

Prof. Ing. Dr. Richard A. BAREŠ, DrSc.
dr.h.c.
Károvská 241
252 45 Zvole-Ohrobec
mob.: 777 739 666, 603 421 606
fax : 257760058
mailto: berol@volny.cz
comeng@comeng.eu
IČO 10171029

SOUDNÍ ZNALEC Z OBORU STAVEBNICTVÍ

Odvětví:

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

Čj. 268/14
Ohrobec, 25.2.2015

Znalecký posudek o stavu podlah v garážích objektu --- Praha

Dne 15.10.2014 požádal nejprve mailem pan ---, Client servis manager, z firmy ---, a.s. Praha a později formální objednávkou firmy --- ze dne 1.12.2015 o podání znaleckého posudku o současném stavu a správnosti návržení a provedení podlah garáží v objektu obytného objektu --- v souvislosti s reklamacemi SJV pro vznik trhlin v podlahách.

Prohlídku objektu znalec provedl ve dnech 26.11. , 18.12. 2014 a 15.1.2015, při nichž byly odebrány vzorky původní a opravné podlahoviny a provedeny některé zkoušky. Současně byl ve všech podlažích garáží zakreslen stav trhlin a zaznamenána již opravovaná místa včetně nových trhlin v nich.

P o d k l a d y

- Technická zpráva stavebního projektu vypracovaná firmou CASUA spol. s r.o., Praha, z 12.5.2008
- Půdorysy tří podzemních podlaží GS téhož projektu
- Skladby podlah téhož projektu.
- Vyjádření Metrostavu a.s. (Praha 8, Koželužská4) z 30.4.2014 k reklamaci, podepsaná panem Ivanem Matějovičem
- Technická zpráva statiky pro části A-H, B-C, D, E, F, G, I

- Technická směrnice pro aplikaci podlahoviny TRIFLEX CPS-I (Interior deck coating systém OS 11b)
- Triflex CPS-T Product Information
- Triflex Fox Primer 116 Product Information
- Triflex Than RG 568 Product Information
- Triflex Than RG 587 Product Information
- Triflex Pox Finish 173 Product Information
- Triflex IWS-557 Planungsunterlagen
- Technologický a prováděcí předpis provádění tlakových injektáží trhlin materiály WEBAC Chemie od firmy AMTEKO International s.r.o. „Těsnění trhlin ve stropních konstrukcích podzemních garáží pro Bytový soubor Korunní Dvůr, Praha“ z 10.9.2013
- Rozsah trhlin parkovacích stání - pasportizace provedena 18-19.2.2013 patrně firmou AMTEKO (prováděl J. Vaněk a J.Mol)
- Technický list polyuretanové injektážní pryskyřice WEBAC 1403
- Stavební technické osvědčení č. STO - 14 – 0010/Z na materiál AV-PUR 100 a AV-PUR 100E (jednosložková hydroizolační polyuretanová pryskyřice) ze 02.01.2014 pro žadatele (firmu) Anton Vorel s.r.o., Suchdol nad Odrou
- Stavební technické osvědčení č. STO –10– 0054/Z na materiál AV- PUR 100 a AV-PUR 100E (jednosložkové hydroizolační polyuretanové pryskyřice) z 30.09.2010 pro žadatele (firmu) Anton Vorel s.r.o., Kunín
- Stavební technické osvědčení č. STO –14– 0011/Z na materiály mediatan 360, mediatan 361 - izolační nátěr, mediatan 702 - penetrační nátěr, mediatan 703, mediatan 705, mediatan 710 – jednosložkové injektážní PU pryskyřice z 30.01.2014 pro žadatele (firmu) Anton Vondra s.r.o. Suchdol nad Odrou
- Technické listy na materiály (které byly údajně, podle údaje firmy Sekyra Group použity pro injektáže a povrchové opravy podlah) AV- PUR 100, AV-PUR 100E, Mediatan 705, Stopadiant
- Vlastní fotografická dokumentace zjištěných poruch (trhlin), odběrů vzorků podlahoviny, odtrhové zkoušky a zkoušky tažnosti
- ČSN EN 13 318 Potěrové materiály a podlahové potěry – definice
- ČSN EN 13 813 Potěrové materiály a podlahové potěry- Potěrové materiály-Vlastnosti a požadavky
- 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 1504-2 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality a hodnocení shody –Část 2: Systémy ochrany povrchu betonu

- ČSN EN 1504-9 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Definice, požadavky, kontrola kvality 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 povrchu
- ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba, shoda
- ČSN-EN 1992-1-1 eurokód 2 Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN 744505 Podlahy – společná ustanovení, 5.2012
- ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže, 10.2011
- ČSN 73 6058 Hromadné garáže. Základní ustanovení (do 1.10.2011)
- ČSN EN 1062-7 Nátěrové hmoty-Povlakové materiály a povlakové systémy pro vnější zdivo a betony – Část 7: Stanovení schopnosti přemostování trhlin
- DAfStb-Richtlinie:Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzung-Richtlinie), Ausgabe 2005, Teil 1 bis Teil 4

N á l e z

Hromadné garáže jsou umístěny ve třech podzemních podlažích pod obytným objektem o sedmi až devíti nadzemních podlažích. Jde o železobetonový skelet deskového typu, s deskami převážně pnutými ve dvou směrech, vertikálně podepřenými v nadzemních podlažích na stěnách, v podzemních podlažích většinou na sloupech, částečně zesílených hlavicemi. Základová deska je uložena na vrtaných velkopřůměrových pilotách. Stavba je rozdělena do devíti (v nadzemních podlažích) /sedmi (v podzemních podlažích) dilatačních celků. Proti pronikání spodní vlhkosti je stavba chráněna hydroizolačním povlakem (2x SBS modifikovaný asfaltový pás [Parafor Solo](#) S tl. 4 mm s vložkou z netkaného polyesteru 200g/m², celoplošně natavený k podkladu). Maximální možná hladina spodní vody je 6,5 m nad základovou spárou, vodotěsnost spodní betonové konstrukce je požadována.

