



MINISTERSTVO
PRO MÍSTNÍ
ROZVOJ ČR

T A
Č R

Certifikovaná metodika

Metodické a technické pokyny pro posuzování stavebních úprav a zásahů do nosné konstrukce panelových domů

Zpracoval:

Metodiku vypracoval řešitelský kolektiv
hlavní řešitel projektu
prof. Ing. Jíří Witzany, Dr.Sc., dr.h.c.

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební

Praha, listopad 2016



FAKULTA
STAVEBNÍ
ČVUT V PRAZE





MINISTERSTVO
PRO MÍSTNÍ
ROZVOJ ČR

T A
Č R

Poděkování:

Metodika byla vypracována za podpory grantového projektu TAČR TB030MMR001 „Úpravy konstrukcí panelových domů“

Řešitelé projektu:

Fakulta stavební ČVUT v Praze:

prof. Ing. Jiří Witzany, Dr.Sc., dr.hc,
(hlavní řešitel projektu, witzany@fsv.cvut.cz, tel. +420224357168)

doc. Ing. Tomáš Čejka, Ph.D.
Ing. Radek Zigler, Ph.D.

Ing. Jiří Karas, CSc.

Ing. Pavel Kokeš

Ing. Jan Kubát

Ing. Aleš Polák

doc. Ing. Jiří Litoš, Ph.D.

Ing. Klára Kroftová, Ph.D.

Ing. Markéta Šmidtová

Fakulta stavební VUT v Brně:

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.

doc. Ing. Zdeněk Bažant, CSc.

Ing. Rostislav Jeneš

doc. Ing. Milan Ostrý, Ph.D.

Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.

Fakulta stavební VŠB – TU Ostrava:

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.

doc. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D.

Externí spolupráce:

Ing. Václav Honzík

Ing. Michal Hrubý

Ing. Petr Kuneš, CSc.

Ing. Karel Otřisal

doc. Ing. Jan Pašek, Ph.D.

Ing. Miloš Pazour

Ing. Petr Plichta

Ing. Bohumil Rusek

Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.

Ing. Václav Vimr, CSc.

Ing. Jaromír Vrba, CSc.



MINISTERSTVO
PRO MÍSTNÍ
ROZVOJ ČR

T A
Č R

Cíle:

Cílem projektu je vypracování metodiky jako souhrnu metodických, technických a technologických příruček a pokynů pro činnost ústředního správního orgánu zejména ve věcech bydlení v bytových domech realizovaných panelovou technologií. Dalším významným cílem je podpora znalostní základny ústředního orgánu a jemu podřízených správních orgánů, stavebních inženýrů a statiků v oblasti obnovy, modernizace a rekonstrukce panelových domů jako rozhodující záruky a prevence zajišťující kvalitu, hospodárnost, udržitelnost, trvanlivost a nízkou energetickou náročnost rozsáhlého bytového fondu realizovaného v tzv. panelové technologii.

Certifikovaná metodika „**Metodické a technické pokyny pro rekonstrukce, opravy, popř. výměnu a dodatečné zřízení lodžii a balkonů**“ navazuje na certifikovanou metodiku „**Metodické a technické pokyny pro posuzování stavebních úprav a zásahů do nosné konstrukce panelových domů**“ a na „**Katalog nejčastějších a charakteristických vad a poruch panelových domů**“

Upozornění: Při provádění zásahů, popř. změn v nosném systému panelové konstrukce je nutné respektovat ustanovení platných norem, navazujících předpisů a příslušných prováděcích vyhlášek.



Obsah:

Úvod	5
A. Vady a poruchy nosné konstrukce panelových budov.....	6
A.1 Údržba a opravy nosné konstrukce panelových budov	7
A.2 Životnost nosné konstrukce panelových budov	7
A.3 Prefabrikované dílce nosné konstrukce panelových budov	8
A.3.1 Vady, poruchy a nedostatky	9
A.3.2 Sanace betonu prefabrikovaných dílců	10
A.4 Dodatečné zajištění prostorové tuhosti nosného prefabrikovaného systému	12
A.4.1 Vady, poruchy a nedostatky	13
A.4.2 Sanace	14
A.5 Zajištění funkční způsobilosti svislé nosné konstrukce	14
A.5.1 Vady, poruchy a nedostatky	15
A.5.2 Sanace	16
A.6. Zajištění funkční způsobilosti stropních konstrukcí	20
A.6.1 Vady, poruchy a nedostatky	20
A.6.2 Sanace	22
A.7. Zajištění funkční způsobilosti svislých styků stěnových panelů	25
A.7.1 Vady, poruchy a nedostatky	27
A.7.2 Sanace	29
A.8 Zajištění funkční způsobilosti vodorovných styků	30
A.8.1 Vady, poruchy, nedostatky	32
A.8.2 Sanace	34
A.9. Zajištění funkční způsobilosti obvodových dílců	35
A.9.1 Vady, poruchy a nedostatky	35
A.9.2 Sanace	37
A.10 Zajištění funkční způsobilosti styků a spojů obvodových dílců	39
A.10.1 Vady, poruchy a nedostatky	40
A.10.2 Sanace	40
B. Zásahy do nosných panelových konstrukcí	41
B.1 Dodatečné zřizování otvorů v nosných stěnách	42
B.1.1 Zásady při zřizování otvorů a drážek v nosných stěnách	48
B.2 Dodatečné zřizování otvorů v prefabrikované stropní konstrukci	51
Závěr	53
Normy	55
Použitá literatura	55
Doporučená literatura	56



Úvod

Výstavba bytů panelovou technologií se uskutečňovala v letech 1957 – 1992, přičemž největší intenzity dosahovala v 70. a 80. letech minulého století. Panelové byty byly realizovány v 9 až 14 základních panelových soustavách a v řadě tzv. krajských materiálových variant (cca 67). Stáří panelových domů se v závislosti na roku výstavby pohybuje od 25 do 60 let, to znamená, že v řadě případů dosahují panelové domy téměř 70 - 75 % předpokládané fyzické životnosti, tj. dosahují cca 25 až 70 % předpokládané „účtní“ životnosti (75 – 85 let). Do roku 2025 dosáhne 50 – 60 % životnosti více než polovina těchto objektů, které budou vyžadovat v závislosti na jejich stáří, kvalitě, rozsahu a výskytu vad a poruch provedení oprav, sanace a regenerace umožňující vedle dosažení plné fyzické životnosti také snížení energetické náročnosti.

Podle statistických údajů je v ČR zjištěno celkem 62 456 bytových panelových domů, ve kterých je 1,165 mil. bytů. Což představuje téměř 32% celkového trvale obydleného bytového fondu v ČR. Většina těchto domů je soustředěna do specifických obytných zón, tzv. sídlišť, situovaných převážně v městech s více než 20.000 obyvateli. V těchto větších obcích (městech) tvoří byty v panelových domech 40 až téměř 50 % bytového fondu.

Nejvyšší podíl na výstavbě vícepodlažních panelových objektů mají především stavební soustavy G57, T06B, T08B, VVÚ-ETA, Larsen&Nielsen, B70, PS69, HK60, BANKS

Realizované prefabrikované stěnové konstrukce jsou charakteristické příčným uspořádáním nosných stěn zpravidla umístěných v osové vzdálenosti 2,4 m až 6,0 m. Panelové soustavy s osovou vzdáleností příčných stěn 2,4 m až 4,8 m jsou označovány jako malorozponové soustavy, se vzdáleností příčných stěn 6,0 m (výjimečně 6,6 m) jako soustavy středněrozponové.

Panelové konstrukce přinesly zcela novou kvalitu do konstruování pozemních staveb, která vyžadovala hlubší teoretické znalosti, nahrazení empirie teorií, nahrazení idealizovaných a značně zjednodušených modelů chování konstrukce a jejich částí výstižnými modely fyzikálními (materiálovými) a modely zatížení.

Příčné uspořádání nosných stěn, které se uplatnilo v panelové výstavbě, otevřelo cestu novému pojetí a uspořádání nosného systému vycházející z principu Le Corbusierova systému Domino (1914). Příčné uspořádání nosných stěn umožnilo, na rozdíl od tradičních zděných systémů s podélným uspořádáním nosných stěn, „otevření“ obvodových konstrukcí a vytváření průčelí s průběžnými pásy oken a parapetů. Současně však příčné uspořádání nosných stěn omezilo propojování sousedních travé např. v rámci bytu pouze dveřními otvory. Tato vlastnost příčného uspořádání nosných panelových stěn je v současnosti do určité míry překážkou při modernizaci a dispozičních úpravách bytů v souladu se současnými individuálními požadavky na volnější dispoziční a provozní propojení sousedních travé (obr. 1).

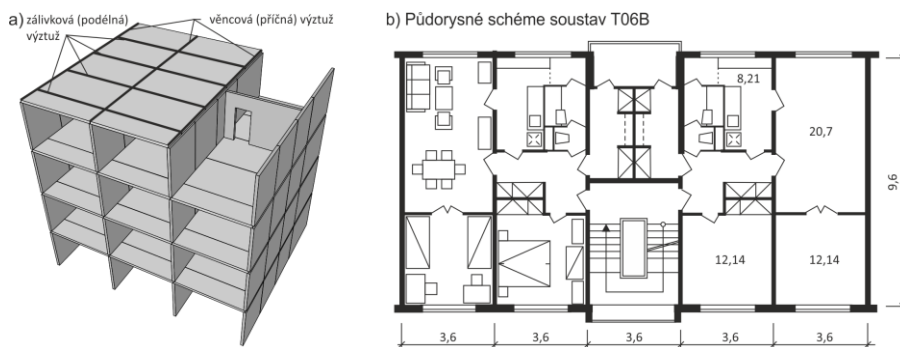
Provedení oprav, sanace a regenerace panelových domů v závislosti na jejich stáří, rozsahu a výskytu vad a poruch umožňuje dosáhnout v současnosti požadované kvality bydlení, snížení energetické náročnosti, zlepšení architektonického výrazu a zejména předpokladů pro dosažení plné životnosti panelových objektů. Lze oprávněně předpokládat, že náklady na uvedenou sanaci a

Komentář [u1]: Odsadit v celém textu texty, tak aby neležely u loga. Děkuji



regeneraci v závislosti na jejich rozsahu, přepočtené na jednu bytovou jednotku, se budou převážně pohybovat do 20 % současné pořizovací ceny bytu odpovídající velikosti.

Naformátováno: Odsazení: První řádek: 0 cm



Obr. 1 a) Schéma deskostěnové prefabrikované (panelové) konstrukce s příčným uspořádáním nosných stěn a ztužující stěnou v podélném směru

A. Vady a poruchy nosné konstrukce panelových budov

Vlastnosti nosné konstrukce popisuje tzv. nosná způsobilost, kterou lze definovat jako schopnost konstrukce, resp. nosného systému plnit požadované nosné funkce z hlediska mezních stavů únosnosti a použitelnosti při působení statických a dynamických zatížení a dalších vlivů způsobujících mechanické stavy napjatosti, popř. deformace a přetváření. Vady, poruchy a zásahy mohou mít rozdílný vliv na nosnou způsobilost. Za závažné vady, poruchy a zásahy považujeme takové, které snižují nosnou způsobilost. Z tohoto hlediska je nutné, aby všechny dodatečně prováděné zásahy do nosné konstrukce byly posouzeny autorizovanou osobou v oboru pozemních staveb a statika a byly řádně ohlášeny příslušnému orgánu státní správy.

Do skupiny závažnějších vad a poruch patří vady a poruchy obvodových dílců, styků a spojů obvodových dílců, styků (kotvení) obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce a předsazených konstrukcí lodžii a balkónů, které jsou vystaveny vedle účinků svislého a vodorovného zatížení zejména cyklickým účinkům teploty a vlhkosti. Vady a poruchy těchto konstrukcí snižují jejich funkční a užitné vlastnosti, jejich statickou bezpečnost a životnost.

Základem hodnocení stavebně technického stavu nosné konstrukce panelových budov, které by mělo předcházet všem dodatečně prováděným zásahům do nosné konstrukce a při výskytu a opravách poruch nosné konstrukce, je **podrobný stavebně technický průzkum**, který by měl zahrnovat:

- rozměrové parametry dílců a geometrie konstrukce
- určení kvality betonu dílců
- určení polohy, množství a kvality výztuže dílců a styků (včetně ověření kotevní a spojovací výztuže)
- směr, průběh a velikost trhlin v nosných dílcích a ve stycích
- lokální poškození dílců, především drcení a odlupování betonu krycích vrstev zejména v oblastech nosné výztuže, ložných spár stropních dílců, stupeň koroze výztuže.



A.1 Údržba a opravy nosné konstrukce panelových budov

Rozsah a závažnost vad a poruch jednotlivých panelových objektů jsou významným způsobem ovlivněny **zanedbáním základní a včasné údržby a prováděním oprav**.

Jedná se především o opravy trhlin a korodující výztuže ve stycích a spojích dílců, styků a dílců předezášených lodžii a balkonů, styků obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce, narušení povrchových vrstev a úprav obvodových, lodžiových a balkonových dílců.

Nekvalitní dílce (narušené dílce, stykové plochy a hrany), nedodržování tolerancí, nekvalitní materiály, **vadné projektové řešení a nekvalitní práce** jsou příčinou poruch spojů obvodových dílců.

Otevřené trhliny a narušené povrchové vrstvy umožňují intenzivnější průnik oxidu uhličitého, vlhkosti, popř. vody, které následně zvyšují intenzitu korozivních a degradačních procesů snižujících funkčnost, popř. bezpečnost (koroze kotevní výztuže obvodových dílců) a trvanlivost betonu a výztuže dílců. Včasné a pravidelné provádění oprav a údržby předchází těmto znehodnocujícím procesům.

Podle British Standards Institution by prohlídky objektu měly být prováděny ve třech úrovních:

- průběžné pravidelné prohlídky uživatelem objektu,
- roční vizuální inspekce části objektu předepsané projektem pod dozorem kvalifikované osoby,
- pětileté celkové inspekce všech částí objektu kvalifikovanými pracovníky.

Komentář [u2]: Odrazit od tabulky, je to moc natěsno

Vlastní údržba by kromě běžné byla dána projektem a korigována skutečnostmi zjištěnými během inspekci. Úroveň údržby je navržena v Tab. 1.

Tab. 1 Údržba objektu

Úroveň	Popis	Rozsah	Příklad
1	údržba spojená s opravou	obnovení původní funkce po zjištěné poruše	oprava narušených povrchů, trhlin, výměna ventilů, rozbitých oken
2	plánovaná údržba a obnova	pravidelné cykly oprav a obnovy dané projektem	nátěry povrchů, oken, dveří, obnova reflexních nátěrů plochých střech, výměna podlahových krytin, přetmelení styků a spár
3	údržba podle zjištěných skutečností + opravy, smluvní údržba	údržba a opravy na základě inspekci k obnovení funkce, zajištění bezpečnosti při užívání a bezporuchového provozu	opravy zjištěných závad, smluvní údržba výtahů a eskalátorů

A.2 Životnost nosné konstrukce panelových budov

Trvanlivost betonových konstrukcí přímo závisí na jejich odolnosti vůči pronikání agresivních látek do porézní struktury betonu. To platí obecně pro beton nevyztužený i vyztužený. Rozhodujícím faktorem míry a rychlosti poškození až případné celkové destrukce betonu je jeho kvalita a množství exhalátů v ovzduší dané lokality stavby. V průmyslových oblastech s vysokým obsahem produktů spalování fosilních paliv je prokazatelně životnost betonových konstrukcí nejnižší.



Nejvyšší citlivost na škodlivé plyny z ovzduší mají vnější pláště panelových budov, u kterých přímá strukturální destrukce betonu je ještě násobena zpravidla vysokou permeabilitou betonu dílců a negativními důsledky koroze ocelové výztuže.

A.3 Prefabrikované dílce nosné konstrukce panelových budov

Nosná způsobilost, trvanlivost a životnost nosné prefabrikované stěnové konstrukce je ovlivněna stejnými činiteli jako životnost monolitických železobetonových konstrukcí. Je určena jednak kvalitou železobetonových dílců a styků tj. vlastnostmi získanými při výrobě a montáži panelového objektu a jednak působením vnějších účinků a vlivů – chemické, fyzikálně chemické a biologické působení prostředí na stavbu. Trvanlivost a životnost dílců prefabrikované konstrukce závažným způsobem snižují – karbonatace betonu, koroze výztuže, vady a poruchy nosných dílců, styků nosných dílců, konstrukční vady a hrubé nedostatky při výrobě dílců a montáži nosné konstrukce. Z tohoto pohledu jsou zvláště závažné důsledky nedostatečné a zanedbané údržby a včasných oprav.

Na rozdíl od vnější obalové prefabrikované konstrukce, která je vystavena změnám teploty, vlhkosti, agresivním plynům v ovzduší, slabým roztokům kyselin ve srážkové vodě apod., vnitřní nosná konstrukce je chráněna před účinky a vlivy vnějšího prostředí a zvýšenou agresivitou.

Vnitřní nosná konstrukce (stěnové a stropní panely) je v prostředí, které zajišťuje její vysokou fyzickou životnost (řádově $n \times 100$ let), na rozdíl od obvodové konstrukce, lodžiové konstrukce, balkonů, které mají podstatně menší trvanlivost, danou převážně jejich kvalitou a provedením, způsobem vyztužení popř. permeabilitou betonu a agresivitou vnějšího prostředí (např. blízkost chemické výroby, dopravy apod.). Kritickým článkem těchto konstrukcí je karbonatace betonu, koroze výztuže (dílců, kotvení), narušování a odpadávání povrchových vrstev betonu.

Schopnost železobetonové prefabrikované konstrukce odolávat účinkům vnějšího prostředí označujeme jako trvanlivost betonu (železobetonu). Je závislá na kvalitě betonu – kameniva a cementového tmelu – jeho hutnosti, pórovitosti, chemismu a obsahu rozpustných solí, které jsou reaktivní s vnějším prostředím a přispívají ke vzniku strukturálních trhlin, zvětšují pórovitost betonu a postupně urychlují korozi betonu a výztuže (obr. 2).



Obr. 2 Narušování, degradace betonu, koroze výztuže obvodových dílců



A.3.1 Vady, poruchy a nedostatky

K základním vadám, které závažným způsobem ovlivňují mechanické vlastnosti, trvanlivost a životnost patří nekvalitní porézní beton s vysokým stupněm permeability a nedostatečné krycí vrstvy výztuže, popř. nedodržení projektové polohy výztuže. K těmto vadám dále přistupují poruchy způsobené technologií výroby, složením betonové směsi a způsobem skladování, které jsou příčinou vzniku technologických a strukturálních trhlin, popř. nedostatečné soudržnosti betonu a výztuže.

Porézní beton a malé krycí vrstvy výztuže (< 20 mm) jsou nejčastější příčinou narušování a odpadávání povrchových vrstev. Počátek koroze betonu je spojen se snižováním alkality povrchových vrstev betonu, karbonatací betonu a následnou korozí výztuže.

Karbonatace betonu a koroze výztuže jsou procesy, které zásadním způsobem ovlivňují funkční způsobilost a životnost betonových a železobetonových konstrukcí. Účinkem těchto procesů dochází k postupnému vzniku strukturálních mikrotrhlin v karbonatované vrstvě betonu, postupné ztrátě alkality betonu zajišťující ochranu výztuže před korozí, ke korozi výztuže způsobující narušování krycích vrstev výztuže a úbytek oceli výztuže (obr. 3). V případě nosné prefabrikované konstrukce, která je trvale v suchém vnitřním prostředí chráněna od vnějších vlivů jsou uvedené procesy velmi pomalé a mohou dosáhnout závažného rozsahu až po několika desetiletích.



Obr. 3 Narušování obvodových dílců, koroze výztuže

Tab 2. – Zanesení změřených hodnot hloubky karbonace betonu u stropních panelů do tabulky

betony značení	Stáří objektu					Příklad
	20	30	40	50	60	
B170 -C10/13,5				3,7		PS61
B250- III - C16/20			1			T06B
B250- III - C16/20		10				PS69
B330 – IV -C23/28		2				VVU-ETA



Poznámka: Pro orientační stanovení hloubky karbonatice lze použít speciálních roztoků např. fenolftaleinu v kombinaci s postupným „vybrušováním“ povrchu betonu až do hloubky, na níž nanesený nátěr zůstává čirý. Pokud se zbarví do červenofialové barvy, došlo k poklesu faktoru pH pod 9,5 a ztrátě alkality způsobené karbonatací. Tato hodnota nezajišťuje dostatečnou ochranu výztuže a v prostředí s relativní vlhkostí nad 80% může docházet ke korozi výztuže.

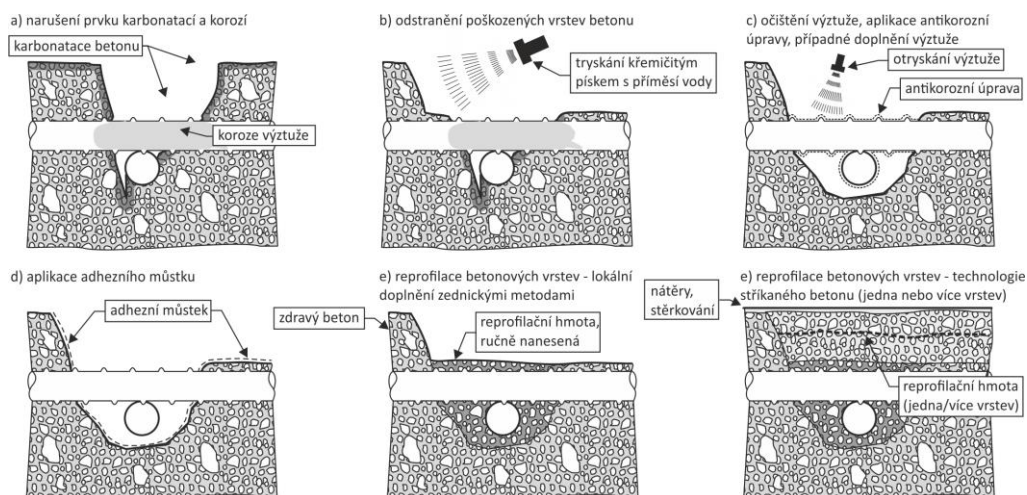
A.3.2 Sanace betonu prefabrikovaných dílců

Sanace betonu prefabrikovaných dílců z hlediska zpomalení procesů **karbonatice** spočívá v dodatečných opatřeních omezujících průnik a hromadění vlhkosti a oxidu uhličitého. Sanační opatření musí zahrnovat i ochranu výztuže před korozi, která snižuje soudržnost výztuže a betonu, způsobuje narušení krycí vrstvy a oslabuje statickou účinnost výztuže.

Koroze výztuže prefabrikovaných dílců je zvláště závažná u konstrukcí vystavených účinkům a vlivům vnějšího prostředí. Tloušťky krycích vrstev výztuže prefabrikovaných dílců jsou převážně 10 mm. Vysoká permeabilita prefabrikovaného betonu a častý výskyt technologických trhlin v krycí vrstvě v místě výztuže, jsou příčinou nedostatečné dlouhodobé ochrany výztuže.

