

**Znalecký posudek
o poruchách podlahoviny FORTIT**

29 stran

25. 7. 1978

Ing. CSc. Richard A. B a r e š
c/o Ústav teoretické a aplikované mechaniky
Československé akademie věd
128 49 P r a h a 2, Vyšehradská 49

Z n a l e c k ý p o s u d e k

e poruchách podlahoviny Fortit na stavbě [REDACTED]
[REDACTED]

Oj. č. 59/169/78

Praha, 25.7.1978

Dne 15.2.78 obdržel jsem od investičního útvaru
podnikového ředitelství [REDACTED]

[REDACTED] žádost o
provedení

"Odborného posouzení vzniklých poruch stavební
konstrukce, potřebné k rozhodnutí pro navržení nové
hospodářské smlouvy". Jedná se, jak plyne z průvodního
dopisu, o novostavbu [REDACTED]
[REDACTED]

Dne 12.4.78 provedl jsem prohlídku objektu na místě, za přítomnosti s. Pernicy z investičního útvaru z [REDAKCE] Jednání se zúčastnili dále s. Gröhling, vedoucí investičního útvaru a s. Vejvoda, [REDAKCE]

N á l o s

Novostavba závodu byla dána do provozu postupně v minulých dvou letech. Jde o halovou stavbu, rozdělenou do tří sekcí :

III. sekce je jednopodlažní s provozem barevný a čistících strojů (Tricosety).

II. sekce je dvoupodlažní; v přízemí je jídelna, sociální zařízení (šatny a koupelny), vstupní chodba, výměňiková stanice, rozvod teplé vody, sklady a rozvodny, v I. patře je provoz konfekce a dva tzv. spojovací krčky.

I. sekce je třípodlažní; v suterénu je sklad hotových výrobků, v přízemí sklad přízí, balárna a soukárna a v I. patře pletárna.

Konstrukce budovy je ocelová, hlavní nosné prvky jsou chráněny proti účinkům požáru obezdivkou nebo torkretem. Stropní konstrukce jsou jednotné, na ocelových SD-deskách 25/7 je 12 - 19 cm silná vrstva betonu B 250, na ní cemen-

tový potěr v tloušťce 5 - 6 cm, rovněž z betonu B 250 (obačí podle údaje s. Farnici). Na cementovém potěru je na většině provozů uložena podlahovina Fortit (dodavatel np. Armabeton Praha). V mokřích provozech je na základní betonové vrstvě uložena keramická nebo kyselinovzdorná dlažba.

Projekt celkového uspořádání ani detailů (skladby stropů) mi nebyl předložen a nemohu proto posoudit míru shodnosti projektovaného a skutečného uspořádání.

V části dvoupodlažní sekce II. je zavěšen snížený pohled. Ve vzniklém mezistropním prostoru jsou umístěny veškeré vzduchotechnické rozvody. Podle s. Farnici je v tepném období v tomto prostoru, nijak nekomunikovaným s okolním prostředím, značně vysoká teplota (odhadem 35 - 45°C). Při mé návštěvě bylo dohodnuto, že závod zajistí objektivní měření teplot v tomto prostoru a sdělí znalci. Podle telefonického sdělení dne 12.7.78 je v letním období teplota v mezistropu cca 25°C.

V části s výměňkovou stanicí dosahuje teplota u stropu rovněž značně vysokých teplot, odhadem 45 - 50°C.

Po uvedení závodu do provozu počly se podle údaje s. Farnici po 1/2 - 1 roce objevovat v podlahovině Fortit puchýře, naplněné kapalinou (obr.1,2), v některých částech, zejména v komunikačních cestách došlo pak k pro-
dávání výdutí, výtoku kapaliny a jejímu pryskyřičnatění,



Obr. 1; Výskyt výdutí v některých lokalitách provozu
konfekce



Obr. 2; Výskyt výdutí v některých oblastech provozu
pletárny

provázené tmavými až černými, těžko čistitelnými
skvrnami (obr. 3, 4, 5).



