

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
plastických hmot)
- **stavební materiály**
(spec.: stavební materiály všeobecně -
tradiční i nové,
s aplikací plastických hmot)
- **stavby inženýrské**
(spec.: stavby mostní)
- **stavební různá**
(spec.: zkoušení stavebních materiálů
a konstrukcí)

Čj. 242/10
Ohrobec, 30.5.2010

Znalecký posudek o příčinách poruch střechy garáží ... a o způsobu rekonstrukce

Ústním požadavkem ze 17.5.2010 byl znalec zástupci a.s. ...osloven a později objednávkou čj. 62/Rekl/10 ze dne 20.5.2010 téže akciové společnosti požádán o podání znaleckého posudku „o určení příčin poruch (tj. zatékání do objektu pojízdnou střechou), včetně posouzení vhodnosti použití stávajícího (tj. popraskaného) materiálu od firmy LENA a porovnání s vlastnostmi projektovaného materiálu Vulkem a námi uvažovaného materiálu od firmy BASF na opravy (tj. na celkovou rekonstrukci střechy) parkovacího objektu garáží na akci ...

S ohledem na to, že posudek byl vyžádán jako spěšný, znalec neměl možnost stavbu navštívit a uskutečnit vlastní prohlídku poruch. Nicméně v minulém období, od ukončení stavby a před kladením podlahovin až do současné doby provedla prohlídku stavby několikrát řada odborníků, včetně znalců, kteří písemně podali o prohlídkách výsledky svých pozorování. Patrně vlastní prohlídka by nic podstatného či dokonce převratného proti předchozím pozorováním nezměnila a proto se znalec opírá o pozorování předchozích posuzovatelů, jak jsou dále uvedena, včetně bohaté fotodokumentace a vzorků, získaných znalcem Ing. Bukovským z vývrtů.

P O D K L A D Y

1. Část stavebního projektu firmy ATIP pro ... na p.č.527, 528, 735/9, 735/11, 735/26, 735/27 a stavební úpravy objektu: č.p.90 a 91(datum 11.7.2008)
 - a. půdorys 1.NP – SO-1
 - b. půdorys 2.NP – SO-1
 - c. půdorys 1.PP - SO-1
 - řez 1.1 – 1.1 - SO-1
 - řez 1.2 – 1.2 a 1.3 – 1.3 SO-1Technická zpráva provozního souboru SO-1
2. Vyjádření statika ke vzniku trhlin na spodním líci stropní desky garáží z 24.6.2008 a z 20.5.2010.

3. Znalecký posudek č. 284/2008 Ing. Vojtěcha Šíra z 2.7.2008 o příčinách vzniku trhlin na spodním líci stropní desky pro firmu ...a.s.
4. Posouzení nášlapných vrstev podlahy na stavbě ... od Doc. Ing. Jiřího Dohnálka, CSc. z listopadu 2008 pro firmu...
5. Znalecký posudek Ing. Ladislava Bukovského 1756/2009 poškozených podlah garáží ve stavbě ... pro ... a.s. z 28.1.2009
6. Znalecký posudek Ing. Ladislava Bukovského 1845/2006 poškozených podlah garáží ve stavbě ... pro ... a.s. z 15.9.2009
7. Odborný posudek Ing. Ladislava Bukovského o skladbě podlahy (střechy) hromadných garáží na ... z 10.5.2010 pro ... a.s.
8. Technický list podlahoviny VULKEM Park deck systém firmy RPM Company-Belgie a firmy TREMCO-USA
9. Technické listy materiálů LENA P 102,, LENA P 113 firmy LENA CHEMICAL Šternberk a technické listy materiálů MFC Primer 620 a MFC Level 320 firmy MORFICO, Tišnov
10. Technická brožura Podlahy firmy LENA CHEMICAL, Tišnov
11. Cenová nabídka č. N.A.005/08/Z firmy na akci ...- ; novostavba garáží (komunikace) pro a.s., bez data
12. Technické listy materiálů MASTERTOP P 617, PCI Apogel A, E, PU, CONIPUR M ; ; 869 F, CONIPUR WC 880, CONIPUR TC 458 firmy BASF- The Chemical Company, Švýcarsko
13. Test report P 5296-7 přímo pojižděného systému pro parkovací domy CONIDECK 2266 od Polymer Institut, Floersheim ze 7.1.2009 (příloha)
14. Znalecký posudek Ing. Ladislava Bukovského 1909/2010 k poruchám ve 2.NP (střecha) a v 1. NP hromadných garáží v domě ...z 2. 6. 2010.
15. Fotodokumentace a 9 vzorků podlahy z provedených vývrtů.

N Á L E Z

Budova garáží byla navržena jako železobetonový trojtraktový skelet s vnitřními obdélníkovými sloupy a betonovými obvodovými zdmi . Horizontální konstrukce je tvořena bezhřibovou deskou. V severovýchodní části budovy je vložen vertikální tubus opět z železobetonových stěn pro autovýtah a schodiště. Podle statika stavby jsou stropní desky a stěny /obvodové i tubusu) svázané výztuží. Již krátce po dohotovení skeletu stavby (jaro 2008) bylo zjištěno v horizontálních i vertikálních částech několik poruch (trhlin), které mohly být příčinou pozdějšího prosakování srážkové i auty vnesené vody, pokud by nebyla provedena řádná hydroizolace železobetonových konstrukcí. K prosakování vody konstrukcemi po dokončení stavby, včetně podlahovin, v těchto , ale i v řadě dalších míst skutečně došlo. O příčinách poruch bylo v minulém období dvou let vypracováno několik znaleckých a expertizních posudků a byly provedeny opravy konstrukcí i podlahovin, které měly zajistit vytvoření vodotěsné zábrany. To se nepodařilo, stropy dále proniká voda a vylučuje řádnou funkčnost garáží. Na základě reklamace investora se zhotovitel (Průmstav a.s.) rozhodl provést rekonstrukci, která by trvalou funkčnost objektu zajistila. V dalším je stručně uveden obsah jednotlivých znaleckých posudků poskytnutých dokumentů včetně v nich uvedených relevantních pozorování a závěrů.

