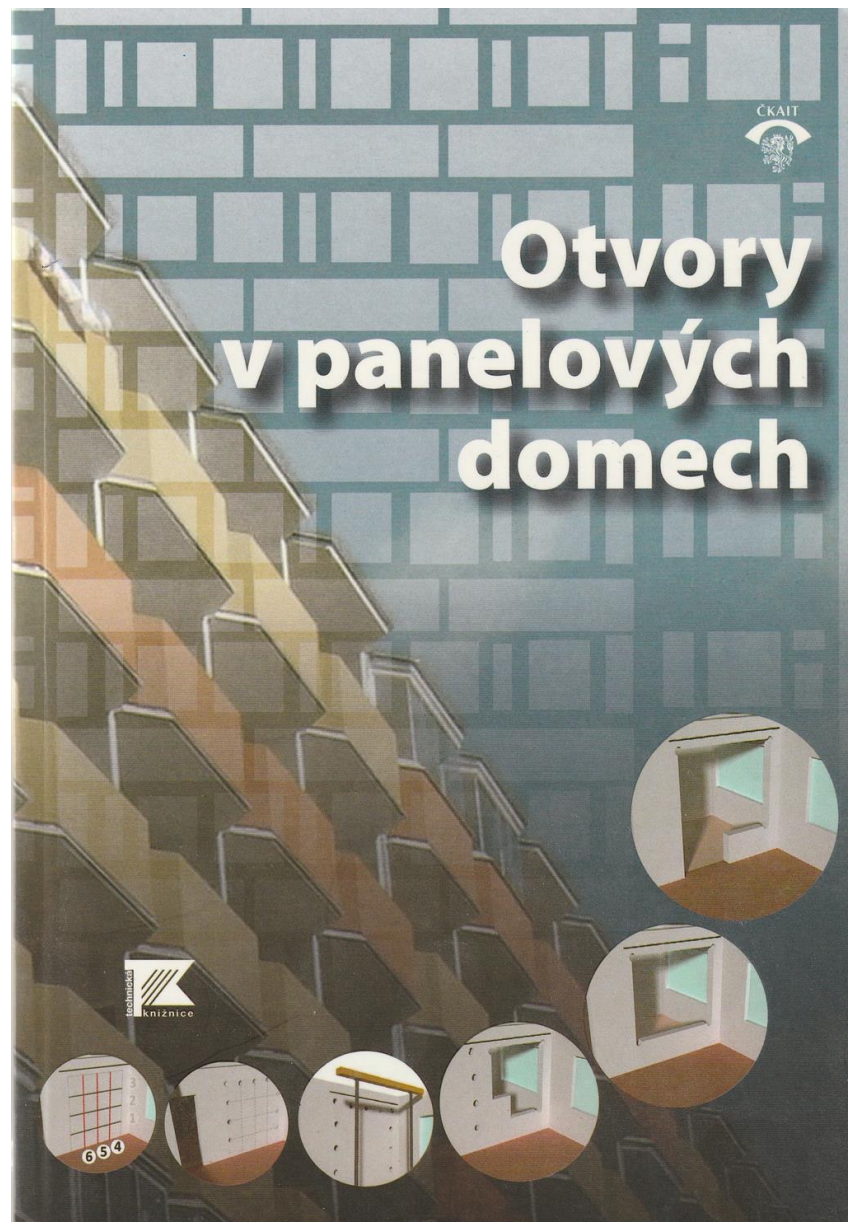




# Co hrozí panelovým domům při neodborném zásahu?

Ing. Jaromír Vrba, CSc.

15.5.2019



## Panelové domy – výstavba za socialismu a jejich sanace po roce 1990

V časopise Z+i 3/2018 byly uveřejněny některé poznatky z projektu Paneláci. V ČR byly vydány v posledních letech v oblasti architektury a územního plánování dvě publikace, Paneláci 1 a Paneláci 2, obsahující historii sídlišť zejména z pohledu architektonického. Úloha odborníků ČKAIT je poněkud jiná, bývají vyzýváni zejména k řešení úprav konstrukcí domů, vyžadovaných současnými uživateli bytů panelových sídlišť.

V letech 2012–2014 pořádal kolektiv pracovníků ČKAIT celkem 27 seminářů po celé ČR, aby byly obnoveny nebo prohloubeny znalosti o konstruování panelových domů zejména z pohledu statiky stavebních konstrukcí. Semináře realizoval kolektiv pracovníků – Ing. Honzík z Plzně, prof. Witzany z ČVUT Praha, prof. Štěpánek z VUT v Brně a Ing. Vrba z Olomouce (určený vedoucí kolektivu). Při seminářích pomáhali krajsí odborníci, znali detailněji problematiku krajských variant panelových soustav (bohužel, někteří z nich nejsou již nyní mezi námi). Zájem odborné veřejnosti o semináře byl značný, v některých městech byly opakovány vícekrát. Závěrem byla v roce 2014 vydána publikace Otvory v panelových domech, na níž se již nepodílel prof. Štěpánek pro velké zaneprázdnění ve funkci rektora VUT. Cílem této publikace bylo, aby praktičtí stavitelé měli k dispozici pomůcku, která by umožňovala návrhy úprav rekonstrukcí v souladu s platnými Eurokódy, neboť využívání tahových vlastností prostého betonu, uplatněné v dřívějším navrhování typových podkladů, Eurokódy významně omezovaly. Pomůcka ale měla sloužit i pracovníkům stavebních úřadů či dalším odborníkům ve výstavbě, v panelových domech totiž stále bydlí téměř třetina populace ČR.

Zkušenosti následujících let po vydání příručky jsou trochu rozpačité. Ukazuje se, že v mnoha případech chybí projektové podklady, archivní materiály projektových dokumentací panelových domů nebo výrobní dokumentace dílců stěnových soustav, mnohé bylo skartováno, mnoho pamětníků a tvůrců soustav již zesnulo. Analýzou problematiky bylo ověřeno, že při nových zásazích do stěnových konstrukcí je třeba prozkoumat i stav konstrukcí nejbližších bytů, a to jak ve svislém, tak i vodorovném směru řešeného domu. Vlastníci sousedních bytů často odmítají, na základě porad s právníky, tyto prohlídky realizovat. K posuzování větších nových otvorů je zapotřebí mít k dispozici výpočtový program s cenou v řádu desítek až statisíců korun, a to nebývá snadné, mnoho statistik takové programy nevládní. Majitelé bytů očekávají, že fakturační cena projektové dokumentace bude výrazně nižší než vlastní realizace nového konstrukčního opatření. Někteří kolegové jsou názoru, že pomůcka je zpracována příliš akademicky, byť se autoři snažili teoretické souvislosti minimalizovat, uvedli možnosti zjednodušených řešení. Zde se ukazuje výrazný rozdíl ve vnímání problematiky mezi jednotlivými účastníky výstavby. Stavební zákon vyžaduje průkazy zásahu do nosných konstrukcí (právníci jsou schopni tvrdit v absurdních případech i to, že vyvrtání otvoru v nosné stěně pro osazení hmoždinky pro zavěšení obrazu je zásahem do nosných konstrukcí a tudíž je nezbytné stavební řízení, zatímco stavitelé se takovému argumentu zpravidla pouсмějí), realizátoři řezání nových

otvorů (zhotovitelé) často uživateli bytů tvrdí, že se o nic nejedná, je to prý jednoduchá stavební činnost, nemusejí totiž zpravidla nic prokazovat, to je přece věc projektanta.

