

**Znalecký posudek
o příčinách poruch betonové podlahy ve výrobní hale**

14 stran

15. 2. 1995

Ing. Dr. Richard A. Bareš, DrSc.
soudní znalec v oboru stavebnictví
(stavební materiály a konstrukce)
Jakutská 15,100 00 P r a h a 10

Z n a l e c k ý p o s u d e k

o příčinách poruch betonové podlahy ve výrobní hale [REDACTED]
[REDACTED]

Čj. 188/95

Praha, 15.2.1995

Objednávkou č. 9503/95 ze dne 27.1.1995 [REDACTED]

[REDACTED] byl jsem požádán o podání znaleckého posudku "na stanovení stavu, příčin a možných způsobů opravy praskající betonové podlahy v nově vybudovaných výrobních halách A2,B2". Požaduje se, aby v posudku byl popsán zjištěný stav podlahy a její závady, stanoveny příčiny závad a určeno, zda je chyba v projektovém řešení nebo v realizaci- nedodržení projektu či technologických postupů a zásad. Dále se požaduje, aby součástí posudku byly navrženy i možné nejvhodnější způsoby provedení opravy podlahy.

Prohlídku předmětné stavby jsem provedl dne 16.1.1995 za přítomnosti Ing. Jiřího Crhy a p.Müllera. Zkušební vývrty byly provedeny za mé přítomnosti i za přítomnosti obou nahoře jmenovaných zástupců [REDACTED] Českou všeobecnou stavební společností,s.r.o.,Praha pomocí zařízení HILTI dne 8.2.1995.

N Á L E Z

Zkoumané podlahy jsou v lodích A2 a B2 výrobní haly dostavovaných k původní hale v roce 1994. Výrobní hala je dvoulodní, jednopodlažní, s železobetonovou konstrukcí systému ZIPP Bratislava.Modulové rozpětí lodí je 2 x 18 m, rozteč středních sloupů 12 m, rozteč

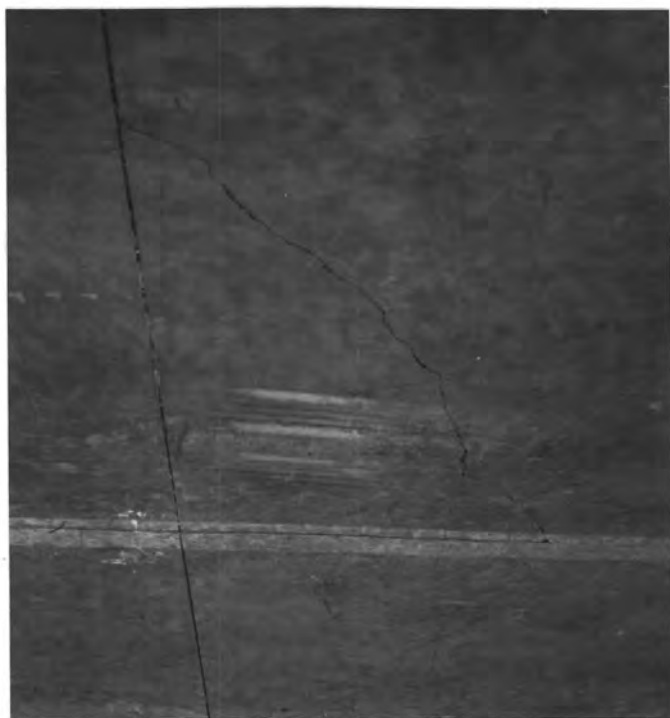
obvodových sloupů 6 m, celková délka 72 m. Prostorem výrobní haly vedly některé inženýrské sítě závodu, jako kanalizace a topný kanál. Podle projektu měla být odpojená potrubní a kabelová vedení vyzdvižena a výkopové rýhy měly být zasypány po vrstvách 200 mm, řádně zhutněných. Na podsypy podlah v tloušťce 100 až 150 mm měl být použit štěrkopísek, na zásypy výkopů kvalitní vytěženou zeminu.