U konstrukcí, které již dospěly do stádia karbonatice, kdy dochází k povrchové korozi betonu (tzv. III. etapa karbonatice¹⁾, hlubší karbonatice betonu, koroze výztuže, narušení krycí vrstvy), zjevnému poškození hran a ploch, je třeba důsledně (obr. 4):

- odstranit poškozený degradovaný (karbonatovaný) beton,
- odstranit poškozenou výztuž,
- zbylou odhalenou výztuž očistit a ochránit nátěrem před další korozi,
- doplnit novou výztuží,
- provést pasivaci výztuže
- provést adhezní můstek
- obnovit narušené krycí vrstvy výztuže a vyspravit a impregnovat povrch
- provést nátěry – disperzní, hydrofobizační a impregnační splňující požadavek zachování nízkého difuzního odporu.



Obr. 4 Sanace zkarbonatovaného betonu a zkorodované výztuže

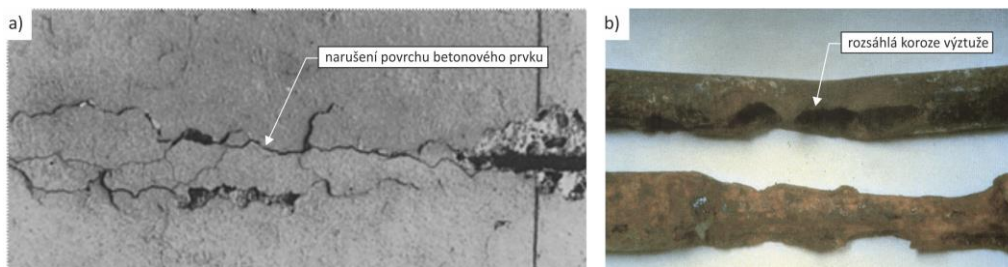


Závažný vliv na karbonataci a následně na korozi výztuže mají trhliny (mikrotrhliny, strukturální trhliny, technologické trhliny a trhliny způsobené mechanickými, popř. technologickými a reologickými účinky a vlivy). V těchto případech jako účinné **sanační opatření** lze provést nátěry – disperzní, hydrofobizační a impregnační splňující požadavek zachování nízkého difuzního odporu.

Nedílnou součástí tohoto opatření je odstranění narušeného betonu, popř. výztuže, doplnění výztuže, očištění ponechané výztuže, provedení ochranných nátěrů, pasivace výztuže, provedení adhezivního můstku a obnovení krycí vrstvy. Tato opatření je třeba provést před impregnačními nátěry (viz. obr. 4).

Poznámka¹⁾: Ve třetí etapě karbonatace dochází k překrystalování nestabilní modifikace vateritu na aragonit a kalcit za vzniku velkých a lépe vyvinutých krystalů v pórovém systému. To se může svým krystalizačním tlakem v kapilárním systému projevit na porušování struktury. Podmínkou pro vznik této etapy je silné a opakované provlhčení betonu.

V poslední etapě, v praxi ne již tak časté, dochází k silnému překrystalování nestabilních fází. Cementový tmel je rozrušován velkými vnitřními pnutími a ztrácí soudržnost. Děje se tak hlavně u betonů nedostatečně hutných (obr. 5).



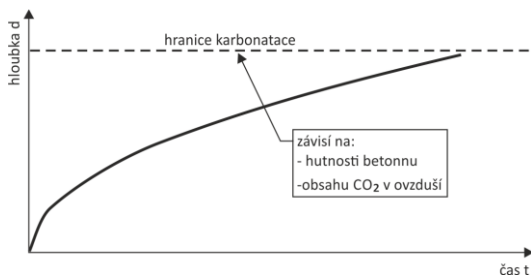
Obr. 5: a) Destrukce povrchu betonu, b) koroze výztuže

Složité difúzní procesy karbonatace lze jen obtížně modelovat vzhledem k průběžně se měnícím podmínkám prostředí i stárnutí betonu. Nejčastěji se vyjadřuje vztahem mezi hloubkou karbonatace a dobou působení vzdušného CO₂ (1).

$$d = A\sqrt{t} \quad (1)$$

kde d je tloušťka zkarbonatované vrstvy v mm, A je tzv. karbonatační koeficient a čas t je vyjádřen v rocích. Hodnota koeficientu A závisí především na kvalitě betonu a koncentraci CO₂ v ovzduší. Pohybuje se v intervalech 3,8 – 6,2, když spodní hranice platí pro kvalitní vysoce hutný beton a prostředí s minimem průmyslových exhalací.

Grafické vyjádření tohoto vztahu (obr. 6) umožňuje do určité míry odhadnout životnost betonové konstrukce. Z průběhu křivky lze odečíst dobu, za kterou hranice karbonatace struktury přesáhne ochrannou krycí vrstvu výztuže.



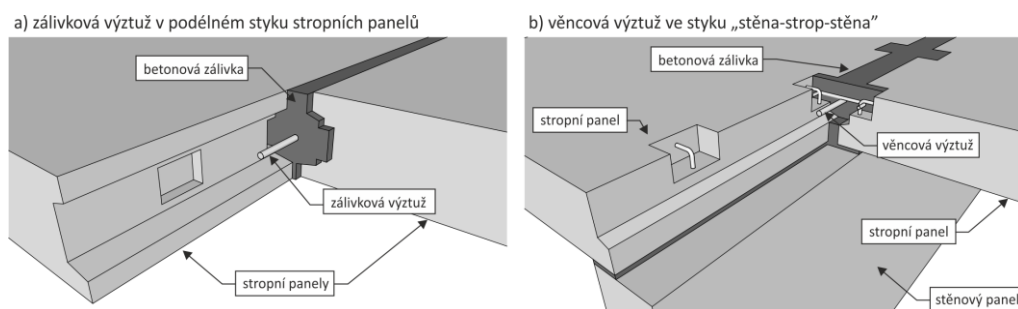
Obr. 6: Schema rychlosti postupu karbonatace v betonu

Poznámka: Uvedená opatření a sanaci narušených dílců musí provádět odborná specializovaná firma.



A.4 Dodatečné zajištění prostorové tuhosti nosného prefabrikovaného systému

U prefabrikovaných stěnových systémů sestávajících z jednotlivých stěnových a stropních dílců má mimořádně významnou funkci **zálivková výztuž uložená do styků stropních dílců a stěnových dílců** (obr. 7). Zálivková výztuž musí být navržena tak, aby spolehlivě přenesla jednak síly postižitelné statickým výpočtem (nahodilá zatížení krátkodobá i dlouhodobá, seismické účinky) a jednak síly způsobené mimořádným zatížením havarijního rázu. Kromě toho zálivková výztuž zabezpečuje konstrukci proti vlivům a účinkům, jež jsou způsobeny odchylkami realizované konstrukce od projektu. Podle ustanovení Směrnice pro navrhování nosné konstrukce panelových budov (po roce 1971) bylo stanoveno vložit v úrovni stropní konstrukce spojitou podélnou a příčnou výztuž zajišťující spojitost stropní tabule v její rovině a výztuž zajišťující spojení nosných stěn se stropní tabulí na jejich okrajích. Věncová výztuž i výztuž ve směru uložení stropních desek byla dimenzována na tahovou sílu $n_d = 8 + 0,8n \geq 15 \text{ kN/m'}$ (kde n je počet podlaží) obvodu stropní desky, pokud nebyly výpočtem stanoveny vyšší hodnoty.



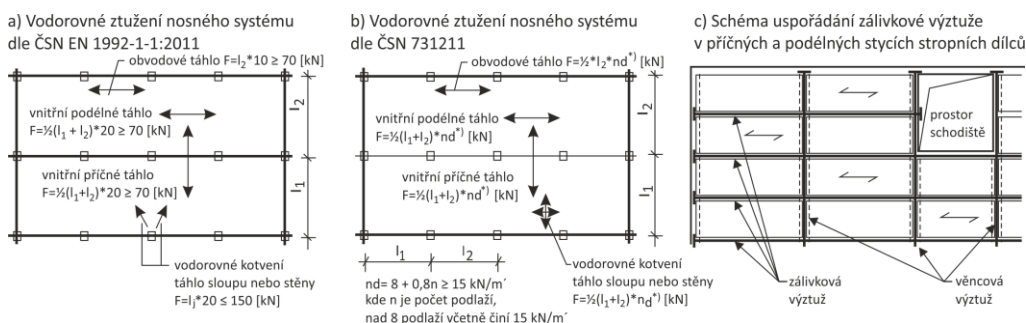
Obr. 7 Zálivková a věncová výztuž prefabrikovaných stropních konstrukcí

Vzhledem k obtížnosti stanovení výpočtových sil pro dimenzování zálivkové výztuže pro přenesení mimořádných zatížení se obvykle v praxi postupuje podle ustanovení příslušných předpisů a norem. Podle ČSN 731211 „Navrhování betonových konstrukcí panelových budov“ se doporučuje vyztužit prefabrikované stropní desky (tabule) podélnou a příčnou výztuží umístěnou a řádně kotvenou ve stycích mezi stropními dílci, popř. zabudovanou v dílcích a spojovanou ve stycích, která se dimenzuje na mezní tahovou sílu (podle článku 7.1.2.1) v příčném i podélném směru $n_d = 8 + 0,8n \geq 15 \text{ kN/m'}$ (kde n je počet podlaží), přičemž vzdálenost podélných výztužných vložek (zabudovaných nebo vložených do styků) se doporučuje 1,2 m, výjimečně 2,4 m (ČSN 731211). Tato výztuž musí současně zajistit řádné kotvení protilehlých obvodových nebo schodišťových a dilatačních stěn (obr. 8). Kotvení a spoje mezi obvodovými dílci a stropními deskami je nutné dimenzovat na sílu 5 kN/m^2 plochy obvodového dílce (obr. 8a).

Podle ČSN EN 1992-1-1:2011 má zálivková výztuž (tzv. táhla) zabránit místnímu poškození při mimořádném zatížení, jakým je náraz nebo výbuch, a vytvořit alternativní cesty přenosu zatížení při vzniku místního poškození. Táhla je nutné umístit po obvodě obousměrně, uvnitř stropní desky a ve svislých stycích. Obvodová zálivková výztuž (tzv. táhlo obvodové) podle tohoto předpisu musí být



schopná přenést sílu $F_{tie}=l_1*10 \text{ kN/m} \geq 70 \text{ kN}$, kde l_1 je rozpětí (vzdálenost) krajního pole (mezi obvodovou a vnitřní podélnou stěnou). Vnitřní záhlvková výztuž (tzv. táhlo podélné), spojující krajní štítové, popř. dilatační stěny, popř. krajní a schodišťové stěny) musí přenést tahovou sílu $F_{tie}=[0,5(l_{11}+l_{12})*20] \text{ kN} \geq 70 \text{ kN}$, kde l_1, l_2 je vzdálenost vnitřního táhla od obvodových táhel. Okrajové stěny musí být v úrovni stropní konstrukce kotveny táhly, které musí přenést tahovou sílu $F_{tie}=l_j*20 \text{ kN/m} \leq 150 \text{ kN}$, kde l_j je vzdálenost táhel. Vnitřní příčná záhlvková výztuž (tzv. táhlo příčné) umístěná např. ve vodorovných stycích musí přenést tahovou sílu $F_{tie}=[0,5(l_{j1}+l_{j2})*20] \text{ kN} \geq 70 \text{ kN}$, kde l_{j1} a l_{j2} je vzdálenost táhla od sousedních táhel (sousedních příčných stěn, obr. 8b).



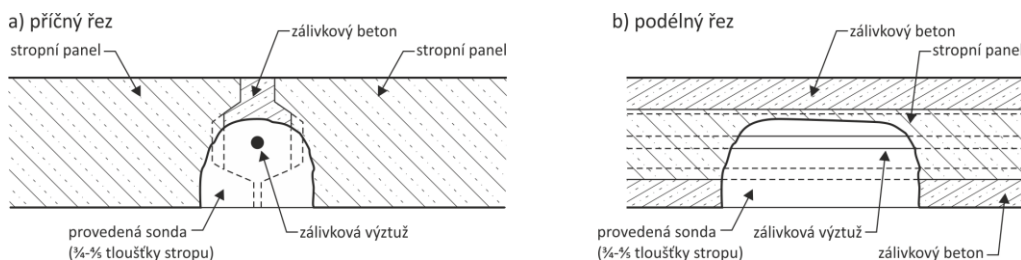
Obr. 8 Vodorovné ztužení nosného systému podle ČSN EN 1992–1–1–2011 (a) a podle ČSN 731211 (b) a schéma uspořádání záhlvkové výztuže (c)

Vyztužení stropní desky záhlvkovou výztuží vloženou do styku stropních dílců včetně řádného stykování výztuže z čel stropních dílců nebyla v průběhu realizace panelových objektů v některých případech věnována vždy odpovídající pozornost, především u nejstarších soustav PS61, příp. i G40 a G57. Proto je nutné při zásahu do nosné konstrukce (zřízení dodatečných otvorů, nástavba, drážky pro instalace, změna podlahových konstrukcí a příček apod.) ověřit množství a způsob provedení záhlvkové výztuže ve stycích prefabrikovaných stropních dílců. Pokud dimenze záhlvkové výztuže odpovídají, tj. nevykazují rezervu v únosnosti, a jsou v souladu s požadavky uvedenými v současně platných předpisech (ČSN EN 1992-1-1) **nelze** tuto výztuž využívat pro přenos vodorovných sil vyvolaných dodatečnými zásahy (např. dodatečně zřízenými otvory apod.). Takovýto postup by byl v rozporu se zajištěním statické bezpečnosti objektu.

A.4.1 Vady, poruchy a nedostatky

Pro zjištění množství, kvality, popř. rozsahu řádného provedení záhlvkové výztuže lze použít speciálních přístrojů, např. technický endoskop s ohebným svazkem optických vláken, ultrazvukový defektoskop pro impulsovou průchodovou metodu, analyzátor oblastí koroze výztuže, přístroj pro magnetickou indikaci výztuže se sondou pro stanovení průměru výztuže, sondami pro hloubkové a lokální měření. Jinou možností je provedení částečné sondy do styku stropních dílců, do hloubky cca 3/4 až 4/5 tloušťky stropních dílců a sondy do vodorovného styku „stěna – strop – stěna“ (obr. 9).

Počet a umístění sond pro zjištění záhlvkové výztuže závisí na předpokládaném zásahu, popř. úpravách nosné konstrukce.



Obr. 9 Schéma ověřovací sondy pro zjištění zálivkové výztuže v podélném styku

A.4.2 Sanace

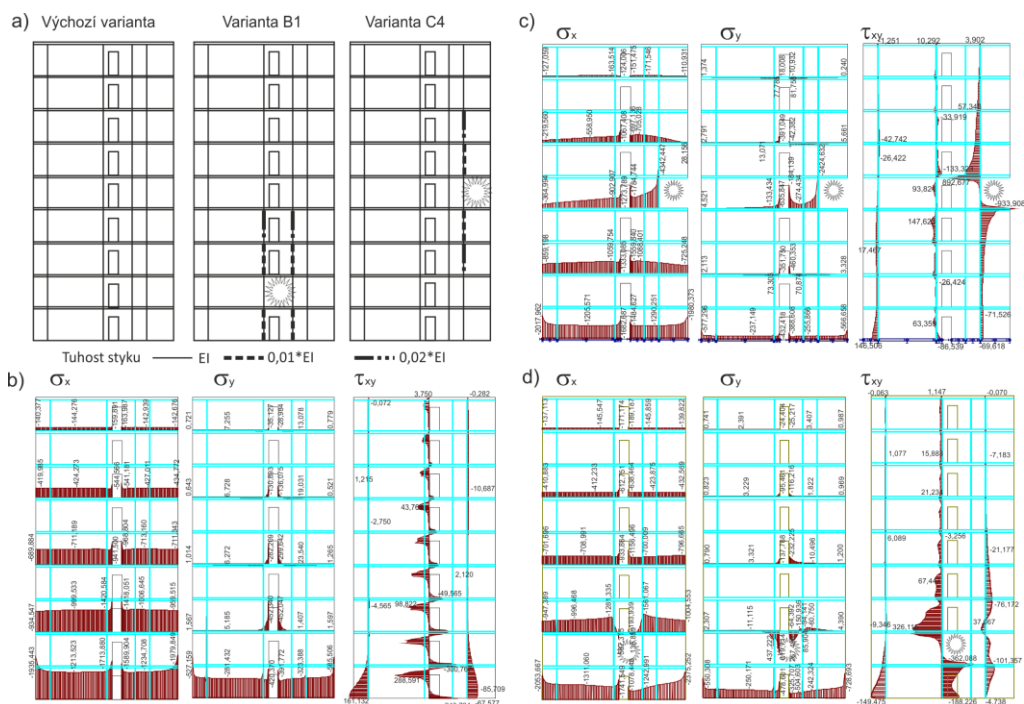
Chybějící nebo nedostatečně dimenzovanou vodorovnou podélnou a příčnou zálivkovou výztuž je nutné v rámci modernizace, rekonstrukce a prováděných zásahů do nosné konstrukce doplnit v souladu s ustanovením ČSN 731211, popř. ČSN EN 1992.

Dodatečně provedení věncové výztuže ve styku „stěna – strop – stěna“ může být navrženo z kruhové betonářské výztuže - $\varnothing 12$ -18 mm, popř. z páskové oceli tl. 4 až 6 mm. Doporučuje se aktivace dodatečně vložené věncové výztuže (táhel) na sílu rovnou 35% extrémní tahové síly stanovené podle ČSN 731211 a ČSN EN 1992. Chybějící nebo nedostatečnou výztuž ve styku „stěna – strop – stěna“ (věncová výztuž) a dodatečné sepnutí příčných stěn lze např. provést dvojicí táhel kruhového nebo obdélníkového průřezu umístěné bezprostředně u hran pat, popř. zhlaví stěnových dílců v místě vodorovného styku „stěna – strop – stěna“. Táhla je třeba opatřit na obou koncích úpravou pro předpínací matice (při použití momentového klíče). Předepnutí se provede pomocí předpínacích matic opírajících se o kotevní ocelové desky osazené na nosné vrstvě obvodových sendvičových dílců, popř. o vyrovnaný, zpevněný povrch „kapsy“ provedené ve styku jednovrstvých obvodových dílců. Touto úpravou se současně dosáhne zesílení svislých styků stěnových dílců (vnese tlakového předpětí) a styku obvodových a příčných stěnových dílců (kotvení obvodových dílců k vnitřním stěnám). Táhla je třeba po délce ukotvit ve vzdálenosti cca 3 m. Jinou možností dodatečného provedení, popř. zesílení věncové zálivkové výztuže je použití předpínacích kabelů z patentovaného drátu, popř. lamel na bázi uhlíkových vláken, která při vhodném technologickém postupu umožní roznesení předpínací síly po délce na rozdíl od předepnutí ocelovými táhly, při němž je předpínací síla soustředěna do oblasti kotevních desek. Uhlíkové lamely (průřezu např. 100 x 4 mm) jsou ve stádiu předpínání připevněny ke stěně epoxidovou pryskyřicí a ukotvené speciálními kotvami. Dodatečné předpínání musí být prováděno specializovanou odbornou firmou.

A.5 Zajištění funkční způsobilosti svislé nosné konstrukce

Ztráta funkční způsobilosti a selhání svislé nosné konstrukce v důsledku selhání stěnových dílců a jejich styků může rozhodujícím způsobem ovlivnit statickou bezpečnost lokálně nebo celé konstrukce a v konečném stádiu způsobit kolaps a zřícení panelové budovy.

Mezi hlavní projevy statických poruch, které snižují funkční způsobilost svislé nosné konstrukce, patří vznik trhlin ve svislých stycích stěnových dílců, popř. ve vodorovných stycích „stěna – strop – stěna“ projevujících se dílčím narušením betonu stěnových dílců ve zhlaví a patě dílců.



Obr. 10 Změna napjatosti v důsledku odstranění některých prvků v nosné stěně; a) schéma vyšetřované konstrukce, b) napjatost v původní (neporušené) konstrukci, c) napjatost při vyřazení panelu v 5NP, d) napjatost při vyřazení panelu v 2NP

Poznámka: Hodnoty průměrných normálových tlakových napětí v patě prefabrikovaných panelových stěn jsou zpravidla výrazně nižší než výpočtové pevnosti betonu stěnových dílců (např. při rozponu stropní konstrukce do 4,2 m se tyto průměrné hodnoty tlakových normálových napětí v patě stěny pohybují v rozmezí od 0,15 MPa do 0,22 MPa od jednoho podlaží, při rozponu 6 m od 0,20 MPa do 0,30 MPa od jednoho podlaží). Extrémních hodnot mohou tlaková normálová napětí dosahovat na okrajích stěn, na nichž je zavěšený nebo uložený obvodový plášť, u vyšších budov ve spodních patrech při zatížení větrem.

A.5.1 Vady, poruchy a nedostatky

Místem častého výskytu poruch stěnových dílců jsou nadpraží dveřních otvorů. Příznačné pro tyto poruchy je tvorba šikmých nebo svislých – převážně smykových – trhlin, na celou výšku nadpraží. Na vzniku těchto trhlin se podílí zatížení od stropní konstrukce roznášené nadpražím do stěnových pilířů, vodorovné zatížení (větrem), zatížení od rozdílného dotvarování, od účinku rozdílného sedání základů (především ve spodních podlažích) a od teplotních účinků (zejména v nejvyšších podlažích). Porušení trhlinou šířky větší než 1 mm snižuje tuhost nadpraží a prostorovou tuhost budovy.

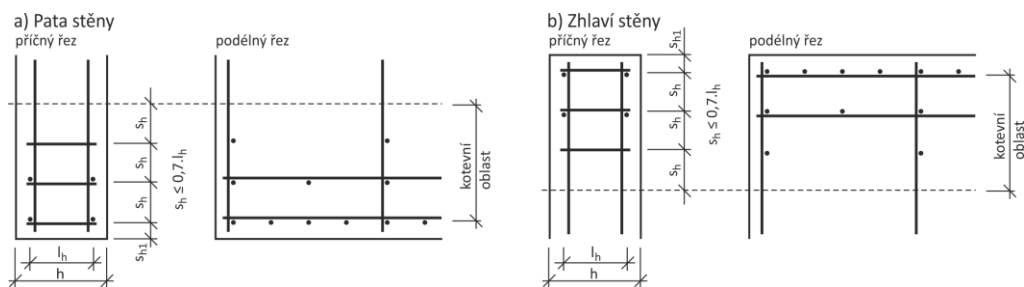
Stupeň karbonatce vnitřních stěn včetně ověření stavu výztuže vyžaduje samostatný specifický průzkum.

