

Znalecký posudek
o příčinách poruch syntetických bezspárých podla-
hovin v objektu [REDACTED]

19 stran

30. 12. 1991

Ing. Dr. RICHARD A. BAREŠ, DrSc.

c/o Ústav teoretické a aplikované
mechaniky ČSAV
Vyšehradská 49, 128 49 Praha 2
tel. 29 75 78

SOUDNÍ ZNALEČ V OBORU STAVEBNICTVÍ

Odvětví: - stavby obytné, průmyslové,
zemědělské
(spec.: stavební konstrukce
betonové, železobetonové
a konstrukce z plastických
hmot)
- stavební materiály
(spec.: aplikace plastických
hmot ve stavebnictví)
- ceny a odhady
(spec.: odhady nemovitostí)

počet stran:	14
počet příloh:	5
počet výtisků:	4
výtisk č.:	4

Praha, 30. prosince 1991

Z N A L E C K Ý P O S U D E K

o příčinách poruch syntetických bezesparých podlahovin
v objektu [REDAKCE]

č. j. Z 179 / 327 / 91

Objednávkou čj. 5386/91 z 24. října 1991 spol. podniku Agrostav Třebíč, Sedlákova ul. 1051, jsem byl požádán o vydání znaleckého posudku o příčinách poruch syntetických podlahovin místnosti č. 5 výrobní haly SO-1 Výrobní sušecné bramborové kaše v [REDAKCE]

Prohlídku objektu jsem provedl za přítomnosti stavbyvedoucího p. Vícha dne 24. října 1991; na jejím základě jsem rozhodl, že k objektivnímu zjištění příčin poruch je nezbytné provést jednak některá experimentální vyšetření na místě, jednak podrobnou chemickou analýsou použitých surovin.

Příslušná experimentální šetření a odběr vzorků byly uskutečněny dne 5. listopadu 1991 za přítomnosti vedoucího střediska p. Vl. Růžičky a stavbyvedoucího p. Vícha, s jejich souhlasem byla též vybrána místa odběru vzorků.

POSKYTNUTÉ PODKLADY:

- 1./ Stavební výkresy Agroprojektu Pardubice z června 1988
 - a/ č. 1. 2. 1 technická zpráva
 - b/ č. 1. 2. 8 řez A - A
 - c/ č. 1. 2. 6 přízemí

2./ Dopis Škrobáren, s. p., Havlíčkův Brod, čj. 400/024/Ry/RA z 21. června 1989 na Agrostav, měnicí projekt podlah z keramických dlažeb na syntetickou podlahovinu Betoplast /místnost č. 4, 5, 6, 7, 13/ od n. p. Armabeton

3./ Zápis z 22. srpna 1989 o předběžném projednání dodávky syntetických podlahovin mezi investorem a přidruženou výrobou JZD 1. máj v Brně, Na Kopečné č. 31. Podmínkou dodávky je zdravotní nezávadnost. Dodavatel požaduje vlhkost podkladu do 4 - 5%. Pro výrobu podlahovin použije dodavatel Retenol 1, Epoxy 3006 a Sadurit 1330.

Předběžná skladba a cena:

penetrace:	12,70
adhesní vrstva + vyrovnávací vrstva + vyztužení sklotextilem:	161,50
polymerbeton 10mm:	158,-
stěrka Retenolem:	67,50
povrchová vrstva Sadurit 1330:	82,50
případně ještě pod povrchovou vrstvou další vrstva ze Saduritu nebo Epoxy 3011	36,-
	<hr/>
	518,20 Kčs

Skladba syntetických podlahovin měla však být stanovena projektantem.

4./ Zápis z 5. října 1989 o projednání skladby syntetických podlahovin mezi investorem, dodavatelem stavby, subdodavatelem podlahovin za přítomnosti okresního hygienika.

Podmínkou je použití epoxidových systémů bez styrenu, xylenu a jiných sledovaných ředidel. Byla schválena skladba:

- penetrace a vyrovnávací vrstva z ChS E 1015 /IHE 25. 7. 1989 HOK IV-938/89 pro komunální objekty/
- vyrovnávací vrstva a skelný laminát z Retenolu 1 /IHE 106/M/ho/570/45 - 196.86 KOH III 128 pro pitnou vodu/
- povrchová vrstva ze Saduritu 1330 /IHE 343.9 - 4.285 pro komunální objekty/

Dodavatel podlahovin dále doporučuje pro komunální stavby

- ChS Epoxy 1505 /15% di-2-etylbutylftalát/
- ChS Epoxy 15
- ChS Epoxy 1010
- Sadurit 1015

Tloušťka podlahoviny schválena 20mm.

5./ Zápis ze 7. listopadu 1989 mezi dodavatelem stavby, subdodavatelem podlahovin a projektantem o projednání a potvrzení objednávky č. 2314/89.

Okresní hygienik v Třebíči vydal rozhodnutí čj. 2278-221.6/89 ze dne 16. října 1989 povolující využít epoxidové syntetické podlahoviny podle zápisu ad 4/.

6./ Dopis investora čj. 859/024/Ry/Ra na JZD Hybrálec z 20. listopadu 1989, kterým určuje druh a barvu povrchu

7./ Zápis ve stavebním deníku Agrostavu str. č. 127792 ze 4. června 1990. Nástup JZD Herálec. "Po provedeném měření vlhkosti /6 - 10% a telefonickém hovoru s p. Horkým přejímají všechny plochy k provedení. Plochy odpovídá ve všech požadavcích na provádění objednaných prací."

8./ Stavební deník JZD Hybrálec za dobu od 17. září do 1. října 1990 /1 strana/
o provedení syntetické podlahoviny na ploše 431,5m² /zřejmě místnost č. 6/.
Byly údajně provedeny tyto práce:

- zametení plochy	160 m ²
- adhesní vrstva	431,5 m ²
- sklolaminátová vrstva s prolitím epoxidem	431,5 m ²
- polymerbeton o tloušťce 20mm	431,5 m ²
- polymermalta o tloušťce 6mm	431,5 m ²
- litá podlahovina Sadurit 1330	431,5 m ²
- postřík SAD spray	

Údajná spotřeba hmot:

ChS Epoxy 1015	200 kg
ChS Epoxy 1505	630 kg
ChS Epoxy 3016	200 kg
ChS Epoxy 3006	400 kg
ChS Epoxy 3011	170 kg

	1600 kg
Sadurit 1330	870 kg

	2470 kg
P 11	265 kg

	2735 kg
ředitlo C 6027	160 kg
písek č. 1	1000 kg
písek č. 3	1350 kg

	5425 kg
Sadurit spray	40 ks
skelná tkanina	180 bm

Celkem spotřeba hmot cca 6000 kg.
Přesun hmot v celkové hmotnosti 18,500 kg.