Vyjádření statika

Statik prohlédl ještě před prováděním podlahovin včetně plánované hydrozábrany „*trhlíky na spodním líci železobetonové stropní desky nad 1. NP objektu garáží*“ a konstatoval, že „*trhlíky ve stavu, ve kterém se v konstrukci vyskytují nemají statický význam*“. Statik vysvětluje, že „*v tažených oblastech železobetonu dojde ke vzniku trhlinek vždy po zatížení konstrukce a jejich vznik podporuje dobíhající a vždy přítomné smršťování betonu*“. Přesto statik doporučuje „*průběžně vizuálně sledovat šířku a délku již existujících trhlin*“ Prostorovou lokalizaci trhlin statik neuvedl.

Statik se dále zúčastnil prohlídky stavby znalcem Ing. Bukovským v lednu 2009 (tedy zhruba po půl roce) a „*nezaznamenal tehdy zhoršení stavu oproti své předchozí návštěvě*“.

Znalecký posudek Ing. V. Šíra

... a.s. si správně, přes ujištění statika projektu o nezávadnosti konstrukce ze statického hlediska, vyžádal znalecký posudek o příčinách vzniku trhlin na spodním líci stropní desky. Znalec, aniž by nějak specifikoval prostorové rozmístění trhlin, konstatoval, že na spodním povrchu stropní desky našel „*drobné trhlíky o šířce menší než vlasové*“. V závěru svého posudku znalec uvádí, že „*trhlíky, které byly předmětem dotazu, nejsou vadou, ale vlastností použitého materiálu – železobetonu. Stabilita objektu jako celku ani žádné jeho nosné části není zjištěnými trhlíkami ohrožena a tyto trhlíky ani neztěžují normální užívání objektu, nadále je možno vizuálně sledovat šířku a délku trhlin. Žádné přesnější metody sledování nejsou nutné.*“

Posouzení podlahoviny doc. Ing. J. Dohnálkem, CSc.

Po předchozích dvou vyjádřeních bylo pokračováno ve stavbě a byla provedena firmou ...podlahovina z hmot Lena Chemical (Lena P 102, Lena P 113), a z hmot MFC-Morfíko (MFC Primer 620 a MFC Level 320). Posuzovatel na počátku svého posudku konstatuje, že „*podklady (míněno železobetonová deska) byly již v době aplikace nášlapných vrstev porušeny trhlínami a tyto trhlíny mají tendenci se šířit*“ (což je v rozporu s jednoznačným vyjádřením statika z doby o dva měsíce pozdější), aby v závěru svého posudku naopak uvedl, že „*dodavatel povrchového nátěrového systému nemohl v žádném případě předpokládat a ani kvalifikovaně odhadnout, jaké a jak široké trhlíny v podkladní železobetonové konstrukci vzniknou.*“

Posuzovatel dále uvádí, že zjistil svou prohlídkou „*na spodním líci železobetonové konstrukce nad 1.NP poměrně četné trhlíny, jejichž šířka se pohybuje v intervalu od 0,1 do 0,6 mm a značná část těchto trhlin je v intervalu od 0,4 do 0,6 mm*“ Uvádí dále, že „*tři z těchto trhlin, včetně příčné pracovní spáry, (aniž by je prostorově specifikoval) se promítly do povrchové úpravy*“ (podlahoviny)..

Posuzovatel upozorňuje, že „*použitý systém podlahoviny nemůže překlenout trhlíny s šířkou větší než 0,3 mm, jak uvádí technický list materiálu LENA P 113*“.

První znalecký posudek Ing. L. Bukovského

Posudek obsahuje obsáhlý soupis právních předpisů a vyčerpávající výčet citací předpisů, které se mohou třeba jen vzdáleně dotýkat daného předmětu. Šetřením na místě znalec našel

na povrchu střechy „na více místech v prostoru okolo výtahu a kotelny na ploše zjištěny trhliny a lokální vysprávkování podlahoviny“ a „z L rohu nástavby (kotelna) vycházející šikmou pásovou opravou“ (podlahoviny). Na spodním povrchu střechy pak znalec našel „vpravo od dveří na schodiště trhlínu v podhledu šikmo vycházející do prostoru garáží, ... šíře trhlíny do 0,4 mm“ a dále „z nároží vlevo od vrat výtahu šikmo vycházející trhlína“, Znalec dále konstatuje, že výskyt trhlín u železobetonových konstrukcí je obvyklý a zjištěné nedostatky neovlivňují negativně funkční vlastnosti konstrukce, že použitá podlahovina není určena podle dokumentace výrobce jako hydroizolace a není ani jako hydroizolační výrobek ověřena a nemá funkční vlastnosti jako projektovaná podlahovina VULKEM.

Druhý znalecký posudek Ing. L Bukovského

Jde zde o doplnění předchozího posudku o zjištění a zhodnocení stavu po cca jednom roce.. Bylo zjištěno, že na povrchu podlahoviny střechy jsou viditelné trhliny (zaznamenané na schématu) a na spodním líci střechy i na podlaze 1.NP jsou viditelné stopy po zatékání trhlínami, pracovní spárou i okolím vpustí. Trhliny v podlaze jsou významně četnější a rozsáhlejší proti trhlínám v podhledu, trhliny vznikly znovu i v místech již opravených. Celkově lze konstatovat výrazné zhoršení stavu podlahoviny proti původnímu šetření znalce.

Odborný posudek Ing. L Bukovského o skladbě a stavu podlahovinové vrstvy

Na střeše garáží byly provedeny na třech náhodně vybraných místech povrchovou trhlínou jádrové vývrty do hloubky cca 110 mm o průměru 51 mm. Bylo zjištěno, že tloušťka vyrovnávací cementové vrstvy se pohybuje mezi 6 a 7 mm, tloušťka ochranné vrstvy Lena kolem 2 mm. Pouze v jednom případě trhlína v podlahovině procházela až ke smršťovací trhlíně v železobetonové desce, v ostatních dvou případech byla trhlína pouze ve vlastní podlahovině (epoxidovém nátěru).

