

Károvska 241
252 45 Zvole-Ohrobec
Mob.: 777 739 666, 603 421 606
E-mail: berol@volny.cz
comeng@comeng.eu

Odvětví:

- stavby obytné, průmyslové a zemědělské
(spec.: stavební konstrukce betonové,
železobetonové a z plastických hmot)
- stavební materiály
(spec.: stavební materiály všeobecně-tradiční
i nové, s aplikací plastických hmot)
- stavby inženýrské
(spec.: stavby mostní)
- stavební různá
(spec.: zkoušení stavebních materiálů a
konstrukcí)

Čj. 243/10
Ohrobec, 3.8.2010

ZNALECKÝ POSUDEK

o příčinách poruch (trhlin) bytových domů A, B, C, D stavby „...“

Ústním požadavkem ze 16. 6. 2010 byl znalec zástupci ... osloven a později objednávkou čj 075/Řekl/10 ze dne 16.6.2010 téže akciové společnosti požádán o podání znaleckého posudku „o příčinách poruch (trhlin) vzniklých po dokončení výstavby v bytových objektech A, B, C, a D stavby, Praha 8“. Prohlídku na místě v některých z přístupných částí objektu a zběžnou prohlídku prováděcí dokumentace znalec provedl za přítomnosti ... (Středisko reklamací) a ... (stavbyvedoucího) dne 16.6.2010. Poté znalec požádal o zapůjčení některých specifikovaných částí prováděcí dokumentace jak stavební, tak statické. Tato dokumentace byla znalci předána 25.6.2010.

PODKLADY

1. Statický výpočet sekce B1 Šalovací plán 2.NP sekce B1
2. Armovací plán 1.NP sekce B1 – Dolní výztuž
3. Armovací plán 1.NP sekce B1 – Horní výztuž
4. Armovací plán 1.NP sekce B1- Výztuž stěn a sloupů
5. Armovací plán 2.NP sekce B1- Dolní výztuž
6. Armovací plán 2.NP sekce B1- Horní výztuž
7. Armovací plán 2.NP sekce B1- Výztuž stěn a sloupů
8. Stavební plán půdorysu 1. NP (včetně zakreslení trhlin) sekce B1-B2
9. Stavební plán půdorysu 2. NP sekce B1-B2
10. Stavební plán řez A sekce B1
11. Stavební plán řez E sekce B1
12. Stavební plán řez F,G,H,I,J sekce B1
13. Souhrnná technická zpráva stavební části sekce A, B
14. Detaily stavby sekce A, B
15. Skladby konstrukcí sekce A, B
16. Zákresy trhlin podle fotografií
17. Zákresy trhlin orientační – odhadem
18. Technická zpráva pro provedení stavby sekce A, B
19. Statický výpočet sekce B1 (str.204 – 321)

20. Zpráva Ing. Heleny Dvořáčkové – Posouzení stávajícího stavu z 24.6.2010
21. Fotografie některých trhlin z 3.5.2010
22. ČSN 73 1201
23. ČSN 73 1204
24. ČSN 73 24 00
25. R.A. Bareš- Tabulky pro výpočet desek a stěn, 3. Vydání, SNTL Praha, 1989

N Á L E Z

V prostoru mezi ulicemi ..., na místě, byl postaven soubor patrových a několika atriových bytových domů, označených Ax až Hx. Bytové domy byly staticky řešeny jako železobetonové skelety s dozdvídkami z Porothermu, Ytongu a Liaporu. Konstrukce byla navržena jako bezhlavicová deska s konstantní tloušťkou 24cm ve všech podlažích, podepřená chaoticky umístěnými stěnami a stěnovými sloupy o konstantní tloušťce 22cm. Umístění stěn a sloupů bylo zcela podřízeno architektonickému uspořádání interiéru a jedinou konstrukční pravidelnost lze nalézt ve vzdálenosti os sloupů a stěn v podélném směru. Sloupy či stěny neprocházejí kontinuálně všemi patry, ale jsou v různých výškách různě ukončovány nebo posunuty. Prostupy deskou opět sledují záměr architekta, takže se často nacházejí např. uprostřed rozpětí nebo uprostřed podpory. Statický výpočet celé monolitické konstrukce byl proveden počítačově podle programu IDA Nexis 32 release 3.60.12 v pružném oboru (Midlin) pro řadu zatěžovacích stavů (pro svislé konstrukce), pro vodorovné konstrukce byl uvažován jeden stav zatížení rovnoměrně po celém půdorysu. S vlivem pružných a trvalých přetvoření, dotvarování betonu ani sesedání základů (pilot) na napjatost konstrukcí nebylo počítáno. Výsledky výpočtu byly zakresleny ve tvaru vrstevnic.. Armovací plány byly provedeny v měřítku 1:50 vždy pro celou sekci.