Popis úpravy povrchů garáží a přilehlých prostor se v různých projekčních materiálech liší:

- Ve výpisu podlah se uvádí *Stěrková izolace na bázi PMMA (ve standardu Triflex)*

- V tabulce místností na stavebních výkresech se uvádí vesměs *Stěrková podlaha na bázi PMMA*
- V technické zprávě stavební, jež je spíše než jako závazný předpis pro jednotlivá konkrétní řešení dané stavby koncipována jako všeobecný učebnicový průvodce, v části „Hydroizolace ve strojovnách – princip řešení“ je uvedena řada typů podlahovin¹:
 - *Povrchy vodorovných konstrukcí v garážích budou opatřeny stěrkovou hmotou systém CPS-I na bázi EP/PU (vyhovující třídě OS 11a podle DAfStb Richtlinie 2005)-zdá se, že byl použit tento typ*
 - *Povrchy ramp v garážích by měly být opatřeny stěrkou CPS-T (vyhovující třídě OS 11a podle DAfStb Richtlinie 2005)*
 - *Povrchy vodorovných konstrukcí (nebo výjezdové rampy) budou opatřeny stěrkovou hmotou Triflex systém PDS-T na bázi PMMA (vyhovující třídě OS 10 podle DAfStb Richtlinie 2005)*
 - *Povrchy vodorovných konstrukcí v technických prostorách budou opatřeny stěrkovou hmotou Triflex IWS-557. Ve stejném materiálu bude vždy proveden i soklík min. 100 mm.*
 - *Hydroizolační stěrky musí být odolné proti dalším parametrům – dle použití – odolné proti olejům, naftě, chemikáliím apod.. Příprava podkladu a vlastní provedení stěrky se bude řídit technologickými požadavky výrobce nebo dodavatele.*
- *V technické zprávě statiky se uvádí:*
 - *Desky pojižděné osobními vozidly budou opatřeny nátěrem schopným překlenout trhlinky v betonu do šířky 0,4 mm²,*
 - *Horní povrchy desek budou provedeny v takové kvalitě, která umožní provedení podlah uvedených ve stavební části projektu.*
 - *Dále se zde předepisuje: Povrch podlah garáží a pojižděných ramp je gletován (pro jiné dilatační části „je strojně hlazen“) a bude opatřen nátěrem schopným překlenout trhlinky v betonu do šířky 0,4 mm. Na svislých konstrukcích bude proveden nátěr do výšky 150 mm.*

Pokud jde o konstrukční materiály je předepsán pro stropní desky beton C 25/30 – XC1 – S3, pro venkovní opěrné stěny a podkladní beton nad pilotami beton C30/37 – XC 2 – XA2 – S3 pro

¹ V přehledu použitých norem, uvedených v technické zprávě stavebního projektu nejsou uvedeny normy ČSN EN 206-1, ČSN EN 1992-1-1, ČSN P ENV 13670-1, 5 a ČSN 73 6058 a řada dalších, důležité ve vztahu k hromadným garážím a zřejmě ani nejsou respektovány.

² Zde, i v celé zprávě chybí jakákoli zmínka o nutnosti provedenou stěrkou překlenovat **dynamické, tedy pohybující se** trhliny

maximální průsak 50mm dle ČSN EN 12390-8 Vodostavební konstrukce. Požadované vlastnosti betonu: pevnost v tlaku, modul pružnosti, součinitel smršťování a dotvarování. Dále se požaduje: „aby betonovou směs pro specifikovaný typ konstrukce schválil technolog betonárny, aby návrh směsi, ukládání betonu a ošetřování v době zrání určil technolog dodavatele podle zvolené technologie a s ohledem na podmínky prostředí tak, aby konstrukce **nebyla porušena smršťovacími trhlinkami** a aby povrchy všech konstrukcí byly provedeny v takové kvalitě, která umožní provedení povrchových úprav uvedených ve stavební části projektu“. Zda a jak tyto podmínky byly naplněny není znalci známo. Projekt předpokládá provedení jednotlivých částí rampy dodatečně po provedení souvisejících konstrukcí. Povrch ramp má být upraven „gletováním a opatřen nátěrem, který bude schopen překlenout trhlinky v betonu“.

Generálním dodavatelem stavby byla firma Metrostav, divize 1, poddodavatelem podlahovin v garážích a přidružených prostorách **patrně** firma Axter s.r.o., Praha, která je uváděna ve firemních prospektech jako partner pro výrobky Triflex v ČR³, které byly údajně použity. Stavba byla projektována firmou Casua s.r.o. Praha v roce 2008 a zhotovena v roce 2009-2010.

