

**Znalecký posudek
o příčnách poruch střešní krytiny na výrobní hale n.p.
+ I. doplněk + II. Doplněk**

**12.10.1974 + 13. 11. 1974 +
69 stran + 6 stran + 6 stran + 8. 12. 1974**

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

Z n a l e c k ý p o s u d e k
e příčinách poruch střešní krytiny na výrobní hale

čj. z 13/65/74
Praha, 12. 10. 1974

Dne 5. 4. 1974 byl jsem požádán Státní arbitráží pro hl. město Praha pod čj. 1197/74/21 o provedení znaleckého posudku o příčinách poruch střešní krytiny na výrobní hale [redacted] s požadovaným termínem do 10. 5. 1974. Současně bylo státním arbitrem uloženo sporným stranám, aby do pěti dnů po obdržení kopie shora uvedeného dopisu předali znalci potřebné podklady. Protože se tak nestalo, požádal jsem svým dopisem ze dne 15. 5. 1974 o prodloužení stanovené lhůty nejdně o jeden měsíc. Dne 22. 5. 1974 požádal jsem znovu Pozemní stavby a Centroprojekt o poskytnutí určitých podkladů a zodpovězení konkrétních otázek. Odpověď jsem dostal v prvním pří-

padě 12. 6. 74 (dopis ze 7. 6. 74), vedárován 17. 6. 74 (dopis ze dne 12. 6. 74).

Podklady, které jsem měl posláno k dispozici:

Arbitrážní spis, jehož součástí je

- arbitrážní žádost n.p. Pozemní stavby z 19. 4. 1974
- zápis z jednání v [] z 19. 11. 73
- dopis n.p. Stavební izolace Pozemní stavbám ze dne 11. 12. 73
- zápis z jednání v [] z 25. 10. 73
- zápis o odevzdání a převzetí prací provedených n.p. Stavební izolace ze 30. 8. 73
- vyjádření odpůrce - Stavebních izolací z 11. 3. 74
- formulace otázek na znalce od Pozemních staveb n.p. České Budějovice
- formulace otázek na znalce od Stavebních izolací Praha
- technická správa prováděcího projektu střešního pláště závedu [] od SÚ Centroprojekt Gottwaldov
- dodatek projektu čís. 10 (rozpočet) pro objekt č. 1 n.p. [] od Centroprojektu Gottwaldov

Podklady od n.p. Pozemní stavby České Budějovice

- opis arbitrážní žádosti
- opisy zápisů z 25. 10. 1973, 19. 11. 1973 a 30. 8. 1973
- opis otázek znalci
- opis vyjádření odpůrce

- technická správa prováděcího projektu střešního pláště
- dodatek č. 10 prováděcího projektu - rozpočet
- objednávka Pozemních staveb na Stavební izolaci na provedení střešní krytiny z 24. 6. 1968
- původní technická správa z 29. 5. 1968 s výkresy 84 - 10714 - 1 a 84 - 10715 - 2 (projekt Stavebních izolací)
- projekt Centroprojektu Gottwaldov, tj. rozpočtová dokumentace HSV, rozpočtová dokumentace PSV, technická správa stavební 20 - 236/1101, výkresová část čís. výkresu 1110 a 1251
- informace o skutečném provádění tepelné a vodotěsné izolace
- zápis o postupu prací z 11. 3. 1971
- zápis o způsobu fakturace ze 7. 4. 1971
- zápis ze stavebního deníku ze dne 27. 5., 29. 5. a 31. 5. 1971
- opis dopisu Stavebních izolací na Centroprojekt z 31. 3. 1972
- zápis o prohlídce krytin z 18. 5. 1972
- zápis z porady dne 24. 5. 1972
- opis dopisu Pozemních staveb na Stavební izolace z 19. 10. 1972
- opis dopisu Pozemních staveb na Stavební izolace z 21. 11. 1972
- opis dopisu Pozemních staveb Generálního ředitelství Pozemního stavitelství z 21. 11. 1972

Podklady od n.p. Stavební izolace

- opis vyjádření Stavebních izolací z 11. 3. 1974

Podklady od Stř. Centroprojekt

- technická zpráva prováděcího projektu 72/74 - 9132
- výkres čis. 84-10714-1, 84-10715-2
- výkres čis. 72-9132-11922-1
- dopisy Centroprojektu ze dne 14. 6. 1968, 29. 6. 1968
a 5. 6. 1968
- zápis z 15. 11. 1968
- dopis Stavebních izolací z 15. 1. 1969
- dopis Centroprojektu z 12. 2. 1970
- zápis z 11. 3. 1971
- dopis Stavebních izolací z 31. 3. 1972
- dopis Centroprojektu z 21. 4. 1972
- dopis Centroprojektu z 11. 11. 1972
- dopis Stavebních izolací z 30. 11. 1972
- dálodopis Centroprojektu ze 7. 12. 1972

Po předběžném prostudování těchto podkladů svolal jsem na 30. 7. 1974 všechny strany ke společné prohlídce přednášného objektu. Prohlídka se tento den uskutečnila na přítomnosti zástupců investora [REDAKCE], prováděcího podniku (Pozemní stavby n.p. České Budějovice), generálního projektanta (Centroprojekt Gottwaldov) a subdodavatele vedlejších izolací, jakož i projektu celé střešní izolace

(n.p. Stavební izolace Praha). Přítomen byl rovněž odbor-
ník pro stavební chemii, ing. Jan Navrátil CSc., který
byl znalceem přisván se souhlasem státního arbitra.

Znalec se podrobně seznámil s názory jednotlivých stran na příčiny poruch a s okolnostmi, jež mohou mít na vznik poruch vliv, a provedl ohledání celé střešní konstrukce jakož i prohlídku několika sond do střešního pláště provedených při té příležitosti na zvolených místech. Pro objektivní posouzení uspořádání a kvality střešního pláště, zvláště pak vodotěsné izolace, nechal znalec vyjmout ze střešního pláště dva vzorky ze velikosti cca 25 x 35 cm na dvou libovolných, avšak dostatečně vzdálených místech s probíhající viditelnou trhlinou.

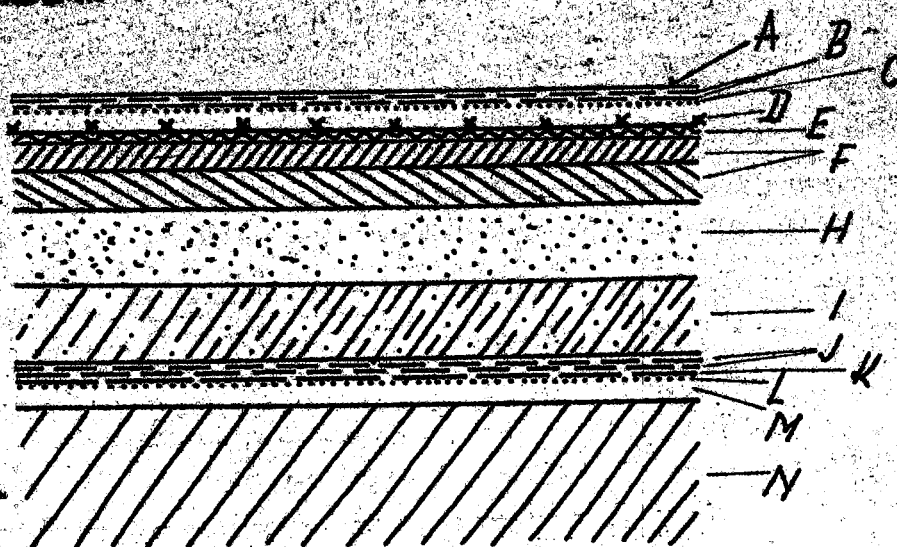
N á l o z

1. Historie návrhu střešního pláště

Generálním projektantem výstavby nového závodu n.p. Pezko ve Strakoniciích byl Státní ústav Centroprojekt Gottwaldov. Podle technické správy vydané 14. 8. 1967 Centroprojektem byl střešní plášť nad výrobní halou (objekt 1, půdorysných rozměrů cca 218 x 10,80, s max. spádem střechy 5 % a odvodněním pomocí vnitřních vpustí) navrhován takto (obr. 1):

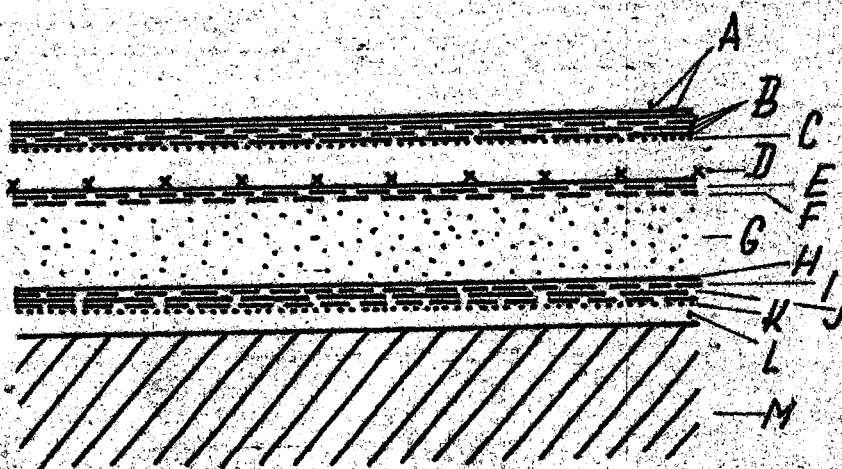
- A - antireflexní nátěr
- B - 2 x IPA
- C - penetrační nátěr
- D - cementový potěr 1,5 cm s pletivem
- E - vlnitá lepenka Wolit
- F - heraklit 2 x 2,5 cm
- H - pěnový polystyren 5 cm
- I - spádový lehký beton
- J - asfaltový nátěr 2 x
- K - lepenka A 400
- L - penetrační nátěr
- M - vyrovnávací malta
- N - Konstrukce.

Na základě objednávky Centroprojektu ze dne 30. 3. 1967 vypracoval n.p. Stavební izolace řád. technického náměstka,



Skladba střešního pláště podle
návrhu generálního projektanta
(technický projekt)

Obr. 1



Skladba střešního pláště podle
návrhu Stavoizolací (prováděcí
projekt)

Obr. 2

projektový útvar) prováděcí projekt vodotěsných a tepelných izolací (objekt čis. 1), podepsaný ing. J. Horákem a Jar. Černákem a vypracovaný s. Heppnerem v části vodotěsné izolace a s. Janáčkem v části tepelné izolace, s datem nejpozději 29. 3. 1968 a posléze, s menšími změnami, s datem 6. 6. 1968. Technická správa tohoto projektu pak doplňovala a případně nahrazovala původní technickou správu SÚ Centroprojekt. Podle tohoto projektu Stavebních izolací měl být střešní plášť vytvořen následovně (obr. 2):

A-2 z RUBOL (antireflexní nátěr)

B-3 z Arabit ANTPC

C-1 z nátěr penetrační

D- cementový potěr tloušťky 2 - 3 cm (podle detailů výkresů 84-10714-1 a 84-10715-2 tloušťky 3 cm vystužený pletivem)

E-1 z asfaltového nátěru asfaltu 70/85 ° KK

F-1 z separační lepenky A 400 nasucho

G- desky z pěného polystyrenu tloušťky 6,5 cm do

H- asfaltového nátěru 70/85 ° KK

I-1 z izolační pásy IPA do

J- asfaltového nátěru

✓ K-1 z nátěru asfaltovou suspenzí SA I

L- vyrovnávací cementový potěr tloušťky minimálně 2 cm

M- konstrukce

V projektu tepelné izolace byly dopisem na Fesko n.p. z 29. 6. 1968 učiněny generálním projektantem oproti návrhu Stavebních izolací tyto změny (z důvodu časové tísně bez předchozího odsouhlasení Stavebními izolacemi):

1. na pěnový polystyren se přidává vrstva heraklitu $2 \times 2,5$ cm
2. tloušťka cementového potěru pod vodotěsnou izolací se snižuje ze 3 cm na 1,5 cm
3. přidává se spádový beton z expandovaného perlitu v tloušťce 0 - 17 cm
4. mění se systém parotěsné zábrany.

Účelem změny ad 1 byly podle názoru generálního projektanta jednak ochrana pěnového polystyrénu (s pevností 1 kp/cm^2) před poškozením při provádění cementového potěru, jednak zvýšení tepelného odporu středního pláště.

Heraklitové desky měly být přilepovány k polystyrenovým deskám asfaltovým nátěrem, nanášeným na rub heraklitových desek.

Při jednání na stavbě (zápis z 15. 11. 1968) bylo dále dohodnuto, že polystyrenové desky budou kladeny na sraz vzhledem k jejich očekávané poměrně značné délkové změně (sukrštění).

Stavební izolace neměly k navržené změně tepelné izo-

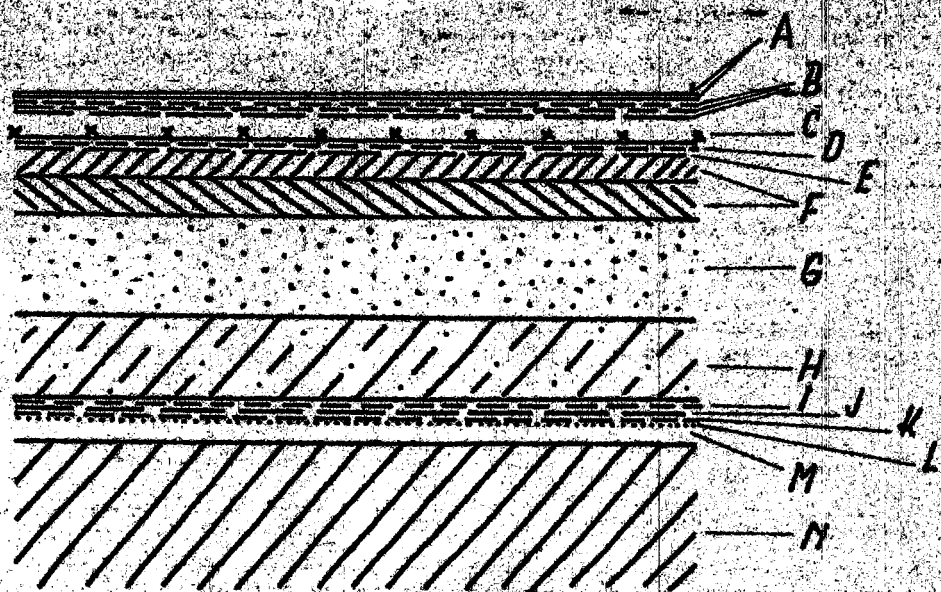
lace námitky (viz dopis Stavebních izolací z 15. 1. 1969), snížení tloušťky cementového potěru na 1,5 cm však nedoporučily.

Konečný návrh skladby střešního pláště podle generálního projektanta (dopis z 29. 6. 1968) byl (obr. 3):

- A - 2x Rubol
- B - 3x ANTFS
- C - cementový potěr 1,5 cm s pletivem
- D - nátěr asfaltem
- E - lepenka A 400
- F - 2x heraklit 2,5 cm nebo 1x 5 cm
- G - pěnový polystyren 6,5 cm
- H - spádový beton s expandovaným perlitem (nebo pěnobeton s granulovaným polystyrenem) v tloušťce 0 - 17 cm
- I - asfaltový nátěr
- J - lepenka A 400
- K - asfaltový nátěr
- L - penetrační nátěr
- M - vyrovnaní nerovností cementovou maltou o tloušťce max. 1 cm
- N - střešní panely SZD 34 - 150/600 cm

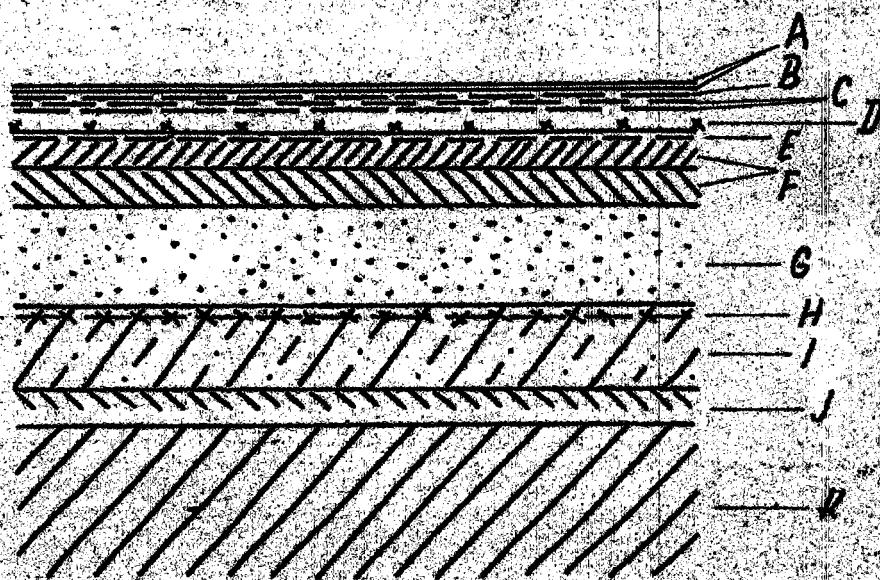
2. Skutečný stav (provedení) střešního pláště

Podle informací prováděcího podniku i ohledání na místě byl ve skutečnosti aplikován tento systém střešního pláště (obr. 4):



Skladba střešního pláště podle
generálního projektanta. (prová-
děcí projekt)

Obr. 3



Skladba střešního pláště podle
skutečného provedení

Obr. 4

- A - 2x Rubol
- B - 1x Bitagit
- C - 2x Arabit
- D - cementový potěr cca 2 - 4 cm
- E - lepenka A 400
- F - Heraklit tloušťky 5 cm
- G - pěnový polystyren 6,5 cm
- H - parotěsná zábrana z lepenky A 400
- I - spádový lehký beton
- J - vyrovnávací vrstva cementového potěru
- K - konstrukce

Údaje o provedených nátěrech a penetracích nebyly uvedeny a nelze je nyní objektivně zjistit. Informace o provedení dvou nejspodnějších vrstev vyplývají pouze z ústního sdělení stran; příslušný záznam stavebního deníku nebyl předložen. Pro životnost celého systému střešního pláště však není přesná specifikace těchto dvou vrstev rozhodující a od dalšího zjišťování (sondáže) bylo proto upuštěno.

Tepelnou izolaci stejně jako ostatní stavební práce prováděly Porozní stavby n.p. České Budějovice. Vodotěsnou izolaci (od penetračního nátěru cementového potěru na heraklitu) prováděly Stavební izolace n.p. Praha. Tepelné izolace byly prováděny přerušovaně, v období od listopadu 1968 až do července 1970.

O převzetí pracoviště Stavebními izolacemi od Pozemních staveb nebyl nalezen záznam, přestože v technické zprávě Stavebních izolací se výslovně uvádí: "Izolační práce nesmějí být zahájeny bez písemného převzetí ve stavebním deníku". Podle shodné výpovědi obou stran k takovému předání nedošlo.

Začna skladby vodotěsné izolace byla provedena na návrh Stavebních izolací (dopis na Centroprojekt 31. 3. 1972) s odůvodněním, že se "při používání izolačních pásů Arabit na některých našich (t.j. Stavebních izolací) akcích projevovalo srážení pásů v podélném směru" Důvodem došlo v důsledku této změny ke skluzu dokončení střešní krytiny pro "naprostě, dlouhodobý nedostatek izolačního materiálu Bitagit Extra" . . . (viz zápis o jednání Pozemních staveb se Stavebními izolacemi ze dne 19. 10. 1972). Stavební izolace při této příležitosti předložily návrh na eventuelní použití původně projektovaných izolačních pásů ANTIS, což bylo investorem zamítnuto. Dopisem² 11. 11. 1972 povoluje Centroprojekt na žádost investora použití Sklobitu namísto Bitagitu E. Dne 30. 11. 1972 Stavební izolace v dopise na Centroprojekt oznamují, že namísto nedostatečného Bitagitu E lze použít pásy FRAPS, v nichž je nosným prvkem skelná posukovaná rohož netkaná. Centroprojekt dálnopisem ze 7. 12. 1972 s použitím těchto pásů nesushlasí a trvá na provedení dříve odsouhlaseném.



Obr. 5



Obr. 6

Dokončení vedotěsných izolací, které byly započaty v červnu 1969, se posunulo až na srpen 1971. Mezi kladením jednotlivých vrstev byly dlouhé přestávky.

Pokud jde o vedotěsný plášť, byla vnesena již při kladení druhé vrstvy Arabitu ze strany investora na Stavební izolace připomínka ke špatné kvalitě používaných izolačních pásů (zápis ve stavebním deníku ze dne 31. 5. 1971) se žádostí o slevu.

✓ K objektivnímu zjištění skutečné skladby střešního pláště byly, jak již shora uvedeno, vyjmuty dva náhodně vybrané vzorky krytiny z míst s probíhající trhlinou (obr. 5 a 6). Bylo přitom potvrzeno, že trhlina v krytině probíhá v místech dilatačních ^{ar}spojů cementového potěru, které byly (shodně s údaji prováděcího závodu a z jeho vlastní iniciativy) vyplněny asfaltovou zálivkou. Tato asfaltová zálivka se plně spojila se spodní vrstvou krytiny, jak lze dobře pozorovat na obr. 7.

Jak bylo zaznamenáno, měly být pro vedotěsnou izolaci použity pásy Arabit ANTPS a Bitagit E případně Sklobit. Rozbor zmíněných náhodně vybraných vzorků krytiny však ukázal, že byly používány též různé jiné izolační pásy, zřejmě podle okamžitých zásobovacích možností. Složení vedotěsné izolace ^ena různých místech objektu 1 je patrné z obr. 8, 9 a 10.



Obr. 7



3.

Obr. 8



4.

07m, 9.



7.

07m, 10

Na obr. 8 (označení prvku 3) je od shora vrstva se skelnou výstuží, dále 3 vrstvy s netkanou textilií. Toto místo je zřejmě právě na styku dvou vrstev s přesahem.

Na obr. 9 (označení prvku 4) je od shora opět vrstva se skelnou výstuží, dále 2 vrstvy s netkanou textilií a zbytek přesahující vrstvy.

Na obr. 10 (označení prvku 7) je od shora znovu vrstva se skelnou výstuží, dále jedna vrstva s netkanou textilií a jedna vrstva se skelnou rohoží s provazem.

Je pravděpodobné, že byly aplikovány tyto izolační pásy:

ANTPS - Arabit S

Bitagit E (nebo Bitagit S)

Sklobit A (nebo Askonit S)

FRAP (příp. FRAP S)

Může ovšem vyloučit, že byly použity i jiné obdobné izolační pásy, v té době vyráběné.

Hlavní vlastnosti zmíněných materiálů podle příslušných technických podmínek jsou shrnuty v následující tabulce 1.