Mezi závažné vady a nedostatky stěnových dílců patří:

- chybějící nebo nekvalitní provedení vyztužení dílců,
- nedodržení projektované kvality betonu,



- nehomogenita betonu stěnových dílců (zejména při výrobě stěnových dílců ve svislých bateriích),
- chybějící výztuž (svařovaný „žebříček“) v patě a zhlaví stěnových dílců (obr. 11),
- překročení dovolených rozměrových a tvarových tolerancí,
- narušení hran dílců.

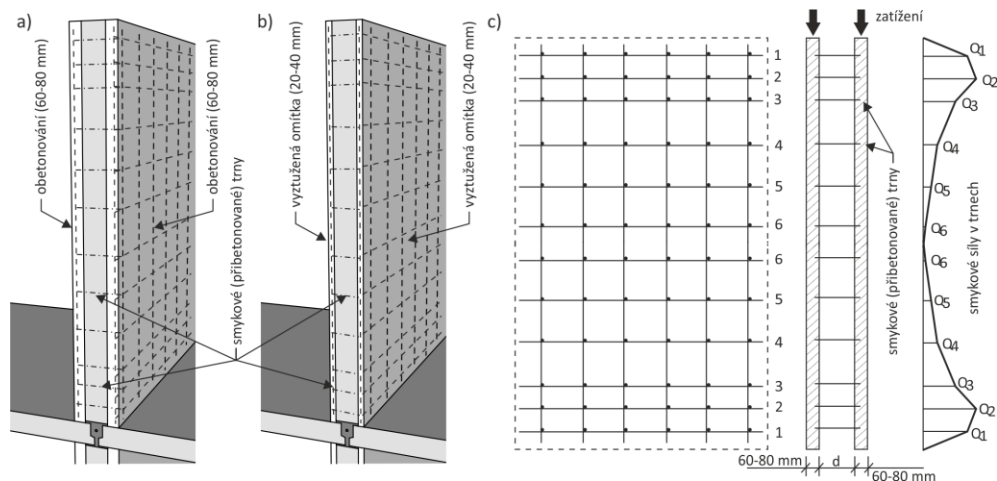


Obr. 11 Správné vyztužení paty a zhlaví stěnových dílců

A.5.2 Sanace

V případech, kdy stěnová konstrukce, její části - jednotlivé stěnové dílce - vykazují, po prověření možných rezerv, nedostatečnou únosnost v tlaku ve vztahu k působícím podmínkám, je nutné provést zesílení stěnové konstrukce. Zesílení stěnové konstrukce, popř. jednotlivých stěnových dílců s nedostatečnou únosností lze provést (obr. 12):

- opláštěváním vyztuženou betonovou vrstvou tl. 60 - 80 mm (uložení betonové směsi do bednění, aplikace stříkaného betonu);
- opláštěváním vyztuženou torkretovanou omítkou tl. 20 - 40 mm;
- bandážováním ocelovou konstrukcí;
- zesílením ocelovými lomenicovými stěnami z tenkostěnných profilů;
- odlehčením stěny přesunem sil na ni působících do méně namáhaných oblastí.



Obr. 12 Sanace prefabrikovaných stěnových konstrukcí vyztuženou betonovou vrstvou (a), nebo vyztuženou omítkou (b).



Základem návrhu na odstranění vad a poruch je především podrobný stavební průzkum, zhodnocení stávajícího stavebně technického stavu objektu, identifikace a analýza poruch včetně stanovení příčin. Nedílnou součástí hodnocení je analýza kritických oblastí (míst), které by se – v závislosti na předpokládaném rozsahu sanace a rekonstrukce objektu – mohly stát zdrojem poruch.

Před zamýšlenou nástavbou, změnou zatížení (výměna podlah, příček, provozní využití apod.), zřízením dodatečných otvorů, prováděním drážek a jiných úprav oslabujících nosnou kapacitu stěny je pro statické posouzení únosnosti stěnových dílců v tlaku nutné určit výstřednost působících zatížení a odchylky dílců od svislé roviny. Výstřednost působících zatížení a odchylky stěnových dílců od svislosti je nutno určit pro každé podlaží (obr. 13). Svislost jednotlivých stěnových dílců v úrovni jednoho podlaží lze určit měřením odchylek plochy stěny od svislice (např. olovnicí).

Montážní excentricity a tloušťky dílců v úrovních jednotlivých podlaží nelze měřit přímo. Zásadní problém měření je návaznost mezi podlažími, která je přerušena stropní konstrukcí.

Poznámka: K přenosu bodů je v některých případech možno využít průchodů svislých rozvodů instalací (topení, popř. je nutné provést ve stropní desce průchody cca \varnothing 12 mm pro lanko olovníc). Měří-li se i tloušťka stěnových dílců, musí se v úrovni každého měřeného podlaží odvrátit otvor i ve stěnových dílcích.

Informativní přetížení stěnového dílce od vlivu zjištěné excentricity je možné např. stanovit výpočtem přídatného momentu ze vzorce:

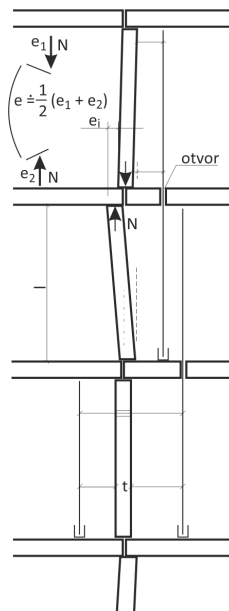
$$dM = \frac{0,5N \cdot e_i}{\sin k \cdot h} \cdot \sqrt{(1 - 2 \cos k \cdot h)} \quad (2)$$

kde

$$k = \sqrt{\frac{N}{EJ}} \quad N \leq \frac{EJ\pi^2}{h^2},$$

ostatní hodnoty jsou patrné z obr. 13

Obr. 13 Svislost a výstřednost stěnových dílců



Mimořádnou pozornost je třeba věnovat aktivaci zesilující vrstvy (konstrukce) a zajištění vzájemného spolupůsobení v čase - staticky účinného spojení zesilující betonové vrstvy a zesilované stěnové konstrukce pomocí trnů, popř. adhezních můstků. Účinek zesilující betonové vrstvy je nutné posoudit z hlediska možné redistribuce namáhání v čase mezi původní a zesilující částí nosného prvku účinkem smršťování a dotvarování. Dotvarování (dotlačování) betonu mladší zesilující vrstvy železobetonového opláštění způsobuje v čase postupné snižování normálového napětí v zesilující betonové vrstvě – degradaci statické účinnosti zesilující části průřezu - a přeliv normálového napětí zpět do původní stěnové konstrukce, (obr. 14). Z tohoto hlediska má mimořádný význam vhodné složení a provádění zesilující betonové popř. torkretované vrstvy, způsob a množství vyztužení a stáří betonu zesilující vrstvy v okamžiku jejího zatížení. Betonové stěnové dílce starší deseti let mají již ukončené dotvarování – dotlačování, které umožňuje aktivaci zesilující betonové vrstvy nosného

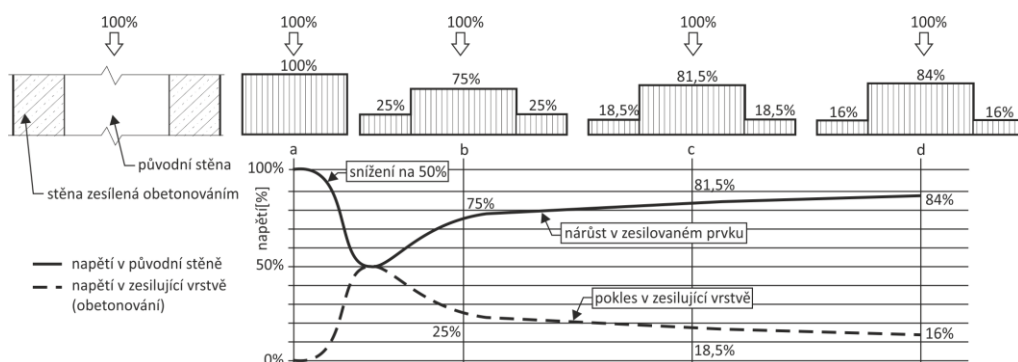


prvku. Vyztužení zesilující betonové vrstvy snižuje významně její dotvarování. Zesílení stěn **opláštěváním betonovou vrstvou** o tloušťce 60 - 80 mm, je současně provázeno zvýšením zatížení stěnových dílců a základů a vyžaduje posouzení zvýšeného namáhání základů. Zesílení stěn vrstvou **torkretované omítky** tl. 20-40 mm zpravidla sanaci základů nevyžaduje.

Účinnost a spolehlivost spojení betonu stěnových dílců a zesilující betonové vrstvy zajišťují např. ocelové trny, k nimž je přivařena výztužná síť. Trny je vhodné umístit po výšce stěny tak, aby v horní, případně ve spodní části, byly vzdálenosti mezi nimi menší v důsledku větší koncentrace smykových sil mezi původní a zesilující částí v oblasti zhlaví a paty stěny.

Vyztužení a složení betonu je třeba navrhnout s ohledem na omezení dotvarování a smršťování betonu (viz. obr. 12). K požadovanému spolupůsobení výrazně přispívá očištění a zdrsnění povrchu zesilované konstrukce, provedení smykových kotev, trnů, třmínků apod., popř. provedení adhezního můstku (vrstvy).

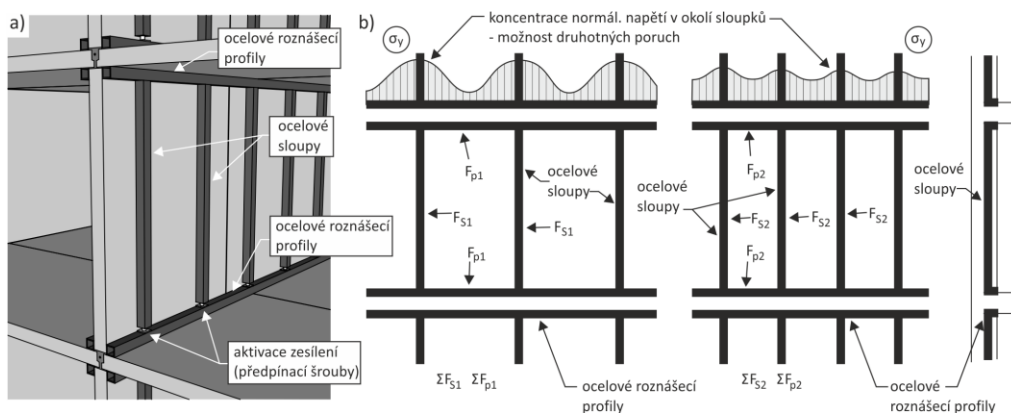
Vzhledem ke stáří betonu stěnových dílců a ukončenému procesu dotvarování (dotlačování) lze aktivaci zesilující vrstvy (konstrukce) dosáhnout silovým účinkem, např. odlehčením původní konstrukce před prováděním zesilující vrstvy až do doby dosažení její požadované únosnosti a teprve následně zavést zatížení.



Obr. 14 Redistribuce namáhání v nosné stěně zesílené opláštěváním ze železobetonu. způsobené dotvarováním: a) původní stav (100 %), b) po zesílení stěny (před zesílením byla stěna odlehčena na 50 % původního zatížení), c) stav po 10-ti měsících, d) stav po 5-ti letech.

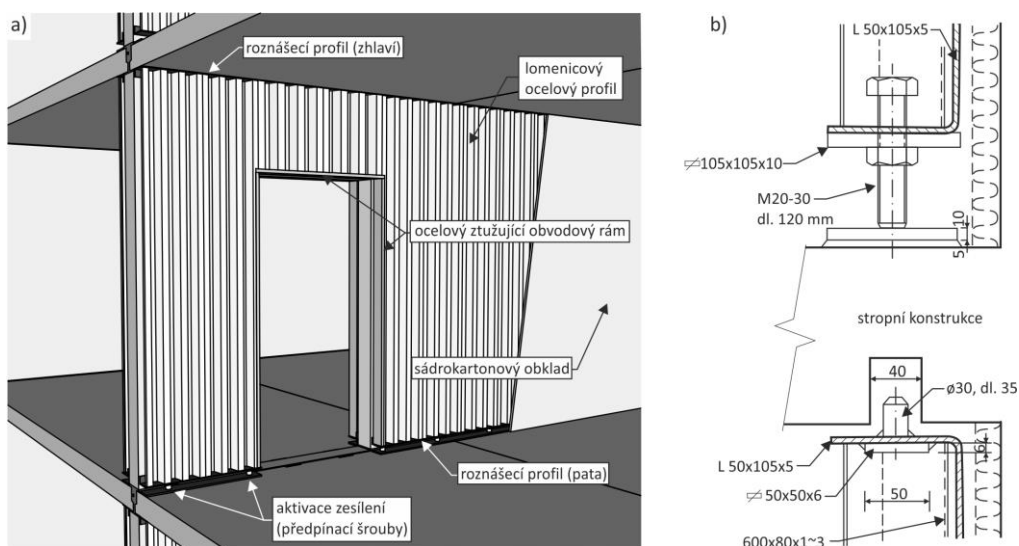
Významnou předností **ocelových zesilujících konstrukcí** je jejich „okamžitá“ účinnost po provedení, možnost účinné aktivace (předpínací šrouby) a regulace namáhání (tím i vysoká statická spolehlivost) a výrazné snížení přídatného namáhání základů od hmotnosti zesilující ocelové konstrukce (obr. 15).

Zesílení tvořené **soustavou ocelových sloupů** opatřených v patě a zhlaví roznášecími nosníky (prahy). Při tomto řešení je nutné pečlivě posoudit uspořádání zesilující konstrukce, především vzdálenost a rozmístění ocelových sloupů a tuhost roznášecích prahů. Při větší vzdálenosti se nepříznivě zvyšuje koncentrace napětí ve stropní a stěnové konstrukci v okolí paty a zhlaví sloupků ve všech složkách napjatosti, a tím i nebezpečí druhotného porušení sanované konstrukce.



Obr. 15 Zesílení prefabrikované stěnové konstrukce ocelovou sloupkovou konstrukcí

Při zesilování nosných panelových stěn a pilířů pomocí plošných ocelových dílců z tenkostěnných, za studena tvarovaných **lomenicových profilů** – ocelových lomenicových stěn (Witzany, J. 1989) – je docíleno kontinuálního podepření stropní konstrukce a zesílení svislých konstrukcí v celé ploše sanované stěny, popř. pouze i v částech stěny při provádění větších otvorů ve stěnách, dodatečné dílčí podepření stropní konstrukce z hlediska dosažení obousměrného působení stropní konstrukce apod. (obr. 16).



Obr. 16 Zesílení prefabrikované stěnové konstrukce pomocí lomenicových profilů

(tloušťka ocelového žárově pozinkovaného plechu je podle statických požadavků 1 mm až 3 mm, vlny lichoběžníkového tvaru mohou mít výšku 60-80 mm, celková skladebná šířka lomenicové stěny je 300 a 600 mm, doplňková 200 mm)

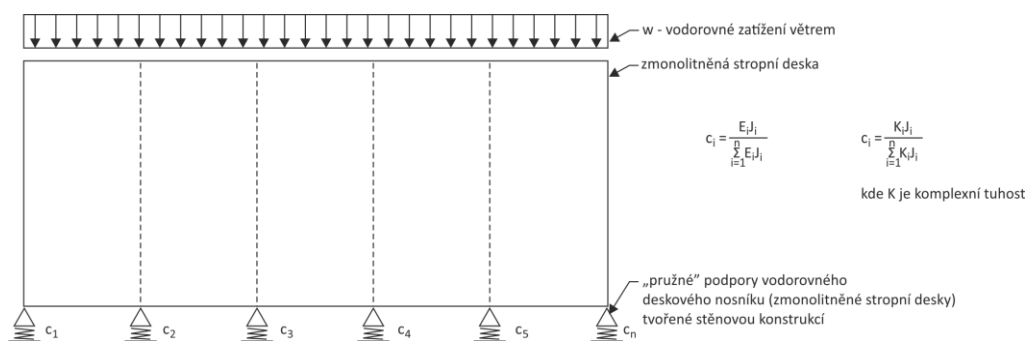
Stěnu porušenou smykovými, popř. tahovými trhlinami (účinek teploty, nerovnoměrné zatížení, lokální přetížení, v místě oslabení apod.) lze zpevnit aplikací **kompozitu na bázi vysokopevnostních vláken** a epoxidového lepidla, popř. speciální cementové nebo polymercementové směsi.



Poznámka: Zesilující tkaniny na bázi uhlíkových vláken jsou jednosměrně tkané jedno nebo vícevrstvé, tvořené uhlíkovými vlákny o tloušťce 0,25 – 0,32 mm s pevností v tahu 3000 – 4000 MPa, modulem pružnosti 200 – 250 GPa, maximálním tahovým přetvořením 1,5 – 1,9 %, hustotou 1,5 – 2 g/cm³ a gramáží 600 – 700 g/m². Zesilující tkaniny na bázi sklených vláken jsou jednosměrně tkané jedno nebo vícevrstvé tvořené skelnými vlákny o tloušťce 0,18 – 0,38 mm s pevností v tahu 2500 – 3500 MPa, modulem pružnosti 65 – 80 GPa, maximálním tahovým přetvořením 4 – 5 %, hustotou 2,2 – 2,7 g/cm³ a gramáží 500 – 1000 g/m². Zesilující tkaniny jsou na konstrukci lepeny pomocí speciální dvousložkové bezrospuštědlové tixotropní epoxidové pryskyřice s dobou zpracovatelnosti 3 až 7 hodin, viskozitou po smíšení 550 až 750 mPas a hustotou po smíšení 1100 – 1200 kg/m³ (při 20°C), např. jednosměrně pnutá uhlíková tkanina TYFO SCH41 a lepidlo na bázi epoxidové pryskyřice TYFO S, případně je možné použít uhlíkové speciálních tkaniny (mřížek), např. Ruredil X Mesh C10 s modulem pružnosti 240 GPa, hustotou vláken 1,78 g/cm³, maximálním přetvořením 1,8% a gramáží 168 g/m², lepených na konstrukci pomocí jemnozrnných cementových směsí, např. Ruredil X M25 nebo polymercementových směsí, např. směs Betosan SUPERFIX (mrazuvzdorná jednosložková polymercementová malta objemové hmotnosti 2000-2300 kg/m³, pevnosti v tlaku po 28 dnech 40-50 MPa a s přídržností podkladu 2-4 MPa).

A.6. Zajištění funkční způsobilosti stropních konstrukcí

Stropní konstrukce (tabule, deska) je tvořena skladbou stropních dílců, řešených jako nosníkové desky, uložených přímo na stěnových dílcích prostřednictvím maltového lože v plné dosedací ploše, popř. prostřednictvím diskretních konzolek. „Zmonolitnění“ takto vytvořené stropní konstrukce (tabule) je dosaženo prostřednictvím řádného vyztužení vodorovných styků „stěna – strop – stěna“ a podélných styků stropních dílců betonovou zálivkou (drobnozrnný beton, kamenivo max. 2 mm). Zálivková výtuz ložená do styků zajišťuje přenos tahových sil (způsobených např. vodorovnými účinky vyvolanými teplotou, poklesem základů, otřesy apod.) a ukotvení všech obvodových dílců zajišťuje stabilitu obvodových dílců (proti „vypadnutí“) a stropní konstrukce, v případě jejího uložení na obvodovou konstrukci (štíťové stěny). Zmonolitněná stropní deska s liniovými klouby v místě styků stropních dílců zajišťuje redistribuci vodorovných účinků na jednotlivé svislé prvky v poměru jejich tuhostí (obr. 17).



Obr. 17 Redistribuce vodorovných sil zmonolitněnou stropní deskou

A.6.1 Vady, poruchy a nedostatky

Poruchy panelových stropních konstrukcí se zpravidla projevují zvýšenou deformací panelové stropní konstrukce a vznikem trhlin v podélných stykách stropních dílců, popř. narušením hran stěnových dílců v místě uložení stropních dílců.



Mezi hlavní vady a poruchy stropních konstrukcí patří:

- nedostatečná únosnost popř. tuhost stropní konstrukce (např. nedodržení polohy nosné výztuže);
- účinek dotvarování popř. smršťování (technologické trhliny) betonu dílců;
- přetížení stropní konstrukce, celkově nebo místně;
- nadměrný průhyb, popř. rozdílný průhyb jednotlivých stropních dílců;
- nedostatečné uložení stropních dílců na stěnové dílce;
- porušení podélných styků stropních dílců.

Mezi hlavní příčiny poruch patří:

- nekvalitní provedení stropních dílců a stropní konstrukce, není dosaženo projektovaných parametrů (kvalita betonu, provedení a kvalita výztuže, rozměry);
- chybné konstrukční uspořádání a provedení stropní desky – neprobetonované styky, nedostatečné spojení protilehlé výztuže (závlačí do ok, apod.), chybějící zálivková výztuž, vyztužení stropní desky, apod., pokles nebo vychýlení podpor, nadměrné deformace a poruchy základových konstrukcí;
- cyklické účinky způsobené teplotou a vlhkostí;
- neodborné zásahy, mechanické poškození;
- degradační procesy, koroze a rozpad materiálů betonu, výztuže, karbonatace;
- rozdílné statické působení oproti předpokládanému, přetížení stropní konstrukce, extrémní rozdíly zatížení stropních dílců;
- dynamické účinky, otřesy apod.

Nedostatečné uložení stropních dílců ve styku „stěna – strop – stěna“ a nekvalitní provedení věnce (stykového betonu) mezi čely stropních dílců, vyztužení věnce a vzájemné spojení protilehlých stropních dílců ve styku patří mezi nejzávažnější vady ovlivňující statickou bezpečnost systému.

Nadměrné deformace stropních konstrukcí způsobují následné poruchy navazujících konstrukcí, zejména podlahových, podhledových, vestavěných stěn a příček apod.

Poruchy stropních konstrukcí se mohou také projevovat plísněmi, zvýšenou místní vlhkostí, výkvěty. Převážně jsou tyto poruchy způsobeny vadami projektu v oblasti tepelné techniky. Výskyt těchto poruch je nejčastěji na stropních konstrukcích nejvyšších podlaží, ve styku nebo poblíž obvodových konstrukcí, nad nejnižším podlažím, na stropních konstrukcích, které se nacházejí nad prostory se zvýšenou relativní vlhkostí, na stropních konstrukcích, které jsou ve styku nebo tvoří rozhraní vnitřního a vnějšího prostředí.

Nejběžnější poruchou prefabrikovaných stropních konstrukcí je vznik trhlin (technologických a statických) a rozevírání podélných styčných spár mezi jednotlivými stropními panely. Mezi příčiny těchto poruch patří nesprávné a neúčinné tvarování stykových ploch dílců, nedokonalé vyplnění styku stykovým betonem, rozdílné zatížení stropních dílců, nestejně přetváření (dotvarování) vlivem rozdílného stárání, rozdílné kvality betonu, popř. odlišného předpětí apod.