Podlahovina Vulkem

K vytvoření hydroizolační vrstvy a současně provozu odolného povrchu byl projektantem navržen systém Vulkem bez bližší specifikace. Patrně byl myšlen „Park Deck Systém Vulkem“, určený právě pro hydroizolaci patrových garáží a jiných ploch pojížděných vozidly. Systém se skládá ze čtyř vrstev:

1. penetrační dvoukomponentní polyuretanové vrstvy Vulkem 111 v množství cca 0,3 l/m² naválekované na povrch s trhlínami menšími než 3 mm (nad 3 mm je třeba trhlíny vyplnit materiálem Vulkem 116). Případné nerovnosti měly by být zarovnané nivelační hmotou.
2. jednkomponentní polyuretanové membrány Vulkem 350 s velmi dobrými trhlíny přemostujícími vlastnostmi (tažnost 1000%), tloušťky do 1 mm (cca 0,9 l/m²)
3. dvoukomponentní polyuretanové, opotřebením odolné vrstvy z materiálu Vulkem 345 (cca 0,8 l/m²) smíšeného s 0,5 kg křemičitého písku 0,3 – 0,8mm
4. jednkomponentní polyuretanové uzavírací, U.V. záření odolné vrstvy Vulkem 451, (cca 0,25 l/m²).

Hlavní výhody tohoto systému, aplikovaného již na stovkách staveb a splňující požadavky ASTM C 957, je

- vysoká elasticita i pod 0°C
- vodonepropustnost
- velká trvanlivost
- vynikající adheze k většině podkladů.

Podlahovina LENA

Namísto podlahoviny Vulkem byly zhotovitelem (...) navržena a posléze provedena, podle jeho názoru jako rovnocenná alternativa, podlahovina z materiálů Lena Chemical . Pro vyrovnání podkladu (železobetonové desky) byl použit materiál firmy MFC-Morfico. Na očištěný povrch podkladu byla nanесena penetrace MFC Primer 620, což je vodná akrylátová disperze s obsahem sušiny cca 0,15% v množství cca 0,16l/m². Na penetraci pak byl nanесen samonivelační potěr MFC Level 320 na bázi přemílaného cementu, inertního plniva (s maximálním průměrem zrna 1mm) a patrně akrylátové disperze v tloušťce 6 – 7 mm (předpokládáno 10 mm). Podle technického listu je tento potěr *“určen k vyrovnání jemných nerovností především betonových povrchů jako podkladová vyrovnávací vrstva pod podlahové krytiny v občanské a bytové výstavbě se spotřebou 1,7 kg/mm/m²“*. Pevnost této stěrky v tlaku je udávána hodnotou min. 35 MPa, v tahu za ohybu min. 7 MPa a smrštění 0,04%.. Podle tabulky uvedené ve firemní příručce „Podlahy“ by při maximálním zatížení podlahy 100MPa a při zjištěné tloušťce podlahoviny Lena 2 mm vycházelo zatížení stěrky 51MPa, jinými slovy pro předpokládanou pevnost stěrky 35 MPa by tloušťka podlahoviny Lena P 113 měla být cca. 4mm..

Na stěrku má být nanесena *„vazná a penetrační hmota na epoxidové bázi“* Lena P 102 v množství cca 0,30 kg/m² (cca 0,30 mm) a prosypána sušeným křemičitým pískem zrnitosti 0,3-0,5 mm v množství 0,5 – 1,0 kg/m². Na vytvrzenou penetraci se pak nanáší vlastní „flexibilní nátěrová hmota“ Lena P 113 na polyuretanoepoxidové bázi, schopná údajně přemostění trhlin až do 0,3 mm V technickém listu je specifikováno určení této hmoty *„především pro nanášení pochůzných a pojezdových vrstev pro přemostění trhlin v podkladových betonových plochách...“* Ve firemní příručce je tato hmota charakterizována jako „vysoce elastický nátěr pro ochranu a zatěsnění staticky nepevných, popraskaných podlah“ . Širší trhliny je třeba před nanášením flexibilní nátěrové hmoty Lena P 113 upravit příslušným způsobem (podle návodu ve firemní příručce „Podlahy“). Průtažnost této hmoty je udávána „do 50%“, pevnost v tahu 4,5MPa. Podle technického listu je spotřeba této hmoty pro jeden nátěr asi 0,60 kg/m². Ačkoli podle zmíněné firemní příručky „úprava podlahových vrstev s nastříkaným nebo nahazovaným plnivem“ může být použita pro hmoty Lena P 122 a Lena P 131, byla použita taková úprava i v tomto případě s hmotou Lena P 113. Povrch této vrstvy se pak upraví naválečkováním pigmentované téže hmoty, která ale není deklarována jako odolná UV záření. Obě posypané vrstvy se před nanášením další vrstvy celoplošně přebrousí na plocho s vysátím.

Adekvátní náhradou systému Vulkem z programu Lena Chemical by patrně mohl být systém Lena Parking s vysoce elastickou litou membránou Lena P 129. Hmota Lena P 113 není ve smyslu § 156 zákona 183/2006 Sb. schválena jako hydroizolační membrána.

