případných poruch (trhlin), ani k zabránění průsaku vody deskou po

¹ Tyto povinnosti ukládá ČSN-EN 1992-1-1 v čl. 4.3 (1): „Aby bylo dosaženo požadované návrhové životnosti konstrukce, musí se uvažovat odpovídající opatření na ochranu každého konstrukčního prvku proti příslušnému působení prostředí“ a v řadě dalších článků, např. 4.1(1), 4.1(2), 4.1(3).

vzniku poruch. Znalci není známo, jakým postupem probíhalo provádění stavby ve skutečnosti, ani zda zhotovitel (zhotovitelé) upozornil na případné nedostatky projektu.

POSUDEK

Statické posouzení

Tak jak je v poslední době časté, tak i v tomto případě static, který se odevzdal ve slepé důvěře v numerický počítačový postup (i když často účinně usnadňující výpočet), zdá se opomněl konstrukci posoudit i svým lidským rozumem a pozastavit se alespoň nad některými nejasnostmi, případně nedostatky nebo neobvyklostmi počítačových výsledků.

Pro posouzení desky nad 2.PP jsou ve výpočtu uvažovány „nejvíce namáhané průřezy“. Podle toho hodnoty momentů nad podporou jsou 131 kNm /m ve směru X a 127,0 kNm/m ve směru Y, pro něž byla navržena stejná výztuž o ploše 1697 mm²/m v obou směrech. Z toho, při předpokládaném krytí výztuže 20 mm ve směru X a 36mm ve směru Y , byla vypočtena „únosnost průřezu“ 143,5 kNm /m ve směru X a 132,1 kNm /m ve směru Y.

Podobně hodnoty momentů v poli jsou 41,5 kNm /m ve směru X a 47,9 kNm /m ve směru Y, pro něž byla navržena výztuž (ve dvou vrstvách) o ploše 1524mm²/m ve směru X a 1178 mm²/m ve směru Y. Z toho, za předpokladu krytí první vrstvy výztuže 20 mm ve směru X a první vrstvy výztuže 36 mm ve směru Y (krycí vrstvy druhých vrstev neudány) byla ve výpočtu uvedena „únosnost průřezu“ hodnotami 141,8 kNm /m ve směru X a 108,6 kNm /m ve směru Y. Důvod pro vyztužení pole ve dvou vrstvách, ani pro zhruba trojnásobné předdimenzování proti výpočtem zjištěným momentům, znalec nezná.

Kdybychom uvažovali při rozpětí 7,2 m v obou směrech a daném zatížení 8,5 kN/m² desku různě podepřenou, obdrželi bychom

- Pro desku prostě podepřenou na dvou protilehlých okrajích, uprostřed rozpětí moment 55 kNm /m

- Pro desku vetknutou na dvou protilehlých okrajích, uprostřed rozpětí moment 18,4 MPa/m a v podpoře 36,8 kNm /m
- Pro desku prostě podepřenou po obvodě, uprostřed rozpětí moment 16,2 kNm/m v obou směrech²
- Pro desku vetknutou po obvodě, uprostřed rozpětí moment 7,7 kNm/m a uprostřed podpory 22,7 kNm/m v obou směrech³
- Pro střední pole spojitě desky na kruhových sloupech o průměru 14.4 cm ve středovém pásu uprostřed rozpětí 12,1 kNm/m, mezi sloupy 13,1 kNm/m a v podporovém pásu uprostřed rozpětí 25,2 kNm/m, na sloupu 115,6 kNm/m, stejně v obou směrech⁴.

