

Assoc.Prof Ing.Dr.Richard A.BAREŠ,DrSc.
dr.h.c. (MIT/USA)
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. 266/14
Ohrobec, 16.2.2014

Znalecký posudek o stavu podlah v garážích objektuPraha

Dne 10.12.2013 požádal nejprve telefonicky Ing. Petr ----Sale Manager, z firmy....., Praha, a později objednávkou JLL/KH/14001ze dne 8.1.2014 o podání znaleckého posudku o současném stavu podlah garáží v objektuPraha 4,II 1718/10 v souvislosti s vedeným reklamačním řízením.

Prohlídku objektu provedl znalec ve dnech 4., 12. a 20. 12.2013 a 17. 1.2014, při nichž byl odebrán vzorek podlahoviny ke zkoušce tažnosti (ve stání 481), byly provedeny vývrty jednak na dvou místech s krakelovacími trhlinami v povrchu podlahoviny(u stání 511 a 443), jednak v místě průběžné trhliny (v komunikaci u stání 511) a konečně byly provedeny dvě odtrhové zkoušky (ve stání 481 a v komunikaci vedle stání 481), vše ve druhém podzemním podlaží části „A“ garáží.

P o d k l a d y

- Technická zpráva (květen 2008) firmyArchitektonicko-stavební části dokumentace skutečného provedení „Zástavba stavebního pozemku na Kavčích Horách , v Praze 4“, kapitola..... „Polymermaltové podlahoviny“
- Část 5 projektu- Úpravy povrchů, kap.....– „Podlaha nátěrová“

- Technická zpráva 3. podzemního podlaží, část C.1.2.2. Statické řešení-železobetonové konstrukce, dokumentace pro provedení stavby, str. 4 – 8, Praha 2006
- Ochranné podlahové systémy garáží a parkovacích domů, část „Construction, SIKA CZ, Praha (podle www.sika.cz 2013)
- Část projektu - 4.podzemní podlaží, výkres 096 B
- Část projektu - řez E-E, výkres 205
- Reklamační protokol CA IMMO Praha, s.r.o. vůči dodavateli stavby HOCHTIEF Development Czech Republic s.r.o. č. ECH 005-Z01 ze 30.9.2013 včetně rozsáhlé fotodokumentace zjištěných vad
- Reklamační protokol CA IMMO Praha, s.r.o. vůči dodavateli stavby HOCHTIEF Development Czech Republic s.r.o. č. ECH 005-Z02 ze 30.9.2013 včetně rozsáhlé fotodokumentace zjištěných vad
- Vlastní fotografie odběrů vzorků podlahoviny 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 (do1.10.2011)

N á l e z

Hromadné garáže jsou umístěny ve čtyřech podzemních podlažích pod objektem jako celku, čítající několik nadzemních samostatných budov. Jedná se o železobetonový skelet deskového systému, s deskami zesílenými nad sloupy, rozdělený do osmi dilatačních částí. Základová deska, spojená s obvodovými stěnami, je uložena částečně na pilotách. Vodotěsná izolace proti pronikání vlhkosti od spodu ze zeminy není provedena. K hydroizolačnímu utěsnění má sloužit tzv. bílá vana s tloušťkou obvodových stěn 250, 270 mm, resp. 400 mm a tloušťkou základové desky 500,700 resp. 800 mm, obojí z betonu třídy C30/37-XA2, tedy vodostavebného betonu. Plošná celistvost stropních desek je přerušena některými vnitřními stěnami a komunikačními jádry.