9./ Faktury 1047, 1466, 1698 JZD Herálec na celkem:

305.832,- Kčs /700 m ² , patrně místnost 7 a 5/
238.431,- Kčs /244 m ² , patrně místnost 4/
298.860,- Kčs /431,5 m ² , patrně místnost 6/

843.123,- Kčs /tj. při ploše 1375,5 m ² 613,- Kčs/m ² /

Podle faktury 1698 fakturováno:

- základní adhesní vrstva	24,50 Kčs
- sklolaminátová vrstva	167,- Kčs
- polymerbetonová vrstva 24mm	333,- Kčs
- nášlapná vrstva	115,- Kčs
- vyčištění podkladu	4,15 Kčs

	643,65 Kčs

- 10./ Zápis ze 30. srpna 1991 o prohlídce podlahovin a jejich poruch mezi odběratelem /Agrostav/, dodavatelem /JZD Hybrálec/ a investorem /Škrobárny/. Konstatováno, že cca 60% saduritové podlahoviny v místnosti č. 5 nepřilnulo k podkladu a vytváří výdutě s převýšením až 15 cm. Doporučeno měření vlhkosti betonového podkladu.
- 11./ Zápis z jednání 10. října 1991 o reklamaci podlahoviny v místnosti č. 5 mezi odběratelem a dodavatelem podlahoviny. Při kontrolních měřeních vlhkosti betonového podkladu prováděných dodavatelem metodou elektrické vodivosti na třech namátkově určených místech byla údajně zjištěna vlhkost 10 a více procent. Na základě těchto výsledků došel dodavatel k závěru, že k vzednutí podlahy došlo v důsledku nadměrné vlhkosti podkladu. Odběratel si vyhradil podání stanoviska písemně.

N Á L E Z

STAVBA

Objekt haly, určený k výrobě sušené bramborové kaše má trojlodní obdélníkovou dispozici. Konstrukci objektu tvoří železobetonový montovaný skelet H. 1. 1 Vodohospodářských staveb Brno s příčným modulem 3 x 15,0, podélným modulem 10 x 6,0 m a světlou konstrukční výškou 7,60m na základových patkách z monolitního železového betonu. Obvodové zdivo je z keramických obvodových panelů, případně cihel CD-INA.

Střešní konstrukce je z panelů typu dvojitě T, krytina z asfaltových vodoinstalačních pásů Bitagit mezi střešními pásovými světlíky z akrylonu.

Izolace proti spodní vodě, jejíž částečný výskyt s proměnlivou hladinou byl zjištěn, má skladbu ALP + Na + A400/H + Na a je uložena na podkladovém betonu tloušťky 150 mm s ocelovou svařovanou sítí. Na izolaci je betonová mazanina 70 mm a cementový potěr tloušťky 40 - 60 mm. V některých místnostech je navržena šatovská dlažba tloušťky 40 mm, v jiných syntetická bezespará podlahovina tloušťky 20 mm /viz bod 2 podkladů/.

Je pravděpodobné, a fakturace tomu nasvědčuje, že byly nejdříve provedeny místnosti 4 a 5, pak 7 a nakonec místnost 6. Poruchy v místnosti č. 5 jsou zřejmé. Prohlídkou znalce však bylo zjištěno, že zárodky obdobných poruch lze pozorovat i v ostatních místnostech /zejména oddělená povrchová vrstva od vrstvy polymerbetonu/. Zadavatel posudku však výslovně požadoval objektivní zhodnocení příčin poruch pouze v místnosti 5, kde jsou poruchy podlahoviny nepochybné. Proto podrobnější průzkum podlahovin v ostatních třech místnostech nebyl prováděn a dále uvedené výsledky se vztahují pouze k místnosti č. 5.

Rozsah porušených míst

Celá podlahová plocha místnosti č. 5 byla zmapována k určení rozsahu porušení. Poklepem na povrch podlahoviny byly určeny hranice míst s rozdílnou zvukovou odezvou. Na obr. 1 jsou vyznačena šrafováním místa s odezvou "na tvrdo", tedy místa, kde povrchová vrstva je přilnuta ke spodním vrstvám a celá podlahovina je spojena s podkladním betonem. Ostatní plochy s "dutou" odezvou jsou buď nepřilnuté k betonu /vyšší dutý zvuk/ nebo s nepřilnutou povrchovou vrstvou k vrstvě polymerbetonu /nízký dutý zvuk/. Rozsah těchto druhých poruch, ohraničených současně znatelnými výdutěmi povrchové vrstvy, je naznačen na obr. 1. plochami uzavřenými v čárkovaně ohraničených oblastech. Rozsah zdánlivě neporušených /dosud/ ploch činí cca 16% plochy místnosti.

Skladba podlahoviny

K hodnocení skladby podlahoviny v souvislosti se vzniklými poruchami byla vybrána tři místa, označená 1, 2, 3 podle obr. 1. Tato místa lze klasifikovat takto:

- 1 - místo s předpokládanou soudržností s podkladovým betonem, při poklepu bez odezvy ← obr. 7, 8
- 2 - místo na hranici vyššího dutého zvuku při poklepu ← obr. 2, 3, 4, 5
- 3 - místo s nízkým dutým zvukem /výduť/ - obr. 6

Dále byla hodnocena místa 4, 5 v oblastech výdutí, kde sondy do podlahy byly již dříve provedeny. Výsledky nálezu obsahuje tabulka 1.

Tabulka 1 - Skladba podlahoviny

Skladba	místo					Průměr
	1	2 ^{5/}	3	4	5	
povrch. vrstva						
okr mm	1-2	1,4/1,5-3	0,5-1,5	0,5-1 ^{1/}	0,5-1	1,46
vyrovnávací vrstva						
okr mm	-	- /1,5-2 ^{6/}	1-2	1,5	1-2	0,92
hloubka penetrace						
vyr. vrstvy do polymerbetonu mm	3-7	0-3/0	1-3	1-2	~ 5	2,5
polymerbeton mm	20-22 ^{7/}	20/21-23	10-12	7-9,5	10-14	15,7
spojovací vrstva						
bílá mm	3-4	1,5-3/chybí	chybí	chybí ^{2/}	chybí ^{2/}	0,96
skelná výztuž	hrubá tkanina	hrubá tkanina	2 vrstvy hrubé tkaniny	hrubá tkanina ^{3/}	hrubá tkanina ^{3/}	
penetrace mm	0,5-1	do 1/ne- identifiko- vatelná	neiden- tifiko- vatelná ^{8/}	neiden- tifiko- vatelná ^{4/}	neiden- tifiko- vatelná ^{4/}	0,3
Celková tloušťka podlahoviny mm	26-28	26-28/26-28	13-15	10-12	16-17	20,42