Obr. 3



Obr. 4 Proražení výdutí s vytékající pryskyřičnatější
kapalinou na transportních cestách v plotárně



Obr. 5 : Proražení výdutí v omezených lokalitách
v suterénním skladu

V době prohlídky byl konstatován největší výskyt
puchýřů v těchto částech objektu :

- v sekci II nad mezistropem, speciálním zařízením
a nad výměňkovou stanicí; v oblasti výměňkové stanice,
kde se poruchy objevily nejdříve a v největším rozsahu,
byla část podlahoviny stržena a naražena novou po 1 - 1,5
měsících vysoušení (údaje s. Pernici). Poruchy se však
objevily zanedlouho v nově položené podlahovině znovu;
- v I. sekci v některých oblastech nepravidelně
lokalizovaných (a bez projektu nedefinovatelných);
- ve zbytku nadzemních podlaží v menších lokalitách,
často v okolí různých instalačních kanálů;
- v I. sekci v suterénu, kde skladba podlahy je
podle údajů s. Pernici tato (shora):

Fortit, cementový potěr B 250 tl. 5 cm, betonová masnice B 170 10 cm, iz natavené izolační pásy IPA (s výjimkou různých instalačních kanálů, u nichž je izolace přerušena), podkladní beton B 135 tl. 10 cm, rostlý terén.

Fuchýře na všech jmenovaných místech jsou průměru 5 - 20 mm, šířka větší; jsou pod tlakem naplněny kapalinou, jejíž vzorek byl z několika míst provedu konfekce nad koupelnami a mezistropem a provedu pletárny nad balírnou a skládem přize odebrán k analýsám. Fuchýře (výdutě) jsou vytvářeny pouze vrchní (povrchovou) vrstvou podlahoviny (přip. spolu s vyrovnávací vrstvou), nad nosnou vrstvou vyztuženou skelnými vlákny; v těchto místech dochází tedy k oddělení nosné a povrchové vrstvy.

Vzorky betonu (potěru a nosné desky) nemohly být z provozních důvodů odebrány současně; závod však zajistí odběr vzorků podle instrukcí znalce a jejich neprodlené dodání po odběru, aby mohla být stanovena alespoň orientační hodnota vlhkosti betonu a celkového množství volné (chemicky nevázané, komunikovatelné) vody ve stropním systému.

V chodbě soukárny bylo zjištěno, že byla uložena na sebe dvakrát povrchová vrstva (různého barevného odstínu) podlahoviny. Dochází k "výtlukům", částí horní

vrstvy jsou perušovány, vylamovány, vznikají nerovnosti a barevné skvrny.

Vzorky betonu byly doručeny dne 5.5.78. Byly zjištěny tyto vlhkosti betonů (po přesušení na 120° C) vzhledem k suché váze :

vzorek 1 6,70%
" 2 6,19%.

Zjištěné hodnoty jsou o cca 100% vyšší, než by odpovídalo rovnovážné vlhkosti v daných teplotních podmínkách.

Fodlahovina Fortit (celkové tloušťky 3 - 5 mm) je zhotovena z polyesterových pryskyřic; pokládá se na základní penetrační nátěr a skládá se ze tří vrstev : nosné (která je vyztužena sekaným skelným provazcem), vyrovnávací a povrchové.

Složení jednotlivých vrstev a postup podle technologického předpisu TEP 13/74 np. Armabeton je následující :

Penetrační nátěr

ChS Polyester 104	90	objemových dílů
ChS Polyester 200	10	- " -
acetan	100	- " -
F-urychlovač 1/40	1	- " -
F-katalyzátor VI (podle teploty prostředí a podkladu tak, aby počet gelatinace byl za 2 hod.)	1 - 4	- " -

Nosná vrstva

ChS Polyester 104	90	objemových dílů
ChS Polyester 200	10	- " -
P-urychlovač I/40	1,5	- " -
P-katalyzátor VI (podle teploty prostředí a podkladu tak, aby počátek gelatinace nastal cca po 30 min).	2-4	- " -

Do nosné vrstvy se pokládá skelná rohož ze skelných pramenů. Během zpracování se hutnějí válečky namáčejí ve starenu. Množství skelné výztuže je min. 600 g/m². Množství pryskyřičné matrice není udáno, podle skutečnosti činí obsah skelné výztuže vzhledem k celé podlahovině cca 12% váh.

Vyrovnávací vrstva

ChS Polyester 104	90	objemových dílů
ChS Polyester 200	10	- " -
P-urychlovač I/40	1,5	- " -
P-katalyzátor VI	2-4	- " -
pigment	3	- " -
Aerosil 380	8,1+2	- " -
písek JUK	20	- " -
roztok parafinu	0,5	- " -

Restek parafinu se připraví předem ve složení

styren	100	v.d.
parafin 52/53	5	v.d.
Lukoil M 10	0,2	v.d.