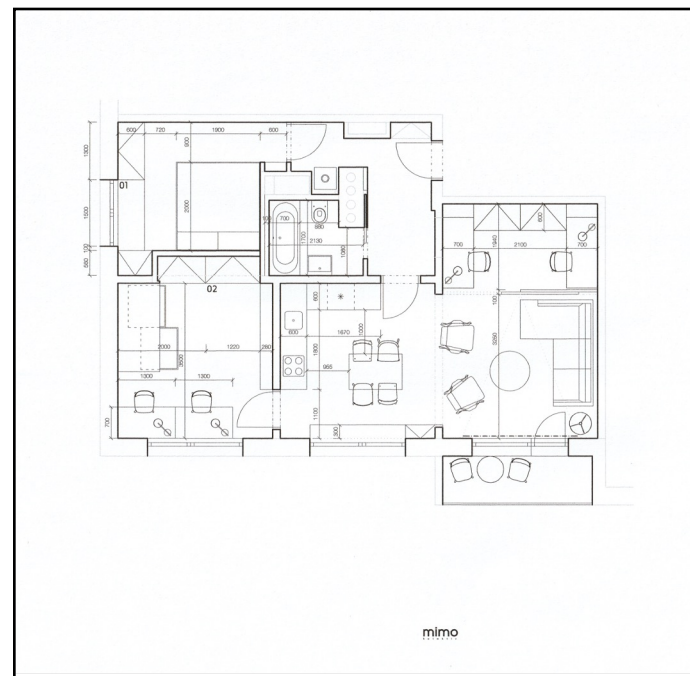
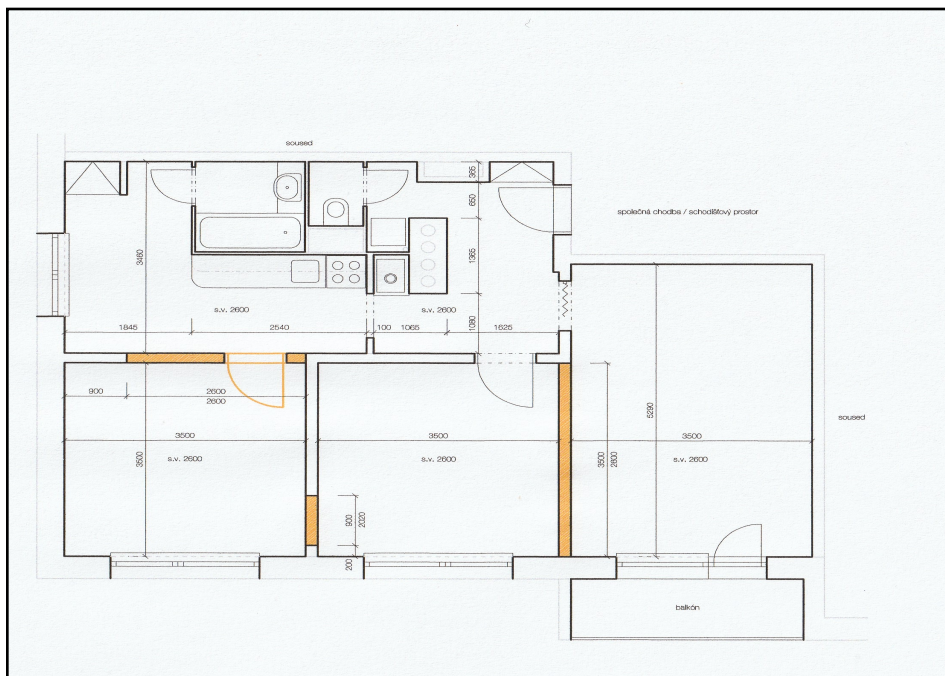
Citlivě jsem svou profesionální povinnost, že bych měl zkusit předat mladší generaci alespoň nějaké podklady o panelových konstrukcích, které by mohly být pomůckou pro jejich práci v této oblasti. V r. 2016 jsem z vlastní iniciativy vydal přes oblastní kancelář ČKAIT pomůcku pro statiky a projektanty olomouckého kraje – Olomoucké panelové soustavy a navrhování dodatečně předsazených lodžii, ta byla z iniciativy Ing. Najdekrové, předsedkyně oblasti, a Ing. Šárky Janouškové, ředitelky Informačního centra ČKAIT, následně umístěna v mírně revidované formě i na PROFESISu jako technická pomůcka č. TP 1.30.7. Cílem pomůcky bylo zejména zpřístupnit projektantům rekonstrukcí detaily užívaných soustav v kraji, ty jsou již nyní stěžejně dostupné. Obsahem příručky je i pohled autora na dodatečné navrhování předsazených betonových lodžii.

V roce 2017 jsem byl osloven Ing. Dominikou Hejdukovou, vedoucí Střediska vzdělávání a informací ČKAIT, abych připravil s kolegy (následně se mnou na tom spolupracovali prof. Witzany a doc. Čejka ze stavební fakulty ČVUT) dubnový seriál 2017 Opravy panelových domů, který byl poté umístěn na portál o bydlení Ministerstva pro místní rozvoj. V tomto materiálu je velmi stručně uvedeno, jak mohou být provedeny sanace jednotlivých, vybraných, stavebně konstrukčních částí domů.

Panelové domy stárnou a bohužel jejich údržba i nadále není úplně v centru pozornosti, jsou časté případy, že obyvatele domů stav konstrukcí příliš nezajímá. Nelze přehlédnout fakt, že v domech bydlí téměř třetina populace, problém je tedy závažný. Často vyčítaná příliš vysoká akademičnost průkazů, požadovaných stavebním zákonem, vyhláškami a normami, vede k nízké aktivitě členů ČKAIT zpracovávat projekty uvažovaných rekonstrukcí, mimo jiné i z důvodů nízké ochoty investorů ve věci úhrad vyšších nákladů za vypracování těchto složitých dokumentací. Zákon, norma či vyhláška by neměly zůstat pouhým alibi relativně úspěšně dokončené práce zpracovatelů těchto dokumentů před veřejností. Podle mne je zapotřebí stále zpřesňovat cestu ke sblížení názorů uživatelů bytů, projektantů, zhotovitelů sanací i normotvůrců. Nemůžeme tise přihlížet zrychlující se degradaci nosných konstrukcí panelových domů, byť, bohužel, pamětníků dobře se orientujících v této problematice rychle ubývá.

Ing. Jaromír Vrba, CSc.  
čestný člen ČKAIT

# BOURÁNÍ CELÉ STĚNY



# PANELOVÉ TECHNOLOGIE V BYTOVÉ VÝSTAVBĚ

- průkopníci panelových technologií – Karfík, Nový, Voženílek v Baťově Zlíně, předpoklady užití ocelového bednění. Vlivem války v Koreji šla veškerá ocel rozhodnutím Státní plánovací komise do vojenské výroby, proto se začal rozvíjet systém panelů a blokopanelů na základě sovětských vzorů
- teoretická fronta nebyla zcela připravena, počítalo se podle stupně bezpečnosti, bylo nutné hledat nové výpočetní postupy
- 1964 – Dušek, STÚ Praha – Prozatímní pokyny pro navrhování panelových domů
- 1965 – Horáček, Pume – Směrnice pro navrhování panelových domů
- 1971 – Horáček a kol., VÚPS Praha, Směrnice pro navrhování panelových domů (vícedílné)
- 1987 – ČSN 731211, Navrhování betonových konstrukcí panelových domů
- jednotlivé kraje měly své varianty, nebo alespoň variantní řešení obvodových plášťů
  
- po roce 1989 se výrazně snížil objem výuky panelových technologií
- značná migrace obyvatelstva, výměny bytů, jejich spojování
- Dozorčí rada ČKAIT zaznamenala řadu stížností na řešení nových otvorů, bylo prokázáno mnoho základních pochybení, proto vznikl podnět na pořádání seminářů
- platné EUROKÓDY v řadě oblastí (zejména zatížení) vedou ke zvýšeným požadavkům na objem použitých materiálů
- předpisy v užívání budov jsou přísnější než v době vzniku panelových soustav



Panelový dům T-06B v Hanušovicích – povodněmi r.1997 byla 1/3 základové spáry podezlela, dům vydržel přibližně týden, než bylo provedeno podbetonování

