

Znalecký posudek
o poruchách podlahoviny FORTIT [REDACTED]
[REDACTED]
+ Doplněk k návrhu rekonstrukce podlah +
Upřesnění TP pro kladení podlahoviny FORTIT
Stran : 45 + 2 + 2 **19. 3. 1978 + 8. 11. 1978**

Ing. CSc. Richard A. B a r e š
o/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

o poruchách podlahoviny Fortit ve [REDACTED]
[REDACTED]

Čj. Z 48/158/78

Praha, 19. 3. 1978

Dne 17. 1. 1978 byl jsem požádán objednávkou np. Kon-
struktiva, Praha 1, Spálená 29, čj. Ko-72/36/16/Tu/78 o pro-
vedení znaleckého posudku "na podlahovinu Fortit, kterou pro-
vedl np. Armabeton Praha [REDACTED]

[REDACTED] Jde o havarijní stav, zejména ve 3. pos-
chodí na ploše 500 m². Objednatel v posudku, který bude poz-
ději pravděpodobně podkladem arbitrážního řízení, žádá o zod-
povězení těchto otázek:

" 1. co je příčinou havarijního stavu podlahoviny

2. jakou technologii doporučujete při provádění opravy použít, aby nedošlo k výskytu podobných vad."

S ohledem na to, že jde o stavbu sledovanou MS ČSR, je požadováno urychlené provedení.

Protože k provedení posudku budou nezbytné některé chemické analýsy, vyžádal jsem souhlas zástupce OTK np. Konstruktiva k přisváňení konsultanta, specialisty analytika - Ing. Milana Streibla, CSc. z Ústavu organické chemie a biochemie ČSAV.

Dne 19.1. 1978 provedl jsem za přítomnosti Ing. Danešové z MS ČSR, stav. Husila z OTK np. Konstruktiva, Ing. Srba a stav. Churáčka ze závodu 2 np. Konstruktiva, Ing. Hembra CSc., s. Janovského a s. Škardy z np. Armabeton, závod 10 a stav. Chaloupky z np. Léčiva prohlídku objektu, odebral jsem vzorek podlahoviny a podkladních vrstev a seznámil se s některými částmi projektu a souvisejícími okolnostmi.

Pro další šetření bylo tohoto dne dohodnuto, že dne 23. 1. 1978 budou provedeny s pomocí zařízení zapůjčeného z np. Armabeton vrtané sondy do podlahového systému v místnostech 315, 334, příp. dalších a dále, že stavba zajistí:

- a/ přítomnost vzduchotechnika
- b/ vzduchotechnickou dokumentaci
- c/ stavební deníky
- d/ zjištění teploty v prostoru mezi stavební konstrukcí a podhledem ve II. patře.

Dne 23. 1. 1978 provedl jsem za přítomnosti Ing. Srba a stav. Churáčka ze závodu 2 np. Konstruktiva, s. Janovského a s. Škardy ze závodu 10 np. Armabeton, Ing. Hynara z np. Lé-

čiva a Ing. Macouna, stav. Peřiny a Dr. Votruby z KPÚ Praha, na stavbě v místnosti 315 a 334 vrtané sondy a odebral vzorky podkladních vrstev, vzorky kapaliny, přítomné pod podlahovinou a seznámil se s dalšími skutečnostmi. Body b/ až d/ podle dohody z 19. 1. 1978 nebyly k tomuto dni sejištěny.

Po projednání s uvedenými zástupci učinil jsem tohoto dne zápis do stavebního deníku stavby objektu injekce, ve kterém jsem doporučil v co nejkratší době stržení celé podlahoviny v místnostech 315, 334 a 331 a zahájení vysoušení podkladních vrstev /topení, odsávání/.

Dne 27.1. 1978 jsem si vyžádal telefonicky od stav. Churáčka:

- a/ vzorek podlahoviny Fortit z místa s výdutí, v místnosti 315 nebo 334
- b/ átte z místa bez výdutě
- c/ plán III. a II. patra se zakreslením klimatizace
- d/ rozpočet
- e/ výkres sestavy podlah
- f/ stavební deníky.

Dne 1.2.78 navštívil jsem znovu stavbu, převzal připravené vzorky a podklady a prostudoval stavební deníky a rozpočet.

Vzorky z místnosti 353 resp. 352 nemohl jsem s ohledem na probíhající provoz odebrat při návštěvě stavby dne 23.1.78.

Posději investor rozhodl, že i v místnosti 353 bude požadovat v každém případě provedení nové podlahoviny a ke dni 28.2.78

uvolnil tuto místnost ke stavebním pracem. Tohoto dne navštívil jsem znovu stavbu a odebral vzorky kapaliny z výdutí v této místnosti.

Dne 3.3. 1978 vyžádal jsem si telefonicky od stav. Churáčka vzorky Fibrexu, použitého k izolaci v podlahových systémech. Téhož dne jsem získal od PhDr. Šrámka z np. Léčiva informace o tekutině, poskytnuté np. Konstruktiva k čištění dlaždic a obkladů.

Dne 8.3.1978 získal jsem vzorky Fibrexu z dodávek o zhruba dva roky mladších než byly použity do podlah v objektu Injekce. Téhož dne jsem při další návštěvě objektu odebral z chodby mezi místnostmi č. 315 a 334 vzorek do podlahy uloženého Fibrexu a vzorek podkladního betonu.

Ve všech šetřeních poskytl podle svých možností pomoc s výjimečnou ochotou stav. Churáček; zaslouží mi za ní velký dík.

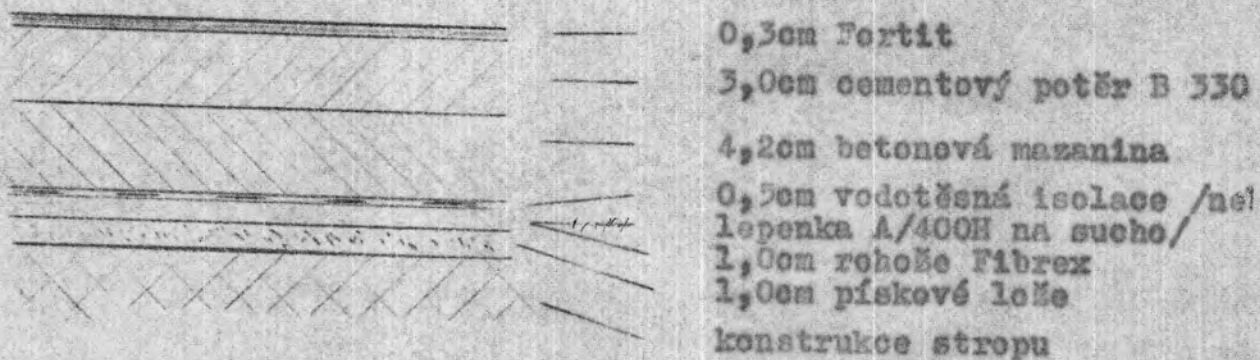
N á l o z

Objekt "Injekce" část A - B - C je železobetonová, skeletová, čtyřpatrová, třítraktová budova s deskovými prefabrikovanými stropy.

Projekt vypracoval KÚV Praha, architektonický atelier O 21 pod zakázkovým číslem 21-4420/20-4-36 v konečném tvaru s označením "Revize 1972", vedoucí projektant Ing. J. Jaroš, zodpovědný projektant stav. K. Pešek.

Pod stropní konstrukcí je zavěšen podhled Feal ve dvou úrovních: ve střední části budovy, kde probíhají vzduchotechnická zařízení, je podhled nižší, než v krajních částech budovy.

Podle výkresu 63a "Skladba podlah", týkající se části "C", byly provedeny podlahy I ve všech ostatních částech, pro něž speciální výkresy - jak plyne ze seznamu příloh u technické zprávy - nebyly zhotoveny. Na uvedeném výkresu jsou správně rozkresleny dva druhy podlahy Fortit, jednak pro mokré, jednak pro suché provozy:



Celková tloušťka podlahového systému je 10 cm. Liší se pouze v tom, že pro mokré provozy je předepsána vodotěsná izolace, pro suché lepenka na sucho.

V legendě prováděcích plánů jednotlivých podlaží /např. 3. patro - výkres 9a, 2. patro - výkres 8a/ není naprotitomu podlaha Fortit pro suchý a mokrý provoz rozlišena. Rovněž tak v rozpočtu není rozlišení důsledné: ve výpisu podlah /str. 619-

- 620/ je sice uvedena dvojitá položka /bez označení místnosti/ pro "1. Fortit" a "2. Fortit-suchý provoz", na str. 331 a další /pol 1./ není však uvedena vodotěsná izolace u šádné místnosti s Fortitem. Na str. 341 je uvedena "tepelná izolace Fibrez lx do písčitého lože, překrytá lepenkou A/400H s vyvedením lepenky 17 cm" výše pro obě položky Fortitu /označení 1 a označení 2/ a výpisu podlah. Stejně i na str. 493 je sečtena pol. 1 a 2 pro podlahovinu Fortit. Konečně v technické zprávě projektu /zak. č. 21-4430/30-4-36/ se o podlahovině praví pouze: "Podlahy jsou navrženy podle účelu místnosti". Další podrobnější specifikace umístění podlah podle výkresu 63a chybí.