Poznámky

- 1/ Povrchová vrstva nepřilnutá k vyrovnávací vrstvě
- 2/ Polymerbeton zcela separován skelnou tkaninou od betonu
- 3/ Hrubá tkanina nespojena s polymerbetonem
- 4/ I kdyby byla penetrace provedena, ztratila by smysl v důsledku separace podle bodu 2/
- 5/ Hranice pracovního záběru /viz foto
Směrem od středu místnosti /ke stěně/ je provedena penetrace i spojovací vrstva, která je vyztužena skelnou tkaninou. Polymerbeton je okrové barvy, není provedena vyrovnávací vrstva a povrchová vrstva má tloušťku 1 - 4 mm. Polymerbeton lze od spojovací vrstvy snadno oddělit a vyztužená vrstva je spojena s povrchovou /impregnovanou/ vrstvou betonu. Na hranici mezi polymerbetonem a povrchovou vrstvou jsou zřetené stopy napěněné povrchové vrstvy a tato styčná spára je nejslabším místem průřezu. V části směrem ke středu místnosti není provedena spojovací vrstva, skelná tkanina je položena na beton "na sucho". Polymerbeton je světlé barvy /barvy písku/, ke tkanině nepřilnul a je opatřen vyrovnávací vrstvou okrové barvy. Polymerbeton je velmi nestejněsměrně smíšen s pryskyřicí, takže lze nalézt místa s poměrem pryskyřice od 1 : 1 do 1 : 7. Pod povrchovou vrstvou, která byla prováděna v celé ploše v celku je tenká spojovací vrstva z čisté pryskyřice.
V tabulce první údaj platí pro část ke stěně, druhý údaj pro část ke středu místnosti /viz obr. 1/.
- 6/ Kromě spojovací vrstvy z čisté pryskyřice v tloušťce do 0,5 mm.
- 7/ Polymerbeton je rozpadavý, vrstva impregnovaná z povrchové vrstvy se snadno odděluje od zbytku polymerbetonu. Polymerbeton se snadno odděluje od spojovací vyztužené vrstvy.
- 8/ Na povrchu podkladového betonu jsou sypké drobné částice kameniva a prachu.

Vlastnosti podlahoviny

Společné všem místům, kde byly prováděny sondy nebo vývrty, je intenzivní zápach po otevření podlahoviny.

Polymerbeton je bezprostředně po otevření nesoudržný, rozpadavý, s minimální pevností, povrchová vrstva ohebná. Po odpaření těkavých látek v podlahovině uzavřených povrchovou vrstvou s velkým difusním odporem dochází ke ztvrdnutí polymerbetonové i povrchové vrstvy a zvýšení jejich pevnosti.

Ke zjištění absolutních pevností podlahoviny i betonového podkladu byly provedeny vývrty jádrovým vrtákem ϕ 50 mm označené čísly 1, 3 a 4 na obr. 1. Na vývrtech byla uskutečněna zkouška "pull-out-test" ke zjištění pevnosti v čistém tahu a způsobu porušení. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 - Výsledky odtrhových zkoušek

<u>Vzorek:</u>	<u>Pevnost MPa:</u>	<u>Místo a způsob porušení:</u>
1 podlahovina + + beton	1,113	v rozhraní mezi polymer- betonem a spojovací vyz- tuženou vrstvou /na cca 85-90% plochy, zbytek v polymerbetonu/ v povrchové vrstvě beto- nu tl. do 1 mm
3 pouze beton po odstranění vzduté podlahoviny	0,506	
4 pouze beton po již dřívějším odstraně- ní podlahoviny	1,47	v podpovrchové části be- tonu /tl. 1-3 mm/

Vlhkost podkladního betonu

Vlhkost betonu byla měřena bezprostředně po otevření podlahoviny kontaktním elektrickým vlhkoměrem na řadě míst. Vlhkost povrchu se pohybovala na všech místech pod hodnotou 2% bm.

Z míst 2 a 3 /obr. 1/ byly odebrány vzorky do hloubky cca 7 cm ke stanovení vlhkosti gravimetrickou zkouškou. Zjištěná vlhkost v těchto místech činila 3,54% bm.

Složení polymerbetonu

Základní vrstva - polymerbeton byl analyzován zejména ke zjištění organického podílu. Plnivo je tvořeno směsí křemičitých písků o průměru 0,1 - 3 mm s převahou větších zrn. Granulometrická skladba plniva neumožňuje - bez nadbytku pojiva - vytvoření bezporézní struktury.

Obsah pojiva /organických podílů včetně nezavázaných ředidel a dalších nepolymerovatelných složek/ činí

- v polymerbetonu ze vzorku 1 /s pojivem okrové barvy/ 18,8%, tj. hmotnostní poměr organických složek a plniva 1 : 5,3
- v polymerbetonu ze vzorku 3 /s pojivem bezbarvým/ 23,8%, tj. hmotnostní poměr organických složek a plniva 1 : 4,2.

Obsah nespolymerovaných látek v podlahovině

Analyza byla provedena na hmotovém spektrometru v ekologické laboratoři Varilab Praha. U vzorku 1 /obr. 1/ byly analyzovány jednak výpary /head space analysis/ z polymerbetonové vrstvy, jednak extrakt spojovací vrstvy pod polymerbetonem /ve směsi aceton a benzen v poměru 1 : 1 po 12 hod. uložení a sonifikaci za tepla/. Výsledky analyz jsou uvedeny v tabulce 3, spektrografy jsou uloženy u znalce.

Tabulka 3 - Výsledky chemické analýzy pojiva

Sloučenina:	výpary:	koncentrace $\mu\text{g/g}$	extrakt:
toluen	2012		-
dicyklohexyl	4445		-
dicyklohexylether	26595		600
dibutylftalát	28990		-
dioktylftalát	-		32300
di /2-ethylhexyl/ ftalát	20910		-
nitril /amid/ kyseliny olejové	91886		-
oktylhydroperoxid	-		100
neidentifikovatelná látka 184 s obsahem N ₂ v oblasti scan 581	-		1600

P O S U D E K

Syntetické bezesparé podlahoviny jsou nesporně jednou z nejlepších, nejtrvanlivějších a nejhygienističtějších úprav horizontálních povrchů v průmyslové a občanské výstavbě. Vyžadují však zasvěcený návrh a důsledné dodržení technologických požadavků jak ve volbě použitých hmot, tak ve způsobu provádění. Přitom podlahovinu nelze považovat za samostatný element, ale pouze za integrální součást celého podlahového systému.

Hlavními pilíři úspěšné funkce syntetických bezesparých podlahovin jsou:

- dokonalá soudržnost podlahoviny s jejím podkladem, závislá na jeho vhodnosti a dokonalé přípravě
- maximální konverze polymerace podlahovinového systému, závislá na správné volbě a poměru komponent a dokonalém zpracování.

K zabezpečení dostatečné adheze podlahoviny k podkladu, jejíž hodnota je předepsána ČSN 744505 a činí 1,5 MPa /při zkoušce prostým tahem na vývrtnu/, je třeba především:

- pevnost v čistém tahu podkladu vyšší než 1,5 MPa, což splňuje obvykle beton s pevností v tlaku min. 20,0 MPa
- dokonalé očištění povrchu betonu a odstranění povrchové vrstvičky lehkých podílů cementu a plniva vždy na povrchu betonu přítomné

- dostatečně hluboká penetrace syntetické pryskyřice kompatibilní pojivu podlahoviny do porézní struktury betonu
- účinné spojení /adhesní i kohesní/ penetrovaného podkladu s nosnou vrstvou podlahoviny. v případě polymerbetonu zajištěné spojovací vrstvou.

Samozřejmě je, že betonový podklad musí být dobře spojen s dalšími podkladními vrstvami, pokud není samonosný, že musí být dostatečně suchý /v závislosti od použitého polymerního systému/ a že nesmí docházet v podlaže k významným přetlakům vodních par /způsobených např. přístupem vlhkosti do podlahy odspodu za nepříznivého negativního teplotního spádu/.