Protože dodatečně nemohlo být zcela přesně zjištěno, za kterých izolačních pásů byla střešní vodotěsná izolace složená, a také proto, že hodnoty potřebných mechanických a fyzikálních veličin, jednak nejsou u dodávaných pásů udávány

Tabulka 1

Označení (výrobce)	Druh vločky	Pevnost v tahu kp/cm^2 Měrná přetvoření %		Ohebnost bez trhlin na trnu $\varnothing$ mm/při teplotě $^{\circ}\text{C}$	Sazbě- ní v roz- mezí te- plot $+60^{\circ}\text{C}$ $-+5^{\circ}\text{C}$ (Součinitel tep. roztaž.)	Tloušť- ka mm	Obsah asfaltu Obsah plniv %
		ve směru podélném	příčném				
Arabit S (Isol. zá- vody Brno)	netkaná textilie	$\frac{17.5}{17-30}$	$\frac{10}{30-60}$	50/+4	3 % / $55 \cdot 10^{-5}$ /	4	$\frac{3250}{20-35}$
ANTPS - - Arabit (Stav. izo- lace Praha)	---	$\frac{15}{17-30}$	$\frac{7.5}{30-60}$	100/+5	3 % / $55 \cdot 10^{-5}$ /	4	$\frac{3250}{\text{min. } 20}$
ASTPS-Skle- bit A (Dechtochem Praha, JCP Stá- rovo)	skelná tkanina	$\frac{25}{\text{cca } 20}$	$\frac{10}{\text{cca } 40}$	100/+5	3 % / $55 \cdot 10^{-5}$ /	4	$\frac{3250}{\text{min. } 20}$
Bitagit S Bitagit E (Dechtochem Svoboda nad Ú.)	skelná rohož posukovaná	$\frac{12.5}{2-5}$	$\frac{9}{2-5}$	50/+5	3 % / $55 \cdot 10^{-5}$ /	4	2750
PRAP S	skelná rohož	20	8	-	-	4	$\frac{3200}{\text{min. } 20}$

(anály), jednak se mohou u kompozitního systému složeného ze tří vrstev kelmo skládaných lišit od vlastností jednotlivých vrstev, bylo přikročeno k podrobnějšímu vyšetření potřebných údajů přímo na vzorcích, odebraných z díla.

Zkušební prvky (obr. 11) byly z vyňatých vzorků vyřezány (4 prvky ze vzorku na obr. 5 a 3 prvky ze vzorku na obr. 6). Zkouškou byly zjišťovány vlastnosti vodotěsné izolace, a to

- pevnost v čistém tahu
- mezní protažení (tažnost)
- protažení při vzniku prvních trhlin
- modul pružnosti (do napětí 6 kp/cm^2)
- modul přetvárnosti při poměrném přetvoření 5 %, 10 % a 15 %
- pracovní diagram až do porušení.

Zkouška byla provedena na elektronickém zkušebním stroji Testatron 10 kN při nastavení max. síly na 100 kN (obr. 12) v Ústavu teoretické a aplikované mechaniky Československé akademie věd. Rychlost zatěžování byla 0,2 mm/sec, citlivost stroje 1/1000 maximální síly, přesnost 2 %.

Pracovní diagramy jsou uvedeny na obr. 13. Prvky 2 a 3 jsou ze stejného místa (viz obr. 8), prvek 4 z mí-

ta sousedního (viz obr. 9), a prvek 7 z dalšího vzorku (viz obr. 10). Tento poslední prvek má jiné složení, se dvěma vrstvami vystuženými skelnými vlákny, a vykazuje největší pevnost i mezní protažení.

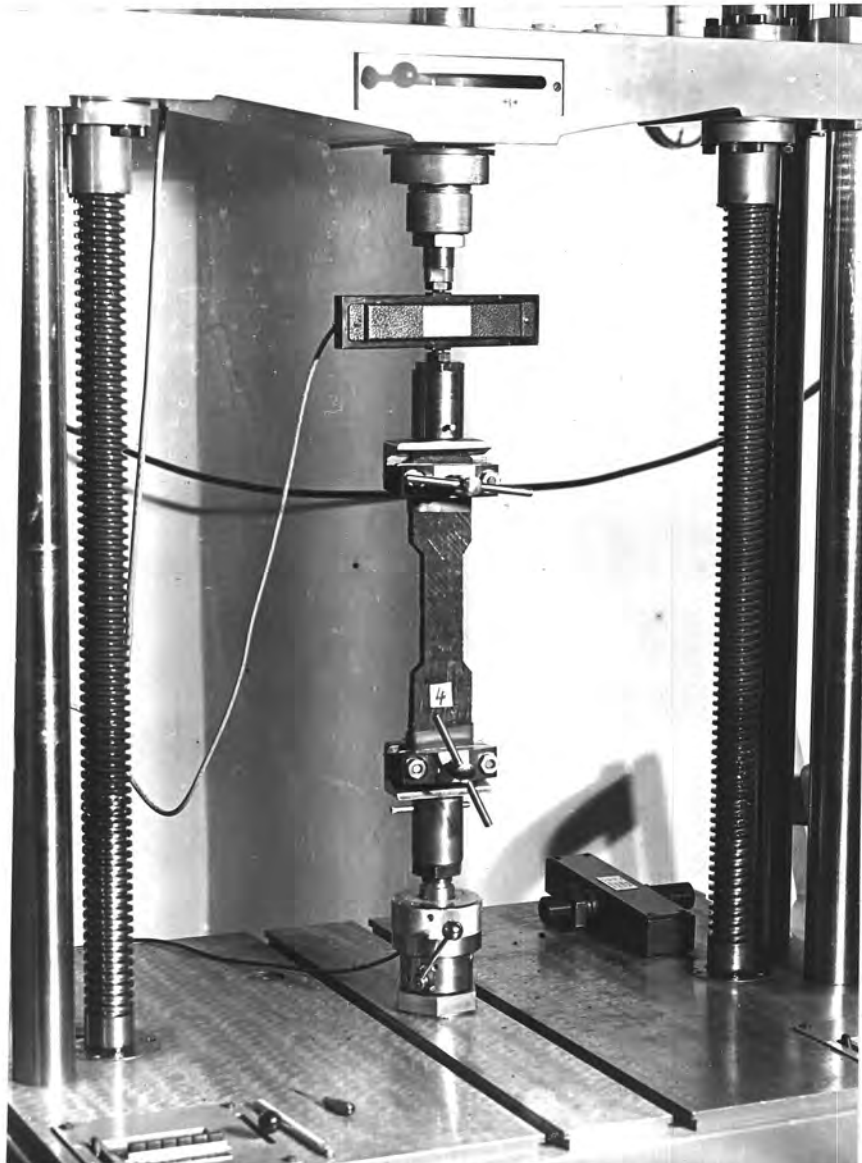
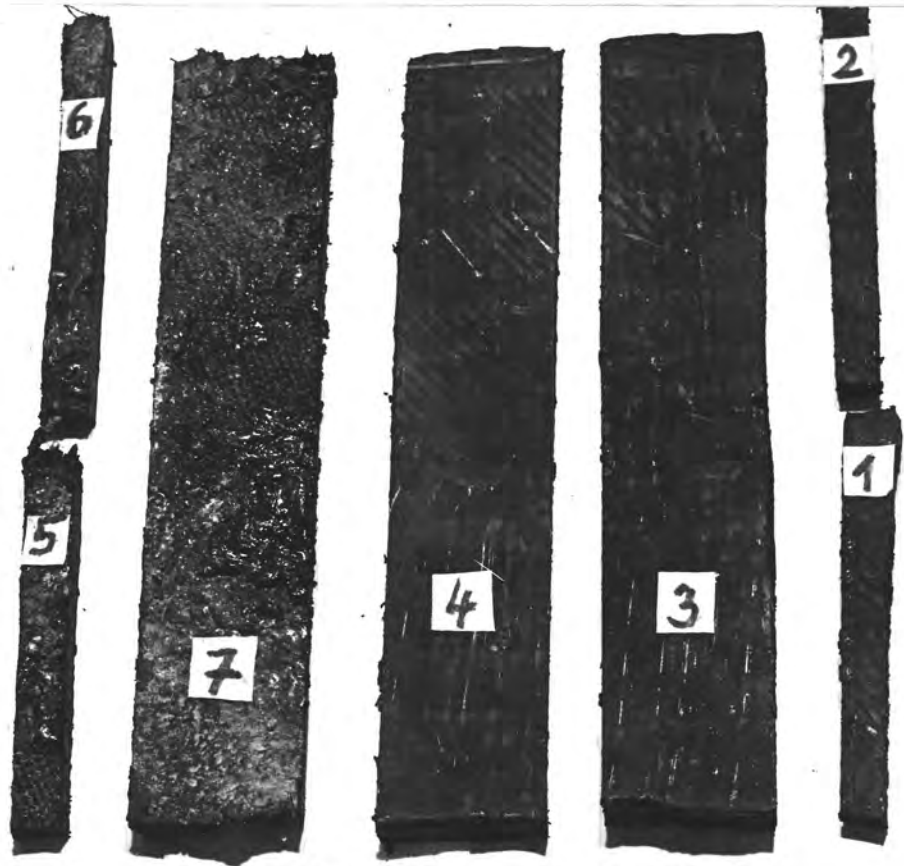
Zjištěné hodnoty potřebných veličin obsahuje tabulka 2.

Tabulka 2

Prvek	Pevnost v tahu σ kp/cm ²	Přetvoření		Modul pružnos- ti při napětí 6 kp/cm ² E kp/cm ²	Modul přet- várnosti při přetvoření		
		při vzniku prvních trhlin ϵ_t	mezní (taž- nost) ϵ_{max}		5%	10%	15%
					E_5	E_{10}	E_{15}
					kp/cm ²		
2	10,75	0,0440	0,230	167,5	173	103	71
3	10,10	0,0305	0,240	387	196	99	66,6
4	12,20	0,0290	0,190	353	238	115	74,4
7	12,90	0,0233	0,284	462	207	125,5	89,4

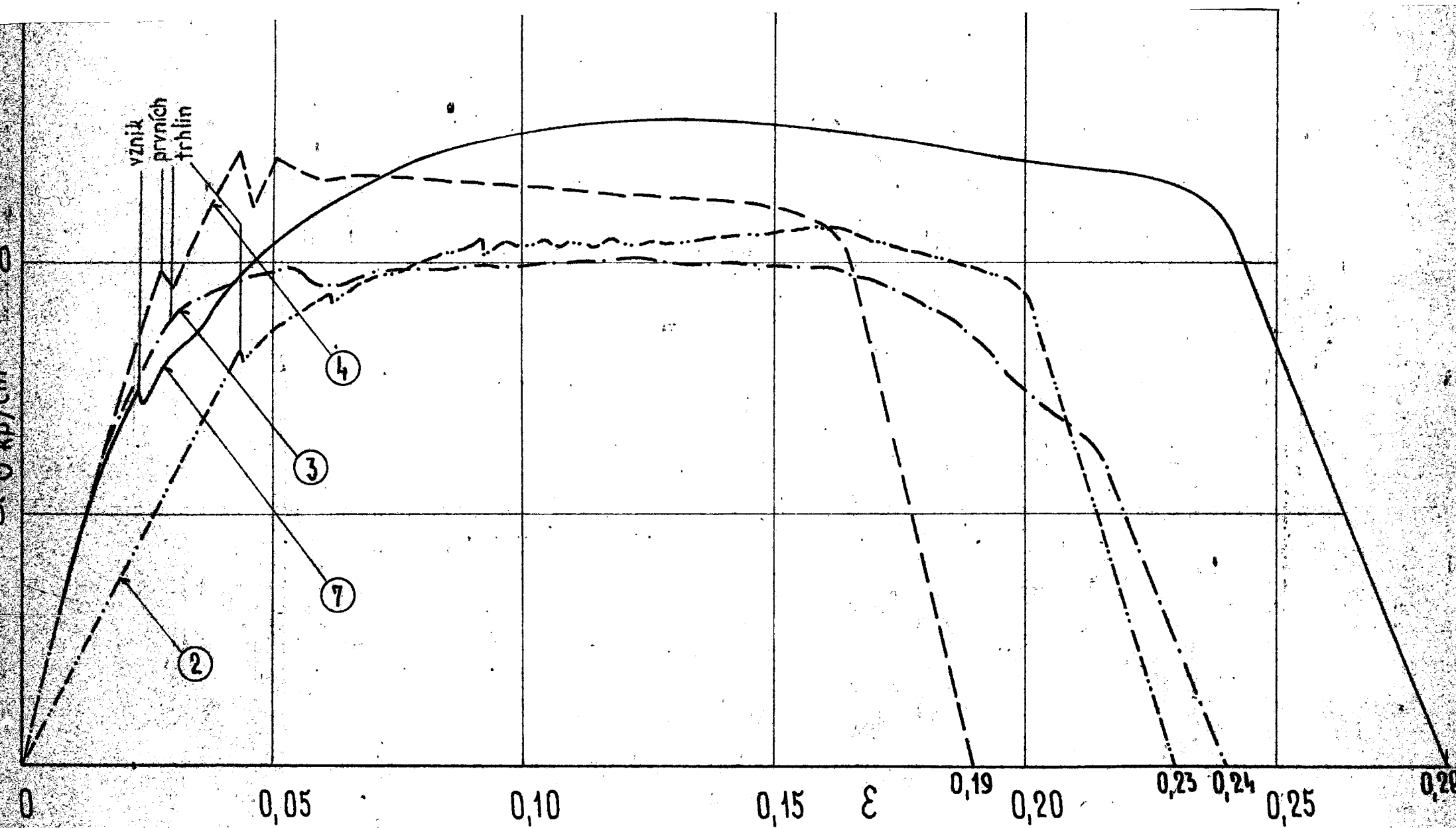
Ze srovnání tabulek 1 a 2 plyne, že hodnoty tažnosti (mezního přetvoření) vodotěsné izolace jsou ve skutečnosti nižší (v průměru cca 24 %), než by mohlo být očekáváno podle tažností jednotlivých pásů. Protažení při vzniku prvních trhlin je pak menší řádově a kolísá mezi 2 a 4 %. Zjištěné pevnosti zhruba odpovídají.

U odebraných vzorků krytiny bylo zřejmé dobře pozorovatelný charakter porušení na řezech kolmých k trhlině. Tak obr. 14 a 15 ukazují dva řezy vzorkem z obr. 5. Je patrné, že svislá trhlina na horním povrchu je rozvětvena směrem vzhůru a pro-



Obr. 11

Obr. 12

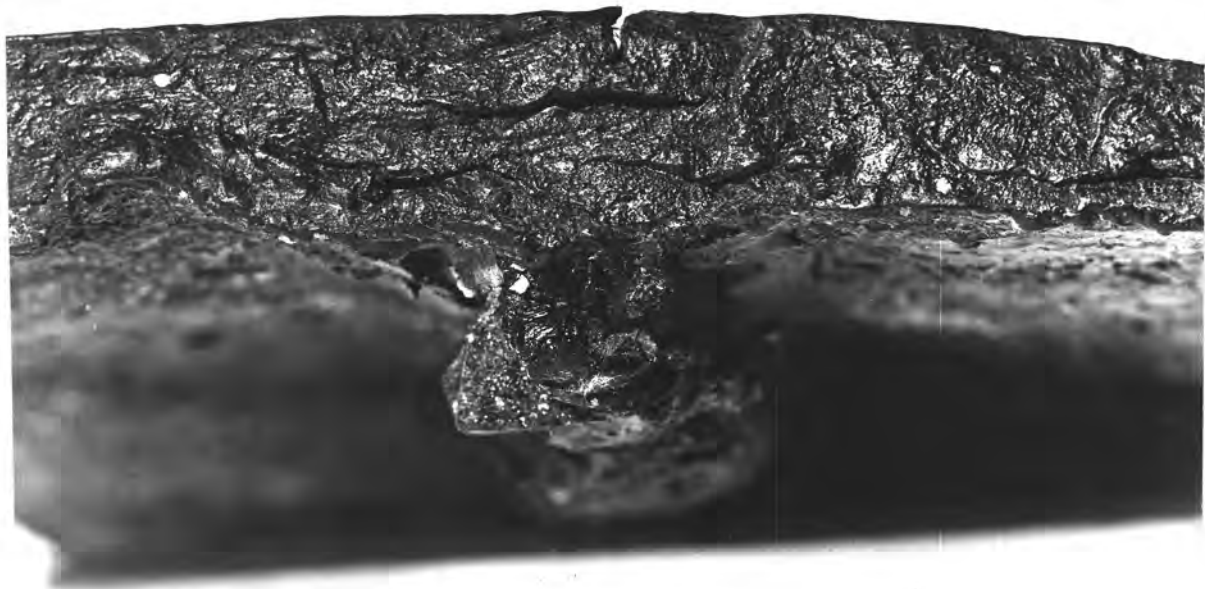


chází svrchní vrstvou, a to přesně nad zesílením izolačního pláště připojeným asfaltem z dilatační spáry. Dále od povrchu se vyskytují vodorovné amykové trhliny, a těsně vedle zesílení asfaltem z dilatace probíhá v dolní vrstvě opět svislá trhlina (nebo trhliny po obou stranách tohoto zesílení) s rozvětvením směrem ke spodnímu povrchu. Rozvětvení spodní trhliny je však podstatně menší než trhliny horní.

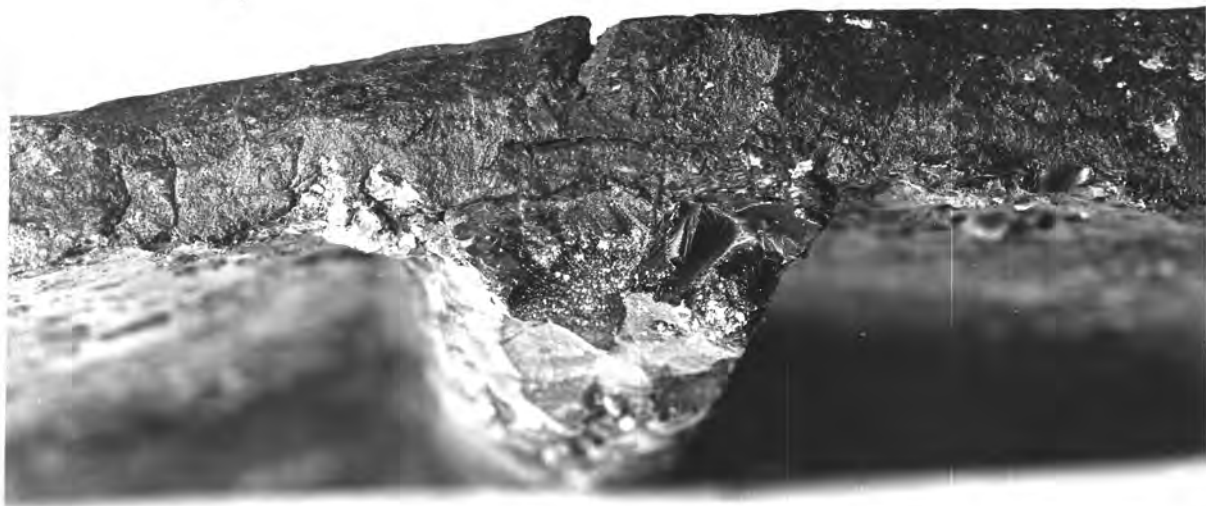
Obdobný průběh poruchy je možno vidět na obr. 16, kde je kolný řez druhým vzorkem z obr. 6. Vzhledem k jiné skladbě vrstev se v tomto případě vodorovné trhliny utvářely rozdílně, avšak svislé trhliny mají též charakter, jako u vzorku na obr. 5.

K popsanému porušení vodotěsné izolace svislými trhlínami došlo nad většinou dilatačních spar podkladního cementového potěru, tj. přibližně po každých šesti běžných metrech. K porušení tímto trhlínami docházelo v době do 6 měsíců po položení každé jednotlivé voděizolační vrstvy, jak plyne z různých zápisů a dopisů např.

- z dopisu Centroprojektu na Fesko z 12. 2. 1970, ve kterém se upozorňuje na nutnost úpravy první voděizolační vrstvy v okolí dilatačních spar nenalepením v šíři cca 10 cm na každou stranu (kladení této první vrstvy však bylo zahájeno již v červenci 1969 a v žádném projektu nebyl nalezen předpis pro nějaký speciální postup);



Obr. 14



Obr. 15



Obr. 16

- ze zápisu o prohlídce 11. 3. 1971, podle kterého byla v této době (až na 400 m² se dvěma vrstvami) provedena všude pouze jedna vodoizolační vrstva, konstatujícího trhliny ve vodotěsné izolaci. Přesto bylo doporučeno tuto izolaci dále pokládat stávajícím způsobem, a použití moderních izolačních folií Optifol bylo pro nedostatek zkušeností zamítnuto;
- z dopisu Stavebních izolací Centropjektu z 31. 3. 1972, ve kterém se doporučuje překrytí trhlín ve druhé vodoizolační vrstvě pásem děrované lepenky DAR v šířce 33 cm nasucho a přeplátování pásy Arabit v šířce 50 cm, a teprve poté kladení třetí vodoizolační vrstvy;
- z dopisu Centropjektu Stavebních izolací z 21. 4. 1972, ve kterém se doporučuje přelepení narušených míst pásy folie Optifol E v tloušťce 1,5 mm a šířce 25 cm;
- ze zápisu z 30. 6. 1973, jenž stanoví, že opravy trhlín budou provedeny výhradně podle návrhu Stavebních izolací (do 15. 9. 1973);
- ze zápisu z 25. 10. 1973, podle kterého provedou Stavební izolace pouze provizorní opravu trhlín rozšleháním asfaltové hmoty izolačních pásů v místech trhlín s tím, že definitivní opravu nutno řešit komplexně, spolu s řádnou funkcí ventilačního systému střešního pláště;
- ze zápisu z 15. 11. 1973, kde se znovu oddělují problémy ventilace od otázek opravy trhlín vodotěsné izolace a na Stavebních izolacích se požaduje provedení definitivní opravy do 10. 4. 1974.

Podle konstatovaných třílin vodotěsné izolace došlo na řadě míst střechní krytiny ke vadutím, vyznačujícím vnitřní přetlak par. Rovněž tyto vadutiny vznikaly již počínaje od kladení první vodotěsné vrstvy ve všech vrstvách. Bylo zjištěno několikaletou zkouškou, že vaduty nejsou všechny vodotěsné vrstvy: páry jsou uzavřeny mezi druhou a třetí, případně první a druhou vrstvou. Oprava těchto vadutí propichnutím a rozlehlením byla průběžně prováděna stavebními izolacemi. Podle některých od-
pisů bylo na některých místech pozorováno ještě avrání-
ní povrchu. Oprava byla provedena rovněž rozlehlením.

Projekt stavebních izolací a posléze i projekt Centro-
projektu předpokládal odvětrávání vzniklých par a provozních
proster do střechního pláště přes parotěsnou zábranu a to
systémem odvětrávacích komínků. Tyto komínky měly prochá-
zet se skrz drážkou desek z pěného polystyrenu.
Některé prohlídky ukázaly (viz zápis z 13.10. 1973), že
komínky jsou postaveny už na podkladní cementový potěr pod
vodotěsnou izolací, a v cementovém potěru jsou ponechány
pouze nepravidelné otvory o průměru 4 až 8 cm. Další pro-
hlídkou bylo kromě toho zjištěno, že pod některými komínky
sú tyto otvory v cementovém potěru nejsou.

Některé sondy v blízkosti třílin ukázaly silné provl-
hčení betonu, lepenky na keraklitu, a keraklitu samého, nej-
pravděpodobněji ardukovou vodou satékající do střechního plá-
ště.

tě trhlinami.

Kromě již zmíněných změn projektu proti původnímu návrhu byly zjištěny další realizační odchylky od dohodnutého a schváleného záměru, a to

- větší dilatační pole cementového potěru pod vodotěsnou izolací; namísto Stavebními izolacemi doporučených 6 m^2 (tj. za předpokladu čtvercového uspořádání cca $2,5 \times 2,5 \text{ m}$) byla provedena většinou pole 36 m^2 (tj. cca $6 \times 6 \text{ m}$), někde i větší;
- vyplnění dilatačních spár cementového potěru asfaltem, který dokonale přilnul k první vodoizolační vrstvě; tímto asfaltem bylo potřísněno i okolí spár;
- použití různých materiálů pro jednu a tutéž vodoizolační vrstvu a kombinace různých materiálů v průřezu vodotěsné izolace;
- použití pásů s netkanou, neposukovanou skelnou výstuží pro vrchní vrstvu;
- nerovnoměrné spojení první vrstvy vodoizolačního pláště s podkladním cementovým potěrem.