Povrchová vrstva (tloušťka do 1 mm)

ChS Polyester 104	90	objemových dílů
ChS Polyester 200	10	- " -
pigment	3	- " -
P-urychlovač I/40	1,5	- " -
P-katalyzátor VI	2+4	- " -
Aerosil 380	1	- " -
parafinový roztok	5	- " -

Podklad má být podle tohoto technologického předpisu z cementového potěru tloušťky min. 4 cm, s pevností 170 kg/cm², zhotovený ze s a v l h l é směsi, uhlazený dřevěným hladítkem, s rovností vyhovující ČSN 74 45 05, se s a j i š t ě n í m proti pronikání vlhkosti od podkladu k povrchu, vyzrálý a s u c h ý, neznečištěný, neporažený.

Optimální podmínky pro provádění jsou 20° C a RH do 60%. Teplota podkladu nesmí přesáhnout 20° C a klesnout pod 10° C, teplota prostředí má být minimálně 15° C.

Jednotlivé složky pro přípravu směsi jsou

ChS Polyester 104 - základní nenasycená polyesterová pryskyřice, t.j. roztok nenasyceného polyesteru v monomerním styrenu (množství styrenu 33% váh)

ChS Polyester 200 - změkčující pryskyřice (obsah styrenu 30% váh)

P-katalyzátor VI - 90% methylecyklohexanonperoxidu
- 15% methylecyklohexanolu
- 35% dibutylftalátu

P-urychlovač I/40 - 40% roztok kobaltnaftalátu v toluenu (s obsahem 4% Co)

Druh epetace skelných vláken není znám.

Dřívější zkušenosti v podlahovinou Fertit ukázaly, že poruchy a vřutění může způsobit vedle fyzikálního (rozklínajícího) účinku přetlaku vodních par hydrolyza (t.j. reakce způsobená vodou) polyesterové pryskyřice. Kapalina přítomná v puchýřích byl vždy vodný roztok dvojmocných alkoholů (glykolů), kovových solí a nepatrných množství dalších organických látek.

Vzorky kapaliny odebrané z puchýřů v různých částech závodu byly analyzovány tak, aby byla ověřena možná fakta o složení kapaliny při vzniku hydrolysy a nalezeny případné další látky, jež by mohly ovlivnit vznik poruch. Že takové látky v kapalině existují, ukazuje i

její charakteristický zápach, který není způsoben glykoly (které jsou bez zápachu).

Vzorky kapaliny byly zkoumány vždy metodou plynové chromatografie jakožto konečnou identifikační metodou. Úprava vzorků před chromatografií v chromatografu byla provedena tak, aby se hledané látky nekonzentrovaly. K tomu účelu bylo vyzkoušeno několik postupů:

1. Přímé dávkování kapaliny do chromatografu (bez úpravy vzorku)
2. Acetylace
3. Redukce
4. Sloupcová chromatografie
5. Extrakce ethyletherem
6. Zpracování bílého náletu (odparku z kapaliny)
7. Chromatografie na iontoměničích

Ad 1. Přímým dávkováním vzorku do přístroje (CHROM 4, ČSSR) byl stanoven obsah vody, ethylenglykolu (EG) a diethylenglykolu (DEG). Jako dělicí fáze v chromatografu bylo použito zahraničních výrobků PORAPAKU Q a Carbowaxu 1500 A. Jako detektor sloužilo tepelně-vedivostní čidlo. Získané hodnoty obsahuje tabulka 1.

Tab. 1

Vzorek	H ₂ O	EG	DEG	ostatní látky (kyseliny)	ostatní látky (především kovo- vé sole)
1	48,3%	2,0	8,7	0,3	41,7
2	36%	1,1	10,7	0,3	51,9

Ad 2. Vodný roztok byl acetylován přebytkem acetanhydridu v pyridinu. Byla získána směs acetatů EG a DEG se značným množstvím dalších minoritních látek. Tato směs se však nehodí k dalšímu zpracování pro svou složitost a nevhodný poměr složek.

Ad 3. Několik miligramů vodného roztoku bylo redukováno přebytkem hydridu lithno-hlinitého (LiAlH₄) a reakční směs acetylována acetanhydridem. Získaná směs látek nebyla rovněž vhodná pro plynovou chromatografii.