## FRENŠTÁT POD RADHOŠTĚM 2013

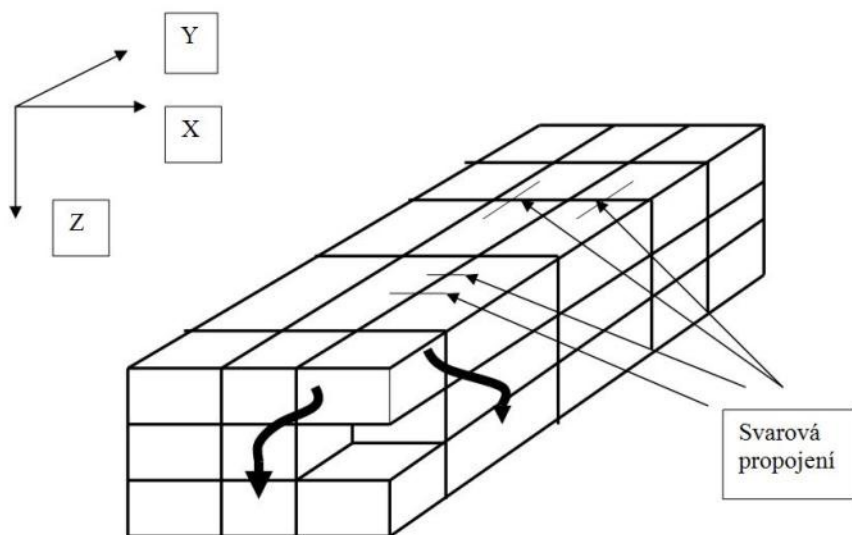


## 2019 - MAGNITOGORSK





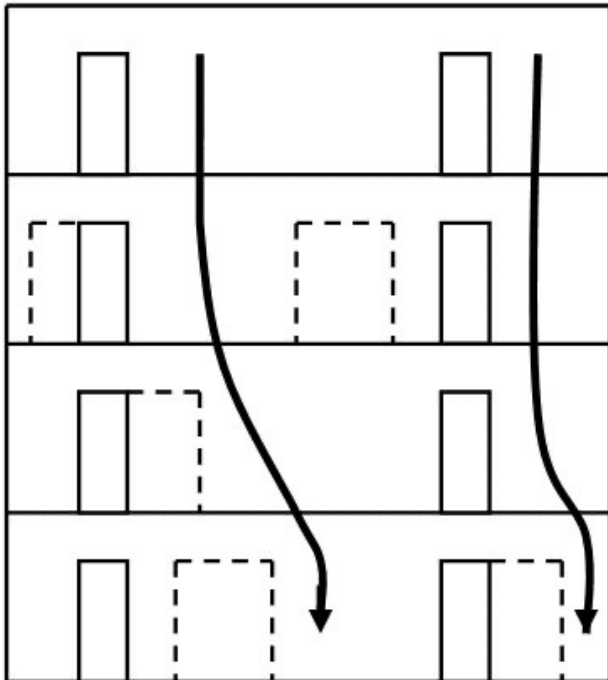
## PROSTOROVÉ ZTUŽENÍ PANELOVÝCH OBJEKTŮ



Objekt tvoří kvádr, který musí mít zabezpečenu mechanickou odolnost a stabilitu ve třech směrech a to i u konstrukcí, které nejsou navrženy na účinky mimořádných zatížení: Má se zabránit např. řetězovému zřícení (výbuchy plynu a pod.)

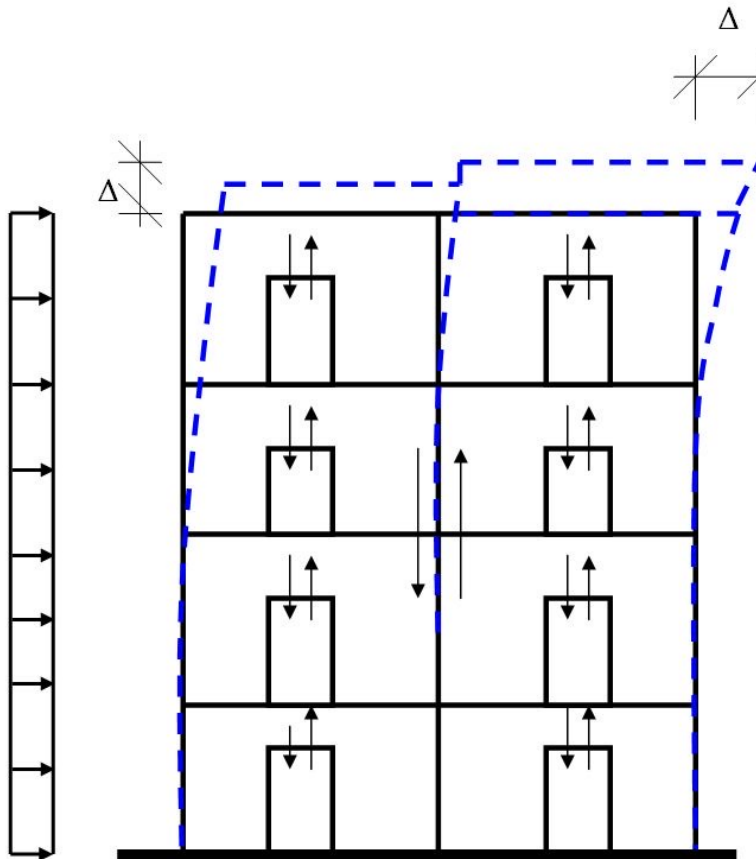
- v rovině stropu ve dvou směrech – dříve to bylo v intenzitě 15 kN/m stropu (bylo spojitě zajištěno např. účinným svařením stropních desek obou směrů), podle EUROKÓDU 2, kapitola 9.10.2.3 se požaduje ztužení min. 10 kN/m u obvodových stěn a 20 kN/m u vnitřních stěn
- svislé ztužení se pak má provést u panelových budov s více jak pěti podlažími tak, aby se omezilo zřícení stropu

# RIZIKA BUDOVÁNÍ NOVÝCH OTVORŮ V NOSNÝCH STĚNÁCH PANELOVÝCH DOMŮ



- zpravidla řeší každý otvor pro svého objednatele jiný statik, vzájemně o sobě nevědí
- otvory mohou způsobit velmi komplikovaný průběh toků zatížení a vnitřních napětí ve stěnách vedoucí až ke ztrátám odolnosti či stability stěny nebo její dílčí části
- velmi štíhlé pilířky u okrajů stěn mohou vytvářet rizika nedostatečného kotvení obvodových stěn při mimořádných zatíženích (výbuchy plynu a pod.)

# PŘETVÁŘENÍ STĚNY PANELOVÉHO DOMU PŘI VODOROVNÉM ZATÍŽENÍ

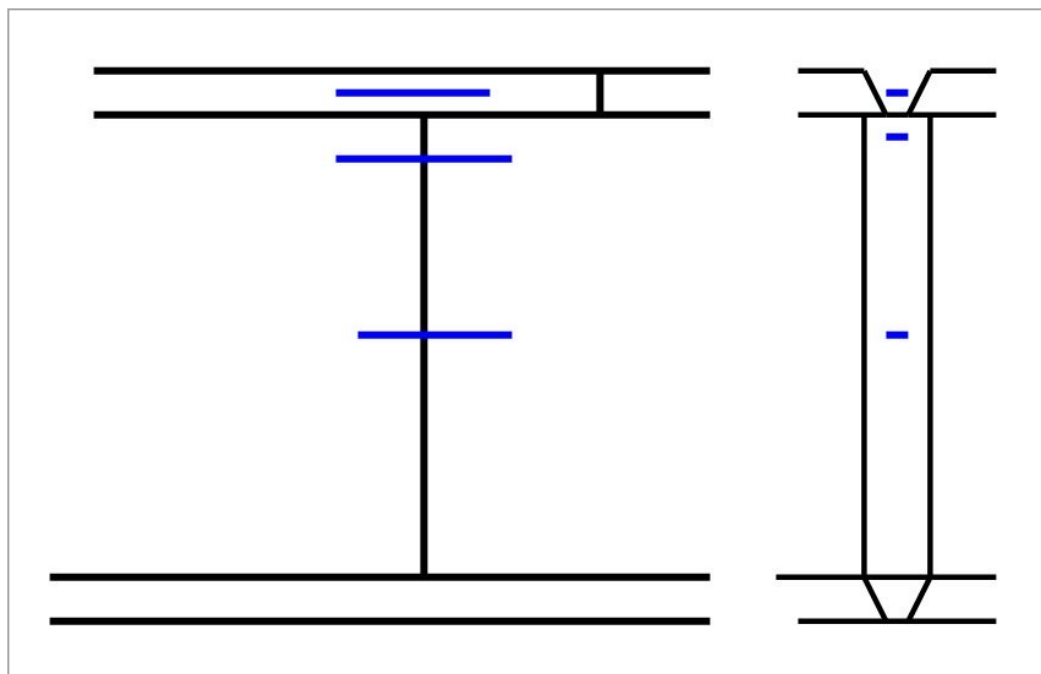


Stěna se účinkem vodorovného zatížení deformuje a vznikají posuny ve spárách nebo nadpražích (překladech) – tedy smykové toky. To jsou slabší články stěny

## ÚNOSNOST SPÁRY VE SMYKU – JEDNO PODLAŽÍ

Smyk se počítá na výšku jednoho stěnového panelu:

- zálivková výztuž ve stropní rovině
- výztuž lemovací ve stěnovém panelu
- smyčky ?
- hmoždinky v ostění stěnových panelů
- vliv „převazby“ stropů - pokud se spára stropního panelu nekryje se spárou stěnových panelů



## SMYK VE STYČNÉ PLOŠE

Vzorec 6.25 EUROKODU 2

$$V_{RD} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma + \rho \cdot f_{yd} (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

$c = 0,25$ ,  $\mu = 0,5$  hladké plochy (ocelové nebo plastové bednění)

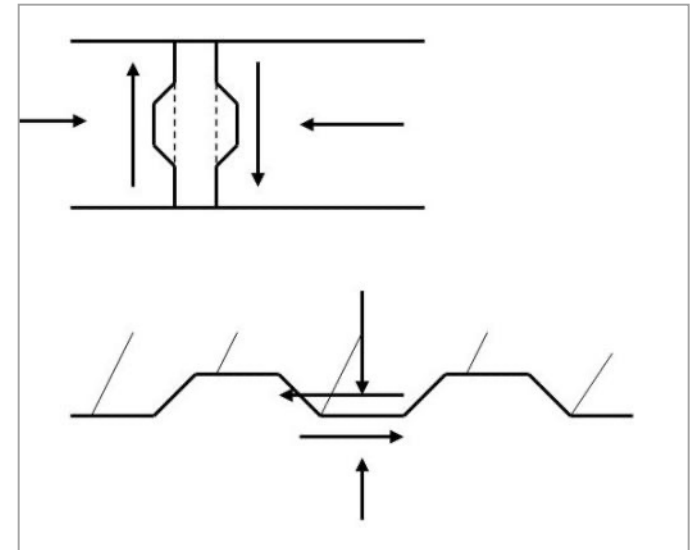
**Změna EUROKÓDU  $c = 0,025$  až  $0,1$**

$c = 0,35$ ,  $\mu = 0,6$  posuvné bednění apod.

