

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)

# **Znalecký posudek o stavu povrchové úpravy podlah patrových garáží ..., Praha 4**

Čj.251/11

10.3.2011

Dne 8.2.2011 požádal pan ..., místopředseda představenstva firmy ...a.s. znalce o podání posudku stavu povrchové úpravy podlah patrových garáží bytového domu ... a příčin jejich poruch. Dne 10.2.2011 zaslal Ing ...znalci některé podklady ke stavbě. Dne 23.2.2011 znalec za přítomnosti Ing. ... provedl prohlídku předmětného objektu a odebral několik vzorků povrchové úpravy podlah. Při této příležitosti převzal znalec kopii „Technické zprávy ke konstrukční části projektu – spodní stavby“

a torzo výkresů tvaru a výztuže (výkres K 0187, K 0181b, K 0283 a K 0101) vypracované firmou Statika – Jihočeská stavebně konstrukční kancelář s.r.o. České Budějovice.

## P o d k l a d y

- Technická zpráva ke konstrukční části projektu-spodní stavba (Statika, JSKK s.r.o. Č. Budějovice)
- Výkresy K 0187, K 0181b, K 0283 a K 0101 (Statika, JSKK s.r.o. Č. Budějovice)
- Typové řešení úprav AST Systems (Průmyslové podlahy Plaček, a.s.Rožnov pod Radhoštěm)
- Aplikační doporučení podlahovin AST (Průmyslové podlahy Plaček, a.s.Rožnov pod Radhoštěm)
- Způsob aplikace polyuretanů a epoxidů (EP) (Průmyslové podlahy Plaček, a.s.Rožnov pod Radhoštěm)
- Zkušební protokol čj. 412500841 Institutu pro testování a certifikaci Zlín pro systém „penetrace AST 105 EP + křemičitý písek + tmel AST 302“ a systém „penetrace AST 100+ tmel AST 302“ z 23.11.2007
- Technický list „Impregnační nátěr AST 100“ (Průmyslové podlahy Plaček, a.s.Rožnov pod Radhoštěm)
- Návrh technologie pro transparentní nátěr garáží BD Budějovická, Praha 4, od Průmyslové podlahy Plaček, a.s.Rožnov pod Radhoštěm na firmu Radek Vacula , Velehrad , bez data
- Výpis projektu pro skladby podlah (P 10 a P 11 nátěr odolný ropným produktům a pronikání vlhkosti, např. AST 100 PUR pryskyřice)
- „Výsledky zkoušek stanovení soudržnosti povrchové úpravy s podkladem na podlahách v suterénních garážích BD ..., Praha 4“ od firmy Betonconsult, s.r.o., Praha 4 ze 30.10.2009 se třemi protokoly o výsledku zkoušek
- Vyjádření k reklamním nátěrům podlah na akci BD ... od firmy Radek Vacula na pana Bartáčka (Hochtief), bez data
- Vyjádření ke stavu podlahového systému garáží bytového domu ..., Praha 4 od Průmyslové podlahy Plaček, a.s.Rožnov pod Radhoštěm adresované témuž z 24.3.2010
- Písemné informace o stavbě od Ing. ... z 8. a 10. 2.2011
- 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 13892-8 Zkušební metody potěrových materiálů – Část 8: Stanovení přídržnosti
- ČSN EN ISO 4624 Nátěrové hmoty – Odrhová zkouška přilnavosti
- ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba, shoda
- ČSN EN 1542 Výrobky a systémy pro ochranu a opravy betonových konstrukcí – Zkušební metody – Stanovení soudržnosti odtrhovou zkouškou
- ČSN EN ISO 2409 Nátěrové hmoty – Mřížková metoda
- ČSN EN ISO 6272-1 Nátěrové hmoty – Zkoušky rychlou deformací (odolnost proti úderu)- Část 1: Zkouška padajícím závažím, velká plocha úderníku
- ČSN EN ISO 6272-2 Nátěrové hmoty – Zkoušky rychlou deformací (odolnost proti úderu)- Část 2: Zkouška padajícím závažím, malá plocha úderníku
- ČSN EN ISO 16276-1 Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy- Hodnocení a kritéria přijetí, adheze, koheze (odtrhová pevnost) povlaku-Část 1: Odrhová zkouška
- ČSN EN ISO 16276-2 Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy- Hodnocení a kritéria přijetí, adheze, koheze (odtrhová pevnost) povlaku-Část 2: Mřížková zkouška a křížový řez
- CSN-EN 1992-1-1 eurokód 2 Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1 Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