Detaily a předpisy pro detaily

Projekt obsahuje 115 rozkreslených detailů Pokud jde o příčky, zděné konstrukce a obvodový plášť obsahuje **technická zpráva** objektu několik ustanovení :

Obecně pro vyzdívání příček: „*Vnitřní příčky, stěny a obvodový plášť (konstrukce dodatečně zděné) musí být vyzděny max. 20 cm pod spodní hranu desky. Vzhledem k dotvarování železobetonové monolitické konstrukce je nutno provést úpravu kotvení obvodového zdiva a příček na horním okraji. Je nutno provést takové kotvení, které umožní přenést dotvarování železobetonové monolitické konstrukce a u akustických příček musí splnit akustické požadavky konstrukce jako celku. Jestliže tyto příčky nebo stěny jsou požárně dělicí, musí toto kotvení splnit požadavky Technické zprávy požární ochrany – konstrukce jako celku.*“ - **detail chybí**

„*Všechny konstrukce vnějšího pláště (zejména tam, kde se jedná o vyzdívky, které nejsou rozepřeny mezi nosné konstrukce železobetonové konstrukce), musí být pomocí kotev přikotveny do nejbližší železobetonové nosné konstrukce*“ - **detail chybí**

Pro obvodovou stěnu Porotherm WO1 (stejně jako WO2, WO5, WO6,WO7,WO8): „*Ve svislých spárách na rozhraní zdivo x žb kce bude provedeno pružné zakotvení zdiva pomocí spon L 150/50, vkládaných do každé ložné spáry (tj. á 500 mm) a kotvených do žb kce pomocí hmoždinek*“ - **detail chybí**

„*Pokud žb stěna navazuje na zděnou kci, je povrch obou konstrukcí opatřen VSO tl. 15 mm, nebo VCO tl. 15 mm se štukovou lícní vrstvou, včetně vložení systémových přechodových lišt (negativní spára).*“ - **detail chybí**

Pro stěnu oddělující chodbu od bytů W 10: jako WO1 a „obecně“ a dále: „ ve styku s žb konstrukcí (sloup/stěna/strop) bude provedena montovaná konstrukce ze systémových výrobků KNAUF: podtmelené pásy SKD desek tl. 4 x 12.5 mm a podtmelené ocelové pozinkované profily CW 50/50/0,6, celek kotven pomocí hmoždinek do žb kce.“ - **detail chybí.**

Stěny a příčky W11 – W34 v různých obměnách stejné předpisy.

V kapitole „Společná vybraná technologická ustanovení pro technologii POROTHERM“: „Všechny styky dvou různých podkladních materiálů by měly být přetaženy sítí ze skelných vláken s velikostí ok max. 8 x 8 mm. Pás výztuže musí min. o 150 mm přesahovat přechod materiálů. Vnitřní omítky se provádějí nejdříve po dvou měsících od vyzdění hrubé stavby“.

V kapitole „Společná vybraná technologická ustanovení pro technologii LIAPOR“: „Tvárnice s vlhkostí vyšší než 10% se nesmějí zabudovat..... doporučuje se používat maltu tužší konsistence (tvárnice nemají kapilární strukturu, nesají vodu). Ke svislým žb kčím bude zdivo připojováno pomocí oc. pozinkovaných spon v každé druhé ložné spáře, spára mezi zdivem a železobetonovou konstrukcí bude řádně vyplněna maltou. Ve svislých koutových a vodorovných spárách pod stropem bude omítka odříznuta a kout vytmelen pružným akrylátovým přetíratelným tmelem bílé barvy.....V místech styků s jinými materiály (překlady, drážky pro instalace) je nutno do omítky vložit výztužnou síť s dostatečným přesahem“