Na základě reklamace uživatele ke vzniku trhlin v podlahách garážových stání a následných průsaků vody (nanesené vozidly na podlahu) stropem do spodního podlaží, byla provedena 18-19.2.2013 pasportizace těchto trhlin. Byly zjištěny trhliny v celkové délce cca 142 bm, z toho 72 bm, které vyžadovaly podle pasportizační zprávy sponkování.. Aby se zabránilo průsakům byla počátkem roku 2014 údajně provedena tlaková injektáž blíže nespecifikované části těchto trhlin a následně oprava podlahoviny v těchto a v dalších zhotovitelem lokalizovaných místech. Kdo prováděl tyto opravy a jakým materiálem, případně jakou technologií není znalci známo. V poskytnutých materiálech jsou uváděny pro tuto činnost dvě odlišné firmy⁴:

- firma Amteko International s.r.o. s materiálem a technologií firmy WEBAC Chemie (konkrétně dvousložková polyuretanová pryskyřice WEBAC 1403)
- firma Anton Vorek s.r.o., Suchdol nad Odrou s jednosložkovou polyuretanovou pryskyřicí AV-PUR 100 či AV-PUR 100E (neznámého výrobce, případně poskytovatele licence).

³ Smluvní podklady k zadání dodávky podlahovin Triflex nebyly znalci předloženy. Nebylo proto zjištěno, jak bylo hlavním dodavatelem formulováno zadání zakázky poddodavateli podlahovin, ani jak bylo zadání kontrolováno a převzato (včetně úpravy podkladu). Nicméně některé z podlahovinových systémů Triflex mají podle firemní literatury atestaci pro podlahy v hromadných garážích včetně schopnosti překlenování dynamických trhlin.

⁴ Ani smluvní podklady s firmou, která skutečně opravy prováděla, nebyly znalci předloženy.

Z podkladů, které má znalec k dispozici nevyplývá, že jedna nebo druhá z těchto dvou firem prokázala průkazem shody vlastností použitých (či předpokládaných pro použití) materiálů, požadovaných předpisy k zamýšlenému účelu.

Dne 20.4.2014 vydal Metrostav a.s. Praha 8, pod autorem Ivanem Matějovičem, „Vyjádření k reklamaci mezipatrové zatékání“, v němž uvádí několik tak zvaných informací („pojmu“) o takových jevech, jako je smršťování, dotvarování, vznik trhlin, a o jejich vlivu a přípustnosti v betonových konstrukcích. Podle jeho výkladu je „*Vznik trhlin je v betonových a železobetonových konstrukcích zcela běžný a zákonitý.*“ Konstatuje zde též, že „*po provedených injektážích nejsou již hlášeny další reklamace, týkající se protékání vody skrz konstrukce*“. Rozsah trhlin odhadl „*za podstatně menší než 10% celkové výměry podlah*“.

Při prohlídce garáží znalec konstatoval:

- Je provedena **jednovrstvá**, pravděpodobně polyuretanová (nebo epoxipolyuretanová) podlahovina se vsypem, opatřená uzavíracím nátěrem, bez hydroizolační polyuretanové membrány
- Poruchy podlah se vyskytují prakticky pouze ve 2. podzemním podlaží a to jen v obvodových částech půdorysu (Obr. 1, 2, 3) . Projevují se trhlinami v podlahovině, které nejspíše kopírují trhliny v železobetonové stropní desce (Obr. 4,5,11), o čemž svědčí též provozovatelem konstatované protékání vody, nanesené vozidly do garáží z vnějšího prostoru, do spodního podlaží. V obr. 2 jsou schematicky zakresleny v současné době zjištěné trhliny jak v původní, tak opravné podlahovině a rovněž jsou vyznačena místa s opravnou podlahovinou (zeleně) i místa odběru vzorků.
- Poruchy ve 3. PP jsou ojedinělé, opravitelné (nebo již opravené) a nezdá se, že by se mohly v budoucnu významně rozšířit.
- Poruchy v 1.PP se objevily pouze v jedné lokalitě, na úrovni stání 39 a 37, přesně ve stejných místech jako ve 2.PP v oblasti stání 98/16 a 17-18 a v obou podlažích vznikly znovu, po opravě (viz obr 1 a 2)
- Většina poruch se nachází v severní a východní pojížděné obvodové části garáží
- Část trhlin definovaných pasportizací byla opravena (snad injektáží) a překryta novou podlahovinou
- Trhliny, které byly údajně opraveny (zainjektovány) a překryty novou opravnou podlahovinou, se v některých z těchto opravených míst objevily znovu (označeny červeně)

- Trhliny v opravné podlahovině sledují zřejmě nové trhliny v betonové desce, jak je prokázáno vývrtem např. v místě opravy u rozhraní stání 97 a 98 (Obr. 2)
- Většina trhlín prochází středem polí mezi sloupy a jejich pravidelný průběh není typický pro porušení, způsobené **primárně** vlivem smrštění nebo teplotních změn
- Určit s jistotou, které z dnes viditelných trhlín byly již obsaženy ve zmíněné pasportizaci (a nebyly opraveny) a které trhliny jsou nové, vzniklé až po pasportizaci nelze. Podstatnou roli v tom hraje i subjektivnost pozorovatele. Místa s novou opravnou podlahovinou (pod níž by měly být injektované trhliny) zaujímají délku cca 50 cm, celková délka dnes viditelných trhlín v původní podlahovině činí cca 150 cm, délka nových trhlín v opravné podlahovině cca 22 cm. Nicméně jednoduchý výpočet ukazuje na to, že minimálně část dnes viditelných trhlín vznikla až po pasportizaci, jinými slovy konstrukce není dosud konsolidovaná, není stabilní.
- Tloušťka původní podlahoviny se pohybuje od 1,61 do 2,69 mm, v průměru 2,18 mm, opravné podlahoviny od 2,65 do 3,18 mm, v průměru 2,91 mm
- Ke zkoušce tažnosti byly odebrány dva vzorky původní podlahoviny na stání 62 a dva vzorky opravné podlahoviny před stáním 21 (Obr. 6 a 7). Výsledky těchto zkoušek jsou popsány níže.
- Byly odebrány (vývrtem) dva vzorky podlahoviny k ověření spojitosti trhlíny v podlahovině s trhlínou v betonové desce:
 - v podélné trhlíně původní podlahoviny před stáním 68 (Obr. 4,5),
 - v podélné trhlíně opravné podlahoviny před stáním 97/98. Zde bylo zjištěno, že trhlina prochází místem **pracovní spáry** zřejmě nijak neošetřené (Obr. 8) , přičemž na obou stranách pracovní spáry jde nepochybně o dva **zcela odlišné druhy** betonu (Obr. 9).
- Byly provedeny tři odtrhové zkoušky na vývrtech o průměru 50 mm s těmito výsledky:
 - Na původní podlahovině u sloupu mezi stáním 68 a 69 (Obr. 10)... 1,75 MPa
 - Na neopravené trhlíně (s původní podlahovinou) před stáním 124 naproti sloupu na rozhraní stání 68 a 69 (Obr. 11)....1,18 MPa. Trhlina v podlahovině sleduje trhlínu v betonové desce.
 - Na opravné podlahovině u stání 66 1,24 MPa