Podlahový systém měl být tvořen podkladní armovanou betonovou deskou tl. 150 mm z betonu B 12,5 s výztuží sítí KARI KH 01-6/150 x 6/150, umístěnou bez bližšího definičního určení poblíž spodního povrchu (podle výkresů cca 30 mm nad základovou spárou), vodotěsnou izolací ze SKLOBITu a penetračního nátěru a podlahovou vrstvou, která byla specifikována alternativně: buď čedičová dlažba, nebo cementový potěr s přísadou korundu v horní části této vrstvy nebo vakuovaný beton. Nakonec podle ústních údajů zástupců investora byla podlahová vrstva provedena kombinací posledních dvou alternativ, tj. vakuovaný beton s horní vrstvou s přísadou korundu. Podlaha měla být dilatována v plochách max. 6 x 6 m. Dilatační spáry měly být vyplněny minerální plstí a do hloubky 20 mm zaplněny trvale pružným silikonovým tmelem. Rovněž podlahová vrstva z betonu B 30 měla být při svém spodním povrchu bez bližší specifikace vyztužena sítí KARI KY 14 - 8/150 x 8/150. V předložených podkladech nebylo nalezeno nic, co by blíže specifikovalo důvody změny projektované podlahy na skutečně provedenou, ani žádné bližší instrukce pro provádění podlahy, způsob uložení výztuže, její úpravu v dilatačních sparách atd.

Prohlídka současného stavu podlahy ukázala, že došlo ke vzniku řady trhlin, jednak trhlin probíhajících více méně kontinuálně od obvodového zdiva ke středu haly, příp. i dále směrem k původní hale (obr.1), jednak trhlin spíše lokálních, omezených na jedno nebo dvě sousední dilatační pole (obr.2). Kromě toho byl zjištěn výrazný výškový rozdíl v úrovni jednotlivých dilatačních polí v okolí dilatačních spar (obr.3), vedoucí k ulamování okrajů vyššího pole provozem (obr.4). Trhliny byly konstatovány i u většiny polí, jakkoli zeslabených různými otvory (obr.5).



Obr. 1 Průběžná trhlina přes
několik polí



Obr.2 Lokální trhlina
v jednotlivém poli



Obr. 3 Vzájemně rozdílná výška
jednotlivých polí



Obr. 4 Odlamování okrajů nestejně
vysokých polí



Obr. 5 Trhliny od rohů šachet

Investorem na přání znalce bylo provedeno nivelační zaměření celé haly A2 a B2. Byl zjištěny výškové rozdíly až 25 mm. Z měření nelze -pokud jde o větší oblasti- spolehlivě usoudit na to, zda nerovnoměrnost výšek vyplývá především z nedokonalosti provedení či z určitého poklesu celých velkých částí podlahy včetně podkladních vrstev (např. oblast DE-34). Pokud jde o lokální oblasti (v rozsahu jednoho pole), jde nepochybně o deformace pouze těchto polí samotných.

Na čtyřech místech haly byly provedeny vývrty jádrovým vrtákem průměru 150 mm až do podloží.

První vývrt byl proveden v poli DE - 67 právě přes trhlinu (od rohu E6 směrem k linii D ve vzdálenosti 120 cm a směrem k linii 7 ve vzdálenosti 60 cm). Bylo zjištěno (obr. 6 a 7), že

- trhlina prochází celou tloušťkou podlahy od povrchu až k izolaci

- nebyla zjištěno právě v tomto místě pokračování trhliny v podkladní vrstvě

- tloušťka podlahové vrstvy nad izolací byla pouze 95 mm

- výztuž byla umístěna nad izolací 10 mm

- podkladní vrstva měla tloušťku celkem 140 mm

- vrstva pískového (nikoli štěrkového) podsypu byla 215 mm

- pod pískem se nacházela rostlá jílovitá zemina

- výztuž podkladní vrstvy se nacházela na rozhraní s podsypem.