V kapitole 8. Úprava povrchů – omítky: „Přechody jednotlivých materiálů podkladu budou armovány s dostatečným přesahem“ . Tato kapitola obsahuje i odstavec: „Závady: zhotovitel je zodpovědný za všechny praskliny, dutiny a další závady omítek, stěrek, obkladů, potěrů a dalších povrchových úprav konstrukcí po celou dobu záruky za provedení díla a je povinen zjištěné závady opravit na vlastní náklady podle pokynů zástupce zadavatele, pokud se prokáže nedodržení technologických postupů, nebo nevhodná volba materiálu a to s ohledem na jeho výsledný vzhled, funkci nebo kvalitu podkladu.“

Poznámka: Pro provádění omítek budou osazeny rohovníky. Při styku různorodých podkladů musí být spára bandážována, rabicována nebo opatřena jinou úpravou podle doporučení výrobce v místech, kde to technologické postupy předepisují, např. rozhraní hmot podkladu, dilatační spáry, budou do omítek vkládány bandáže, rohovníky apod.

V kapitole „Společná vybraná technologická ustanovení pro technologii Porotherm“: „Vnitřní omítky se provádějí nejdříve po dvou měsících od vyzdění hrubé stavby“

Vyzdívání příček: „Před započítím zatěžování konstrukce (např. vyzdívky, naskladňování materiálu a jiné) musí být zpracováno STATIKEM (na žádost GD – s ohledem na harmonogram výstavby) podrobné zatěžovací schéma. Schéma bude zohledňovat náběhy pevnosti žb. konstrukcí s možností postupného zatěžování konstrukce.“

Provádění monolitických konstrukcí: „Po vybudování bedněníje nutno dodržet nadvýšení jednotlivých desek a balkonových konzol podle projektu.“

Poruchy omítek

Krátce po dokončení stavby se na řadě míst ve stěnách a příčkách a v kontaktu s železobetonovou konstrukcí objevily trhliny různého charakteru. Nejčastější jsou trhliny na styku příček a stěn s železobetonovou deskou . Další trhliny se objevují ve stěnách a příčkách na svislém styku zdiva a železobetonové konstrukce, případně u styků (křížení) příček nebo u

styku stěny s příčkou. Vůbec nejčastější výskyt trhlin mezi stropem a stěnou byl konstatován v části na nebo u konzolově vyložených desek (s balkony) a to zejména v té polovině rozpětí mezi sloupy, kde je prodloužený pokoj. Zde se objevila vodorovná trhlina dokonce i ve fasádě (např. 7AA/L, 75AA/L 1.NP). Rozsah trhlin v jednotlivých podlažích se zvyšuje od shora budovy dolu, největší rozsah byl zaznamenán v 1.NP. Jiný charakter trhlin lze zaznamenat v chodbové stěně z LIAPORu. Zde trhliny ve velké ploše naznačují jakoby pokles zdiva a sledují zubovitě skladbu jednotlivých tvárníc