Popis úpravy povrchů se v různých projekčních materiálech liší:

- v technické zprávě stavebního projektu se v kap. 3.2.4.5. uvádí : *Epoxidové stěrkové podlahoviny s křemenným plnivem tvoří podlahu parkovacích stání, skladů, technologických místností a chodeb v podzemních patrech.*
- v technické zprávě statického řešení v kap. 7.2 je jednoznačně uvedeno: *Stropy nejsou navrženy jako vodotěsné. Zajištění jejich vodotěsnosti by vyžadovalo poměrně nákladná technologická opatření a vedlo by to k výraznému zvýšení zabudované výztuže. Vodonepropustnosti stropní desky bude dosaženo následnou aplikací polyuretanové stěrky a systémovým řešením uzavření dilatačních spar (např. profily Migua).*
- ve výpisu úpravy povrchů se uvádí v pol. D5 Podlaha nátěrová :
 - sklady, chodby, technické místnosti v 1.PP, kde není nulová podlaha, bezspárá epoxi stěrka do 2 mm, (Sikafloor)
 - strojovna VZT, bezspárá epoxi stěrka - do 2 mm, (Sikafloor)
 - strojovna ,bezspárá epoxi stěrka - do 2 mm, (Sikafloor)
 - nátěr na bílé vaně ,bezspárá epoxi stěrka - do 2mm,(Sikafloor)
 - garáže, syntetická bezspárá protiskluzová stěrka - PU (2-3 mm), (SikaCarDeck –PU)
 - sklady, chodby v PP, technické místnosti bezspárá epoxi stěrka - do 2 mm, (Sikafloor)
 - rozvodny NN, UPS, rozvaděče v PP syntetická bezspárá antistatická protiskluzová stěrka do 2 mm,(Sika SF262 AS)
 - nádrž sprinklerů finální hydroizolační nátěr na beton,(Sika)
 - rampy v garážích, syntetická bezspárá protiskluzová stěrka-PU(2-3mm),(SikaCarDeck–PU.)

Ve všech těchto případech je předepsána, jako předchozí úprava pro nátěrové systémy, „hlazený konstrukční beton“.

Generálním dodavatelem stavby byla firmaCZ, jejím subdodavatelem podlahovin v garážích a přidružených technických prostorách – podle údaje zástupce investora – jakási firma CSI, v současné době nezapsaná pro daný obor (podlahářství) v obchodním ani živnostenském registru, tedy již neexistující¹. Nebylo zjištěno, jak bylo formulováno hlavním dodavatelem zadání zakázky dodavateli podlahovin, ani jak bylo zadání kontrolováno a převzato.

FirmouCZ a.s. byl proveden audit stavu podlah pro případné reklamační řízení s dodavatelem stavby. Reklamační protokoly z 30.9.2013 pak obsahují řadu fotografií různých typických vad podlahoviny, z tohoto auditu převzatých. Nejde přitom o jejich kompletní výčet, ale o spíše o ukázání typů vad jako příkladů². Reklamační protokoly (respektive příložená fotografická dokumentace) ale vůbec nezahrnují část označenou „B“ garáží.

Prohlídkou na místě bylo zjištěno, že povrchy podlah v prvním až třetím podzemním podlaží garáží jsou upraveny jakousi, zdá se polyuretanovou stěrkou (o skutečném druhu podlahoviny nebyly předloženy zadavatelem posudku relevantní doklady) o velmi malé tloušťce, v průměru 2,05 mm (z 29 měření), s minimální zjištěnou tloušťkou 0,97 mm a maximální zjištěnou tloušťkou 2,76 mm. Podlahovina je jednovrstvá, pouze s povrchovým nátěrem, bez vodonepropustné membrány; polyuretanové pojivo bylo buď předem smíšeno s plnivem nebo po nanesení neplněné vrstvy bohatě pohozeno pískem, nebo obojí

Podlahoviny jsou porušeny v jednotlivých podlažích v různém rozsahu jednak krakelovacími trhlinkami, jednak průběžnými trhlinami a konečně, zejména u styku se stěnami odutými, případně odloupanými oblastmi. Styky horizontálních ploch i šikmých (nájezdových) ploch s vertikálními stěnami nejsou nijak upraveny. Sokly jsou vytvořeny pouhým nátěrem stěn a na mnoha místech se odlupují. Lze nalézt místa, kde auty přinesená vlhkost v zimním období zatékala do spáry mezi podlahovinou a stěnou. Na některých nájezdech a v několika dalších místech, převážně v místech s menší tloušťkou podlahoviny (méně než 1,5 mm), je podlahovina odloupaná od podkladu a ve velkých plochách rozpraskaná (obr.1).