$c = 0,45$ ,  $\mu = 0,7$  drsný povrch s nerovnostmi  
3 mm a více

$c = 0,50$ ,  $\mu = 0,9$  zazubená spára

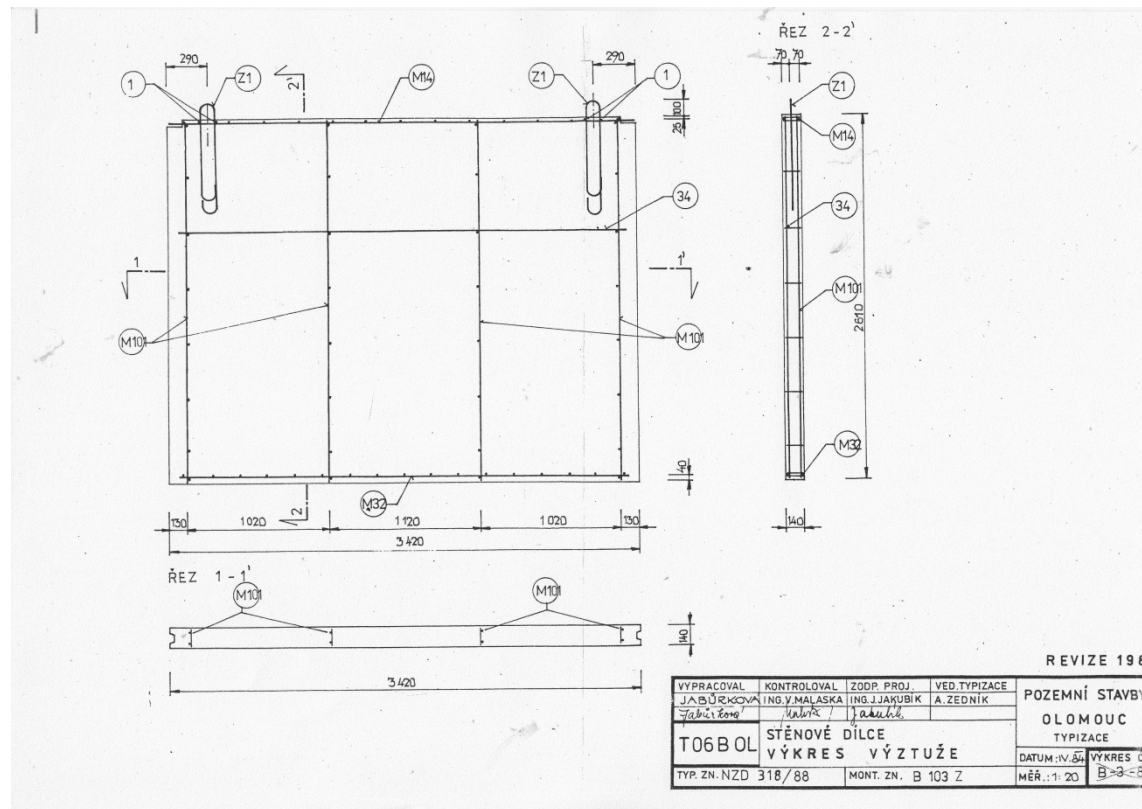
$\rho = A_s / A_i$



### Poznámka

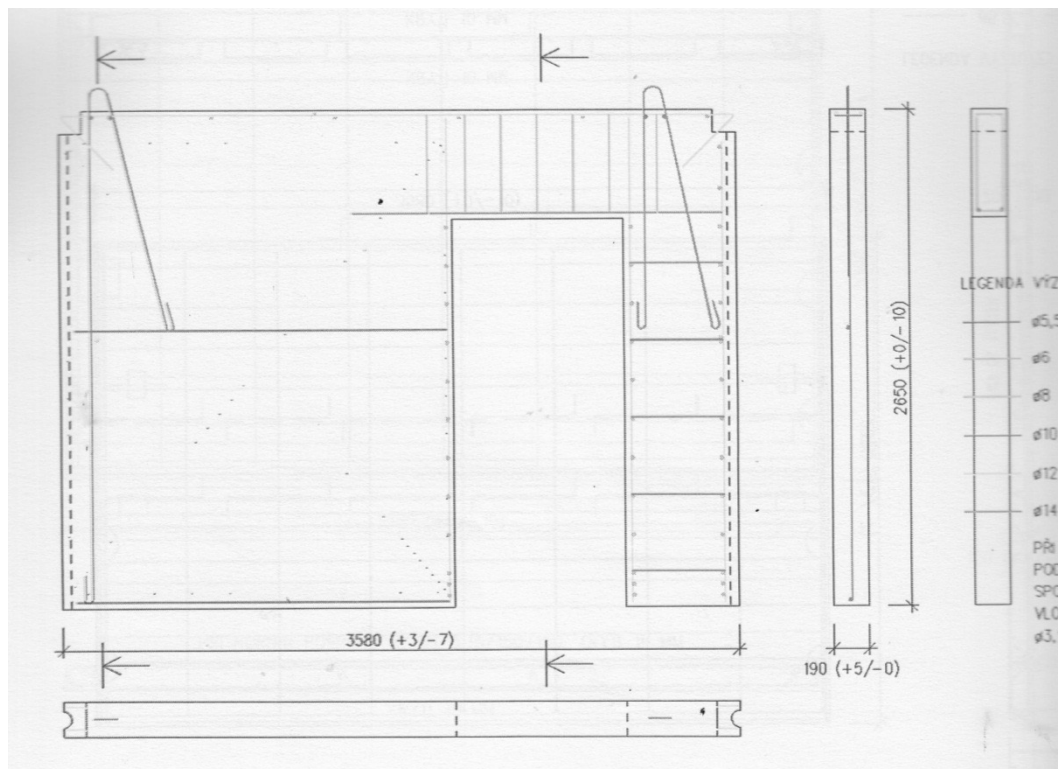
dle EUROKÓDU 2, čl. 6.2.5., odst. 4 se má uvažovat ve styku s hladkými spárami, kde mohou vzniknout trhliny s  $c = 0$ , pro zazubené styky  $c = 0,5$ .

# VÝKRES VÝZTUŽE STĚNOVÉHO DÍLCE T-06B OI

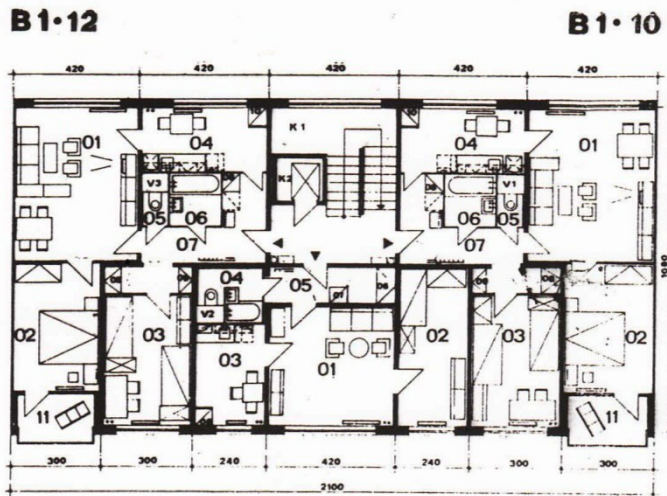


Panel má pouze po obvodě lemovací výztuž ze dvou  $\phi$  10 mm oceli 10216 (hladké kruhové). Zbytek výztuže nesplňuje požadavky na minimální vyztužení, jedná se tedy vlastně o prostý beton

# VÝKRES VÝZTUŽE STĚNOVÉHO PANELU T-06B, STŘEDOČESKÁ VARIANTA PANEL S DVEŘNÍM OTVOREM



Panel má po obvodě lemovací výztuž, nadpraží a tenčí sloupek jsou silněji vyztuženy. Tato varianta má tloušťky panelů 140 nebo 190 mm, únosnost panelů byla ve třech variantách i z hlediska kvality betonů.