K informativnímu zjištění přetvárných vlastností jak původně aplikované tak opravné podlahoviny byly provedeny zkušebními COMTEST na odebraných vzorcích (obr. 6,7) zkoušky tažnosti s použitím sofistikovaného přístroje Tensograf TGF-01 (obr.12). Při této zkoušce se sleduje chování podlahoviny nad postupně se otvírající trhlínou podkladu jednak na pracovním diagramu napětí – deformace, jednak se v oblasti nad trhlínou průběžně kamerou snímá průběh přetváření podlahoviny, včetně okamžiku vzniku první trhlinky v podlahovině, až k úplné

destrukci. Aby podlahovina přenesla při obvyklých teplotách v nevytápěných garážích (v zimním období kolem 5⁰C) bez porušení jednorázový pohyb alespoň 0,4 mm v trhlíně podkladu, musí být schopna přenést násobně (1,5 až 2x) větší pohyb při laboratorní teplotě, minimálně 0,7-0,8mm.

Touto zkouškou lze tedy se značnou dávkou jistoty předpovědět, zda podlahovina podle navrhovaného řešení je schopná překlenout statické trhliny určité šířky a zajistit trvale vodonepropustnost podlahy a také přibližně posoudit odolnost podlahoviny opakovanému namáhání nad dynamicky proměnnou šířkou trhliny.

Jak ukazuje obr. 13 došlo u původní podlahoviny k rozvoji trhliny nad podkladem (ve spodní vrstvě podlahoviny) již při rozevření trhliny v podkladu 0,1 mm, při rozevření 0,25 mm se již počaly deformovat póry v povrchu podlahoviny a při rozevření 0,57 mm vznikla na povrchu podlahoviny trhlina. Po teplotní redukci je tedy kritické již rozevření podkladu cca 0,27 mm, při kterém celý systém se stal vodopropustným.

Podle obr. 15 dokumentující zkoušku tažnosti pro opravnou podlahovinu objevila se trhlina na povrchu dokonce již při rozevření trhliny v podkladu 0,26 mm, tedy po teplotní redukci je kritické rozevření podkladu kolem 0,15 mm.

P o s u d e k

Předpisové požadavky

Stávající předpisy (normy) ukládají především projektantovi konstrukční části (statikovi), ale i dalším účastníkům výstavby, řadu povinností, které zdá se, na dané stavbě nebyly zcela splněny. Tak např. ČSN-EN 1992-1-1 v čl. 4.3(1) ukládá: „*Aby bylo dosaženo požadované životnosti konstrukce, musí se uvažovat odpovídající opatření na ochranu každého konstrukčního prvku proti příslušnému působení prostředí*“. Tato povinnost vyplývá rovněž z řady dalších článků, např. 4.1(1), 4.1(2), 4.1(3).

Podle Tab. 4.4 N ČSN-EN 1992-1-1 pro třídu konstrukce S4 pro **betonové plochy parkovišť**, pokud není **výslovně** zajištěna trvalá ochrana betonu **hydroizolační vrstvou⁵**, **musí být výpočet**

⁵ Se schopností překlenovat statické trhliny do šířky alespoň 0,4 mm a dynamické trhliny s pohybem do 0,2 mm v rozmezí 0,1 - 0,3mm, zabezpečující její trvalou nepropustnost [podle Evropské normy ČSN EN 1504-2 „Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – část 2: Systémy ochrany povrchu betonu“ (2006) (schválený standard pro členské země EU), což odpovídá třídě II_T a II_{T+V} podle směrnice Daf Stb (Deutscher Ausschuss fuer Stahlbeton) „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (1999)].

veden pro stupeň vlivu prostředí XD 3⁶ podle mezního stavu použitelnosti k omezení trhlin, s povolenou šířkou trhlin do 0,1mm (max. do 0,15 mm), s krycí vrstvou výztuže u horního povrchu desky 45mm a pro beton C35/45. Několikrát je v normě opakováno, že takto je třeba postupovat i tehdy, kdy taková pevnost betonu z hlediska statického návrhu není zapotřebí.