¹ V obchodním rejstříku lze sice nalézt několik podivných firem s tímto označením buď v konkurzu nebo v likvidaci, se zapsaným majitelem na Kypru, případně na Slovensku (v tomto případě předsedou představenstva a majitel s vkladem 2 mil. osoba ve stáří dva měsíce po dovršení plnoletosti), ale s jinou zapsanou činností.

² To ostatně znalci na jeho přímý dotaz také potvrdil Ing.Jan Jurčíček z firmy ARCADTS CZ a.s., který zpracovával stavební část auditu

Místa označená na zmíněných fotografiích reklamačního protokolu znalec prohlédl a shledal oprávněnost výskytu poruch; nicméně, jak již řečeno, obdobné poruchy lze nalézt na řadě dalších míst, v reklamačních protokolech nedokumentovaných.

Minimum uvedených poruch bylo zjištěno v 1.PP, druhé a třetí podzemní podlaží je poruchami zasaženo nejvíce. Ve čtvrtém podzemním podlaží (kde byl aplikován jiný typ podlahoviny než v ostatních třech podzemních podlažích) se, kromě průběžných trhlin, vyskytují v omezených oblastech estetické poruchy, spočívající v lepivosti povrchu podlahoviny a nemožnosti řádného čištění.

Výskyt shluků krakelovacích trhlinek lze sledovat po celé ploše garáží, zejména ve 2 a 3. podlaží, někde častěji, někde řidčeji, v průměru ve vzdálenosti 3 až 5 m. Některé z těchto krakelovacích trhlinek zdá se pronikají celou tloušťkou podlahoviny (obr. 2,3), neprobíhají ale viditelně do betonu. Soudržnost s betonovým podkladem je v těchto místech snížena.

Průběžné trhliny v podlahovině, nebo alespoň některé z nich, prokazatelně sledují trhliny v podkladním betonu (obr. 4,5), které mají nejspíše³ na svědomí jednak hydratační smrštění a smrštění od vysychání betonu, ale patrně i nedostatečné vyztužení v kritických místech (např. v místech přerušení plošné souvislosti desek u instalačních jader či výtahových šachet apod., někdy i u sloupů či stěn). Určit ale s naprostou jistotou, zda za vznik průběžných trhlin v podlahovině odpovídají **vždy** trhliny v podkladu je (bez vybourání podlahoviny) nad lidské síly. Důvodem vzniku průběžných trhlin v podlahovině může být i nevhodná technologie provádění nebo nevhodný typ podlahoviny. Nicméně se lze oprávněně domnívat, že takové trhliny (např. jen v povrchové vrstvě podlahoviny, tedy v nátěru) mohou postupně „prorůst“ celou tloušťkou podlahoviny a je třeba je považovat v dlouhodobém horizontu za potenciální nebezpečí dalších poruch s důsledkem snížení trvanlivosti (životnosti) jak podlahoviny samé, tak též betonové stropní konstrukce. U některých trhlin lze sledovat zřetelné známky toho, že trhliny dilatují, jde tedy o dynamické trhliny. Tyto průběžné trhliny v podlahovině lze nalézt ve všech podlažích garáží. Některé jsou širší, až 1 mm, jiné tenké, sotva znatelné, vždy ale, dříve či později, mohou být propustné pro vodu. Lze vysledovat výrazné rozdíly ve výskytu trhlin v různých podlažích a též mezi částí „A“ a „B“ objektu. Značná nestejnorodost vlastností podlahoviny napříč celým objektem garáží je zcela zřejmá.

³ Samozřejmě by příčinou vzniku trhlin ve stropní desce mohlo být i chybné dimenzování. Statiku znalec neposuzoval.