Ad 4. Vodný roztok byl nalit na kolonu aktivovaného silikagelu a vymýván z kolony chloridem uhličitým. Eluát z kolony neobsahoval glykoly. Stanovení jednotlivých složek pomocí plynové chromatografie a hmotové spektrometrie neposkytlo žádné vhodné výsledky.

Ad 5. Vodný roztok byl vytřepán několikrát ethyletherem. Po odpaření etheru byl zbylý extrahovaný podíl acetylován a studován opět pomocí plynové chromatografie a napejčeným hmotnostním spektrometrem. Ani v tomto případě nebylo dosaženo žádných pozitivních výsledků.

Ad 6. Volným odpařením vzorku na vzduchu se získá odparek ve formě bílého až nažnědlého náletu, který se také nachází přímo kolem proražených výdutí podlahoviny. Nálet byl extrahován ethyletherem. Extrakt obsahoval pouze ethylenglykol a diethylenglykol. V etheru nerozpustný zbytek uvolňoval zahříváním další glykoly; z toho se dá soudit, že část glykolů je v odparku vázána pravděpodobně ve formě vápenatých solí. Vyžháním náletu byl získán kysličník vápenatý (sráží se kyselinou šťavelovou). Nálet ve vodě rozpuštěný dává s kyselinou šťavelovou pouze nepatrný zákal, což může být dalším potvrzením toho, že vápník je s glykoly jistým způsobem komplexně vázán.

Ad 7. Vodný roztok byl nalit na eloupek iontoměničce DOWEXU 1 x 2 převedeného do OH^- cyklu a po eluci neutrálních látek byly kyseliny ze vzorku vytěsněny 1N (Normální) kyselinou solnou, odpařeny od elučního činidla a esterifikovány methylelkoholem z 3% plynného chlorovodíku. Analýza pomocí plynové chromatografie a hmotové spektrometrie přinesla zatím jen dílčí výsledky; byla zjištěna kyselina adipová, fumarová, maleinová a 2-hydroxy jantarová ($\text{HOOC}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$).

S ohledem na to, že mezistrop není odvětráván a elouží k zakrytí různých vzduchotechnických a teplovodních

vedení, lze očekávat rozdíl teplot spodního líce stropní konstrukce a horního líce podlahy minimálně 25° C. Tato hodnota je v dalších úvahách použita, i když v některých místech (např. nad rozvodnou) je rozdíl teplot značně vyšší (až 50° C).

Porovnání lokalizace poruch na podlahách jednotlivých podlaží s umístěním tepelných, případně vlhkostních zdrojů pod podlahou prokázalo kauzální spojitost. Poruchy se vyskytují především tam, kde teplotní ^{spád} (negativní, tj. s klesající teplotou zdola nahoru) je vyšší (nad teplevodními a klimatizačními kanály, nad rozvodnou) a dále tam, kde se opakovaně nebo trvale vyskytuje vyšší vlhkost (nad souchami), na nedostatečně izolovaném zemním podkladu. Stropní konstrukce, vytvořená ocelovými plechy na sraz a betonovou deskou, neklade difuzi vlhkosti od spodu větší odpor a lze očekávat, že - v závislosti od teplotních podmínek pod a nad stropem - bude k difuzi vodních par do stropu a dále do podlahy docházet. Protože není provedena žádná zábrana proti pronikání vlhkosti od podkladu (rozuměj stropní konstrukce) k podlahovině (a nejsou tím splněny TP pro podlahovinu Fortit), dojde ke koncentraci par a jejich kondenzaci až těsně pod Fortitem, který je prakticky zcela vodo- a paronepropustný, a nepříznivými fyzikálními a chemickými vlivy dříve popsanými.

V lokalitách, kde vlhkostní podmínky pod stropem jsou příznivější, tj. vlhkost vzduchu je normální, řízená vnějšími atmosferickými podmínkami, dochází k pohybu v podlaze zbylé volné vlhkosti po výrobě směrem nahoru s obdobnými důsledky. V tomto případě však lze na rozdíl od vlivu zvýšené vlhkosti pod stropem očekávat postupné vlhkostní vyrovnání a zastavení výskytu dalších poruch.