V nejvyšších podlažích mohou vznikat poruchy ve stycích a deformace stropní konstrukce od teplotních účinků (dilatační pohyby stropní konstrukce), zejména porušení vodorovných styků (trhliny v ložných sparách) mezi stropní konstrukcí a podélnou stěnou.

Vznik trhlin v podélných stycích stropních dílců je provázen snížením tuhosti stropní desky a v důsledku toho snížením prostorové tuhosti tohoto systému.

Častým případem je nedostatečná únosnost stropních dílců z hlediska účinků svislých zatížení v důsledku např. výměny podlahových konstrukcí, rekonstrukcí hygienických jader, náhrady lehkých dělicích příček zděnými příčkami apod.

A.6.2 Sanace

Zvýšení únosnosti stropní konstrukce v rozsahu travé lze dosáhnout běžnými metodami zesilování stropních konstrukcí:

Pro zesílení prefabrikované stropní konstrukce – zvýšení ohybové (tahové) a smykové únosnosti – se v současnosti ve značném rozsahu, jako reálná úprava statické sanace prefabrikovaných stropních dílců, uplatňují **externí lepené uhlíkové, popř. skleněné tažené tkaniny a lamely** lepené na řádně očištěný a vyrovnaný spodní povrch zesilovaného stropního dílce tixotropním epoxidovým lepidlem, popř. polymercementovou maltou při použití speciálních rohoží z uhlíkových vláken umožňujících jejich protlačení vrstvou polymercementové malty. Vysokou tahovou únosností lamel a tkanin na bázi vysokopevnostních vláken lze docílit snížení zatížení stropních dílců vyvolané sanací.

Zesílení prefabrikované stropní desky nadbetonováním vrstvy o tloušťce 30 - 80 mm vyztužené svařovanou KARI sítí vyžaduje provedení přídatných úprav schodiště z hlediska jeho výškové návaznosti na zesílenou stropní konstrukci. Aby bylo zajištěno spolupůsobení nadbetonované vrstvy a stropních dílců, je nutné, vedle řádného očištění a zdrsnění styčné plochy, vyztužit styčnou spáru trny nebo jinou řádně zakotvenou výztuží (např. ve tvaru smyček kotvených do vyvrtných otvorů epoxidovým lepidlem). Soudržnost ve styčné spáře lze zvýšit adhezním můstkem tvořeným např. epoxidovou pryskyřicí prováděnou v těsném předstihu před ukládáním „suché“ betonové směsi. Adhezní můstek z epoxidové pryskyřice se provádí jako stěrka nebo válečkováním (1,8 – 2,5 kg/m²) na jeden záběr.

Poznámka: Je vhodné použít cement s vysokou počáteční pevností a kamenivo složené z frakcí do 4, nejvýše 7 mm, zesilovanou desku dočasně podepřít a tím snížit napětí v zesilovaném průřezu v průběhu provádění zesilující vrstvy. Dočasné podpory by měly být odstraněny až v době, kdy beton (nadbetonávky) dosáhne nejméně 70 % předepsané pevnosti. Základním předpokladem statické účinnosti nadbetonávky - spřaženého železobetonového průřezu - je spolehlivé přenesení smykové síly ve styku stropního dílce s nadbetonovanou vrstvou.

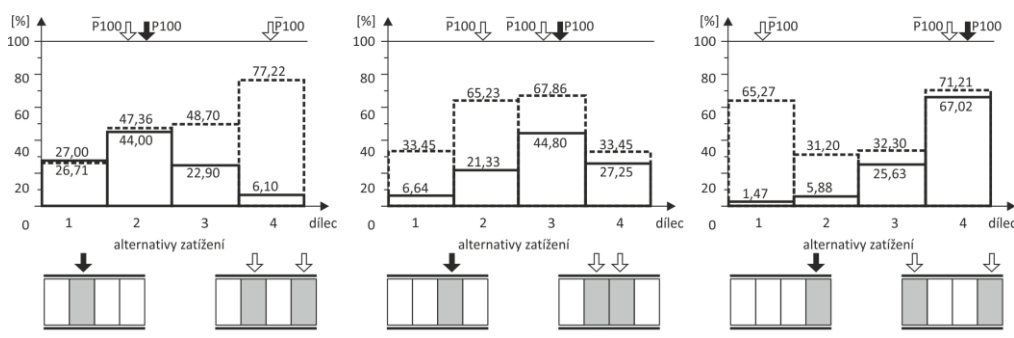
K účinným metodám sanace stropních konstrukcí patří také dodatečné trvalé podepření ocelovou konstrukcí pomocí **ocelových nosníků a roštů**. Předností tohoto řešení je okamžitá účinnost zesilující ocelové konstrukce umožňující částečné až plné „převzetí“ zatížení přenášeného zesilovanou stropní konstrukcí včetně její vlastní hmotnosti. Je však nutné provést podrobné statické posouzení stropních dílců v závislosti na novému způsobu uložení, podepření a posouzení stropní, popř. stěnové konstrukce, na které je uložena zesilující ocelová konstrukce. Uvedené řešení je vhodné do bytových prostor umístěných v panelových domech např. s integrovanou funkcí.



Uvedené příklady zesílení stropní konstrukce s výjimkou zesílení lepenými tkaninami nelze v řadě případů z důvodů návaznosti na ostatní konstrukce realizovat. Nadbetonováním dochází ke zvýšení stropní konstrukce (návaznost na schodiště), podepřením pomocí např. ocelových nosníků – vyžaduje zásahy do stěnových, popř. stropních dílců, narušení podhledu v nižším podlaží vyžaduje souhlas uživatel spodního bytu apod. Z tohoto hlediska jako relativně nejvhodnější se jeví zesílení stropních dílců speciálními tkaninami na bázi vysokopevnostních vláken (uhlíková, skleněná) a speciální polymercementové malty, popř. epoxidové pryskyřice aplikovaných na očištěný, odmaštěný a rovinný povrch zbavený nerovností a povrchových úprav.

Při změně zatížení lze v určitých případech statickou způsobilost prefabrikované stropní desky, za předpokladu neporušených styků mezi stropními dílci, popř. při předchozím provedení jejich sanace prokázat posouzením možnosti příčného roznášení zatížení mezi stropními panely v rámci jednoho travé. Účinným spolupůsobením sousedních stropních dílců prostřednictvím neporušených (sanovaných) styků sousedních dílců dochází k redistribuci svislého zatížení z více zatíženého stropního dílce do sousedních stropních dílců s menší hodnotou svislého zatížení (deformace – průhybu).

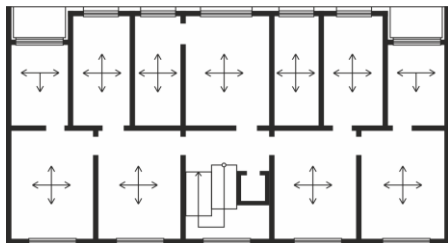
Poznámka: Na obr. 18 jsou schematicky znázorněny výsledky experimentálního výzkumu (Witzany, 1986) příčného roznášení svislého zatížení mezi stropními panely soustavy P 1.11 rozměru 2,4 x 4,2 m, který prokázal redistribuci cca 50% zatížení pro případ sousedních panelů na obou stranách a 25% pro případ sousedního „nezatíženého“ panelu po jedné straně.



Obr. 18 Výsledky experimentálního výzkumu spolupůsobení nesterajně zatížených stropních dílců prostřednictvím staticky účinných styků – roznášení zatížení

Jinou možností řešení požadavku využití únosnosti stropní desky – lokálně (např. v místech nově prováděných hygienických zařízení) nebo celkově (změna funkčního využití panelového domu) je využití účinného spolupůsobení stropních dílců zohledňujícím skutečné působení prefabrikované desky v rámci travé uložené po třech, popř. čtyřech stranách výstužným výpočtovým modelem (Witzany, 2013) (obr. 20).

Poznámka: Častým případem, který se vyskytuje u mnoha panelových soustav, je např. uložení krajních stropních dílců v jednotlivých travách na nosnou část celostěnových obvodových sendvičových dílců a některých vnitřních stropních dílců na podélné nosné (zavětrovací) stěny (obr. 19). Jestliže styky mezi stropními dílci a podélné uspořádanými stěnami (obvodové nebo vnitřní podélné stěny) jsou vyplněny záplivkou, tj. stropní deska v těchto místech má nulový průhyb, je možné posoudit vliv sekundárního podepření prefabrikované stropní desky těmito stěnami uspořádanými v podélném směru. Stropní desku lze v těchto případech posoudit jako desku kloubově podepřenou na třech nebo čtyřech stranách.



Obr. 19 Příklad uspořádání prefabrikované stropní konstrukce panelové soustavy P1.11 a schéma reálného roznášení zatížení ve stropní tabuli

Prostřednictvím podélných styků mezi stropními dílci dochází k jejich vzájemnému spolupůsobení, jehož kvalita a velikost jsou především závislé na statických vlastnostech styků, tj. na tuhosti a únosnosti styků. Při posuzování styků mezi stropními dílci i dílců samotných je nutné vycházet z celkového uspořádání stropní desky, řešení stropních dílců a jejich styků a statických vlastností styků, ze způsobu zatížení a podepření stropní desky.

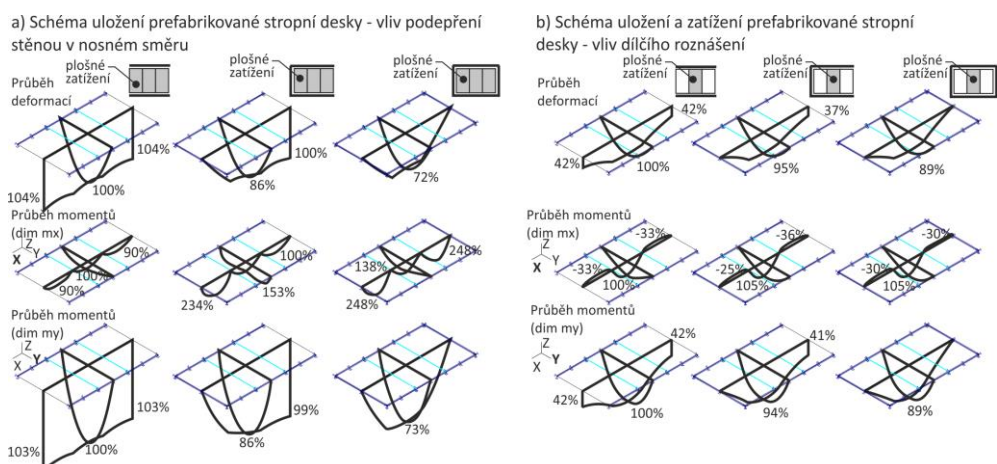
Ze statického hlediska lze styky mezi stropními dílci klasifikovat jako přímkové (liniové) klouby. Tomu odpovídá řešení, při němž jsou styčné plochy stropních dílců opatřené ozuby v podélných drážkách a výztuž uložena do styků, popř. zabudovaná do dílců a spojená ve stycích, zabraňuje vzájemnému oddalování stropních dílců (přenáší tahová napětí). Takto vytvořenou stropní desku lze posuzovat jako desku s přímkovými klouby v místech styků stropních dílců. Zatížení se spojitě přerozděluje mezi jednotlivé dílce. V místě styku mají stropní dílce stejný průhyb, avšak rozdílné natočení - deformační křivka v řezu procházejícím kolmo na podélné styky stropních dílců není plynule spojitá - styky staticky působí jako přímkové (válcové) klouby ($m_y \rightarrow 0$), přenáší ohybové momenty m_x , krouticí momenty (ve směru podélných styků) a posouvající síly. Podle způsobu podepření stropní desky svislou nosnou stěnovou konstrukcí posuzujeme stropní desku jako kloubově uloženou, spojitou nebo částečně vetknutou na dvou, třech nebo čtyřech stranách. Čela stropních dílců jsou sevřena mezi zhlavím a patou stěnových dílců nižšího a vyššího podlaží a v důsledku toho zpravidla dochází k určitému omezení volného natočení koncových průřezů stropních dílců a vzniku podporových momentů, jejichž velikost je dána hodnotou momentu na mezi trhlín prostého betonu stropních dílců.

Charakteristickým důsledkem obousměrného působení stropní konstrukce (obousměrného roznášení zatížení) a spolupůsobení stropních dílců prostřednictvím podélných styků je vznik záporných momentů m_x v některých stropních dílcích (při rozdílném zatížení sousedních stropních dílců, obr. 20) a kroutících momentů v rozích stropní desky (zvedání rohů). Hodnoty těchto záporných momentů m_x jsou významně tehdy, přestupují-li hodnotu momentu na mezi trhlín prostého betonu.

Spolehlivé posouzení statické bezpečnosti stropní konstrukce vyžaduje posoudit stávající způsob a množství vyztužení stropních dílců v obou směrech na základě hodnot tzv. dimenzovacích momentů.

Hodnoty dimenzovacích momentů lze stanovit z analýzy (MKP) pole ohybových a kroutících momentů (m_x , m_y , m_{xy}), na jejímž základě lze posoudit potřebu výztuže s přihlédnutím ke kvalitě betonu s předpokladem, že výztuž je provedena ve dvou vzájemně kolmých směrech (x , y , hlavní a rozdělovací výztuž) a v každém sledovaném místě jsou známy hodnoty momentů M_x (m_x) a M_y (m_y), včetně kroutícího momentu m_{xy} . Porovnáním požadovaného množství výztuže stanoveného na základě obousměrného roznášení zatížení s výztuží zabudovanou v dílcích lze určit oblasti, které případně nejsou dostatečně vyztuženy. V těch případech, kdy hodnota příslušného momentu nepřekročí hodnotu momentu na mezi trhlín, předpokládáme, že trhlina nevznikne a průřez považujeme za vyhovující. V těch případech, kdy hodnota příslušného momentu překračuje hodnotu na mezi trhlín, je nutné provést nový výpočet, který bude zohledňovat existenci pravděpodobných trhlín.

Celkové působení prefabrikované stropní desky z plných železobetonových dílců s přímkovými klouby v podélných stycích mezi stropními dílci je vzhledem k velikosti svislé deformace a ohybových momentů m_x (momenty ve směru přímkových kloubů) porovnatelné s deformacemi a ohybovými momenty m_x monolitické desky shodných rozměrů a podepření. Je charakteristické podstatným snížením ohybových momentů m_y (ve směru kolmo k přímkovým kloubům, $m_y \rightarrow 0$) v porovnání s deskou monolitickou. Ohybové momenty m_x prefabrikovaných desek kloubově podepřených na třech, popř. čtyřech stranách jsou v porovnání s velikostí ohybových momentů nosníkových desek v závislosti na rozměrech stropní desky (poměru $l_x : l_y$) menší. V závislosti na šířce stropních dílců (vzdálenosti přímkových kloubů) klesá poměr ohybových momentů $m_x : m_y$. Pro šířku stropních dílců 1,2 m až 2,4 m se tento poměr pohybuje v intervalu 0,12 až 0,22 (kladné ohybové momenty m_x mohou být přenášeny průřezem vyztuženým na spodním okraji rozdělovací výztuží).



Obr. 20 a) Výsledky numerické analýzy prefabrikované stropní desky – vliv podepření stropní desky stěnou v nosném směru
b) Výsledky numerické analýzy prefabrikované stropní desky – vliv roznášení účinku svislého zatížení v závislosti na způsobu podepření stropní desky (Witzany, 2013)

Uvedený postup statického řešení, založený na výstižném výpočetním modelu prefabrikované stropní desky, umožňuje v souladu s ČSN EN 1992, ČSN 731201 platnou od roku 2010 a dřívější ČSN 731211 řešit řadu statických problémů, které mohou být vyvolány zvýšenými statickými požadavky na únosnost stropní konstrukce při modernizaci bytů v panelových objektech. Hlavním přínosem je především účinnost a hospodárnost navrhovaného řešení (Witzany, 1986). Navrhované řešení, které vychází a respektuje skutečné podmínky v uložení a působení prefabrikované stropní desky při přenášení účinků svislého zatížení lze v případech, kdy nejsou porušeny podélné styky mezi stropními dílci. Při změně zatížení popř. podepření a dalších zásadách je nutné provést statické posouzení stropní konstrukce s výpočtovým modelem odpovídajícím podepření stropní desky a na tomto základě posoudit stav betonových stropních dílců.

Tohoto mechanismu vzájemného spolupůsobení stropních dílců a statického působení prefabrikované stropní desky vytvořené z jednotlivých stropních dílců s neporušenými podélnými styky (jednosměrné i obousměrné roznášení účinků svislého zatížení) lze využít při modernizaci bytů v panelových budovách. Dosud užívané řešení, tzv. nosníkové desky, nevystihuje skutečné působení prefabrikovaných stropních konstrukcí s dílčím podepřením v podélném směru, a nepostihuje její skutečné namáhání.

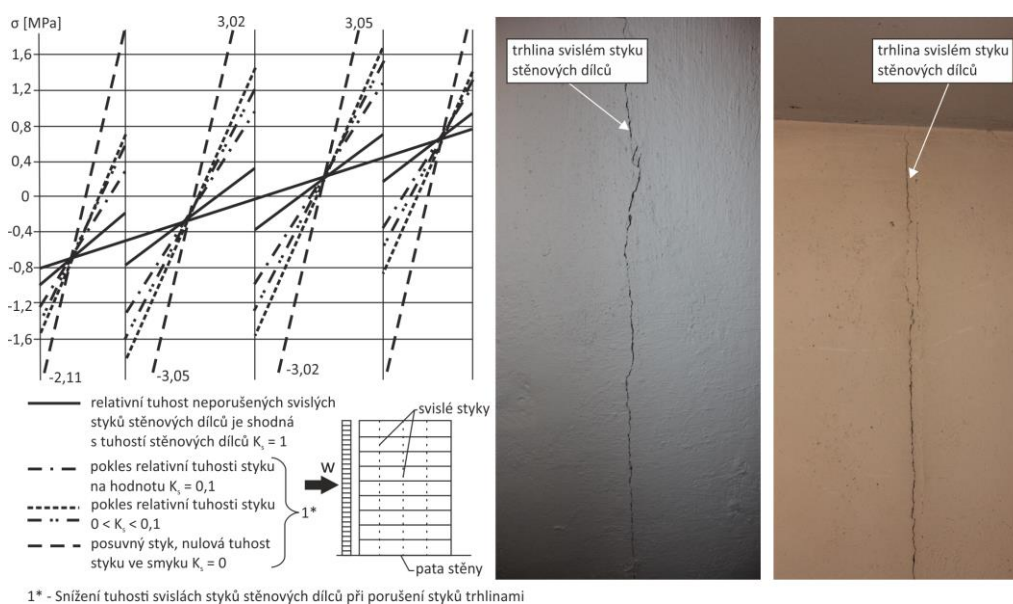
A.7. Zajištění funkční způsobilosti svislých styků stěnových panelů

Svislý styk tvoří přiléhající části stěnových dílců hladké nebo opatřené svislou drážkou s ozuby, stykový beton a výztuž vložená do styku.

Hlavní funkcí svislých styků stěnových dílců je přenášení smykových sil působících mezi dílci, a tím zajištění jejich spolupůsobení, čímž přispívají k vytvoření jednoho ze základních prvků nosného systému - panelových stěn. Stěny rozmístěné ve směru příčném a podélném, spolu se stropní konstrukcí, zajišťují prostorovou tuhost i stabilitu budovy. Celková statická účinnost prefabrikované



stěnové konstrukce, při jejím daném uspořádání, je přímo závislá na statických vlastnostech styků. Kvalitativní rozdíl mezi monolitickou a prefabrikovanou stěnovou konstrukcí z hlediska statických vlastností především určují statické vlastnosti styků (obr. 21). Řešení styků vychází nejčastěji z požadavku dosáhnout zmonolitnění konstrukce jako celku. Jsou-li takto řešené styky schopné přenést veškeré namáhání způsobené zatěžovacími účinky, posuzujeme konstrukci jako monolitickou s uvážením vlivu snížené kvality betonu a zálivky ve styčných nosných dílců.



Obr. 21 Průběh normálových sil ve stěně od účinku vodorovného zatížení při změně tuhosti styků

Příčné vyztužení svislých styků může být řešeno jako „kontinuální“ tvořené např. jednotlivými protilehlými smyčkami vyčnívajících ze stykových ploch stěnových dílců, popř. jako „diskrétní“ soustředěné v úrovni vodorovných styků stěnových a stropních dílců (věnců). Nejčastějším řešením na realizovaných prefabrikovaných panelových budovách je diskrétní vyztužení svislých styků.

Smykové síly jsou přenášeny jednotlivými ozuby vytvořenými v profilovaných drážkách v čelech stěnových dílců a ozuby ve stykovém betonu. Nedostatečné nebo častěji chybné profilování stykových ploch dílců a nedostatečné příčné vyztužení u starších typů panelových soustav jsou nejčastější příčinou nízké únosnosti ve smyku svislých styků a vzniku trhlin ve stycích. Vznik trhlin ve svislých stycích je provázen poklesem ohybové a smykové tuhosti nosné prefabrikované stěny vytvořené z jednotlivých stěnových dílců.

Významnou úlohu z hlediska vzájemného spojení jednotlivých stěnových dílců mají také vodorovné styky stěnových a stropních dílců – především účinek „převázání“ svislých styků stropními dílci a věnci mezi čely stropních dílců.



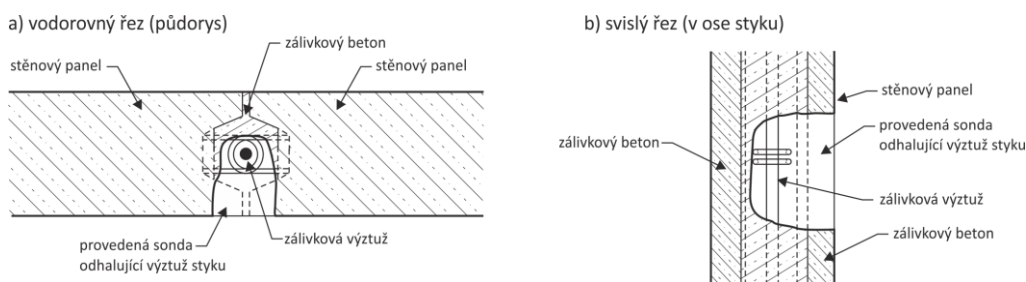
A.7.1 Vady, poruchy a nedostatky

Mezi hlavní příčiny poruch **svislých styků stěnových dílců** patří zejména následující vady (projektové a montážní):

- neúčinné tvarování stykových ploch dílců;
- nedostatečné vyztužení styku;
- nedostatečná únosnost stykového betonu;
- nekvalitní provedení styku (nedostatečné vyplnění styku betonem, popř. jeho zhutnění, nesprávné složení stykového betonu).