Výskyt trhlin v podlahovině v jednotlivých podzemních podlažích je zdokumentován na schématech 6a,b (první a druhé PP), 7a,b (třetí PP) a 8a,b (čtvrté PP). Neznamená to, že jsou vyznačeny taxativně všechny poruchy, nicméně většina poruch, zejména v části „A“, nepochybně ano. Na schématech jsou vyznačeny průběžné trhliny zjištěné znalcem **červeně**; poruchy v prvním PP jsou zakresleny **zeleně** ve schématu pro druhé PP (znalec neměl k dispozici schéma 1.PP), **modře** pak jsou zakresleny poruchy, označené firmou ARCADTS CZ a.s.. Příznivé je, že v garážích, až na výjimky nejsou podlahoviny ani v okolí trhlin oduté, což svědčí o relativně dobré soudržnosti podlahovin s podkladem.

Ve čtvrtém podzemním podlaží garáží a v přilehlých (nepojížděných) prostorách všech podzemních podlaží měly být a také byly použity nátěrové epoxidové podlahoviny se vsypem v tloušťce do 2 mm (nikoliv polyuretanová stěrka), které mají minimální tažnost a nejsou schopné přenášet ani minimální pohyby případných trhlin v podkladu. Skutečně jsou zde tyto podlahoviny na řadě míst prasklé nad trhlínami v betonovém podkladu a v okolí prasklin jsou oduté. Příkladem může být ve 2.PP prostora chodby A02.616.

K informativnímu zjištění kvality (druhu) podlahoviny aplikované v 1. až 3. PP, zejména pak jejích přetvárných vlastností, (snad některého z typů SIKACarDeck podle výpisu podlah projektu), byly provedeny zkušebními COMTEST na odebraných vzorcích (obr. 9a) zkoušky tažnosti na sofistikovaném přístroji REOTEST (obr.9b). Při této zkoušce se sleduje chování podlahoviny nad postupně se otvírající trhlínou jednak na pracovním diagramu napětí – deformace, jednak se digitálně dokumentuje průběh přetváření podlahoviny v oblasti nad trhlínou v betonu, včetně okamžiku vzniku první trhliny v podlahovině, až k úplné destrukci.

Nejsou-li stropní železobetonové konstrukce navrženy jako vodotěsné, může vodonepropustnost stropu plně zajistit pouze vhodná vícevrstvá podlahovina, jejíž součástí je vodonepropustná polyuretanová membrána s vysokou tažností. Některé firmy, pokud stropní deska není nad míru porušena smršťovacími trhlínami a rozvíření trhlin je relativně nízké, vypouštějí vodonepropustnou membránu a podlahovinu vytváří pouze plněnou polyuretanovou vrstvou. Takové řešení může, pokud technologie provádění je přísně dodržena, v některých případech vodonepropustnost stropů do značné míry zajistit. Záleží přitom na tažnosti takové podlahoviny, jinými slovy na schopnosti překlenout dynamické trhliny ve stropní desce a to při obvyklých teplotách v nevytápěných garážích (v zimním období kolem 5⁰C). Ověření této schopnosti umožňuje zkouška v přístroji REOTEST. Aby

podlahovina přenesla za těchto teplotních podmínek bez porušení pohyb alespoň 0,2 mm v trhlině podkladu, musí být schopna přenést několikanásobně větší pohyb při laboratorní teplotě, minimálně 0,7-0,8mm. Příklad takovéto podlahoviny ukazuje obr. 10, kde k počátku porušování na povrchu vzorku při teplotě 25⁰C došlo teprve při šířce trhliny nad 0,7 mm, což odpovídá cca 0,15-0,2 mm při teplotě 5⁰ C.

Na obr. 11a,b,c jsou uvedeny výsledky zkoušek podlahoviny zkoumaného objektu: na rozdíl od shora uvedeného příkladu dobře provedené jednovrstvé polyuretanové podlahoviny došlo zde na prvním vzorku (obr.11a) k porušení nad trhlinou s šířkou cca 0,25 mm, na druhém vzorku nad trhlinou širokou cca 0,35 mm při teplotě 26,8⁰C, tedy pro teplotu 5⁰C by došlo k porušení již při pohybu trhliny v podkladu o několik setin mm.