V projektu, přestože se jedná o krytinu prefabrikované konstrukce, náchylné k vytváření trhlin, nebylo nalezeno ani řešení rozmístění dilatačních spár, ani řešení přechodu vodoizolačních vrstev nad těmito sparami; chybí i upozornění na nutnost takových řešení. Kromě zmínky v technické zprávě Stavebních izolací o dilatačních polích cca 6 m^2 nebyl nalezen žádný další údaj o žádoucí lineární velikosti dilatačních polí nebo jejich tvaru.

P o s u d e k

Střešní izolační plášť je v tomto stejně jako v jiných případech složen z řady prvků, které mají společně přinést žádaný efekt: tepelnou a vodotěsnou izolaci dostatečně trvalou. Proto je nutno posuzovat každý jednotlivý prvek, každou vrstvu, v komplexu s ostatními částmi, zabývat se jejich vzájemnými interakcemi, a uvažovat celý střešní plášť jako součást konstrukce, kterou kryje. Z hlediska fyzikálního jde o složitý kompozitní systém v němž jen vhodná volba prvků a úprava jejich styků, přihlížející ke všem interakčním možnostem (s ohledem na vlastnosti jednotlivých vrstev) během celého období uvažovaného využívání, může poskytnout reálnou naději na úspěšnou realizaci.

Střešní plášť byl navržen s úmyslem

- zabránit pronikání poměrně vlhkého vzduchu (do 75 % HV) ze zastřešených výrobních prostor do izolačního systému;
- vytvořit dostatečný tepelný spád, aby bylo zabráněno kondenzaci par na spodním povrchu střešního pláště a i jinak vyhověno požadavkům tepelné izolovanosti výrobních prostor;
- případně dovnitř střešního pláště proniklé páry odvést do okolního ovzduší odvětrávacím systémem;
- vytvořit vodonepropustnou vrstvu k zabránění průniku srážkové vody do izolačního systému a dále.

1. Odvětrávací systém

Fungování odvětrávacího systému bylo již před počátkem výstavby předmětem diskuse mezi projektantem střešního pláště (Stavební izolace) a generálním projektantem (Centroprojekt).

Centroprojekt ve svých připomínkách k prováděcímu projektu střešního pláště provedenému Stavebními izolacemi ze dne 14. 6. 1968 uvádí pod bodem 11):

"Navržená skladba jednotlivých vrstev se jeví dle kontrolního výpočtu jako neoprávněná. Vyšší difúzní odpor krytiny, než ostatních parotěsných zábran ve střešním plášti, působí kondenzaci na podkladu krytiny, tj. v cementovém potěru. Tento kondenzát nelze odvětrat a bude nepříznivě ovlivňovat vlastní krytinu (puchýřování). Kondenzace par nastane i pod lepenkou dělicí polystyrén od cementového potěru, bude ji však možné pomocí komínků odvětrat".

Stavební izolace odpověděly k této námitce:

"Kondenzace par ve střešním plášti není podle našeho názoru ovlivněna silnější nebo slabší vrstvou vodotěsné izolace oproti parotěsné zábraně, ale rozdílem teplot a izolační schopnosti použitých materiálů".

Odvětrání podlahy vlastního vodoizolačního pláště hraje důležitou úlohu při správné funkci střešní krytiny. V důsledku kolísání teplot ve střešním plášti skutečně vzniká

přetlak vodních par; úkolem odvětrání je vyrovnání tlaku těchto vodních par s ovzduším. Nejlogičtější je přirozené odvětrávání ze nejbližší nepropustných vrstev. Účinnost odvětrávacího systému by měla být tím větší, čím je větší rozdíl paropropustností parotěsné zábrany a vedotěsné izolace.

V systému, jehož tloušťka mezi nepropustnými vrstvami je nejméně 20 cm, zřejmě nemůže stačit odvětrávání pouze v jedné horizontální úrovni. Pojetí, kdy všechny vodní páry středního systému budou odvedeny navrženými komínky se zapuštěním nad sběrnými kanálky v polystyrenových deskách, je nerealizovatelné. Podobný případ nastane i tehdy, budou-li komínky postaveny až na vyrovnávací cementové maltě pod vedotěsnou izolací. Nebudou-li tedy komínky konstruovány tak, aby mohly odvádět vodní páry z kterékoli úrovně středního systému, bude odvětrávání méně účinné.

Malý difuzní odpor tepelné izolačních vrstev systému umožňuje však relativně snadnou cirkulaci par uvnitř tohoto systému a při vhodných teplotních podmínkách a nasycení i kondenzaci par, ke které zpravidla dojde pod vedonepropustnou (nejchladnější) horní vrstvou středního systému. Pronášení spodních vrstev kondenzátem pak tyto vrstvy znehodnocuje a časem vytváří stále příznivější podmínky pro postup par; účinnost odvětrávacího systému za těchto okolností může být jen málo ovlivněna hloubkou zaústění komínků.

C Je třeba připustit, že přítomnost odvětrávacích šach-
tic, i tak jak byly navrženy a provedeny, má příznivý vliv
na pohyb vlhkosti v systému a tím i na jeho životnost. Ne-
těsnosti parotěsné zábrany, ale i její menší difuzní odpor,
umožňují ovšem neustálý koloběh kondenzace - evaporování
až do odtržení od podkladu a případného porušení vodotěsné
izolace např. na místech vznikajících výdutí.

Charakter desavadního výdutí nadto ukazuje, že mezi
jednotlivé vodoizolační vrstvy byla zabudována jistá vlhkost,
nebo že ve spodních vrstvách jsou místa (porušení), umožňu-
jící značnou difuzi par. Protože není vyloučeno, že i po
jednorázovém úplném vyspravení těchto výdutí propíchnutím a
selehlením bude časem docházet ke vzniku nových (i když spí-
še v menší míře), bude nutno čas od času tato místa stejným
způsobem opravit. Provede-li se oprava řádně, neměla by ta-
to místa být příčinou prosakování dešťové vody do středního
pláště.

2. Skladba tepelně - izolačních částí středního pláště

Z hlediska přípustného tepelného prostupu s ohledem na
vysokou relativní vlhkost interieru (75 % RH) lze navrženou
tepelně-izolační vrstvu z pěného polystyrenu v tloušťce
6 cm pokládat za právě dostačující. Při uvažování dlouhodobé-
ho smrštění desek z pěného polystyrenu a tím vytváření po-

měrně širokých spár mezi nimi (to se potvrdilo i při sondě střešního pláště, při které byly mezi deskami zjištěny spáry v šířce 1 až 2 cm) je však třeba počítat se vznikem mnoha komunikací pro proudící páry, což může tepelný prostup značně zvýšit.

Kromě toho polystyrenové desky nejenže nemají pevnost dostatečnou k manipulaci a dopravnímu prostředky při betonážní cementového potěru, ale nelze po nich ani přímo pocházet. Pokud by nebyla speciálními opatřeními zajištěna účinná ochrana těchto desek (a taková ochrana nebyla rozpočtována ani zmíněna v technické zprávě projektu), došlo by k jejich porušení ještě před dokončením střešního pláště. Nezbytným důsledkem takového porušení by bylo další zvýšení tepelného prostupu (snížení tepelné izolační schopnosti vrstvy).

5
7~
Překrytí polystyrenových desek deskami heraklitovými lze proto z horních hledisek považovat za prospěšné; zvýší se jím tepelně-izolační schopnosti pláště, odstraní nebezpečí nadměrné závislosti na provádění a zabezpečí neporušenost polystyrenových desek. Pokud jde o tloušťku heraklitové vrstvy, zdá se navrhovaných a provedených 5 cm (nebo 2 x 2,5 cm) poněkud nadbytečnými. Shora zmíněná požadavky by zabezpečila dobře i vrstva tenčí, např. 3,5 cm, v krajním případě i 2,5 cm.

Položení vrstvy heraklitu v tloušťce 5 cm na polystyrenové desky nicméně nemůže být považováno za záruku. Kromě již zmíněného zajištění tepelně-izolační schopnosti pláště dochází k velice důležité ochraně pěnového polystyrenu před přímým působením teploty zvýšené vlivem slunečního záření, které mu by byl jinak vystaven. Při teplotách kolem 70°C dochází postupně k jeho odpěňování, případně k úplné degradaci. Ochrana polystyrenových desek heraklitovými tedy navíc významně zvyšuje trvanlivost tepelně-izolační části střešního pláště.

Přítomnost heraklitu nemá žádný vliv na výskyt poruch vodotěsné izolace. Naproti tomu nepřítomností heraklitu by se rozsah poruch mohl ještě zvýšit, zejména uvažovali se postupně, dlouhodobé provádění jednotlivých vodoizolačních vrstev bez ochrany antireflexního nátěrem.

3. Skladba vodoizolační části střešního pláště a podkladním cementovým potěrem

3.1 Sled a kladení vodoizolačních vrstev

Původně navržená skladba vodotěsné izolace ze tří vrstev přitavovaných pásů Arabit ANTPS, kladených křížem, je z hlediska vodonepropustnosti dostatečná a zcela bezpečná za předpokladu, že jednotlivé vrstvy jsou pokládány bezprostředně po sobě. V daném případě však byly časové intervaly kladení jednotlivých vrstev více než jednorozční; jednotlivé

vrstvy tak byly vystaveny působení přímých povětrnostních vlivů bez ochrany antireflexním nátěrem.

Je známo, že černý povrch lepenkových pásů při slunečním svitu může dosahovat až o 30°C větší teploty, než povrch opatřený světelným antireflexním nátěrem, což je přirozeně provázáno úměrně většími dilatacemi. V závislosti na uspořádání spodních vrstev (podkladu) vznikají pak ve vodoizolačních vrstvách stavy napětí, které mohou být provázány jejich porušením až už trhlinami nebo zvrásněním.

Vedle toho může často dojít a po dlouhých přestávkách kladení je to téměř nezbytné - k zabudování jisté vlhkosti (ze srážkové vody) do systému vodočerné izolace, což vede později ke vzniku lokálních výdutí. Oba popsané jevy provázané příslušnými viditelnými poruchami byly skutečně pozorovány, jak vyplývá ze zápisů citovaných v předchozí části tohoto posudku.

Proti závažně některé vrstvy Arabitu ANTPE (tedy pásu vyztuženého netkanou textilií) pásy se skelnou výztuží (ať již ve formě matrace, rohože nebo tkaniny) nelze mít z hlediska vodoizolačního námitku. Použité pásy vykazují nasáklivost a nepropustnost v podstatě rovnocennou. Jiné je to ovšem s fyzikálně-mechanickými vlastnostmi pásů (viz tab.1); podstatně menší tažnost (mezí deformace) jakož i průběh pracovního diagramu bez větší plastické prodlouhy u pásů se

✓ skelnou netkanou výstuží (např. Bitagit) ~~poproti~~ ^{proti} působení textilní výstuží se přirozeně může při větších mechanickém namáhání krytiny nebo při větších dilatačních pohybech krytiny a podkladu nepříznivě uplatnit.

Ve svém důsledku vede použití (schválené) Bitagitu (se skelnou výstuží) pro vrchní vodoizolační vrstvu k větší náchylnosti ke vzniku trhlin vodočasně izolace za normálních a zvýšených teplot, zatímco náchylnost ke vzniku trhlin za nízkých teplot (zejména pod bodem mrazu), daná v tomto případě převážně kvalitou pojiva - tedy použitého asfaltu, je přibližně stejná. Použití Bitagitu pro vrchní vodoizolační vrstvu mohlo v daném případě podpořit časnější objevení poruch (trhlin), případně jejich větší rozvětvení (než při použití Arabitu ANTFS). I eventuelní větší povnost Bitagitu (případně podle vyjádření Stavebních izolací menší "sražení v podélném směru" těchto pásů) nemohlo zabránit vzniku poruch způsobených dilatacemi pláště a podkladu.

Z hlediska mechanické odolnosti a trvanlivosti je u podobných složených systémů na místě zachovávat stejné vlastnosti materiálů ve všech vrstvách, pakliže se ovšem nevolí jiná vrstva (s jinými vlastnostmi) záměrně, k dosažení jiných vlastností celého kompozitního systému. Použití Bitagitu namísto ANTFS v poslední vrstvě v daném případě zhoršilo přetvárné vlastnosti celého systému s důsledkem rychlejšího vzniku a většího rozsahu poruch. Původně zamýšlené použití ANTFS i pro třetí vrstvu by však objevení poruch nera-

bránilo - jak ostatně prokazuje i objevení analogických poruch postupně v obou spodních vrstvách.

Senadži bylo zjištěno, že přilepení (či přitavení) první vrstvy na povrch cementového potěru je nedokonalé. K nejlepšimu přilepení pásů první vrstvy došlo v místech dilatačních spar cementového potěru, a to asfaltu, kterým byly tyto spáry vyplněny a jejich okolí potřísněno. Tato kombinace je právě tou nejnešťastnější kombinací, která se mohla vyskytnout, protože

- dokonalé přilepení voděizolačních pásů k cementovému potěru v celé ploše by umožnilo spolupráci obou vrstev při namáhání změnou teploty, a lze dokonce očekávat, že při dobrém spojení cementového potěru s podkladem (konstrukcí) a dostatečně malých dilatačních polích cementového potěru by v takovém případě k poruchám mohlo dojít nanejvýš v extrémní míře, převážně v místech působení dalších nepříznivých vlivů;
- úplně nepřilepení voděizolačních pásů k podkladu by naopak učinilo zcela nezávislou činnost obou vrstev, krycí a podkladní, a s ještě větší pravděpodobností (bez ohledu na velikost dilatačních polí a kvalitu spojení cementového potěru s podkladem) by zabránilo vzniku větších poruch; taková úprava však je s jiných důvodů neproveditelná.

3.2 Namáhání kontaktní spáry ve smyku

Z horního rozboru vyplývá, že nejvhodnější úpravou připevnění vodoizolačního pláště k betonovému podkladu (ať je zatím tepelná izolace provedena jakkoli) je přilepení prostřednictvím např. děrovaná lepenky (Perbitagit). Jednotlivé spojovací mstky asfaltové hmoty jsou natolik ohebné, že dovolují bez většího namáhání jak pláště, tak podkladu vzájemně poměrně značně odlišné dilatační pohyby obou částí. Načto děrovaná lepenka ještě významně přispívá k odvětrání celého systému právě v místech nejpotřebnějších.

Pro posouzení daného případu je nezbytné zamyslet se i nad vlivem velikosti dilatačních polí podkladního cementového potěru. Projekt Stavebních izolací předpokládal dilatační pole cca 6 m^2 , nepředepsal však lineární rozměr ani tvar dilatačního pole, bez čehož horní údaj pozbývá smyslu; předpokládáme, že záměrem byla pole čtvercová tj. o rozměrech $2,5 \times 2,5 \text{ m}$. Ve skutečnosti jsou dilatační spáry prováděny po 6 nebo více metrech (tedy pole minimálně 36 m^2).

✓ Vzhledem k nastejných součinitelů teplotní roztažnosti vodoizolačního pláště a podkladu jakož i teplotního spádu a tedy odlišné teploty obou vrstev dochází za předpokladu dokonalého spojení (přilepení) pláště a podkladu k namáhání ve smyku, které je po celé ploše stejné a mění se pouze ukončením některé z vrstev. V každé dilatační spáře cementového potěru tedy dochází ke koncentraci smykových napětí (okraje-

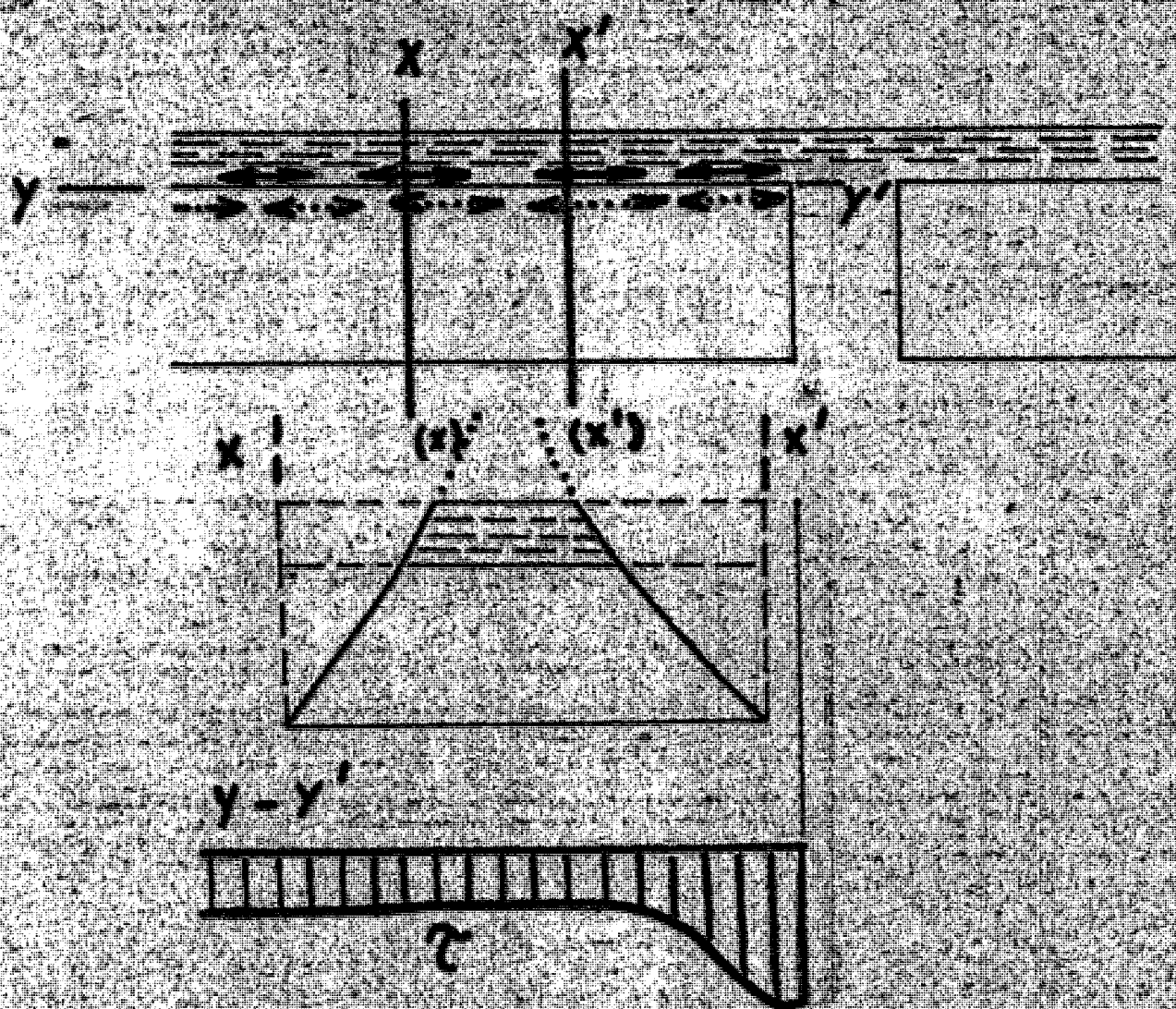
vý efekt) podle obr. 17, a každá dilatační spára se tak z tohoto hlediska stává potenciálním zdrojem poruch porušením soudržnosti. Odtud plyne: čím méně dilatací podkladu, tím lépe.

Důležitým vodítkem je hodnota smykového napětí, které může být v kontaktní spáře vodotěsné izolace a podkladního cementového potěru dosaženo v rozmezí v praxi vznikajících teplot.

Součinitel teplotní roztažnosti asfaltových pásů bude s ohledem na procentuální zastoupení asfaltového pojiva a výztuže dán převážně pojivem. Jestliže se součinitel teplotní roztažnosti asfaltu udává v rozmezí 65 až $67 \cdot 10^{-5}$ pro rozsah teplot 20° až 60°C , lze tento součinitel u izolačních pásů na základě objemového zastoupení jednotlivých fází v soustavě předpokládat cca o 20 % menší. To souhlasí i s údaji technických podmínek pro tyto izolační pásy o "smrštění při ochlazení o 55°C (ze 60° na 5°C)", jež má být nejvýše 3 %; podle toho $\alpha = 0,03/55 = 54,6 \cdot 10^{-5}$. V dalším je tedy možné uvažovat hodnotu $\alpha = 54 \cdot 10^{-5}$.

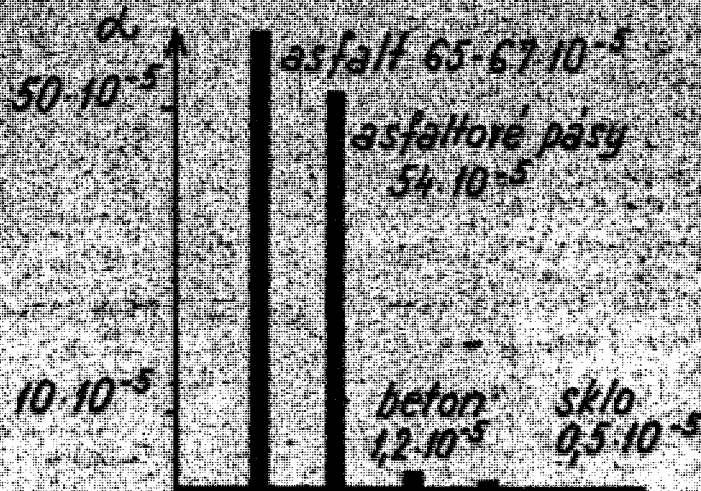
Součinitel teplotní roztažnosti cementového betonu je $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5}$. Graficky jsou znázorněny součinitele teplotní roztažnosti použitých materiálů v obr. 18.