Na základě zkušeností s obdobnými případy poruch podlahoviny Fortit na navyschlých podkladních vrstvách a podle podrobných analýz tam provedených bylo upuštěno od dalších podrobných zkoušek podlahového systému i podlahoviny (difuze vodních par systémem po rovné úpravě povrchu, směkčení podlahoviny ve výdutích apod.) a výsledky dříve obdržené byly přiměřeně aplikovány i pro tento případ.

Při shrnutí získaných poznatků lze mít za prokázané, že

- podkladní části podlahového systému jsou poměrně značně provlhčeny, když obsahují o cca 100% více vlhkosti než rovnovážnou hodnotu
- není zabráněno pronikání vlhkosti od podkladu k podlahovině a tím může docházet v místech nad vlhkými prosovy (sprchy) k trvalému přísunu vlhkosti do podlahového systému

- v suteréních částech není zabráněno difuzi vlhkosti ze zemního podkladu kontinuální vodou a parotěsnou izolací
- vlhkost podkladních částí a výjimek v předchozích dvou bodech zmíněných lokalit je především průměrná, tj. vnesená do systému mokřím výrobním procesem a před pokládáním podlahoviny nedostatečně vysušená
- odvětrání podkladních vrstev (počínaje od dnešního možného stavu) je i v prostorech s normálními vlhkostrními podmínkami proces dlouhodobý (mnohaletý)
- výdutě vznikají uvnitř podlahoviny Fortit, pod nepropustnou vyrovnávací, resp. krycí vrstvou
- kapalina ve výdutích obsahuje hydrolytické produkty, jež jsou důkazem pozdějšího porušení podlahoviny; nejsou naopak obsaženy odpadní produkty oxidace, což svědčí o tom, že došlo k řádné polymeraci pojiva podlahoviny a potvrzuje, že vzcháň vrstvy stropního systému (minimálně podložka) byly dostatečně vyschlé při kladení podlahoviny a dále, že v době kladení podlahoviny neexistoval negativní teplotní spád (zdola nahoru)
- existující negativní spád na stropním systému (zdola nahoru), existující po zahájení výroby, podporuje difuzi vlhkosti stejným směrem, tj. až k nepropustné

podlahovině; tím se relativní obsah vlhkosti ve stropním systému zvyšuje odspodu směrem k podlahovině a vlhkost může fyzikálně i chemicky nepříznivě působit na podlahovinu.

P o s u d e k

1. Podlahovina Fortit

Technologický předpis pro výrobu podlahoviny Fortit (TP np. Armabeton) neobsahuje takové nedostatky, které by mohly způsobit poruchy podobného druhu, jako se objevily na přednášné stavbě.

Složení jednotlivých vrstev je v podstatě správné; povolené rozmezí některých složek (iniciačního systému) předpokládá vysokou kvalifikaci provádějících pracovníků. Nedeostatek iniciačního systému může umožnit oxidaci přítomného styrenu, přičemž vznik odpadních produktů oxidace (viz znalecký posudek Z 44/154/77) může částečně nebo zcela inhibovat další polymeraci. Chemické analýzy kapalin z výdutí však prokázaly nepřítomnost zplodin oxidace (benzaldehydu, formaldehydu, fenyletylenglykolu), tedy k poddávkování iniciačního systému nedošlo. Rovněž nedošlo k inhibici polymerace přítomností jiných látek, např. vody. V době kladení podlahoviny musel být

Podlahovina sama je pro daný provoz vyhovující; splňuje v podstatě požadavky technologického předpisu a za normálních podmínek má vysokou životnost. V daném případě je tedy na místě hledat příčiny vzniklých poruch jinde, než v chybách složení, přípravy nebo provedení podlahoviny, i když nelze vyloučit nepřímé spolupůsobení nevhodné chemické stavby použitých polyesterových pryskyřic.

Požadavky na podklad, obsažené v TP, zahrnují všechny nezbytné parametry: rovnost, pevnost, čistotu, suchost a zábranu proti pronikání vlhkosti k podlahovině odspodu. Požadavky však nejsou konkrétně specifikovány, což může vést ke sporům při jejich výkladu. Rozhodující je, že je třeba zabránit pronikání jakékoli vlhkosti pod tlakem k rubu podlahoviny (která je prakticky zcela voče- a paronepropustná s difusním odporem $716 \text{ torr} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h/g}$) stejně, jako je třeba tomu zabránit u každé jiné nepropustné podlahoviny. Závisí proto jednak na množství transportovatelné (chemicky volné) vlhkosti v celém stropním systému (až k voče- a paronepropustné izolaci) a jednak na teplotním spádu, který ječinný (až na kapilární síly) může být příčinou transportu vlhkosti, případně její komprimace. Jestliže není provedena v systému voče- a paronepropustná izolace, stává se přirozeně součástí systému i prostor pod stropem, případně podlahou.