Ze srovnání „únosností průřezů“ skutečné desky (se skutečným uspořádáním, s vetknutím do stěnových sloupů nebo stěn a s menšími rozpětími některých polí) se shora uvedenými extrémními příklady různě uložených desek vyplývá, že dimenzování bylo provedeno s velkými rezervami a skutečné momenty zdaleka nemohou dosáhnout hodnot momentů, plynoucích ze zvoleného vyztužení⁵. To zajišťuje, že samo vnější zatížení spolu s vlastní tíhou patrně nemůže způsobit poškození konstrukce trhlinami a příčinu trhlin je třeba hledat jinde, např. v tom, že nebyl do výpočtu zahrnut vliv objemových změn a **výpočet nebyl veden pro stupeň XD 3 podle mezního stavu použitelnosti k omezení trhlin, s povolenou šířkou trhlin do 0,1mm, max. do 0,15 mm a s krycí vrstvou výztuže 45mm** (Tab. 4.4 N ČSN-EN 1992-1-1 pro třídu konstrukce S4 a pro stupeň vlivu prostředí XD 3). Ve výpočtu bylo provedeno pouze posouzení použitelnosti k omezení průhybů.

^{2,3,4} podle R.A.Bareš, Tabulky pro výpočet desek a stěn, SNTL 3.vyd.1989

⁵ I když to přímo nesouvisí s meritem posudku, totiž analýsou příčin trhlin ve stropu nad 2.PP a rampách, stojí za to si všimnout i dimenzování desky nad 1.PP. Např. pro posouzení namáhání horní vrstvy desky uvažuje statik hodnotu momentu ve směru X 842,9 kNm/m a ve směru Y 900,2 kNm/m. Pokud by šlo jen o jedno pole spojitě deskového systému s poli stejného rozpětí, pak by jen tento jediný podporový moment 900 kNm/m představoval při zatížení 50kN/m² a rozpětí 7,2 m již hodnotu téměř trojnásobnou proti možnému ohybovému momentu desky, prostě uložené pouze na dvou protilehlých okrajích. Jinými slovy takovýto moment by v dané desce mohl vzniknout teprve při zatížení kolem 190kN/m² (tj.cca čtyřnásobku skutečného zatížení, tedy jakoby byl při dané tloušťce násypu 1,5m zhotoven násyp např. z wolframu o hmotnosti 19,3g/cm³).

Napětí od smrštění

Napětí od smrštění při tuhnutí a tvrdnutí betonu, brání-li se volnému pohybu konstrukce, jsou značná. Obvykle se pohybuje velikost délkových změn od smrštění na úrovni cca 7‰ (cca 3‰ vysycháním, 3-4‰ hydratačním procesem); přitom hodnota objemové změny od smrštění dosahuje cca 3%, ale naštěstí větší část této hodnoty se realizuje zvětšením objemu vnitřních pórů a vznikem mikroporuch vnitřní struktury. Velikost objemových změn závisí na celé řadě parametrů, jako je granulometrické složení plniva (šterkopísku), velikost zrn plniva (čím větší je horní hranice, tím lépe), druh cementu, vodní součinitel (měl by být co nejmenší), velikost hydratačního tepla při vytvrzování (nemělo by přestoupit 32°C, což má význam zejména u masivnějších konstrukcí), způsob betonáže a účinnost ošetřování betonu při tuhnutí a tvrdnutí; přesto, nebo snad právě proto, nejsou objemové změny v žádné relevantní normě nebo jiném předpisu ani parametrizovány⁶, natož normovány. Zákazník který si kupuje v betonárně betonovou směs má sice relativně přesně garantovanou kvalitu (třídu), prokazovanou zkouškami, nedostane však žádnou informaci o objemových změnách nakupovaného betonu. Nelze se pak divit, že negativní vliv objemových změn na funkčnost betonových, zejména podlahových konstrukcí se stává častým problémem v praktických realizacích.

Dosavadní normová úprava přenáší hlavní odpovědnost za opatření, bránící vzniku poruch, vyvolaných smrštěním, na projektanty konstrukční části (statiky). Pro formulaci požadavku projektanta na výrobce (dodavatele) betonu co do velikosti smrštění (podle ČSN EN 206-1, čl.