Tyto zkoušky nezpochybnitelně prokázaly, že použitá podlahovina, minimálně ve druhém a třetím podlaží garáží, neodpovídá požadavkům na ni kladeným co do schopnosti bezporuchového překlenutí dynamických trhlin v betonovém podkladu a tím zajištění trvalé vodonepropustnosti. Zjištěné hodnoty tažnosti použité podlahoviny jsou řádově nižší proti potřebné hodnotě. Zkoušky prokázaly, že k porušení povrchové vrstvy (nátěru) dochází již při přetvoření řádu promile.

Odrhové zkoušky provedené na náhodně zvolených místech (obr. 12,13) ukázaly, že přídržnost podlahoviny k podkladu, s výhradou omezených míst narušených krakelovacími trhlínami, je dobrá, převyšující minimální požadovanou hodnotu (1,5 MPa).

Projektem nebylo určeno, který ze systémů polyuretanové podlahoviny SIKACarDeck měl být užit a jak již uvedeno jakékoli podklady o smluvních vztazích mezi hlavním dodavatelem a subdodavatelem podlahovin chybí.

Znalec nenalezl v projektu výkresy konstrukčních detailů, které by měly zabezpečit (kromě volby materiálového systému) hydroizolační funkci podlahoviny, ani zmínku o takových detailech. Lze proto předpokládat, že detaily nebyly zhotoveny a ani nebyl podán podrobný popis provádění podlahovin. Tomu nasvědčuje i skutečnost, že řada základních konstrukčních detailů nebyla provedena (např. tuhé, případně pohyblivé napojení na stěny a sokly) a teprve v nedávné době (podle informace investora) byly osazeny na objektové dilatace řádné pohyblivé dilatační profily.

P o s u d e k

Krakovací trhlinky mohou vznikat v podlahovině pouze vlivem nevhodného složení nebo chybné technologie provádění, obvykle v důsledku ředění podlahovinové směsi ředidly nebo dokonce rozpouštědly, kterým se se dosahuje příznivější zpracovatelnosti nebo prodloužení životnosti čerstvé směsi. Obojí je hrubá chyba. Na odebraných vzorcích s těmito trhlinkami lze též nalézt místa s nedostatečně rozmíšenou podlahovinovou směsí, případně se stopami znečištění betonu. Veškeré kapaliny, v zimním období prosycené posypovými solemi, mohou pronikat některými z těchto trhlinek k podkladnímu betonu, kde mohou narušovat chemicky jak jeho mechanické vlastnosti, tak zejména přídržnost podlahoviny k podkladu.

Projektem byla předepsána jako předchozí úprava pro nátěrové systémy (míněno podlahovinu) „hlazený konstrukční beton“. To je nevhodná úprava. Jedině povrch betonu řádně otryskaný⁴ a vysátý před penetrací jako základní vrstvou podlahoviny, může zajistit dokonalé spojení podlahoviny s betonem, což je základní podmínka spolehlivosti a životnosti polymerních tenkovrstvých systémů obecně. Nalezené hodnoty pevnosti v přídržnosti podlahoviny k betonu v místech nezasazených poruchami (např. krakelováním) 1,62 a 1,87 MPa svědčí o tom, že povrch betonu byl před montáží podlahoviny nějakým způsobem upraven (snad tryskán) a že byla

provedena penetrace povrchu. Zda ale byl beton skutečně v celé ploše řádně otryskán či nikoli lze jen těžko (bez stavebního deníku) soudit, nicméně odlupující se podlahovina na některých místech svědčí spíše o místním neotryskání nebo o jen ledabylém otryskání betonu, případně o znovuznečištění otryskaného betonu ještě před penetrací. Pozorovaná nesourodost úpravy povrchu betonu, ale i masivní výskyt poruch na některých místech a na druhé straně neporušená podlahovina na jiných místech, skutečně opravňuje k domněnce o nedbalosti či nekvalifikovanosti subdodavatele podlahoviny, ale i o nedostatečném dozoru.