K omezení či zabránění vzniku smršťovacích trhlin neslouží jen způsob návrhu konstrukce (místo na mezní stav únosnosti je třeba provést návrh na mezní stav použitelnosti), ale celá řada dalších opatření, která v daném případě nebyla projektem statiky výslovně předepsána a patrně ani dodavatelem v plné míře zajištěna. Projektant static se zhostil své povinnosti přenesením na projektanta stavební části a na zhotovitele (např. formulací „*Provedení pracovních spár bude dohodnuto při realizaci s dodavatelem stavby*“). Jde o postup betonáže, volbu dilatačních celků, volbu pracovních úseků, úpravu pracovních spár, provedení (časové i místní) smršťovacích spár (prořezem) a jejich úpravu, o přídavnou, vesměs diagonální výztuž v oblastech potencionálního místního zvýšení vnitřních napětí (např. vlivem přerušení horizontální souvislosti desky), o způsob ošetřování betonu, o způsob povrchové úpravy vytvrdlého betonu před zhotovováním podlahoviny^{7,8}.

⁶ Podle ČSN-EN 1992-1-1 stupeň vlivu prostředí XD3 platí pro prostředí, kde koroze je vyvolána chloridy a kde je střídavě suché a mokré prostředí (výslovně v normě uvedené „např. betonové povrchy parkovišť“).

⁷ Norma ČSN-EN 1992-1-1 uvádí sice přibližný výpočet smrštění a jeho hodnotu pro různé druhy konstrukcí, ve výpočtu smrštění podle tohoto eurokódu však nejsou zahrnuty vlivy odrážející konkrétní složení betonové směsi, které ale mají na smrštění 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. Ze znalci dodaných písemností není ani jasné, zda static a následně dodavatel vyhověli ustanovení čl. 6.2.3 ČSN EN 206-1 (národní změna Z3) a zajistili, aby všechny požadavky na vlastnosti betonu (které static ve své zprávě správně cituje) byly skutečně dodavatelem betonu zajištěny (ČSN EN 1992-1-1)..

⁸ V této souvislosti stojí za to se zmínit o chybných názorech, vyslovených ve vyjádření hlavního dodavatele z 30.4.2014, k reklamaci uživatele, totiž že smršťovací trhliny jsou průvodním a nezbytným jevem každé betonové konstrukce. Samozřejmě z chemizmu tvrdnutí cementového betonu je přirozený vznik vnitřních napětí, ale shora zmíněnými opatřeními lze jejich vliv tak redukovat, že trhliny (nebo alespoň trhliny nad 0,1 mm) vzniknout **nemusí**. V daném případě i projektant sice správně zdůrazňuje nezbytnost aplikace takových opatření, která zajistí, aby konstrukce **nebyla porušena smršťovacími trhlinkami**, bohužel tato opatření konkrétně nespecifikuje.. Dotvarování pak nejen že ke smrštění a vzniku trhlin nepřispívá, ale naopak stav vnitřních napětí příznivě uvolňuje.

Norma ČSN 744505 předepisuje, aby v návrhu konstrukce bylo projektantem 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 úpravy smršťovacích spár, tj. zda ponechat spáru nevyplněnou, či jak, čím a kdy ji vyplnit⁹. Účinné je i opatření, při kterém je nosná deska oddělena od pevných prvků v půdoryse (sloupy a stěny). Nejsou k dispozici žádné doklady, že projektant navrhl konkrétní způsob provedení smršťovacích spár a jejich pozdější úpravu, ani o jejich provedení zhotovitelem. Totéž platí i o návržení a osazení doplňkové diagonální výztuže nad místy s potenciaálními trhlinami a ostatních technologických postupech.

Na prováděcí firmě bylo beton do podlahy, **ve shodě s předpisy**, 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.

Projekt

Požadavek na kvalitu betonu nebyl projektem naplněn. Podle projektu byl použit pro stropní desky beton C 25/30 – XC1 – S3, tedy nikoliv vodotěsný systém. Z toho tedy lze usuzovat (pominou-li se nejednotnosti v popisu podlahoviny parkovišť v různých částech projektu), že nakonec se projektant rozhodl pro druhou možnou alternativu ochrany horizontálních konstrukcí proti protékání kontaminované vody, tj. pro provedení polyuretanové podlahoviny s hydroizolační membránou, vyhovující předepsaným požadavkům, tedy testovanou pro třídu OS 11a a OS 11b podle *DAfStb Richtlinie 2005*¹⁰.

⁹ Řezané smršťovací spáry jsou nejjednodušším a nejefektivnějším způsobem, kterým lze čelit tvorbě divokých smršťovacích trhlín. Smršťovací spáry se po odeznění větší části smrštění vyplní tuhým tmelem (ČSN 74 4505, čl. 6.2.9).

¹⁰ Některé firmy v naději, že stropní betonová deska nebude příliš porušena dynamickými trhlinami nebo pohyby v nich budou zanedbatelné, se spokojují pouze (obvykle z ekonomických důvodů) s jednovrstvou plněnou polyuretanovou vrstvou bez vodonepropustné membrány. Takové řešení někdy může (pokud technologie provádění je přísně dodržena) do jisté míry vodonepropustnost stropů splnit; nejde ale o pravidlo, výsledek vždy záleží na okolnostech případ od případu a obecně takové řešení nelze doporučit..

Projekt na mnoha místech technických zpráv předepisoval gletovaný, příp. strojně hlazený povrch betonu, což jsou ty nejhorší myslitelné úpravy povrchu betonu před pokládáním syntetické bezespáré podlahoviny. Naštěstí zhotovitel podlahoviny se zřejmě přidržel svých technologických předpisů a povrch betonu vhodným způsobem před pokládáním podlahoviny upravil¹¹, což osvědčuje dostatečná, předpisům i technologickým listům podlahoviny vyhovující experimentálně nalezená hodnota přídržnosti (nad 1,5 MPa).