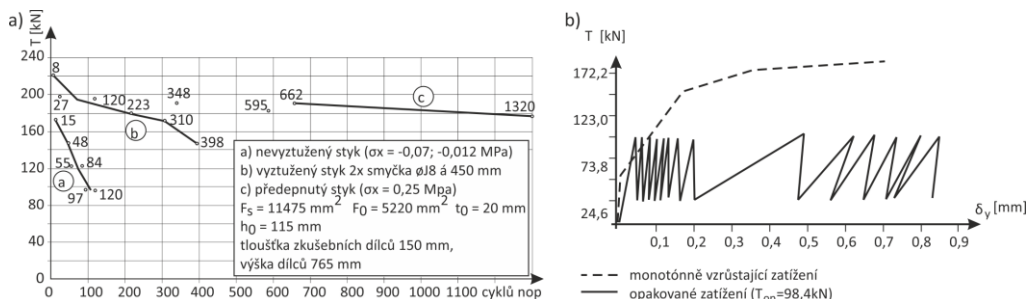
Svislé styky stěnových dílců se převážně porušují překročením mezní únosnosti styku ve smyku a tahovým normálovým napětím působícím kolmo na styčné plochy dílců a stykového betonu. Vznik těchto mechanických poruch svislých styků se zpravidla projevuje vizuálně pozorovatelnými trhlinami ve svislé spáře (styku) stěnových dílců (viz. obr. 21).

U svislých styků stěnových dílců je třeba věnovat zvýšenou pozornost rozlišení svislých trhlin (smykových nebo tahových) a příčných, šikmých trhlin. Příčinou vzniku svislých převážně tahových trhlin s malým narušením okrajů je zpravidla smršťování stykového betonu (velký obsah cementu a vody). Vznik šikmých příčných trhlin ve stykovém betonu dokládá, že ve styku bylo dosaženo smykové namáhání, které překročilo mez úměrnosti ($T_{u,el}$) závislost $T \times \delta$ styku. V obou výše uvedených případech je nutné klasifikovat svislý styk jako styk se sníženou tuhostí ($K_s \in (0,1; 0,01)$) (obr. 19) Vizuální ověření případného narušení staticky významných svislých styků trhlinami, drcením stykového betonu, vyžaduje odstranění přiléhajících částí stykovaných stěnových dílců, které vytváří svislou drážku („bednění“) pro uložení stykového betonu, tak aby bylo možné identifikovat stav porušení styku (obr. 22). Ověření rozsahu porušení styků lze částečně provést také speciálními přístroji na bázi ultrazvuku apod.



Obr. 22 Provedení sondy do svislého styku stěnových panelů odhalující zálivkovou výztuž

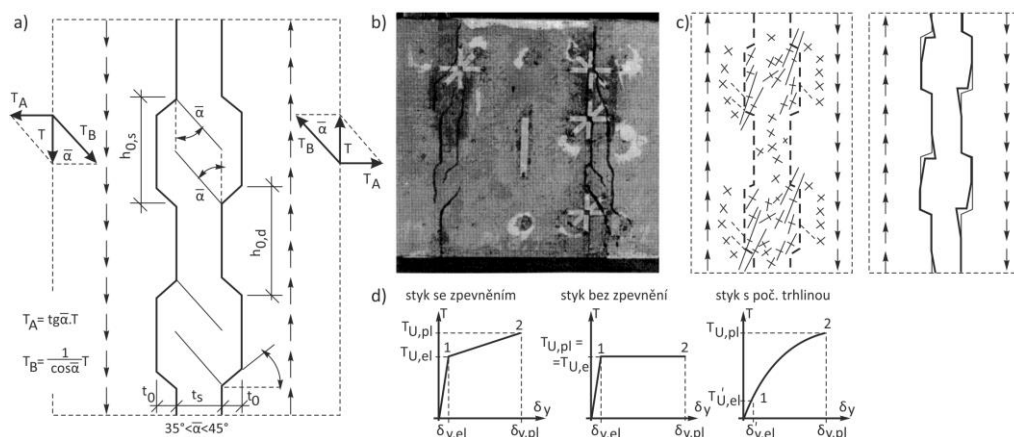
Opakované – cyklické – účinky (změna teploty, vlhkosti, nárazové větry) způsobují po překročení meze úměrnosti styku (alespoň v jednom zatěžovacím cyklu) postupnou degradaci styku, postupné zvyšování deformací (přetvoření) styků až do úplného porušení styků (nizkokycklická únava, přírůstkové zhroutení, obr. 23).



Obr. 23 a) Závislost počtu cyklů opakovaného zatížení n_{op} na velikosti smykové síly T_{op} , b) Porovnání průběhu závislosti $T \times \delta_y$ svislého styku namáhaného smykem při monotónně vzrůstajícím a opakovaném zatížení

Poznámka: Experimentálně zjištěné hodnoty (Witzany, 1987) relativních posunů vzhledem k šířce styku (tj. 100 mm až 150 mm) na mezi úměrnosti $\delta_{y,eh}$ se pohybují v rozmezí $2 \cdot 10^{-2}$ mm až $1 \cdot 10^{-1}$ mm. Trvalá deformace $\delta_{y,t}$ po překročení δ_u činí 50 až 80 % celkové deformace δ_y , mezní deformace svislého styku $\delta_{y,m}$ při dosažení mezního zatížení T_m činí 0,6 až 2,5 mm. Celková deformace v oblasti reziduální únosnosti styku, tj. po překročení mezní únosnosti T_m může dosáhnout 10 až 25 mm.

Smršťováním betonu dílců a styků zpravidla vznikají ve svislých stycích převážně v oblasti kontaktních spár vlasové trhlinky, zřetelné hlavně uprostřed výšky podlaží. Objevují se v případě, kdy vodorovná výztuž svislých styků není rovnoměrně rozdělena po výšce podlaží. Pro budovu nepředstavují zpravidla závažnější nebezpečí z hlediska statické funkce nosné konstrukce. Po několika letech existence budovy se rozvoj zpravidla ustálí.



Obr. 24 a) Porušení stykového betonu šikmými trhlinami, b) Pohled na zkušební sestavu s porušenými svislými styky (krajní dílce podepřeny na dolní části, střední dílec zatížen v horní části), c) Hlavní napětí a deformace stykového betonu při vzniku trhlin ve styčné spáře, d) Idealizované pracovní diagramy styků $T \times \delta_y$ (Witzany, 1975)



Objemové změny od účinku teploty, popř. vlhkosti vyvolávají poruchy ve stycích vnitřní konstrukce a vnější obalové konstrukce. Jsou to zejména styky mezi vnitřní nosnou konstrukcí, průčelnými a štítovými dílci a styky se stropní konstrukcí v nejvyšším podlaží. Trhliny jsou dobře patrné v nejvyšších podlažích, tj. v místech, kde smykové síly dosahují maximálních hodnot. Trhliny ve stycích mezi vnitřní podélnou a štítovou stěnou zpravidla přecházející do vodorovných trhlin v ložné spáře mezi podélnou stěnou a stropní konstrukcí. Vzhledem ke stále se opakujícím změnám teploty mají tyto poruchy tendenci k trvalému rozvoji. Jejich vzniku popř. šíření lze zamezit účinnou tepelnou izolací obalových konstrukcí. Porušení svislého styku podélné stěny situované v krajním poli panelové budovy a štítové stěny, může mít závažný vliv na celkovou tuhost nosné konstrukce v podélném směru. Poruchy styků v nejvyšších podlažích jsou převážně způsobeny cyklickými účinky změny teploty stropní desky v nejvyšším podlaží.

Poruchy styků mezi stěnovými dílci v nejnižších podlažích jsou zpravidla převážně způsobeny nerovnoměrným sedáním základů, které zpravidla po několika letech ustává (v závislosti na průběhu konsolidace zeminy). K poruchám tohoto druhu dochází velmi zřídka, jejich závažnost závisí na konkrétních okolnostech jednotlivých případů.



Obr. 25 Porušení svislých styků mezi vnitřními a vnějšími stěnovými dílci

A.7.2 Sanace

Pro opravu trhlin styků stěnových dílců lze použít technologie injektování, stehování, dodatečného vyztužení a předpínání.

Injektáž lze provést:

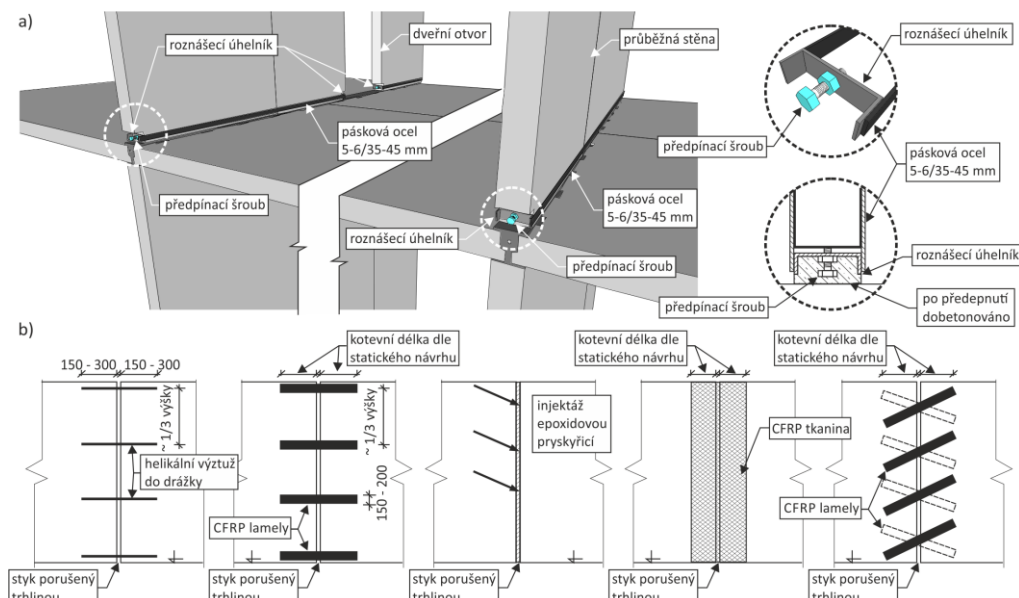
- polymerními látkami na bázi epoxidové, polyesterové, akrylátové nebo jiné pryskyřice pro trhliny šířky od 0,5 mm do 1 mm;
- cementovým mlékem, cementovou suspenzí, pro trhliny větších rozměrů (větší šířky než 1 mm);
- látkami na bázi konstrukčních pěn (např. polyuretanové), pro případ utěsnění trhlin staticky neúčinných styků (styky dílců obvodového pláště s vnitřní stěnou - příčkou).

Zvýšenou odolnost svislých styků vzhledem k působícím účinkům (zvýšení duktility), případně i jejich zpevnění v nelineárně pružné oblasti můžeme docílit tlakovým předpětím styčné spáry (předepnutí prefabrikované stěny v úrovni pat popř. zhlaví stěnových dílců předpínacími kabely, popř. uhlíkovými lamelami).

Svislé styky stěnových dílců lze dále zesílit tkaninami, lamelami z vysokopevnostních uhlíkových vláken, předpínanými lamelami a zesílením „věncové“ výztuže pomocí předpínaných kabelů a výztuže vložené do mělkých drážek v patě a zhlaví prefabrikované stěny (obr. 26).

Svislé styky narušené trhlinami lze zpevnit pomocí spon ze speciální oceli (např. Helibar) vložených do drážek (cca 20 x 15 mm) tak, aby nedošlo k narušení výztuže stěnových dílců (obr. 26), kotvených pomocí speciální polymercementovou maltou, popř. epoxidovou pryskyřicí.

Při porušení svislého styku průběžnou tahovou trhlinou lze porušený styk překrýt pásem speciální tkaniny šířky min. 500 mm kotvených speciální polymercementovou maltou, popř. epoxidovou pryskyřicí.

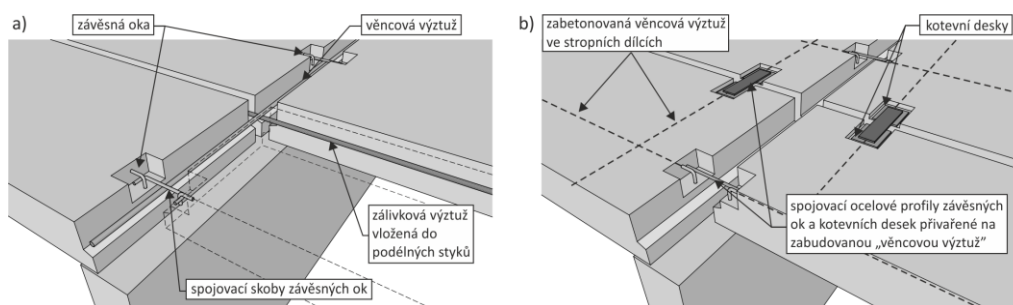


Obr. 26 Příklady sanace porušených svislých styků nosných dílců (např. pomocí ocelových prutů Helifix, tkaninou z uhlíkových vláken a injektáží)

A.8 Zajištění funkční způsobilosti vodorovných styků

Tzv. vodorovné styky stěnových a stropních dílců a podélné styky stropních dílců (obr. 27) jsou nedílnou součástí nosného systému.

Vodorovný styk „stěna – strop – stěna“ je tvořen koncovými částmi stěnových dílců (zhlaví, pata), přiléhajících čel stropních dílců, stykovým betonem, výplní ložných spár, výztuží vloženou do styku.



Obr. 27 Provedení vodorovných styků stropních dílců

Vodorovný podélný „styk stropních dílců“ tvoří přiléhající boky stropních dílců opatřené drážkou s ozuby, stykový beton a výztuž vložená do styku.

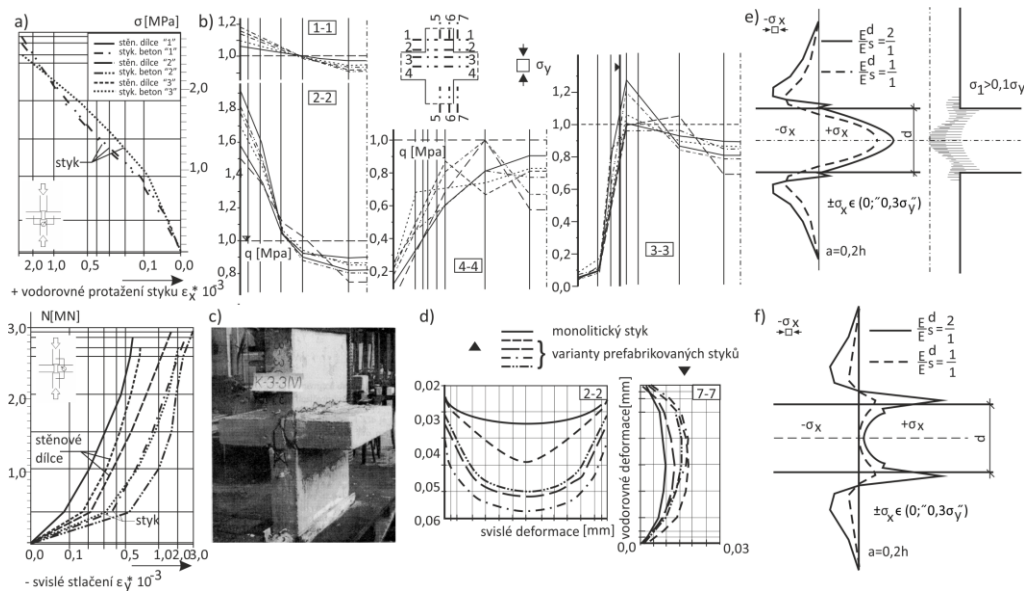
Styk „stěna – strop – stěna“ je zatížen tlakovou silou od účinků svislých a vodorovných zatížení přenášených vrchní částí konstrukce. Únosnost styku „stěna – strop – stěna“ v tlaku určuje zpravidla hodnotu mezní únosnosti stěn, je zpravidla rozhodujícím kritériem maximálního počtu podlaží a celkové statické bezpečnosti systému při působení mimořádných zatížení. Kromě únosnosti v tlaku, která je rozhodující, se posuzují tyto styky na únosnost ve smyku. Únosnost ve smyku je v porovnání s únosností svislých styků stěnových dílců v běžných případech dostatečně velká v důsledku trvale působícího tlakového předpětí. Výjimku tvoří některé případy styků v nejvyšších podlažích a po obvodě budovy vzhledem k účinkům teploty a mimořádných zatížení.

Poznámka: V důsledku spolupůsobení stropních dílců uložených ve styku (tvořeném přilehlými úseky stěnových a stropních dílců a stykovým betonem uloženém ve věnci, tzv. nekontaktní styk) při zatížení tlakem, vzniká ve styku složitý stav napjatosti charakteristický působením tahových a smykových napětí. Při dosud běžném posuzování se k této skutečnosti v podstatě nepřihlíží a průřez styku se posuzuje pouze vzhledem k namáhání v tlaku. Existenci tahových a smykových napětí v oblasti styku potvrzují podrobné numerické analýzy MKP a experimentální zkoušky. Při zatěžování styku dostředným tlakem vzniká ve styku příčné normálové napětí v tahu provázené vznikem svislých trhlin ve styku a vodorovné deformace. Hodnota zatížení, při němž vznikají tyto trhliny, je zpravidla menší než mezní zatížení (obr. 28). Vznik svislých trhlin ve styku způsobuje koncentraci vodorovných tahových napětí ve zhlaví stěnových dílců, kam se postupně rozšiřují trhliny ze styku. Určující vliv na velikost a rozložení normálových a smykových napětí ve styku od účinků zatížení stěnových dílců má především náhla změna průřezu stěny ve styku a různé deformační a přetvárné vlastnosti betonu dílců, styku a výplně ložných spár (Witzany, 1975).

Podélné styky stropních dílců „strop – strop“ zajišťují jejich spolupůsobení v rovině stropní tabule, jejímž úkolem je redistribuce vodorovných účinků na jednotlivé svislé části stěnové konstrukce a kolmo na rovinu stropní tabule. Prostřednictvím styků stropních dílců dochází ke spolupůsobení stropních dílců při přenášení účinků svislého zatížení. Stropní deska vytvořená skladbou jednotlivých stropních dílců, která přenáší účinky svislých a vodorovných zatížení do nosných stěn, má zásadní význam pro zajištění prostorové tuhosti nosného systému vícepodlažní budovy – zajišťuje distribuci účinků vodorovných zatížení do jednotlivých nosných stěn v závislosti na jejich tuhosti (ohybové a smykové). Při posuzování styků mezi stropními dílci i dílců samotných je nutné vycházet jednak z



celkového uspořádání stropní desky a statických vlastností styků, jednak ze způsobu zatížení a uložení stropní desky.



Obr. 28 a) Experimentálně naměřené (Witzany, 1975) vodorovné a svislé deformace styku při zatěžování dostředným tlakem, b) Stav napjatosti vodorovného styku „stěna – strop – stěna“ při zatížení svislou tlakovou silou, c) Porušení styku a dílce po zatěžovací zkoušce, d) Vodorovné a svislé deformace styku, e) Vodorovné a svislé deformace styku

A.8.1 Vady, poruchy, nedostatky

Mezi nejčastější poruchy a vady prefabrikovaných stropních konstrukcí patří:

- vznik trhlin v podélných styčných stropních dílců,
- nedostatečné uložení stropních dílců ve styku se stěnovými dílci,
- nadměrný průhyb a nedostatečná rovinnost pohledu stropní konstrukce.

Nedostatečné uložení stropních dílců ve styku „stěna – strop – stěna“ a nekvalitní provedení věnce (stykového betonu) mezi čely stropních dílců, vyztužení věnce a vzájemné spojení protilehlých stropních dílců ve styku patří mezi nejzávažnější vady ovlivňující statickou bezpečnost systému. Zvýšení hodnoty normálových napětí v tlaku v patě stěn v oblasti uložení stropních dílců spolu s poklesem normálových napětí v tlaku v oblasti stykového betonu způsobené jeho dotvarováním mohou být příčinou drcení betonu na okrajích paty dílce, popř. mimořádně závažného příčného roztržení paty dílce, u kterého nebyla provedena příčná výztuž (příčná výztuž chybí v patě a zhlaví stěnových dílců u stavebních soustav PS61, G40, G57). Porušení paty dílce popsáním způsobem představuje jedno z nejzávažnějších ohrožení statické bezpečnosti systému.

Nadměrné deformace stropních konstrukcí způsobují následné poruchy navazujících konstrukcí, zejména podlahových, podhledových, vestavěných stěn a příček apod.

Nejběžnější poruchou prefabrikovaných stropních konstrukcí je nadměrný, popř. nerovnoměrný průhyb stropních dílců, vznik trhlin a rozevirání podélných styčných spár mezi



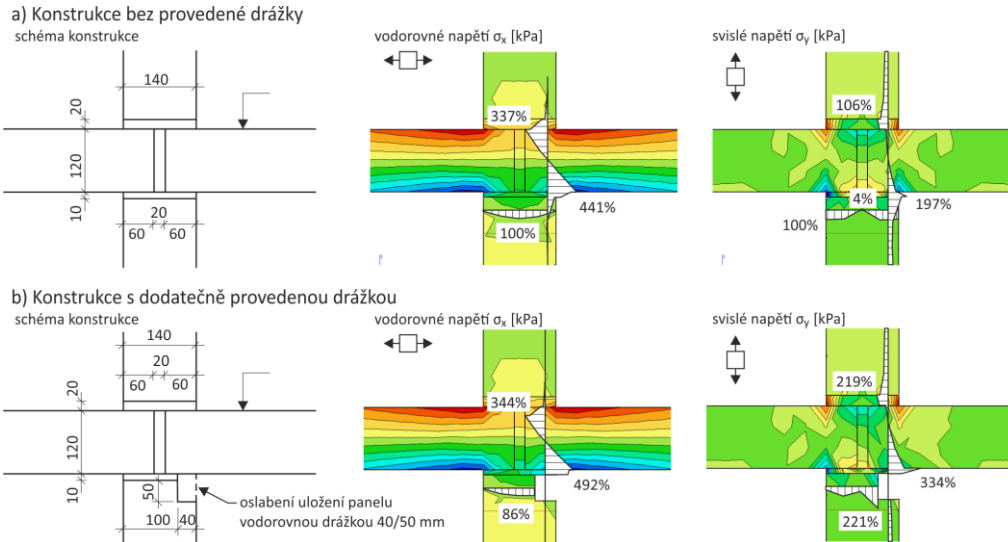
jednotlivými stropními panely. Mezi příčiny těchto poruch patří nesprávné a neúčinné tvarování stykových ploch dílců, nedokonalé vyplnění styku stykovým betonem, rozdílné zatížení stropních dílců, nestejně přetváření (dotvarování) vlivem rozdílného stáří, rozdílné kvality betonu, popř. odlišného předpětí apod.

V nejvyšších podlažích mohou vznikat poruchy ve stycích a deformace stropní konstrukce od teplotních účinků, zejména porušení vodorovných styků (trhliny v ložných sparách) mezi stropní konstrukcí a podélnou stěnou.