Obr. 6 Vývrt v poli DE - 67



Obr. 7 Jednotlivé součásti vývrtnu v poli DE - 67

Druhý vývrt byl proveden v poli EF - 89 ve vzdálenosti 30 resp. 35 cm od rohu E8, tedy v těsné blízkosti jednak projektované konstrukční dilatace, ale hlavně v blízkosti zřetelně převýšeného okraje tohoto pole proti okraji pole sousedního. Tímto vývrtem bylo nalezeno, že

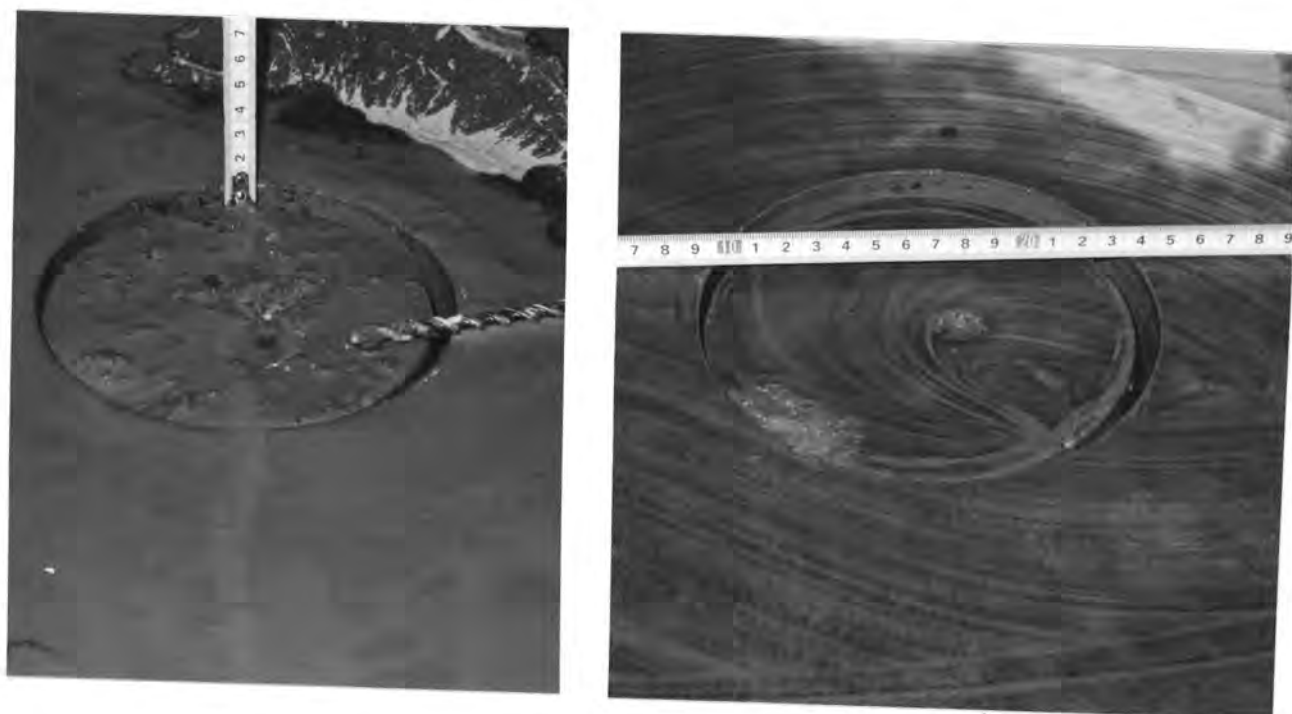
- tloušťka podlahy až k izolaci činí 145 mm
- výztuž profilu 6 mm ve vzdálenosti 70 mm byla uložena na izolaci
- tloušťka podkladní vrstvy činila 160 až 190 mm
- výztuž podkladní vrstvy nebyla nalezena
- nad izolací je vytvořena mezera o výšce cca 10 mm po celém obvodu výřezu.

Po odvrtání podlahy (tj. části od povrchu k izolaci) a vytažen vrtáku poklesla vyvrtaná část o cca 8 až 10 mm, jak je dobře patrné z obrázků 8 a 9. V podkladním betonu byl zachycen počátek trhliny, postupující od kontaktní spáry s izolací šikmo dolů (obr.9). Rovněž ve spodní části (u zeminy) prochází vývrtem podkladní vrstvy šikmo skloněná trhlina. V této sondě nebyl zjištěn žádný štěrkový podsyp.