Půdorys typického podlaží sekce 8-42d

B1-11

KOMUNIKACE BYTY

ODMĚČENÍ	FUNKCE	PLOCHA M <sup>2</sup>
K 1	SCHODIŠTĚ	18,24
K 2	VÝTAH	2,25
	CELKEM	20,49

DOM.VYBAVENÍ

ODMĚČENÍ	FUNKCE	PLOCHA M <sup>2</sup>
V 1	INST.PROSTOR	0,58
V 2	INST.PROSTOR	0,58
V 3	INST.PROSTOR	0,58
	CELKEM	1,74

BYT		BYTOVÉ PROSTORY		PLOCHY M <sup>2</sup>			
ČÍSLO	KATEGORIE	ČÍSLO	FUNKCE	OBYTNÉ	PŘÍBĚLŠ.	LOŽNICE	LODŽIE
B1.10	IV.	01	OBYVACÍ POKOJ	20,80			
		02	LOŽNICE	12,21			
		03	LOŽNICE	12,17			
		06	KUCHYŇE		8,52		
		08	WC		0,97		
		09	LÁZEŇ		2,80		
		07	PŘEDSÍŇ		8,73		
		08	ŠATNÍ SKŘÍŇ	0,90			
		09	ÚKLIDOVÁ SKŘÍŇ		0,36		
		10	SPÍŽNÍ SKŘÍŇ		0,36		
		11	LODŽIE				4,27
			CELKEM	46,18	21,74	87,82	4,27
B1.11	IIA	01	OBYVACÍ POKOJ	16,08			
		02	LOŽNICE	11,81			
		03	KUCHYŇE		6,00		
		04	WC + LÁZEŇ		3,07		
		05	PŘEDSÍŇ		3,78		
		06	ŠATNÍ SKŘÍŇ	0,72			
		07	ÚKLIDOVÁ SKŘÍŇ		0,36		
		08	SPÍŽNÍ SKŘÍŇ		0,36		
			CELKEM	29,86	13,57	43,63	



# PŘÍKLAD VYŘEZÁNÍ OTVORU ŠÍŘE 1,2 M A VÝŠKY 2 M POD PLNOU STĚNOU

## Zatížení:

### Plošné:

stálé - stropní deska -  $0,12 \cdot 25,0 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,0 \text{ kN/m}^2$   
podlaha cca  $0,8 \text{ „ - „}$

-----  
 $3,8 \text{ kN/m}^2$

Užitné - byt

$1,5 \text{ kN/m}^2$

### Kombinace zatížení:

a)  $(3,8 \cdot 1,35) + (0,7 \cdot 1,5 \cdot 1,5) = 6,705 \text{ kN/m}^2$  - rozhoduje

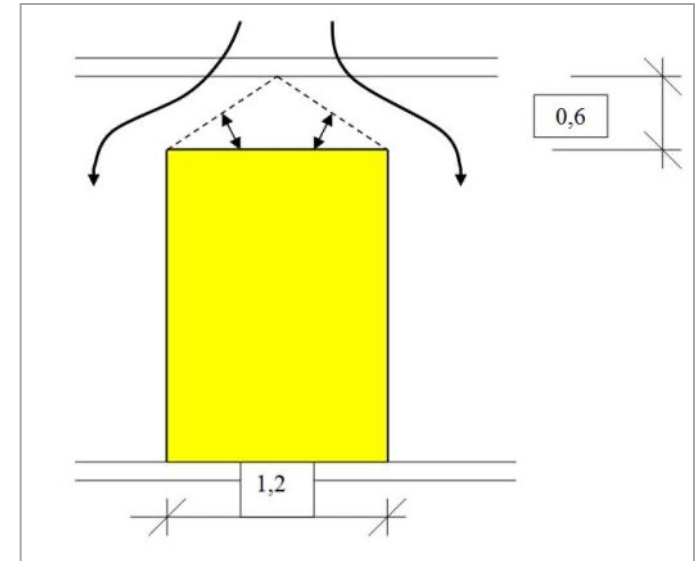
b)  $(0,85 \cdot 3,8 \cdot 1,35) + (1,5 \cdot 1,5) = 6,61 \text{ kN/m}^2$

### Liniové:

$6,705 \cdot 3,46 = 23,2 \text{ kN/m}$  (osová vzdálenost stěn 3,6m)

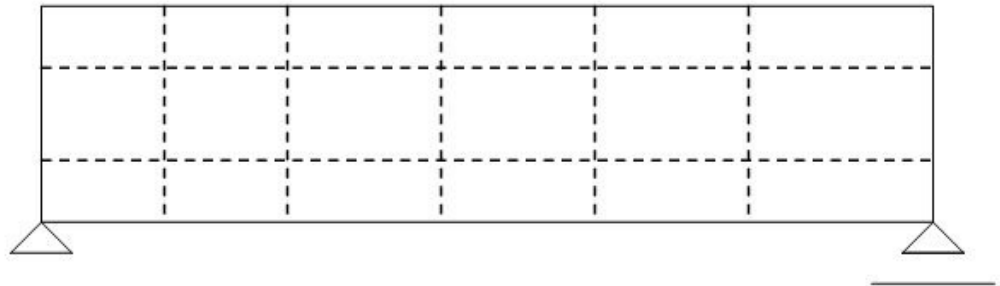
vl. tíha překladu  $0,6 \cdot 0,14 \cdot 25,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 = 2,835 \text{ kN/m}$

nosník:  $L/h = 1,2/0,6 = 2 < 3$  - je uvažován stěnový nosník (viz čl. 5.3.1 EUROKÓDU 2)



Dle čl. 12.5 EUROKÓDU 2 se uvažuje s pružnou analýzou, neboť prvky z prostého betonu mají omezenou duktilitu.

Vnitřní síly získány programem FEM 7 – VUT Brno, fakulty stavební. Dělení na prvky je zřejmé z obrázku, svislým okrajům (uzlům) je bráněno ve vodorovném posunu.



Tahové měrné horizontální síly:

v rohu při horním líci  $N_H = 62,149 \text{ kN/m}$   
uprostřed průřezu při spodním líci  $N_H = 48,783 \text{ kN/m}$

Návrhová únosnost prostého betonu v tahu (beton C16/20) dle čl. 12.3.1 EUROKÓDU 2  
 $f_{ctd} = \alpha_{ct, 0,05} / \gamma_c = 0,8 \cdot 1300 / 1,5 = 693,33 \text{ kPa}$

$\alpha_{ct} = 0,8$  (dílce vyráběné v panelárnách měly zaručenou kontrolu). Přepočtení měrných sil na plošné jednotky napětí:

$\sigma = N_H / t_l \text{ stěny v m} = 62,149 / 0,14 = 443,92 \text{ kPa} < 693,33 \text{ kPa}$

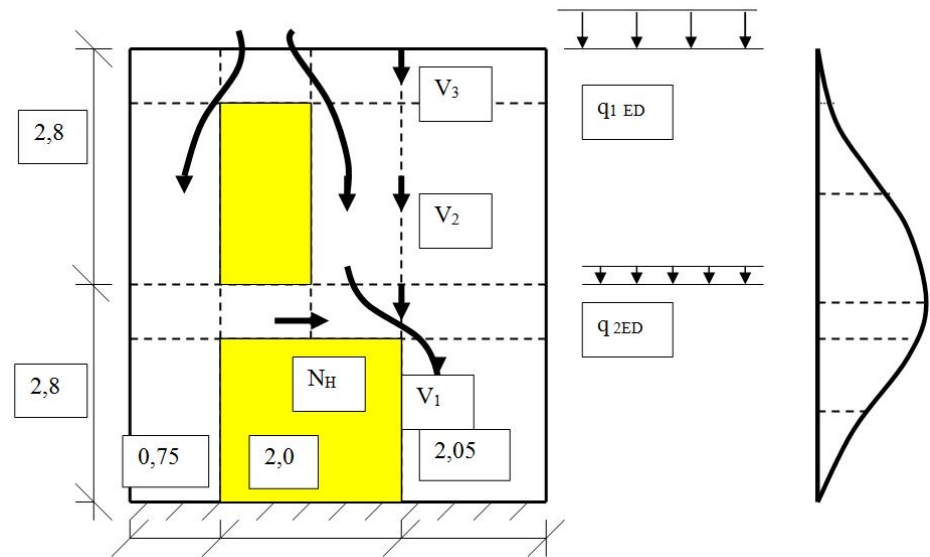
**vyhovuje**

## PŘÍKLAD ROZŠÍŘENÍ OTVORU POD STĚNOU S OTVOREM

Zatížení liniové na horním líci stěny  
 $q_{1ED} = 110,16 \text{ kN/m}$  je od čtyř stropů,  
 $q_{2ED} = 27,54 \text{ kN/m}$  je od jednoho stropu.  
Zatížení stěnami je zadáno samostatně.  
Tloušťka stěn činí 140 mm.