Vznik trhlin v podélných stycích stropních dílců je provázen snížením tuhosti stropní desky a v důsledku toho snížením prostorové tuhosti nosného systému.

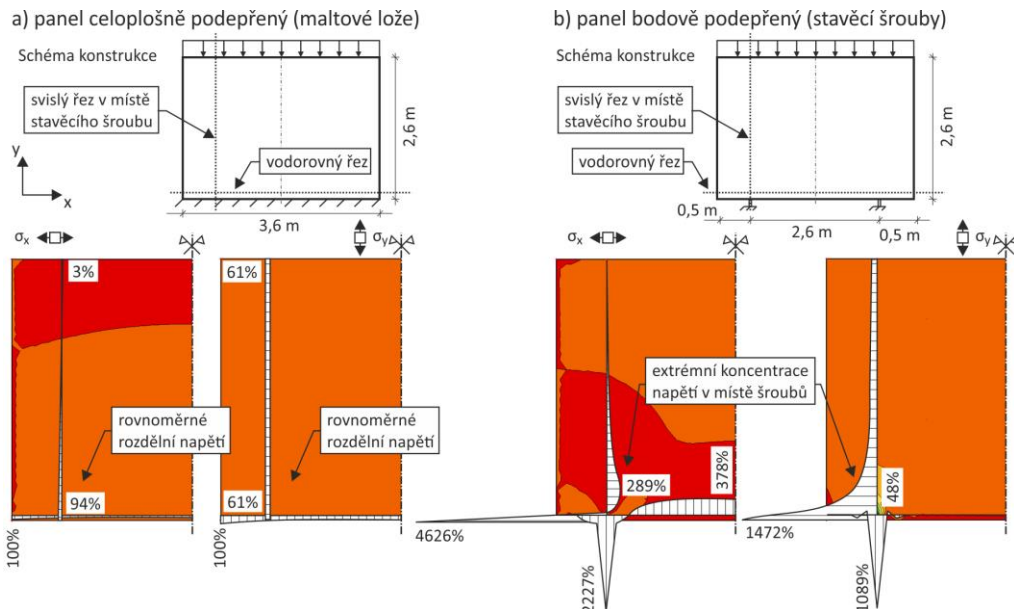
U styků mezi jednotlivými stropními dílci je třeba sledovat rozdílnost v průhybech dílců. Stav styků lze hodnotit z vizuálního stavu spáry a zejména z rozdílů vzájemných průhybů sousedících dílců. Stejný průhyb sousedních dílců charakterizuje účinné přenášení svislých posouvajících sil a dává předpoklad pro provedení výpočtu za předpokladu zpřesněných vstupních podmínek výpočtu. Rozdílný průhyb může být zapříčiněn rozdílným počátečním přetvořením (průhybem) sousedních stropních dílců před provedením zálivek. V tomto případě styk nemusí být narušen a lze ho klasifikovat jako statický účinný styk. Narušení styku trhlinami s případným drcením a vydrolováním betonu svědčí o nedostatečné smykové únosnosti styku. V závislosti na rozsahu a míře porušení klasifikujeme tento styk jako styk se sníženou, popř. až nulovou smykovou tuhostí.

U vodorovných styků stěnových a stropních dílců je třeba sledovat způsob a hloubku uložení stropních dílců na stěnové dílce, provedení ložné spáry, její tloušťku po délce stěny a její narušení. Odlupování povrchových vrstev ložné spáry (popř. zhlaví a pat stěnových dílců) svědčí o značné koncentraci tlakových hranových napětí (může být způsobeno nedostatečným uložení stropních dílců ve styku, nedostatečným spojením protilehlých stropních dílců, zvýšeným dotvarováním betonu styků „stěna–strop–stěna“, obr. 29). Svislé příčné trhliny v ložné spáře jsou převážně trhlinami technologickými (způsobené např. mechanickým odstraňováním nadbytečného množství malty po osazení dílce při montáži).



Obr. 29 Změna napjatosti v místě uložení stropních panelů při provedení vodorovné drážky

Při montáži na tzv. montážní šrouby může dojít v případě neprovedení uvolnění matic (po dosažení požadované pevnosti malty ložné spáry) k závažnému narušení stěnového dílce – k „roztržení“ dílce – a v důsledku toho k výraznému snížení únosnosti stěnového dílce v tlaku (obr. 30). Závažnost této hrubé montážní chyby závisí mj. na skutečném provedení příčné výztuže paty stěnového dílce.



Obr. 30 Koncentrace napětí při uložení stěnových panelů na montážních šroubů



Vodorovné trhliny v kontaktních plochách mezi výplní ložné spáry a stropními, popř. stěnovými dílci jsou dokladem větších deformací nosného systému účinkem zatížení (rozdílné svislé přetváření stěnových dílců sousedících stěn, případně jejich rozdílné sedání, vliv seismických účinků a otřesů). Tyto trhliny však mohou být způsobeny nekvalitní montáží – neuvolnění montážních přípravků (klíny, šrouby), nebo nerovnoměrným svislým přetvářením styku „stěna – strop – stěna“ (tento případ je provázen zvýšenou nerovnoměrností a lokálními koncentracemi tlakových normálových napětí po průřezu styku).

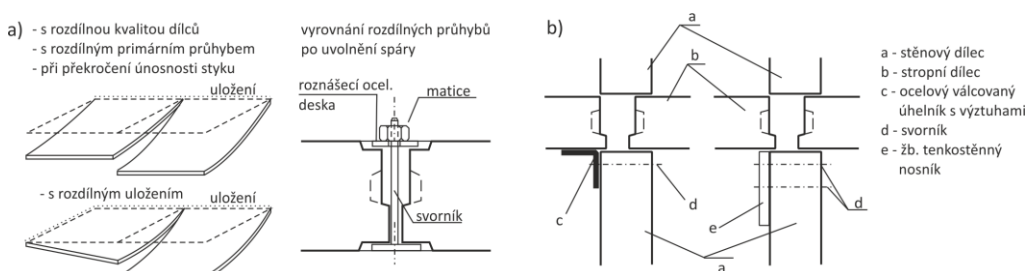
A.8.2 Sanace

Pro opravu trhlin styků dílců a sanaci nosné konstrukce lze použít technologie injektování, stehování, dodatečného vyztužení a předpinání.

Injektáž lze provést:

- polymérami látkami na bázi epoxidové, polyesterové, akrylátové nebo jiné pryskyřice pro trhliny šířky od 0,5 mm do 1 mm;
- cementovým mlékem, cementovou suspenzí, pro trhliny větších rozměrů (větší šířky než 1 mm);
- látkami na bázi konstrukčních pěn (např. polyuretanové), pro případ utěsnění trhlin staticky neúčinných styků (styky dílců obvodového pláště se stropní konstrukcí).

Zesílení styků „stěna-strop-stěna“ lze provést především mikroinjektáží epoxidovou pryskyřicí. Zesílení styku v případě nedostatečného uložení stropních dílců lze provést vloženými úhelníky (jednostranně nebo oboustranně, např. 2x L 80/80/10 + svorníky \varnothing 10 mm á 200 mm), popř. tenkostěnnými železobetonovými nosníky sepnutými svorníky (obr. 31). V případě narušení paty stěnového dílce od koncentrace tlakových normálových napětí v oblasti hran stěnového dílce lze provést sanaci oboustranně přikotvenými úhelníky sepnutými svorníky (obr. 31). Vyrovnání rozdílných průhybů stropních dílců lze provést pomocí svorníky (obr. 31) v dodatečně provedených otvorech ve styku stropních dílců a sepnutím ocelovými destičkami nasazenými na svorník a umístěných na horním a spodním povrchu stropních dílců.



Obr. 31 a) Rozdílné deformace (průhyby) sousedních stropních dílců; b) Úprava styku „stěna-strop-stěna“ při nedostatečném uložení stropních dílců.



A.9. Zajištění funkční způsobilosti obvodových dílců

Obvodové dílce průčelní a štítové stávajících panelových budov jsou řešeny v několika základních konstrukčních variantách – jednovrstvé, vícevrstvé se smykově tuhým spojením, popř. jako sendvičové s relativně smykově poddajnější střední vrstvou.

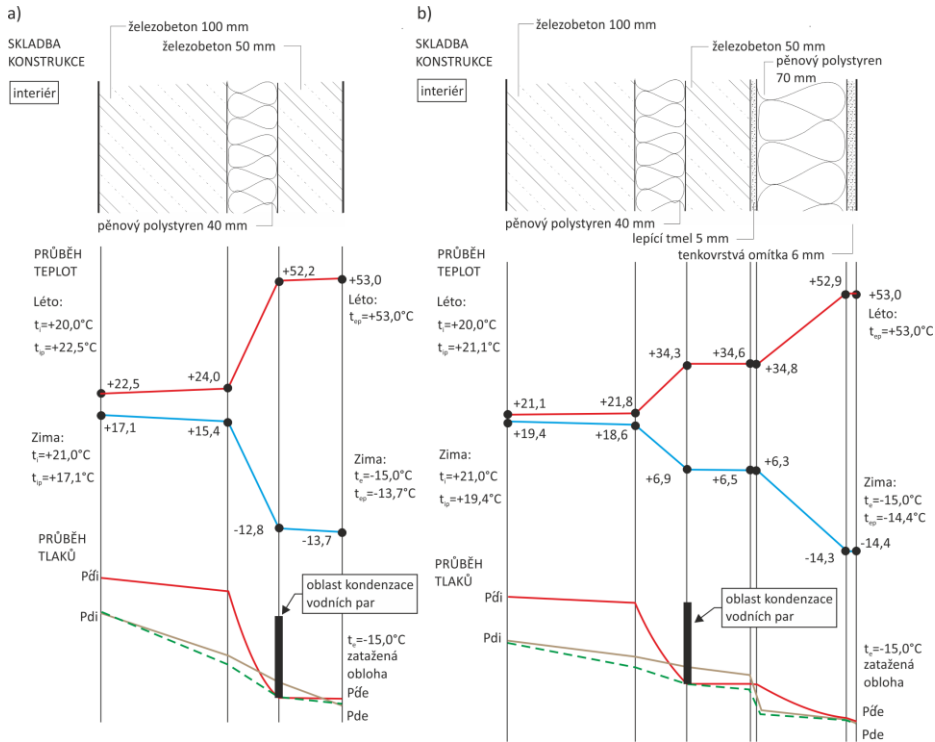
Ze statického hlediska mohou být průčelní obvodové dílce plnohodnotnou součástí nosného systému, (na vnitřní nosné části sendvičového obvodového dílce je „uložený“ krajní stropní dílec a nosná část sendvičového dílce je svislým stykem provázána s vnitřní příčnou nosnou stěnou) mohou být řešeny jako tzv. samonosné, popř. zavěšené a vestavěné.

A.9.1 Vady, poruchy a nedostatky

Mezi hlavní vady obvodových dílců (konstrukcí) z hlediska současných požadavků na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov patří:

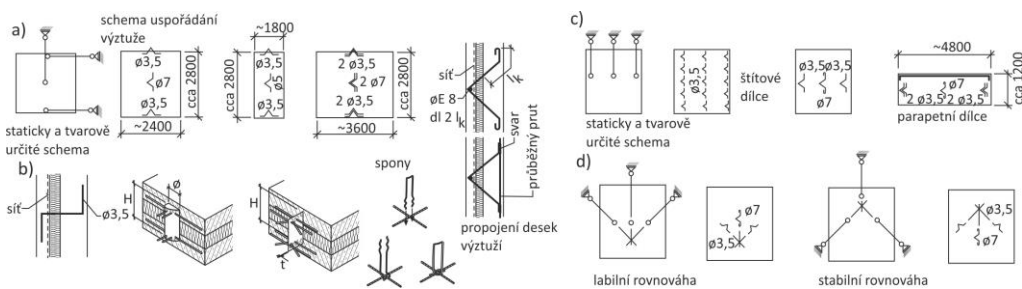
- nedostatečný tepelný odpor,
- nízké teploty vnitřních povrchů v místech tepelných mostů,
- nevyhovující celoroční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry (především u střešních jednoplášťových konstrukcí),
- vysoká spotřeba energie na vytápění a z hlediska celkového hodnocení vysoké energetické náročnosti panelových bytových domů,
- nedostatečná vodonepropustnost, vzduchotěsnost a tepelně izolační vlastnosti styků a spojů obvodových dílců,
- vadné provedení vzájemného spojení vnější monierky a vnitřní nosné části obvodového sendvičového dílce (nevhodná ocel spojek, nevhodné rozmístění spojek, koroze spojek), nebezpečí oddělení (pádu) monierky,
- vadné provedení (skladba) tepelně izolační vrstvy (tepelné mosty), popř. nedostatečná dimenze tepelné izolace
- nedostatečné kotvení obvodových dílců k vnitřní nosné konstrukci,
- koroze kotevní výztuže.

Zlepšení tepelně technických vlastností obvodových dílců lze dosáhnout provedením kontaktních popř. bezkontaktních zateplovacích systémů. Zajištění funkčnosti a trvanlivosti kontaktního zateplovacího systému vyžaduje provedení tepelně vlhkostní a statické analýzy a na jejím základě posouzení vzájemné interakce kontaktního zateplovacího systému a obvodových dílců (mechanické stavy tenkovrstvé omítky v oblasti styků obvodových dílců, kondenzace v oblasti kotevních spojek vnějších monierek s nosnou částí sendvičového obvodového dílce, obr. 32) (Witzany, 2008).



Obr. 32 Tepelně vlhkosní analýza obvodové konstrukce bez a s kontaktním zateplením

Z hlediska statické bezpečnosti má jednu z rozhodujících funkcí kotvení obvodových dílců k vnitřní nosné konstrukci, které je zpravidla realizováno v místě styku obvodových dílců a zhlaví vnitřní nosné stěny (obr. 33). Kotvení provedené z betonářské oceli v případě nedostatečné vodotěsnosti spojů obvodových dílců, v některých případech zvýšené kondenzace v oblasti kotvení je vystaveno zvýšené korozi, která ohrožuje spolehlivou funkci kotvení. Koroze kotevních spojek provedené běžnou betonářskou ocelí na místo výztuže z antikorozní oceli (AK 1 B, AKV) může způsobit (v případě pádu) vážné ohrožení bezpečnosti obyvatel.



Obr. 33 Schéma spojovacích profilů (kotvení) vnější monierky k vnitřní nosné vrstvě sendvičového dílce

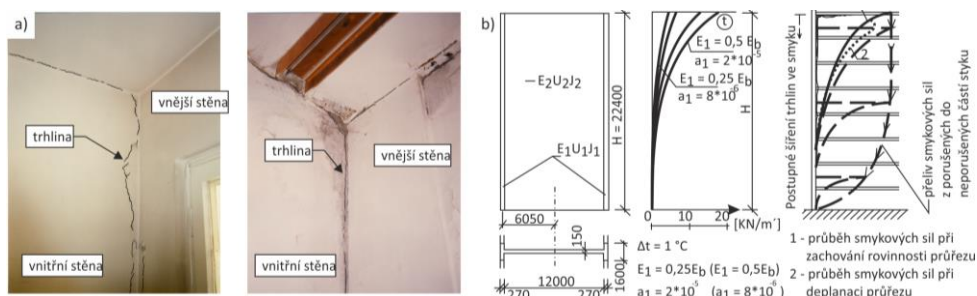


A.9.2 Sanace

V případě nedostatečného kotvení obvodových dílců k vnitřní nosné konstrukci, popř. zkorodované kotevní výztuže obvodových dílců a narušení dilatačních spojů vnější monierky obvodových sendvičových dílců je nutné provést odpovídající sanační opatření zajišťující stabilitu obvodové konstrukce:

- dodatečné kotvení jednovrstvých obvodových dílců, popř. nosných vnitřních železobetonových vrstev sendvičových dílců speciálními hmoždinkovými nebo chemickými kotvami, speciálně tvarovanou a povrchově upravenou výztuží, kotevními prvky dodatečně provedených táhel nebo přepínacích kabelů v úrovni styků zhlaví stěnových dílců a stropních dílců;
- dodatečné kotvení obvodových dílců v úrovni stropní desky (ve třetinách osové vzdálenosti nosných stěn) zamezující tvarovým změnám jednovrstvých celostěnových, popř. parapetních dílců (> 4,2 m);
- injektáž stykového betonu v místě styků vnitřní nosné konstrukce sendvičových obvodových dílců popř. jednovrstvých obvodových dílců¹⁾ a v oblasti kotevní výztuže obvodových dílců v úrovni zhlaví stěnových a obvodových dílců.

Spáry mezi vnitřní nosnou konstrukcí a jednovrstvým obvodovým dílcem vzhledem k jeho cyklickým dilatacím způsobených změnou teploty (obr. 34) je nutné utěsnit pružným tmelem umožňujícím dilataci dílce od účinku teploty. Správným řešením v tomto případě však je zateplení jednovrstvého obvodového pláště a současné provedení staticky účinné injektáže styku jednovrstvých obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce včetně injektáže oblasti kotvení výztuže obvodových dílců (ve zhlaví dílců), která je ochranou proti korozi kotevní výztuže.



Obr.34 Porušení svislých styků mezi vnitřní nosnou konstrukcí a jednovrstvými obvodovými dílci

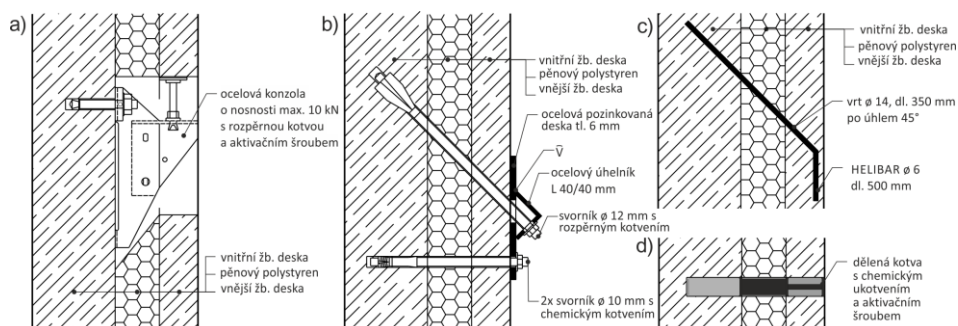
Nedostatečnou spojovací výztuž a rozvrstvení sendvičového dílce lze sanovat:

- osazením vnější desky sendvičového dílce na ocelovou konzolu, přikotvením vnější desky pomocí dělených kotev nebo svorníků doplněných po obvodě dílce dostatečně únosnými pružnými plastovými přichytkami k vnitřní nosné železobetonové vrstvě (dílici), obr. 35);
- zavěšením na konzolu z nerezové oceli (únosnost 10 - 12 kN) a přikotvením dělenými kotvami, popř. svorníky a kotvami z nerezové oceli (obr. 35);
- úplné odstranění vnější monierky včetně tepelné izolace sendvičových obvodových dílců a následné provedení kontaktního zateplovacího systému.



Aplikace dodatečných kotev pro scelení sendvičových obvodových dílců nebo pro nahrazení jejich zkorodované spojovací výztuže je možné v případech následného zateplení obvodové konstrukce kontaktním zateplovacím systémem tehdy, kdy průzkum prokáže dostatečnou soudržnost vnější desky (monierky). Případné ojedinělé trhliny a narušení je třeba zainjektovat, popř. je třeba desku scelit dodatečným osazením výztuže (např. stehováním).

Při značném rozsahu narušení betonu a koroze výztuže vnějších desek (moniérek) sendvičových dílců a narušení jejich kotevní výztuže k vnitřním nosným částem sendvičových dílců je třeba zvážit komplexní odstranění vnějších pohledových desek a vrstvy tepelné izolace sendvičových dílců a provedení nového kontaktního popř. nekontaktního zateplení kotveného k ponechaným nosným částem sendvičových obvodových dílců.



Obr. 35 a) Osazení vnější desky sendvičového dílce na konzolu, b) Přikotvení vnější desky sendvičového dílce soustavou ocelových svorníků, c) Přikotvení vnější desky sendvičového dílce výztuží, d) Přikotvení vnější desky sendvičového dílce dělenou kotvou

Obnova povrchových vrstev, tj. oprava narušených částí povrchů dílců, včetně styků a těsnících spojů a následné provedení nových nátěrů, nástříků, stěrek popř. vnější omítky vyžaduje očištění povrchu pro dosažení požadované adheze včetně povrchu trhlin a následně provedení hloubkového tmelení popř. injektáže trhlin, doplněné v příp. nutnosti stehováním nebo sepnutím dílců:

- odkrytí, očištění, reprofilace zkorodované výztuže;
- reprofilace narušených částí betonových dílců;
- injektáž popř. tmelení stabilizovaných trhlin;
- impregnace a hydrofobizace povrchu;
- aplikace nátěrového systému.

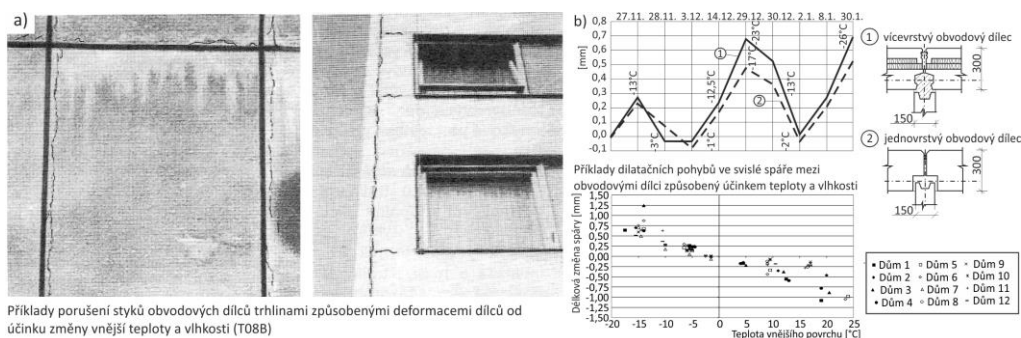
A.10 Zajištění funkční způsobilosti styků a spojů obvodových dílců

Poruchy styků obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce jsou převážně způsobeny cyklickými účinky a vlivy teploty a vlhkosti, které mají odlišný průběh a velikost v porovnání s vnitřními stěnovými dílci. Důsledkem tohoto účinku je vznik trhlin ve stycích mezi obvodovou a vnitřní konstrukcí. Vznik trhlin umožňuje průnik vodních par z interiéru do exteriéru provázený povrchovou kondenzací na vnější straně a kondenzací v tzv. kondenzačních zónách (viz. obr. 32) a následnou korozi kotevní výztuže.



Pronikání srážkové vody umožňuje vznik trhlin ve spojích mezi obvodovými dílci v důsledku jejich nekvalitního provedení, např. nedostatečné přilnavosti těsnícího tmelu nebo pryžového profilu, nekvalitního materiálu (stárnutí tmelu a pryžového profilu) a nepřizpůsobení tolerancím spáry mezi obvodovými dílci (překročení tažnosti těsnícího tmelu, popř. pryžového profilu).