Současný stav

Je velice obtížné pro znalce nalézt a posoudit příčiny poruch, které jsou sice zřejmé k odhalení, ale bez řádných podkladů o projektu, stavbě a výrobních procesech a bez zápisu o průběhu událostí během stavby, a ještě po částečné opravě nejistým dodavatelem a nejistými materiály a technologiemi, jen těžko objektivně vysvětlitelné. Jen málokdy má porucha stavby jedinou a jednoznačnou příčinu, téměř vždy jde o nepříznivý souběh různých materiálových, technologických i uživatelských vlivů. To platí plně i pro stropní a podlahové systémy v podzemních hromadných garážích.

Nezávisle na tom, co bylo původní příčinou vzniku trhlin, nemusí oprava zainjektováním trhlin včetně sponkování (k zajištění pevného spojení oddělených částí konstrukce) vést k trvalé nápravě porušeného stavu. Injektovaná, zřejmě dynamická trhlina se sice může zacelit, ale s velkou pravděpodobností vznikne nová trhlina v blízkosti původní a dojde tedy k obnovení porušeného stavu. To se skutečně projevilo již na několika místech.

Ze tří podzemních podlaží trpí poruchami až na malé výjimky jen druhé podzemní podlaží, které je v okrajových (pojezdových) částech zejména na severní a východní straně objektu protkáno řadou trhlin v podlahovině. Tyto trhliny nejspíš vesměs kopírují trhliny ve stropní konstrukci; to je prokázáno především důvodem reklamace, totiž průsakem kontaminovaných vod stropem do spodního podlaží s následkem poškozování aut tam parkujících, ale i odebranými vzorky (vývrty). Střední část podlaží je přitom zcela bez poruch.

¹¹ Tryskání je obecně nejlepší způsob předúpravy podkladu pro jakékoli povrchové úpravy. Jedině tryskáním lze spolehlivě obnažit vlastní strukturu betonu bez jejího rozvolnění, odstranit beze zbytku na povrchu betonu vždy usazené lehké podíly cementu a plniv a účinně zvýšit specifický povrch podkladu. U povrchů betonů, vytvářených strojním hlazením či gletováním, je taková úprava zcela nezbytná, pokud se počítá s jakoukoli následnou povrchovou úpravou.

Část trhlin, které vycházejí od rohů vestavěných komunikačních objektů (schodišť, výtahů), které přerušují horizontální spojitost stropní konstrukce, má průběh obvyklý pro vliv hydratačního smrštění, jiná část trhlin, které probíhají středem deskových polí, se spíše podobají poruchám od vysychání či technologickým chybám (jako např. ukazuje obr.9) , případně důsledku statických příčin; nicméně, jak již řečeno, popsané vlivy mohou být jen iniciátorem vzniku trhliny, k jejímuž rozvoji pak přispívají ostatní nedostatky. Podezření na statické příčiny některých poruch posiluje okolnost, že obdobné poruchy se vyskytly ve dvou podlažích nad sebou přesně ve stejných oblastech , s netypickým uspořádáním podpůrných konstrukcí.

Celkový obraz trhlin v podzemních podlažích nicméně svědčí o tom, že použitá podlahovina chrání železobetonovou konstrukci dostatečně, pokud statické trhlinky v ní nepřesáhnou šířku 0,1 až 0,15 mm, přestože nejde výslovně o hydroizolační membránu. To je zřejmě případ prvního a třetího PP a střední části druhého PP.

Avšak tam, kde se v betonovém podkladu objeví širší trhliny a/nebo jsou-li pohyblivé (dynamické) a procházejí celou tloušťkou železobetonové desky¹², použitá jednovrstvá podlahovina k překlenutí těchto trhlin nestačí , což též potvrdila zkouška tažnosti (obr. 13, 15). Graf na obr. 14 ukazuje, že již před dosažením rozevření trhliny podkladu na 0,4 mm počala klesat zatěžovací síla, tedy již se blížil vznik globální poruchy podlahoviny a k dalšímu rozvoji poruchy postačovala již nižší energie. Obdobné chování ukazuje i opravná podlahovina jak je vidět na obr. 16. To vše při teplotě 23°C, takže při předpokládané teplotě 5°C by ke vzniku trhliny v původní podlahovině došlo při rozevření trhlin v podkladu již kolem nanejvýš 0,15 – 0,2 mm, v opravné podlahovině kolem 0,15 mm, což je výrazně méně než projektem požadovaných 0,4 mm. V této části objektu aplikovaná podlahovina tedy nevyhovuje ani projektem předepsanému kritériu¹³.

Znalec nezkoumal (a ani o to nebyl objednávkou žádán), zda statický výpočet a výztuž desky druhého podzemního podlaží je bezchybná, neboť k tomu nemá žádné relevantní podklady. Nicméně, charakter nalezených trhlin nesevředly jednoznačně pro trhliny smršťovací. Značná část trhlin se nachází uprostřed jednotlivých polí a to hned v několika sousedních polích a často

¹² Mnohokrát bylo v technických zprávách projektu zmiňováno jako kritérium vhodné podlahoviny schopnost překlenout trhlínu o šířce 0,4 mm (OS11a). To odporuje platným předpisům a je nesprávné; toto kritérium lze použít jako samotné jen tam, kde nemohou vzniknout dynamické trhliny (OS11b), což pro parkoviště s použitým betonem třídy C 25/30 – XC1 – S3 nepřichází v úvahu.