⁶ Tak např. norma ČSN-EN 1992-1-1 uvádí přibližný výpočet smrštění a jeho hodnotu pro různé druhy konstrukcí. Ve výpočtu smršťování podle tohoto eurokódu však nejsou zahrnuty vlivy odrazejí konkrétní složení betonové směsi, které ale mají na smršťování betonu zásadní vliv. Pokud jde o trhliny, pak článek 7.3.1 této normy uvádí v odst. 1 „*Trhliny musí být omezeny tak, aby nedošlo k narušení řádné funkce nebo trvanlivosti konstrukce, popř. k nepříznivému ovlivnění jejího vzhledu*“ a opakovaně podstatným konstatováním je odst. 4 „*Vznik trhlin lze připustit, aniž by se omezovala jejich šířka za předpokladu, že se nenaruší funkčnost konstrukce*“. V dalším textu a tabulce 7.1N jsou pak uvedena doporučení pro maximální šířky trhlin s ohledem na stupně vlivu prostředí (expozici konstrukce). **Pouze** v případě stupně XO (bez nebezpečí koroze nebo narušení) a XC1 (suché nebo stále mokré prostředí) se připouští maximální šířka trhlin až 0,4 mm. V odst. 7 tohoto článku se stanoví: „*Zvláštní opatření jsou nezbytná pro prvky ve stupni vlivu prostředí XD3. Volba vhodných opatření bude záviset na povaze vyskytujících se agresivních činitelů*“ a mezní velikost trhlin se pro stupeň XD3 neuvádí.

ČSN EN 206-1 se zabývá smrštěním jen okrajově, ale v článku 6.2.3 v národní změně Z3 stanoví, že specifikátor betonu, tedy projektant statik, má zajistit, aby všechny požadavky na vlastnosti betonu, tedy včetně velikosti smrštění, byly zahrnuty do specifikace, která se předá dodavateli betonu. Tím se má zabezpečit, aby parametry betonu odpovídaly parametrům uvažovaným v projektu, resp. v návrhu podlahy (ČSN-EN 1992-1-1).

Norma ČSN P ENV 13670-1 se opět zabývá otázkou smršťování jen okrajově, požaduje pouze, aby se ošetřováním omezilo smrštění od vysychání.

Cementářská norma ČSN EN 197-1 se o smrštění vůbec nezmiňuje.

6.2.3 národní změny Z3) neposkytují ale relevantní normy žádné vodítko a je tedy třeba požadavky s dodavatelem betonu (včetně smrštění) dohodnout tak, aby parametry betonu odpovídaly parametrům uvažovaným v projektu, tedy ve statickém návrhu podlahy. Na druhé straně je třeba uznat, že vyrobit specifikovaný beton také není snadné, protože dodavatel betonové směsi pracuje se vstupy variabilních vlastností včetně cementu, pro nějž zmíněná cementářská norma smrštění nezná. Výrobci cementu nemusí tedy tento parametr vůbec sledovat, a tedy ani garantovat míru smršťování u jednotlivých typů cementů, nebo alespoň stejnorodost cementu z hlediska smršťování u různých dodávek.

Pokud není projektem přesně specifikován **druh podlahoviny**, zvláště z hlediska schopnosti překlenovat statické trhliny do šířky alespoň 0,4 mm a dynamické trhliny s pohybem do 0,2 mm, zabezpečující její trvalou nepropustnost (z žádného normového předpisu přímo nevyplývá, že by podlahovina měla být vždy automaticky, za každých okolností, hydroizolační membránou⁷), měla by podlahová deska být navržena vždy pro stupeň XD 3⁸ na mezní šířku trhlín nejvýše 0,15 mm jako vodotěsná (i když trhliny nad 0,10 mm obvykle již vodotěsné nejsou, nicméně lze očekávat, že se do rozměru 0,15 mm časem rozpuštěnými minerály zacelí), s krycí vrstvou výztuže u horního povrchu desky 45 mm a pro beton 35/45.