## N á l e z

Předmětný bytový dům pro investora ....a.s. zajišťovala na základě projektu firmy KMS Architects, s.r.o. Praha ve funkci generálního dodavatele firma .... a.s.Praha, pro nějž betonové konstrukce prováděla firma ....., a.s. Praha podle konstrukční části projektu, zpracovaného firmou Statika, Jihočeská stavebně-konstrukční kancelář s.r.o. České Budějovice. Základová deska, založená na pilotách, je navržena spolu s obvodovými stěnami v tloušťce 350 mm bez hydroizolace jako tzv. bílá vana z vodostavebného betonu C25/30 XC3 XF2 s maximálním průsakem vody do 60mm. Krycí vrstva byla navržena z vnější strany 50 mm, z vnitřní strany 25 mm. Z přesně stejného betonu byla navržena stropní deska nad 2.PP, pouze s tloušťkou 250 mm a krycími vrstvami při spodním povrchu 20 mm a při horním povrchu 25 mm. Ani základová deska, ani stropní deska nad 2. PP není dilatována, pro její provedení jsou ale předepsány pracovní úseky s pracovními spárami, jejichž vodotěsnost má být zajištěna bentonitovými expanzními pásy. Větší část plochy 2. PP a 1. PP má sloužit pro garážová stání vozidel obyvatel domu. Projekt statiky předpokládá, že povrch strojně hlazených desek v obou podlažích bude po případném vystěrkování (bez bližších údajů) a provedení blíže nespecifikovaného nátěru přímo pojížděný<sup>1</sup>.

Stavební projekt ve výpisu podlah pod pol. P9 a P10 předepisuje „*broušený povrch betonu + nátěr (odolný ropným produktům a pronikání vlhkosti-např. AST 100 PUR pryskyřice)*“<sup>2</sup>.

Armovací ani šalovací plány neobsahují žádný předpis pro provedení smršťovacích spár. Generální dodavatel zadal provedení povrchové úpravy podlah firmě .... – Malířské a natěračské práce, Velehrad, která se domnívala, že je striktně předepsán impregnační nátěr (penetrace) materiálem AST 100 a nechala si použití tohoto materiálu na předmětnou stavbu výrobcem materiálu odsouhlasit. Ten ve svém „*Návrhu technologie pro transparentní nátěr garáží*“ doporučil dvojnásobný nátěr hmotou AST 100 v celkovém množství 0,45 kg/m<sup>2</sup> s tím, že tryskání povrchu před nánosem nátěru nebude provedeno a povrch bude upraven pouze broušením servo- bruskou.

Tzv. „*Impregnační nátěr AST 100*“ je podle technického listu výrobce „*jednosložková, mechanicky a chemicky odolná, transparentní penetrace na polyuretanové bázi, obsahující*

---

<sup>1</sup> V přehledu použitých norem, uvedených v technické zprávě konstrukční části projektu nejsou uvedeny normy ČSN EN 1992-1-1, ČSN P ENV 13670-1, ČSN 744505 a ČSN 73 6058 důležité ve vztahu k hromadným garážím a zřejmě ani nejsou respektovány.