Zkoušky odebraných vzorků podlahoviny na přístroji REOTEST nezpochybnitelně prokázaly, že použitá podlahovina, minimálně ve druhém a třetím podlaží garáží, neodpovídá

⁴ 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 povrchu betonů, vytvářených strojním hlazením, je taková úprava zcela nezbytná, pokud se počítá s jakoukoli následnou polymerní podlahovinou prováděnou na místě, a projektem měla být výslovně předepsána.

požadavkům, kladeným na podlahovinu, tj. schopnosti bezporuchového překlenutí dynamických trhlin v betonovém podkladu a tím trvalé zajištění vodonepropustnosti. Zjištěné hodnoty tažnosti použité podlahoviny jsou řádově nižší proti potřebné hodnotě. Zkoušky prokázaly, že k porušení povrchové vrstvy (nátěru) za teplot kolem 5⁰C by docházelo již při změně šířky trhliny o setiny mm.

Podle vyjádření zástupce vlastníka objektu prosakuje v zimním období voda vnesená vozidly do spodních podlaží a poškozují tam stojící vozidla odkapávající vodou, obohacenou vápennými výluhy. Průsaky umožňuje řada smršťovacích trhlin v konstrukční desce a dilatační pohyb v těchto trhlínách v důsledku běžného provozu pojíždějících vozidel a/nebo kolísáním teploty. Použitá podlahovina (nebo lépe řečeno její provedení) nebyla schopna tahová namáhání nad dynamickými trhlínami přenést, muselo dojít k jejímu popraskání v těchto místech a tím ke ztrátě její souvislosti se všemi následky: nedodržení předepsané trvalé vodotěsné ochrany betonové konstrukce, průniku auty vnesené vody do betonu a dále trhlínami do spodního podlaží.⁵ Značné rozdíly v hustotě poruch podlahoviny na různých místech a v různých podlažích naznačuje výraznou rozdílnost jejího složení (např. poměru pojiva a plniva), případně pečlivosti provedení.

Výskyt lepkavých oblastí epoxidových vrstev (ve čtvrtém podzemním podlaží garáží) má na svědomí většinou použití nevhodného tvrdidla, nebo nesprávného jeho množství v polymerním systému. K nápravě obvykle dojde aplikací epoxidového nátěru správného složení.

Předpisy pro hromadné garáže

Pro konstrukční a systémové uspořádání hromadných garáží ukládají stávající evropské i domácí předpisy (normy) především projektantovi konstrukční části (statikovi), ale nejen jemu, řadu povinností, které zdá se zde nebyly naplněny.⁶ Jde především o způsob ochrany konstrukčního betonu stropních desek a zabránění průniku kontaminovaných vod do spodních podlaží. Statik má dvě možnosti řešení: buď navrhnout betonovou konstrukci podle mezního stavu použitelnosti s povolenou šířkou trhlin do 0,1mm, s krycí vrstvou výztuže u horního

⁵ Injektování trhliny, kterou odkapává voda na parkující auta, nemá smysl. Tato individuální trhlina se sice zacelí, pronikající voda si ale nepochybně nalezne jinou cestu (jinou trhlínu), kterou z betonové desky odejde. A injektovat všechny trhliny v desce je nemožné.

⁶ 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).

povrchu desky 45 mm a pro beton 35/45⁷, anebo **výslovně** předepsat k zajištění trvalé ochrany betonové konstrukce hydroizolační vrstvou. Statik se v daném případě rozhodl pro druhou variantu, jak uvádí na straně 5 své technické zprávy: ***Stropy nejsou navrženy jako vodotěsné. Zajištění jejich vodotěsnosti by vyžadovalo poměrně nákladná technologická opatření a vedlo by to k výraznému zvýšení zabudované výztuže. Vodonepropustnosti stropní desky bude dosaženo následnou aplikací polyuretanové stěrky a systémovým řešením uzavření dilatačních spar (např. profily Migua).*** Provedená podlahovina postrádající vodotěsnou membránu jednoznačně nemůže plnit hydroizolační funkci, jak byla předpokládána projektem.