Protože ale garáže většinou nejsou - v rozporu s platnou ČSN 73 6058 - odvodněny spádem ani odtokovými kanálky či gulami, měly by být bariérové vlastnosti stropní konstrukce k průniku kapalin garantovány s dostatečnou jistotou. To je další důvod, proč by u patrových garáží měla být vodotěsná nejen povrchová úprava (podlahovina), **ale současně** i železobetonová stropní deska by měla být navržena pro stupeň XD 3 tak, aby šířka trhlín nepřestoupila 0,15 mm.

Žádný podklad nenasvědčuje tomu, že by uvedené úkony požadované od projektanta stavebním zákonem (§ 159/2) a příslušnými normami byly splněny, tj. dohoda

⁷ Situace je o to komplikovanější, že **při provádění** polymerní povrchové úpravy (podlahoviny) nemusí být trhliny zřetelné, resp. jejich šířka může být výrazně menší, stejně jako jejich četnost. Trhliny vznikají postupnými, relativně pomalými procesy v důsledku pružně plastického dotvarování a objemových změn. Tyto procesy probíhají s postupně se snižující intenzitou 2 až 4 roky po dokončení objektu. Při aplikaci formálních normových požadavků lze tedy v posuzované železobetonové konstrukci akceptovat trhliny s šířkou do 0,4 mm (stupeň XO) pouze za předpokladu, že **v projektu je explicitně požadováno po podlahovině, aby tvořila hydroizolační bariéru** a byla schopná překlenout trhliny šířky do 0,4 mm včetně jejich dílčího pohybu.

⁸ Podle Tab 4.4N ČSN-EN 1992-1-1 pro třídu konstrukce S4 je stupeň vlivu prostředí XD3 určen pro prostředí, kde koroze je vyvolána chloridy a kde je střídavě suché a mokré prostředí (např. taxativně uvedené „**betonové povrchy parkoviště**“).

s dodavatelem betonu, specifikace podlahoviny jako hydroizolační membrány, návrh konstrukce na stupeň vlivu prostředí XD 3. Žádný doklad přístupný znalci neukazuje ani na to, že by zhotovitel (zhotovitelé) na nesplněné úkony projektanta poukázal, ač to je od něj vyžadováno stavebním zákonem (§ 153/1, 153/3, §156/1, §160/2).

Smršťovací spáry

Norma ČSN 744505 předepisuje, aby v návrhu konstrukce bylo projektantem-statikem definováno rozmístění smršťovacích spár (prořez krycí vrstvou horní výztuže v časném období tvrdnutí, tj. po 12 až maximálně 24 hodinách od uložení betonu) včetně hloubky prořezu a dalšího způsobu řešení smršťovacích spár, tj. zda ponechat spáru nevyplněnou, či jak, čím a kdy ji vyplnit⁹. Návrh podlahy by měl také obsahovat požadavek, aby, pokud je to možné, byla nosná betonová deska k zabránění vzniku divokých trhlin od pevných prvků v půdorysu (sloupy a stěny) oddělena. Tloušťka oddělovací spáry musí být stanovena v závislosti na délce dilatačního úseku, minimálně však 8 mm. Zároveň veškeré prostupy podlahovou konstrukcí musí být provedeny tak, aby byla umožněna volná dilatace podlahové desky. Tato opatření jsou spolu s příčným vyztužením betonové desky hlavním konstrukčním opatřením, bránícím vzniku nežádoucích smršťovacích poruch. To platí zejména u takové konstrukce, jako je předmětná deska o půdorysných rozměrech cca 50 x 37 m a tloušťce 25 cm (nad 2.PP), vetknutá po obvodě do železobetonových stěn. Samozřejmě největší problém vzniká v okolí nejtužších podporujících (svislých) konstrukcí, tedy v rozích půdorysu a u neoddělených tuhých těles (schodišťových, výtahových šachet) vestavěných do půdorysu, ale i u samotných sloupů, zejména jsou-li navrženy s jedním rozměrem převažujícím, což je daný případ. Projekt by neměl také opomenout předepsat vložení přídatné diagonální výztuže přes předpokládaná místa vzniku smršťovacích (případně dilatačních) trhlin (např. od rohů sloupů či od stěn vložených do půdorysu).