Vytápění je ústřední, běžnými tělesy, s odebíráním sněhovějšího vzduchu; v některých částech objektu je klimatizace na teplotu 22°C v zimě až 26°C v létě a KV 35-40%. Ve 3. patře má být klimatizována část mezi 3-4 a 12 řadou sloupů, ve druhé patře mezi 3-4 a 12-12 řadou sloupů, v I. patře mezi 3 a 17 řadou sloupů, v přízemí mezi 3 a 13 řadou sloupů. V neklimatizovaných prostorách se předpokládá vytápění na 22°C. Teplota přírodního potrubí pro klimatizaci v mezi-stropu /nad Fealem/ je podle údajů v technice s. Truxy cca 28°C; teplota nevětraného prostoru mezi stropem a podhledem nebyla měřena, avšak lze předpokládat, že dosáhne stejné teploty jako potrubí.

Podlahovina Fortit má být provedena podle technologického předpisu np. Armabeton z května 1976 /dříve STON č. 38 - Laminovaná podlahovina Fortit/.

Podle záznamů ve stavebních denících bylo sepočato s pokládáním izolace Fibrex a betonáží podkladního betonu 3.3. 1975, betonáž cementového potěru /s pletiven/ byla zahájena 7. 7. 1975. Postupovalo se od 3. patra dolů a tyto práce byly dokončeny 22. 3. 1976. Bylo použito pumpevaného betonu /systém Mixocrete/ s vodním součinitelem /podle údaje stavbyvedoucího/ cca 0,5 - 0,6. Obě betonové vrstvy byly ošetřovány po dobu cca 14 dnů opakovaným vydatným kropením hadicí /až přebytečná voda protékala stropem/.

Zkouška topného systému byla provedena /podle údaje stavbyvedoucího/ před zimou 1974 a od té doby se budova vytápěla, i když k dokončení zakrytí došlo až začátkem roku 1976.

Zkouška vodovodní instalace proběhla 5. 11. 1975.

V důsledku vodopropustnosti střešního pláště byla 11.8. 1975 zahájena oprava střešní krytiny, spočívající v odstranění původní a provedení nové. V některých částech objektu /část B, místnost 353, 352/ bylo zaznamenáno nové zatékání dešťové vody v důsledku chyb v izolaci střechy /zápis z 20. 10. 1975 stav. deníku 139 786/.

V bližší neurčené době /avšak před položením Fertitu/ došlo k havarii destilačního systému Ponziny /umístěného nad místností 315/ a přetékající destilovaná voda promáčkla část stropních systémů 4. a 3. patra. Při průtrži mražen

v srpnu 1977 různými netěsnostmi obvodového a střešního pláště vniklo do budovy velké množství vody.

2. a 3. patro bylo převzato nár. podnikem Armabeton 8. 3. 1976 s tím, že mazaniny mají před prováděním být naprosto suché. V místnosti 353 /adjustace/ byly zjištěny praskliny v cementovém potěru a jejich okolí bylo duté. V přejímacím protokolu bylo zapsáno: "S ohledem na budoucí lehký provoz nebude potěr předěláván. Případné poškození podlahy v důsledku poruchy podkladu nebude ke uplatňování proti AB". Fortit byl pokládán nejdříve ve 2. patře, pak ve 3. patře a to v dubnu 1976 /18. 4. 1976 byly předány nár. podniku Konstruktiva hotové podlahy/.

Podlahovina Fortit /celkové tloušťky 3 - 5 mm/ je shotovena z polyesterových pryskyřic; pokládá se na základní penetrační nátěr a skládá se ze tří vrstev: nosné /která je vystužena 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	"
acetón	100	"
P-urychlovač I/40	1	"

P-katalysátor VI /podle teploty prostředí a podkladu tak, aby počátek gelatinace byl za 2 hod./.

1-4 objemových dílů

Nosná vrstva

ChS Polyester 104	90 objemových dílů
ChS Polyester 200	10 --"
P-urychlovač I/40	1,5 --"
P-katalysátor 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 hutnicí válečky namáčejí ve styrenu. 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-katalysátor VI	2 - 4 --"
pigment	3 --"
Aerosil 380	0,1+2 --"

písek JUK	20	objemových dílů
restok parafinu	0,5	"

Restok 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 restok	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 43 05, se s a j i š t ě n í m proti pronikání vlhkosti od podkladu k povrchu, vysrálý a s u c h ý, neznečištěný, neporušený.

Optimální podmínky pro provádění jsou 20°C a RV 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 nenasyčená polyesterová pryskyřice,

tj. roztok nenasyčeného polyesteru v monomerním styrenu
/množství styrenu 33% váh/

ChS Polyester 200 - změkčující pryskyřice /obsah styrenu 30%
váh/

P- urychlovač I/40 - 40% roztok kobaltnaftenátu v toluenu
/s obsahem 4 % Co/

P- katalyzátor VI - 50% methylocyklohexanonperoxidu
- 15% methylocyklohexanolu
- 35% dibutylftalátu

Druh apretace skelných vláken není znám.

Investorovi bylo předáno 1. a 2. patro k montáži technologie 23. 4. 1976, 1. 7. 1976 byl zde zahájen provoz. 4. patro bylo investorovi předáno 13. 9. 1976, 3. patro bylo předáno k montáži technologie 28. 4. 1977.

N.p. Konstruktiva dodává pouze stavební objekt, vzducho-techniku, ZPA, technické plyny, demineralisovanou a destilovanou vodu a ostatní technologie dodává investor sám.

Různé získané informace se shodují v tom, že z počátku byly jisté potíže s klimatizací: v důsledku toho, zejména v místnostech, kde jsou plněny a zataveny ampule dosahovala teplota vzduchu neúnosných hodnot. V současné době je v provozu /od 5. 6. 1976/ klimatizace i topení a odsávání ve 2. patře, dále v 1. patře /kromě místností 113 a 114/; ve 3. patře je v provozu pouze topení a odsávání, nikoliv klimatizace.

Prohlídkou bylo zjištěno porušení podlahovin Fortit různého

druhu v různém rozsahu.

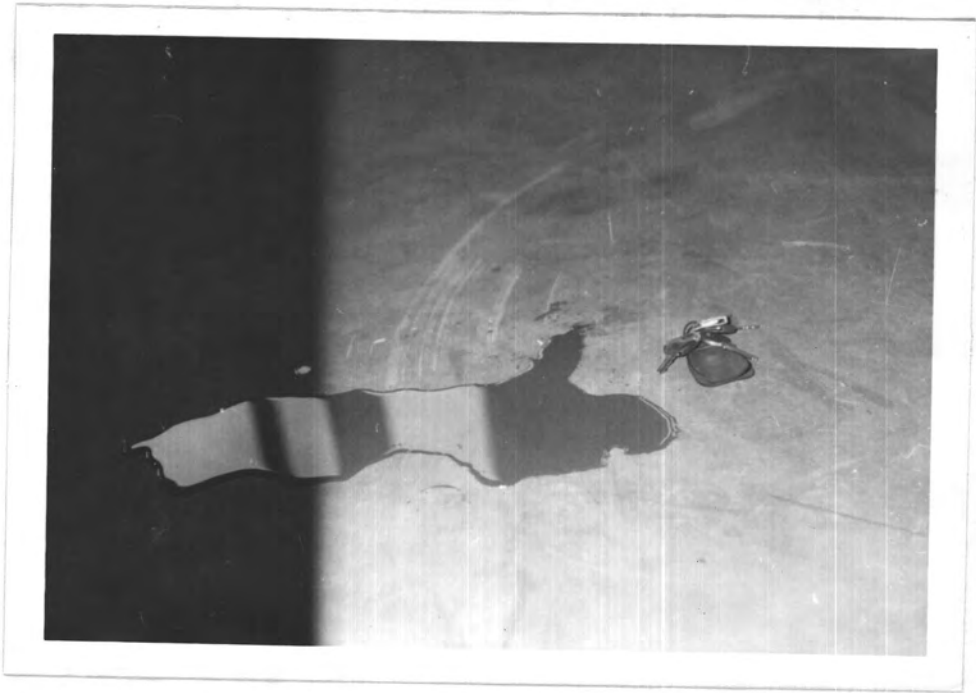
V místnostech 3. patra č. 315, 334 a 331 byly nalezeny velké puchýře /o průměru až 1 m/, naplněné mezi podlahovinou a podlahou pod přetlakem tekutinou. Po proražení výdutě tekutina tryskala na povrch /obr. 1,2,3/. V místnostech 353 a 352 byly v několika místech zjištěny malé puchýřky o průměru několika mm až cm a výšce v desetinách mm naplněné tekutinou mezi nosnou a krycí vrstvou, některé provozem proražené /obr. 4/. V místnosti 353 ve vnějším traktu u sloupu C - 15 byla pozorována též jena větší výduť / $\phi \sim 20$ cm/. V místnosti 315 byly odebrány 3 vzorky /jeden vzorek vysekaný, dva vyvrtané/ podlahoviny, podložky a podkladního betonu /sonda 1,2,3/, v místnosti 334 jeden vyvrtaný vzorek podložky a podkladního betonu /sonda 4/. Po odkrytí Fortitu, jehož tlouška se pohybovala od 4 do 8 mm, přičemž tlouška vyrovnávací a krycí vrstvy kolísala /dohromady/ od 1 do 5 mm, a který byl zcela od podložky oddělen /jak v místě s výdutí, tak bez výdutě/, stála na podložce tekutina. Odebrané vzorky Fortitu se po vyschnutí konkávně skřivily /zkrácením spodní, laminované plochy/. Podložka tloušťky cca 4 cm je provedena z velmi dobrého, pevného, hutného, pro kapaliny málo propustného betonu; je zcela tekutinou nasycen. Pod podložkou byl nalezen podkladní beton v tloušťce 8 - 12 cm, chudý pojiven, z nekvalitního štěrkopísku, póresní, nasákavý. Rovněž tento beton byl zcela nasycen tekutinou. Pod betonem byla vložka z lepenky a Fibrexové izolační desky,