Styky obvodových dílců a vnitřních stěnových dílců jsou tvořené koncovými úseky stěnových dílců, přiléhajících boků obvodových dílců opatřených drážkou s ozuby, stykovým betonem, spojovací a vloženou výztuží. Jejich nedílnou součástí je tepelná izolace a opatření pro zabezpečení vodotěsnosti. Styky mezi vnitřní nosnou konstrukcí (stěnami) a obvodovou konstrukcí patří k nejnáročnějším stykům. Jejich řešení musí zajistit požadovanou statickou funkci, tepelnou a akustickou izolaci, vzduchotěsnost a vodotěsnost. Účinky zejména teploty a vlhkosti způsobují cyklické namáhání těchto styků (obr. 36).



Obr. 36 Porušení svislých styků (a) prefabrikovaných dílců cyklickým účinkem teploty a vlhkosti (b)



A.10.1 Vady, poruchy a nedostatky

Mezi hlavní příčiny poruch styků a spojů obvodových dílců patří nedodržení rozměrových tolerancí obvodových dílců a styků, chybné řešení styku, které nerespektuje dilatační pohyby obvodových dílců účinkem teploty a vlhkosti, neodpovídající kvalita oceli spojovací a zálivkové výztuže, která nezajišťuje požadovanou trvanlivost (koroze výztuže umístěné v kondenzační zóně styku), nekvalitní provedení tepelné izolace styku, nevyhovující vodotěsnost a vzduchotěsnost spojů (nekvalitní tmely a provedení tmelení spáry spolu s nedodržení tolerancí obvodových dílců, při níž dochází k překročení tažnosti tmele, odtržení tmelu od obvodových dílců, vadné provedení a nekvalitní materiály).

Vady technologické, výrobní, projektové a materiálové jsou v souhrnu příčinou poruch těchto styků – vzniku trhlin na vnitřním (interiérovém) povrchu styku, nedostatečné tepelné izolace a zatékání (vznik plísní), nedostatečné ochrany před vnějším hlukem a nedostatečné vzduchotěsnosti styku.

Obvodové panelové konstrukce a jejich styky patří mezi nejrizikovější části panelových konstrukcí, které vyžadují pravidelnou kontrolu a údržbu. Jejich zanedbání může být následně příčinou závažného snížení statické bezpečnosti obvodové konstrukce i vnitřní nosné konstrukce, snížení její spolehlivosti.

A.10.2 Sanace

Sanace poruch dilatačních spár zahrnuje:

- reprofilaci dilatačních spár a odstranění všech prvků, které brání dilatačním pohybům;
- přetěsnění dilatačních spár trvale pružnými tmely a jejich překrytí krycími profily, popř. pásky;
- překrytí dilatačních spár např. lištami hliníkovými nebo těsníci pásky.

Spáry mezi vnitřní nosnou konstrukcí a jednovrstvým obvodovým dílcem je nutné utěsnit pružným tmelem umožňujícím dilataci dílce od účinku teploty. Komplexním řešením v tohoto problému, spolu s nedostatečnými vlastnostmi obvodových dílců, je zateplení jednovrstvého obvodového pláště a současné provedení staticky účinné injektáže styku jednovrstvých obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce včetně injektáže oblasti kotvení výztuže obvodových dílců (ve zhlaví dílců), která je ochranou proti korozi kotevní výztuže.

V případech, kdy není pro zlepšení tepelně technických vlastností obvodové konstrukce aplikováno dodatečné zateplení, je nutné v rámci oprav a údržby provést sanaci poruch těsnění spár mezi obvodovými dílci (*obr. 37*).

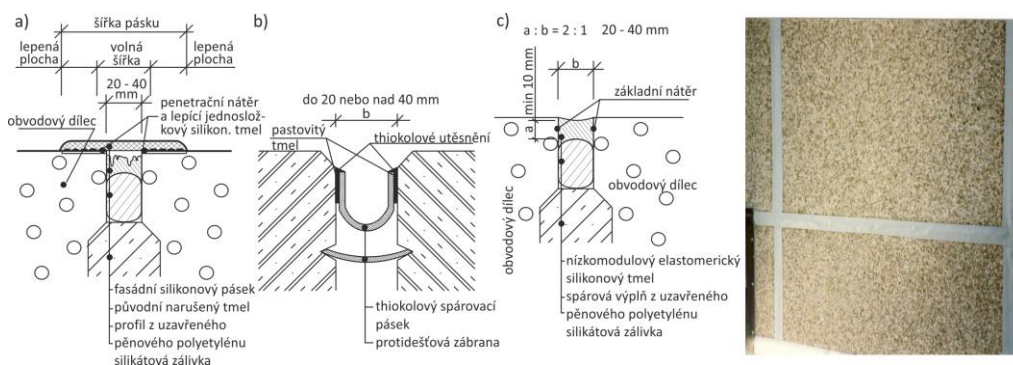
Důležitá je kontrola rozměrů styků případně jejich úprava a reprofilace z hlediska zamezení předčasného narušení těsnící funkce trvale pružného tmelu přetržením, následkem překročení mezní tažnosti tmelu v případě spár neodpovídajících šířek.

Spárovací thiokolové pásky pro beztmelé utěsnění spár lze použít tam, kde jsou styčné plochy znečištěné, spáry jsou příliš úzké nebo naopak příliš široké anebo vykazují velké dilatační pohyby, které tmely nejsou schopné přenést (nemají potřebnou tažnost).

V případě „staticky“ neúčinného styku mezi jednovrstvým obvodovým dílcem a vnitřními stěnovými dílci je „nutné zajistit spolehlivé kotvení dílce k nosné konstrukci pomocí zabudované kotevní výztuže v úrovni zhlaví dílců popř. dodatečné přikotvení speciálními kotvami. V obou



případech je nutné, aby dodatečné kotvení umožnilo dilatační pohyby obvodových dílců od účinků teploty. Nedílnou součástí sanace je obnovení funkčnosti styků a spár mezi dílci obvodového pláště (aplikace tzv. uzavřených styků) a úprava spár obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce (aplikace silikonových tmelů, polyuretanových pěn apod.), tak aby byly umožněny dilatační pohyby obvodových dílců účinkem změny teploty a vlhkosti. Navrženou úpravu je nutné posoudit z hlediska ochrany výztuže (kotvení) před korozí způsobenou kondenzační nebo srážkovou vodou (větrem hnaný déšť).



Obr. 37 a) Přetěsnění spáry mezi obvodovými dílci, b) Překrytí spáry mezi obvodovými dílci fasádním silikonovým a thiokolovým páskem, c) Vyplnění spáry nízkomodulovým elastometrickým silikonovým tmelem

V případě „staticky“ účinného styku mezi vnitřní nosnou vrstvou sendvičových obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce – vnitřní nosné části obvodových sendvičových dílců jsou součástí nosného systému – je nutné obdobně jako v předchozím případě (provést kontrolu kotevní výztuže v úrovni zhlaví dílců a zajistit její účinnost (provést injektáž), popř. provést dodatečné přikotvení speciálními kotvami) včetně případné injektáže zálivky (stykového betonu) svíslého styku nosných vrstev sendvičových dílců a vnitřních nosných stěn. V návaznosti na statické zajištění styku obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce se provede komplexní rekonstrukce a obnova těsnění spár (tzv. otevřený styk, alter. uzavřený styk) vnějších pohledových stěn (tzv. moniérek) sendvičových obvodových dílců.

Kontrola stavu kotevní výztuže obvodových dílců a vnitřní nosné konstrukce, kterou je nutné provádět pravidelně v rozmezí 5 – 8 let musí zahrnovat obnažení minimálně 5 styků v rozsahu umožňujícím vizuální kontrolu stavu výztuže. Tato kontrola by také měla předcházet zateplení obvodového pláště a měla by být prováděna specializovanou odbornou firmou.

B. Zásahy do nosných panelových konstrukcí

Mezi závažné zásahy do nosných dílců panelových konstrukcí patří dodatečné zřizování prostupů a otvorů v nosných stěnách a stropních konstrukcích, provádění drážek ve stěnových a stropních dílcích hloubky větší než 15 mm, provádění úprav, při nichž dochází k závažnému zvýšení zatížení stropní konstrukce a provádění nástaveb.

Veškeré zásahy do nosných konstrukcí panelových objektů musí být prováděny v souladu s platnou legislativou, být posouzeny autorizovanou osobou v oboru pozemních staveb a statika a být řádně ohlášeny příslušnému orgánu státní správy, včetně zajištění potřebných povolení.

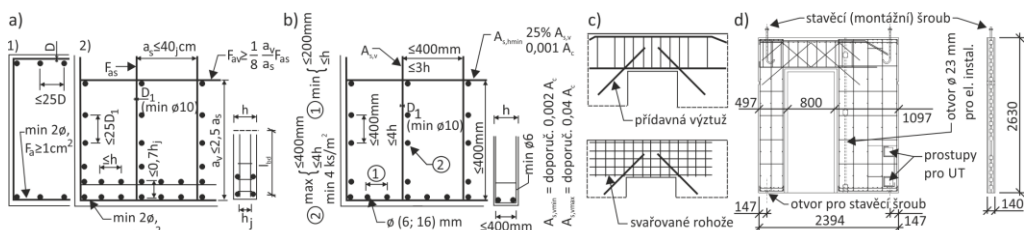
B.1 Dodatečné zřizování otvorů v nosných stěnách

Při rekonstrukci, popř. modernizaci panelových domů (bytů) se lze setkat s požadavkem na zřízení nových otvorů v nosných stěnách – stěnových dílcích - oddělujících jednotlivé travé (Witzany et al., 2014).

Poznámka: Stěnové dílce panelových konstrukcí malorozponových jsou nejčastěji plné, skladebné tloušťky 120 mm, 140 mm, 150 mm a 160 mm popř. stěnové dílce středněrozponových panelových konstrukcí jsou vylehčené kruhovými svíslými dutinami skladebné tloušťky 190 mm a 200 mm. Výška stěnových dílců je závislá na konstrukční výšce podlaží a na řešení styku se stropními dílci. Konstrukční výška podlaží je v převážné většině případů realizovaných panelových budov 2,8 m. Maximální rozměr stěnových dílců byl omezen výrobními a přepravními možnostmi a především únosností montážních mechanismů. Nejčastěji se používaly dílce s hmotností cca do 5 tun, tj. obvykle šířky do 4,8 m. Stěnové dílce mohou být plné nebo s dveřním otvorem (obr. 38). V některých případech jsou opatřeny ve zhlaví tzv. montážními (osazovacími) šrouby a v patě zápusťnými otvory pro osazovací šrouby nižších stěnových dílců. V dílcích mohou být zabudovány trubky pro elektrovláčky.

Stěnové dílce tl. 140, 150 mm, 160 mm a 190 mm jsou vyrobeny z betonu kvality nejméně B 15 (C 12/15). Ve stavební soustavě HK60 jsou použity stěnové dílce tl. 250 mm vylehčené otvory \varnothing 190 mm. V některých případech byly stěnové dílce vyrobeny z lehkých betonů (např. škvárobeton, keramzitbeton, pazderobeton, struskopenzobeton), které mají obvykle tloušťku větší než 200 mm, nejčastěji 240 mm. Po obvodě jsou stěnové dílce zpravidla vyztuženy svařovanými žebříčky (mřížovinou) z kruhové oceli E \varnothing 6 - \varnothing 12 mm. Patu a zhlaví stěnových dílců mohou být vyztuženy podle potřeby 2 - 3 žebříčky vzdálenými od sebe maximálně 80 mm (stěnové dílce mohou být v řadě případů vyztuženy pouze po obvodě, u soustav PS61, G40 a G57 není pata a zhlaví vyztužena). Tato základní výztuž je v závislosti na rozměrech a požadované únosnosti dílce doplněna obdobnými svařovanými žebříčky uloženými svisle max. ve vzdálenostech 400 mm a vodorovně max. ve vzdálenostech 600 mm (obr. 38a). Stěnové dílce jsou opatřeny dvěma zvedacími háky, popř. stavěcími šrouby, z nichž je každý dimenzován na tíhu dílce zvýšenou dynamickým součinitelem. Nadpraží stěnových dílců s dveřními otvory je dimenzováno jako vetknutý nosník. Výztuž nadpraží je oboustranná, řádně kotvená do obou pilířů dílců. Nadpraží působí jako krátký vysoký nosník, často vyztužený hustší armaturou z menších profilů, doplněnou přídavnou (smykovou) výztuží (obr. 38b).

Nejmenší šířka pilířku stěnového dílce s dveřním otvorem je 250 mm. Pilířek zpravidla má vyšší procento vyztužení než dílec bez otvoru. Pilířek s větším procentem vyztužení vykazuje zpravidla odlišné vlastnosti z hlediska účinků smršťování a dotvarování v porovnání se zpravidla slabě vyztuženým dílcem nebo širším pilířem. Při tuhém (neposuvném) spojení silně vyztuženého pilířku se slabě vyztuženým sousedním dílcem vznikají ve styku a nad dveřním překladu přídatné smykové síly, které mohou být příčinou porušení přilehlého svíslého styku popř. překladu (obr. 38c).

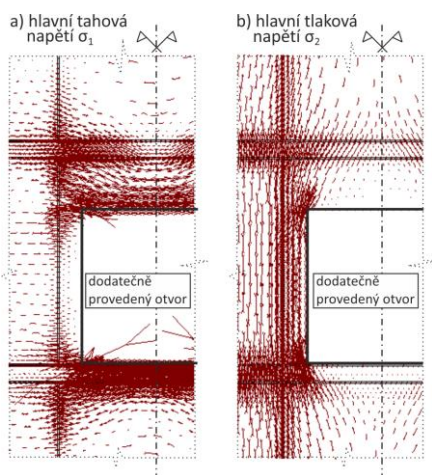


Obr. 38 a) Schéma vyztužení stěnových dílců podle ČSN 731211, b) Schéma vyztužení stěnových dílců podle ČSN EN 1992-12, c) Vyztužení nadedvěřních překladů, d) Schéma vyztužení stěnového dílce s dveřním tvorem



Dodatečné zásahy do nosné konstrukce vícepodlažních panelových budov, zejména zřizování nových otvorů v nosných stěnách vyžaduje zhodnocení stavebně technického stavu nosné panelové konstrukce v rozsahu, který odpovídá závažnosti dodatečného zásahu. Stavebně technické hodnocení musí vycházet z konstrukčního řešení příslušné stavební soustavy – z řešení nosných stěn, obvodového pláště, z řešení styků nosných dílců a ostatních konstrukčních úprav specifických pro danou stavební soustavu. Zvláštní pozornost v případě zřizování otvorů v nosných stěnách vyžadují stavební soustavy s dutinovými stěnovými dílci (např. varianty stavební soustavy HK), se stěnovými dílci z lehkých betonů (např. G57), s dutinovými stropními dílci a panelové konstrukce s nedostatečně vyztuženou stropní konstrukcí.

Provedením dodatečných otvorů v nosných panelových stěnách (stěnových dílcích) dochází v oblasti dodatečně provedeného otvoru ke změně stavu napjatosti - k odklonu směru hlavních napětí v tlaku $+\sigma_2$ provázeném vznikem hlavních napětí v tahu $+\sigma_1$ a vodorovných tahových napětí $+\sigma_x$ (obr. 39). Tahová napětí ($+\sigma_1$, $+\sigma_x$) mohou být příčinou vzniku tahových trhlin zejména v oblasti nově vytvořených nadpraží, ve svislých a vodorovných stycích stěnových a stropních dílců, popř. v podélných stycích stropních dílců v částech přiléhajících k dodatečně provedenému otvoru.



Obr. 39 Změna napjatosti v místě dodatečně provedeného otvoru v prefabrikovaném dílci

Poznámka: Výsledky numerické analýzy MKP (ANSYS 12, prvek PLANE42) vlivu dodatečně provedených otvorů různé velikosti, umístění a uspořádání v nosné prefabrikované stěně pro případ svislého a vodorovného zatížení, jsou uvedeny v následujících částech:

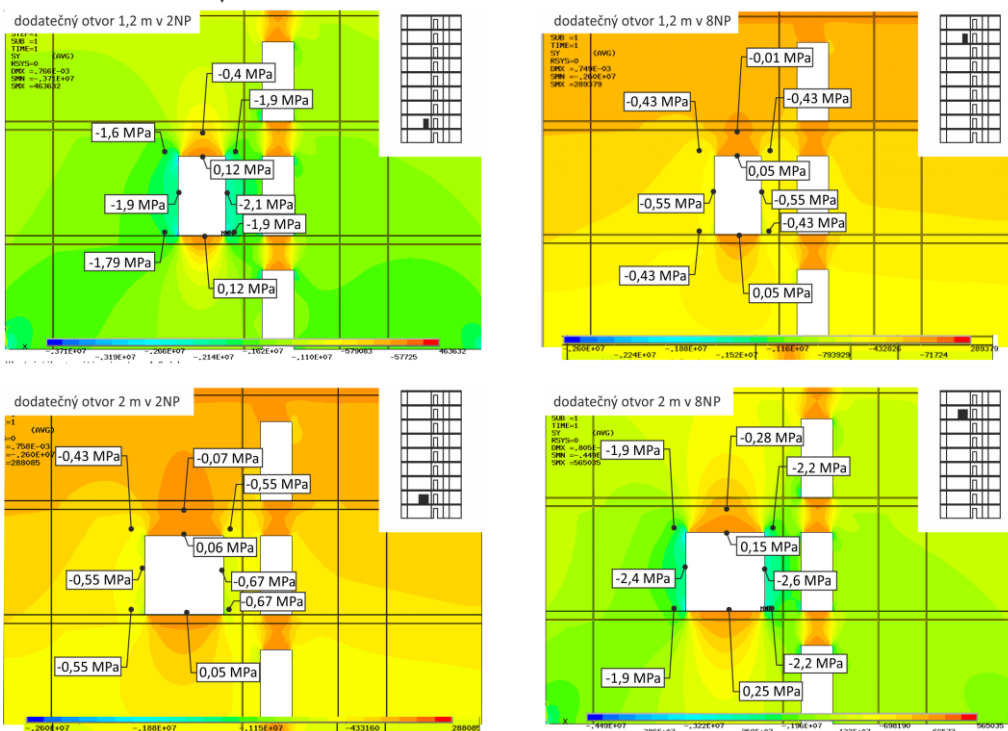
a) **Velikost normálových napětí σ_x , σ_y ve stěnových dílcích a smykových napětí τ_{xy} ve svislých stycích** ve stěně oslabené dodatečně provedeným otvorem je přímo úměrná velikosti dodatečně provedeného otvoru, jeho umístění a poloze ve stěně (obr. 40). Umístění dodatečně provedeného otvoru v nejnižším podlaží, popř. k okraji prefabrikované nosné stěny je provázáno vyššími hodnotami normálových a smykových napětí v porovnání s umístěním otvoru ve vyšším podlaží a v místech, kde provedením dodatečného otvoru nevznikají „úzké“ pilířky. Velká část nosných stěnových dílců je vyztužena pouze po obvodu (obr. 41), proto je nutné věnovat pozornost zvýšeným hodnotám normálových napětí v tlaku $-\sigma_y$ v částech přiléhajících k otvoru a stanovit v souladu s ČSN EN 1992-1-3 návrhovou únosnost vodorovného styku na základě zjištění pevnosti stykového betonu a malty, pevnost betonu v tlaku stěnového dílce s dodatečně provedeným otvorem (včetně případné výztuže) částí stěny přiléhajících k dodatečně provedenému otvoru. Značné zvýšení normálových napětí ve stěnových dílcích a smykových napětí ve



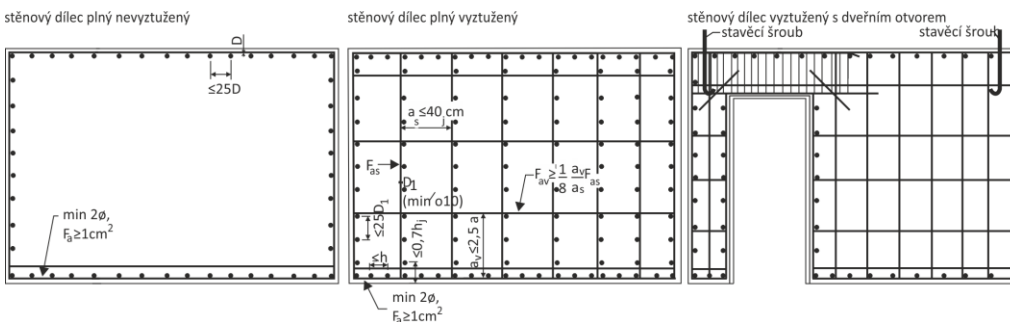
svislých stycích může vyvolat dodatečné provedení otvoru v podélné stěně nebo v příčné stěně v bezprostřední blízkosti svislého styku s podélnou v nejnižším podlaží.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat posouzení vlivu zvýšených tlakových napětí $-\sigma_y$ v okolí otvoru ve styku „stěna – strop – stěna“. Náhlá změna průřezu stěny v oblasti styku spolu s rozdílnou hodnotou modulů přetvárnosti betonu stropních dílců a stykového betonu jsou hlavní příčinou vzniku extrémních hodnot normálových napětí v tlaku $-\sigma_y$ v patě a zhlaví krajních průřezů stěnových dílců a vodorovných tahových napětí $+\sigma_x$ ve stykovém betonu, které se po vzniku svislé tahové trhliny přesouvají do oblasti zhlaví a paty stěnových dílců (Witzany, 1979). Tyto hodnoty extrémních napětí snížené vlivem dlouhodobého dotvarování mohou být, při zvýšení tlakových napětí $-\sigma_y$ v oblasti dodatečně provedeného otvoru, příčinou narušení styku, popř. zhlaví a paty stěnového dílce.

svislá normálová napětí σ_y



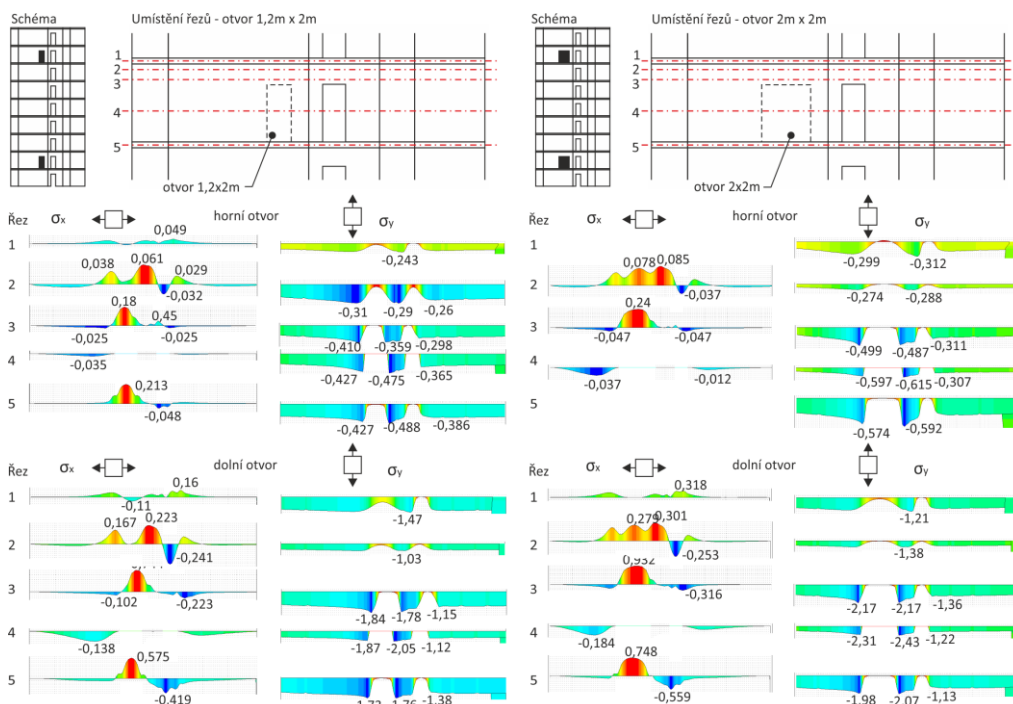
Obr. 40 Porovnání velikosti normálových napětí σ_y závislosti na sílce a umístění dodatečně provedeného otvoru v nosné stěně



Obr. 41 Schema vyztužení prefabrikovaných stěnových dílců panelových budov (ČSN 73 1211) – stěnový dílec plný nevytuzený, stěnový dílec plný vyztužený, stěnový dílec vyztužený s dveřním otvorem

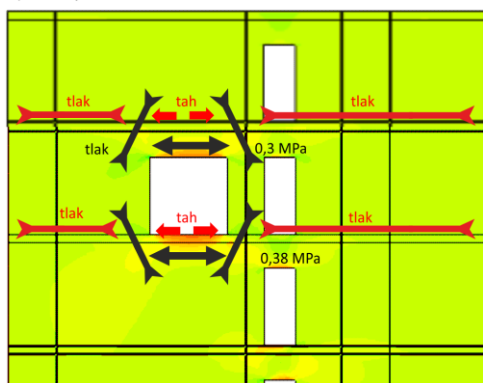


b) Dodatečným provedením otvoru v nosné stěně dochází ke vzniku vodorovných (příčných) tahových normálových napětí $+\sigma_x$ v oblasti nově vzniklého otvoru a nadpraží (obr. 42). Nadpraží nad dodatečně provedeným otvorem nemá zpravidla na spodním okraji výztuž. Na horním okraji je původní výztuž umístěná po obvodě dílce (viz obr. 40). Dodatečným vyztužením nadpraží, před prováděním otvoru, lze zabránit vzniku svislých tahových trhlin ve spodní části nadpraží. Tahové trhliny mohou vznikat i v případě provedení otvorů menší šířky (viz obr. 42).