Nejsou k dispozici žádné doklady, že projektant navrhl provedení smršťovacích spár a jejich pozdější úpravu (ČSN744505) Smršťovací spáry nebyly provedeny a smrštění způsobilo vznik divokých trhlin ve stropní desce. Rovněž nebyl projektantem určen

⁹ Řezané smršťovací spáry jsou nejjednodušším a nejefektivnějším způsobem, kterým lze čelit tvorbě smršťovacích trhlin. Smršťovací spáry se po odeznění větší části smrštění vyplní tuhým, k zabezpečení rovinnosti povrchu nepřilíš poddajným tmelem (ČSN 74 4505, čl. 6.2.9). Pokud po čase v důsledku rozšíření smršťovací spáry dojde k poruše např. na styku s betonem, pak se výplňová hmota doplní v rámci standardních údržbových prací. To platí v případě, že není provedena na betonové konstrukci podlahovina. Pokud je provedena, měla by vždy být z materiálu, který délkové změny podkladu do 0,2 mm spolehlivě přemostí a dalším poruchám zabrání.

způsob betonáže, ani nebyla projektantem navržena doplňková šikmá výztuž nad potencionálními trhlinami.

Na prováděcí firmě je, **ve shodě s projektem**, beton do podlahy správně uložit (což zahrnuje nejen dobré zpracování, ale i vhodnou volbu betonovaných úseků a vhodné ošetření pracovních spár) a včas nařezat smršťovací spáry a posléze je předepsaným způsobem upravit a konečně ošetřovat beton tak, aby v počáteční fázi zrání se vznik trhlín minimalizoval.

Ke zjištěnému stavu

Podlaha1.PP

Ve shodě s výsledkem prohlídky objektu znalec konstatuje, že trhliny v betonu desky jsou zcela jistě širší, než 0,3-0,4 mm, neboť menší statické trhliny se bezpečně utěsní základní penetrací otryskaného povrchu, prováděnou jako první krok při kladení syntetické bezespáré podlahoviny. Pokud se trhliny objeví v epoxidové podlahovině (což je tento případ), téměř vždy jde o trhliny v betonovém podkladu s šířkou nad 0,4 mm s možným pohybem až 0,2 mm. Paradoxně čím lépe je podlahovina provedena (a tedy čím spolehlivější je hodnota soudržnosti s podkladem), tím spíše se trhliny i nepatrným pohybem podkladu řádu 0,05 mm prokreslí do podlahoviny.

Ze všech uvedených důvodů lze mít za prokázané, že příčinou vzniku trhlín (vesměs púdorysně šikmých) v ploše desky nad 2.PP je smrštění při tuhnutí a tvrdnutí betonu za současného zanedbání všech opatření, které velikost smrštění a jeho případné negativní účinky na konstrukci mohou odstranit nebo alespoň omezit. Další pohyb ve vzniklých smršťovacích trhlínách mohou mít na svědomí především účinky teploty. Ty v zimním období způsobí rozšíření trhlín a tím i snadnější průnik vody deskou.