Podlahovina BASF

Neúspěšné pokusy o opravu vadné podlahoviny z materiálů Lena na střeše parkoviště vedlo k hledání jiného osvědčeného systému pro aplikaci tohoto druhu. Jednou ze snadno dostupných alternativ na českém trhu jsou materiály firmy BASF. Vhodný systém pro parkovací objekty se schopností překlenout dynamické trhliny, s pružnou vodotěsnou membránou, oddělenou obrusnou vrstvou a uzavírací vrstvou odolnou UV záření je systém CONIDECK 2266..Skládá se ze čtyř vrstev

1. z penetrační dvousložkové epoxidové pryskyřice Mastertop P 617 s pevností v tlaku 81 MPa, pevností v tahu 28 MPa a viskozitou pouze 490mPas. První nátěr se nanáší na očištěný podklad v množství 0,3 – 0,5 kg/m² , druhý nátěr v množství

- 0,2-0,4 kg/m² (pokud je zapotřebí k úplnému zaplnění pórů a vlasových - smršťovacích trhlinek), povrch poslední vrstvy se zasype celoplošně, rovnoměrně vysušeným křemenným pískem zrnitosti 03 – 08 mm se spotřebou cca 1,0 kg/m² (nezasypává se v přebytku). Bude-li zapotřebí vyrovnat malé nerovnosti podkladu (ca 1 mm), nanese se na první penetrační vrstvu stěrka z hmoty Mastertop P 617 smíšené s vysušeným křemenným pískem zrnitosti 0,1 -0,3 mm v poměru 1 :0,5 – 1,0 se spotřebou 0,8 – 2,0 kg/m² . Pokud by bylo zapotřebí vyrovnat větší nerovnosti (do 4 mm), lze ze stejné pryskyřice připravit samonivelační stěrku s poměrem pojiva k plnivu 1 : 2.
2. z dvousložkové, bezrozpouštědlové polyuretanové elastické membrány CONIPUR M 869 F, tvořící hydroizolační vrstvu s viskozitou 3500mPas/20°C, s pevností v tahu 6,0 MPa a tažností 800%. při spotřebě kolem 2,0 kg/m² (ca 2 mm). Výhody této membrány spočívají v:
 - monolitčnosti vrstvy bez přesahů, svárů a švů
 - dokonalé spojitelnosti s podkladem
 - vysoké propustnosti vodních par
 - výtečných mechanických vlastnostech
 - výborné schopnosti přemostit t trhliny
 - odolnosti proti propíchnutí
 - odolnosti proti stojaté vodě
 - neměknutí při vysokých teplotách
 - zachování elasticity při nízkých teplotách (Tg cca -45°C
 - relativně nízké viskozitě
 - volitelné tloušťce vrstvy
 3. z dvousložkové bezrozpouštědlové polyuretanové elastické obrusné membrány CONIPUR WC 880 (případně 881 pro pomalejší vytvrzování) a vynikající adhezi k vodotěsné membráně CONIPUR M 869 F, s viskozitou 1400mPas , pevností v tahu 16 MPa a tažností 50% při spotřebě cca 0,4 – 0,7 kg/m² pryskyřice na jednu vrstvu., určenou k posypu křemenným pískem. Podle potřeby (a finančních prostředků lze volit i vrstvu tlustší., případně aplikovat více vrstev. Výhody této obrusné vrstvy lze sumarizovat takto:
 - výborná přilnavost k k hydroizolační membráně
 - houževnatost zabezpečuje výtečné zakotvení křemenného písku
 - lehká tixotropie umožňuje aplikace na skloněných plochách (střecha, rampa)
 - dlouhodobě odolává zatížení vyvolané pohybem vozidel
 - nízká spotřeba
 - odolnost vůči vodě, zředěným kyselinám, solným roztokům, minerálním olejům, mazivům a pohonným hmotám.
 4. z jednosložkového barevného polyuretanového ochranného vrchního nátěru, odolného UV záření, s nízkým obsahem rozpouštědel s viskozitou 1000 mPas pevností v tahu 4,5 MPa a tažností 200% se spotřebou 0,5 – 0,8 kg/m². Zvláštními výhodami tohoto materiálu jsou:
 - snadnost aplikace (nalití, rozetření stěrkou, převálečkování)
 - výborná odolnost UV záření a vlivům vnějšího prostředí
 - ohnivzdornost
 - možnost nanést větší tloušťku, aniž by došlo k napětí
 - vytvrzování vzdušnou vlhkostí
 - matnost povrchu.

Pro tuhé zmonolitnění suchých trhlin, probíhajících konstrukční deskou je vhodná injektážní epoxidová pryskyřice PCI Apogel A s viskozitou 95 mPas/23°C , pro poddajnou injektáž obdobných trhlin, i vlhkých, je vhodná polyuretanová injektážní pryskyřice PCI Apogel E s viskozitou 225 mPas/23°C“.

Zpráva Polymer Institutu o zkoušce systému CONIDECK 2266

Jeden z nejrenovanějších zkušebních ústavů v Evropě Polymer Institut Floersheim, NSR,, podal 7.1.2009 zprávu o zkoušce povrchového ochranného systému CONIDECK 2266 firmy BASF Construction Chemicals Europe AG ve shodě se zkušebními principy „Fyzikální odolnost“ normy DIN EN 1404-2 (viz příloha). Velice příznivé výsledky této zkoušky opravňují předpokládat , při pečlivém provedení, trvalou úspěšnost praktické aplikace. Ochranný systém se skládal z vrstev v celkové tloušťce 3,5 – 4 mm:

- MASTERTOP P 618(kolem 300 g/m² s pohozením písku 0,7 – 1,2 mm kolem 800 g/m²)
- CONIPUR M 869 F (kolem 1900 g/m²)
- MASTERTOP WC 880 (600 g/m² s pohozením pískem 0,7 – 1,2 mm v přebytku)
- CONIPUR TC 458 (500 g/m²).