Funkci podlahoviny z hlediska mechanického, chemického, fyzikálního, zdravotního atd., zajišťuje správná volba druhu pojiva, plniva, jejich vzájemný poměr, volba modifikujících přísad, dokonalé promíšení složek, přiměřené zpracování a zajištění určitých podmínek vnějšího prostředí před a během vytvrzování /polymerace/.

V daném případě z povahy provozu vyplývá, že podlahovina měla být vysoce mechanicky odolná /pojezd vysokozdvizných vozíků, sklad palet/, snadno čistitelná a zcela zdravotně nezávadná při nepřímém styku s potravinami. Takovým požadavkům vyhoví např. polymerbetonová podlahovina s hladkou povrchovou vrstvou, připravená z bezrozpouštědlových pryskyřic s nízkým obsahem epichlorhydrinu a bez sekundárních ředidel či změkčovadel, vytvrzovaných takovými tvrdidly, které by v daných podmínkách vnějšího prostředí při provádění zajistily dokonalé vytvrzení pojivového systému a tedy strukturální závazání všech složek přítomných v pojivu.

Z původně uvažované syntetické podlahoviny Betoplast n. p. Armabeton /viz podklad 2/, která by byla pro daný případ zcela nevhodná, protože je založena na bázi nenasyčených polyesterů /proti podlahovině BetoplastEE, založené na epoxidové bázi//další dodavatel - JZD 1. máj v Brně - nabídl provedení epoxidových podlahovin na bázi Retenolu 1, Epoxy 3006 a Saduritu 1330 /viz podklad 3/.

Okresním hygienikem byla schválena epoxidová podlahovina /viz podklad 4 a 5/, v níž mělo být užito ChS E 1015, Retenolu 1, Saduritu 1330, přičemž dodavatel dále doporučoval použití ChS E 1505, ChS E 15, ChS E 1010 a Saduritu 1015.

Z mechanických a fyzikálních vlastností podkladu vyžadoval dodavatel podlahovin pouze, aby vlhkost podkladu byla do 4 - 5% hm /viz podklad 2/. Přesto dodavatel podlahovin po vlastním měření, kterým zjistil vlhkost podkladu 6 - 10%, převzal všechny plochy k provedení syntetické podlahoviny s výslovným konstatováním, že plochy odpovídají ve všech požadavcích na provádění prací.

Namísto proklamované a hygienikem schválené skladby podlahoviny /podklad 4/, tj.:

- penetrace a vyrovnávací vrstva z ChS E 1015
- vyrovnávací vrstva a skelný laminát z Retenolu 1
- povrchová vrstva ze Saduritu 1330 /bez ředění nebo postřiku xylenem či jinými ředidly/

byly údajně, na příkladu místnosti č. 6 podle stavebního deníku /podklad 8/, provedeny tyto práce:

- zametení plochy /na cca 1/3 celkové plochy/
- adhesní vrstva a sklolaminátová vrstva
- polymerbeton 20 mm tloušťky
- litá podlahovina Sadurit 1330
- postřik SAD - sprayem

Použité hmoty

K těmto pracem byly podle deníku použity tyto materiály:

ChS E 1015
ChS E 1505
ChS E 3016
ChS E 3006
ChS E 3011
Sadurit 1330
ředitlo C 6027
Sadurit spray
tvrdidlo P 11

celkem tedy 2735 kg pojiva, bez povrchové vrstvy 1780 kg pojiva. Protože však zjištěná průměrná tloušťka podlahoviny je více než 20 mm, z čehož 19 mm připadá na ostatní vrstvy než povrchovou a protože průměrné složení polymerbetonu lze brát minimálně 1 : 5, je při průměrné objemové hmotnosti polymerbetonu 2000 kg/m³ potřebné množství pojiva min. 2733 kg, tedy zhruba o 1000 kg větší než je napsáno v deníku. O jaké druhy šlo není známo. Nicméně z uvedeného lze jednoznačně uzavřít, že:

- dodavatel podlahoviny postrádal základní znalosti o výrobě syntetických podlahovin, kde jednou ze zásad je přesná identifikovatelnost zvoleného systému a další důležitou zásadou je stejnorodost /a tedy nemožnost použít různých pojiv/
- dodavatel využil zřejmě všechny možné druhy epoxidových pojiv, které se mu podařilo opatřit, aniž by uvážil jejich specifické využití
- s ohledem na použití řady různých pojiv je nanejvýš pravděpodobné, že poměr tvrdidla a pryskyřice byl v některých případech nesprávný
- dodavatel neměl žádný technologický předpis na výrobu podlahoviny, případně, pokud jej měl, pak jej nedodržel /neboť žádný technologický předpis nemůže připustit použití tak rozličných pojiv/

Jednotlivé použité pryskyřice obsahují podle jejich výrobce značná množství nereaktivních případně částečně /nebo nejistě/ reaktivních ředitel případně změkčovadel:

ChS E 1015 je směs 70% ChS E 15 a 30% ethylexylakrylátu /EHA/
ChS E 1505 je směs 85% ChS E 15 a 15% di-2-ethylhexylftalátu případně di-2-ethylbutylftalátu
ChS E 3016 je směs 75% ChS E 12 a 25% EHA
ChS E 3006 je směs 70% ChS E 12 a 30% EHA
ChS E 3011 je směs 25% ChS E 12 a 75% acetonu
Sadurit 1330 je směs ChS E 13, dibutylmaleinátu, di-2-ethylhexylftalátu a inertního plniva a pigmentů

Přestože závady technologie jsou zřejmé a pravděpodobnost vzniku poruch v jejich důsledku je velká, vzniklé poruchy jsou natolik vážné a natolik se vyjímají z charakteru poruch zjištěných pro obdobné případy použití nevhodných pryskyřic, že chyba ve vytvrzení, že bylo třeba provést podrobnější chemické analýzy látek přítomných v podlahovinách.

Byla zjištěna přítomnost velkého množství dicyklohexyletheru /který v žádné z pryskyřic nemá být přítomen/, dioktylftalátu /rovněž výrobcem v použitých pryskyřicích nedekladován/ a zejména neobyčejné množství blíže nedefinovaného

nitřilů /pravděpodobně amidů/ kyseliny olejové, která v systému nemá co dělat, vznikající např. v Chemických závodech Litvínov jako odpadový produkt při oxo-syntéze /výroba povrchově aktivních látek z řepkového oleje/, kromě dalších látek /nereaktivních ředidel/. S ohledem na běžnou nedostupnost jak dicyklohexyletheru, tak nitřilů kyseliny olejové pro dodavatele podlahovin /stavební firmu/ lze se jen stěží domnívat, že by tyto látky do směsi přidal dodavatel. Naopak je zřejmé, že tyto látky byly přidány do některých z poživ jejich výrobcem, tj. Spolkem pro chemickou a hutní výrobu, ať nedopatřením nebo úmyslně. Není totiž vyloučeno, že dodavatel mezi jinými použil i ChS E 2003, 2004, 2008 nebo ChS 1010 které se v minulosti kratší dobu ve Spolku vyráběly a které obsahovaly jako nereaktivní ředidlo skutečně dicyklohexylether. Použití ChS 1010 nasvědčuje i nalezený dioktylfthalát, který byl v tomto výrobku rovněž přítomen. Pojiva naposled uvedená jsou nevhodná, k zabudování ředidel nedojde nebo vzniklé vazby jsou slabé, citlivé k hydrolýze.