Pro náhlé ochlazení z teploty 60°C na 15°C (náhlý dešť) lze s přihlédnutím k jisté tepelné setrvačnosti systému a za předpokladu stejného ochlazení podkladního cementového potěru (oprávněného jeho malou akumulací a nespojitostí a os-



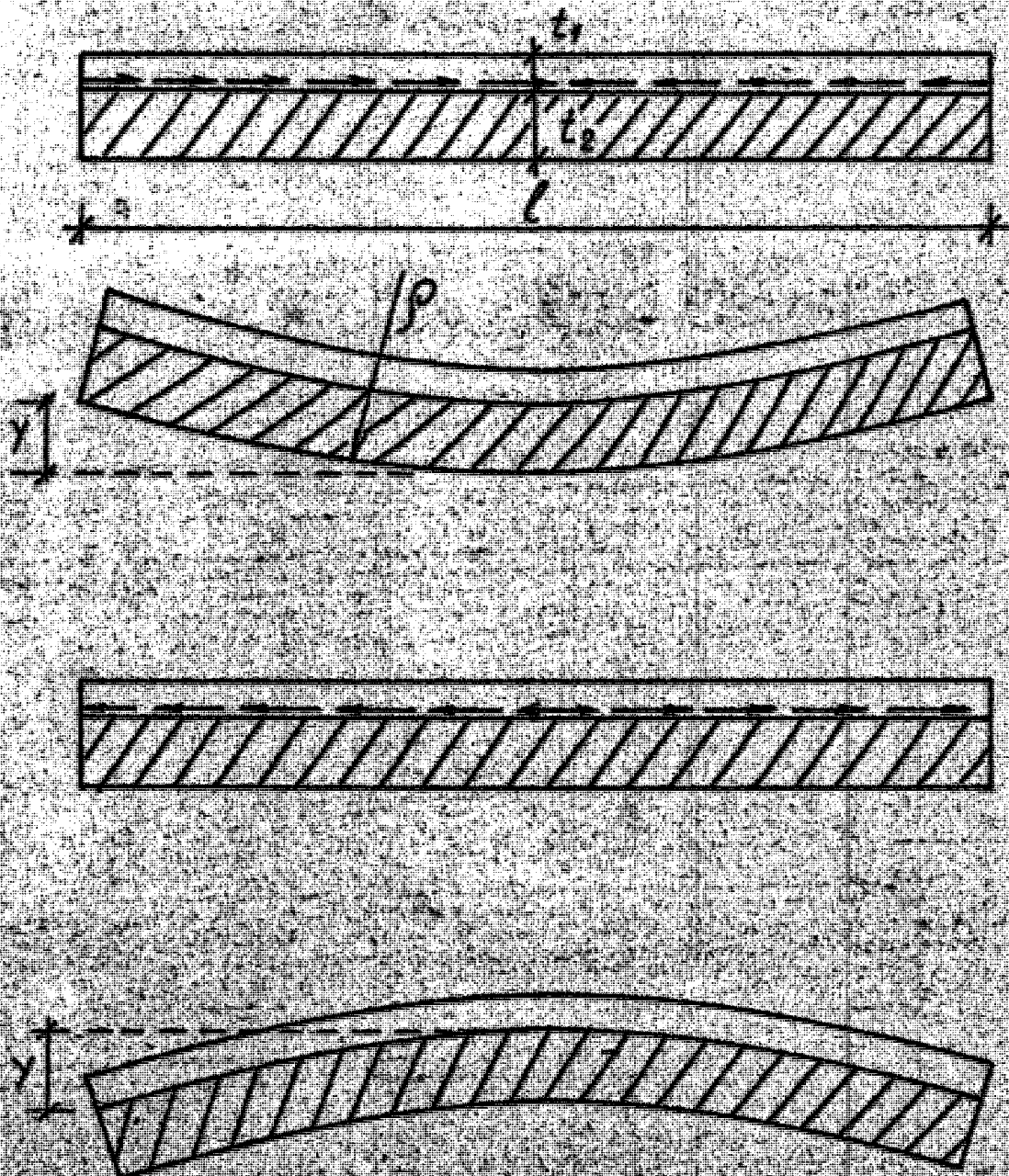
Průběh smykových napětí na styku cementového
patěru a vodotěsné izolace a deformace dvou
sousedních průřezů při sažení teploty

Obr. 17



Srovnání součinitelů
teplotní roztažnosti
použitých materiálů

Obr. 18



Obr. 19

Zakřivení dilatačních polí cementového potěru při změně teploty

tatními částmi konstrukce) předpokládat nastyknutí pláště
- potěr poměrnou deformací

$$\epsilon = 1/54 - 1,2/ \cdot 10^{-5} \cdot 45 = 0,0237,$$

kteřá by vyvolala při smykovém modulu přetvárnosti

$$G \pm \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{60}{2(1+0,5)} = 20 \text{ kp/cm}^2$$

smykové napětí

$$\tau = 0,0237 \cdot 20 \approx 0,5 \text{ kp/cm}^2.$$

Při extrapolaci modulu pružnosti do vznikajících de-
formací pro extrémně rychlou změnu teploty vychází ve spá-
ře napětí

$$\tau_{\text{ext}} = 0,0237 \cdot \frac{400}{2(1+0,4)} \approx 3,4 \text{ kp/cm}^2;$$

tento případ je však v praxi nereálný.

Hodnota smykového napětí dříve zjištěná se - jak již
bylo poznamenáno - na okraji dilatačního dílu zvýší, a to
zhruba na dvojnásobek průměrné hodnoty (viz obr. 17). Ač-
koliv nebyla pevnost v soudržnosti zkoušena, srovnání s ji-
nými známými experimenty ukazuje, že tato pevnost dosáhne
alespoň zjištěné průměrné hodnoty vznikajícího napětí. Uva-
žovaný případ však nastane v praxi jen zcela výjimečně a
v průběhu běžného využívaní dosáhne vzniklé napětí ve smys-
lu jen zlomku hodnot nahoře vypočtených. Za běžných podmí-
nek provozu by podle toho nemělo dojít k porušení kontakt-
ní spáry, kdyby připejení bylo provedeno dokonale.

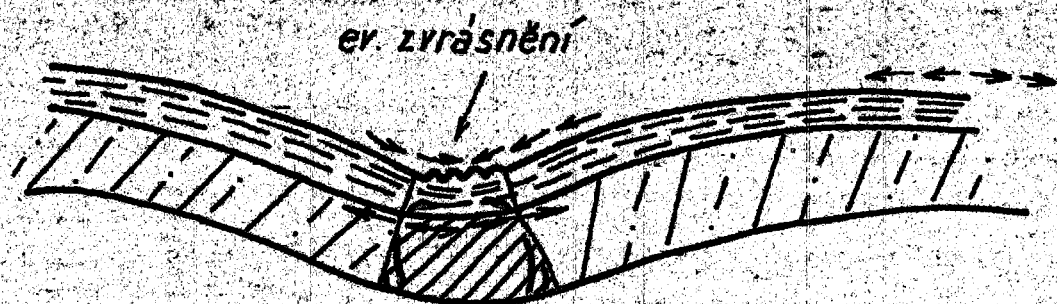
1200:2,2=19
1200:2,8=110
1200:2,8=110

3.3 Namáhání ohybem při dokonalém spojení vodoizolačního pláště s podkladem

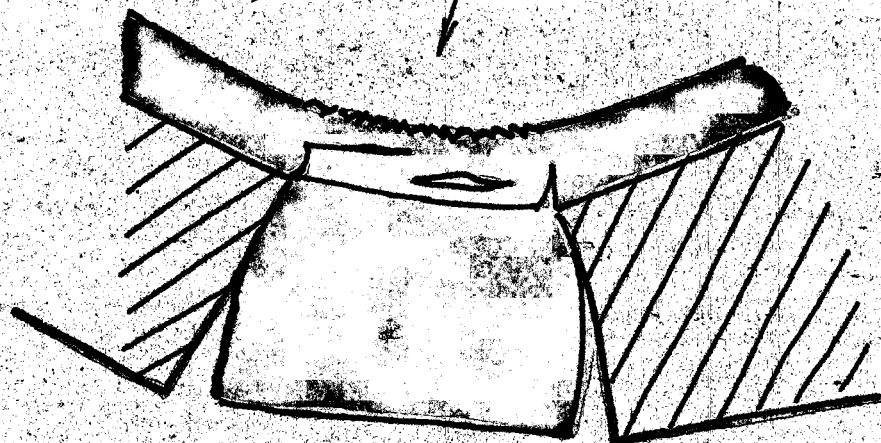
V případě dokonalého spojení krytiny s cementovým potěrem je cementový potěr v důsledku nesterajných tepelných dilatací namáhán smykovým tokem na horní styčné ploše. Toto namáhání způsobuje konkávní nebo konvexní zakřivení cementového potěru v délce dilatačního pole (obr. 19). Za oprávněného předpokladu, že k zakřivení dochází podle kruhového oblouku, zůstává jedinou neznámou, potřebnou k výpočtení svislých deformací buď středu dilatačního pole cementového potěru (konkávní zakřivení při zahřátí) nebo jeho okrajů (konvexní zakřivení při ochlazení), účinnost přenosu napětí (nebo deformací) kontaktní spárou. Objektivně nelze tuto účinnost žádným způsobem určit, neboť je funkcí nejen mechanických, přetvárných a reologických parametrů obou sousedících materiálů, ale i teplotního spádu, rychlosti změny teploty, vlastní tíhy, a dále ve značné míře i kvality provedení a druhu použitých hmot.

Pro účely přibližného výpočtu svislých deformací, vznikajících popsaným zakřivením, lze předpokládat:

- tloušťka vodoizolačního pláště $t_1 = 1,2 \text{ cm}$
- tloušťku cementového potěru $t_2 = 4 \text{ cm}$
- modul přetvárnosti cementového potěru (také s ohledem na jeho kvalitu) $E = 50000 \text{ kp/cm}^2$
- odpovídající modul ve smyku $G = \frac{50000}{2(1+0,24)} = 20000 \text{ kp/cm}^2$
- redukci poměrných deformací na styku v poměru smykových modulů pružnosti obou materiálů.



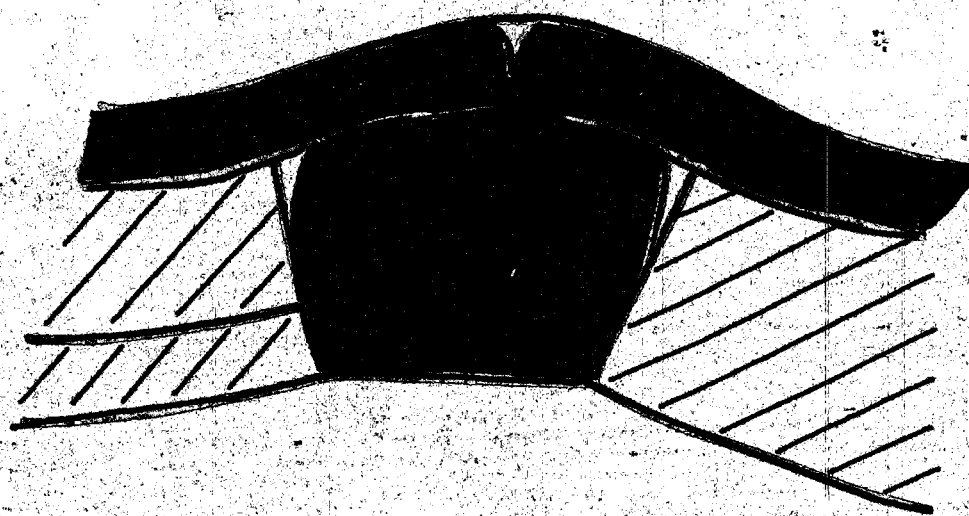
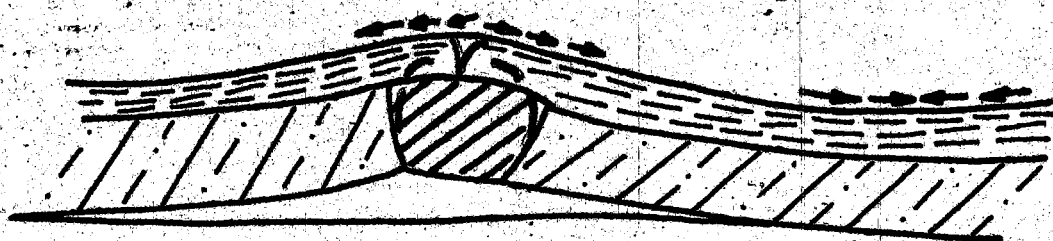
Odtržení asfaltové zálivky od betonu, trhliny na spodním líci vodotěsné izolace na okraji spáry, smykové trhliny případně oddělení jednotlivých vodoizolačních vrstev nad spárou, zvrásnění povrchu



Obr. 20

Možné poruchy střešního pláště v důsledku spolupráce jednotlivých součástí kompozitního systému krytiny při jejím oteplení

Odtržení asfaltové zálivky od betonu, trhliny na horním
lící vodotěsné izolace uprostřed nad dilatačními spárami
betonu, smykové trhliny případně oddělení jednotlivých
vodoizolačních vrstev



Obr. 21

Možné poruchy střešního pláště v důsledku spolupráce
jednotlivých součástí kompozitního systému krytiny
při jejím ochlazení

Poměrné zkrácení (nebo prodloužení) horního povrchu cementového potěru podle toho ^{se měří příkladem} vychází v mezích

$$\frac{20}{20\ 000} \cdot 0,0237 = 0,0237 \cdot 10^{-5} \leq \varepsilon_c \leq \frac{143}{20\ 000} \cdot 0,0237 = 0,0169 \cdot 10^{-2}.$$

Z větší hodnoty plyne při délce pole 600 cm svislá deformace

$$y = \frac{2}{1,69 \cdot 10^{-4}} \approx 1/2 \sqrt[4]{\left(\frac{2}{1,69 \cdot 10^{-4}}\right)^2 - 600^2} = 3,8 \text{ cm}$$

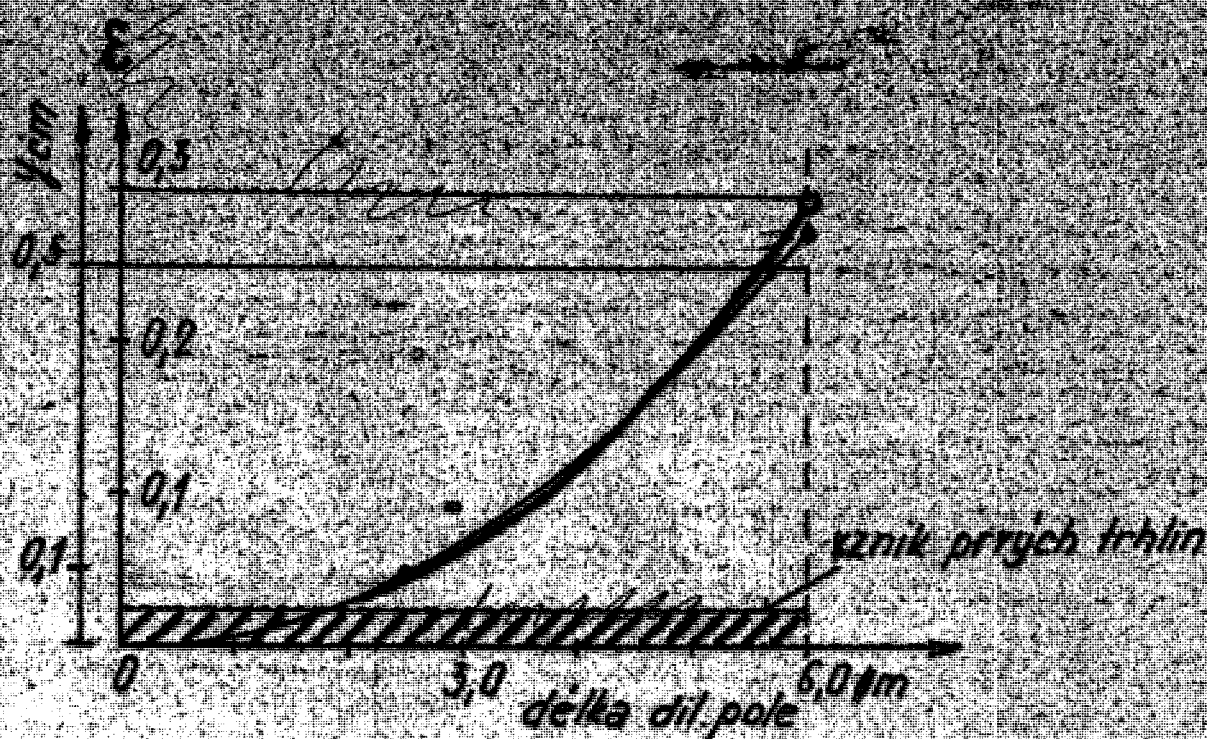
a při délce pole 250 cm

$$y = 0,6 \text{ cm.}$$

Podobně s menší hodnoty, která je reálnější, a se kterou bude proto dále operováno, vychází

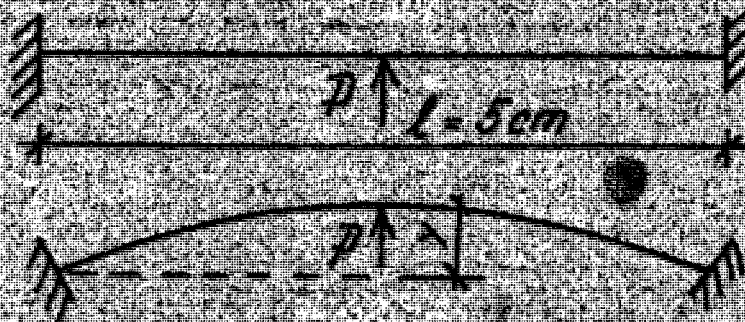
při délce pole 600 cm $y = 0,53 \text{ cm}$
a při délce pole 250 cm $y = 0,09 \text{ cm}$

Při oteplování dochází ke konkávnímu zakřivení polí cementového potěru; vznik poruch krytiny v důsledku tohoto zakřivení je prakticky vyloučen (obr. 20). Při ochlazení naproti tomu dochází ke konvexnímu zakřivení, v jehož důsledku se miskovitě zdvihnou konce dilatačního pole o uvedenou hodnotu (obr. 21). Délka pole má v tomto případě velký vliv na velikost svislých posuvů (při relaci lineárního rozměru pole 2,5 : 6,0 je posuv posuvů přibližně 1 : 5 - viz obr. 22). K takovému zakřivení nadto dochází tehdy, kdy je současně v důsledku nízké teploty modul přetvárnosti vyšší a vazké tečení minimální; napětí (resp. deformaci) vznikající nad dilatační aparou při uvažované náhlé změně křivosti pole lze přibližně stanovit za předpokladu, že



Obr. 22

Změna číselné deformace dilatačních polí podkladního betonu resp. jejich poměrného přetvoření nad dilatační aparát v závislosti na délce dilatačního pole při ochlazení krytiny



Obr. 23

Analogie namáhání vodotěsné izolace nad dilatační aparát podkladního betonu při ochlazení krytiny

- část krytiny nad spárou bude považována za vetknutou ve vzdálenosti 2,5 cm od osy spáry na každou stranu, a
- tato část bude analogována vetknutým nosníkem, zatíženým uprostřed osami vnějším břemenem (obr. 23).

Podle toho

$$v = \frac{F_1^3}{192 EI} ,$$

a je-li

$$F_1 = \frac{45}{3} bh^2 ,$$

$$\varepsilon = \frac{12 \cdot v \cdot h}{l^2} ,$$

takže pro pole 600 cm vyplývá

$$\varepsilon = \frac{12 \cdot 0,51 \cdot 1,2}{25} = 0,305$$

a pro pole 250 cm

$$\varepsilon = \frac{12 \cdot 0,09 \cdot 1,2}{25} \approx 0,0518 .$$

V prvním případě je vznikající deformace ze oblasti mezních deformací použité krytiny, a již z tohoto důvodu mohou vzniknout na jejím horním (nad středem spáry) i spodním (u okraje spáry) lici rozvětvené trhliny. Uváží-li se již dříve zmíněná větší křehkost krytiny na nižších teplotách (oproti hodnotám podle obr. 13, zjišťovaným za normální teploty), je vznik trhlín z tohoto důvodu téměř nezbytný.

V tomto prvním případě je vznikající deformace i při tloušťce pouze jedné izolační vrstvy 0,4 cm ještě podstatně vyšší (cca 0,100), než mezní deformace krytiny při vni-

ku trhlin. Teprve u polí, jejichž lineární rozměr by byl menší než cca 1,5 m, by z uvedeného hlediska a za daných předpokladů nedocházelo ke vzniku trhlin.

Ve druhém případě spadá velikost vypočtené deformace do okoli hodnot, odpovídajících vzniku prvních trhlin, takže i v tomto případě mohlo docházet (opět při uvážení nižší teploty) k porušování místními trhlinami, jež mohly být nicméně zdrojem dalších poruch.

Právě uvedený rozbor ukazuje, že při správném provedení, tj. při dokonalém přilepení (přitavení) krytiny k povrchu cementového potěru, má zmenšení dilatačních polí podkladu z hlediska ohybového namáhání jednotlivých částí systému (ovažovaného jako kompozitní) při změnách teploty podstatný pozitivní vliv. Z hlediska sýkového napětí v kontaktní spáře (jak bylo dříve popsáno) může mít toto zmenšení naproti tomu vliv mírně negativní, působící nikoliv k přímému porušení, ale k oddělení krytiny od podkladu.

3.4 Vliv vyplnění spár asfaltem

Bylo již uvedeno, že spáry cementového potěru byly vyplněny asfaltem. Tomuto asfaltu jsou přirozeně rovněž vlastní objemové změny při změnách teploty; kromě toho je střídavě stlačován a roztahován teplotními dilatacemi cementového potěru (obr. 24).

Zvýšení teploty o 40°C odpovídá při délce pole 600 cm lineární změna délky pole počkladu

$$\Delta l = 40 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 600 = 0,288 \text{ cm}$$

a při délce pole 250 cm

$$\Delta l = 40 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 250 = 0,120 \text{ cm.}$$

Objem asfaltu ve spáře na 1 cm délky je

$$4 \cdot 2 \cdot 1 = 8 \text{ cm}^3;$$

přísadušným zvýšením teploty by se jeho lineární rozměry změnilly o

$$\Delta a = 40 \cdot 60 \cdot 10^{-5} \cdot 4 = 0,096 \text{ cm}$$

$$\Delta b = 40 \cdot 60 \cdot 10^{-5} \cdot 2 = 0,048 \text{ cm}$$

$$\Delta c = 40 \cdot 60 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 0,024 \text{ cm,}$$

takže nový celkový objem by byl

$$4,096 \cdot 2,048 \cdot 1,024 = 8,58 \text{ cm}^3.$$

Protože deformace asfaltu mohou převážně snižovat jen směrem vzhůru (proti relativně pevnější krytině), vytvoří se nad spárou asfaltový návalek; za předpokladu kruhového okraje návalku bude jeho největší výška (viz obr. 24)

- v případě vzdálenosti spar 600 cm

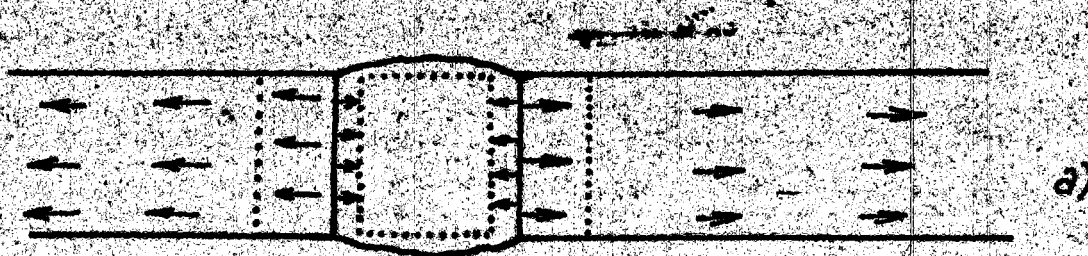
$$v = \left(\frac{8,58}{1,712 \cdot 1,0} - 4,0 \right) \frac{1}{2} = 1,515 \text{ cm, a}$$

v případě vzdálenosti spar 250 cm

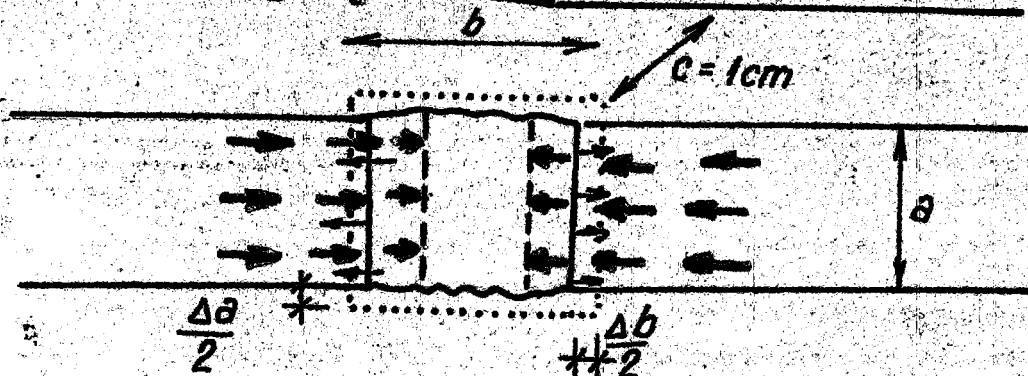
$$v = \left(\frac{8,58}{1,880 \cdot 1,0} - 4,0 \right) \frac{1}{2} = 0,84 \text{ cm.}$$

Střešní krytina musí tento návalek sledovat. Při ochlazení na původní teplotu však asfaltový návalek zcela nezmizí, při smrštění cementového potěru dojde k jeho utržení od zá-

Objemové změny asfaltové zálivky při změnách teploty krytiny:



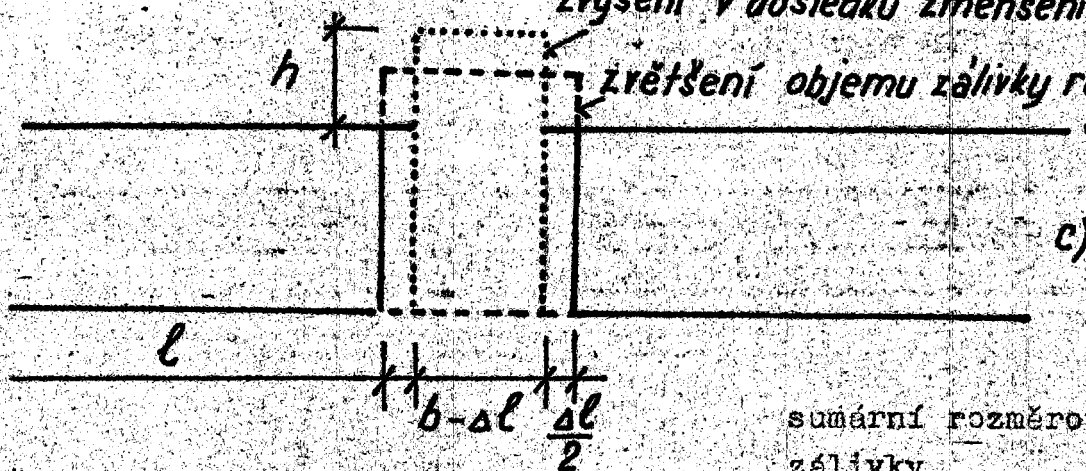
odtržení zálivky od cementového potěru při ochlazení



vytlačení zálivky při zahřátí

zvýšení v důsledku zmenšení spáry

zvětšení objemu zálivky roztažením asfaltu



sumární rozměrová změna zálivky



vytvoření asfaltového náplvu nad spárou

Obr. 24

livky (vlivem zkrěnutí a malé soudržnosti v tahu) a krytina je namáhána (ohybem přes návalek) (obr. 25).