2. Stropní systém jako celek

Stropní systém je nezbytné chápat jako celek, žádnou z vrstev nelze posuzovat pouze odděleně od ostatních. Vliv na chování stropního systému má kromě běžných vlastností (únosnost, tepelně a zvukově izolační schopnost atd.) difuzní propustnost, stupeň vodního nasycení, teplotní gradient.

2.1. Stupeň vodního nasycení

V daných teplotních podmínkách lze uvažovat rovnovážnou vlhkost konstrukčního i podlahového betonu hodnotou 3% hmotn. Množství nadbytečné vody podle vlhkosti odebranych vzorků obsahuje další tabulka (za předpokladu, že tloušťka konstrukčního betonu je 15,5 cm a podlahového betonu 5,5 cm, obojí s měrnou hmotností 2200 kg/m^3)

Vzorek	Vlhkost vzorků % hmotn.	Množství nadbytečné vody l/m^2
1	6,7	17,1
2	6,2	14,8

Při předpokládaném vodním součiniteli 0,6 a množství cementu 400 kg/m^3 je množství vody vnesené výrobním postupem průměrně 50 l/m^2 ; na hydrataci se spotřebuje cca 18 l/m^2 , takže v systému zůstává 32 l/m^2 .

Z toho cca 14 l/m^2 připadá na rovnoměrnou vlhkost a zbylých 18 l/m^2 je třeba vysušením odstranit. Zkušenost ukazuje, že klopením hutného betonu při ošetřování se vnesená vlhkost zhruba udržuje (po jistou dobu) na stejné úrovni. Porovnání vypočtené hodnoty se skutečně naměřenými ukazuje na to, že došlo před pokládáním Fortitu jen k velmi nedokonalému vysušení (povrchovému) betonu a vlhkost byla v systému uzavřena. Výměna vlhkosti mezi systémem a okolím je v izotermických podmínkách (kdy se teplota systému a okolí neliší) dána vlhkostním gradientem na rozhraní; těmto podmínkám se přibližuje období mimo topnou sezonu v objektu (nebo před uvedením vytápění do provozu). Za těchto podmínek u neisolovaného systému převažuje odchod vlhkosti, systém je vysušován. Je-li však relativní vlhkost okolního prostředí velká, může dojít i ke zvyšování vlhkosti systému, jeho vlhnutí. Podstatně složitější jsou vlhkostní poměry ve stropním systému při působení teplotního gradientu, tj. většinou při vytápění objektu. Jsou-li teplotní zdroje u spodního povrchu konstrukční desky, je pohyb vlhkosti usměrněn k hornímu, chladnějšímu povrchu; k vysýchání zabudované vlhkosti nedochází.

Na základě jednoduchého výpočtu (viz např. znal. posudek Š.j. z 21/123/75) lze mít za prokázané, že

difusní tlaky, vzniklé negativním rozdílem teplot nad a pod stropem (v daném případě až 25°C , zejména v zimním, tj. vytápěném období) způsobí transport vlhkosti k hornímu povrchu. Podle difusních vlastností materiálu podlahového systému větší vodní pára lze stanovit přibližně i kvantitativní množství difundující H_2O (viz např. znal. posudek 48/158/78). Tak např. tok vodních par nahoru (Fortitem) je cca $0,0030\text{ kg/m}^2 \cdot \text{týden}$ ¹⁾, tedy k vysušení 1 l vody z 1 m^2 by bylo zapotřebí 333 týdnů! Tok vodních par nahoru před položením Fortitu je podle zvolených předpokladů $0,2 - 0,6\text{ kg/m}^2 \cdot \text{týden}$, takže k vysušení 1 l vody z 1 m^2 by bylo zapotřebí 1,5 - 5 týdnů. V případě vyššího teplotního spádu (nad 30°C) před položením Fortitu došlo by k vysušení 1 l vody z 1 m^2 za cca 1 týden; za předpokladu tohoto teplotního spádu došlo by k vysušení v systému přítomné nadbytečné vody za 14 - 17 týdnů, při menším teplotním spádu úměrně méně.