Použití pojiva obsahujícího značné procento dicyklohexyletheru vedlo ať už alkalitou vnesenou do směsi tvrdidlem či alkalitou z podkladu a za přítomnosti vody, jejíž přístup k polymerbetonu z podkladu byl snadný zejména tam, kde nebyla provedena ani penetrace ani spojovací vrstva, umožnilo vznik hydrolytického procesu. To potvrzuje i nálezy dicyklohexylu, který mohl vzniknout pouze hydrolýzou a následnou radikálovou reakcí. Na tuto reakci ukazuje i přítomnost oktylhexylperoxidu, který nemohl vzniknout jinak, než hydrolýzou poměrně značného množství nalezeného dioktylfthalátu. Nelze ani vyloučit, že voda nezbytná k hydrolýze vznikla během reakcí probíhajících v systému. Je-li pravdivé zjištění dodavatele o velké vlhkosti podkladu, je však vstup vody či vodních par z podkladu /přednostně do P 11/ pravděpodobnější. V důsledku hydrolýzy v podlahovině tak mohlo dojít i k postupnému vysušení podkladu /dnešní znalcem zjištěný stav/.

Jak přítomný toluen, tak dicyklohexylether jsou mohutné botnací látky, které i dobře zesíťovaný /a tím méně řídký či nedostatečně zesíťovaný/ polymer napadají. Botnání je rozsáhlé a zvětšování objemu, kterým je provázeno, se může projevit pouze vznikem velkých výdutí /a při provozu ovšem úplnou destrukcí podlahoviny/.

V té souvislosti nelze vyloučit ani vznik osmózy v důsledku koncentračního spádu v podlahovině a filnosti k vodě, objevující se čas od času na povrchu podlahoviny od zatékání ze střechy.

Konečně dicyklohexylether a další ředidla mohou fungovat také jako zábrana tvrdidlu aby reagovalo s epoxidem. Tomu nasvědčuje částečně i skutečnost, že po otevření podlahoviny relativně nepevný polymerbeton a vláčná povrchová vrstva po odpaření odpařitelných látek /silně a nepříjemně zapáchajících/ ztvrdnou.

Další z nalezených látek jsou různé ftaláty o kterých lze všeobecně říci, že působí jako vnitřní strukturní mazadla /či separátory/, čímž nepřímo zvyšují ohebnost vytvrzeného polymeru. Ve skutečnosti polymeru škodí, snižují jeho chemickou odolnost a mohou působit i jako zprostředkovatelé botnání.

Z uvedeného lze uzavřít, že:

- byly použity pryskyřice nevhodné pro danou aplikaci, i když jejich výrobcem pro ni deklarovaná, nebo pryskyřice vadné /z výroby/
- nebyl použit závazný technologický předpis pro podlahovinu nebo byl hrubě porušen
- látky přítomné v podlahovině /zjištěné analýzou/ musí způsobovat silné botnání systému
- přítomná vlhkost v podkladu mohla urychlit rozkladné reakce v podlahovině.

Podklad

Podklad tvoří beton spíše podprůměrné kvality, nedosahující předepsané pevnosti v tahu 1,5 MPa. Vlhkost podkladního betonu /3,54%/ je vyhovující.

Po otevření podlahoviny bylo zjištěno, že nejen povrch betonu nebyl upraven /ofrézován, otryskán/, ale ani řádně vyčištěn před kladením podlahoviny. Na většině míst nebylo ani zjištěno provedení penetrace. Jak bylo dříve uvedeno, tyto nedostatky a priori brání dosažení dobré soudržnosti s podlahovinou a úspěšnosti podlahy.

Skladba podlahoviny

Skladba podlahoviny se značně liší na různých místech místnosti. V určité /zdá se menší/ části byl na beton uložen skelný laminát vytvořený z hrubé skelné tkaniny a epoxidového tmele /patrně Retenolu 1/. Soudržnost této laminátové vrstvy k betonu je poměrně dobrá, soudržnost následné polymerbetonové vrstvy k laminátu je nižší /kolem 1,1 MPa/. Ve zbyvajících /větších/ částech místnosti je na nepenetrovaný a neочиštěný beton na sucho položena v jedné, místy ve dvou vrstvách hrubá skelná tkanina, na kterou byl rozprostřen /nezhutněn/ polymerbeton. Soudržnost tkaniny s polymerbetonem je nulová a tkanina tak vytváří dokonalou separační vrstvu mezi podkladovým betonem a polymerbetonem. V těchto částech se vyskytují výdutě podlahoviny.

Polymerbeton je složen z nepříliš dobře granulovaného plniva, což vede i při zjištěném poměru pojiva k plnivu 1 : 4,2 - 1 : 5,3 k relativně poréznímu systému, snadno prostupnému parami i tekutinami a vzhledem k velkému vnitřnímu povrchu snadno napadnutelnému škodlivými chemickými látkami. Místně je na polymerbeton nanášena vyrovnávací vrstva jemné malty a podlaha je uzavřena povrchovou vrstvou ze Saduritu 1330.

Tloušťka povrchové vrstvy v průměru 1,5 mm vyhovuje, tloušťka vyrovnávací vrstvy rovněž /pokud je provedena/. Pokud není provedena, povrchová vrstva penetrovala do hloubky cca 2,5 mm polymerbetonu. Tloušťka polymerbetonu silně kolísá /mezi 7 a 23 mm/, v průměru 15,7 je nižší než deklarovaných 20 mm.

Z uvedeného lze uzavřít, že dodavatelem podlahoviny bylo opomenuto provedení spojovací vrstvy mezi betonem a polymerbetonem /či vytvoření laminátu/ na větší části plochy místnosti a tím nebyl splněn jeden z hlavních předpokladů úspěšnosti syntetické podlahoviny /dokonalé spojení s podkladem/. Skladbu ostatních vrstev podlahoviny lze považovat za obvyklou, i když nelze posoudit shodu se záměrem /chybí technologický předpis/. Proti deklarované tloušťce polymerbetonu 20 mm je v průměru tloušťka nižší, pouze 15,7 mm. To by mělo vliv-při správném provedení podlahoviny z ostatních hledisek - pouze na cenu, technické vlastnosti podlahoviny nebo její trvanlivost by se neměnily.

Zdravotní aspekty

Difuze par různých rozpouštědel a ředidel podle head space analyzy výrazně překračuje hodnoty, které lze povolit pro vnější prostředí i pro potravinářský průmysl.