### **Poznámka:**

vnitřní síly byly získány opět programem FEM 7, dělení na prvky vymezují svislé a vodorovné přerušované čáry. Po svislých okrajích výseku stěny je bráněno vodorovným posuvům, v patě je stěna v uzlech podepřena ve svislém směru.



měrná síla  $N_H = 229,189 \text{ kN/m}$  (tah)

plošné napětí:  $\sigma = 229,189/0,14 = 1637,06 \text{ kPa} > f_{ctd}$  (beton C16/20)

výsledná síla  $N_H = 245,559 \text{ kN}$  (pro celou taženou oblast nadpraží)

Napětí musí přenést vložená výztuž - ocel 10505  $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}$   
 $= 435000 \text{ kPa}$

$$2\phi \text{ R20 } N_{RD} = 2 \cdot \pi \cdot 0,02^2 / 4 \cdot 435000 = 273,32 \text{ kN} > 245,559 \text{ kN}$$

max. smyková měrná síla v líci otvoru :

$$V_1 = 139,41 \text{ kN/m} \quad \tau = 139,41 / 0,14 = 995,78 \text{ kPa} > f_{ctd} = 693,33 \text{ kPa} \text{ ( beton C16/20)}$$

$$V_2 = 84,997 \text{ kN/m}$$

$$V_3 = 20,203 \text{ kN/m}$$

Je zřejmé, že po výšce se smyková síla zmenšuje, nicméně konstrukce z prostého betonu mají menší duktilitu, proto se uvažuje s lineárně pružnou analýzou, neuvažuje se s redistribucí smykových napětí. V dalším kroku je třeba přistoupit k řešení celé stěny, nebo lépe vystihnout přenos zatížení (uvážení přetížením čtyř podlaží na horním líci stěny bylo zřejmě přeceněno), zjemnit dělení výseku na menší prvky. Je rovněž zapotřebí ověřit zvýšení vlivu svislých normálových sil v pilířích vedle otvoru.

### Poznámka:

Pokud uvážíme pouze 2 stropy nad horním lícem výseku, při respektování vlastní tíhy stěny výseku, budou vnitřní síly přibližně 60 % vypočtených hodnot.

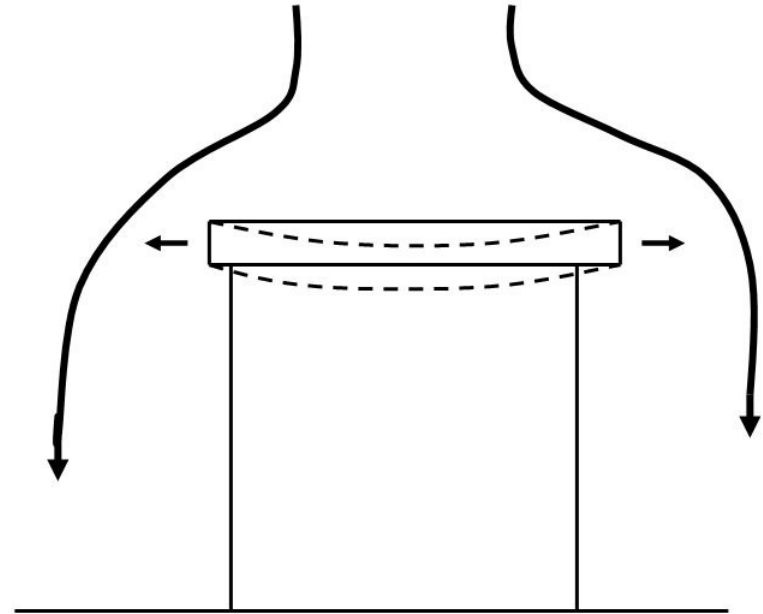
$$V_1 = 0,6 \cdot 139,41 \text{ kN/m} = 83,646 \text{ kN.m}$$

$$\tau = 83,646 / 0,14 = 597,47 \text{ kPa} < 693,33 \text{ kPa}$$

**vyhovuje**

## VÝZNAM TUHOSTI BETONOVÉHO PŘEKLADU PODPOROVANÉHO „I“ NOSNÍKEM Z VÁLCOVANÉ OCELI

Panelová stěna je ze zatvrdlého betonu, tedy působící zatížení se nemůže chovat jako na př. nasypané obilí a přizpůsobovat se průhybové čáře zatíženého nosníku. Svislé napětí „obtéká“ vytvořený otvor



Překlad má funkci, kdy přejímá převážně tahová napětí, nikoliv ohybová. Pro aktivaci ohybových napětí by musel vzniknout průhyb, to by ale tuhá betonová stěna ve fázi před vznikem trhlin nepřipustila. Pro tahová napětí nemá válcovaný „I“ nosník řádné kotvení – většinou je to tedy plýtvání finančními prostředky za mnoho kilogramů oceli.

U velmi malých otvorů přenesou tahy beton, u větších na př. řádně zakotvená táhla vložená do vyfrézovaných drážek, nebo uhlíkové lamely, ocelový rám po celém obvodu otvoru a pod. Nadpraží nad překladem a stěna vyšších podlaží z betonu musí přenést tangenciální napětí.

## PŘÍKLAD ŘEŠENÍ ŘEZÁNÍ OTVORU

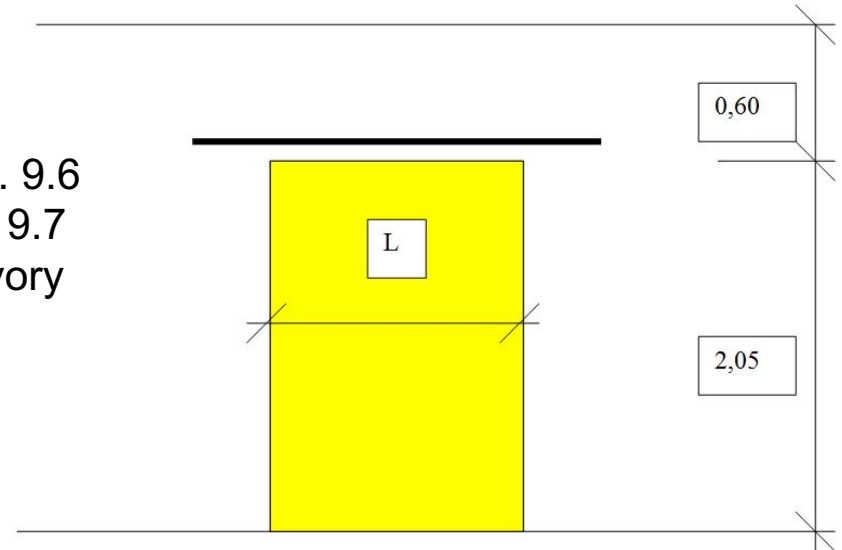
### Princip řešení :

V nadpraží se vyfrézuje drážka z obou stran panelu, vyčistí. Podélnou výztuž tvoří např.  $2\phi R10$ , nebo pruty HELIFIX  $\phi 10$  mm (KOMPAKT  $\phi 10$  mm). Výztuž a drážka bude provedena na takovou délku, aby vyhověla kotevní délka bez příčných prutů . Drážky se vyplní maltou společností HELIFIX (KOMPAKT) případně sanačním materiálem SIKA, MAPEI, atd.). Krytí výztuže 15 mm obvykle postačí. Po zatvrdnutí sanační malty se vyřeže vlastní otvor.