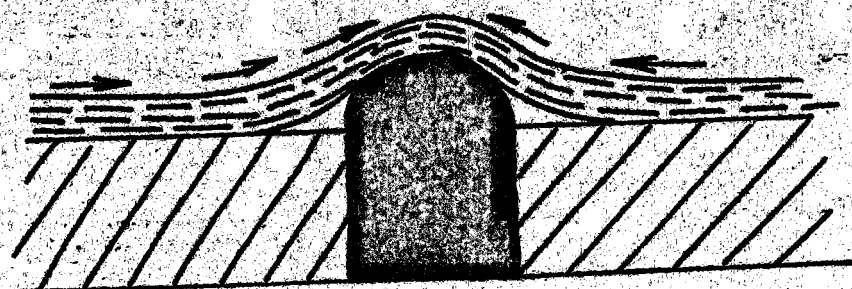
Za stejných předpokladů pro výpočet napětí (resp. deformací) jako v předchozím případě při výpočtu zakřivení cementového potěru (plynového a příslušnosti ke kompozitnímu systému), tj. při votknutí krytiny na rozpětí 5 cm (což je oprávněné, neboť k dobrému přilepení v okolí spáry skutečně došlo prostřednictvím zálivkového asfaltu, jímž byly okraje spáry potřísněny), při zatížení jedním osamělým břemenem uprostřed tohoto rozpětí, a při tloušťce krytiny 1,2 cm, vychází poměrná deformace horního povrchu krytiny uprostřed spáry a spodního v okolí okraje spáry, předpokládáme-li výšku návalku pouze 1/3 shora vypočtené hodnoty (obr. 26) při vzdálenosti spar 600 cm

$$\varepsilon = \frac{1,513 \cdot 12 \cdot 1,2}{25 \cdot 3} = 0,291$$

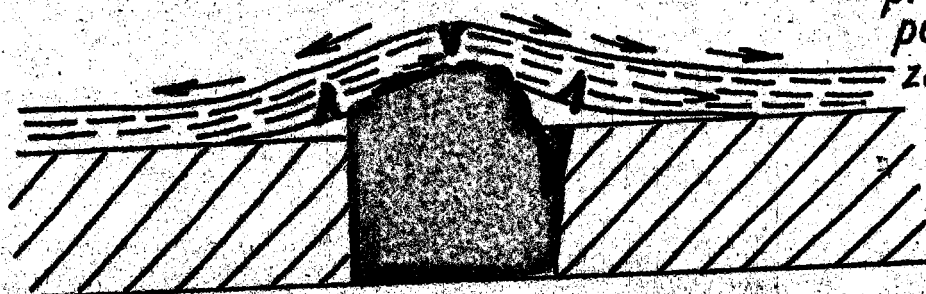
a při vzdálenosti spar 250 cm

$$\varepsilon = \frac{0,64 \cdot 12 \cdot 1,2}{25 \cdot 3} = 0,191$$

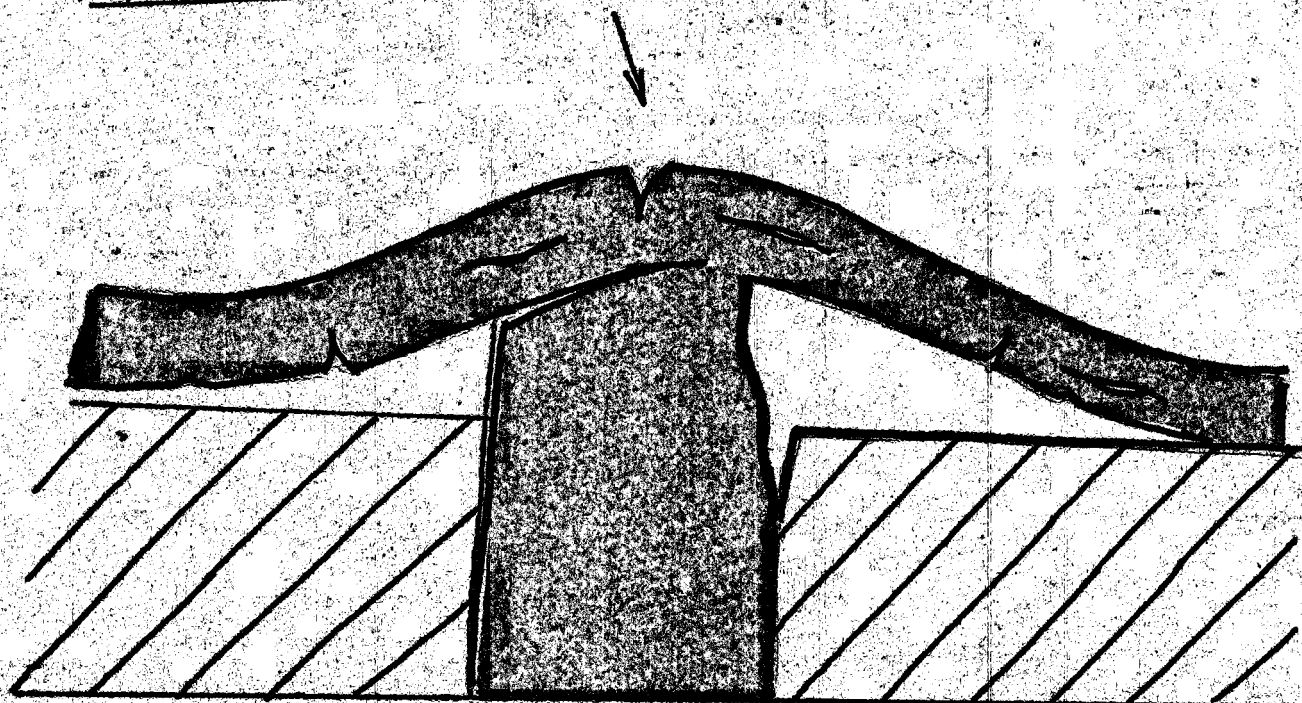
V obou případech jsou vypočtené hodnoty daleko za tažností (mezním protažením při porušení resp. mezní deformací při vzniku trhlin (viz obr. 13) použité krytiny a k porušení trhlinami by nezbytně muselo dojít. Velikost polí, která by dávala záruku, že za uvedených předpokladů nedojde k porušení trhlinami nad asfaltovým návalkem, neexistuje. Již samo vytvoření návalku v důsledku zvětšení vlastního objemu asfaltu ve spáře (bez ovlivnění délkovou dilatací podkladu) by



při zahřátí



při ochlazení
po předchozím
zahřátí



Vznik poruch nad asfaltovou výplní dilatačních spár
podkladu při ochlazení krytiny po jejím předchozím
zahřátí

Obr. 25

způsobilo poněkud přetvoření hodnot srovnávacích s mezním přetvořením použitých materiálů (obr. 27).

✓
✓
G
Když postavené předpoklady přirozeně nejsou v praxi zcela a vždy splněny a systém si různým způsobem pohybuje (redistribucí napětí z míst více napjatých do míst napjatých méně jakož i relaxací napětí), dokládají horní úvahy dostatečně, že napjatost krytiny nad spárami podkladu je značná, podstatně nepříznivější než v kterémkoli jiném místě střešního pláště.

Zjištěné nedokonalé přilepení krytiny k podkladu v polích a naopak její úplné přilepení k výplňovému asfaltu v oblasti dilatačních spar vede při snížení teploty ke vzniku tahových napětí v krytině, v podstatě rovnoměrně rozložených přes celé dilatační pole. Za předpokladu připevnění krytiny nad dilatační spárou se tato napětí při povoleném snížení teploty o 30°C (modulu přetvárnosti krytiny $E = 60 \text{ kg/cm}^2$) přiblíží hodnotě

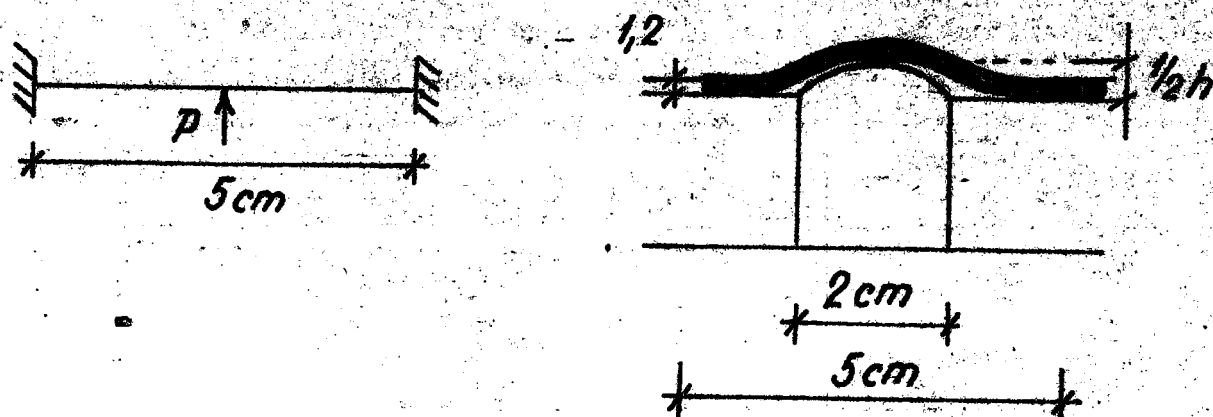
$$30 \cdot 54 \cdot 10^{-5} \cdot 60 = 1 \text{ kp/cm}^2,$$

při prudkém tepelném šoku (modulu pružnosti krytiny $E = 400 \text{ kp/cm}^2$) hodnotě

$$30 \cdot 54 \cdot 10^{-5} \cdot 400 = 6,5 \text{ kp/cm}^2.$$

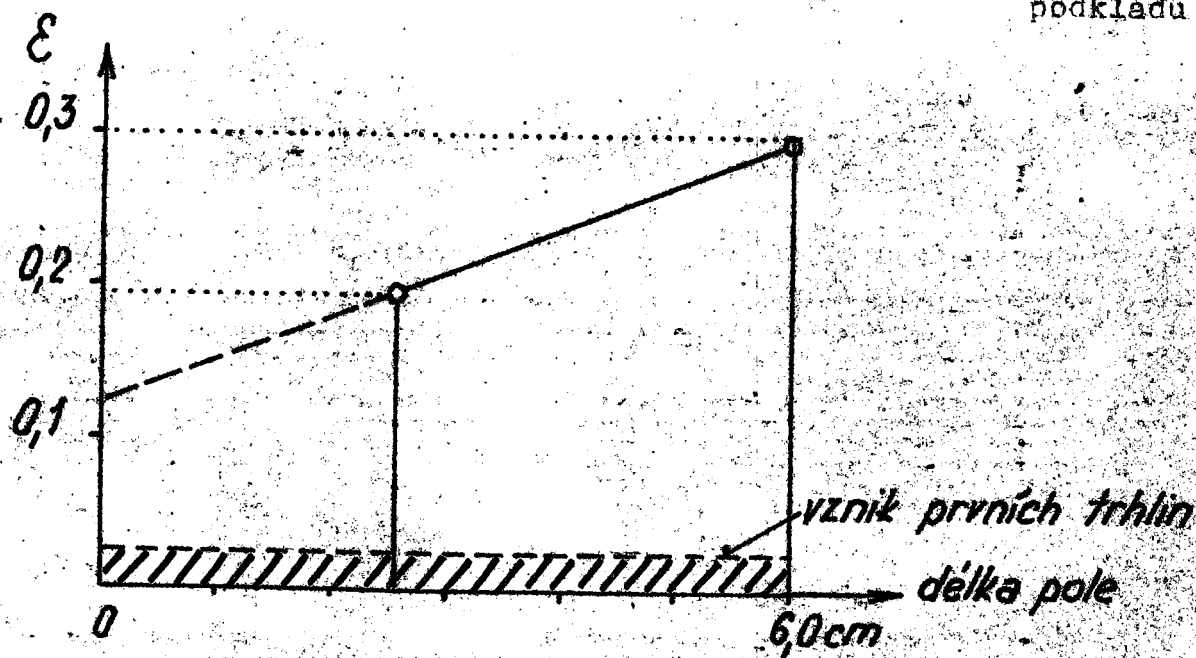
✓
Je nasnadě, že nejnepříznivěji se toto napětí projeví v místech a další napjatosti nebo v místech se zárodky poruch či vrubů. Takové místo je právě nad dilatačními spárami.

V kontrastu se zjištěnou situací je nutno uvést k jakým napjatostem (resp. přetvořením) by došlo, kdyby krytina byla



Výpočtové schéma namáhání vodo-
těsné izolace ohybem nad asfaltovým návalkem v dilatační spáře
podkladu

Obr. 26



Obr. 27

Poměrné přetvoření horního líce krytiny nad asfaltovým
návalkem v závislosti na délce dilatačního pole podkladu

k podkladu dokonale přilepena a spáry podkladu nebyly vyplněny asfaltem. Lze se domnívat, že za těchto okolností by krytina s podstatně menším modulem pružnosti v podstatě sledovala lineární teplotní deformace podkladu (nepřiblíží-li se pro jednoduchost k dříve popsanému zakřivení celého systému). Deformace každého dilatačního pole podkladu by musela přenést část volné krytiny nad dilatační spárou v délce rovné šířce spáry t.j. 2 cm (obr. 29).

✓ Jestliže se opět vezme v úvahu změna (snížení) teploty krytiny o 30°C (což není hodnota přemrštěná, protože krytina po delším oslunění relaxuje, takže její napjatý stav se posouvá k vyšší teplotě, než byla při její výrobě, např. na 30°C), dosáhla by lineární deformace středního pláště (podle deformace cementového potěru) v případě poli o délce 600 cm hodnoty

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot 600 = 21,6 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

a poměrná deformace nad spárou z toho

$$\epsilon = \frac{21,6 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,108 \cdot$$

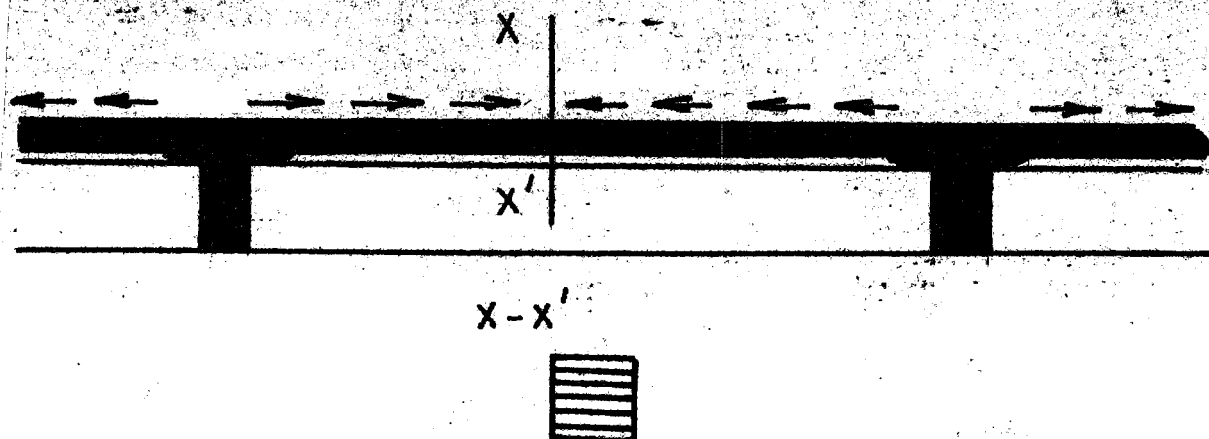
Tato hodnota vysoko přesahuje přetvoření při vzniku prvních trhlin (odpovídá plastické oblasti); trhliny tedy prakticky mohou vzniknout a dosáhnout značné šířky.

Ve druhém případě, s poli o délce 250 cm, by bylo

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot 250 = 9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

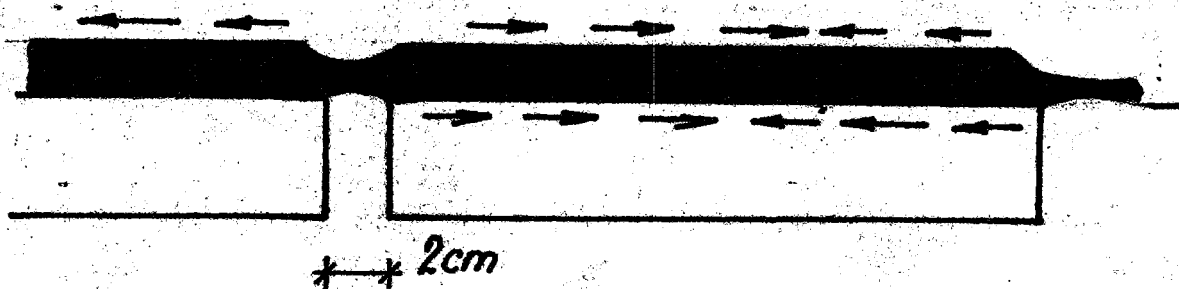
a poměrná deformace nad spárou z toho

$$\epsilon = \frac{9 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,045.$$



Obr. 28

Namáhání vodotěsné izolace prostým tahem od snížení teploty při jejím přilepení pouze nad dilatačními spárami podkladu



Obr. 29

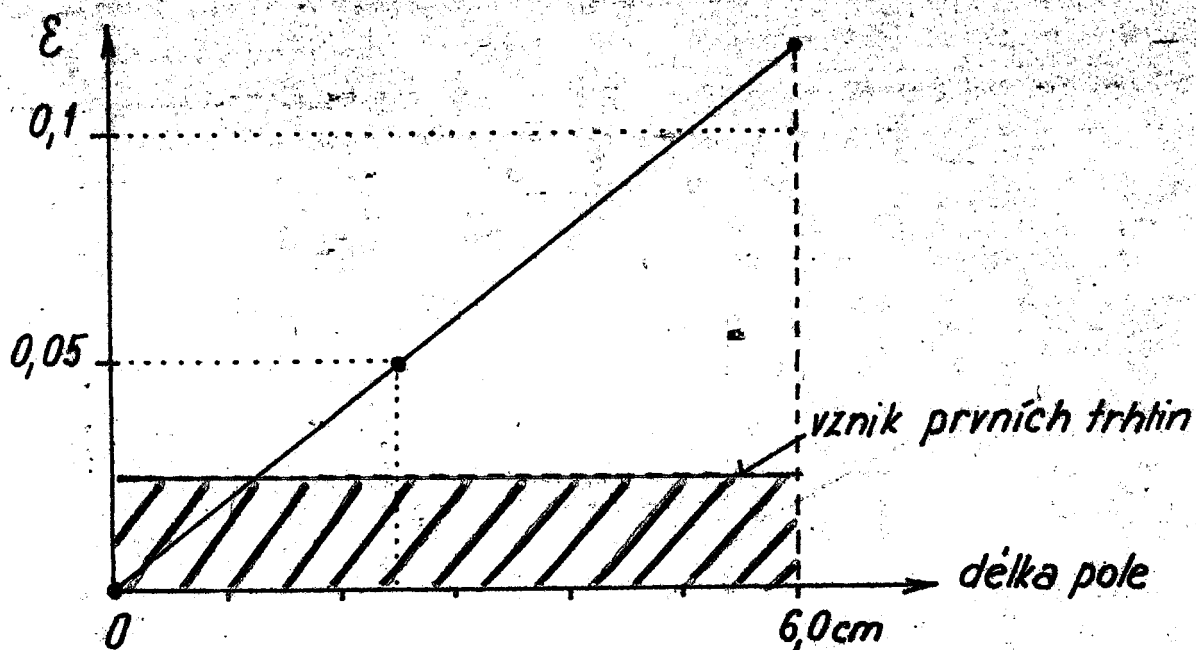
Namáhání vodotěsné izolace prostým tahem nad dilatační spárou podkladu od snížení teploty, jestliže je tato izolace plně připojena k podkladu a jeho spáry nejsou vyplněny asfaltem

I tato hodnota je již zřejmě za hranicí vzniku prvních trhlin, na počátku plastické zony. V praxi by v tomto případě mohly rovněž vzniknout trhliny, jejich šířka by však byla podstatně menší než v případě prvním. Změnu velikosti poměrných přetvoření s délkou dilatačního pole ukazuje obr. 30.

✓ Předchozí úvahy vycházejí ² z nepoměrně velkých teplotních rozdílů. U daného systému může v praxi k tak velkým rozdílům skutečně dojít v důsledku malé teplotní kapacity a tím malé akumulace, zdůrazněné ještě nepatrným odvozem (přestupem) tepla. Účinnost tepelných šoků je zde zvláště velká.

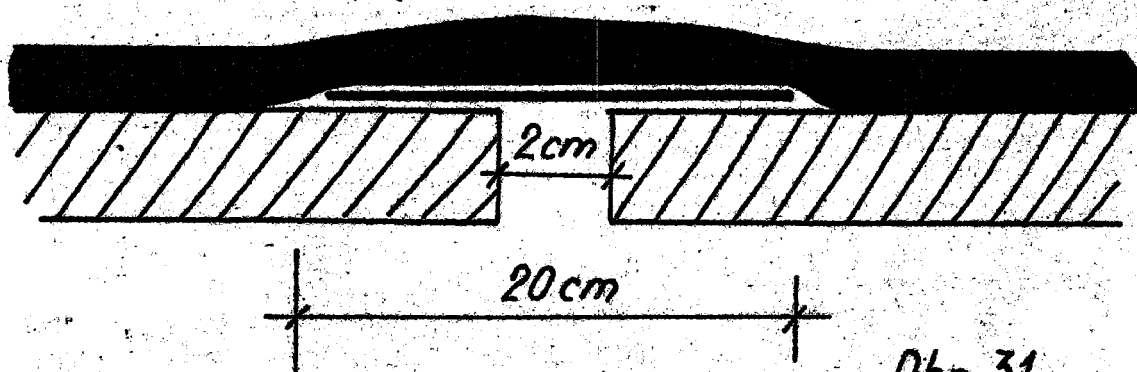
Předchozí úvahy dále vedly k závěru, že k poruchám krytiny jsou nej náchylnější místa nad dilatačními sparami cennového potěru, že tyto poruchy mohou nejčastěji vznikat v zimním období (většinou jako následek změn nastalých v letním období), že tyto poruchy by pravděpodobně vznikly při velikosti polí podkladu jak 6 m tak i 2,5 m a při tloušťce krytiny 0,4 cm stejně tak jako 1,2 cm, a že takové poruchy mohou vznikat kombinovaným působením tahového a ohybového namáhání. Skutečný charakter poruch, jak je patrný např. na snímcích 5, 6 a 14 až 16, odpovídá zcela těmto úvahám.