¹³ Použití jednosložkové PU pryskyřice (pokud byla skutečně použita) pro opravy, injektáže i povrchy, není nejvhodnější také z důvodu možné nestejnorodost výsledných vlastností v důsledku nerovnoměrné polymerace..

v oblastech s rozšířeným rozpětím (na 7,5m) a nepravidelným a kombinovaným (stěna, sloup) umístěním podpor. I když trhliny při horním povrchu desky (v tlačené oblasti) jsou neobvyklé jako důsledek chybného dimenzování, přeci nelze vyloučit také přispění statických příčin (třeba z nesprávného osazení výztuže, jejím snížením, sešlapáním) ke vzniku poruch – trhlin společným (možná synergickým) působením s vlivy smrštění při tuhnutí a tvrdnutí betonu a teploty. Přitom zaslouží připomenout, že současně byla zanedbána téměř všechna opatření, která by vliv smrštění a jeho negativní účinky na konstrukci mohla odstranit, nebo alespoň omezit. Přece však by zasloužilo podle názoru znalce, aby statik, který konstrukci objektu projektoval, prověřil dimenzování míst s nejčastějšími poruchami (trhlinami).

Z á v ě r

Garážové prostory ve třetím podzemním podlaží jsou z hlediska povrchu podlah bez problémů. Provedená podlahovina je v tomto podlaží, zřejmě bez pohybujících se trhlin v betonové konstrukci, dostatečná a dobře provedená. Několik lokálních poruch lze snadno a trvale opravit, nebo tak již bylo učiněno. Znalec neshledává důvod, proč by bezporuchový stav podlahoviny neměl být stabilní.

Garážové prostory v prvním podzemním podlaží jsou z hlediska povrchu podlah rovněž bez problémů až na výjimku v okolí stání 39 a 37, kde jde zřejmě o pohybující se trhliny a podlaha si vyžaduje minimálně stejnou sanaci jako ve 2.PP, pokud nebude rozhodnutí statika odlišné. Jinak provedená podlahovina i v tomto podlaží je dostatečná a dobře provedená. Lze proto očekávat, až na výše specifikované místo, stabilitu bezporuchového stavu.

Naproti tomu ve druhém podzemním podlaží v garážových prostorách existují oblasti, protkané dlouhými průběžnými trhlinami i v podlahovině, která **je zřejmě nedostatečná pro bezporuchové přenesení opakovaných dilatací dynamických trhlin, případně nadměrně širokých statických trhlin, v betonové desce.**

Zacelování trhlin (dokonce podle projektu oprav tuhé – zasponkované) ve snaze zabránit protékání nemá z hlediska hydroizolačního smyslu, trhliny se s největší pravděpodobností, dříve

či později, v blízkosti původních znovu objeví a problém s průtokem kontaminovaných vod do spodního podlaží (a na auta tam stojící) vznikne znovu.

Jediným reálným způsobem, jak průtoku vod skrz betonovou konstrukci, která nebyla navržena a provedena podle mezního stavu použitelnosti, **trvale zabránit, je vytvořit novou, skutečně hydroizolační, nejméně dvouvrstvou podlahovinu (s polyuretanovou hydroizolační membránou)**, schopnou přenést bez poškození pohyby v trhlinách¹⁴. Takovou podlahovinu lze po příslušné úpravě současného povrchu (lehké přebroušení, očištění, vysátí) uložit na stávající podlahovinu s ohledem na její dobrou přídržnost k betonovému podkladu. To platí za předpokladu, že statickým prověřením bude potvrzen staticky bezchybný stav; v opačném případě by bylo nutné nejdříve chybný statický stav příslušnou rekonstrukcí napravit.

Oprava provedením nové hydroizolační podlahoviny ve druhém podzemním podlaží přichází v úvahu především v obvodové (pojízdné) části půdorysu.

Richard A. Bareš

.

¹⁴ Pokud je známo mezinárodně certifikované systémy tohoto typu (na polyuretanové bázi) jsou dostupné v ČR u několika málo firem, např. COMING Plus a.s. Praha, BASF Stavební hmoty ČR Praha, SIKA CZ s.r.o. Praha.

Prof. Ing. Dr. Richard A. BAREŠ, DrSc.
Károvska 241
252 45 Zvole-Ohrobec
mob.: 777 739 666, 603 421 606
fax : 257760058
mailto: berol@volny.cz
comeng@comeng.eu
IČO 10171029

SOUDNÍ ZNALEC Z OBORU STAVEBNICTVÍ
Odvětví:
- stavby pozemní (obytné, průmyslové, zemědělské)
spec.: konstrukce železobetonové a z plastů
- stavby inženýrské
spec.: stavby mostní
- stavební materiály
spec.: tradiční i nové, s aplikací plastů
- stavební různá
spec.: zkoušení materiálů a konstrukcí

Doplněk znaleckého posudku o stavu podlah v garážích --- Praha

Na základě objednávky firmy --- zpracoval znalec pod čj. 268/14 ze dne 25.2.2015 znalecký posudek, založený na prohlídce objektu a písemných podkladech v té době dostupných (stavební projekt). Později, konkrétně 9.7.2015, jsem obdržel součást projektu „Statika“. Kromě toho, že část C podle stavebního projektu zde byla rozdělena na část C, G1 a G2 (což není pro posouzení podstatné), je projekt statiky důležitý pro posouzení, zda byly splněny požadavky kladené na tuto součást projektu stavebními předpisy, zejména normou ČSN 1992-1-1 a dalšími normami jak jsou uvedeny na str. 2 posudku. Podle Tab. 4.4 N ČSN-EN 1992-1-1 pro třídu konstrukce S4 **pro patrové betonové plochy parkovišť**, pokud není výslovně zajištěna trvalá ochrana betonu **hydroizolační vrstvou¹, musí být výpočet veden pro stupeň vlivu prostředí XD 3² podle mezního stavu použitelnosti k omezení trhlin, s povolenou šířkou trhlin do 0,1mm (max. do 0,15 mm), s krycí vrstvou výztuže u horního povrchu desky 45mm a pro beton C35/45**. Několikrát je v normě opakováno, že takto je třeba postupovat i tehdy, kdy taková pevnost betonu z hlediska statického návrhu není zapotřebí. To platí v daném případě pro 1.PP části A, B a D.