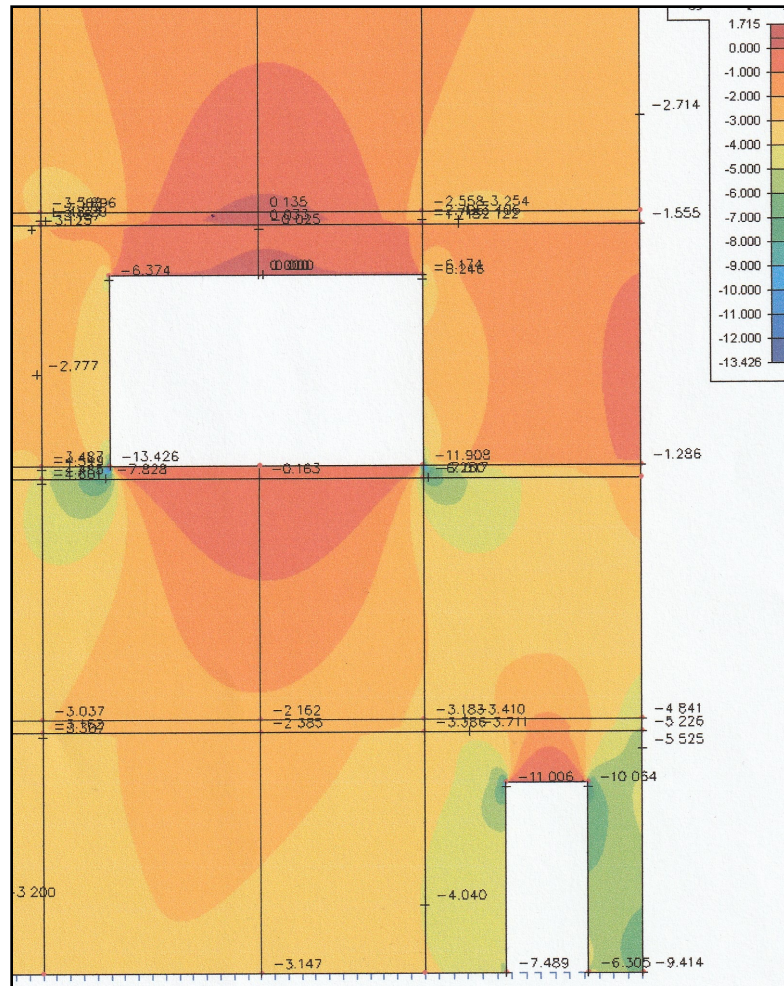
### Požadavky EUROKÓDU 2:

- vyztužené stěny mají vyhovět požadavkům čl. 9.6
- vysoké nosníky mají vyhovět požadavkům čl. 9.7 (v principu min. lemovací výztuž po obvodě, otvory nejsou zmíněny)
- kapitola 10 – Doplnující pravidla pro prefabrikované betonové dílce a montované konstrukce – stěny nezmiňuje

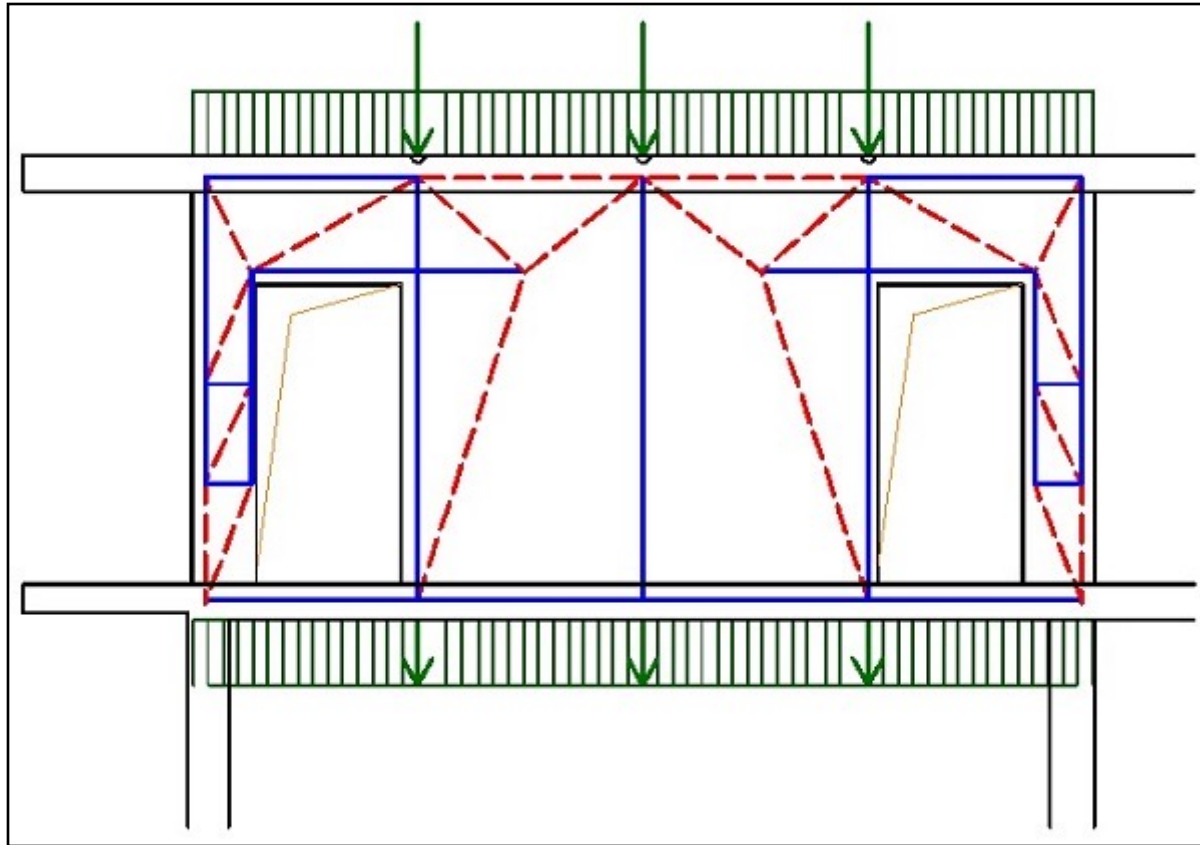
– prostý a slabě vyztužený beton – kapitola 12, odst. 12.1 (3) -... pro prefabrikované betonové dílce a konstrukce uvedené v tomto eurokódu se mají návrhová pravidla příslušně modifikovat