Budiš připomenuto, že předchozí hodnoty jsou odhadnuty ve smyslu zavedených úvah. Přesné určení doby vysušení nelze s ohledem na celou řadu předem neznámých parametrů určit. Ve skutečnosti nelze vyloučit ani dřívější (např. v důsledku i horizontální difuze), ani pozdější (např. vlivem neideálních teplotních podmínek) vysušení stropního systému a o skutečném stavu je nutné se přesvědčit zkouškou.

1) Za předpokladu rozdílu teplot podlahy a okolí 30°C a při vlhkostním rozdílu 17 terr.

Z horního rozboru vyplývá, že k vysušení konstrukčního a podlahového betonu na rovnovážnou vlhkost za ideálních podmínek teplotních a vlhkostních bylo by zapotřebí 4 - 6 měsíců od dokončení běžného ošetřování betonu klopením; teprve po této době by bylo možné uvažovat o kladení nepropustné podlahoviny. Při neideálních podmínkách by se tato doba ještě značně prodloužila. Vysušení samotného, 4 cm tlustého cementového potěru, odděleného od spodních vrstev vodotěsnou izolací, za běžných stavebních podmínek na rovnovážnou hodnotu lze očekávat za 4 - 6 týdnů od skončení ošetřování, realizovaného vlhkými rohožemi (nikoliv prostým klopením). V daném případě nebyla realizována vodotěsná izolace pod podložkou a k pokládání Fortitu došlo zřejmě podstatně dříve než za výše uvedené doby.

Z uvedeného lze mít za prokázané, že došlo^k nedodržení technických podmínek pro podlahovinu Fortit, když byl položen na nedokonale vyschlé podlahové vrstvy. Bylo již konstatováno, že v některých částech nelze vyloučit ani pozdější přísun vlhkosti do podlahového systému, po položení podlahoviny. Došlo zde tedy k nedodržení technických podmínek podlahoviny Fortit i tím, že nebylo zabráněno pronikání vlhkosti od podkladu k podlahovině.

2.2. Chemické působení

Chs - Polyester, vyráběné v np. Spolek pro chemickou a hutní výrobu Ústí nad Labem a používané k výrobě (při kladení) podlahoviny Fortit, představují tzv. nenasycené polyesterové pryskyřice. Jde v podstatě o cca dva váhové díly nenasyceného polyesteru, většinou stylen glykolmaleinátového typu, rozpustěné v jednom váhovém dílu reaktivního monomeru, povětšinou styrenu. Vytvrzování takových pryskyřic spočívá v radikálové kopolymeraci dvojných vazeb obou složek, iniciované nejčastěji ketonperoxydy (metylketenperoxydem, cyklohexanenperoxydem, metyleyklohexanenperoxydem) v kombinaci s kovovými mydly (zejména kobaltnaftenátem) jako urychlovači.

K poruchám polyesterových systémů může dojít z řady příčin.

V kap. 1 bylo prokázáno, že nedošlo k oxidaci monomerního styrenu, když žádný z odpadních produktů oxidace v odebraných tekutinách z výdutí nebyl přítomen. K inhibici polymerace nedošlo, systém byl řádně zpolymerován a poruchy vznikly až na zpolymerovaném systému.

V tekutinách z výdutí byly však obsaženy, jak plyne z nálezu, glykoly a kyseliny (ftélová, adipová). Obojí jsou důkazem, že došlo k alkalické hydrolyze zpolymerované polyesterové pryskyřice; k hydrolyze přitom nemůže dojít bez přítomnosti dostatečného množství vody.

Hydrolyza účinně podporuje vznik výčuti (puchýřů) a celkové porušení podlahoviny.

Z uvedeného lze mít za prokázané, že v důsledku nedměrné vlhkosti podlahového systému došlo působením přítomných alkalických iontů k alkalické hydrolyze polyesterové pryskyřice v podlahovině Fortit, jež účinně přispěla ke vzniku poruch podlahoviny. Porušující účinek byl společně fyzikální a chemický (difuzní tlak, hydrolyza, změkčení, zbotnění, usnadnění difuze spodními vrstvami podlahoviny).

Z á v ě ř

1. Příčinou poruch podlahoviny Fortit v objektech nového závodu Modeta v Jihlavě je ve všech případech nedměrná vlhkost podlahového systému.