Byly obdrženy tyto výsledky:

- Odolnost obrusu vrchní vrstvy CONIPUR TC 458 (Taber – ASTM D 4060, vzorek 100 x 100 mm, zatížení 1000g, frekvence otáček 1 Hz, brusné kolo H 22) **ztráta 694 mg po 500 ot, 1439 mg po 1000 otáčkách**
- Kapilární absorpce vody a propustnost vodě vrstvy CONIPUR TC 458 (DIN EN 1062 – 3) **součinitel absorpce vody $\omega_{24} < 0,01 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times \text{h}^{0,5})$**
- Rázová pevnost (DIN EN ISO 6272 – 2 s rázovou energií 4Nm) **20 Nm**
- Odtrhová pevnost systému (DIN EN 1542) **2,7 MPa při teplotě nanášení 23°C a 1,7 MPa při teplotě nanášení 8 °C a 85 % RV, v obou případech porušení 50% mezi MASTERTOP P 618 a CONIPUR M 869 F a 50% mezi CONIPUR M869 F a CONIPUR WC 880.**
- Odtrhová pevnost systému nanášeného při teplotě 8 °C a 85 % RV po cyklování záporných teplot včetně aplikace posypových solí (DIN EN13687 – 1 a 2) **2,2 MPa, porušení 100% mezi CONIPUR M 869 F a CONIPUR WC 880**
- Odolnost proti smyku/kluzu (DIN EN 13036 – 4, přístroj BS 812, C měřítko, délka tření 126 mm, třecí těleso SRT, plocha mokrá) **57 PTV**
- Přemostění dynamických trhlin (DIN EN 1062 – 7 a DIN EN ISO 4628 ff) „ **Po umělém stárnutí žádné trhliny, puchýře nebo rozpojení nebylo nalezeno**
- Testováním přemostění dynamických trhlin (DIN EN 1062 – 7, metoda B. Teplota testování -20 °C, teplotní namáhání lichoběžníkové, spodní šířka trhliny 0,1 mm, horní šířka trhliny 0,3 mm, změna šířky trhliny 0,2 mm, počet změn 1000, frekvence 0,03 HZ, namáhání dopravou se sinusovou oscilací, změna šířky trhliny $\pm 0,05$ mm, počet změn 20000, frekvence 1 Hz) **nebyly pozorovány žádné poruchy během zkoušky, nebyly zjištěny žádné poruchy ani průběžné, ani mezi jednotlivými vrstvami po zkoušce a to ani po otevření trhliny na horní mez .**

Posudek

Konstrukce garáží je navržena jako „krabicový“ železobetonový systém, kde horizontální části konstrukce (stropní desky) jsou uvnitř budovy podepřeny dvěma řadami obdélníkových sloupů a na okrajích vetknuty do betonových stěn s výjimkou části budovy v severovýchodní části budovy, Zde je do popsaného schématu vložen tuhý tubus z železobetonových stěn, ohraničující prostor autovýtahu a schodiště. Tento tubus zasahuje jižním směrem do středního traktu a ve směru západ – východ začíná cca v polovině vzdálenosti mezi čtvrtým (od západu) a fiktivním pátým sloupem. Za tímto tubusem již stropní deska v původní šíři nepokračuje. Půdorysně tedy stropní deska nad přízemím (střecha) má tvar obdélníka pravoúhle jednostranně zúženého zhruba ve dvou třetinách délky (uprostřed mezisloupového pole) na šířku necelých dvou třetin. Tím se staticky vytváří nepříjemné koncentrace napětí v desce u rohů tubusu (hlavně v místě zúžení desky), zejména od účinků smrštění a změn teploty.

Vysvětlení statika a znalce Šíra o působení železobetonu je správné, oba, jako jediní, kteří se vyjadřovali ke stavu střešní desky ještě před pokrytím horního povrchu podlahovinou, bohužel neohledali a nepopsali ve svých vyjádřeních stav horního líce desky, kde v oblasti nad sloupy a u vetknutí do stěn vznikají tahová napětí u horního povrchu. Mohly se tak spolehlivě rozlišit trhliny od smrštění a změn teploty od případných trhlin konstrukčních. Nicméně, podle popisu trhlin všech předchozích posuzovatelů, zejména druhého znaleckého posudku znalce Bukovského, lze usuzovat na to, že kromě většiny trhlinek vlasového charakteru, vzniklých převážně (nebo alespoň jejich zárodku) vlivem smrštění betonu, existuje několik trhlin konstrukčních, vyvolaných lokálně nedostatečným vyztužením. Při dimenzování konstrukce obecně nestačí zohlednit pouze účinky provozního zatížení vnějšími silami, ale je třeba zohlednit i ostatní vlivy, vyvolávající v konstrukci napětí, jako jsou např. účinky smrštění, změn teploty atd. Tyto účinky mají zvláštní význam hlavně v případě nepravidelných půdorysných tvarů a při zábraně (např. konstrukčním uspořádáním) volnému přetvoření ve směru převažujících rozměrů, tedy u desky v její rovinně. V daném případě takový nepříznivý stav nastal zejména u vnitřního rohu zmíněného tubusu a pokud není obsažena dostatečná přídavná diagonální výztuž v desce proti takovému rohu musí konstrukční trhlina zákonitě vzniknout. Nepříjemné je, že ani zmonolitnění takových trhlin nepřinese obvykle trvalý úspěch a trhlina se vytvoří, třeba vedle zmonolitněného místa znovu. V takovém případě se osvědčí lépe než zmonolitnění (např. injektáží epoxidovou pryskyřicí) vyplnění trhliny (zainjektování) trvale poddajným materiálem, např. na bázi polyuretanu. Jiná více méně konstrukční trhlina existuje v daném případě v místě původní pracovní spáry, procházející v přímce přes celou šířku budovy, přibližně mezi třetím a čtvrtým sloupem (zprava), která nebyla zřejmě dostatečně ošetřena. Je přirozené, že si konstrukce nejspíš v tomto nejslabším místě vytvoří jakousi samovolnou dilatační spáru. Trvalou opravou v takovém případě může být dobře provedené zmonolitnění tuhým materiálem s bezvadnou přilnavostí k povrchu betonu (např. speciální epoxidová pryskyřice). Nevhodné a nic nepřinášející by bylo zaplnění této spáry poddajným materiálem (např. polyuretanovou pryskyřicí).