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

v některých sondách i pískové lože pod Fibrexem.
I tyto vrstvy byly vlhké.

V místnosti 333 byl odebrán vysekaný vzorek všech vrstev podlahy až po skončení provozu na jednom místě /sonda 5/. Dále byl odebrán jeden vzorek betonu na obodbě mezi místnostmi č. 315 a 334 /sonda 6/.

Ze sondy 1 a 5 /vysekávaných/ byl ihned po uvolnění vložen vzorek Fortitu do igelitového sáčku, podložka do zábrusové lahve a podkladní beton do polyetylenové láhve.

Ze sondy 2, 3 a 4 byly vloženy celé vývrty ihned po odebrání do polyetylenových sáčků, beton ze sondy 6 do polyetylenové lahve. U vrtaných sond dochází vývinem poměrně značného tepla při vrtání k určitému vysušení zejména na povrchových částí vzorku a laboratorně zjištěná vlhkost je tak o něco /o 10 - 20%/ nižší než ve skutečnosti.

Zjištěné množství odpařitelné vody /při 110°C/ jednotlivých vzorků obsahuje tab. 1.

U odebraných vzorků byla zjištěna rovněž maximální nasákavost vody při 20°C/65 hod.:

Fortit	2,12 % hm. /tj. 2,32% obj./
Betonová podložka	7,50 % hm. /tj. 16,62% obj./
Podkladní beton	12,68 % /tj. 23,84% obj./

Z několika vpichů do výdutí v místnostech 315, 334 /vzorek A/, 331 a 333 /vzorek B, C/ byly odebrány vzorky k po-

Tabulka 1

Vzorek č.	Část podlahového systému	Množství vody	Suchá obj. hmotnost kg/m ³	Množství vody litry
1	Podlahovina Fortit /průměrná tloušťka 0,65 cm/	10,53	1093	0,73
2	Betonová podložka /průměrná tloušťka 4 cm/	7,47	2216	6,62
1	Podkladní beton /Fibrex nebyl nalezen, průměrná tloušťka 11,4 cm/	10,22	1880	21,90
2	Celý podlahový systém /již proražená výduť/	9,03	1664 ^{1/}	18,11
3	Celý podlahový systém /již dříve proražená výduť/	6,24	1664 ^{1/}	12,51
4	Celý podlahový systém /již dříve proražená výduť/	6,65	1664 ^{1/}	13,33
5	Fortit	1,86	-	-
5	Betonová podložka /prům.tl.4 cm/	4,27	-	-
5	Podkladní beton /prům.tl.5,5 cm/	9,16	-	-
6	Beton mezi dlaždicemi a Fibrexem	4,98	-	-

1/ Složení podlahového systému je uvažováno podle skutečnosti
v provedených sondách:

podlahovina Fortit	0,65 cm	=	1093 kg/m ³
cementový potěr	4,2 cm	=	2216 kg/m ³
podkladní beton	5,1 cm	=	1880 kg/m ³
lepenka + Fibrex	1,5 cm	=	155 kg/m ³
písek	1,0 cm	=	1400 kg/m ³
<u>celkem</u>	<u>12,25 cm</u>	<u>=</u>	<u>1664 kg/m³</u>

drobné chemické analýze. Z volkých výtutí v místnostech 313, 334 /vzorek A/ a 353 /vzorek C/ bylo odebráno větší množství tekutiny, aby bylo možno izolovat a identifikovat i obsažené minoritní složky.

Důležitější zkušenosti s podlahovinami Fortit ukázaly, že poruchy s výtutěni máše způsobit hydrolýza /tj. reakce způsobená vodou/ polyesterové pryskylice. Kapalina přítomná v puchýřích je vodný roztok dvojnásobných alkoholů /glykolů/ a kovových solí; obsahuje ještě nepatrná množství dalších dosud neidentifikovaných organických látek.

Vzorky z objektu injekce byly analyzovány tak, aby byla jednak ověřena známá fakta osložení kapaliny při vzniku hydrolýzy a jednak aby byly nalezeny další přítomné látky, jež by mohly přispět k objasnění a k bližší specifikaci poruchy. Že takové látky v kapalině existují, nasvědčuje i jich charakteristický zápach, který není způsoben glykoly /které jsou bez zápachu/.

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

1. Přímé d'vkování 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 iontoměniči.

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-vodivostní čidlo. Získané hodnoty obsahuje tabulka 2.

Tabulka 2

Vzorek	H ₂ O	EG	DEG	ostatní lát- ky/kyseliny/	ostatní lát- ky/převážně kovové soli/
vzorek B z místn. 353	58%	3,2%	5%	0,3-0,5%	zbytek/~32%
vzorek A z místn. 315, 354 a vzorek C z místn. 353	90%	1,6%	- ²⁾	0,3% ¹⁾	zbytek/~8%

1/ ve vzorku A bez kyseliny adipové 2) ve vzorku C 4%

Ad 2. Vodný roztok byl acetylován přebytkem acetylovaným 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 vzorku bylo redukováno přebytkem hydridu lithno-hlinitého $/LiAlH_4/$ 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 neposkytl žádně vhodné výsledky.

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

Ad 6. Volným odpařením vzorku na voduhusse získá odparek ve formě bílého až nahnědlého 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 odporu vázána pravděpodobně ve formě vápenatých solí. Vyšíváním náletu byl získán kysličník vápenatý /sráží se kyselinou šťavelovou/. Nálet ve vodě rozpustný 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 sloupek iontomě-
niše 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
šínidla a esterifikovány methylnalkoholem s 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 /HOOC-CH(OH)-CH₂-COOH/.

Nepřítomnost adipové kyseliny /a dietylglykolu/ ve vzorku
s místnosti 315, 334 nasvědčuje, že zde nebylo použito
ve směsi CHS Polyesteru 200.

Ve vzorcích byly stanoveny hlavní komponenty, tj.
voda a glykoly. Minoritní složky obsažené ve vodném roz-
toku nebyly dosud uspokojivě zjištěny; proto bylo roz-
hodnuto provést izolační práce s větších množství vzorku
kapaliny - odlehoviny a použít eventuelně i jiných iden-
tifikačních metod.

A²
Při analýze anorganických součástí kapaliny /prove-
dené z odebraného většího vzorku C bylo zjištěno, že
pH vzorku je 11,3 /stanoveno pomocí papírků PHAN/, což je
proti jiným dosud vyšetřovaným poruchám obdobného charak-
teru zcela neobvyklé /např. kapalina ve výdutích v nemoc-
nici Motol měla pH asi 6,5 - viz posudek analýze z 11/107/75/.

20 ml původního vzorku bylo odpařeno k suchu a vyžeháno. Popel je tavitelný a tím naznačuje přítomnost alkalických kovů. V popelu byly obvyklými kvalitativními postupy dokázány: hlavní složky K^+ , CO_3^{2-} , dále Ca^{2+} a pouze stopová množství Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_2 .