Většina případů poruch na podlahách nadzemních podlaží byla způsobena tím, že podlahoviny byly pokládány na nedostatečně vyschlé podkladní vrstvy a působením negativního teplotního spádu došlo ke koncentraci této vlhkosti těsně pod podlahovinou.

V některých lokalitách na podlahách nadzemních podlaží může docházet i ke zvyšování (nebo nejméně udržování) vlhkosti podlahového systému v důsledku nedměrné

vlhkosti prostoru spodního podlaží a tím vzniku negativního vlhkového spádu.

V případech poruch podzemních podlaží vznikly poruchy trvalou vlhkovou difuzí z podkladu (zeminy) do podlahy nechráněné důsledně vodo- a parotěsnou izolací.

2. K poruchám došlo působením fyzikálních sil při difuzi vyvolané teplotním spádem za současného působení chemického (hydrolyza, vyvolaná přítomností velkého množství alkalických iontů ve vodním roztoku): nejdříve nastává průnik alkalické vlhkosti některými netěsnostmi spodní vrstvy (lamínované) Fortitu, následovaný vytvářením ložných (štěpných) trhlin mezi nosnou a povrchovou vrstvou, v další fázi pak hydrolyza polyesterové pryskyřice, její směknutí a puchýřování.

3. Nápravu v místech, kde poruchy jsou vyvolány jen teplotním spádem (většina nadzemních podlaží) lze provést - buď ztržením podlahoviny, důkladným vysušením podlahového a stropního betonu na rovnovážnou hodnotu, opískováním povrchu betonu a položením nové podlahoviny

- nebo (nikoliv s plnou zárukou úspěchu) přebroušením povrchu k odstranění výdutí a po delším období (cca 2 roky) provedením nové slabé povrchové vrstvy na znovu (před litím) obroušený nebo opískovaný povrch.

S jistotou pravděpodobností lze očekávat, že k dalším poruchám (zvětšování rozměrů a počtu výdutí) již nebude docházet a že po vyschnutí difuzí (zvláště stropních konstrukcí v letním období) bude časem odstraněna i příčina poruchy - nadměrná uzavřená vlhkost. V místech s lehkým provozem (tj. kde nedochází k proražení výduti např. pojižděním vozíky) lze uvažovat i o ponechání stávajícího stavu bez opravy.

V místech, kde dochází k trvalému průniku vlhkosti z podkladu (zeminy) do podlahy, nelze poruchám zabránit jinak, než nápravou tohoto stavu, tj. vybudování úplné, nepřerušené vede- a parotěsné zábrany pod podlahou podlahoviny.

Nouzovým opatřením může být i záměrné otevření nepropustné podlahoviny několikacentimetrovou spárou na místech s největším výskytem poruch a tedy největší pravděpodobností poruchy (nebo přerušení) stávající izolace (např. u kanálů pro různá vedení) k umožnění odchodu zespodu transportované vlhkosti.

V místech nad silně vlhkými provozy (sprehmi) je třeba zajistit důkladné odsávání vodních par a vyloučit tak další průnik vlhkosti do stropního systému a případně učinit na povrchu podlahy podobné opatření jako bylo popsáno v předchozím odstavci. Spára (přerušení nepropustné podlahoviny) se zaplní jakýmkoli propustným materiálem, např. teracovou, šamotovou nebo

keranickou dlažbou nebo prestým betonem. Obdobné "odvětrávací" spáry mohou významně přispět i v místech s velkým teplotním spádem (s zabudovanou vlhkostí) k odstranění difuzních přetlaků a k zabránění nového vývinu výdutí (např. při vybudování nové podlahoviny předčasně, tj. na nedokonale vysušený podklad, nad stávajícími teplovednými kanály a pod.). Je na místě zdůraznit, že každé ukončení podlahoviny Fortit (např. u "odvětrávacích" pásů) musí být provedeno podle TP Armabetonu, tj. např. nosná vrstva podlahoviny překryta ocelovým úhelníkem atd.

Celkové zlepšení by přineslo i trvalé snížení teplotního spádu ve stropním systému, např. důsledným odvětráním mezistropního prostoru.



R. A. Bareš

Znalecká doložka:

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

Znalecký úkon je zapsán pod poř. čís. 59/78 znalačnického deníku.

Znalečné a náhradu nákladů (náhradu mzdy) účtuji podle připojené likvidace na základě dokladů čis. _____