Plocha místnosti je 431,5 m², průměrná tloušťka polymerbetonu je 15,7 mm, objemová hmotnost polymerbetonu cca 2000 kg/m³. V místnosti je tedy přibližně 134549 kg polymerbetonu, tj. 13.549 000 g. Z každého gramu se může odpařit 0,15 g různých ředidel. Dejme tomu, že toto množství by se odpařilo za 5 let. Potom lze očekávat koncentraci par v ovzduší

$$\frac{2.032.350}{5.365.431,5 \cdot 7 \cdot 24} = 0,0154 \text{ g/m}^3/\text{hod} = 15.400 \text{ } \mu\text{g/m}^3/\text{hod}$$

To podstatně převyšuje /o více než řád/ povolená množství obdobných ředidel /dicyklohexylamin, diethylether/ ve volném prostředí a podlahovina takového druhu je zřejmě pro potravinářský průmysl nepoužitelná.

Fakturace

V místnosti č. 6 /431,5 m²/ fakturou č. 1698/90 byly neoprávněně účtovány položky:

77761-5115	- epoxidový jednonásobný nátěr Epacidem včetně penetrace	24,50 Kčs/m ²
77744-5042	- polyesterová laminovaná podlahovina s obsahem skelné výztuže min. 600 g/m ² , tl. 4 mm, z pojiva B 1102 včetně penetrace a povrchové vrstvy na 70% plochy	100,70 Kčs/m ²
77721-5102	- epoxidový polymerbeton /včetně penetrace/	56,- Kčs/m ²
77711-5031	- litá epoxidová podlahovina/včetně penetrace/	115,- Kčs/m ²
77761-1900	- penetrace	14,40 Kčs/m ²

Naopak přísluší za povrchovou licí úpravu podle 77721-5701 - 310,60 + 97,-

takže správná cena měla být 643,65 - 310,60 + 97,- = 430,05 Kčs/m²
a neoprávněný přeplatek činil 213,60 Kčs/m².

Fakturou za místnost č. 4 /fa č. 1466/90/ byly neoprávněně účtovány položky:

77761-5115	- 24,50 Kčs/m ²
77721-2902	-137,- Kčs/m ²

	-164,50

Naopak mělo být účtováno u položky

77744-5842 + 54,- Kčs/m² /za předpokladu provedení/

takže správná cena měla být 612,50 - 164,50 + 54,- = 502,- Kčs/m²

Fakturou 1047/90 za místnosti č. 7 a 5 byly neoprávněně účtovány položky:

77761-5114	- 24,50 Kčs/m ²
77721-2906	-122,- Kčs/m ²

	-146,50

takže správná cena měla být 503,- - 146,50 = 356,50 Kčs/m².

Celkově činí přefakturace přibližně 236.000,- Kčs.

Z Á V Ě R

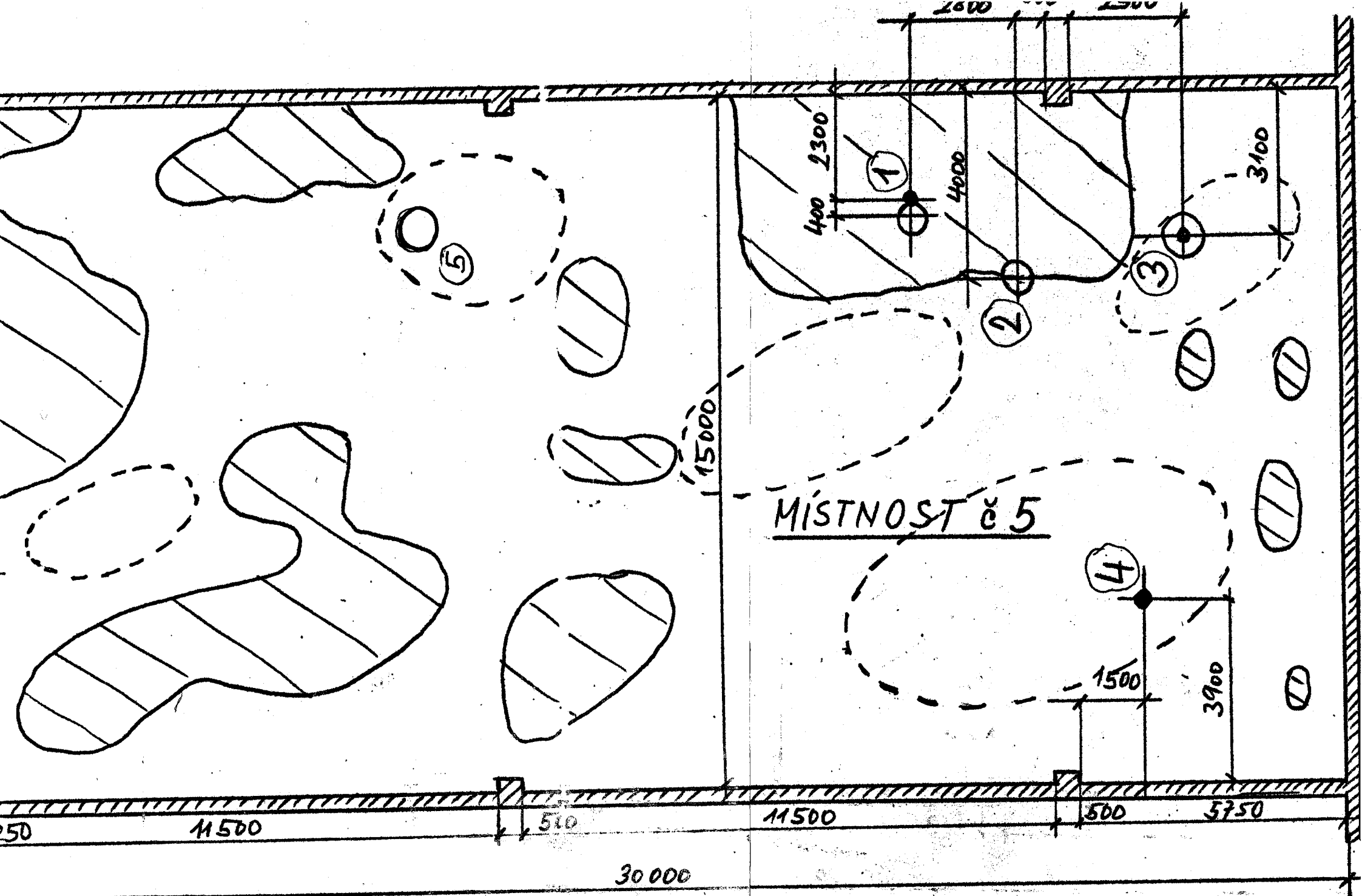
K poruše podlahoviny došlo důsledkem nedodržení řady technologicky nezbytných požadavků:

- byly použity nevhodné /vadné/ epoxidové pryskyřice, dodané výrobcem /Spolek pro chemickou a hutní výrobu, Ústí n/Labem/
- byly použity rozmanité druhy epoxidových pryskyřic pravděpodobně s vadným vytvrzením
- nebyla užitá v celé ploše spojovací vrstva a podlahovina byla separována od podkladu skelnou tkaninou
- nebyl řádně připraven a vyčištěn betonový podklad, nebyla provedena penetrace, byl použit písek nevhodné granulometrie, jednotlivé vrstvy byly před kladením další zašpiněny.

Podlahovina je nepoužitelná jak z provozních důvodů, tak z důvodů hygienických.