Obr.8 ▲ a obr. 9 ➔
Vývrt v místě EF - 89





Obr. 10 a obr. 11 Pokles vývrtnu bezprostředně po vytažení vrták

Třetí vývrt byl proveden v dilatační spáře 5 v poli GH. Zde byl proveden vývrt pouze k izolaci. Ukázalo se, že

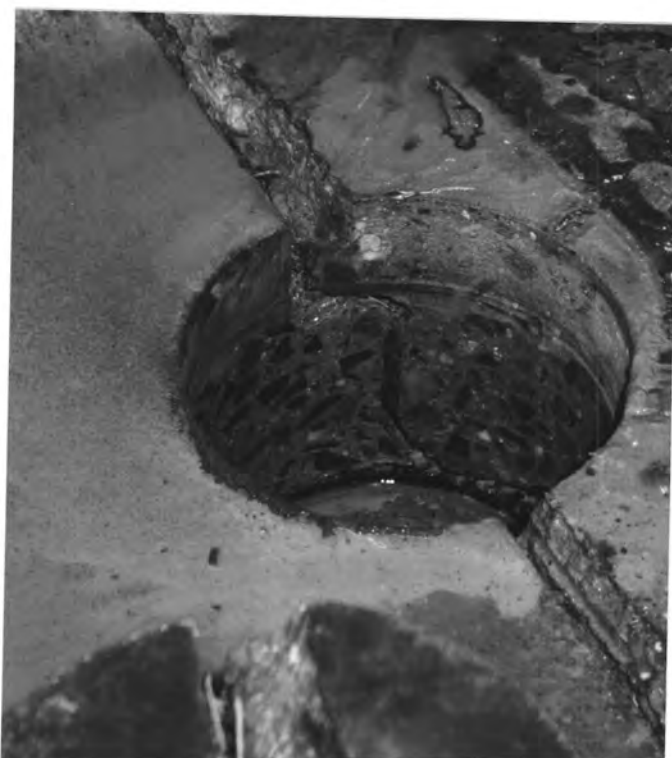
- tloušťka podlahoviny je 145 mm
- dilatační spára je vytvořena vloženým úhelníkem 30 x 30 mm s vodorovnou přírubou zapuštěnou do jednoho z polí (■), takže u povrchu je pouze tenká část příruby. Druhé pole úhelník osazený nemá. Od úhelníku pokračuje nejdříve vodorovně, pak svisle pracovní spára, oddělující betonovou vrstvou obou sousedních polí (obr. 12)
- výztuž podlahy byla položena na izolaci
- mezi izolací a betonem podlahy je u pole bez úhelníku vodorovná mezera o výšce cca 10 mm (obr. 13 a 14).



Obr. 12 Vývrt přes dilatační a pracovní spáru 5 v poli GH
Obr. 13 Pokles vývrtu po odstranění vrtáku o cca 10 mm

Čtvrtý vývrt byl proveden opět přes dilatační spáru 4, tentokrát zřejmě prořezávanou, opět v poli GH. Spára byla skutečně proříznuta do hloubky 20 mm, dále pak pokračuje samovolná trhлина až k izolaci (obr.15 a 16). Zde bylo dále zjištěno:

- tloušťka podlahy od povrchu k izolaci činí 155 mm
- výztuž podlahy leží na izolaci
- tloušťka podkladního betonu je 170 mm
- pod podkladní vrstvou betonu je cca 150 mm pískového podsypu.



Obr.14 Pohled do otvoru vývrtu, v němž je zřetelně vidět vodorovná spára o výšce cca 10mm