Při kvantitativním rozboru bylo zjištěno v 1 ml 41,4 mg popela. V 32,125 mg popela bylo zjištěno 58% draselných jonů, což je 95% K_2CO_3 . Dále bylo stanoveno množství volného KOH vedle K_2CO_3 ; původní vzorek obsahuje volný KOH v koncentraci přibližně 0,01 (normální, tj. 0,4g KOH v litru). Poměr KOH ke K_2CO_3 v původním vzorku je asi 1 : 50. Složení vzorků B a C je přibližně shodné.

Tyto výsledky naznačují, že muselo dojít k nějaké zcela mimořádné události: přítomnost takového množství draslíku při použití obvyklých stavebních materiálů není vysvětlitelná bez zásahu z vnějšku. Lze předpokládat, že podlaha byla kontaminována louhem draselným, který v průběhu času se většinou přeměnil na karbonát, část volného louhu však přesto zůstala. Konkrétní příčina kontaminace se zatím nepodařilo zjistit.

Další podrobné analýzy jak tekutin, tak podlahoviny samé dosud probíhají; pro účel tohoto posudku nejsou nezbytně zapotřebí. Budou obsaženy v následující podrobné zprávě pro Státní arbitráž o poruchách podlahovina Fortit v celém objektu Injekoi.

Z odebraných vzorků podlahoviny z místnosti 315 byla zhotovenakušební tělesa ke zjištění orientačních hodnot pevností. Výsledky jsou obsaženy v tab. 3. Zjištěné hodnoty souhlasí s hodnotami pevnosti Fortitu podle skoušek z jiných staveb.

Tabulka 3

Vzorek	Popis skoušky	Pevnost v tahu za ohybu MPa
1	lamínát na tažené straně	87,4
2	povrchová vrstva na tažené straně	28,9

Vzhledem k tomu, že ve 2. patře probíhá provoz a funguje klimatizace, s tímco ve 3. patře nikoliv, lze s dříve uvedených skutečností předpokládat, že rozdíl teplot mezi oběma lícemi stropní konstrukce a horním lícem podlahy bude min. 10°C. Tato hodnota je v dalších úvážkách použita.

V místnosti 315 a 334 je mnoho vodovodních a odpadních instalací, které nejsou vesměs utěsněny předepsaným způsobem. V některých případech je Fortit, který byl přelit přes zapuštěné šroubení, dodatečně odsekán. Tím je vytvořeno velké množství míst, kudy může pronikat voda /nebo jiné tekutiny/ z povrchu podlahoviny do podlahového

systemu. Několik vývodů demineralizované a destilované vody není řádně utěsněno /usavěno/ a voda trvale odkapává na podlahu. Na podlaze i na stropě /osvětlovací tělesa/ byly patrné stopy po rozsáhlém smáčení neznámého původu /v úvahu přichází nejspíše havarie vodovodních instalací nebo vadné utěsnění obvodového či střešního pláště/.

Porovnání termínů zahajování a ukončování výroby jednotlivých vrstev podlahy s termíny např. zkoušky vodovodní instalace, termínem definitivního zastřešení, poruch a oprav střešní izolace, vede k oprávněnému závěru, že podlahový systém mohl být ještě nedlouho před pokládáním Fortitu silně promáčen, /přestože povrchové vyseknutí podložky mohlo působit dojmem, že podlahový systém je suchý/. Ke smáčení a prosáknutí vody do podlahových systémů mohlo však dojít také až po položení Fortitu a po /nebo při/ instalaci technologie.

Efektivní hodnota přítomné vlhkosti je tak sřejmě více méně náhodnou funkcí řady činitelů /výrobní i povýrobní povahy/. V podlahovém systému zabudovaná voda počne negativně působit na podlahovinu teprve tehdy, je-li teplotním spádem vyvolána cirkulace vodních par /a vody/ směrem k hornímu povrchu. K tomu došlo sřejmě po secházení výroby a částečném uvedení klim. tisace do provozu ve spodním /druhém/ patře budovy: k difuzi vodních par dochází směrem k chladnějšímu povrchu, tj. v daném případě odspodu nahoru.

Po shrnutí získaných poznatků lze mít za prokázané, že

- podkladní části podlahového systému jsou místy značně provlhčené, přičemž zřetelně vynikají dvě odlišné oblasti:
 - A/ kde promáčení je téměř na maximálně možné úrovni došlo k úplnému oddělení podlahoviny od podložky a vytvoření velkých puchýřů v celé tloušťce podlahoviny; přítomná kapalina má přitom zcela neobvyklé složení, vyznačující se zejména velkou alkalitou, způsobenou obsahem draselných kationtů
 - B/ kde promáčení je menší, avšak přesto značně převyšuje rovnovážnou hodnotu, došlo ke vzniku malých výdutí /puchýřů/ uvnitř podlahoviny, přičemž kapalina v nich obsažená má obdobné složení, jako bylo identifikováno na dřívějších poruchách téže podlahoviny /např. Motol/;
- v oblasti A/ je, s ohledem na poměrně dlouhé období mezi dohotovením podkladních vrstev podlahoviny ve 3. patře objektu, vlhkost systému zapříčiněna společně vodou primární /vnesenou do systému nočními výrobními procesy/ a sekundární /vniklé do systému před nebo i po dohotovení podlahoviny z různých, převážně havarijních příčin/. V oblasti B/ jde zřejmě pouze /nebo převážně/ o vodu primární.
- kapalina ve výdutích obsahuje hydrolytické produkty, jež jsou důsledkem pozdějšího porušení podlahoviny; nejsou naopak obsaženy odpadní produkty oxidace, což svědčí o tom, že

došlo k žádné polymeraci pojiva podlahoviny a potvrzuje,
že vrchní vrstvy stropního systému /minimálně podložka/
byly dostatečně vyschlé při kladení podlahoviny a dále
že v době kladení podlahoviny neexistoval negativní tep-
lotní spád /zdola nahoru/;

- negativní teplotní spád ve stropním systému /zdola nahoru/,
existující po zahájení výroby ve 2. patře, podporuje difu-
zi vlhkosti stejným směrem, tj. až k nepropustné podla-
hovině; tím se relativní obsah vlhkosti ve stropním systé-
mu zvyšuje odspodu směrem k podlahovině a vlhkost může fy-
sikálně i chemicky nepříznivě působit na podlahovinu;
- projekt neobsahuje žádné ustanovení o opatřeních k dokona-
lému vysušení celého stropního systému budovaného mekrými
procesy před pokládáním nepropustné podlahoviny Fortit,
aná o opatřeních k zamezení pronikání vlhkosti odspodu
k podlahovině; v mekrých provozech s podlahovinou Fortit
není třeba zvláštní vodotěsná izolace.

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 předmětné stavbě.

Složení jednotlivých vrstev je v podstatě správné; povolené rozměry některých složek /iniciačního systému/ předpokládá vysokou kvalifikaci provádějících pracovníků. Nedostatek 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 klázení podlahoviny musel být proto povrch podlahy dostatečně vyschlý a hlavně musel být teplotní poměry nad a pod stropním systémem natolik vyrovnané, že k difuzi vodních par a vlhkosti přítomné případně ve spodních vrstvách podlahového systému směrem k podlahovině nedocházelo, nebo docházelo tak pomalu, že úplná polymerace jednotlivých vrstev podlahoviny nebyla narušena. Podlahy byly skutečně prováděny v měsíci dub-

nu, kdy objekt buď nebyl vůbec, nebo byl jen málo vytápěn. Předávkování iniciačního systému ovlivní sice mechanické vlastnosti podlahoviny a zejména životnost směsi, nemůže ale vyvolat vzniklé poruchy.