POSUDEK

Statické schéma a statický výpočet

Vzhledem k tomu, že konstrukční (statické) schéma sleduje otrocky architektonický dispoziční návrh, stala se konstrukce prakticky nespočítatelná jinak, než použitím sofistikované počítačové metody, založené na konečných prvcích. To sice umožní použitá metoda Computer Aided Engineering (CAE) firmy Nemetschek Scia, i když k takovým výpočtům obyčejných bytových staveb jistě nebyla zamýšlena. Roztříštěním a chaotizováním jednotlivých konstrukčních prvků a ztrátou jakékoli pravidelnosti a systémovosti se zcela ztratí možnost „do konstrukce vidět“ a tak výsledky řešení posoudit inženýrským pohledem, který se nikdy nemá při práci statika ztratit. Přitom znalec nepochybuje o tom, že statick použítou metodu výpočtu dobře a s přehledem zvládá, pouze se domnívá, že na dokazování jednak univerzálnosti metody, jednak znalosti jejího použití na obyčejném bytovém domě je možná poněkud zbytečné. Takové ústupky čistotě statického působení, jako je např. ukončení sloupů nebo stěn v některém podlaží či jejich osově posunutí, umístění velkých otvorů v desce do místa největších momentů, ztráta rozdělení budovy na pravidelné trakty a podobné výstřelky, nemá podle názoru znalce dobrý statick nikdy připustit. Výpočet, pokud znalec mohl posoudit z předložených podkladů, byl proveden pouze pro plné svislé zatížení pokud jde o horizontální části a pro kombinaci s větrem pro vertikální části. Ve výpočtu byla věnována hlavní pozornost posouzení podle prvního mezního stavu (únosnost); u tak nestandardního uspořádání nosných konstrukcí však měla být věnována daleko větší pozornost mezním stavům použitelnosti, zejména meznímu stavu přetvoření s cílem nejen omezit přetvoření v místech, kde by mohlo dojít k poruchám povrchů (kontakty s výplňovými prvky), ale též s cílem omezit nerovnoměrnost poměrných přetvoření nosných prvků, také s přihlédnutím k dotvarování a smrštění betonu, i v závislosti na časovém intervalu mezi betonáží a zatěžováním. Ve výpočtu znalec postrádá alespoň zmínku o posouzení na protlačování.

Na základě znalce provedených kontrolních výpočtů ohybových momentů několika náhodně vybraných průřezů desek znalec konstatuje, že s největší pravděpodobností je dimenzování na únosnost v pořádku (i když v armovacích plánech nejsou vždy zcela splněny požadavky normových předpisů) a nemělo by dojít ke vzniku větších trhlin či jiných porušení nosných prvků železobetonové konstrukce. U výsledků, uvedených ve výpočtu u některých zatěžovacích stavů s větrem ve směru X, má znalec jisté pochybnosti o správnosti (např. dvojnásobné střídání znaménka reakcí sloupů a stěn v příčném směru).

Důsledky chaotického uspořádání svislých nosných prvků

To co zcela chybí ve výpočtu je posouzení vlivu nerovnoměrného stlačování jednotlivých vertikálních prvků včetně ssedání základových konstrukcí (pilot). Jde zde jednak o pružné a trvalé deformace svislých prvků, vyvolané zatížením, které probíhají prakticky ihned po

zatížení, jednak o dotvarování betonu, které probíhá v závislosti na zatížení, stáří a kvalitě betonu a dalších vlivech pomalu a dlouhodobě. Sloupy byly postupně, jak stavba postupovala, zatěžovány zejména vlastní tíhou železobetonových konstrukcí a nepochybně i tíhou podlah, stěn a příček, které byly budovány dříve, než se dosáhlo střechy, přestože na str. 28 technické zprávy je předepsáno: „Vyzdívání příček bude prováděno zásadně shora dolů tak, aby docházelo postupným zatěžováním hrubé stavby k jejímu dotvarování¹ a byly tak minimalizovány poruchy vyplývající z těchto deformací.“ Pochybuji, že k takovému postupu vyzdívání příček a stěn došlo, neboť .by to znamenalo zpoždění stavby nejméně o půl roku. Navíc, jiný předpis projektanta ukládá zhotoviteli, aby před zatěžováním jednotlivých podlaží např. potřebným materiálem pro další práce, si vyžádal povolení projektanta. Tím vlastně připouští opak toho, co prikazoval (z hlediska zatížení) předchozí předpis o vyzdívání stěn a příček „od shora“². Zatížení příčkami však tvoří jen asi čtvrtinu stálého zatížení a i kdyby se postupovalo podle prvního uvedeného příkazu, převážná část stálého zatížení (např. podlahy, otvorové výplně atd.) by stejně již působila. Daleko důležitější je další projektantem předepsaná podmínka o době, povolené k provádění omítek po ukončení zdění. Pokud by konstrukce skeletu byla pravidelná, nemělo by postupné zatěžování svislých částí ničemu vadit (spolu s deformacemi svislých prvků klesá i spodní stropní deska v uvažovaném podlaží a tím jakoby utíká od poklesu horní desky. Pokud ovšem pod 1.NP je vybudována mohutná konstrukce, která se bude deformovat pod působícím zatížením jen málo, značně méně než konstrukce nad 1.P, může dojít k jevům, kterým se statik zřejmě chtěl vyhnout. Nicméně, vedle vlastních průhybů desek, daleko důležitější vliv na vznik poruch má nerovnoměrnost zatížení jednotlivých svislých prvků, pohybující se až v řádech. Jen marginální vliv může mít na vznik trhlin mezi nosnými a výplňovými částmi neprovedení nadvýšení při konstrukci bednění. Nerovnoměrné zatížení nese sebou také nerovnoměrné svislé přetvoření a to spolu s nerovnoměrným zatížením základů a tím nerovnoměrným sesedáním pilot, může, vlastně musí vést k různým, na první pohled těžko vysvětlitelným konsekvencím včetně vzniklých poruch. Rozhodně nerovnoměrné stlačování svislých nosných prvků je podle mínění znalce hlavní příčinou **vodorovných trhlin ve zdivu včetně fasády**. Na ostatních typech trhlin se zřejmě bude podílet řada dalších vlivů, nejen (ale také) projektových.