<sup>2</sup> Mimochodem stavební projekt předpokládal, jak vyplývá z popisu podlahy P10, ochranu objektu řádnou hydroizolací

*rozpouštědla (obsah sušiny 70%) a vytvrzující vzdušnou vlhkostí“*. Podle technického listu je určen **pro protiprašné impregnační zpevňující nátěry betonových podlah** s výbornou odolností proti otěru a zředěným kyselinám a louhům. Podle technické dokumentace pro systémy AST, kapitola 1.2 Typové řešení úprav AST Systems, je *Typ 1 -Bezprašná úprava tl. 0,2 mm určena pro různé prostory s lehkým zatížením, tzn. příruční sklady, technické schodiště a místnosti bez barevného rozlišení. Pro hromadné garáže v bytových domech je určen typ II- Dvouvrstvá stěrková úprava, tl. 2 mm*. Stejně i v kap. 1.3 Aplikační doporučení není typ 1 označen jako vhodný pro garáže. Namísto průkazu shody k navrženému a použitému systému byl firmou .... a.s. předložen Zkušební protokol č. 412500841 Institutu pro testování a certifikaci a.s. Zlín pro zcela jiný systém povrchové úpravy.

Po objevení poruch nátěrů (údajně brzo po zhotovení), projevujících se odlupováním nátěrové folie od betonového podkladu, byla v říjnu 2009 požádána firma Betonconsult s.r.o. , Praha, o posouzení soudržnosti povrchové úpravy s podkladem. Ta provedla posouzení soudržnosti odtrhovou zkouškou pomocí čtvercových terčů přilepených k povrchu podlahy na 11 neexponovaných místech. Výsledkem těchto testů bylo podle firmy Betonconsult, že *„lze provedené povrchové úpravy charakterizovat z hlediska soudržnosti s podkladem jako zcela vyhovující“* (s hodnotami vysoko nad údajně požadovanou hodnotou 1,5 MPa).

Při prohlídce prostor garáží znalec konstatoval, že

- na řadě míst, zejména ve více zatěžovaných částech plochy pojezdem aut, dochází k **samovolnému** oddělování povrchové úpravy od betonového podkladu a vytváření výdutí- soudržnost povrchové úpravy k podkladu je nulová
- z těchto míst lze zcela bez odporu stáhnout folii povrchové úpravy s tloušťkou kolem 0,1 mm a ve stahování folie bez námahy pokračovat i ze sousedních míst, které nebyly viditelně odděleny – soudržnost povrchové úpravy k podkladu je nulová
- po vytvoření vrypu do povrchové úpravy na jakémkoli jiném místě lze zahájit stahování povrchové úpravy od podkladu bez větší námahy- soudržnost povrchové úpravy k podkladu je zanedbatelná
- po odstranění povrchové úpravy, která měla být **penetrací podkladu**, je zřejmé, že nebyla z povrchu betonu odstraněna před nanášením penetračního roztoku povrchová vrstvička lehkých podílů cementu a plniva, vlastní struktura betonu nebyla obnažena a k penetraci

nedošlo<sup>3</sup>. Namísto toho se vytvořil na povrchu neošetřeného a předchozí úpravou (strojním hlazením) „utaženého“ betonu souvislý tenký film s minimální nebo nulovou adhezí k povrchové vrstvičce podkladu<sup>4</sup>.

- transparentnost povrchové úpravy umožňuje v betonové desce jednak sledovat divoké smršťovací trhliny, zacelené jakousi těsnící hmotou (a současně tím potvrdit, že nebyly provedeny smršťovací spáry), jednak rozeznat pokusy zhotovitele nátěru o přebroušení povrchu betonu a odstranění nerovností malými, zřejmě nikoliv diamantovými kotouči a také různá znečištění betonu
- jak odhalený povrch betonu pod odloupanou povrchovou úpravou, tak povrch viditelný pod transparentní povrchovou úpravou svědčí o tom, že strojním hlazením ztuhlá povrchová vrstva betonu nebyla před nanášením povrchové úpravy odstraněna ani otryskáním, ani případně obroušením diamantem, a zabránila impregnaci zdravého betonu penetračním roztokem.
- na řadě míst půdorysu jsou již ve dlouhých pásech šířky 20 – 30 cm provedeny opravy jiným systémem povrchové úpravy k zabránění průniku vody stropem do 2. PP
- odtrhové zkoušky byly prováděny na místech málo exponovaných (např. těsně u sloupu) nebo v částech, kde nedošlo ke strojnímu hlazení betonu.