Rampy

Na rampách a jejich bočním ohraničení přistupuje k účinkům smrštění ještě výrazný vliv změn teploty, atmosférických proměn a možná i vlivy technologické, jako je způsob betonáže, umístění pracovních spár a jejich ošetření, případné dodatečné dobetonování některých částí po

zatvrdnutí sousedních (obrubníky, římsa). Proto by měla tato část konstrukce být navrhována pro stupeň vlivu prostředí XF 4 (značně nasycené vodou a rozmrazovacími prostředky, jako vozovky a mostovky)¹⁰. To kromě jiného vyžaduje, stejně jako pro stupeň XD3, volbu vyšší pevnostní třídy betonu, než je požadována z hlediska statického návrhu konstrukce. Ke vzniku příčných trhlin o šířce několika desetin mm v podlaze ramp, procházejících přes celou tloušťku desky a umístěných v několikametrových odstupech kolmo ke směru pohybu vozidel, nepochybně přispívají účinky brzdných a zejména rozjezdových sil, které patrně výpočetní model neuvažoval. Ani vliv dynamických účinků při stanovení užitého zatížení zřejmě nebyl uvažován. Relativně slabá podélná výztuž pak vzniku takových trhlin, způsobených složitou kombinací různých vlivů, nemůže zabránit. Rozsah poškození (frekvence trhlin) na výjezdové rampě proti rampě vjezdové význam vlivu brzdných a rozjezdových sil potvrzuje¹¹. Pohyb v trhlinách na rampě by mohl, při nepříznivém souběhu vnějších a konstrukčních vlivů, dosahovat až 0,6 mm, běžně lze očekávat, že nepřekročí 0,3 mm

Rekonstrukční opatření

Podlaha 1.PP

Injektáž trhlin v betonu, vedoucí k tuhému zmonolitnění desky v celém půdoryse stavby, by patrně mohla účinek a výsledek dalších rekonstrukčních prací poněkud posílit; v daném případě, kdy je interiér vystaven jen menším změnám teploty (umístění 4,5 m pod terénem), není však podle názoru znalce, použijí-li se pro rekonstrukci vhodné a prověřené podlahovinové materiály a zajistí-li se pečlivé provedení podlahoviny, injektáž nezbytná¹². Protože původní podlahovina na betonovém podkladu dobře lpí, není ji zapotřebí odstraňovat před rekonstrukcí. Rekonstrukce (lépe řečeno sanace) by měla spočívat ve vybudování nové podlahoviny, uložené na dobře očištěnou původní podlahovinu. Nová podlahovina ale musí vykazovat jednak dobrou soudržnost s podlahovinou starou a mít takovou tažnost, aby bezpečně a trvale překryla existující trhliny i případný pohyb v nich. Na štěstí tento pohyb nebude z důvodů shora uvedených nijak markantní. Jiným způsobem rekonstrukce, sice

¹⁰ Pro stupeň prostředí XF 4 se předpokládá zvláštní pozornost složení betonu (viz ČSN 206-1, kap. 6).

¹¹ Na výjezdové rampě jsou příčné trhliny po celé délce rampy ve vzdálenostech cca 3 m, což odpovídá v podstatě rovnoměrnému silovému záběru kol, zatímco na vjezdové rampě se objevuje trhlina až v místě účinnějšího brzdění, ve spodní části rampy.

¹² Pro uzavření stávajících trhlin do 0,4 mm lze uvažovat i nátěr krystalizační přísadou, např. XYPEX-ADMIXC-1000

levnějším, ale méně bezpečným co do trvanlivosti a méně estetickým, může být odstranění stávající podlahoviny v určitém pásu o šířce 100– 300 mm v okolí divokých smršťovacích trhlin, případné ošetření divokých trhlin prořezáním a vyplněním poddajnou pryskyřicí, a znovuzaplnění odstraněného pásu po důkladném vyčištění podkladu poddajnějším, ale přitom dostatečně tuhým pryskyřičným systémem. Nebezpečí, které může přinést tento způsob rekonstrukce, je postupné protlačování nových pásů pojezdem aut a vznik nerovností podlahoviny.