Trhliny mezi stropem a stěnami nebo příčkami

Na vznik trhlin mezi stropem a stěnami nebo příčkami, kromě nerovnoměrných svislých deformací stavby, může mít vliv i nadměrný průhyb desky, na které zdivo stojí, a to zejména uprostřed rozpětí desky (příčka mezi pokoji). Hrát roli může i časový i místní postup zatěžování desek. Nepochybně může mít vliv i skutečnost, že patrně nebyla vždy ponechána mezi horním ukončením příčky (stěny) a železobetonovou deskou předepsaná dvoucentimetrová mezera, vyplněná nějakým neznámým způsobem tak, aby umožnila bez problémů deformační pohyb i některé další vlastnosti (zvukovou, požární izolaci). Tento detail nebyl projektantem vypracován (když si možná nebyl jist, jak všechny specifikované požadavky splnit) a ponechal řešení na dodavateli stavby vágní poznámkou v technické zprávě. Takový postup je zcela nepřijatelný, neboť projektant by měl vědět, k jakým deformacím může dojít, co může převzít bez poškození sádrová nebo cementová omítka a jak případné deformace mezi těmito prvky vhodně zakrýt. Jde o neobyčejně důležitý detail a dodavatel stavby nemá možnost, zvláště u tak staticky neprůhledné stavby, vhodné řešení samostatně navrhnout. Měl se

¹ Autor zprávy si zřejmě představuje pod slovem „dotvarování“ především svislé deformace (pružné a trvalé) vznikající okamžitě pod zatížením. Nárůst deformací o vlastní dotvarování betonu je pozvolný a až řádově nižší proti deformacím okamžitým.

² Aby se zajistila očekávaná účinnost tohoto opatření, tedy aby svislé konstrukce byly před vyzdíváním stěn a příček v každém podlaží již deformovány zatížením od všech horních podlaží, muselo by být předepsáno také, že materiál zdiva musí být navážen rovněž shora, od horních podlaží. Tím by ale pozbyla smyslu druhá podmínka o podminěném souhlasu k času zatěžování desek projektantem.

ovšem na projektanta obrátit a zpracování takového detailu na něm nekompromisně vyžadovat.³

Vliv změny teplot a vlhkosti

Kromě uvedených vlivů (deformací od zatížení) je vystaven každý spoj dvou různých materiálů nestejným pohybům vlivem změn teploty a vlhkosti v důsledku jejich nestejných součinitelů teplotní a vlhkostní roztažnosti a tak se dá konstatovat s velkou pravděpodobností, hraničící s jistotou, že i po uklidnění (konsolidaci) stavby, tj. zejména po ukončení osídlení a deformací od zatížení, se budou trhliny na styku materiálů čas od času objevovat, a to trvale. To je ostatně ověřená zkušenost z panelových a kombinovaných bytových staveb minulých desetiletí.