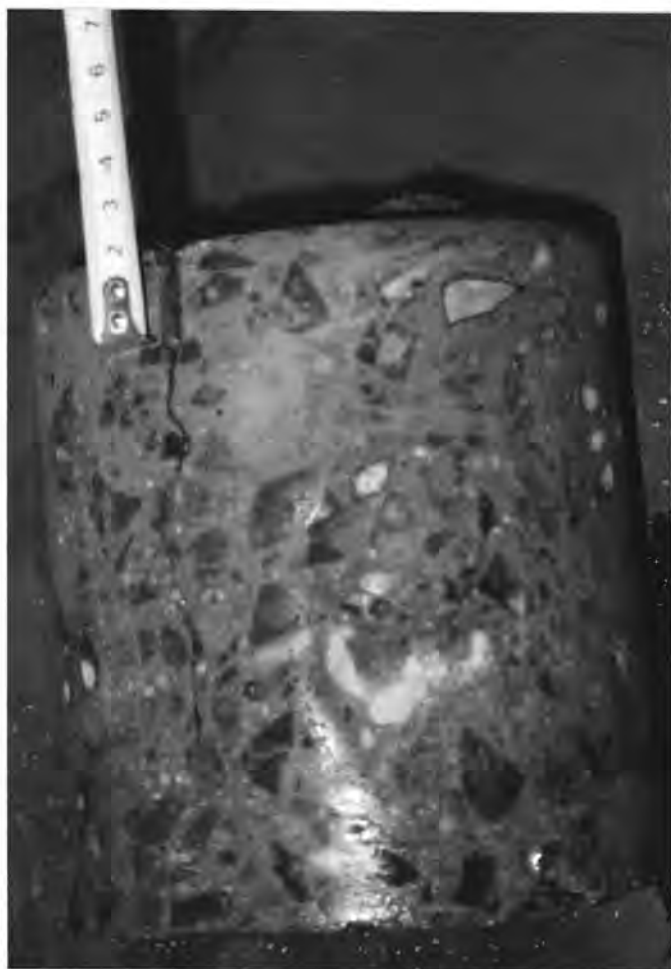


Obr. 16 Vývrt v dilaci v poli GH - 4



Obr.15 Proříznutá spára ve vývrtu v dilataci 4

Ve všech vývrtech je patrné, že pouze nepatrná část u horního povrchu podlahy je zpevněna vrstvou malty obohacené korundovým prachem. Průměrná tloušťka této vrstvy je přibližně 1 až 2 mm. Dobře to dokumentuje i obr.17.



K ověření rovinnosti povrchu jednotlivých polí bylo ještě provedeno měření hadicovou vodní vodováhou (přesnost 1mm) v poli DF - 89. Výsledkem bylo zjištění, že okraj dilatačního pole je prot svému středu zdvižen o 6mm v jednom případě (pole EF) a o 13mm ve druhém případě (pole DE). Rozdíl výšek na styku dvou polí z různých jejich zakřivení je tedy možno očekávat.

Obr. 17 Struktura betonu podlahy (bez cementového potěru 25mm nad izolací a bez cementového potěru s karborundem v tl. 50 mm)

P O S U D E K

P r o j e k t

Vážnou závadou projektu je, že není nikde specifikováno uložení výztuže jak v horní, podlahové vrstvě, tak ve spodní, podkladové vrstvě. Kromě toho, volba výztuže je spíše nedostatečná. Pouhé naznačení umístění výztuže v blízkosti spodního povrchu ve výkrese sice udává pro prováděcí závod jistou směrnicí, tato směrnice je však veskrze špatná. Deformacím od smrštění je bráněno výztuží u spodního povrchu, zatímco horní povrch se může deformovat v podstatě bez omezení. Navíc vždy horní povrch betonové vrstvy, ať je použita cementová mazanina či není, obsahuje větší podíl jemných součástí a také větší množství vody. Tím smrštění horní části souvisle betonované desky je vždy o něco větší než spodní části. Výsledkem obojího je tzv. kompozitní působení, projevující se miskovitou deformací dilatačních polí (analogicky chování bimetalického článku při snížení teploty). Výztuž uložená při spodním povrchu vrstvy jen ztěží může zabránit ve větší míře takovým deformacím, zejména je-li, jako v daném případě, v určitých částech podlahy pouze položena na izolaci bez možnosti řádně spolupůsobit s betonem.

Jiná projekční nejasnost, která sice v daném případě nevedla zřejmě k vyvolání nebo zvětšení poruch, je uspořádání podlahy jako takové. Ponechává se bez komentáře volba druhu podlahy, značně rozdílné ve svém fyzikálním chování, na komsí, aniž by byly dány instrukce o parametrech, které v tom či onom případě je vhodné nebo dokonce nezbytné sledovat. Může to být např. velikost dilatačních polí, uspořádání dilatací atd.