Rampy

Na rozdíl od existujících trhlin v desce nad 2.PP, které nemají původ ve statické nedostatečnosti vůči vnějšímu zatížení, a kde nehrozí proto žádné nebezpečí rozšíření poruch vlivem vnějšího zatížení s devastujícím účinkem ve středně dlouhém období (padesát let), u ramp je to jiné. Zde dochází, jak již uvedeno, ke kombinaci rozličných vlivů statických, dynamických, povětrnostních a technologických. K zachování předpokládané dlouhodobé životnosti stavby je především nutné zabránit pronikání vody trhlinami, zvláště pak v zimě z roztátého sněhu, tedy vody prosycené rozmrazovacími prostředky, agresivními jak pro beton, tak výztuž. Taková trvalá zábrana je možná pouze provedením náročných opatření, které zajistí nejen nepropustnost, ale umožní i dostatečnou pohyblivost, aby konstrukce mohla bez porušení sledovat pohyby v trhlinách, a to i v chladném období.

Protože bez velkých nákladů již nelze změnit množství podélné výztuže v desce (která by navíc musela být v několika vrstvách), je třeba volit z dalších možných alternativ řešení. To co platí jednoznačně je, že se musí zabránit průniku vody trhlinami. Pokud by se provedlo zmonolitnění injektáží dosavadních trhlin, je nanejvýš pravděpodobné, že by se ve větší nebo menší míře vytvořily trhliny nové, vedle zacelených, neboť jak účinkům brzdových nebo rozjezdových sil, tak atmosférickým vlivům nelze zabránit. Možná by šlo vybudovat přístřešek nad rampami ke zmírnění vlivu deště, vliv změny teploty (zejména v zimních měsících, kdy je jejich účinek nejnepříznivější) by se tím ale redukoval jen nepatrně, zanedbatelně. Jestliže je v rampách zabudováno zařízení na ohřev povrchu k zabránění námrazy nepříznivá situace se ještě zhorší tím, že pohyby v trhlinách se zvýší a v důsledku kompozitního působení se horní povrch desky bude mezi trhlinami vyklenovat (a tím trhliny ještě rozšiřovat).

Zbývají dvě řešení: buď trhliny přiznat a vybudovat v těchto místech dilatační spáry, které se dají dobře a trvale utěsnit a také udržovat, nebo vybudovat novou povrchovou vrstvu, která by musela vyhovovat kromě dokonalé soudržnosti s podkladem (betonem) schopností trvale překlenovat bez poškození pohybující se trhliny a navíc vynikat dostatečně zdrsněným povrchem s vysokou životností.

První alternativa je možná, je ale relativně náročná a drahá a mezi dilatacemi by se stejně musela vybudovat na očištěný beton nová povrchová vrstva. Ta by sice nemusela mít nijak vynikající přetvárné vlastnosti, ale jen dobrou odolnost atmosférickým vlivům, dobrou odolnost obrusu a vysoký součinitel tření.

Při druhé alternativě musí být uspořádání podlahoviny nad trhlinami takové, aby tažnost použitého materiálu **trvale, i při nízkých teplotách**, překračovala s dostatečnou rezervou pohyby (rozevření) trhliny. Samozřejmě taková podlahovina musí vynikat i ostatními nezbytnými vlastnostmi, jak jsou vyjmenovány v předchozím odstavci. Je ovšem třeba počítat s tím, že trvale tažná vrstva (podlahovina) uvedených vlastností je výrazně dražší proti obvyklým typům podlahovin a hlavně jen málokterý dodavatel je schopen ji dodat, bezchybně provést a převzít za ni dlouhodobou záruku. V tomto směru je třeba zachovat při volbě dodavatele značnou opatrnost a orientovat se především podle referencí a též podle popisu zkoušek tzv. „schopnosti překlenování trhlin“¹³.