To platí vedle vodorovných styků betonové desky se zdivem (nebo s nepřesně specifikovanou výplní spáry mezi zdivem a betonem) plně i o všech svislých trhlínách, které se objevily na styku různých materiálů (zdiva a betonu), případně nedostatečně svázaných rohů a křížení příček. Ani v tomto ohledu neměl projektant zřejmě jasno, když sice předepsal spojování obou materiálů kovovými sponami, ale jednou předepsal přiznání spáry a její zakrytí „negativní“ lištou, podruhé překrytí takových spojů skleněnou tkaninou pod omítkou. Opět ani jeden z těchto postupů nebyl provázen detailem (i když se v prvním případě, tedy pro instalaci spon, na něj v technické zprávě odvolává). Opět ale platí, že zhotovitel měl tento vážný nedostatek projektové dokumentace včas reklamovat.

Upozornění projektanta v technické zprávě pro objekt B1 na to, že zhotovitel nese plnou zodpovědnost za jakékoli vzniklé poruchy v omítkách a jiných površích, bylo nejspíš vyvoláno vznikem poruch v objektech postavených dříve. Pokud však projektant nedodal úplnou, dostatečně podrobnou dokumentaci včetně důležitých detailů (které, jak každý stavbař ví, dělají stavbu), nemůže se z podílu na vznikajících poruchách obdobnou poznámkou v technické zprávě vyvinit.

³ Různých omezení a příkazů, směřujících k zabránění vzniku poruch (trhlin) mezi nosnými a výplňovými částmi budovy je, zdá se, přebytek (a osvědčuje jen skutečnost, že projektant si byl dobře vědom potenciálního nebezpečí vzniku trhlin):

1. Zdění s mezerou 20 mm od stropu
2. Úprava horizontálního styku (neznámá, bez detailu)
3. Vertikální přikotvení (bez detailu)
4. Styky s vložením přechodových lišt (bez detailu)
5. Všechny styky opatřeny bandáží ze skleněné tkaniny
6. U Liaporu odříznutí omítky pod stropem a vyplnění pružným tmelem
7. Statikem zpracované schema zatěžování během stavby
8. Nadvýšení desek, zejména konzol
9. Vyzdívání příček od shora (budovy) dolů
10. Provádění omítek po 2 měsících od vyzdění

Někdy dokonce působí jednotlivá opatření proti sobě. Znalec připomíná známé přísloví, že někdy méně znamená více. Je samozřejmě otázkou, v jaké komplexnosti, kde a jak byly předepsané úpravy skutečně provedeny či dodrženy a mohly-li dokonce být z provozních, časových či jiných důvodů vůbec dodrženy. Většinu z toho nelze nyní, případně bez poškození stavby, objektivně zjistit. Další nejistou otázkou je, které z navržených opatření mohly být ve skutečnosti potenciální zábranou vzniku poruch.

Trhliny ve stěnách z LIAPORU, které jsou zvlášť citlivé ke stabilitě a tuhosti základu, na němž spočívají (obvykle se nepoužívá plné maltování svislých spar), mají příčinu především v průhybech stropní desky.

Z Á V Ě R

Na vzniklých poruchách, které se nezdají být poruchami ohrožujícími bezpečnost konstrukce, se podle názoru znalce podílí přibližně stejnou měrou projekt a provedení stavby. Projekt se podílí chaotickým uspořádáním zejména vertikálních nosných částí a v důsledku toho jejich nestejnými, někdy i nadměrnými, deformacemi a dále nedůslednosti v jeho vyhotovení (věnování nedostatečné pozornosti mezním stavům použitelnosti, chybějící rozhodující detaily a praktická nesplnitelnost všech přikázaných opatření současně), provedení stavby se podílí nedůsledným dodržáním projektem předepsaných (splnitelných) opatření, zejména pokud jde o styk dvou odlišných materiálů či časový průběh stavby.

Lze očekávat, že i po opravě porušených částí se budou obdobné poruchy čas od času opakovat, i když v klesající míře a v rostoucích intervalech. Úplné zabránění vzniku trhlin lze dosáhnout jen důsledným přiznáním přechodů mezi různými materiály a důsledným provazováním rohů a styků příček a stěn. Ke zmírnění rozsahu a velikosti trhlin může někdy pomoci i dobré bandážování styků vhodnou tkaninou pod omítkou.

Richard A. B a r e š