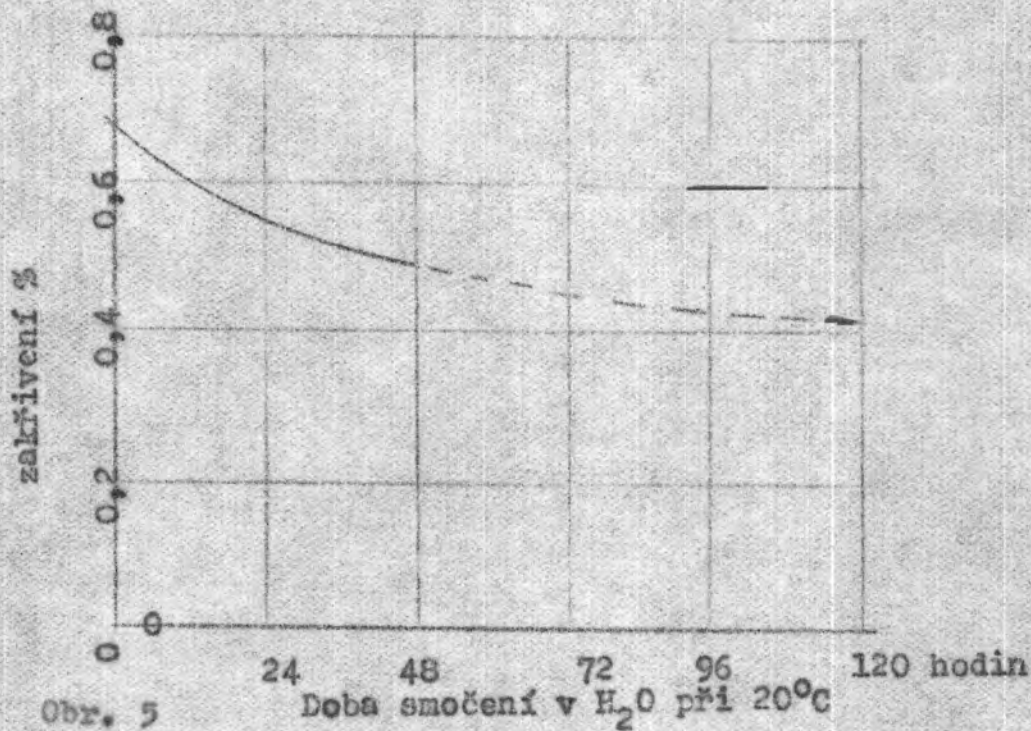
Rovněž hodnota chloroformového extraktu podlahoviny /menší než 10%/ potvrdila, že došlo k dostatečnému stupni vytvrzení polyesterové pryskyřice.

V oblasti A nepřítomnost dietylenglykolu v kapalině ukazuje, že v pryskyřičném systému chybí ChS Polyester 200. Na vzniklé vady nemá nepřítomnost této složky ve směsi vliv; spolymerovaná pryskyřice je však křehčí a při těžším mechanickém namáhání může snadněji dojít ke vzniku jiných poruch /trhlin/.

Podlahovina sama je pro daný provoz vyhovující, splňuje požadavky technologického předpisu a za normálních podmínek má vysokou životnost. V daném případě je tedy třeba hledat příčiny vzniklých poruch jinde, než v chybách složení, přípravy nebo provedení podlahoviny.

Konkávní vydutí odebraných vzorků Fortitu /proti obvyklému konvexnímu zakřivení/ svědčí o tom, že na jejich spodní straně existují po vyschnutí vyšší napětí, než jsou primární napětí od smrštění, která vzhledem k uspořádání systému se svyšují k hornímu povrchu. Zakřivení činí v průměru 0,6%. Jediným vysvětlením může být, že chemickým působením alkalické

vlhkosti došlo ke zgelovatění spodní /propustné/ vrstvy podlahoviny /pryskyřice mezi skelnými vlákny/; vysušením hydrogelu skutečně pak vzniknou značná napětí, jež mohou i několikrát převýšit /podle stupně nasycení vodou a porušení hydrogel/zou/ zbytková napětí systému od smrštění. Důkazem tohoto tvrzení je prokázané zmenšování zakřivení spětným přechodem xerogelu do hydrogelu po namočení vysušeného vzorku do vody /obr. 5/.



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 sábrá-

nit pronikání jakékoli v hlosti pod tlakem k rubu podlahoviny /která je prakticky zcela vodo- a paronepropustná s difuzním odporem $716 \text{ torr} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h/g}$ / stejně, jako je třeba tomu z bránit u každé jiné nepropustné podlahoviny. Závisí proto jednak na množství transportovatelné /chemicky volné/ vlhkosti v celém stropním systému /až k vodo- a paronepropustné izolaci/ a jednak na teplotním spádu., který jediný /až na kapilární síly/ může být příčinou transportu vlhkosti, případně její komprimace. Jestliže není provedena v systému vodo- a paronepropustná izolace, stává se přirozeně součástí systému i prostor pod stropem, případně podloží.

2. Stropní systém jako celek

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

2.1 Stupeň vodního nasycení

Jak plyne z nálezu, je třeba rozlišovat dvě různé oblasti stropního systému. Místnosti 315, 334 a 331 a malá část místnosti 353 budou pro jednoduchost dále označovány "oblast A", sbytek místnosti 353 a místnosti 352 "oblast B".

V daných teplotních podmínkách lze rovnovážnou vlhkost

podkladních vrstev /cementového potěru, podkladního betonu/ uvažovat v rozmezí 2 - 4% hmotn. S ohledem na kvalitu obou vrstev /objemové hmotnosti/ je uvažována dále v cementovém potěru hodnota 2% hmotn., v podkladním betonu 4% hmotn. Rovnovážná hodnota vlhkosti izolačních desek Fibrex, písku, lepenky a podlahoviny bude považována pro zjednodušení /s ohledem na malé tloušťky/ hodnotou 2% hmotn. O konstrukci bude předpokládáno, že její vlhkost je rovnovážná, a nebude při výpočtu uvažována. Průměrná rovnovážná vlhkost celého podlahového systému je předpokládána hodnotou 3% hmotn.

Množství nadbytečné vody podle vlhkosti odebraných vzorků a procentuelní nasycení vodou vzhledem k množství vody, které mohou jednotlivé vrstvy maximálně přijmout, obsahuje tab. 3.

Při předpokládaném vodním součiniteli 0,6 a množství cementu v cementovém potěru 400 kg/m^3 a v podkladním betonu 250 kg/m^3 je množství vody vnesené výrobním postupem průměrně $9,61 + 7,65 = 17,26 \text{ litrů/m}^2$; na hydrataci se spotřebuje $3,71 + 2,91 = 6,62 \text{ litrů/m}^2$, takže v systému zbývá $10,64 \text{ litrů/m}^2$. Z toho zhruba 5 litrů/m² připadá na rovnovážnou vlhkost a zbylých 5,6 litrů/m² je třeba vysušováním odstranit. Zkušenost ukazuje, že klopením betonu /hutného/ při ošetřování se vnesená vlhkost zhruba udržuje /po jistou dobu/ na stejné úrovni. U méně hutného betonu /např.

Tabulka 3

Oblast	Vzorek	Část podla- nového systému	Charakteristika	Skut.množ- ství vody % hmotn, litrů/m ²	Max.množ- ství vody % hmotn, litrů/m ²	Vázaná voda % hmotn, litrů/m ²	Přebytek vody % hmotn, litrů/m ²	Nasycení vzhledem k maximu %
A		podlahovina		10,53	2,12	0	10,53	500
		cem. potěr		0,75	0,15	0	0,75	
	1	podkl. beton	velká výduť	7,47	7,50	2,0	5,47	99,6
				6,62	6,65	1,77	4,85	
				10,22	12,68	4,0	6,22	80,6
				21,9	27,17	8,57	13,33	
		celkem		-	-	-	-	-
				29,27	33,97	10,34	18,93	
	2	celý podlahový systém	velká výduť	9,03.1,2=10,84	-	3,0	7,84	-
				22,10		6,24	15,86	-
3	celý podlahový systém	v místě již dříve propa- žené výduť	6,24.1,2= 7,49	-	3,0	4,49	-	
			15,58		6,24	9,34	-	
4	celý podlahový systém	- " -	6,65.1,2= 7,98	-	3,0	4,98	-	
			16,60		6,24	10,36	-	
		Průměr vzorků 1,2,3,4				-	13,62	
B	5	podlahovina	malé výduť	1,86	2,12	-	1,86	87,7
				0,13	0,15		0,13	
		cem. potěr		4,27	7,50	2,0	2,27	56,9
				3,78	6,65	1,77	2,01	
		podkl. beton		9,16	12,68	4,0	5,16	72,2
			9,57	13,11	4,14	5,33		
	celkem					-	7,47	

podkladního/ se však kropením zbytková vlhkost proti vlhkosti při uložení může zvýšit.

Protože došlo mezi dokončováním ošetřování betonů a pokládáním podlahoviny Fortit nejméně k několikátýdennímu intervalu vysychání, nelze - i při isotermičtých podmínkách, kdy výměna vlhkosti mezi systémem a okolím je dána jen vlhkostním gradientem na rozhraní - očekávat v konstrukci v průměru větší vlhkost, než při betonování. Množství vody nalezené v podlahovém systému v oblasti A činí 80-100% množství, jež je systém vůbec schopen pojmout a několika-násobek množství vneseného výrobou. Proto musela být voda do systému vnesena dodatečně, snad až po položení podlahoviny, bez přímé souvislosti se stavební výrobou.

Lze mít proto za prokázané, že k vniknutí převážného množství tekutiny do systému došlo až následně, po provedení jednotlivých vrstev podlahového systému

2.2 Teplotní gradient a difuze

Rozdíl teploty spodního a horního povrchu je uvažován jak je uvedeno v nálezu hodnotou 10°C , teplota spodního povrchu 28°C . Průběh teplot v konstrukci za tohoto předpokladu je uveden v tab. 4.