Názor předchozích posuzovatelů na šířku trhlin, objevujících se v konstrukci střešní desky při spodním povrchu, se významně liší. Může to být způsobeno jak teplotou konstrukce v době pozorování, tak obtížností tak malé trhlínky vůbec změřit a také subjektivitou pozorování, nepochybně ovlivněnou i vnějšími vztahy posuzovatele k zadavateli a podobně. Tak např. znalec Šír našel pouze „drobné trhlínky v šířce menší než vlasové“, posuzovatel Dohnálek zjistil „poměrně četné trhlínky, jejichž šířka se pohybuje v intervalu od 0,1 do 0,6 mm a značná část těchto trhlin je v intervalu od 0,4 do 0,6 mm“, znalec Bukovský specifikoval

šířku pouze jedné šikmé trhliny na spodním povrchu desky, a to 0,4 mm. Podobnou neshodu lze nalézt v názoru na stabilitu trhlin: zatímco statik prohlašuje podle ohledání při opakované prohlídce po zhruba půl roce „nezaznamenal zhoršení stavu proti původnímu“, podle posuzovatele Dohnálka „mají trhliny tendenci se šířit“. Pouze znalec Bukovský si všímá ve svých posudcích stavu trhlin v horním povrchu (podlahovině) střechy a konstatuje, že „trhliny v podlaze jsou významně četnější a rozsáhlejší proti trhlíčkám v podhledu, trhliny vznikly znovu i v místech již opravených“. To svědčí o tom, že podlahovina neodolává vnějšímu namáhání atmosférickými změnami a trhlínkuje nejen v příčinné souvislosti s trhlíčkami v podkladu, ale také samovolně. To ostatně jednoznačně prokázaly i vývrty, provedené později pracovištěm znalce Bukovského.

Nelze souhlasit s názorem téměř všech předchozích posuzovatelů, že výskyt trhlin nemá vliv na funkční vlastnosti stavby. Samozřejmě má vliv a to zásadní. Budova je funkčně s takovýmito závadami nepoužitelná. To co měli předchozí posuzovatelé patrně na mysli bylo, že vzniklé trhliny neovlivňují statickou funkčnost stavby. Zcela odlišný názor vyjádřil v tomto směru posuzovatel Dohnálek, podle nějž bylo třeba navrhovat stropní desky jako vodotěsné, tedy i z hlediska třetího mezního stavu, což by omezilo šířku trhlin. Tento názor zanedbává skutečnost, že trhliny nejsou důsledkem statického namáhání konstrukce od vnějšího zatížení provozem a proto ani s ním nelze souhlasit. Je jen zapotřebí nalézt a aplikovat vhodné materiály, schopné trvale železobetonovou konstrukci ochránit, což při současném stavu techniky je, a bylo již i v době realizace, běžně možné.

Při posuzování materiálů pro podlahovinu, a zejména pro podlahovinu, tvořící současně hydroizolaci, je podstatnou vlastností tažnost (trvalá schopnost pružného přetvoření). Údaj, často proklamovaný ve firemních prospektech různých materiálů, o schopnosti přemostovat trhliny určité šířky, není pro použitelnost podlahoviny, zejména má-li sloužit jako hydroizolace, podstatný. Je třeba rozlišovat přemostění statických trhlin a přemostění pohyblivých, dynamických trhlin. Pro materiál, u něhož je deklarována schopnost přemostit např. trhlinu šířky 0,3 mm, může být problémem překonat bez porušení dynamickou trhlinu i se změnou šířky jen 0,05 mm. Paradoxně, čím větší je původní šířka trhliny, tím větší pohyb materiál přenesou a naopak. Záleží na poměrném přetvoření materiálu přemostujícího trhlinu. Tak např. při rozevření trhliny o 0,05 mm při původní šířce 0,1 mm je k přenesení tohoto pohybu bez porušení zapotřebí materiál s tažností nejméně 50%, při původní šířce 0,4 mm stačí již materiál s tažností alespoň 12,5%. Pro dynamický pohyb 0,2 mm při původní šířce 0,1 mm je již zapotřebí materiál s tažností více než 200%. Proto je zapotřebí z nabídky na trhu vybírat velice opatrně pouze takové materiály a podlahové systémy, které prokazatelně podstoupily komplexní testy podle příslušných norem, neboť ne vždy jsou veškeré relevantní údaje udány v technických listech dodavatele.

System Vulkem

Původně projektem navržený, i když podrobněji nespecifikovaný systém VULKEM s vodoizolační, na místě nanášenou folií s údajnou tažností až 1000%, se skládal ze čtyř vrstev, z nichž první zajišťovala dobrou soudržnost s podkladem čtvrtá, s velkou odolností UV záření, systém uzavírala. Druhá vrstva tvořila hydroizolační membránu, třetí vrstvu velmi odolnou opotřebení při pojezdu auty, chránící hydroizolaci. I když znalec nemá k dispozici výsledky průkazných testů, lze soudit, že výroky v prospektech a technických listech odpovídají skutečnosti s ohledem na množství parkovacích domů, opatřených tímto systémem v USA a Kanadě.

Systém Lena

Provedený podlahový systém, nepočítáme-li vyrovnávací cementovou vrstvu, je třívrstvý, skládající se z vazné vrstvy Lena P 102, epoxipoyuretanové vrstvy nosné a zároveň zajišťující zatěsnění trhlin Lena P 113, s udávanou tažností do 50% a uzavíracího nátěru z téže hmoty. Po seznámení s vlastnostmi použitého systému je jasné, že takový systém musí být pro náročnou aplikaci, jakou je povrch pojížděných ploch, vystavených odkapávající vodě se solnými roztoky, vysokým změnám teploty a v posledním patře i komplexnímu atmosférickému působení (déšť, sníh, UV záření, šokové změny teploty) naprosto nedostatečný a nemůže ani krátkodobě, natož trvale zajistit požadované vlastnosti. Znalec si je jist, že by tento systém v daných podmínkách nevyhověl požadavkům na něj kladeným, i kdyby podkladní konstrukce byla naprosto dokonalá a bez jakýchkoli trhlinek.