Podlahovinu nelze žádným způsobem rekonstruovat. Jediná rekonstrukce podlahy spočívá v odstranění stávající podlahoviny, vyčištění podkladního betonu a položení nové syntetické či jiné podlahoviny.

Ing. Dr. Richard A. Bareš, DrSc.



MÍSTNOST č 5

11500

30000

11500

510

15000

5750

3900

1500

3100

4000

2300

2800

1500

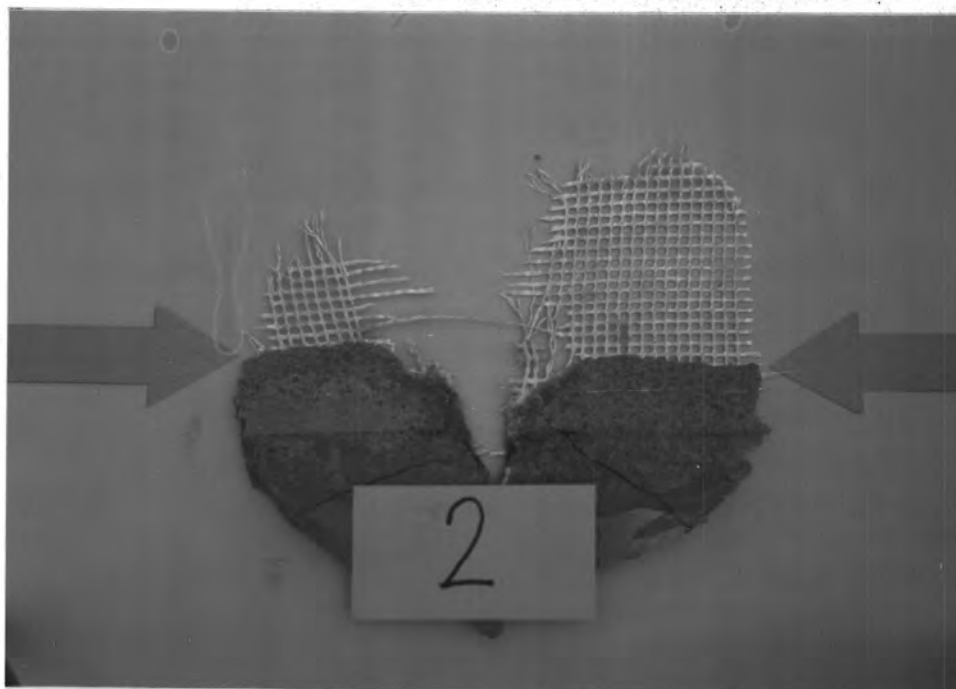
5

1

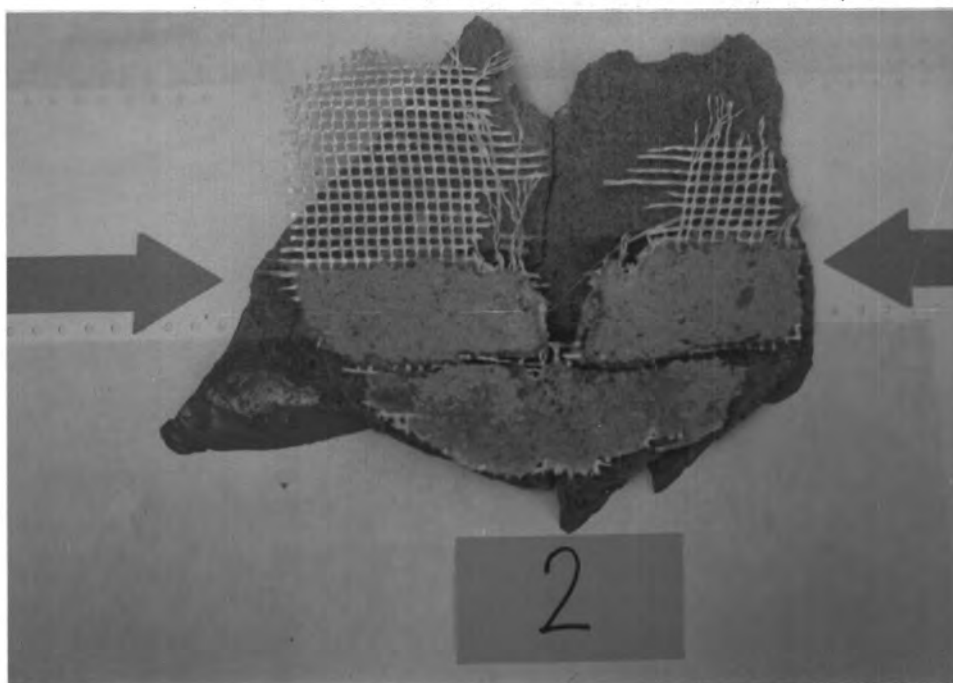
2

3

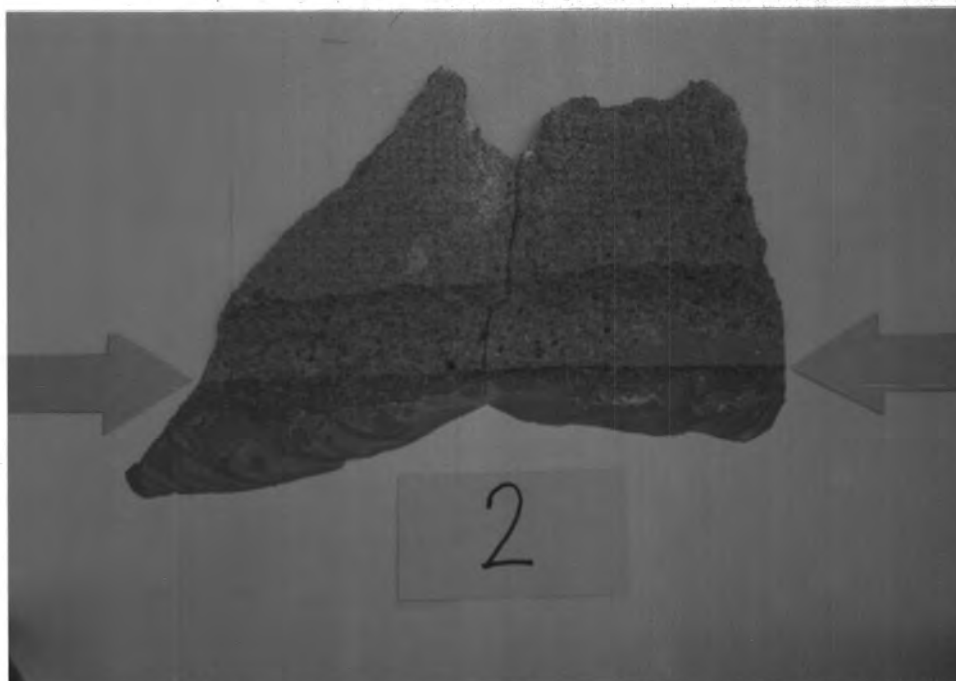
4



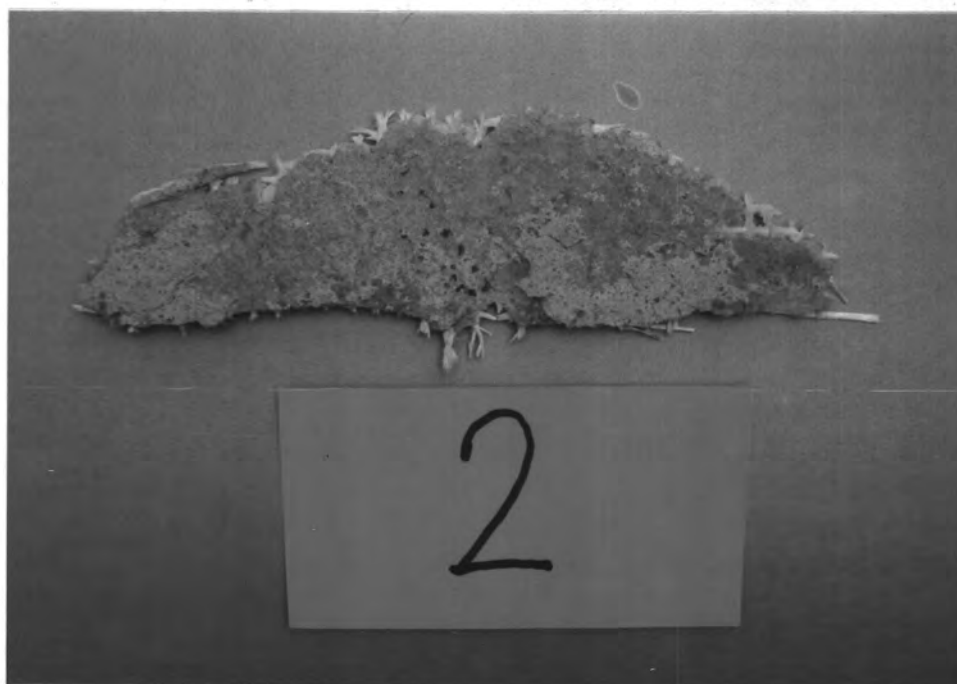
Obr. 2 Pohled na oddělenou podlahovinu shora po odstranění povrchové vrstvy u hranice pracovního záběru /sonda 3/