Protože difusní odpor pro prostup vodní páry vrstvou železobetonu dole nebo vrstvami potěru s penetračním nátěrem a podlahoviny Fortit nahoře je tak velký, že tyto vrst-

Tabulka 4

Vrstva systému	tloušťka vrstvy m	součinitel vodivosti kcal/m.h.°C	součinitel přestupu tepla vzduch: Fortit kcal/m ² .h.°C	tepelný odpor odpor m ² .h.°C/kcal	teplota při horním spodní povrchu °C
vzduch v místnosti	-	-	7,0	0,14289	18
Fortit	0,006	/0,2/	-	0,03000	20,7
Beton B 330	0,04	1,15	-	0,03478	21,2
Beton B 135	0,021	1,00	-	0,05100	21,8
Lepenka	0,002	0,084	-	0,02381	22,7
Min.plst	0,013	0,089	-	0,14607	23,1
Písek	0,010	0,25	-	0,01818	25,7
Armov. beton	0,15	1,35	-	0,11111	26

propustí o několik řádů menší hmotnosti vodní páry /na m² za hod./, než se jí může ve vlhkých vrstvách vytvořit, dochází k dynamické rovnováze mezi ztrátami páry difusí a nově se vytvářející párou z kapalně vlhkosti. Nezaplňovaný objem vrstev lze proto považovat v dalších úvahách za konstantní.

Jestliže za konstantního objemu vzroste teplota uzavřeného objemu vzduchu nasyceného vodní parou z původních 18°C na 25°C, bude tlak vzduchu

$$p = 760 + \frac{298,16}{291,15} / 23,69 - 15,46 / = 760 + 8,42 = 768,42 \text{ torr.}$$

Přetlak je pak 768,42 - 760 = 8,42 torr ≈ 1 kPa.

Vzhledem k tomu, že přítomná kapalina je 98% vodný roztok, je vliv rozpuštěných sloučenin na přetlak zanedbán. Uvedený přetlak je dostatečný k tomu, aby trvale transportoval v systému přítomnou vlhkost k hornímu (chladnějšímu) povrchu, kde dochází pod nepropustnou podlahovinou ke vzniku kondensátu a vývinu poruch, závislých za přítomnosti vody ještě na dalších vlivech chemické povahy.

Lze tedy mít za prokázané, že difuzní tlaky, vzniklé negativním rozdílem teplot nad a pod stropem zejména v zimním, tj. vytápěném, období, způsobí transport vlhkosti k hornímu povrchu.

2.3 Transport vodní páry

Difuzní vlastnosti materiálů podlahového systému vůči vodní páře obsahuje tab. 5.

Při rozdílu tence vodních par mezi plynným prostředím v podlahovém systému o teplotě 25°C ($p_{H_2O} = 23,69$ torr) a vnějším prostředím s tensí par klimatizovaného ovzduší (22°C, 35% RV) dojde k tokům vodní páry ve stropním systému vertikálním směrem podle tabulky 6.

index vrstvy	materiál	součinitel difuze E/m.h.torr	tloušťka m	difusní odpor torr. m ² . h/E	prameny/ údajů
1	Fortit	0,000 006 983	0,0065	930,8	/1/
2	Beton B 330	0,0039	0,04	10,2	/ 2/
3	Beton B 135	0,006	0,5.0,051	4,2	/3/
4	lepenka	-	-	625-1670	/4/
5		0,00001- -0,00005	0,001	20-100	/2/
5	Fibrex	0,045	0,010	0,22	/2/
6	písek	0,0225	0,01	0,44	/2/
7	Elezo- beton	0,004	0,15	3,75	/2/
8	Beton B 135	0,006	0,25 2/	41,7	/3/

1/ /1/ Tydlitát V., Jadavan J., Lukešová V.: Měření difusních vlastností podlahoviny Fortit, VVŠ SZ Praha, 1975

/2/ Směrnice pro navrhování a posuzování obytných panelových budov z hlediska tepelné techniky, díl 2, VÚPS, Praha 1972

/3/ ČSN 730540 Tepelně technické vlastnosti konstrukcí /1964/

/4/ Jadavan J., Tydlitát V.: Sledování difusních vlastností vůči vodní páře ve vzduchu čtyř bitumenových materiálů, VVŠ SZ Praha, 1976

2/ Střední vzdálenost k mezerám v lepence, tj. vodorovná difusní dráha

Tabulka 6

	difusní odpor torr.m ² .h/g	difuze H ₂ O g/m ² .h	kg/m ² .týden	dobu potřeb- ná k vysuše- ní 1 litru z 1 m ²
Tok vodních par na- horu /Fortitem/ 3/	949,2	0,01778	0,0030	333 týdnů
Tok vodních par dole /železobetonovou des- kou/ 1/ 2/	48,8	0,2713	0,046	22 týdnů
Tok vodních par na- horu před položením Fortitu 3/	14,4	1,168	0,196	5 týdnů
Tok vodních par na- horu před položením Fortitu 4/	11,978	3,834	0,644	1,5 týdne

- 1/ V klimatizovaném prostředí jen těžko přichází v úvahu s vý-
jimkou teplých letních dnů, kdy je prostředí ochlazováno; po-
tom i prostor mezikrovy bude více ochlazen /shruba na teplotu
chladičského média/
- 2/ Za předpokladu, že dochází k vodorovné difuzi podkladním beto-
nem ke sparám v neslepené lepence, tj. na střední vzdálenost
25 cm, a odtud k difuzi vertikální. Jestliže byl lepenka byla
slepená, byla by podle různých literárních údajů /též podle
druhu lepenky /vertikální difuze 0,001 až 0,082 kg/m². týden,
příčemž se serióznější hodnotu pokládá znalec spodní uvedenou
hranicí
- 3/ Za předpokladu, že veškerá vlhkost je soustředěna v polovině
výšky podkladního betonu při teplotě 25°C a že teplota a rela-
tivní vlhkost vzduchu nad podlahovinou je 22°C a 35% RV, takže
rozdíl teplot je 3°C a vlhkostní rozdíl 16,82 torr /2,24kPa/
- 4/ Za předpokladu, že 50% vlhkosti je soustředěno v jedné třetině
/shora/ tloušťky cementového potěru a 50% v jedné třetině /sho-
ra/ tloušťky podkladního betonu při teplotě 25°C a teplotě a re-
lativní vlhkosti vzduchu nad podlahovinou je 22°C a 35% RV, tj. roz-
díl teplot 3°C a vlhkostní rozdíl 18,432 torr /2,46 kPa/.

Ze srovnání obsažené vlhkosti v oblasti A s možnostmi danými předchozí tabulkou jednoznačně vyplývá, že k úplnému vysušení stropního systému /na rovnovážnou vlhkost/ vertikální difuzí vodních par skrz Fortit by mohlo dojít teprve za mnoho let; předtím zřejmě dojde k porušení podlahoviny jinými /např. chemickými/ vlivy, podmíněnými vlhkostí.

Značná část v systému obsažené vlhkosti /odhadem cca 3 l/m^2 / byla nahromaděna ve formě destilátu na povrchu cementového potěru a v jeho nejbližším okolí; k jejímu odpaření dojde poměrně rychle v závislosti na součiniteli přestupu tepla na povrchu podlahy. Tento součinitel za předpokladu, že není odebíráno teplo zespodu, činí $12 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$; z toho by byla potřebná doba pro odpaření 1 kg vody z 1 m^2 60 hod. /při účinné výměně vzduchu/. Protože je ale trvale teplo dodáváno zespodu, bude odpaření vody nejméně o řád větší, tj. cca 5 hod/kg vody. Odpaření povrchové vlhkosti proběhne tedy ve velmi krátké době, cca za 1 den. ^Kvysušení dlouhodobou difuzí zbývá cca 10 l/m^2 .

S použitím tabulky 5 lze potom aproximovat /s vědomím nepřesnosti podle zavedených předpokladů/, že vysušení stropního systému po odkrytí Fortitu by proběhlo za ideálních podmínek /zimní období s maximálně vytápěným spodním podlažím, mírně vytápěným horním podlažím při nepřetržitém odsávání evluhčeného vzduchu/ nejdříve za 15 týdnů. Budíž znovu připomenuto, že jde o odhad ve smyslu předchozích úvah; přesné určení doby vysouše-

ní 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 nezbytné se přesvědčit zkouškou. Zkoušky obsahu vlhkosti nemá ale smysl započít dříve než za 8 týdnů po odkrytí Fortitu.

V oblasti B, kde je množství nadbytečné vody v podlahovém systému menší, dochází obdobně k difuzi vodních par k podlahovině. Při menší celkové vlhkosti a menší alkalitě nastává nejdříve průnik vlhkosti některými netěsnostmi spodní vrstvy /laminované/ Fortitu, následovaný vytvářením plošných /štěpných/ trhlin mezi nosnou a povrchovou vrstvou /projevující se jako puchýřování/. K vysušení nadbytečné vody /tj. cca 7 litrů na m²/ je zapotřebí úměrně menší doba než v oblasti A, cca 10 týdnů po stržení Fortitu. Přesné určení stupně vysušení po určité době může se však i zde prokázat pouze zkouškou.