Nakonec je nutno zhodnotit, k jakému omezení napětí (nebo deformací) krytiny by došlo, kdyby bylo vyhověno doporučení generálního projektanta (které nicméně přišlo již pozdě, po provedení první vrstvy vodotěsné izolace, v únoru



Změna poměrného přetvoření vodotěsné izolace nad dilatační spárou podkladu při změně teploty (plné připojení, spára bez zálivky)

Obr. 30



Obr. 31

Úprava dilatační spáry podkladu vodotěsné izolace podle návrhu generálního projektanta z února 1970

1970), a to nalepit krytinu na cementový potěr v šíři 20 cm kolem jeho dilatačních spár.

✓ Za předpokladu úplného přilepení krytiny v celé ²celkové ploše by z lineárních změn podkladu při délce pole 600 cm vyplývalo

$$\varepsilon = \frac{21,6 \cdot 10^{-2}}{20} = 0,0108,$$

což je deformace dostatečně malá, aby v krytině nevznikly trhliny.

Napjatost plynoucí ze zakřivení dilatačních celků by pro pole o délce 600 cm vyvolala deformaci

$$\varepsilon = \frac{12 \cdot 0,53 \cdot 1,2}{400} = 0,01906 .$$

I tato hodnota sama je pod mezí vzniku trhlin. Spolu s předchozí hodnotou však celková deformace nabývá

$$\varepsilon = 0,02986 ,$$

kteřá je již v oblasti vzniku trhlin. I když je možno vypočtené hodnoty považovat za maximální (v praxi z dříve uvedených důvodů většinou nedosažované), lze za doporučitelnou šířku nepřilepeného pruhu krytiny (nebo lépe pruhu, odděleného od cementového potěru vložkou k oběma materiálům nelepoucí) pokládat spíše 30 cm (po 15 cm na obě strany od osy dilatační spáry). Při této šířce by nemělo dojít k jakýmkoli poruchám ani při velikosti dilatačních polí 600 cm; šířka pruhu 20 cm by pak plně postačila při velikosti dilatačních polí 250 cm.

4. Střešní plášť jako celek

✓ ✓
Veškeré vývoody v předchozí 3. kapitole vycházely z
mlčky přijatého předpokladu, že krycí dodotčená izolace s
podkladní vrstvou cementového potěru je oddělena od ostatní
konstrukce střešního pláště. Tento předpoklad byl zcela
oprávněný, neboť jde skutečně o tzv. "plovoucí" vodoizolač-
ní systém: cementový potěr je uložen volně na tepelně-izo-
lačních vrstvách heraklitu a pěného polystyrenu a od vlast-
ní konstrukce oddělen ještě dvěma nezávislými vrstvami la-
penky (mezi heraklitem a cementovým potěrem nasucho, mezi
vyrovnávacím betonem a pěnovým polystyrenem do asfaltu).

Uložení tohoto druhu umožňuje poměrně snadné deformová-
ní vodoizolačního systému bez závislosti na dilatacích kon-
strukce resp. tepelně-izolačních vrstev. Cementový potěr
(podklad) mále relativně rychle reagovat na délkové změny
krytiny a při jejím dokonalém přilepení na podklad mále v té-
to krytině dojít ke vzniku značných napětí nad dilatačními
spárami podkladu v důsledku jeho lineárních teplotních změn
a v důsledku zakřivení celého systému přizpůsobujícího se
společně změně teploty.

✓
Jestliže by podkladní betonová vrstva byla tužší (rea-
lizovaná např. lehkým betonem) a zejména kdyby tato vrstva
byla pevně spojena s konstrukcí, rozdělili by se v důsledku
působení (odperu) konstrukce proti přetváření podkladu de-
formace krytiny po délce polí rovnoměrněji, žádná šifky di-

latačních spár podkladu by byla nepatrná a nemohlo by nad nimi dojít ke škodlivým koncentracím napětí v krytině. Smykové napětí v kontaktní spáře krytiny a podkladu by se sice o něco zvětšilo, avšak právě zde jsou ještě jisté rezervy pevnosti. V kontaktní spáře by mohlo dojít nanejvýš k částečnému oddělení krytiny a podkladu nebo (např. při použití dřevané lepenky) k deformaci jejich spojovacích článků. Z horních důvodů by ani nebylo nutno dilatační spáry podkladní vrstvy spojené s konstrukcí provádět.

U plovacího systému přicházely v daném případě v úvahu dvě mezní alternativy uspořádání, a to

- úplné připojení krytiny k podkladnímu cementovému potěru,
- a
- připojení krytiny k podkladu pouze ve spárách, vyplněných asfaltem.

Při obojím uspořádání dochází k největšímu namáhání krytiny nad dilatačními spárami podkladního potěru, a to v důsledku plovacího systému, přičemž vznikající napětí jsou závislá na velikosti dilatačních polí podkladního potěru. Relativně největší namáhání krytiny jsou vyvolávána vyplněním dilatačních spár mezi šestimetrovými poli podkladního potěru asfaltem.

5. Rehabilitace dříveš poruchy

Hlavní důvod poruchy je v daném případě třeba hledat v základní koncepci střešního systému. Při použití nové kombinace materiálů byly mechanicky přejaty zkušenosti získané s jinými střešními pláštmi, nebylo přihlédnuto ke specifickým vlastnostem nově aplikovaných materiálů a nebyla tedy navržena žádná přídatná opatření, eliminující negativní stránky nového systému. V aplikaci nových hmot, které se objevují na trhu (mnohdy bez dostatečných informací) s větší rychlostí, než odpovídá schopnostem absorpce většiny projektantů, dochází naneštěstí často k podobným přihlídnutím.

K zásadní chybě v daném případě došlo, když střešní plášť nebyl posuzován jako nedílný celek, plně spolupracující konstrukce, jejíž jednotlivé části vzájemně účinně interagují, přičemž jejich interakce s okolím je společná, vlastní celému systému.

Faktorem přispívajícím k neúspěchu v daném případě bylo nedodržení velikosti dilatačních polí cementového potěru, jak ji předepisoval projekt. Další opatření, které bylo sřejmě provedeno ve snaze zlepšit chování systému, které však přineslo pravý opak, bylo vyplnění dilatačních spár cementového potěru asfaltem.

Mezi další vlivy, které v daném případě do jisté, menší míry přispěly k neúspěchu, je možné zahrnout použití nevhodné kombinace vodoizolačních pásů (s nejmenší tužností do vrchní, nejvíce mechanicky namáhané vrstvy), nadměrně dlouhé

provádění vodotěsné izolace a nezbytné zabudování vlhkosti a posílení některých nepříznivých teplotních faktorů v průběhu kladení jednotlivých vrstev, nedokonalé zpracování (přilepení) vodotěsné izolace k podkladnímu cementovému potěru a ne zcela dokonalý návrh a nedůsledná realizace odvětrávacího systému středního pláště.

✓ Nezbyvá než poznamenat, že na celé záležitosti daleko více než nedokonalý návrh případně chybné provádění středního pláště udívá netočnost všech účastníků při objevení poruch - týchž jako po dokončení středního pláště - již po položení první vodoizolační vrstvy a posléze i po položení vrstvy druhé; dlouhodobé provádění vodotěsné izolace mohlo být výhodou právě jen, že poruchy byly včas signalizovány. Důkladný rozbor příčin a náprava nedostatků mohly neúspěchu celého díla účinně a včas zabránit.

Jednotlivé příčiny poruchy lze znovu vyjmenovat (bez pořadí důležitosti nebo priority) takto:

- ✓ a) Nevhodná koncepce celého systému středního pláště bez návrhu opatření eliminujících nebo redukcujících nepříznivé faktory (tj. zejména volného překrytí dilatačních spár podkladu vodotěsnou izolací, flexibilního připojení vodotěsné izolace k podkladu apod.).
- b) Nadměrná velikost dilatačních polí podkladu vodotěsné izolace.

- c) Vyplnění dilatačních spár podkladu vodotěsné izolace asfaltem.
- d) Nedokonalé připojení vodotěsné izolace k ploše podkladu a její pevné připojení nad dilatačními spárami podkladu.
- e) Nadměrně dlouhá doba provádění vodotěsné izolace, zejména na dlouhé intervaly mezi kladením jednotlivých vodoizolačních vrstev.
- f) Nevhodná kombinace izolačních pásů ve skladbě vodotěsné izolace.
- g) Ne zcela dokonalé odvětrání střešního pláště.

K porovnání významu jednotlivých příčin a získání objektivní informace o jejich uplatnění mohou posloužit vypočtené hodnoty přetvoření (případně napětí), vznikajících v krytině v důsledku těchto příčin. Žádné z uvedených hodnot ovšem není absolutní a sama o sobě objektivní; ovlivňuje ji řada předpokladů, nezbytně do výpočtu zaváděných. V následujícím přehledu jsou vypočtené hodnoty srovnány s mezními deformacemi (tažnost) a deformacemi při vzniku trhlin vodotěsné izolace zjištěnými na odebranych vzorcích.

Ozn.	Způsob namáhání krycí vodotěsné izolace	Vypočtená deformace	Vypočtené napětí kp/cm^2	Mezní deformace při porušení	Mezní napětí při vzniku trhlin kp/cm^2
A	Ve smyčku v kontaktní spáře s podkladem				
	- v průměru		0,5		
	- v blízkosti dilatační spáry podkladu		1,0		

B	V ohybu nad dilatační spárou v důsledku zakřivení dilatačního pole podkladu			
	- pro dilatační pole 6,0 m	0,305	0,24	0,03
	- pro dilatační pole 2,5 m	0,0516		
C	V ohybu nad dilatační spárou podkladu v důsledku vytlačení asfaltu z této spáry			
	- pro dilatační pole 6,0 m	0,291	0,24	0,03
	- pro dilatační pole 2,5 m	0,191		
D	V čistém tahu při přilepení pouze v dilatačních spárách podkladu			
	- při povoleném snížení teploty 1,0			11,0
	- při tepelném šoku	6,6		
	V tahu nad dilatační spárou podkladu nevyplněnou asfaltem při úplném přilepení v poli			
	- při dilatační pole 6 m	0,108	0,24	0,03
	- pro dilatační pole 2,5 m	0,045		
F	Při volném překrytí dilatační spáry podkladu v šířce 20 cm			
	- pro dilatační pole 6 m			
	-- ad E	0,0108	0,24	0,03
	-- ad B	0,0191		
	-- ad C	0,0182		
	- pro dilatační pole 2,5 m			
	-- ad E	0,0045	0,24	0,03
	-- ad B	0,0032		
	-- ad C	0,0112		
G	Při volném překrytí dilatační spáry podkladu v šířce 30 cm			
	- pro dilatační pole 6 m			
	-- ad E	0,0072	0,24	0,03
	-- ad B	0,0035		
	-- ad C	0,0021		

Z tabulky je patrné, že bezpečnou funkci krycí vodotěsné izolace bez vzniku jakýchkoli poruch by bylo možno očekávat při délce dilatačních polí podkladu 2,5 m a volném překrytí dilatačních spár podkladu na šířku 20 cm, resp. při délce polí 6 m a volném překrytí spár na šířku 30 cm.

6. Míra zavinění závažných stran

Na jednotlivých příčinách poruchy v předchozí kapitole vyjmenovaných se podílely závažné strany:

a) Stavební izolace - chybný návrh koncepce středního pláště

Centropjekt - převzetí chybného návrhu do projektu

b) Centropjekt - nedostatečné zohlednění velikosti dilatačních polí podkladu vedutěné izolace (předepsané podle projektu Stavebních izolací)

Pozemní stavby - neprovedení těchto dilatačních polí dle technické správy projektu

Stavební izolace - převzetí chybně dilatovaného podkladního cementového potěru (objektivně zjiitelná závada)

c) Pozemní stavby - vyplnění dilatačních spár cementového potěru asfaltem

Stavební izolace - převzetí podkladního cementového potěru s chybně upravenými dilatačními spárami (objektivně zjiitelná závada)

d) Stavební izolace - nedokonalé zpracování první vedutěné izolace a nedodržení skladby vedutěné izolace

e) Stavební izolace - dlouhodobé provádění prací

Pozemní stavby - nevyvození technických důsledků

Centropjekt

..

Pecko

..

ad f) Stavební izolace - návrh a odsouhlasení změn skladby krycí vodotěsné izolace

Centroprojekt

-"-

-"-

ad g) Pozemní stavby - nedokonalé provedení odvětrávacího systému

Stavební izolace - nedokonalý projekt

-"-

Centroprojekt

-"-

-"-

Z horního výčtu zavinění a z váhy jednotlivých příčin poruchy a jejich souvislosti s ostatními i s realitou lze usoudit, že podíl zúčastněných stran na havárii krycí vodotěsné izolace na střeše haly (objektu 1) n.p. Penko ve Strakonici lze stanovit přibližně takto:

Stavební izolace n.p.	40 %
Pozemní stavby n.p.	30 %
SÚ Centroprojekt	20 %
	10 %



Richard Baroš
R. BAROŠ

Znalecká doložka:

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

Znalecký úkon je zapsán pod poř. č. 33/74 znaleckého

deníku.

Znalečné a náhradu nákladů (náhradu mzdy) účtuji podle přílohy likvidace na základě doložky č. _____



Ing. doc. Richard P a r e š

c/o Ústav teoretické a aplikované mechaniky
Československé akademie věd

Vyšehradská 49

128 49 P r a h a 2

D o p l ě k z n a l o c k ě h o
p o s u d k u

o příčinách poruch střešní krytiny ve výrobě hle národního
podniku [REDACTED]

Čj. Z 3/94/74

Praga, 13.11.1974

Dne 7.11.1974 při arbitrážním jednání vedeném v
především věci byl jsem požádán státním arbitrem o do-
plnění svého znalostního posudku Čj. Z 31/69-74

a/ o vyjádření ke stanovisku Stavebních izolací n.p. ze
dne 5.11.1974 k mému znalostnímu posudku (které bylo
předloženo při arbitrážním jednání 7.11.1974)

b/ o vyjádření ke stanovisku Pozemních staveb n.p. České
Budějovice k mému znalostnímu posudku (které má být
přesně dodáno neochranné analýze)

c/ o dobrozdání, jak Stavební izolace n.p. se podílí
na ležení z titulu projektanta střešních konstrukcí
a jak z titulu dodavatele vodotěsné izolace.

Trochu do minulého dne jsem neobdržel přesně sta-
novisko Pozemních staveb n.p. České Budějovice, má za
to, že k posudku není připraven.

P o s u d e k

K bodu a/ "Stanoviska SI":

Bylo prokázáno v jednotlivých kapitolech znaleckého posudku, zejména kap. 3.3, str. 50, obr. 22, kap. 3.4, str. 55-58, obr. 30, a konstatováno v rekapitulaci důvodů poruchy na str. 64, že navržený a přijatý koncept středního systému je technicky nevyhovující a jednou z hlavních příčin poruchy. To ostatně také potvrzuje obsah bodu a/ "Stanoviska SI".

Nesvržení opatření eliminujících nebo redukujících nefyzikální faktory je příjmem zavíracím tvrzení projektantem středního pláště (stav. izolace, n.p.), když vycházel ze zkušeností se středními plášti jiných systémů a nezanalo v ověřený stav znalostí a zkušeností ve světovém měřítku.

K bodu b/ "Stanoviska SI":

Cementový potěr mezi tepelnou a vodotěsnou izolací je neodlučnou součástí středního pláště a předpis o jeho úpravě musí proto být neodlučnou součástí projektu tohoto středního pláště (viz např. str. 64 znal. posudku).

Předpis o velikosti dilatačních polí cca $6m^2$ je nedostatečný a neúplný (viz str. 29 a 35 znal. posudku) a zakládá v tomto směru zavírací tvrzení izolací n.p. jako projektanta středního pláště; na tento závěr se podílí dále generální projektant - Centroprojekt, a to akceptováním uvedených nedostatků (viz str. 29 a 60 znal. posudku).

Podpisem shora uvedeného zavinění je rovněž prováděcí podnik - Pozemní stavby n.p. České Budějovice (viz str. 29 anal. posudku), který nejenže nevyžadoval upřesnění nedostatečného údaje, ale ani tyto nedostatečné údaje nevzal v úvahu.

Prováděcí závod SI pak nepřevzal topelacu izolaci jako podklad vodotěsné izolace podle vlastních požadavků projektu Stavebních izolací n.p. Nemělo být sporu o tom, že prováděcí závod nemá zahájit práce bez důkladného seznámení s "technickou dokumentací", do níž nepochybně náleží zejména technická správa projektu. Jediní slovy podpisem zavinění je i prováděcí závod SI, který se neseznámil s projektem.

K bodu c/ "Stanoviska SI":

Výplňní spár asfaltem nebylo projektováno. Prováděcím závodem SI - kdyby znal projekt - již z tohoto důvodu neměl být takto upravený podklad převzat. Navíc specializovaný závod na provádění stavebních izolací by měl ze zkušenosti znát - zná-li ovšem projekt - škodlivost takové úpravy přední části středního pláště.

Vedle hlavního podílu Pozemních staveb n.p. České Budějovice, které závlivu provedli, nelze přehlédnout zavinění Stavebních izolací jako prováděcího závodu.

K bodu d/ "Stanoviska SI":

Připojení první vodoizolační vrstvy k cementovému podkladnímu potěru bylo shledáno podle analýz odebraných vzorků jako nedokonalé. V kontrastu s tím připojení vodoizolačního pláště k asfaltové závlivě dilatačních spár (objektivní zjištění procentuálního údaje o plodu dokonalého přitvo-

žní vodotěsnostní vrstvy k podkladu je možné pouze za cenu úplného odstranění vodotěsnostního pláště) jako zcela dokonalé.

V souvislosti s předchozím bodem c/ z uvedeného vyplývá zavinutí obou prováděcích závodů (IS a SI). K zavinutí prováděcího závodu SI přispívá dále nedodržení projektované skladby vodotěsné izolace.

K bodu c/ "Stanoviska SI":

Nedostatečně dlouhá doba provádění vodotěsné izolace (zejména dlouhé intervaly mezi kladením jednotlivých vodotěsnostních vrstev) je funkcí vodotěsné krytiny nesporně na závodě a to zvláště v případě použitého střešního systému (viz str. 36 a 63 anal. posudku) a zakládá v tomto směru zavinutí prováděcího závodu SI. Na tomto zavinutí se z titulu autorského a investičního dozoru (viz vyhl. 104 Sb. 1973, Met. pokyny z 28.12.1971, prováděj FMR, roč. 1, částka 7 z 11.12.1971) podílejí rovněž Stř. Centroprojekt a n.p. Fezko.

Je poznávací, že aditivní teplotní zvýšení o 30°C, ke kterému může dojít na černé vodotěsnostní vrstvě nechráněné antireflexním nátěrem je hodnotou shodné s diferencemi teplot uvažovanými ve výpočtech analýzy posudku. Z toho vyplývá ve výpočtech analyzovaných vrstev vznik deformací nebo napětí zhruba dvojnásobných.

K bodu f "Stanoviska SI":

Předložené doklady a znalecké rozbery prohlašují, že nebylo vždy použito izolčních pásů dle projektu (viz str. 18 anal. posudku).

Prováděcím závěrem SI navržené znění shledby (viz str. 13 znal. posudku) vedle toho přispěla k časnějšímu porušení vrchní vodotěsnostní vrstvy a většímu rozvětvení vznikajících trhlin (viz str. 16-17 znal. posudku) dále údaje o fyzikálních vlastnostech jednotlivých pásů v tab. 1 na str. 19 znal. posudku).

Procentuální zastoupení jednotlivých druhů izolačních pásů ve vodotěsnostních vrstvách vodotěsné izolace bylo by možno objektivně určit pouze totální destrukcí vodotěsné izolace (po vrstvách). Náhodně odebrané vzorky (viz str. 18 znal. posudku) však neodvědí o jednotné skladbě vodotěsné izolace.

Chc předchozí důvody opět svědčí pro zavinění prováděcího závěru Stavebních izolací n.p. a z titulu autorského a investorského dozoru rovněž SJ Centroprojekt a n.p. Pozko.

Z bodu g/ "Stanoviště SI":

Ze stanoviska SI vyplývá v soulase se zněním znaleckého posudku zavinění Pozemních staveb n.p. za nedokonalé provedení odvětrávacího systému a Stavebních izolací a Centroprojektu za jeho nedokonalý projekt.

Z á v ě ř

Předložený doplněk znaleckého posudku nesníží v žádné poloze věcný obsah původního znaleckého posudku, když nebyly předloženy žádné nové podklady nebo průkazy, které by již nebyly známy.

Při návrhu procentuálního zavinění (viz str. 69 anal. posudku) vycházel znalec nikoli z odhadu, ale z detailního rozboru všech příčin (a - g) havarie. Ize doplnit, že z tohoto rozboru plyne podíl projekce Stavebních izolací n.p. 25% a provádění Stavebními izolacemi n.p. 15%.

D o d a t e k

Dnešního dne bylo znalci doručeno vyjádření Pozemních staveb n.p. Č. Dušejovice. Protože ani toto vyjádření nedokládá nové nebo neznámé skutečnosti, pokládá znalec znění svého původního posudku spolu s tímto doplnkem za zcela vyčerpávající.

Richard H a r e š

Ing. doc. Richard P a r e š

c/o Ústav teoretické a aplikované mechaniky
Československé akademie věd

Vyšehradská 49

128 49 P r a h a 2

D o p l ě k z n a l o c k ě h o
p o s u d k u

o příčinách poruch střešní krytiny ve výrobě hale národního
podniku [REDACTED]

Čj. Z 3/94/74

Praga, 13.11.1974

Dne 7.11.1974 při arbitrážním jednání vedeném v
především věci byl jsem požádán státním arbitrem o do-
plnění svého znalockého posudku Čj. Z 31/69-74

a/ o vyjádření ke stanovisku Stavebních izolací n.p. ze
dne 5.11.1974 k mému znalockému posudku (které bylo
předloženo při arbitrážním jednání 7.11.1974)

b/ o vyjádření ke stanovisku Pozemních staveb n.p. České
Budějovice k mému znalockému posudku (které má být
přesně dodáno neodkladně znalci)

c/ o dobrozdání, jak Stavební izolace n.p. se podílí
na leaverii z titulu projektanta střešních konstrukcí
a jak z titulu dodavatele vodotěsné izolace.

Trochu do minulého dne jsem neobdržel přesně sta-
novisko Pozemních staveb n.p. České Budějovice, má za
to, že k posudku není připraven.

izolačních prachů nad klimatizační aparaturou, případně k tomu-
to jevu narybnat?

Je zde je možná nějaká možnost v souvislosti s řeše-
ným problémem, než být dodatečně provedeného typu střeš-
ního pláště? Dovolím se na smolecký posudek a jeho
dodatek a opakuji, že dlouhodobé vystavení ochranných
krytin povrchovému účinku, zejména vlivu slunečního
záření vyvolá z tohoto systému střešního pláště v důsled-
ku vyšší teploty žerou na povrchu o 20 až 30°C proti po-
vrchu světlému /stříbrnému/ účinky prakticky dvojnásobek
proti krytině ochranné antireflexní nátěrou.