V projektu by neměl také chybět údaj o stupni zhutnění zeminy nebo násypu minimálně tam, kde případné nestejnorodosti hustoty (hutnosti) podloží mohou vyvolat nebo podpořit škody na stavební konstrukci. To je zvláště důležité tam, kde projekt ukládá odpojení a vyzdvižení starých potrubních a kabelových sítí a zasypání výkopových rýh, které mohou být značně rozsáhlé.

P r o v á d ě n í

Sondy a další šetření uvedená v nálezů bez pochyby ukazují na řadu chyb, kterých se dopustil dodavatel stavby.

Ze sond je zřejmé, že nebyl proveden projektem předepsaný podsyp v celé ploše a v tloušťce 100 až 150 mm štěrkopískem. Podsyp byl proveden zřejmě spíše k vyrovnání terénních nerovností, tedy místně a namísto štěrkopísku bylo použito jemnozrnného hlinitého písku. Podle informací investora nebylo provedeno vyzdvižení inženýrských sítí, ale nejméně zčásti pouze jejich odpojení. Jak, čím a do jaké míry bylo provedeno zhutnění rozvolněného nebo nasýpaného podkladu nelze dnes zjistit.

Bylo nepochybně zjištěno, že výztuž jak ve spodní podkladové vrstvě, tak v horní podlahové vrstvě byla položena buď přímo na zeminu, nebo na izolaci. Tím nepříznivé uložení výztuže předepsané projektem bylo ještě umocněno. Ze sond také jednoznačně vyplývá, že nebyla provedena ochranná vrstva izolace z cementové malty o tl. 25 mm, ale že byla pokládána betonová podlaha na izolaci přímo. Rovněž nebyla provedena speciální 50 mm tlustá vrstva cementové mazaniny s korundovým (karborundovým?) plnivem na povrchu podlahy. Dilatace byly upraveny odlišně od projektu, buď prořezáním do hloubky pouhých 20 mm, nebo jednostranným vložením úhelníku s nevhodně a nefunkčně uloženou vodorovnou přírubou do hmoty betonu. Tím nebyla a ani nemohla být spára upravena podle projektu, tj. vyplněna minerální plstí a uzavřena u horního povrchu trvale pružným silikonovým tmelem.

Uložení relativně slabé výztuže těsně ke spodnímu povrchu podlahy umožnilo miskovité zdvihání okrajů jednotlivých dilatačních polí. Rozdíl ve zdvižení okrajů jednotlivých polí, které bylo beze vší pochybnosti prokázáno, závisí na mnoha náhodných činitelích: tloušťce vrstvy, výškovém umístění výztuže, kontinuitě výztuže pod dilatací, hustotě betonu, úpravě dilatační příp. pracovní spáry atd. Jednotlivá dilatační pole jsou vlastně na podkladu uložena jen ve své střední části a směrem k okrajům vzniká mezi spodní vrstvou a

horní podlahovou vrstvou mezere proměnné tloušťky, která může dosáhnout u krajů až 15 mm. Je zcela přirozené, že pod zatížením dojde dříve či později k ulomení určité části desky a opětnému plnoplošnému dosednutí ulomené části na podklad. To vysvětluje postupné objevování dalších a dalších trhlin, nejčastěji "přes roh" nebo u okrajů (u dilatace). Miskovitě zdvihání okrajů, které je u jednotlivých polí nestejně (jak výše vysvětleno), způsobuje též na rozhraní polí schůdek, který při přejezdu vozíků či jiných prostředků se postupně odlamuje a tak vlastně autonomně vyrovnává. Obojí zhoršuje nejen vzhled, ale i prostředí (prašnost) a snižuje celkovou životnost díla.