Firma ....., která povrchové úpravy prováděla, ve vyjádření k reklamaci poruch podlah své zavinění odmítá a poruchy přičítá zjištěným dlouhým vrypům v podlaze, kterými údajně vniká pod povrchovou úpravu voda a způsobuje loupání. Pohříchu prohlídkou bylo zjištěno, že v místech vrypů (které jsou mimo hlavní provozní plochy) zatím zřejmé poruchy popsaného typu nevznikly. Podobné vyjádření, opřené také o výsledky odtrhových zkoušek, provedených firmou Betonconsult s.r.o. (nikoliv akreditovanou zkušební laboratoří) zaslala i firma ..... a.s. jako výrobce použité hmoty pro povrchovou úpravu.

---

<sup>3</sup> Podle ČSN EN 13 318 je definována impregnace (penetrace) jako „ošetření podkladu nebo potěru nanesením tekutých prostředků, které vniknou do pórů, aniž by vytvořily souvislou povrchovou vrstvu“. Rovněž norma ČSN EN 1504-2 definuje impregnaci jako „úpravu betonu za účelem snížení jeho povrchové porózy a zpevnění povrchu, Póry a kapiláry jsou částečně nebo úplně zaplněny. Touto úpravou se na povrchu betonu zpravidla vytvoří přerušovaný, tenký film o tloušťce 10 – 100 μm“. Naproti tomu nátěr je definován jako „úprava, vytvářející souvislou ochrannou vrstvu na povrchu betonu“. Tytéž definice lze nalézt v normě ČSN EN 1504-1 či v ČSN EN 1504 - 10

<sup>4</sup> Ostatně je dobře známo, že tato povrchová vrstvička sama má minimální pevnost a nepatrnou soudržnost ke zdravému betonu.

# Posudek

## Projekt

Stavební projekt navrhl k úpravě povrchu betonových desek parkovacích stání pouze impregnační nátěr, **například** hmotou AST 100. Ten samozřejmě nemůže trvale zabránit průniku vody odkapávající ze zaparkovaných aut, v zimním období vody s chloridy, k betonu a jeho poškozování, ani průniku vody obohacené vápníkovými ionty deskou (trhlinami v desce) s následným poškozováním laku aut, stojících ve 2.PP

Stávající předpisy (normy) ukládají ale především projektantovi konstrukční části (statikovi) řadu povinností, které zdá se nebyly naplněny. Projekt železobetonových konstrukcí neobsahuje žádná opatření k omezení vlivu smrštění a z toho plynoucích případných poruch (trhlin), ani k zabránění průsaku vody deskou po vzniku poruch<sup>5</sup>. Znalci není známo, jakým postupem probíhalo provádění stavby ve skutečnosti, zejména byl-li dodržen předpis projektanta na rozdělení plochy do pracovních úseků a na úpravu pracovní spáry. Do výpočtu nebyl patrně 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, s krycí vrstvou výztuže u horního povrchu desky 45mm a pro beton 35/45<sup>6</sup>**

## 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<sup>0</sup>C, což má význam zejména u masivnějších konstrukcí),

<sup>5</sup> 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).

<sup>6</sup> Jak ukládá Tab. 4.4 N ČSN-EN 1992-1-1 pro třídu konstrukce S4 a pro stupeň vlivu prostředí XD 3 – **betonové plochy parkovišť**, pokud není výslovně zajištěna trvalá ochrana betonu **hydroizolační vrstvou**.

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 parametrizovány<sup>7</sup>, 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<sup>8</sup>.

Jak již uvedeno, dosavadní normová úprava přenáší hlavní odpovědnost i za opatření, bránící vzniku poruch vyvolaných smrštěním, na projektanty - statiky. Pro formulaci požadavku projektanta na výrobce (dodavatele) betonu co do velikosti smrštění (podle ČSN EN 206-1, čl. 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<sup>9</sup>.

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

---

<sup>7</sup> 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 odrážející 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 static, 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.

<sup>8</sup> Nelze se pak divit, že negativní vliv objemových změn na funkčnost betonových, zejména podlahových konstrukcí se stává častým problémem v praktických realizacích.