3. Měří ČSN nebo jiný závazný předpis v rozhodné době platný
upravuje přibližně podmínky /cementových potěrů/ dodavatelem
vodoizolační krytiny před zahájením ^{jeho} práce?

Mimoš obecně platných předpisů při předávání pracoviště
/hosp. zákon č. 109/1964/ je v daném případě rozhodující
vlastní předpis projektu Stavebních izolací a.p., obsažený
v jeho technické zprávě.

4. Kdo odpovídá za kvalitu a dodržení projektu /z hlediska
vhodně provedených dilatací/ cementových potěrů ve smyslu
Čl. 42 ČSN 73 3302 "Pokrývačské práce stavební, provádění
krytin a živých hmot"?
za kvalitu ^{projektu} střešního pláště odpovídá projektant, za dodržení
projektu prováděcí návod spolu s příslušnými dovoz

/ investora a autora projektu/.

Consentový potěr v provedeního systému střešního pláště je však jeho neodlučitelou součástí a navíc velice důležitou součástí, jak vyplývá ze směrnicího posudku a jak si ostatně uvědomovaly i stavební izolace ap. při projekci i dalších jednotlivých vedeních ap. s generálním projektantem. Bez tohoto consentového potěru by nemohl střešní plášť fungovat, ani by mohl prvním; proto je dokonce hrubou chybou projektanta střešnípláště, když tuto důležitou součást neproještoval do všech detailů, včetně resp. V daném případě nelze potěrat tuto vstupu na consentový potěr v obecném smyslu /vstupu vyvolávající a upravující toho podklad, např. beton, železobeton, plechbeton ap./, ale na vstupu transportující namítnutí plošnou volitelnou částí střešního pláště do části tepelné izolace a naplně.

3. Může být někdo střešní vodotěsnostní krytiny - 3 z Arabit

3- na střešní - 2 z Arabit 3 a 1 z Bitagit-extern - přibližnou potřebnou celou střešní izolaci pos?

Střešní neuvírat a doporučení argumentací a návrh směrnicího posudku. Může být střešní neuvíratosti a řešení problémů smyslu, musí být: může arabit Bitagit-extern na již provedený střešní plášť daného systému, v něm navíc byly již zabity prvky /např. střešní/ potřební této vstupu?

Odpověď má být ano, jak plyne z posouzení v daném případě, a především z-otázek volitelné izolace, ve kterých vznikaly problémy již v 1. a 2. vstupu provedení s píslí AMPS s relativně vysokým množstvím přetvoření /přetvoření při přetvoření/, navržená litigita-entice, tedy píslí s podstatně menším množstvím přetvoření do 1. vstupu, tj. vstupy nejvíce namáhavé /viz posudek - namáhaví obyvatel/ muselo vzniknout takto třetí vstupu upříst a rovněž muselo mít za následek větší množství takto, než když byl použit píslí pro jednotu AMPS. Tato píslí rovněž není řešena, že by takto rovněž i v případě použití AMPS pro třetí vstup.

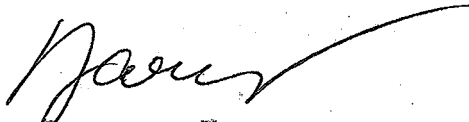
6. Je možné odlišit vodotěsnost krytiny, uvedenou v předchozím bodě 2., v souladu s předpisem o nenasledující vlně v poslední vstupu odlišit izolaci píslí?

Možná odlišit v roce 1972 nebyla provedena podle předpisu, vydaného tehdy v lednu 1974 /viz poznámka 21 z 2. 11. 1974/, ale se odlišit zcela odlišného odlišit. Opět nelze vše posoudit pouze z hlediska vodotěsnosti, ale je třeba přihlídnout především celého píslí vodotěsnosti píslí.

7. Je možné odlišit vlně bez provedení odlišit ale 20 3002 "Odlišit krytinových izolaci odlišit v rlních" určit spolehlivý druh píslí izolaci píslí?

Opět s související otázkou, nebo o to, určit píslí druh

inclusionu planu, ale o určení druhe věci v použitých
přech. Taková určení lze ovšem odhadnout podle i bez
provedení nějakého podle citovaní ČSN podle jiných zřeo-
lá.


R. Boreš

způsobilo poněkud přetvoření hodnot srovnávacích s mezním přetvořením použitých materiálů (obr. 27).

✓
✓
G
Když postavené předpoklady přirozeně nejsou v praxi zcela a vždy splněny a systém si různým způsobem pomáhá (nedistribucí napětí z míst více napjatých do míst napjatých méně jakož i relaxací napětí), dokládají horní úvahy dostatečně, že napjatost krytiny nad spárami podkladu je značná, podstatně nepříznivější než v kterémkoli jiném místě střešního pláště.

Zjištěné nedokonalé přilepení krytiny k podkladu v polích a naopak její úplné přilepení k výplňovému asfaltu v oblasti dilatačních spar vede při snížení teploty ke vzniku tahových napětí v krytině, v podstatě rovnoměrně rozložených přes celé dilatační pole. Za předpokladu připevnění krytiny nad dilatační spárou se tato napětí při povoleném snížení teploty o 30°C (modulu přetvárnosti krytiny $E = 60 \text{ kg/cm}^2$) přiblíží hodnotě

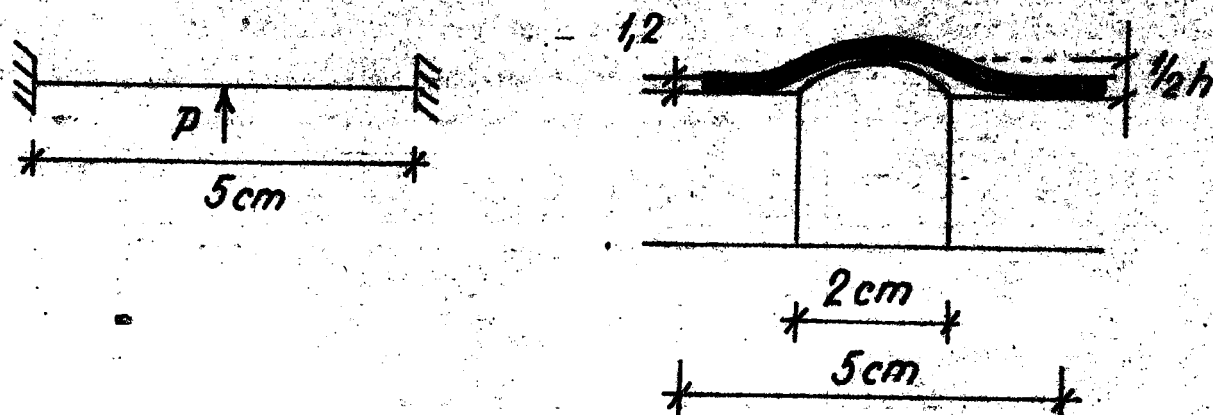
$$30 \cdot 54 \cdot 10^{-5} \cdot 60 = 1 \text{ kp/cm}^2,$$

při prudkém tepelném šoku (modulu pružnosti krytiny $E = 400 \text{ kp/cm}^2$) hodnotě

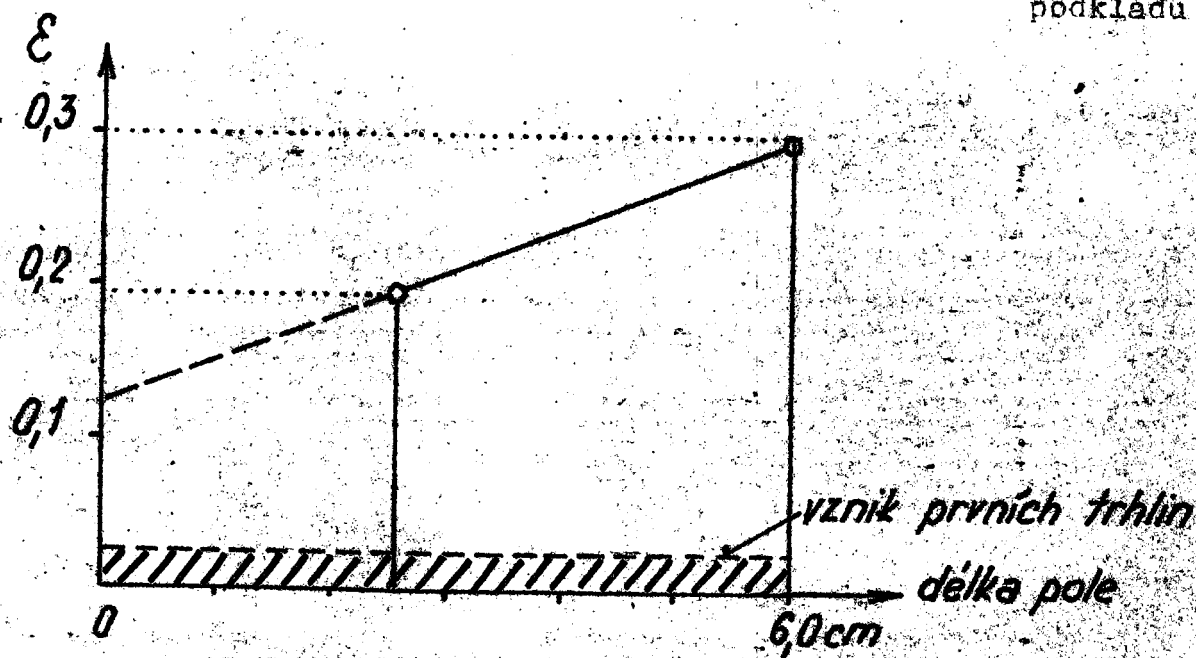
$$30 \cdot 54 \cdot 10^{-5} \cdot 400 = 6,5 \text{ kp/cm}^2.$$

✓
Je nasnadě, že nejnepříznivěji se toto napětí projeví v místech a další napjatosti nebo v místech se zárodky poruch či vrubů. Takové místo je právě nad dilatačními spárami.

V kontrastu se zjištěnou situací je nutno uvést k jakým napjatostem (resp. přetvořením) by došlo, kdyby krytina byla



Výpočtové schéma namáhání vodotěsné izolace ohybem nad asfaltovým návalkem v dilatační spáře podkladu Obr. 26



Obr. 27

Poměrné přetvoření horního líce krytiny nad asfaltovým návalkem v závislosti na délce dilatačního pole podkladu

k podkladu dokonale přilepena a spáry podkladu nebyly vyplněny asfaltem. Lze se domnívat, že za těchto okolností by krytina s podstatně menším modulem pružnosti v podstatě sledovala lineární teplotní deformace podkladu (nepřiblíží-li se pro jednoduchost k dříve popsanému zakřivení celého systému). Deformace každého dilatačního pole podkladu by musela přenést část volné krytiny nad dilatační spárou v délce rovné šířce spáry t.j. 2 cm (obr. 29).

✓ Jestliže se opět vezme v úvahu změna (snížení) teploty krytiny o 30°C (což není hodnota přemrštěná, protože krytina po delším oslunění relaxuje, takže její napjatý stav se posouvá k vyšší teplotě, než byla při její výrobě, např. na 30°C), dosáhla by lineární deformace středního pláště (podle deformace cementového potěru) v případě poli o délce 600 cm hodnoty

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot 600 = 21,6 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

a poměrná deformace nad spárou z toho

$$\epsilon = \frac{21,6 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,108 \cdot$$

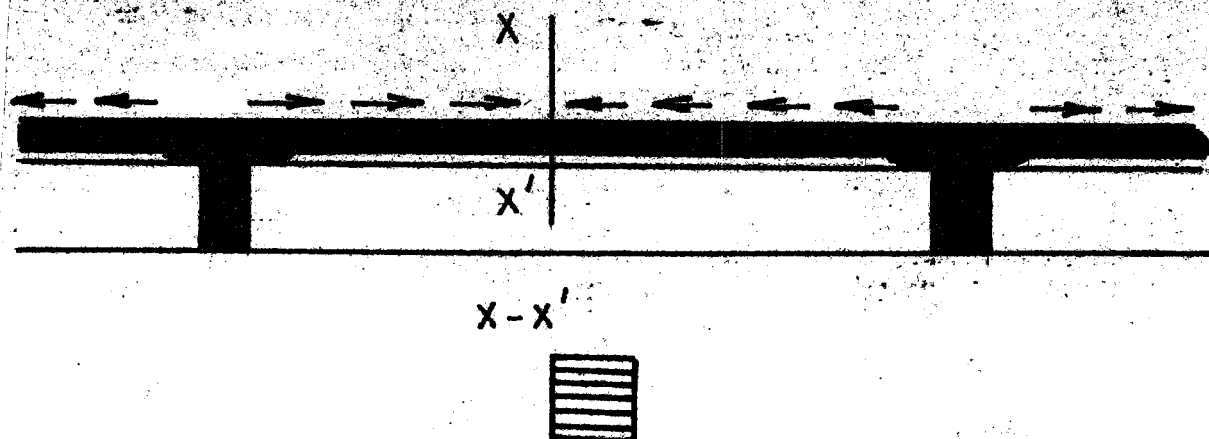
Tato hodnota vysoko přesahuje přetvoření při vzniku prvních trhlin (odpovídá plastické oblasti); trhliny tedy prakticky mohou vzniknout a dosáhnout značné šířky.

Ve druhém případě, s poli o délce 250 cm, by bylo

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot 250 = 9 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

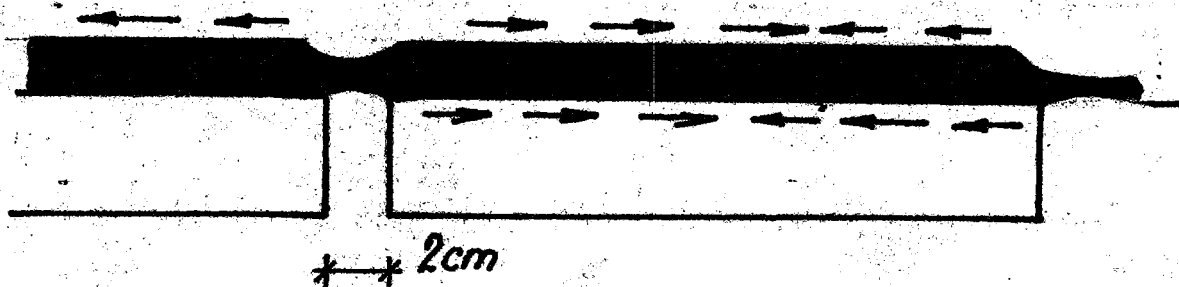
a poměrná deformace nad spárou z toho

$$\epsilon = \frac{9 \cdot 10^{-2}}{2} = 0,045.$$



Obr. 28

Namáhání vodotěsné izolace prostým tahem od snížení teploty při jejím přilepení pouze nad dilatačními spárami podkladu



Obr. 29

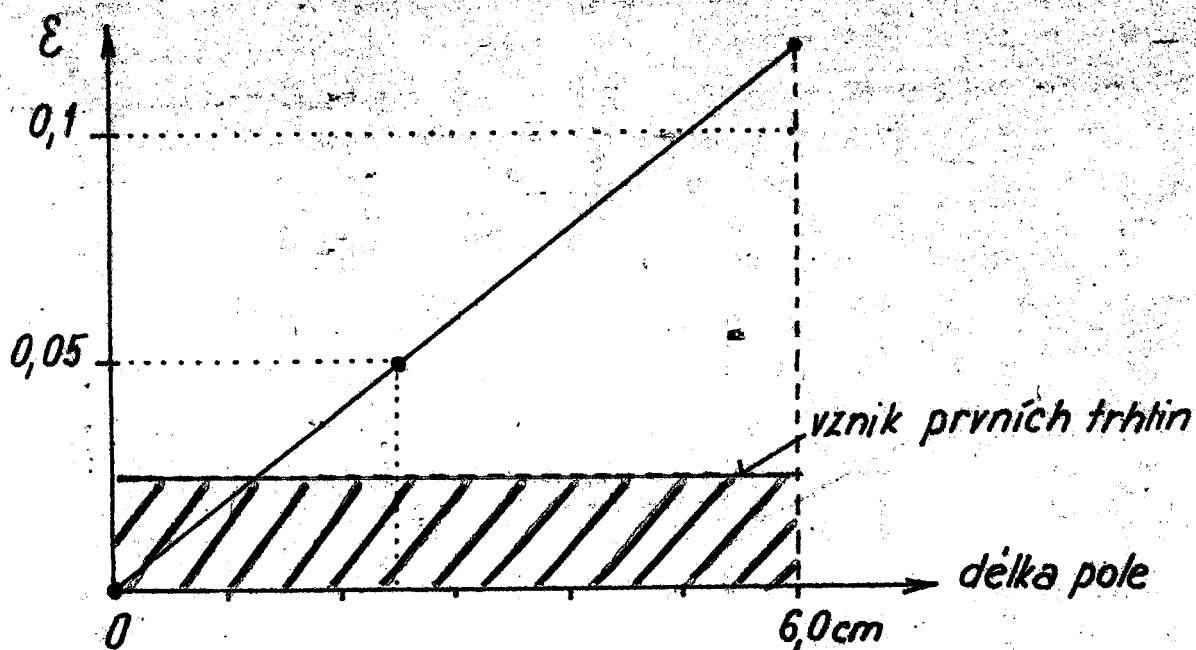
Namáhání vodotěsné izolace prostým tahem nad dilatační spárou podkladu od snížení teploty, jestliže je tato izolace plně připojena k podkladu a jeho spáry nejsou vyplněny asfaltem

I tato hodnota je již zřejmě za hranicí vzniku prvních trhlin, na počátku plastické zony. V praxi by v tomto případě mohly rovněž vzniknout trhliny, jejich šířka by však byla podstatně menší než v případě prvním. Změnu velikosti poměrných přetvoření s délkou dilatačního pole ukazuje obr. 30.

✓ Předchozí úvahy vycházejí ² z nepoměrně velkých teplotních rozdílů. U daného systému může v praxi k tak velkým rozdílům skutečně dojít v důsledku malé teplotní kapacity a tím malé akumulace, zdůrazněné ještě nepatrným odvozem (přestupem) tepla. Účinnost tepelných šoků je zde zvláště velká.

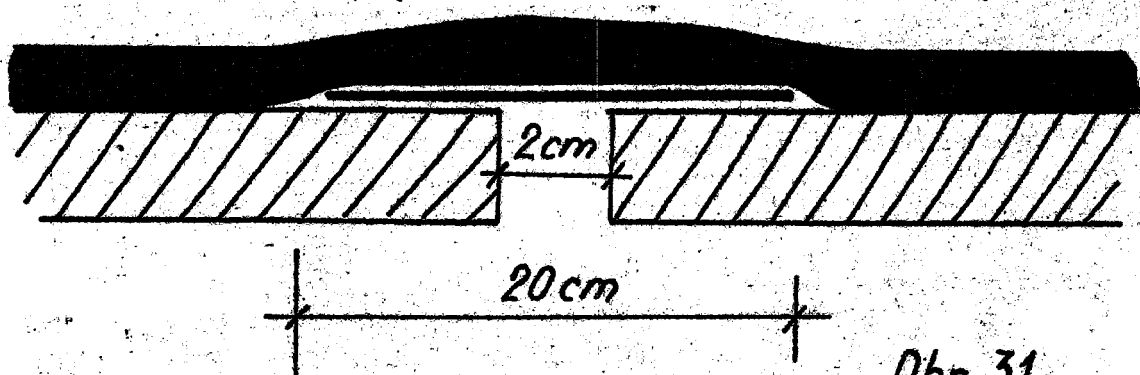
Předchozí úvahy dále vedly k závěru, že k poruchám krytiny jsou nej náchylnější místa nad dilatačními sparami cennového potěru, že tyto poruchy mohou nejčastěji vznikat v zimním období (většinou jako následek změn nastalých v letním období), že tyto poruchy by pravděpodobně vznikly při velikosti polí podkladu jak 6 m tak i 2,5 m a při tloušťce krytiny 0,4 cm stejně tak jako 1,2 cm, a že takové poruchy mohou vznikat kombinovaným působením tahového a ohybového namáhání. Skutečný charakter poruch, jak je patrný např. na snímcích 5, 6 a 14 až 16, odpovídá zcela těmto úvahám.

Nakonec je nutno zhodnotit, k jakému omezení napětí (nebo deformací) krytiny by došlo, kdyby bylo vyhověno doporučení generálního projektanta (které nicméně přišlo již pozdě, po provedení první vestavy vodotěsné izolace, v únoru



Změna poměrného přetvoření vodotěsné izolace nad dilatační spárou podkladu při změně teploty (plné připojení, spára bez zálivky)

Obr. 30



Obr. 31

Úprava dilatační spáry podkladu vodotěsné izolace podle návrhu generálního projektanta z února 1970

1970), a to nalepit krytinu na cementový potěr v šíři 20 cm kolem jeho dilatačních spár.

✓ Za předpokladu úplného přilepení krytiny v celé celkové ploše by z lineárních změn podkladu při délce pole 600 cm vyplývalo

$$\varepsilon = \frac{21,6 \cdot 10^{-2}}{20} = 0,0108,$$

což je deformace dostatečně malá, aby v krytině nevznikly trhliny.

Kapjatest plynoucí ze zakřivení dilatačních celků by pro pole o délce 600 cm vyvolala deformaci

$$\varepsilon = \frac{12 \cdot 0,53 \cdot 1,2}{400} = 0,01906 .$$

I tato hodnota sama je pod mezí vzniku trhlin. Spolu s předchozí hodnotou však celková deformace nabývá

$$\varepsilon = 0,02986 ,$$

kteřá je již v oblasti vzniku trhlin. I když je možno vypočtené hodnoty považovat za maximální (v praxi z dříve uvedených důvodů většinou nedosažované), lze za doporučitelnou šířku nepřilepeného pruhu krytiny (nebo lépe pruhu, odděleného od cementového potěru vložkou k oběma materiálům nelepoucí) pokládat spíše 30 cm (po 15 cm na obě strany od osy dilatační spáry). Při této šířce by nemělo dojít k jakýmkoli poruchám ani při velikosti dilatačních polí 600 cm; šířka pruhu 20 cm by pak plně postačila při velikosti dilatačních polí 250 cm.

4. Střešní plášť jako celek

✓ ✓
Veškeré vývoody v předchozí 3. kapitole vycházely z
mlčky přijatého předpokladu, že krycí dodotčená izolace a
podkladní vrstva cementového potěru je oddělena od ostatní
konstrukce střešního pláště. Tento předpoklad byl zcela
oprávněný, neboť jde skutečně o tzv. "plovoucí" vodoizolač-
ní systém: cementový potěr je uložen volně na tepelně-izo-
lačních vrstvách heraklitu a pěného polystyrenu a od vlast-
ní konstrukce oddělen ještě dvěma nezávislými vrstvami la-
penky (mezi heraklitem a cementovým potěrem nasucho, mezi
vyrovnávacím betonem a pěným polystyrenem do asfaltu).

Uložení tohoto druhu umožňuje poměrně snadné deformová-
ní vodoizolačního systému bez závislosti na dilatacích kon-
strukce resp. tepelně-izolačních vrstev. Cementový potěr
(podklad) mále relativně rychle reagovat na délkové změny
krytiny a při jejím dokonalém přilepení na podklad mále v té-
to krytině dojít ke vzniku značných napětí nad dilatačními
spárami podkladu v důsledku jeho lineárních teplotních změn
a v důsledku zakřivení celého systému přizpůsobujícího se
společně změně teploty.