Ani úprava cementovou stěrku MFC Level 320 před nanášením vlastní izolačně-nosné vrstvy Lena není šťastným řešením. Nehledě k tomu, že jako každý cementový systém musí být taková stěrka spojitě pórezní a tedy vodopropustná, nevyhoví ani z hlediska mechanického. Tento potěr je určen podle technického listu k vyrovnání jemných nerovností pod podlahové krytiny (jako PVC, guma, koberec) v bytové a občanské výstavbě, rozhodně ne pro hromadné garáže. Podle tabulky uvedené ve firemní příručce firmy Lena „Podlahy“ by při maximálním zatížení podlahy 100MPa a při zjištěné tloušťce podlahoviny Lena 2 mm vycházelo zatížení stěrky 51MPa, jinými slovy pro předpokládanou pevnost stěrky 35 MPa by tloušťka podlahoviny Lena měla být alespoň 4mm.

Podlahovina Lena P 113 byla po nanesení čisté pryskyřice na penetrovanou stěrku zasypana křemenným pískem, ačkoli takovou úpravu připouští zmíněná příručka pouze pro hmoty Lena P 122 Lena P 131. Tím se tažnost vrstvy z této hmoty snížila nejméně o řád, tedy na nějakých 5 až maximálně 10 % a tím zcela ztratila schopnost přenést i minimální pohyby ve smršťovacích trhlínách a patrně i schopnost vyrovnat se bez vzniku trhlin s přetvořením, způsobeným většími výkyvy teploty. Zásyp hmoty Lena P 113 křemenným pískem odporuje i zdůrazněnému údaji v technickém (materiálovém) listu, kde se uvádí výslovně *“Výrobek se nesmí nijak upravovat nebo použít v rozporu se zněním tohoto materiálového listu“*. Podle charakteru průsaků vody lze také soudit, že podlahovina nebyla v dostatečné míře protažena na svislé konstrukce a rovněž napojení na gule nebylo bez chyb. Ve světle uvedených vad je zjištěná malá tloušťka podlahoviny Lena nepodstatná, ani dodržení její plánované tloušťky by ničemu nepomohlo.

Po zjištění průsaků konstrukcí byly provedeny opravy podlahoviny vyříznutím pásu v okolí trhliny a znovunanesením stejného podlahovinového systému. Přirozeně, z důvodů již uvedených nemohly být ani tyto opravy úspěšné a průsakům opravy nezabránily. Každá trhlínka v tomto ochranném systému (stejně jako v každém jiném) je potenciální příčinou rychlého rozrušování celého systému mrazem v zimním období a zvětšování jeho vodopropustnosti. Je možné, že firma Lena vlastní systém „Lena Parking“ s vysoce elasticou litou membránou (Lena P 129), obdobný např. systému Park Deck Vulkem, nicméně se znalci kromě jedné stručné zmínky nepodařilo nalézt o tomto systému jakékoli podrobnosti. Pokud takový systém má Lena Chemical k dispozici, měl být firmou ... použit namísto aplikace hmoty Lena P 113, která bez ohledu na původní šířku trhlin nebo jejich počet, nemůže splnit drsné požadavky, kladené na podlahoviny parkovacích domů.

System BASF

Nyní uvažovaný systém CONIDECK 2266 firmy BASF pro komplexní opravu (rekonstrukci) střešní desky parkoviště je čtyřvrstvý, a obsahuje kromě spojovací (adhezivní) vrstvy vodotěsnou polyuretanovou membránu, nosnou vrstvu a uzavírací nátěr, odolný UV záření. Tato podlahovina jednak byla již mnohokrát úspěšně aplikována při stavbě patrových parkovišť v Evropě, ale hlavně byla dokonale odzkoušena ve všech rozhodujících parametrech s úspěšným výsledkem, jak shrnuje popis „Zprávy Polymer Institutu“ v části „Nález“ tohoto posudku.

Porovnání podlahovinových systémů

Pro porovnání jsou v další tabulce uvedeny hlavní parametry zmiňovaných tří podlahovin podle údajů v technických listech.

Vrstva	Vlastnost	Vulcem	Lena	BASF
Vyrovnávací	Materiálová báze	E-PUR	cement	E
Penetrace	Materiálová báze	PUR -2sl	E	E
	Spotřeba kg/m ²	± 0,3	0,354 – 0,45	0,30 – 0,50
	Posyp křemenným pískem ø se spotřebou kg/m ²	neudáno	0,3 – 0,5 mm	0,3 – 0,8 mm
	viskozita mPas/20°C	-	700 - 1300	490
	Pevnost v tlaku MPa	-	65	81
	Pevnost v tahu MPa	-	39	28
	Tvrdość Shore	-	-	84
	Vodotěsná membrána	báze	Jednosložkový PUR	-
Viskozita mPas		8000 - 10000	-	3500
Tahová pevnost MPa		2,2	-	6
Tažnost %		1040	-	800
Tvrdość Shore		25 - 35	-	neudáno
Spotřeba kg/m ²		0,8		1,9 – 2,2
Obrusná vrstva	báze	Dvosložkový PUR	Dvosložkový epoxipolyuretan	Dvosložkový PUR
	viskozita	neudáno	neudáno	1400
	Pevnost v tahu MPa	5,3	4,5	16
	Tažnost %	90	Do 50	50
	Spotřeba kg/m ²	0,6 + 0,5	0,60+ posyp písku	0,4 – 0,7
	Tvrdość Shore	neudáno	neudáno	65
Uzavírací vrstva	Báze	Jednosložkový PUR	Dvosložkový epoxipolyuretan	Jednosložkový PUR
	viskozita	2000 - 3000	neudáno	1000
	Pevnost v tahu MPa	8,5	4,5	4,5
	Tažnost %	120	Do 50	200
	Spotřeba kg/m ²	0,2 - 0,3	0,60	0,5 – 0,8
	Tvrdość Shore	75	neudáno	neudáno