Projekt neobsahuje žádný údaj o délce vysušení nebo způsobu ošetřování betonu, ani nezajišťuje vodotěsnou izolaci těsně pod podlahkou /cementovým potěrem/, aby celkové /možné/ množství volné vody pod podlahovinou schopné difuze bylo minimalizováno /a také aby se zabránilo pronikání vlhkosti od podkladu k podlahovině/. Za ideálních teplotních a vlhkostních podmínek bylo by k vysušení podlahky a podkladního betonu na rovnovážnou vlhkost zapotřebí 2 - 6 měsíců od skončení běžného

ošetřování betonu kropením /viz tab. 6/; teprve po této době by bylo možno uvažovat o kladení nepropustné podlahoviny. Vysušení sametného, 4 cm tlustého cementového potěru /odděleného od spodních vrstev vodotěsnou izolací/ za běžných stavebních podmínek na rovnovážnou hodnotu lze očekávat při vhodném ošetření za 4 - 6 týdnů od zhotovení.

Ve skutečnosti byl pokládán podkladní beton od 3. 3. 75, cementový potěr od 7. 7. 1975 do 22. 3. 1976 a podlahovina byla položena během dubna 1976. Mezím byla prováděna od 11. 8. 1975 do začátku roku 1976 oprava zastřešení, 5. 11. 1975 zkouška vodovodních instalací a v září až listopadu 1976 oprava satkající střechy nad místnostmi 352 a 353. K řádnému vyschnutí vody vnesené do systému výrobou podkladních vrstev a případně dalšími cestami /satkáním střechou, netěsnostmi vodoinstalací atd./ před pokládáním Fortitu zřejmě v daném časovém rozpětí nemohlo dojít.

Z uvedeného lze mít za prokázané, že došlo k nedodržení technických podmínek pro podlahovinu Fortit, když byl položen na nedokonalé vyschlé podlahové vrstvy.

Bylo již řečeno, že nelze vyloučit ani pozdější přísun vlhkosti do podlahového systému, po položení podlahoviny, zvláště v oblasti A. Došlo tedy k nedodržení technických podmínek podlahoviny Fortit i tím, že nebylo zabráněno pronikání vlhkosti od podkladu /tj. podle terminologie ČSN v daném případě od železobetonové konstrukce/ k podlahovině /Fortitu/.

2.4 Chemické působení

ChS - Polyester, vyráběné v np. Spolek pro chemickou a hutní výrobu Ústí nad Labem a používané k výrobě /při klebení/ podlahoviny Fortit, představují tzv. nenasyčené polyesterové pryskyřice. Jde v podstatě o cca dva váhové díly nenasyčeného polyesteru, většinou etylenglykolmaleinátového typu, rozpuštěné v jednom váhovém dílu reaktivního monomeru, největšíně styrenu. Vytvrzování takových pryskyřic spočívá v radikálové kopolymeraci dvojných vazeb obou složek, iniciované nejčastěji ketonperoxydy /metylketonperoxydem, cyklohexanonperoxydem, metyleyklohexanonperoxydem/ v kombinaci s kovovými mýdly /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 ani v tekutinách z výdutí, ani ve vzorcích Fortitu, odebraných v oblasti A i B, nebyl přítomen. K inhibici polymerace nedošlo, systém byl řádně spolymerován a poruchy vznikaly až na spolymerovaném systému.

V tekutinách z výdutí v obou oblastech A i B byly však obsaženy, jak plyne z nálezu, glykoly a kyseliny /ftálová, adipová/. Obojí jsou důkazem, že došlo k alkalické hydrolyse spolymerované polyesterové pryskyřice; k hydrolyse přítom ne-

může dojít bez přítomnosti dostatečného množství vody. Hydrolyza účinně podporuje vznik výdutí /puchýřů/ a celkové porušení podlahoviny.

Tekutina ve výdutích v oblasti A je silně alkalická, obsahuje uhlíkatan draselný i draselný louh v takových koncentracích, že - za přítomnosti velkého množství vody - muselo dojít k souvislé destrukci spodních vrstev podlahoviny /s praktické likvidaci penetračního nátěru a zhydrotvorení nosné vrstvy/. Draselný louh nemohl být dodán do podlahového systému s žádnou ze zabudovaných vrstev a jeho přítomnost je vysvětlitelná pouze dodatečnou kontaminací. Druh kontaminace se nepodařilo zjistit.

Z uvedeného lze mít za prokázané, že v důsledku nadměrné vlhkosti podlahového systému došlo působením přítomných alkalických iontů k alkalické hydrolyze polyesterevé pryskyřice v podlahovině Fortit, což účinně přispěla ke vzniku poruch podlahoviny. V obou oblastech byl porušující účinek společně fyzikální a chemický /difuzní tlak, hydrolyza, směkčení, zbotnění, usnadnění difuze spodními vrstvami podlahoviny/.

1) Vzhledem k tomu, že v oblasti A je přítomna alkalická tekutina, která způsobuje poruchy podlahoviny, je třeba provést v této oblasti opatření k odstranění této tekutiny a k zajištění dostatečné vlhkosti podlahoviny.

Z á v ě r

K otázkám položeným objednatelem shrnují výše uvedené:

1. příčinou havarijního stavu podlahoviny ve 3. patře objektu Injekce je v obou oblastech (A i B) nad-
měrná vlhkost podlahového systému. V oblasti A byla nejspíše vlhkost částečně vnesena po položení podlahoviny a podlahový systém byl navíc kontaminován draselným louhem. K porušení došlo působením fyzikálních sil při difuzi vyvolané teplotním spádem za současného působení chemického (hydrolyza vyvolaná převážně přítomností velkého množství draselných iontů). V oblasti B byla vlhkost s největší pravděpodobností zabudována přechozími stavebními operacemi a Fortit byl pokládán dříve, než došlo k úplnému vysušení celého systému. K porušení došlo i zde společným chemickým (hydrolyza vápenatými ionty) a fyzikálním působením vlhkosti.
2. v oblasti A nelze jinak, než starou podlahovinu strhnout a po dále zmíněných úpravách položit novou celou podlahovinu.

Při provádění opravy je především nezbytné zajistit, aby celý podlahový systém byl zcela vysušen (na rovnovážnou vlhkost jednotlivých vrstev při dané teplotě prostředí). Dále je třeba zajistit, aby nemohlo v budoucnu dojít k novému havarijnímu průniku tekutin

do podlahového systému (např. děštěm, přetokem destilačních nádrží, mokrým provozem na podlaže). K tomu je třeba zabezpečit, aby u všech prostupů, přívodů atd., jež nějakým způsobem porušují celistvost podlahoviny, bylo zabráněno možné pronikání vody (vybudováním zvýšených soklů, utěsněním trvale tvárným tuclem atd.), stejně tak i u okrajů (u zdí).

Před nanášením nové vrstvy považují za nezbytné zejména v oblasti A provést otryskání povrchu podložky (cementového potěru) pískem nebo broky, aby byly odstraněny zbytky starého penetračního nátěru, zbytky odpadních produktů hydrolyzy i kovových solí, následované důkladným vysátím.

Uhlíkatý draselný, který je zřejmě bohatě přítomen v betonech podlahového systému, je silně hygroskopický. Nelze vyloučit, že časem dojde při vhodných vlhkostních a teplotních podmínkách (nebo v důsledku nedokonalého vysušení) k vytvoření obdobné situace na kontaktní spáře s Fortitem, jež by vedla k silné hydrolyze polyesterové pryskyřice. Proto by měl alespoň povrch (opískovaný, očištěný) podložky být neutralizován; vodný roztok nelze použít, protože jakékoli vniknutí nové vody do systému je nevídané. Neutralizaci je třeba provést bezvodným roztokem vhodné kyseliny (např. šťavelové ^{1/}) a před pokládáním podlahoviny ne-

^{1/} na povrch betonu se např. našetkuje max. 5% roztok kyseliny šťavelové v etylalkoholu

chat použité ředidlo úplně vytěkat. Při pokládání Fortitu v oblasti A mělo by být použito pokud možno nových, chemicky odolných (odolných smýdelnění) dianových polyesterových pryskyřic, např. ChS Polyester ester 221.

Úplnou jistotu, že nové poruchy v oblasti A nevzniknou, může však poskytnout pouze úplné odstranění všech vrstev podlahového systému a jejich nahrazení novými (při zachování všech požadavků), případně provedení jiné podlahoviny, např. keramické dlažby.