Je škoda, že projektant nevěnoval větší pozornost volbě a návrhu podlahovin, které by měly zajistit požadovanou hydroizolační funkci (a ponechal rozhodnutí o tom na dodavatelích), ani dalším konstrukčním opatřením zabezpečujícím, nebo podporujícím vodonepropustnost podlah.⁸ Vhodný podlahovinový systém musí splňovat schopnost překlenovat statické trhliny alespoň do 0,4 mm a snášet bez porušení opakovaný pohyb do 0,3 mm na dynamických trhlinách, a to při teplotách pod 5⁰C. Nepochybně musí být užit takový podlahovinový systém, který má potřebné schválení na základě provedených zkoušek, pro třídu překlenutí trhlin B 3.1 a B 3.2 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).⁹

Smrštění

Dosavadní normová úprava přenáší hlavní odpovědnost za opatření, bránící vzniku poruch, vyvolaných smrštěním, na projektanty konstrukční části (statiky). Statik konkrétní stavby se této problematice dosti rozsáhle věnoval v kapitole 9 (ošetřování betonu) a 10 (vznik trhlin)

⁷ Jak ukládá Tab. 4.4 N ČSN-EN 1992-1-1 pro třídu konstrukce S4 a pro stupeň vlivu prostředí XD 3 (pro prostředí, kde koroze je vyvolána chloridy a kde je střídavě suché a mokré prostředí) – např. taxativně uvedené **betonové plochy parkovišť**, pokud není **výslovně** zajištěna trvalá ochrana betonu **hydroizolační vrstvou**.

⁸ To ovšem podle stavebního zákona nezabývá povinnosti další složky stavebního procesu (hlavní dodavatel, subdodavatel, stavební dozor) takový nedostatek napravit.

⁹ Bohužel často se lze setkat v obchodních materiálech různých firem (i renomovaných) až se zázračnými hodnotami tažnosti. 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 nesouměřitelné; běžně se uvažuje v dynamické trhlíně pohyb do 0,3 mm (např. při šířce trhliny 0,1 až 0,4 mm), který lze sofistikovaným podlahovinovým systémem, obvykle vícevrstevným, ještě úspěšně překlenout.

své technické zprávy. Až na několik drobnějších nepřesností je jeho výklad o průběhu smrštění (hydratací, vysýcháním) správný¹⁰, bohužel nevyvodil z těchto úvah potřebné závěry pro vlastní konstrukční návrh.

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 stropních konstrukcí.¹¹ 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 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.

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

¹⁰ 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‰ vysýcháním, 3-4‰ hydratačním procesem); přitom hodnota objemové změny od smrštění dosahuje cca 3%, přičemž větší část této hodnoty se realizuje zvětšením objemu vnitřních pórů a vznikem mikroporuch vnitřní struktury. Velikost objemových změn při tuhnutí a tvrdnutí betonu závisí na celé řadě parametrů a důsledkem je vznik trhlin, jejichž šíře a případně velikost pohybu v nich se řídí konstrukčním uspořádáním a způsobem vyztužení.

¹¹ 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.

Norma 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 vysýchání.

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

jak, čím a kdy ji vyplnit¹². 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 patřičným vyztužením betonové desky hlavním konstrukčním opatřením, bránícím vzniku nežádoucích smršťovacích poruch. To platí zejména u takové konstrukce, jako je předmětná deska o značných půdorysných rozměrech a tloušťce 20 cm, vetknutá po obvodě do železobetonových stěn. Samozřejmě největší problém vzniká v okolí nejužších 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 zřejmě provedeny a smrštění způsobilo vznik divokých trhlin ve stropní desce. Rovněž nebyl projektantem určen způsob betonáže, ani zřejmě nebyla projektantem navržena doplňková šikmá výztuž v místech potenciálních trhlin.