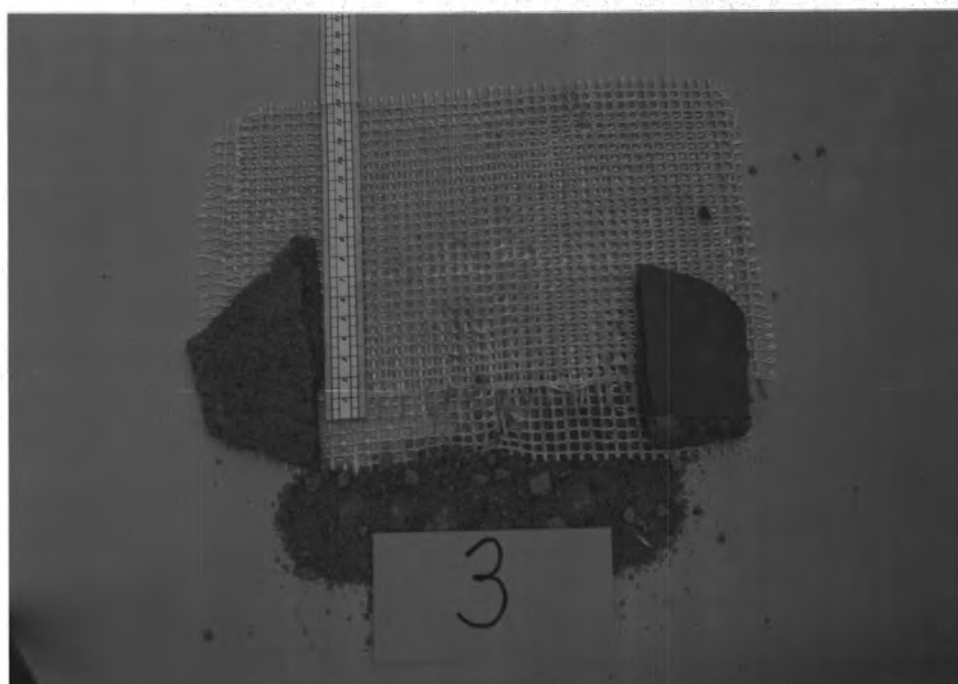
Obr. 3 Pohled na oddělenou podlahovinu ze spodu u hranice pracovního záběru /sonda 2/



Obr. 4 Pohled na oddělenou polymerbetonovou vrstvu zespođu u hranice pracovního záběru /sonda 2/



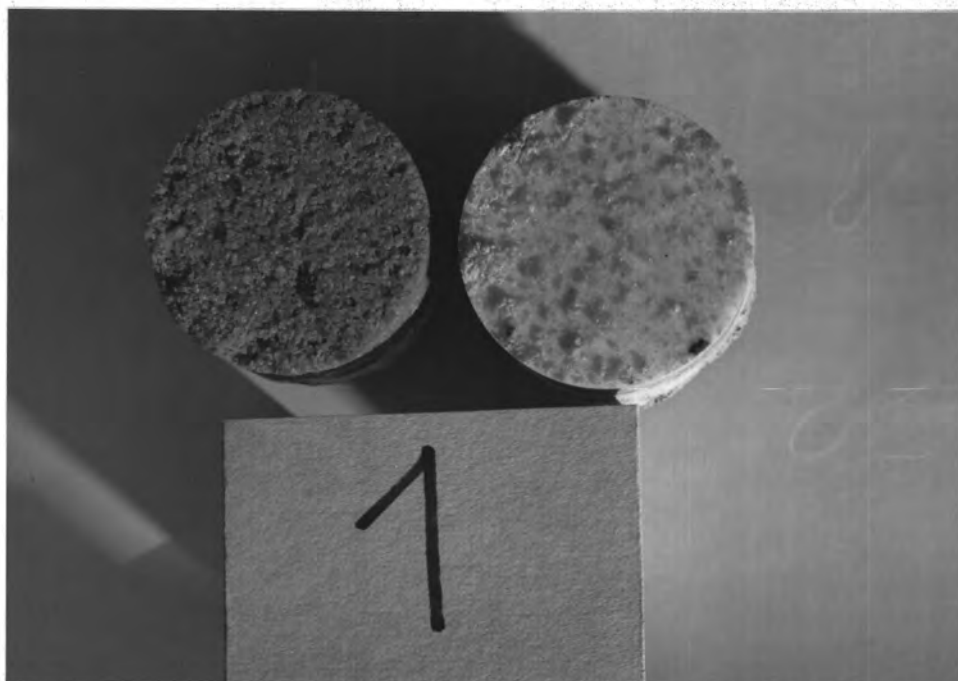
Obr. 5 Pohled na spodní povrch laminované vrstvy oddělené od betonu se zbytky povrchové vrstvičky cementové mazaniny



Obr. 6 Skladba podlahoviny v sondě 3 při pohledu shora



Obr. 7 Skladba podlahoviny patrná na vývrtnu v sondě 1



Obr. 8 Styková spára mezi laminovanou vrstvou a polymerbetonem, kde došlo k porušení při odtrhové zkoušce v sondě 1