Sluší ještě upozornit, že k obdobným závadám Fortitu jako dolo nyní, může dojít kdykoliv v budoucnu při náhodném promáčení podlahového systému; k nějakým závadám by ovšem muselo zákonitě dojít u každé podlahoviny, která by nepropustně uzavřela povrch podlahového systému.

V oblasti B je možné obdobné řešení, jako v oblasti A (ztržení podlahoviny, vysušení, očištění, nová podlahovina); lze ale též postupovat tak, že se provede přebroušení povrchu k odstranění výdutí a po delším období (cca za 2 roky) se provede nová slabá povrchová vrstva na znovu (před litím) obroušený povrch. S jistou pravděpodobností lze očekávat, že k dalším poruchám (zvětšování rozměrů a počtu výdutí) již nebude docházet a že po vyschnutí difuzí (zvláště stropní konstrukcí v letním období)

bude časem odstraněna i příčina poruchy. Je tedy možné uvažovat i o ponechání stávajícího stavu v těch prostorech, kde vřátě nejsou přímo na závadu provozu.



[Handwritten signature]

R. A. Bareš

Znalecká doložka:

Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím
místního úřadu ze dne 14. 10. 1967 č. j. ZT 108/677 pro
základní úkol: ... pro odvětví staveb obytných,
průmyslových, ... a stavebního materiálu.

Znalecký řízení je započato pod čísl. 48/78 znaleckého

Znalecký řízení se řídí (pokud možno) stejně podle přílohy
1. dohody č. ...



Doplňk k návrhu rekonstrukce podlah v n.p. Léčiva Měcholupy

S ohledem na skutečnost, že nelze v současné době získat pro výrobu nové podlahoviny Fortit v [redacted] dianovou polyesterovou pryskyřici (ChS Polyester 221), která byla navržena znalcem na jednání 24.8.1978 (viz zápis z tohoto jednání), doporučuje se změnit penetrační systém.

Zvoleným penetračním systémem je třeba zajistit:

- dobrou penetrační schopnost do betonu
- dostatečnou hloubku penetrace
- dobré vytvrzení i v betonu vlhkém
- nezávislost penetračního systému na alkalitě penetrovaného prostředí
- nezávislost pojiva Fortitu na složkách penetrace
- kompatibilitu penetrace s pojivem Fortitu.

Pryskyřice

Jako nejvhodnější základní pryskyřice z hlediska d) a f) se jeví ChS Epoxy 15 (Spolek), příp. ChS Epoxy 1200, ChS 1505 nebo ChS Epoxy ZV 1120 (všechno Spolek).

Lze též uvažovat použití epoxidového laku S 1300 (Barvy a laky), příp. Sadurit M 11 (Spolek).

Ředidlový systém

Nejvhodnější z hlediska a) a b) je směs ředidel technický xylén a butylalkohol (nebo izopropylalkohol) v poměru 8 : 2 hmotn.

Poměr pryskyřice (podle druhu) a uvedeného směsného ředidla je 1:2 až 1:4, v průměru 1:3 (hmotn.).

Při použití laku S 1300 (jež je již 50ti% roztok epoxidové pryskyřice ve směsi xylenu a butylalkoholu v poměru 7:3 hmotn.) provede se ředění v poměru 1:1 (obj.) ředidlem výrobcem k laku dodávaným (které je stejnou směsí jako v laku).

Při použití Saduritu M 11, který je 20ti% roztok epoxidové pryskyřice ve směsném ředidle xylén-butylalkohol, se další ředění neprovede.

Tvrdiví systém

Vzhledem k tomu, že není jistota, že destilací byly z Resanilu odstraněny všechny zbytky fenolu, je Resanil jako tvrdidlo pro aplikaci v kontaktu s polyesterovou pryskyřicí ChS Polyester 104 a 200 nevhodný, i když zajišťuje velmi dobré vytvrzení ve vlhku a výsledná pryskyřice je dobře chemicky odolná. Tvrdidlo D 190 (jež se užívá běžně také pro tužení laku S 1300, v roztoku se stejnými rozpouštědly jako lak) poskytuje větší odolnost proti vodě (vlhkému prostředí) při tvrdnutí, avšak vzhledem k přítomným esterovým vazbám má výsledný produkt menší chemickou odolnost.

Nejvhodnějším tvrdícím systémem jeví se směs aminoamidu a diethylentriaminu, tj. směs čs. tvrdidel P 1 a L 190, obchodně dodávané jako D 500 (Spolek). Tvrdidlo D 500 dá dobré a rychlé zesítnění, zlepšené zesítnění ve vlhku proti P 1, nemá však tolik esterových vazeb, napadnutelných alkaliemi v betonu jako L 190. Vyhovuje nejlépe z hledisek c), d), e) a f).

Množství tvrdidla D 500 je 3,3 násobek množství tvrdidla P 1, které udává výrobce pryskyřice pro ten který druh.

Penetraci uvedeným epoxidovým systémem lze provádět na povrch betonu, který je alespoň v povrchové vrstvě zcela suchý a zcela očištěný od zbytků staré (polyesterové) penetrace. Penetrace se provede dvakrát (příp. i vícekrát) k zaplnění pórů betonu, ale bez vytvoření souvislé (lakové) vrstvy na povrchu.

Polyesterový laminát se klade do ne ještě zcela vytvrzené penetrace, tj. do mírně lepivého stavu, normálním způsobem.

V ostatních bodech zůstává plně v platnosti zmíněný zápis z 24.8.1978 o možnostech rekonstrukce poruch podlahovin v n.p.

Navržený postup rekonstrukce nelze bez dalšího aplikovat v jiných případech; byl vypracován pouze pro akci rekonstrukce podlah

8. listopadu 1978

R.A. Bareš

Čj. Z 62/78

Upřesňujeme znění TP pro kladení podlahoviny Fortit:

- a) všechny vrstvy stropního systému musí být před kladením Fortitu vysušeny na rovnovážnou hodnotu vlhkosti. Hodnota rovnovážné vlhkosti závisí na druhu použitých materiálů a podmínkách okolního prostředí a potřebné údaje obsahuje odborná literatura. Obecným kritériem je údaj ČSN 74 4505 čl.37 podle níž nejvýše přípustná vlhkost podkladních vrstev pod nepropustnou podlahovinou činí 6% obj. tj. cca 3% váh. Tyto hodnoty je třeba bezpodmínečně zachovat, existuje-li ve stropním systému negativní teplotní spád (s teplotou klesající zdola nahoru), převyšující trvale 10°C ať je vyvolán jakýmkoli způsobem (kritall, teplovodní nebo klimatizační rozvody pod stropem atd.).
- b) Je třeba zajistit, aby nemohla ani po položení Fortitu pronikat vlhkost pod podlahovinu (netěsnostmi kolem přestupů, ukončení atd. v mokrych provozech).
- c) Jestliže nelze z jakýchkoli příčin dodržet tyto podmínky (např. také při aplikaci dutých prefabrikovaných desek, jejichž dutiny jsou částečně naplněny vodou vnesenou do nich nevýhodným prováděcím postupem při kladení a ošetřování následných podlahových vrstev), nebo jestliže existuje trvalý negativní vlhkostní spád mezi stropem a prostorem pod ním a převyšuje-li přitom vlhkost vzduchu 80% relativní vlhkosti, je třeba zabránit pronikání vlhkosti k podlahovině dodatečným opatřením. Takové opatření je vybudování parotěsné zábrany v co nejbližším sousedství nepropustné podlahoviny prakticky těsně pod betonovou podlahou. Pod parotěsnou zábranu dostačuje, aby její difusní odpor byl alespoň rovnocenný difusnímu odporu Fortitu (hodnocený stejnou zkušební metodikou na stejném zkušebním zařízení). Ve shodě se zkouškami provedenými ve VVÚSZ Praha dostačující parotěsnou zábranu vytvoří jedna vrstva vhodného hydroizolačního pásu s asfaltovým nátěrem. Zkouška i ve VVÚSZ Praha byla zjištěna průměrná hodnota difuzního odporu podlahoviny Fortit o tloušťce 6,5 mm $\frac{930 \text{ torr} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{hod}}{\text{g}}$ (SI $4,5 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$).
- d) V případě, že nedochází ve stropním systému ani k teplotnímu ani k vlhkostnímu spádu vyvolanými vnějšími podmínkami, lze připustit před kladením Fortitu zvýšení ve stropním systému přítomné vlhkosti o ca 50% nad rovnovážnou hodnotu, tj. zpravidla ne více než 4,5% váh. *Průměr musí být v hodnotě předtím odměřeno pod podmínkami přeměny vzduchu*

- e) Pro beton podložky nesmí být použita žádná plastifikující přísada, která může způsobit zvýšení alkalických iontů, beton použitý pro podložku má být z nealkalického cementu a křeměnného štěrkopísku bez alkalických nečistot.