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 trhlin minimalizoval.

Žádný podklad nenasvědčuje tomu, že by všechny úkony požadované od projektanta stavebním zákonem (§ 159/2) a příslušnými normami byly splněny, tj. dohoda s dodavatelem betonu, specifikace podlahoviny jako hydroizolační membrány, smršťovací spáry, postup

¹² 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 nepříliš poddajným tmelem (ČSN 74 4505, čl. 6.2.9).

betonáže atd. Žádný doklad přístupný znalci neukazuje ani na to, že by zhotovitel (zhotovitelé) na nesplněné úkony projektanta poukázal(i), ač to je od něj(nich) vyžadováno stavebním zákonem (§ 153/1, 153/3, §156/1, §160/2), nebože by požadavky na ně přímo kladené splnili.

Z á v ě r

1. **Podlaha garážových stání postrádá předepsaná opatření podle platných norem k zajištění trvalé použitelnosti. Pro zajištění vodonepropustnosti zvolil statik variantu ochrany betonových stropních konstrukcí hydroizolační vrstvou, kterou ale přesně nespecifikoval. Ve skutečnosti nebyla použita hydroizolační membrána dostatečné tloušťky a tažnosti (ve smyslu platných předpisů), ani nebyly provedeny ostatní potřebné konstrukční detaily s takovou úpravou související. Namísto toho byla aplikována jednovrstvá silně plněná polyuretanová stěrka.**
2. **Ze všech v posudku uvedených důvodů lze mít za prokázané, že příčinou vzniku většiny průběžných trhlin v podlahovině (často půdorysně šikmých) jsou trhliny ve stropní železobetonové desce vzniklé smrštěním 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 jak účinky teploty (ty v zimním období způsobí rozšíření trhlin a tím i snadnější průnik vody deskou), tak deformace od pojíždějících aut.**
3. **Použitá povrchová úprava (podlahovina) s relativně malou tažností nemůže bez porušení přenést napětí, vznikající nad dilatujícími trhlínami betonu, ani nemůže v místech malé tloušťky a/nebo krakelovacích trhlinek trvale přenést zatížení od pojíždění vozidel. Jak průběžné trhliny v podlahovině nad smršťovacími trhlínami betonu, tak krakelovací trhlinky, stejně jako absence těsnících konstrukčních úprav (např. sokly) jsou závadou, bránící dosažení trvalé vodonepropustnosti podlahy.**
4. **Lze očekávat v průběhu času další rozvoj poruch (trhlinkování a odlupování) i v místech, dosud viditelně nepoškozených, nejvíce na dopravních cestách**

5. Trvalou nápravou současného stavu může být pouze provedení vícevrstvé hydroizolační podlahoviny dostatečné tloušťky (min. 3 mm), schopné přenášet statické trhliny do 0,4 mm a dynamické trhliny do 0,3mm¹³ a současně mechanické namáhání od pojezdu aut. Toho lze dosáhnout buď odstraněním současné povrchové úpravy, otevřením struktury betonu otryskáním a provedením řádné vodotěsné podlahoviny, nebo –pokud to stav současné povrchové vrstvy dovolí¹⁴- provedením nové vodotěsné podlahové vrstvy v tloušťce min. 3 mm na stávající podlahovinu po jejím lehkém přebroušení a precizním očištění. Nalezené relativně příznivé hodnoty přídržnosti stávající podlahoviny k podkladnímu betonu dávají pro tuto druhou alternativu dobrý předpoklad.

Richard A. B a r e š

¹³ Pokud je znalci 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.

¹⁴ Prokáže-li potencinální dodavatel podlahoviny podrobným ohledáním, že současná podlahovina není na více než 90% plochy odutá a současně případné oduté místo není větší než 0,40 m². Odutá a porušená místa je třeba před nánosem nové podlahoviny opravit vhodnou polymermaltovou vrstvou.