# NOVÝ VELKÝ OTVOR 3,4M - FN OLOMOUC, svislé napětí

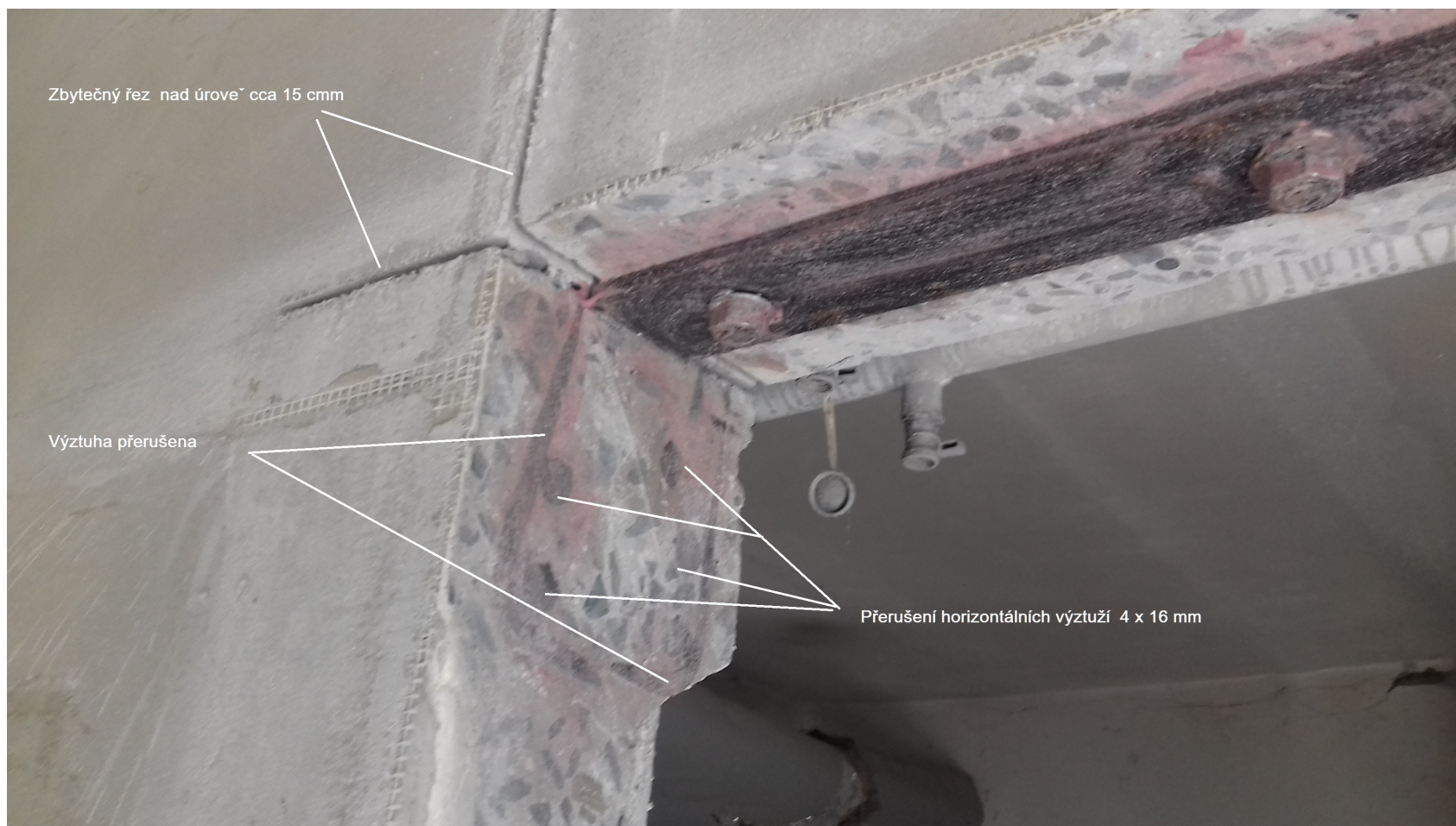


# ukázka "modelování příhradoviny"





# prořezání horních koutů



# ukázka přerušené výztuže



# snížení výšky nadpraží (překlady)



**Požární odolnost** – podle publikace ČBS Navrhování betonových konstrukcí 1 – prvky z prostého a železového betonu ( Procházka, Štěpánek, Krátký, Kohoutková, Vašková) z roku 2005, str. 290 je min. tl. stěny pro normovou požární odolnost REI 30 – 100 mm (nebo 120 mm při oboustranně ohřívané stěně) při max osově vzdálenosti stěn 10 m. Pak obvykle vyhoví krytí předepsané EN 1992–1 –1 (tedy EUROKÓDEM 2).

# DOPORUČENÝ POSTUP ZŘIZOVÁNÍ OTVORŮ V NOSNÝCH STĚNÁCH PANELOVÝCH DOMŮ

Početní analýza řady zjednodušených výseků panelových stěn ukázala, že různé zjednodušené metody na bázi přibližného modelování poskytují značný rozptyl výsledků. Zjednodušené modely berou v potaz pouze zatížení svislé rovnoměrné, neuvažují se účinky působení větru, přídavky napětí vyvozované zkrucováním stropních tabulí u nesymetrických soustav, atd. Smyková únosnost styků je zatížena řadou nejistot, týkajících se vyztužení styků či jejich spolehlivého vyplnění betonem. Proto se doporučuje dodržovat následující pokyny:

- u okrajů stěn zůstane min. šířka stěnového pilíře alespoň 500mm
- otvory se předpokládají šíře do 1000mm v rámci jednoho panelu
- zřizování otvorů lze provádět pouze technikou vrtání a řezání, nelze užívat bouracích kladiv
- nepředpokládá se, že by otvor zasahoval do styčné spáry mezi panely, líc otvoru by měl být min. 300mm od této spáry
- v každém návrhu zřízení otvoru musí být zvážena otázka podepření konstrukcí během provádění úprav před zřízením otvoru a v době jeho provádění

- výška nadpraží (překlady) nad otvorem zůstane 500 – 600mm
- v jednom stěnovém panelu lze zřídit max. jeden otvor
- před zpracováním posudku je nezbytné zjistit skutečný stav stěny v nejbližším vyšším a nižším podlaží. Je třeba požadovat po objednateli posudku, aby zjistil informaci o celkové míře nových otvorů v posuzované stěně oproti původnímu stavu. Pokud by množství otvorů překročilo 20 % plochy původních otvorů je zapotřebí řešit celou stěnu pro všechna podlaží
- je třeba respektovat okolnost, že panely byly vyztuženy po obvodě pouze lemovací výztuží
- v případě návrhu vyztužení otvoru (metoda HELIFIX, KOMPAKT, uhlíkové lamely, vyztužení pásovou ocelí, betonářskými pruty apod.) musí být posouzena požární ochrana nově realizovaných prací
- zjednodušené výpočty (nepředepisuje se jednotná metoda, autorizované osoby mají různá ověřená programová vybavení) musí být v souladu s požadavky EUROKÓDU 2, konstrukce z prostého betonu mají omezenou duktilitu, uvažuje se s lineárně pružným chováním průřezů

## Poznámka:

Analýza problematiky vedla k poznání, že pro panelové konstrukce byla vydána celá řada výjimek, dnes již obtížně dohledatelných. Autoři těchto pokynů nadále pracují na vyjasnění detailnějších okolností ohledně požárního posuzování objektů a zvážení významu nezbytnosti provádění výpočtů podle EUROKÓDŮ. Jde o tisíce domů a zvažuje se okolnost žádosti o výjimky promítnuté do národních aplikačních dokumentů EUROKÓDŮ. Není v silách autorů těchto pokynů získat výsledky do zahájení běhu seminářů.

Společenská poptávka si jistě vyžádá i požadavky na zřizování větších otvorů, jejichž řešení se vymyká výše uvedeným podmínkám. V takových případech je zapotřebí informovat objednatele, že řešení vyžaduje komplexní přístup včetně zjištění detailních podkladů, stavebně – technického průzkumu, detailních výpočtů.

### Dodatečné zřizování otvorů v nosných stěnách

$M_{ED} = 571,29 \cdot 0,02 = 11,43 \text{ kN.m}$ , podle čl. 6.1, odst. 4 Eurokódu 2 se uvažuje minimum 20 mm

$$N_{RD} = \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_w \cdot (1 - 2e/h_w) \quad \text{– vzorec 12.2 Eurokódu 2}$$

kde  $\eta \cdot f_{cd}$  je účinná návrhová pevnost betonu v tlaku;

$b$  celková šířka průřezu;

$h_w$  tloušťka průřezu;

$e$  výstřednost síly  $N_{ED}$  ve směru  $h_w$ .



$$l_w = 2,65 \text{ m (výška stěny)}; i_{\min} = 0,289 \cdot h_w = 0,289 \cdot 140 = 40,46 \text{ mm} = 0,0405 \text{ m}$$

$$\lambda = l_w / i_{\min} = 2,65 / 0,0405 = 65,43 < 86 \quad \text{– čl. 12.6.5.1, odst. 4 Eurokódu 2}$$

$$\text{(nebo také } l_w / h_w = 2,65 / 0,14 = 18,93 < 25 \quad \text{– čl. 12.6.5.1, odst. 5 Eurokódu 2)}$$

$$\eta = 1,0 \quad \text{– čl. 3.1.7. Eurokódu 2}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0,8 \cdot 16\,000 / 1,5 = 8533,33 \text{ kPa (beton C16/20)} \quad \text{– čl. 3.1.6 Eurokódu 2}$$

$$N_{RD} = 1,0 \cdot 8\,533,3 \cdot 1,2 \cdot 0,14 (1 - 2 \cdot 0,02 / 0,14) = 1\,024 \text{ kN} > 571,29 \text{ kN}$$

⇒ vyhovuje

#### Poznámka:

Úzký pilířek šíře 300 mm napojený na podélnou chodbovou stěnu je v úrovni stropů vždy převázán stropními panely, uloženými na polovinu šířky stěny; ve výpočtu smykové únosnosti se převazba zanedbá; spřahovací účinek smykové neúčinné spáry po výšce stěnového panelu se neuvažuje vzhledem k napojení na hladkou podélnou stěnu. Tlaková únosnost pilířku vyhovuje, část zatížení se přenáší přímo stropy do podélných stěn chodby.

#### Posouzení únosnosti svislé spáry mezi dvěma panely

$$V_{R,d} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5v \cdot f_{cd} \quad \text{– vzorec 6.25 Eurokódu 2}$$

kde  $c$  a  $\mu$  jsou součinitele vyjadřující drsnost styčné spáry;

$f_{ctd}$  je návrhová pevnost betonu v tahu;

$\sigma_n$  normálové napětí kolmé na spáru;

$f_{yd}$  návrhová pevnost oceli;

$f_{cd}$  návrhová pevnost betonu v tlaku;

$\alpha$  úhel, který svírá svislice s výztuží procházející styčnou spárou  
 $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ ;

$v$  redukční součinitel pevnosti betonu v tlaku;

$$\rho = A_s / A_i$$

$A_s$  je plocha výztuže procházející styčnou spárou;

$A_i$  plocha styku.

Ve styku nepůsobí normálová síla ve vodorovném směru, není předepjat, proto se uvažuje součinitel  $\mu = 0$ .

Styk je hmoždinkový (zazubený), může v něm vzniknout trhlinka, uvažuje se s hodnotou  $c = 0,5$  – čl. 6.2.5, odst. 4 Eurokódu 2.





---

**Děkuji za pozornost**

---

**Ing. Jaromír Vrba, CSc.**