✓
Jestliže by podkladní betonová vrstva byla tužší (rea-
lizovaná např. lehkým betonem) a zejména kdyby tato vrstva
byla pevně spojena s konstrukcí, rozdělili by se v důsledku
působení (odperu) konstrukce proti přetváření podkladu de-
formace krytiny po délce polí rovnoměrněji, žádná šifky di-

latačních spár podkladu by byla nepatrná a nemohlo by nad nimi dojít ke škodlivým koncentracím napětí v krytině. Smykové napětí v kontaktní spáře krytiny a podkladu by se sice o něco zvětšilo, avšak právě zde jsou ještě jisté rezervy pevnosti. V kontaktní spáře by mohlo dojít nanejvýš k částečnému oddělení krytiny a podkladu nebo (např. při použití dřevané lepenky) k deformaci jejich spojovacích článků. Z horních důvodů by ani nebylo nutno dilatační spáry podkladní vrstvy spojené s konstrukcí provádět.

U plovoucího systému přicházely v daném případě v úvahu dvě mezní alternativy uspořádání, a to

- úplné připojení krytiny k podkladnímu cementovému potěru,
- připojení krytiny k podkladu pouze ve spárách, vyplněných asfaltem.

Při obojím uspořádání dochází k největšímu namáhání krytiny nad dilatačními spárami podkladního potěru, a to v důsledku plovoucího systému, přičemž vznikající napětí jsou závislá na velikosti dilatačních polí podkladního potěru. Relativně největší namáhání krytiny jsou vyvolávána vyplněním dilatačních spár mezi šestimetrovými poli podkladního potěru asfaltem.

5. Rehabilitace dříveš poruchy

Hlavní důvod poruchy je v daném případě třeba hledat v základní koncepci střešního systému. Při použití nové kombinace materiálů byly mechanicky přejaty zkušenosti získané s jinými střešními pláštmi, nebylo přihlédnuto ke specifickým vlastnostem nově aplikovaných materiálů a nebyla tedy navržena žádná přídatná opatření, eliminující negativní stránky nového systému. V aplikaci nových hmot, které se objevují na trhu (mnohdy bez dostatečných informací) s větší rychlostí, než odpovídá schopnostem absorpce většiny projektantů, dochází naneštěstí často k podobným přehlédnutím.

K zásadní chybě v daném případě došlo, když střešní plášť nebyl posuzován jako nedílný celek, plně spolupracující konstrukce, jejíž jednotlivé části vzájemně účinně interagují, přičemž jejich interakce s okolím je společná, vlastní celému systému.

Faktorem přispívajícím k neúspěchu v daném případě bylo nedodržení velikosti dilatačních polí cementového potěru, jak ji předepisoval projekt. Další opatření, které bylo stejné provedeno ve snaze zlepšit chování systému, které však přineslo pravý opak, bylo vyplnění dilatačních spár cementového potěru asfaltem.

Mezi další vlivy, které v daném případě do jisté míry přispěly k neúspěchu, je možné zahrnout použití nevhodné kombinace vodoizolačních pásů (s nejmenší tužností do vrchní, nejvíce mechanicky namáhané vrstvy), nadměrně dlouhé

provádění vodotěsné izolace a nezbytné zabudování vlhkosti a posílení některých nepříznivých teplotních faktorů v průběhu kladení jednotlivých vrstev, nedokonalé zpracování (přilepení) vodotěsné izolace k podkladnímu cementovému potěru a ne zcela dokonalý návrh a nedůsledná realizace odvětrávacího systému středního pláště.

✓ Nezbyvá než poznamenat, že na celé záležitosti daleko více než nedokonalý návrh případně chybné provádění středního pláště udívá neúčinnost všech účastníků při objevení poruch - těchto jako po dohotovení středního pláště - již po položení první vodoisolační vrstvy a posléze i po položení vrstvy druhé; dlouhodobé provádění vodotěsné izolace mohlo být výhodou právě jen, že poruchy byly včas signalizovány. Důkladný rozbor příčin a náprava nedostatků mohly neúspěchu celého díla účinně a včas zabránit.

Jednotlivé příčiny poruchy lze znovu vyjmenovat (bez pořadí důležitosti nebo priority) takto:

- ✓ a) Nevhodná koncepce celého systému středního pláště bez návrhu opatření eliminujících nebo redukcujících nepříznivé faktory (tj. zejména volného překrytí dilatačních spár podkladu vodotěsnou izolací, flexibilního připojení vodotěsné izolace k podkladu apod.).
- b) Nadměrná velikost dilatačních polí podkladu vodotěsné izolace.

- c) Vyplnění dilatačních spár podkladu vodotěsné izolace asfaltem.
- d) Nedokonalé připojení vodotěsné izolace k ploše podkladu a její pevné připojení nad dilatačními spárami podkladu.
- e) Nadměrně dlouhá doba provádění vodotěsné izolace, zejména na dlouhé intervaly mezi kladením jednotlivých vodoizolačních vrstev.
- f) Nevhodná kombinace izolačních pásů ve skladbě vodotěsné izolace.
- g) Ne zcela dokonalé odvětrání střešního pláště.

K porovnání významu jednotlivých příčin a získání objektivní informace o jejich uplatnění mohou posloužit vypočtené hodnoty přetvoření (případně napětí), vznikajících v krytině v důsledku těchto příčin. Žádné z uvedených hodnot ovšem není absolutní a sama o sobě objektivní; ovlivňuje ji řada předpokladů, nezbytně do výpočtu zaváděných. V následujícím přehledu jsou vypočtené hodnoty srovnány s mezními deformacemi (tažnost) a deformacemi při vzniku trhlin vodotěsné izolace zjištěnými na odebraných vzorcích.

Ozn.	Způsob namáhání krycí vodotěsné izolace	Vypočtená deformace	Vypočtené napětí kp/cm^2	Mezní deformace při po- rušení	Mezní napětí při vzniku trhlin kp/cm^2
A	Ve smyku v kontaktní spáře s podkladem				
	- v průměru		0,5		
	- v blízkosti dilatační spáry podkladu		1,0		

B	V ohybu nad dilatační spárou v důsledku zakřivení dilatačního pole podkladu			
	- pro dilatační pole 6,0 m	0,305	0,24	0,03
	- pro dilatační pole 2,5 m	0,0516		
C	V ohybu nad dilatační spárou podkladu v důsledku vytlačení asfaltu z této spáry			
	- pro dilatační pole 6,0 m	0,291	0,24	0,03
	- pro dilatační pole 2,5 m	0,191		
D	V čistém tahu při přilepení pouze v dilatačních spárách podkladu			
	- při povoleném snížení teploty 1,0			11,0
	- při tepelném šoku	6,6		
	V tahu nad dilatační spárou podkladu nevyplněnou asfaltem při úplném přilepení v poli			
	- při dilatační pole 6 m	0,108	0,24	0,03
	- pro dilatační pole 2,5 m	0,045		
F	Při volném překrytí dilatační spáry podkladu v šířce 20 cm			
	- pro dilatační pole 6 m			
	-- ad E	0,0108	0,24	0,03
	-- ad B	0,0191		
	-- ad C	0,0182		
	- pro dilatační pole 2,5 m			
	-- ad E	0,0045	0,24	0,03
	-- ad B	0,0032		
	-- ad C	0,0112		
G	Při volném překrytí dilatační spáry podkladu v šířce 30 cm			
	- pro dilatační pole 6 m			
	-- ad E	0,0072	0,24	0,03
	-- ad B	0,0035		
	-- ad C	0,0021		

Z tabulky je patrné, že bezpečnou funkci krycí vodotěsné izolace bez vzniku jakýchkoli poruch by bylo možno očekávat při délce dilatačních polí podkladu 2,5 m a volném překrytí dilatačních spár podkladu na šířku 20 cm, resp. při délce polí 6 m a volném překrytí spár na šířku 30 cm.

6. Míra zavinění účastnických stran

Na jednotlivých příčinách poruchy v předchozí kapitole vyjmenovaných se podílely účastnické strany:

ad a) Stavební izolace - chybný návrh koncepce středního pláště

Centroprojekt - převzetí chybného návrhu do projektu

ad b) Centroprojekt - nedostatečné zdůraznění velikosti dilatačních polí podkladu vedotěsné izolace (předepsané podle projektu Stavebních izolací)

Pozemní stavby - neprovedení těchto dilatačních polí dle technické správy projektu

Stavební izolace - převzetí chybně dilatovaného podkladního cementového potěru (objektivně zjistitelná závada)

ad c) Pozemní stavby - vyplnění dilatačních spár cementového potěru asfaltem

Stavební izolace - převzetí podkladního cementového potěru s chybně upravenými dilatačními spárami (objektivně zjistitelná závada)

ad d) Stavební izolace - nedokonalé zpracování první vedotěsnostní struktury a nedodržení skladby vedotěsné izolace

ad e) Stavební izolace - dlouhodobé provádění prací

Pozemní stavby - nevyvození technických důsledků

Centroprojekt

--

--

ad f) Stavební izolace - návrh a odseuhtlasení změn sklad-
by krycí vodotěsné izolace

Centroprojekt

-"-

-"-

ad g) Pozemní stavby - nedokonalé provedení odvětrávacího
systému

Stavební izolace - nedokonalý projekt

-"-

Centroprojekt

-"-

-"-

Z horního výčtu zavinění a z váhy jednotlivých příčin
poruchy a jejich souvislosti s ostatními i s realitou lze
uzavřít, že podíl zúčastněných stran na havárii krycí vodo-
těsné izolace na střeše haly (objektu 1) n.p. Penko ve
Strakonici lze stanovit přibližně takto:

Stavební izolace n.p.	40 %
Pozemní stavby n.p.	30 %
SÚ Centroprojekt	20 %
	10 %



R. Bareš
R. Bareš

Znalecká doložka:

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

Znalecký úkon je zapsán pod poř. čís. 33/74 znaleckého
deníku.

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



Ing. doc. Richard B o r e š

c/o Ústav teoretické a aplikované mechaniky
Československé akademie věd

Vyšehradská 49

128 49 P r a h a 2

**D o p l ě k z n a l o c k ě h o
p o s u d k u**

**o příčinách poruch střešní krytiny ve výrobní hale národního
podniku [redacted]**

Čj. Z 3/34/74

Praga, 13.11.1974

Dne 7.11.1974 při arbitrážním jednání vedeném v
přednátné věci byl jsem požádán státním arbitrem o do-
plnění svého znalockého posudku čj. Z 33/69/74

a/ o vyjádření ke stanovisku Stavebních izolací n.p. ze
dne 5.11.1974 k mému znalockému posudku (které bylo
předloženo při arbitrážním jednání 7.11.1974)

b/ o vyjádření ke stanovisku Pozemních staveb n.p. České
Budějovice k mému znalockému posudku (které má být
písemně dodáno neodkladně analýz)

c/ o dobrozdání, jak Stavební izolace n.p. se podílejí
na havarii z titulu projektanta střešních konstrukcí
a jak z titulu dodavatele vodotěsné izolace.

Protože do dnešního dne jsem neobdržel písemné sta-
novisko Pozemních staveb n.p. České Budějovice, nám za-
te, že k posudku není připomínka.

P o s u d e k

K bodu a/ "Stanoviska SI":

Bylo prokázáno v jednotlivých kapitolech znaleckého posudku, zejména kap. 3.3, str. 50, obr. 22, kap. 3.4, str. 55-58, obr. 30, a konstatováno v rekapitulaci důvodů poruchy na str. 64, že navržený a přijatý koncept středního systému je technicky nevyhovující a jednou z hlavních příčin poruchy. To ostatně také potvrzuje obsah bodu a/ "Stanoviska SI".

Nesvržení opatření eliminujících nebo redukujících nefyzikální faktory je příjmem zavíracím tvrzení projektantem středního pláště (stav. izolace, n.p.), když vycházel ze zkušeností se středními plášti jiných systémů a nezanalo v ověru soudný stav znalostí a zkušeností ve světovém měřítku.

K bodu b/ "Stanoviska SI":

Cementový potěr mezi tepelnou a vodotěsnou izolací je neodlučnou součástí středního pláště a předpis o jeho úpravě musí proto být neodlučnou součástí projektu tohoto středního pláště (viz např. str. 64 znal. posudku).

Předpis o velikosti dilatačních polí cca $6m^2$ je nedostatečný a neúplný (viz str. 29 a 35 znal. posudku) a zakládá v tomto směru zavírací tvrzení izolací n.p. jako projektanta středního pláště; na tento závěr se podíli dále generální projektant - Centroprojekt, a to akceptováním uvedených nedostatků (viz str. 29 a 60 znal. posudku).

Podpisem shora uvedeného zavinění je rovněž prováděcí podnik - Pozemní stavby n.p. České Budějovice (viz str. 29 anal. posudku), který nejenže nevyžadoval upřesnění nedostatečného údaje, ale ani tyto nedostatečné údaje nevzal v úvahu.

Prováděcí závod SI pak nepřevzal topelacu izolaci jako podklad vodotěsné izolace podle vlastních požadavků projektu Stavebních izolací n.p. Nemělo být sporu o tom, že prováděcí závod nemá zahájit práce bez důkladného seznámení s "technickou dokumentací", do níž nepochybně náleží zejména technická správa projektu. Jinými slovy podpisem zavinění je i prováděcí závod SI, který se neseznámil s projektem.

K bodu c/ "Stanoviska SI":

Výplňní spár asfaltem nebylo projektováno. Prováděcím závodem SI - kdyby znal projekt - již z tohoto důvodu neměl být takto upravený podklad převzat. Navíc specializovaný závod na provádění stavebních izolací by měl ze zkušenosti znát - zná-li ovšem projekt - škodlivost takové úpravy přední části středního pláště.

Vedle hlavního podílu Pozemních staveb n.p. České Budějovice, které závlivu provedli, nelze přehlédnout zavinění Stavebních izolací jako prováděcího závodu.

K bodu d/ "Stanoviska SI":

Připojení první vodoizolační vrstvy k cementovému podkladnímu potěru bylo shledáno podle analýz odebraných vzorků jako nedokonalé. V kontrastu s tím připojení vodoizolačního pláště k asfaltové závlivě dilatačních spár (objektivní zjištění procentuálního údaje o plodu dokonalého přitvo-

žní vodotěsnostní vrstvy k podkladu je možné pouze za cenu úplného odstranění vodotěsnostního pláště) jako zcela dokonalé.

V souvislosti s předchozím bodem c/ z uvedeného vyplývá zavinutí obou prováděcích závodů (IS a SI). K zavinutí prováděcího závodu SI přispívá dále nedodržení projektované skladby vodotěsné izolace.

K bodu c/ "Stanoviska SI":

Nedostatečně dlouhá doba provádění vodotěsné izolace (zejména dlouhé intervaly mezi kladením jednotlivých vodotěsnostních vrstev) je funkcí vodotěsné krytiny nesporně na závodě a to zvláště v případě použitého střešního systému (viz str. 36 a 63 anal. posudku) a zakládá v tomto směru zavinutí prováděcího závodu SI. Na tomto zavinutí se z titulu autorského a investičního dozoru (viz vyhl. 104 Sb. 1973, Met. pokyny z 28.12.1971, prováděj FMTIR, roč. 1, částka 7 z 11.12.1971) podílejí rovněž Stř. Centroprojekt a n.p. Fezko.

Je poznávací, že aditivní teplotní zvýšení o 30°C, ke kterému může dojít na černé vodotěsnostní vrstvě nechráněné antireflexním nátěrem je hodnotou shodné s diferencemi teplot uvažovanými ve výpočtech analýzy posudku. Z toho vyplývá ve výpočtech analyzovaných vrstev vznik deformací nebo napětí zhruba dvojnásobných.

K bodu f "Stanoviska SI":

Předložené doklady a analýzy rozborů prokazují, že nebylo vždy použito izolčních pásů dle projektu (viz str. 18 anal. posudku).

Prováděcím závěrem SI navržené znění shledby (viz str. 13 znal. posudku) vedle toho přispěla k časnějšímu porušení vrchní vodotěsnostní vrstvy a většinu rozervení vznikajících trhlin (viz str. 16-17 znal. posudku) dále údaje o fyzikálních vlastnostech jednotlivých pásů v tab. 1 na str. 19 znal. posudku).

Procentuální zastoupení jednotlivých druhů izolačních pásů ve vodotěsnostních vrstvách vodotěsné izolace bylo by možno objektivně určit pouze totální destrukcí vodotěsné izolace (po vrstvách). Náhodně odebrané vzorky (viz str. 18 znal. posudku) však neodvědí o jednotné skladbě vodotěsné izolace.

Chc předchozí důvody opět svědčí pro zavinění prováděcího závěru Stavebních izolací n.p. a z titulu autorského a investorského dozoru rovněž SJ Centroprojekt a n.p. Pozko.

Z bodu g/ "Stanoviště SI":

Ze stanoviska SI vyplývá v soulase se zněním znaleckého posudku zavinění Pozemních staveb n.p. za nedokonalé provedení odvětrávacího systému a Stavebních izolací a Centroprojektu za jeho nedokonalý projekt.

Z á v ě ř

Předložený doplněk znaleckého posudku nesníží v žádné poloze věcný obsah původního znaleckého posudku, když nebyly předloženy žádné nové podklady nebo průkazy, které by již nebyly známy.

Při návrhu procentuálního zavinění (viz str. 69 anal. posudku) vycházel znalec nikoli z odhadu, ale z detailního rozboru všech příčin (a - g) havarie. Ize doplnit, že z tohoto rozboru plyne podíl projekce Stavebních izolací n.p. 25% a provádění Stavebními izolacemi n.p. 15%.

D o d a t e k

Dnešního dne bylo znalci doručeno vyjádření Pozemních staveb n.p. Č. Dušejovice. Protože ani toto vyjádření nedokládá nové nebo neznámé skutečnosti, pokládá znalec znění svého původního posudku spolu s tímto doplnkem za zcela vyčerpávající.

Richard H a r e š

Ing. CSc. Richard B a r e š

c/o Ústav teoretické a aplikované mechaniky
Československé akademie věd

Vyšehradská 49

128 49 Praha 2

D r u h ý d o p l n ě k z n a l e c k ě h o
p o s u d k u

o příčinách poruch střešní krytiny ve výrobní hale národního
podniku [REDACTED]

Arb. spor 1197/74/21

Čj. 7 5/96/74

Praha, 8. 12. 1974

Dne 5. 12. 1974 při arbitrážním jednání v předmětné věci byl jsem požádán státním arbitrem o doplnění svého znaleckého posudku čj. 7 33/85/74 a doplňku tohoto posudku čj. Z 3/94/74 písemným vyjádřením k podání Stavebních izolací np., zn. práv. 2574 ze dne 28. 11. 1974. Tímto podáním žádají stavební izolace np. u ustanovení dalšího znalce nebo znalců k zodpovězení jejich sedmi otázek, jak jsou dále uvedeny.

Zodpovězení většiny těchto otázek, tak jak jsou formulovány, nemůže přinést podle mínění znalce žádná nová hlediska,

izolačních prachů při dilatačních operacích, případně k tomu
ještě jsou zapotřebí?

Je zde je třeba mít na-^{li} mít krycí v souvislosti s řeše-
ným problémem, nel byt dodatečně provedeného typu střeš-
ního pláště². Dovolím se na smolecký posudek a jeho
dodatek a opakuji, že dlouhodobé vystavení ochranné
krytiny povrchovému účinku, zejména vlivu slunečního
záření vyvolá z tohoto systému střešního pláště v důsled-
ku vyšší teploty žerou na povrchu o 20 až 30°C proti po-
vrchu světlému /střízlivému/ účinky prakticky dvojnásobek
proti krytině ochranné antireflexní nátěrou.

3. Měří ČSN nebo jiný závazný předpis v rozhodné době platný
upravuje přebíraní podkladů /cementových potěrů/ dodavatelem
vodoizolační krytiny před ^{jeho} nainstalací/pancí?

Mimoš obecně platných předpisů při předávání pracoviště
/hosp. zákon č. 109/1964/ je v daném případě rozhodující
vlastní předpis projektu Stavebních izolací a.p., obsažený
v jeho technické zprávě.

4. Kdo odpovídá za kvalitu a dodržení projektu /z hlediska
vhodně provedených dilatací/ cementových potěrů ve smyslu
Čl. 42 ČSN 73 3302 "Pokryvačské práce stavební, provádění
krytin a živých hmot"?
za kvalitu ^{projektu} střešního pláště odpovídá projektant, za dodržení
projektu prováděcí návod spolu s příslušnými dovoz

/ investora a autora projektu/.

Consentový potěr u provedeního systému střešního pláště je však jeho neodlučitelou součástí a navíc velice důležitou součástí, jak vyplývá ze směrnicího posudku a jak si ostatně uvědomovaly i stavební izolace ap. při projekci i dalších jednotlivých vedeních ap. s generálním projektantem. Bez tohoto consentového potěru by nemohl střešní plášť fungovat, ani by mohl prvnit; proto je dokonce hrubou chybou projektanta střešnípláště, když tuto důležitou součást neproještoval do všech dialektů, včetně resp. V daném případě nelze potěrat tuto vrstvu na consentový potěr v obecném smyslu /vrstva vyrovnávající a upravující tený podklad, např. beton, železobeton, pískobeton ap./, ale na vrstvu transportující namířené plošové voličné části střešního pláště do části tepelné izolace a naplně.

3. Mělo být měna střešní vodotěsnost krytiny - 3 z Arabit

3- na střešní - 2 z Arabit 3 a 1 z Bitagit-estru - přičiněnou potřebnou celou střešní izolací pod?

Otázka neuvírá s dosavadní argumentací a měna směrnicího posudku. Mělo být otázka včasnosti a řešení problému nyní, než ještě více arabit Bitagit-estru na již provedený střešní plášť daného systému, v něm navíc byly již zabity prvky /např. /včetně/ potřebné této vrstvy?

Odpověď má být ano, jak plyne z porovnání v dané pří-
padě, u plechového a ocelového vodotěsného izolace, ve kterém
vznikaly trhliny již v 1. a 2. vrstvě provedené s plech
AMPS s relativně vysokým modulem přetvoření /protažení/
při protažení/, navržené liturgické-antim, tedy plech
s podstatně menším modulem přetvoření do 2. vrstvy, tj.
vrstvy nejvíce namáhané /viz poznámka - namáhání obytné/
muselo vznik trhlina v této třetí vrstvě vyplnit a rovněž
muselo mít za následek větší navržené trhlina, než kdyby
byl použit plechový plechovaný AMPS. Tím přirovnání
nemá řešení, že by trhliny vznikly i v případě použití
AMPS pro třetí vrstvu.

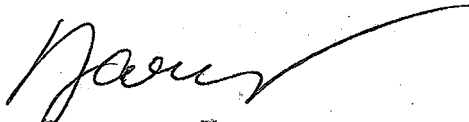
6. Je možné skladby vodotěsných krytin, uvedení v předcho-
zím bodě 2., v souladu s předpisem o nenasycené vlákně
v poslední vrstvě skladby izolace plech?

Skladby v roce 1972 nebyla provedena podle předpisu,
výrobně tepelně v lednu 1974 /viz poznámka 21 z 2. 11. 1974/,
ale se skladby zcela odlišného uspořádání. Opět nelze vše
porovnat pouze s hladinou vodotěsnosti, ale je třeba
přihlídnout ^{ke} působení celého plechového vodotěsného plechu.

7. Je možné oděrem vrstvy bez provedení úpravy ale CEN
20 3402 "Shodování krytinových izolací střešních v rolních"
určit společný druh použitého izolace plech?

Opět s související otázkou, nebo o to, určit přesný druh

inclusionu planu, ale o určení druhe věci v použitých
přech. Takové určení lze ovšem odhadnouta provést i bez
provedení nějakého podle citovaní ČSN podle jiných ustan-
ků.


R. Boreš