Z Á V Ě R

Objekt patrových garáží byl koncipován jako železobetonový skelet s obvodovými stěnami z betonu, se kterými byly svázány stropní desky, podepřené dvěma řadami obdélníkových železobetonových sloupů. V severovýchodní části objektu byl do půdorysu včleněn autovýtah a schodiště jako autonomní vertikální jednotka s železobetonovými stěnami, na nichž spočívaly v této části stropní desky. Železobetonová stropní deska nad přízemím tvoří současně střešku objektu. Po zhotovení konstrukcí byly na nich zjištěny v poměrně značném rozsahu smršťovací trhlinky a tři trhliny konstrukčního charakteru: dvě vycházející z rohů včleněné výtahové jednotky, jedna kopírující příčnou pracovní spáru. Šikmé trhliny vznikly v důsledku napětí od smrštění a změn teploty, na které zřejmě nebyla deska dimenzována (vyztužena). Důvodem relativně husté sítě smršťovacích trhlinek, časté u monolitických železobetonových konstrukcí, může být jak nedostatečné ošetřování čerstvého betonu, vystaveného celoplošně přímému slunečnímu záření, tak méně vhodná betonová směs či nevhodný cement, ale i nedostatečná rozdělovací výztuž, případně její umístění. Znalec neposuzoval konstrukci ze statického hlediska a vzal na vědomí stanoviska jak statika stavby, tak soudního znalce Šíra, že ze statického hlediska je konstrukce v pořádku a vzniklé trhliny nosnou funkci neohroží.

Firma ..., která prováděla pojižděné podlahoviny na stropních konstrukcích musela vědět, jaký je stav betonových konstrukcí, kolik a jak široké jsou v ní trhliny a bez námitek, případně rekonstrukčních opatření, započala a pracemi a provedla podlahoviny systémem Lena Chemical, jehož hlavní a vlastně jedinou vodoizolační vrstvou byl materiál Lena P 113. Tento systém, který zahrnuje i cementovou samonivelační stěrku pro daný účel nevhodnou, je postaven na aplikaci epoxipolyuretanové vrstvy, která měla chránit konstrukci proti pronikání srážkové i provozní vody a současně vytvářet obrušnou vrstvu. Takový systém nemůže být úspěšný pro daný účel v jakémkoli případě, ať je konstrukční deska s trhlínkami nebo bez nich, a jeho aplikace byla jednoznačně chybná a dokonce protizákonná, neboť daný systém nebyl schválen (certifikován) jako hydroizolační. Opravy trhlín vzniklých v podlahovině stejným způsobem nemůže vést k úspěchu, což se již prakticky prokázalo: trhliny po provedené opravě se znovu ukázaly a pokračovalo pronikání vody do spodního podlaží, a to ještě před zatěžováním konstrukce provozem. Řada provedených sond (vývrtů) do podlahy nesporně prokázala, že použitý systém není vhodný pro daný účel ani z fyzikálních důvodů, neboť podlahovinová vrstva trhlínkuje samovolně, aniž by byla iniciována trhlínkou ve vyrovnávací cementové vrstvě nebo v podkladu (desce).

Jediný způsob rekonstrukce, zaručující trvalou funkčnost stavby, je úplné odstranění provedené podlahoviny až na zdravý beton desky (odfrézováním, otryskáním) a provedení vhodné nové podlahoviny. Za jedno z vhodných řešení považuje znalec systém CONIDECK 2266 firmy BASF. Při tom je třeba provést důkladnou, třeba několika násobnou penetraci celé plochy epoxidovou pryskyřicí, aby se spolehlivě zacelily smršťovací trhlinky. Případné vyrovnání povrchu desky by se mělo provést epoxidovou maltou na bázi stejné epoxidové pryskyřice, jako byla použita pro penetraci. Vzhledem k tomu, že jde o střešní plochu doporučuje znalec provést hydroizolační membránu ve zvýšené tloušťce (se spotřebou cca 2,5 kg a tedy tloušťkou cca 2,5mm), než je doporučeno výrobcem pro běžné, zastřešené parkovací plochy. Trhlinu napříč budovou, sledující původní pracovní spáru znalec doporučuje ještě před plošnou penetrací zaplnit (shora, injektáží nebo gravitačně zalitím)

vhodnou injektážní epoxidovou hmotou k úplnému zmonolitnění desky, která je jako monolitická (nepřerušená) pro dané zatížení navržena. Stejným způsobem by se mělo postupovat, bude-li případně po odstranění současné podlahoviny odhalena jiná, celou deskou prostupující trhlinka. Výjimku tvoří šikmé trhliny prostupující celou deskou, od rohů výtahového tubusu. Protože zde zřejmě chybí příslušná šikmá výztuž, tuhé zmonolitnění jako u pracovní spáry by mohlo vést ke vzniku nové trhliny v okolí původní. Proto je podle názoru znalce vhodnější nechat tyto dvě šikmé trhliny pracovat a spolehnout se na zajištění vodotěsnosti hydroizolační membránou, která má dostatečnou rezervu tažnosti. Tyto trhliny ještě před plošnou penetrací by tedy měly být, namísto epoxidovou pryskyřicí, zaplněny polyuretanovou injektážní pryskyřicí. Při provádění by se nemělo zapomenout na důsledné „vytažení“ membrány na svislé plochy (stěny, sloupy) do výše alespoň 60 mm, aby se zabránilo průniku vody i při silných nárazových deštích.

Odpověď na položené otázky:

Určení příčin poruch – zatékání do objektu pojízdou střechou: **příčinou zatékání vody do objektu je chybějící hydroizolace**

Posouzení vhodnosti použitého materiálu Lena: **materiál Lena P 113, použitý pro vytvoření podlahoviny na pojízděné střeše je pro daný účel zcela nevhodný pro svou malou tažnost a neodolnost atmosférickým vlivům. Nemůže vytvořit hydroizolaci, nezbytnou jak na střešní konstrukci, tak i v ostatních patrech. Pro daný účel (jako hydroizolace) není tento materiál ani certifikován.**

Posouzení vlastností uvažovaného materiálu na opravu střechy: **materiál CONIDECK 2266 od firmy BASF je pro opravu pojízděné střechy vhodný a při správném provedení poskytuje trvalé plnění požadovaných funkcí, tj. vodotěsnost, odolnost opotřebení a bezporuchové překlenutí případných trhlin v podkladu.**

Richard A B a r e š