Vedle právě popsaných trhlin a poruch byla nalezena na několika místech haly trhlina procházející přes několik polí. I když nelze zcela vyloučit, že jde o stejný jev a pouhou shodu náhod z hlediska umístění trhlin v jednotlivých polích, přeci tato porucha spíše nasvědčuje jinému mechanismu. Mohlo by jít o důsledek nestejnoměrného ssednutí podkladu, provázeného prasknutím podkladní desky a přenosu této trhliny do podlahové vrstvy. Mohlo by jít také o smršťovací trhlinu příp. trhlinu způsobenou větší změnou teploty (ochlazením) podkladní vrstvy nebo souběhem obou vlivů v důsledku nesprávně provedených dilatací. Ani jedno nelze vyloučit, bez značné destrukce podlahy a jejího podkladu však ani potvrdit. Podstatné však je, že ve všech případech lze připsat vznik takových trhlin chybám při provádění. Vytknutá chyba projektu, spočívající v relativně slabé výztuži, uložené ještě na nesprávném místě, může jen urychlit vznik takové vady nebo ovlivnit její rozsah, nikoli ji způsobit.

Kvalita betonu, jak podkladní vrstvy tak podlahové vrstvy, je velmi dobrá a je zřejmě důvodem, že poruchy nejsou rozsáhlejší. Nicméně ani dobrá kvalita betonu nemůže zabránit tomu, aby poruchy se dále a trvale nerozšiřovaly. Bez rekonstrukce by rozvoj primárních poruch byl ukončen teprve tehdy, až by byla každá deska (každé dilatační pole) porušena několika trhlinami. Pak by ovšem docházelo k druhotným poruchám, jako odrolování a odlamování okrajů, rozšiřování trhlin, výmolům atd.

Znalecká doložka:

Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím ministra spravedlnosti ze dne 11. 10. 1967 č. j. ZT 108/67 pro základní obor stavební inženýrství, pro obor staveb obytných, průmyslových a občanských staveb a stavebního materiálu.

Znalecký úkon je zastupován znalceho
.....

Znalec a náhradní znalec (náhradní znaly) účinní podle přílohy
.....
.....

Z důvodů shora uvedených doporučuji provést rekonstrukci podlahy alespoň tak, aby se zabránilo dalšímu rozvoji poruch.

K o n c e p c e r e k o s t r u k c e

Pokud došlo ke vzniku trhliny v důsledku nerovnoměrného sesedání či smrštění vlivem nesprávně provedených dilatačních spar (dlouhé trhliny procházející přes několik dilatačních polí), lze mít zato, že tyto procesy jsou už stabilizovány nebo se brzo stabilizují. Tyto poruchy nelze odstranit a nepovažují za technicky i ekonomicky vhodné se zabývat nějakou složitou rekonstrukcí. Zacelení trhlin lze provést povrchovým zatmelením epoxidovým tmelem a zainjektováním epoxidovou pryskyřicí.

Všude, kde lze očekávat existenci vodorovné spáry (dutiny) nad izolací, je třeba tuto dutinu vyplnit injektáží např. vhodného cementového tmele. Injektáž epoxidovou pryskyřicí je samozřejmě také možná a patrně trvanlivější, cena je však mnohonásobně vyšší. Trhliny, které se dosud objevily zlomením zdvižených částí lze upravit stejným způsobem jako v předchozím bodě. Okraje dilatačních polí je třeba přebrousit k dosažení přijatelné rovinnosti. Ulámané okraje desek u dilatací lze opravit vhodnou epoxidovou maltou. Dilatace je třeba zaplnit alespoň v proříznuté části či na výšku vloženého úhelníku trvale pružným tmelem.

Všechny rekonstrukční práce musí provádět, má-li se zajistit úspěch rekonstrukce, specializovaná a zkušená firma. Jakékoli experimentování, použití neosvědčených metod, neodborné vedení, stejně jako ponechání podlahy dlouho bez nápravy může vést pouze ke zhoršení současného stavu.



Ing. Dr. Richard A. B a r e š, DrSc.

Znalecká doložka:

Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím ministra spravedlnosti ze dne 11. 10. 1967 č. j. ZT 108/67 pro základní obor stavebnictví, pro odvětví staveb obytných, průmyslových a zemědělských a stavebního materiálu.

Znalecký úkon je zapsán pod poř. č. 188/92 znaleckého deníku.

Znalečné a náhradu nákladů (náhradu mzdy) účtuji podle přiložené likvidace na základě doložky č. 188/92