¹ Se schopností překlenovat statické trhliny do šířky alespoň 0,4 mm a dynamické trhliny s pohybem v rozmezí 0,1 - 0,3mm do šířky 0,2 mm , zabezpečující její trvalou nepropustnost [podle Evropské normy ČSN EN 1504-2 „Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – část 2: Systémy ochrany povrchu betonu“ (2006) (schválený standard pro členské země EU), což odpovídá třídě II_T a II_{T+V} podle směrnice Daf Stb (Deutscher Ausschuss fuer Stahlbeton) „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ (1999)].

² Podle ČSN-EN 1992-1-1 stupeň vlivu prostředí XD3 platí pro prostředí, kde koroze je vyvolána chloridy a kde je střídavě suché a mokré prostředí (výslovně v normě uvedené „např. pro betonové povrchy parkovišť“).

K omezení či zabránění vzniku smršťovacích trhlin v 1.PP jmenovaných částí A,B,D neslouží jen způsob návrhu konstrukce (místo na mezní stav únosnosti je třeba provést návrh na mezní stav použitelnosti), ale celá řada dalších opatření (platných samozřejmě i pro 2.PP částí A,B stejně jako pro nepatrové garáže v částí C,E,F), která v daném případě nebyla projektem statiky výslovně předepsána a patrně ani dodavatelem v plné míře zajištěna. Jde o postup betonáže, volbu dilatačních celků, volbu pracovních úseků, úpravu pracovních spár, provedení (časové i místní) smršťovacích spár (prořezem) a jejich úpravu, o přídavnou, vesměs diagonální výztuž v oblastech potencionálního místního zvýšení vnitřních napětí (např. vlivem přerušení horizontální souvislosti desky), o způsob ošetřování betonu, o způsob povrchové úpravy vytvrdlého betonu před zhotovováním podlahoviny.

Norma ČSN 744505 předepisuje, aby v návrhu konstrukce bylo projektantem 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 úpravy smršťovacích spár, tj. zda ponechat spáru nevyplněnou, či jak, čím a kdy ji vyplnit³. Účinné je i opatření, při kterém je nosná deska oddělena od pevných prvků v půdoryse (sloupy a stěny). Nejsou k dispozici žádné doklady, že projektant navrhl konkrétní způsob provedení smršťovacích spár a jejich pozdější úpravu, ani o jejich provedení zhotovitelem. Totéž platí i o navržení a osazení doplňkové diagonální výztuže nad místy s potencionálními trhlinami a ostatních technologických postupech.

Na prováděcí firmě bylo beton do podlahy **ve shodě s předpisy** 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 trhlin minimalizoval.

Požadavek na kvalitu betonu podzemního podlaží, pod nímž se nachází další podzemní podlaží, nebyl projektem naplněn. Podle projektu byl použit pro stropní desky beton C 25/30 – XC1 – S3, tedy nikoliv vodotěsný systém. Z popisu ve skladbě podlah i z technické zprávy je zřejmé, že nebyla navržena ani druhá alternativa ochrany proti kontaminované vodě, tj. překlenutí trhlin provedením polyuretanové podlahoviny s hydroizolační membránou,

³ Řezané smršťovací spáry jsou nejjednodušším a nejefektivnějším způsobem, kterým lze čelit tvorbě divokých smršťovacích trhlin. Smršťovací spáry se po odeznění větší části smrštění vyplní tuhým tmelem (ČSN 74 4505, čl. 6.2.9).

vyhovující předepsaným požadavkům, tedy testovanou pro třídu OS 11a a OS 11b podle *DAfStb Richtlinie 2005*. V 1.PP částí A a B byla sice provedena jakási tenká, relativně křehká stěrka, která mohla nanejvýš omezit nebo dočasně zakrýt smršťovací trhliny betonové desky, nikoliv vytvořit trvale nepropustnou vodotěsnou membránu. Na čí popud a jakým způsobem měla být tato stěrka vytvořena není znalci známo.

V části parkoviště „D“, které sice není předmětem posudku, byla patrně provedena podle projektu PU vodotěsná vrstva, která zřejmě, spolu s dalšími ochrannými prvky podlahy trvalou vodonepropustnost zajistila.⁴

Z á v ě r

Z celého objektu garáží je tedy nezbytné k zabránění průsaku rekonstruovat pouze 1.PP v částech A a B provedením podlahoviny, vyhovují platným předpisům, jak uvedeno shora. V ostatních částech 2.PP A,B a 1.PP C,E,F,G1,G2 stačí provést pouze běžnou údržbu obnovením epoxidového nátěru na řádně připravený podklad, jak je u této podlahovinové úpravy vždy po několika letech běžné. I když taková úprava (nátěrem) nevyloučí opětné objevení některých trhlin, celkový stav se výraznělepší. V celém objektu by ale měly být provedeny řádné dilatační spáry.

Richard A. Bareš

⁴ Což bylo zajisté důvodem, proč nedocházelo ke stížnostem na pronikání vlhkosti stropem a proč by posudek pro tuto část byl nadbytečný.