<sup>9</sup> 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.



podlahovina měla být vždy automaticky, za každých okolností, hydroizolační membránou<sup>10</sup>), měla by podlahová deska být navržena vždy pro stupeň XD 3<sup>11</sup> na mezní šířku trhlin 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).

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 trhlin nepřestoupila 0,15 mm<sup>12</sup>.

**Žádný podklad nenasvědčuje tomu, že by uvedené úkony požadované od projektanta byly splněny, tj. dohoda s dodavatelem betonu, specifikace podlahoviny jako hydroizolační membrány, návrh konstrukce na stupeň vlivu prostředí XD 3.**

## **Smršťovací spáry**

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 řešení smršťovacích spár, tj. zda ponechat spáru nevyplněnou, či jak, čím a kdy ji vyplnit<sup>13</sup>. Návrh podlahy by měl také obsahovat požadavek, aby, pokud je to možné, byla nosná betonová deska

---

<sup>10</sup> **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 a XC1) 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.

<sup>11</sup> Podle ČSN-EN 1992-1-1 je stupeň vlivu prostředí XD3 určen pro prostředí, kde koroze je vyvolána chloridy a kde je střídavě suché a mokré prostředí (např. betonové povrchy parkovišť).

<sup>12</sup> Stará pravda učí, že investovat do prevence se vždy vyplatí.

<sup>13</sup> 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, 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.

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 8 mm. Zároveň veškeré prostupy podlahovou konstrukcí musí být provedeny tak, aby byla umožněna volná dilatace podlahové desky. Tyto úpravy jsou spolu s patřičným vyztužením betonové desky hlavním konstrukčním opatřením, bránícím vzniku nežádoucích smršťovacích poruch. To platí zejména u takové konstrukce, jako jsou předmětné desky o značných půdorysných rozměrech a tloušťce 25 cm či 35 cm, vetknuté po obvodě do železobetonových stěn. Samozřejmě největší problém vzniká v okolí nejtuzších 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. Smršťovací spáry nebyly provedeny, ani nebyla projektantem navržena doplňková šikmá výztuž nad potencionálními trhlinami. Na druhé straně projektant správně předepsal oblast pracovních spár i jejich úpravu a rovněž přídatnou výztuž na protlačení.**

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

## **Ke zjištěnému stavu**

### **Podlaha 1.PP**

Znalec nezkoumal, zda statický výpočet a výztuž desky nad 2.PP je bezchybná, nicméně z pečlivého provedení torza výkresů výztuže, které měl k dispozici, stejně jako z charakteru a půdorysného rozmístění trhlin lze usoudit, že nejde o poruchy statické, ale výhradně o poruchy smršťovací, případně teplotní.

**Lze mít za prokázané, že příčinou vzniku trhlin v ploše desky nad 2. PP je smrštění při tuhnutí a tvrdnutí betonu při současném zanedbání téměř všech opatření, které velikost**

**smrštění a jeho případné negativní účinky na konstrukci mohou odstranit, nebo alespoň omezit.**

Další pohyby ve vzniklých smršťovacích trhlinách, které z důvodů dříve zmíněných (nedostatečná předúprava podkladu) nebyly zaplněny použitým penetračním médiem (a tedy již v rané fázi „zmonolitněny“), mohou mít na svědomí především účinky teploty. Ty v zimním období způsobí rozšíření trhlin a tím i snadnější průnik vody deskou. Proto také dochází v průběhu času k novému objevování trhlin a následným průsakům. V obou garážových podlažích byla použita povrchová úprava betonu (který nebyl navržen a proveden pro stupeň prostředí XD 3 na mezní šířku trhlin maximálně 0,15 mm), zabezpečující ve shodě s údaji výrobce pouze bezprašnost povrchu a snad zvýšení povrchové mechanické odolnosti.