V obou alternativách je zcela nezbytné celou původní povrchovou vrstvu (podlahovinu) odstranit, zajistit dokonalé očištění betonu otryskáním a pak, **v příhodných atmosférických podmínkách**, provést novou podlahovinu, v druhé alternativě nejspíše několikavrstvou a v dostatečné tloušťce (6 – 10 mm). Betonové obrubníky by bylo patrně vhodnější odstranit a teprve po sanaci desky rampy (a případně související stěny) osadit nové, prefabrikované (nejlépe polymerbetonové) obrubníky do lepidla (malty). Související stěny by patrně byly nejúčinněji sanovány zainjektováním svislých trhlin **poddajnou** pryskyřicí, aby se zabránilo přístupu vody k betonu a výztuži z rubové strany (z výronů na líci stěn je zřejmé, že

¹³ Bohužel často se lze setkat v obchodních materiálech různých firem (i renomovaných) až se zázračnými hodnotami. Je to způsobeno tím, že málokdy jsou popsány experimenty, na jejichž základě byly uváděné údaje nalezeny. Nejčastější chybou je, že se uvádí údaj „schopnost překlenout trhliny té a té šířky“, myšleno překlenutí statické, nepohyblivé trhliny určité šířky, který se pak mylně vztahuje i na překlenutí pohybujících se, dynamických trhlin. Obě je nesoiměřitelné; běžně se uvažuje v dynamické trhlině pohyb do 0,2mm (např. při šířce trhliny 0,1 až 0,4 mm), který lze sofistikovaným podlahovinovým systémem, obvykle vícevrstevným, ještě úspěšně překlenout.

hydroizolace – pokud vůbec byla provedena – je nefunkční). Injektáž tuhou pryskyřicí (např. epoxidovou) se nedoporučuje.

Z Á V Ě R

Je zřejmé, že vzniklé trhliny nebyly způsobeny přetížením, ale mají výlučně fyzikální charakter. Ani statický projekt, ani prováděcí projekt nepočítal se zvláštními opatřeními ke zmírnění účinků smrštění v relativně tlusté desce nad 2.PP . Projekt nenaplnil v úplné míře všechna ustanovení českých norem, kterými by mělo být zabráněno vzniku poruch od objemových změn betonu a zhotovitelé jak betonové konstrukce, tak podlahoviny, přestože neměli pro svou činnost k dispozici dostatek relevantních podkladů, na tuto skutečnost neupozornili, jak bylo jejich povinností (§551/1 zák. 513/91 Sb., § 153/1,3, § 156/1 stav. zákona).

Trhliny v podlaze 1.PP nemá smysl nějak komplikovaně sanovat, lze očekávat, že k pohybům v trhlinách nebude docházet nebo bude docházet jen nepatrně, neboť deformace od užitého zatížení stejně jako od účinků změn teploty budou malé. Podle názoru znalce postačí v tomto podlaží provést na dobře očištěnou stávající podlahovinu v celé ploše podlahovinu novou, s výrazně vyšší tažností a dobrou soudržností k podkladu, nebo alespoň nahradit v určité šířce kolem divokých trhlin stávající podlahovinu podlahovinou novou s vlastnostmi jako v prvním případě. To by mělo bezpečně znemožnit průsaky vlhkosti vnesené na podlahu auty a zabránit jak korozi výztuže v desce, tak poškozování laku aut ve spodním podlaží.

Pohybům v trhlinách ramp, které jsou vystaveny přímým účinkům povětrnosti a opakovaným účinkům brzdných a rozjezdových sil, patrně nelze zabránit. Proto je zde třeba volit jiné cesty k zabránění průniku vody do konstrukce. První možností je vzniklé trhliny přiznat a vytvořit z nich dobře upravené dilatační spáry a mezi nimi částečně porušenou stávající podlahovinu

nahradit jinou, povětrnosti odolávající vrstvou. Druhou možností je na očištěný betonový podklad , případně s upravenou (rozšířenou) trhlinou u povrchu desky, aplikovat sofistikovaný podlahový systém s trvale vysokou tažností a trvalou odolností atmosférickým vlivům i namáháním od pojezdu aut. Počet vrstev a celkové uspořádání takové podlahoviny je věcí dodavatele.

Richard A. B a r e š