Chybou projektanta stavební části bylo takovou úpravu doporučovat, chybou statika bylo, že pro jím zvolený stupeň prostředí XC3 XF2 nevyžadoval patřičnou hydroizolační podlahovinu (membránu, spolehlivě překlenující statické i dynamické trhliny), chybou výrobce materiálu pro povrchovou úpravu bylo doporučení pouze bezprašné úpravy (v protikladu k vlastním písemným technickým materiálům) a chybou dodavatele podlahoviny bylo provedení penetrace na nedostatečně upravený (tryskáním) povrch betonu.<sup>14</sup>

Pokus obhájit vhodnost provedené povrchové úpravy průkazem vysoké přidržnosti vytvořené tenké folie z penetračního prostředku na zcela neupravený podklad je irelevantní, zvláště pokud takový pokus měl být opřen o výsledky odtrhové zkoušky. Odtrhovou zkouškou by bylo možno hodnotit nanejvýš tahovou pevnost impregnovaného betonu s použitím předpisu ČSN EN 1542 (což umožňuje Příloha A.9.2 normy ČSN EN 1504-10 - kruhové terče průměru 50mm, vývrt do hloubky min. 15 mm). Přílnavost povrchové úpravy (v terminologii normy „potěru“) odtrhovou zkouškou lze hodnotit teprve od tloušťky potěru větší než 0,5 mm (odst. 35 této přílohy). Hodnocení přílnavosti nátěrového filmu o tloušťce 0,1 mm, který vznikl ve skutečnosti aplikací penetrační hmoty na neupravený podklad, není v žádném případě, a podle žádného předpisu možné odtrhovou zkouškou a má proto marginální hodnotu. V takovýchto případech tenkého nátěrového filmu lze přílnavost hodnotit buď zkouškou rychlým úderem (padajícím závažím) podle ČSN EN ISO 6272-1a 2, nebo mřížkovou zkouškou podle ČSN EN ISO 2409, příp. zkouškou křížovým

---

<sup>14</sup> 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, je taková úprava zcela nezbytná, pokud se počítá s jakoukoli následnou povrchovou úpravou.

řezem podle ČSN EN ISO16 276 – 2. Hodnotit přilnavost penetrace (tedy zaplnění povrchových pórů a kapilár) nelze však žádnou přímou zkouškou či metodou.

## Z á v ě r

1. Základová a stropní deska garážových stání postrádá předepsaná opatření podle platných norem k zajištění trvalé použitelnosti z hlediska trhlin. Pro beton nebyla zvolena předepsaná kvalita, nebyly aplikovány smršťovací spáry, nebyla aplikována přídatná výztuž v místech předpokládaných koncentrací smršťovacích napětí, povrch nebyl opatřen hydroizolační membránou dostatečné tloušťky a tažnosti
2. Použitá povrchová úprava dvojnásobným penetračním nátěrem je nedostatečným ochranným prostředkem betonu, který není navržen a proveden podle norem pro garážová stání
3. Použitá povrchová úprava nesplnila ani zamýšlený účel, totiž penetraci povrchu betonu, v důsledku neupravení podkladu k obnažení struktury betonu a místo toho vytvořila na neodstraněné povrchové vrstvě betonu tenký film o tloušťce cca 0,1 mm, s minimální přilnavostí k tomuto povrchu.
4. Po odloupení uvedeného tenkého filmu dochází k jeho zborcení (zkroucení, rolování) svědčící o nevyrovnané vnitřní napjatosti filmu (nerovnoměrné odpaření ředidel, nerovnoměrné vytvrzování vzdušnou vlhkostí), podporující oddělování filmu od betonu
5. Trvalou nápravou současného stavu může být pouze odstranění současné povrchové úpravy, otevření struktury betonu otryskáním a provedení hydroizolační membrány dostatečné tloušťky (min. 2 mm), schopné přenášet statické trhliny do 0,4 mm a dynamické trhliny do 0,2mm. Bez takové úpravy je nutno počítat s tím, že odloupávání vytvořené folie bude postupně pokračovat, nejvíce a nejdříve na místech s pojezdech aut (na dopravních cestách) a že se budou časem objevovat (otevírat) další trhliny, propouštějící vodu do a skrz konstrukci desek.