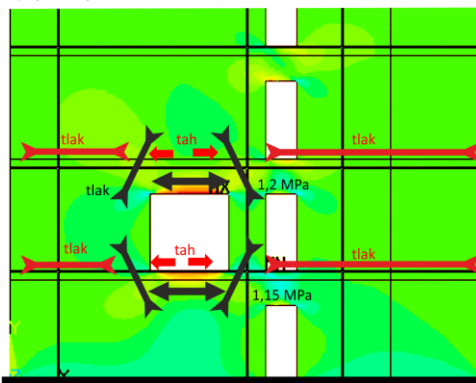


Obr. 42 Normálová napětí v tahu $+\sigma_x$ a v tlaku $-\sigma_y$ v oblasti nově vytvořeného nadpraží a stropních věnců

a) horní podlaží



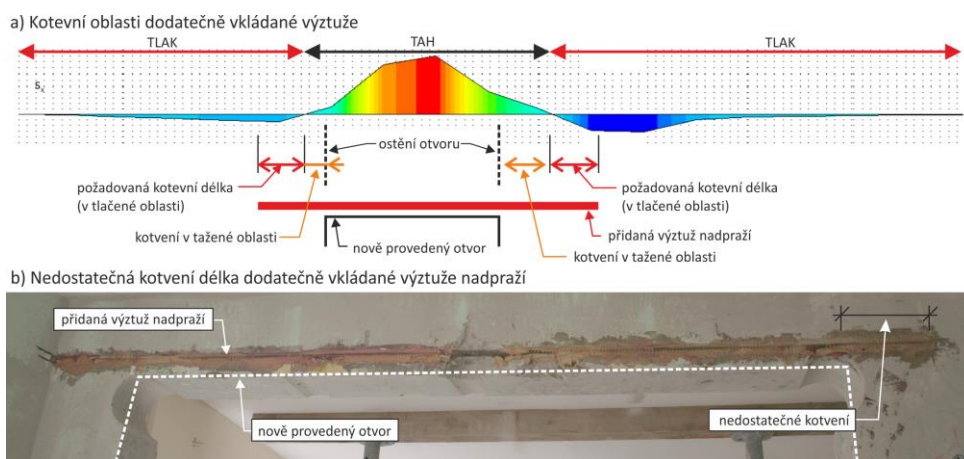
b) spodní podlaží



Obr. 43 Schema přenosu tlakových napětí $-\sigma_2$ v oblasti dodatečně provedeného otvoru



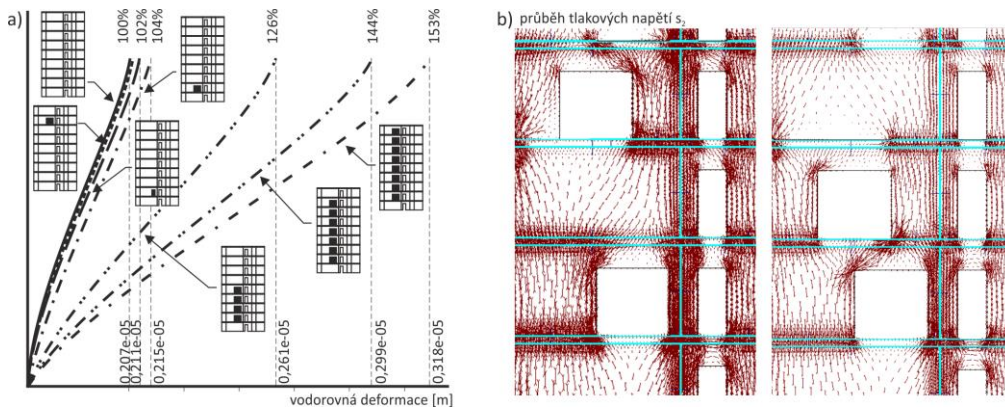
U dodatečně provedených otvorů lze předpokládat roznesení tlakových napětí ($-\sigma_2$) z vyšších podlaží do nově vzniklých pilířů pod roznášecím úhlem $\alpha \approx 45^\circ$, při němž se významně uplatní plná stěna vyššího podlaží nad dodatečně provedeným otvorem (obr. 43 a 44). Podle čl. 5.3.1 a 9.5 ČSN EN 1992-1-1, lze u nově vzniklého nadpraží s šířkou menší než trojnásobek výšky nadpraží ($l/h < 3$) přisoudit tahová napětí na spodním okraji nadpraží pevnosti betonu v tahu f_{ctk} . Při tomto řešení a podobně při nesprávně provedeném dodatečném vyztužení nadpraží při jeho dolním okraji nelze spolehlivě vyloučit narušení nadpraží svislými tahovými trhlinami. Po vzniku tahových trhlin v nadpraží dochází k „přelivu“ těchto napětí $+\sigma_x$ nejprve do horní části nadpraží a následně do věnce. Přidatná tahová napětí $+\sigma_x$ v oblasti zhlaví stěnových dílců a stropních věnců mohou být převzata pouze rezervou v únosnosti vyztuže ve styku „stěna – strop – stěna“ (věncová vyztuž) a vyztuže ve zhlaví a v patě stěnových dílců přesahující požadavky na její dimenze z hlediska mimořádných účinků, účinků vyplývajících z napjatosti styku „stěna – strop – stěna“ a požadavky na diskretní vyztužení svislých styků s hmoždinkami v oblasti stropních věnců stanovených podle dřívější ČSN 731211, popř. ČSN EN 1992-1-3 (viz obr. 8). V opačném případě dojde k nepřipustnému snížení statické odolnosti budovy.



Obr. 44 a) Dodatečné vyztužení stěnového dílce a nadpraží v oblasti nově provedeného otvoru, b) Chybné provedení dodatečného vyztužení nadpraží

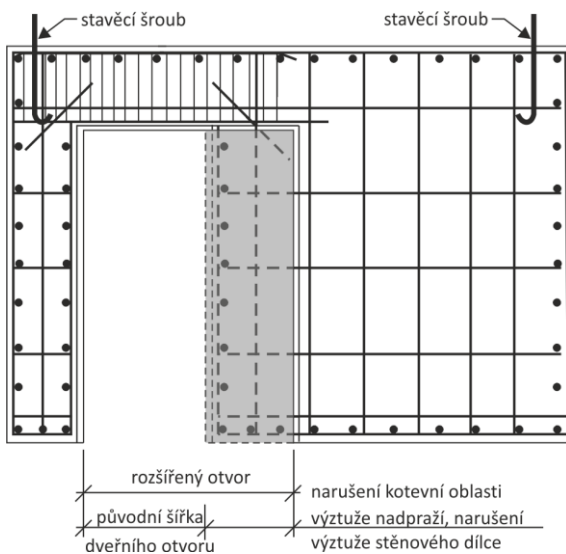
c) Pouze při větším rozsahu dodatečně prováděných otvorů větší šířky je nutné posoudit **prostorovou tuhost nosné prefabrikované konstrukce** vzhledem k účinkům vodorovných zatížení. Účinkem posouvajících sil působících v nově vzniklém nadpraží dochází k jeho deformaci, při níž se uplatňuje smyková a ohybová tuhost nadpraží. Při poměru $l/h < 2$ (šířka / výška) se převážně uplatňuje pouze smyková tuhost a nedochází vlivem „prokluzu“ stěny v oblasti otvorů k závažnému ovlivnění ohybové tuhosti stěny a nárůstu normálových napětí v patě stěny. Obdobně při provedení otvoru pouze v některém podlaží, nad nímž je plná stěna, nedochází k závažnému snížení tuhosti stěny. V závislosti na rozsahu oslabení nosné panelové stěny dodatečně provedenými otvory na celkovou prostorovou tuhost systému je nedílnou součástí statického posouzení ověření účinku případného zvýšení excentricity svislého zatížení, popř. vlivu na celkovou vodorovnou deformaci nosného systému (obr. 45a). Velmi závažné důsledky z hlediska zajištění prostorové tuhosti nosného systému v podélném směru může mít dodatečné provedení otvorů v podélné stěně, podobně dodatečné provedení otvoru v příčné stěně v bezprostřední blízkosti svislého styku s podélnou stěnou.

d) Zvláštní pozornost je třeba věnovat případům **nesymetrického umístění otvorů** v jednotlivých podlažích. Na základě provedené analýzy lze nesymetrické umístění otvorů v jednotlivých podlažích výjimečně připustit pouze v případech, kdy jsou tyto otvory provedeny minimálně ob jedno podlaží a jejich poloha neohrožuje statickou bezpečnost konstrukce (obr. 45b). Dodatečné provedení otvorů v panelových budovách s nedostatečnou nebo chybějící vyztuží ve stropní desce (viz obr. 8) může být příčinou vzniku závažných statických poruch.

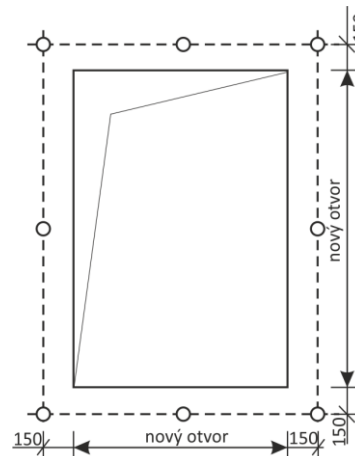


Obr. 45 a) Porovnání hodnot vodorovných deformací na horním okraji vyjmuté stěny v závislosti na rozměru, poloze a rozsahu dodatečně provedených otvorů, b) Průběh tlakových trajektorií σ_2 v nosné stěně při nad sebou nesymetricky uspořádaných dodatečně provedených otvorů

e) Případné narušení výztuže stěnových dílců při provádění dodatečných otvorů je nutné posoudit. Při rozšíření stávajícího otvoru ve stěnovém dílci, může dojít k závažnému narušení, popř. ztrátě funkce původní výztuže nadpraží narušením kotevní oblasti výztuže (obr. 46).



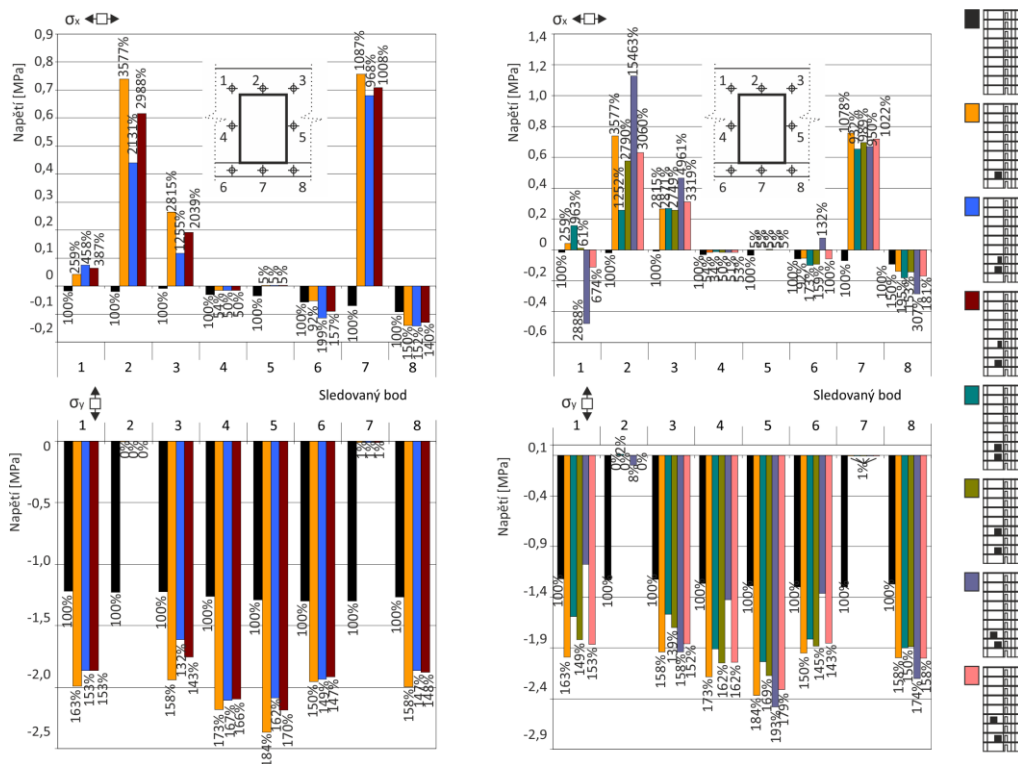
Obr. 46 Schéma narušení funkce výztuže nadpraží při rozšíření stávajícího otvoru



Obr. 47 Schéma poloh vyšetřovaných míst v okolí otvoru

Na obr. 48 je pro ilustraci znázorněno porovnání hodnot normálových napětí σ_x a σ_y ve zvolené síti bodů umístěných v bezprostředním okolí nově provedeného otvoru pro některé vybrané vyšetřované nosné stěny s dodatečně provedenými otvory (obr. 47).

Uvedené hodnoty umožňují orientačně porovnat závažnost a důsledky dodatečně provedených otvorů v nosných panelových stěnách v závislosti na jejich velikosti a poloze.



Obr. 48 Porovnání hodnot normálových napětí σ_x a σ_y v bezprostřední blízkosti nově provedeného otvoru pro některé vybrané vyšetřované nosné stěny s dodatečně provedenými otvory

B.1.1 Zásady při zřizování otvorů a drážek v nosných stěnách

Mimořádnou pozornost je třeba věnovat otvorům šířky větší než 1 m a případům, při nichž dochází ke změně půdorysné polohy a velikosti dodatečně prováděných otvorů v jednotlivých podlažích v rámci jedné nosné stěny, které může vést k závažnému ohrožení statické bezpečnosti (obr. 49).

Na základě analýzy normálových a smykových napětí od účinku svislých, popř. i vodorovných zatížení je nutné provést návrh dodatečného zesílení nosné stěny zejména v oblasti dodatečně provedeného otvoru:

- spolehlivé přenesení vodorovných tahových napětí σ_x v oblasti nad nově provedeným otvorem lze zajistit dodatečným oboustranným vyztužením nově vzniklého nadpraží výztuží z vysokopevnostní oceli (např. helikální výztuž) vkládanou do drážek odpovídající velikosti a vzájemně propojenou příčnými sponami, popř. vyztužením lamelami, nebo pásy tkaniny na bázi vysokopevnostních vláken (uhlíkových, skleněných, aramidových) lepenými oboustranně na řádně očištěný (zbrúšený) povrch stěnového dílce epoxidovou pryskyřicí.
- spolehlivé přenesení vodorovných tahových napětí σ_x v oblasti pod nově provedeným otvorem lze zajistit přídatnou výztuží z vysokopevnostní oceli (např. helikální výztuž) vloženou do drážky provedené v patě stěnového dílce, popř. ve věnci (stykový beton mezi čely stropních panelů) s požadovaným přesahem zajišťujícím potřebné kotvení výztuže v tlačené oblasti. V případě

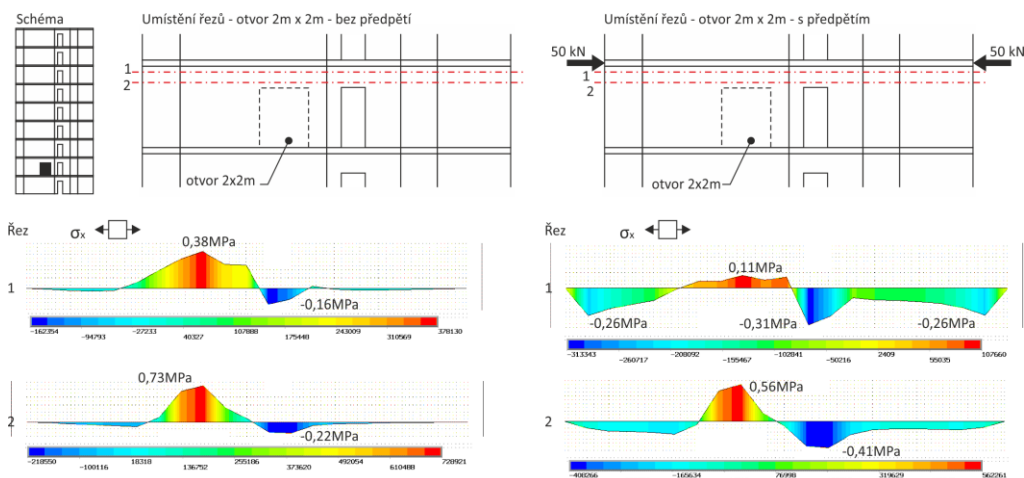


absence věncové výztuže se doporučuje provést dodatečné vyztužení celé stěny v úrovni stropní konstrukce pod nově zřízeným otvorem, včetně kotvení obvodových dílců v souladu s ČSN EN 1992-1-1.

- mimořádnou pozornost vyžaduje především zabezpečení kotevních oblastí dodatečně provedené výztuže nadpraží, popř. v patě stěnových dílců nebo ve věnci vkládanou výztuží, uhlíkovými lamelami a tkaninami. Uvedené úpravy je nutné provést před provedením nového otvoru, tak aby došlo k jejich aktivaci již v průběhu provádění dodatečného otvoru. Požadavku ČSN 731211, podle kterého se doporučuje provést výztuž po obvodě otvoru, lze vyhovět dodatečným olemováním otvoru výztuží vloženou do provedených drážek. Použití ocelových nosníků v novém nadpraží, popř. vyztužení otvoru ocelovým rámem přináší řadu statických komplikací a nelze je jednoznačně doporučit. Tuhá výztuž umístěná po obvodě otvoru může být příčinou narušení nadpraží smykovými silami způsobenými náhlou změnou tuhosti dveřních pilířů v místech lemujících úhelníků.
- Mezi spolehlivé a účinné opatření, zejména v případech nedostatečné dimenze věncové výztuže a „lemující“ výztuže stěnového dílce s dodatečně provedeným otvorem, patří dodatečné sepnutí prefabrikované stěny v úrovni pat a zhlaví stěnových dílců předpínací výztuží, popř. předepnutými uhlíkovými lamelami před oslabením stěny dodatečně provedeným(i) dveřním(i) otvorem(y). Zvýšení účinnosti předepnutí vyžaduje vnesení předpínací síly po délce např. uhlíkové lamely (zajištění soudržnosti předpínacích kabelů, popř. uhlíkových lamel a nosné stěny zajistit až po vnesení přepínací síly (obr. 50).



Obr. 49 Ukázka oslabení nosné stěny kruhovým otvorem průměru 2m a dalším dveřním otvorem (Witzany et al., 2014)



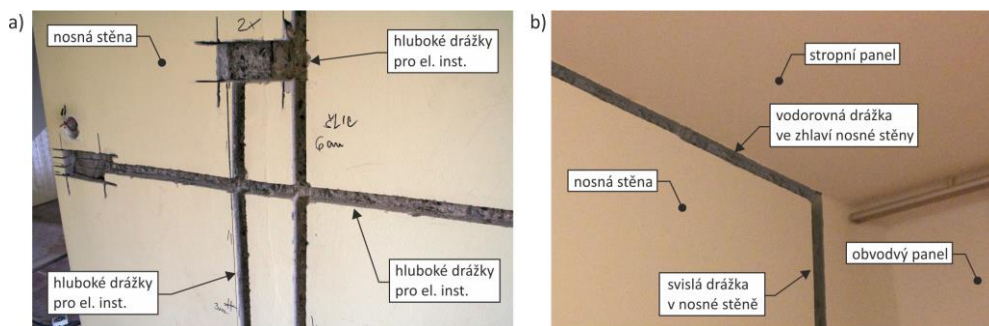
Obr. 50 Průběh normálových napětí σ_x před a po sepnutí nosné stěny v úrovni stropních věnců

Nelze doporučit řešení, při nichž vznikají prováděním nových otvorů úzké stěnové pilíře (min šířka 350 mm), provádění otvorů přes svislý styk stěnových dílců a řešení, kdy nelze zajistit spolehlivý přenos zvýšených hodnot tlakového napětí σ_y ve stěnových dílcích (nevztužené panely bez „lemující“ výztuže po obvodu dílce, v případech nízké kvality betonu), při výskytu závažných statických poruch v nosné konstrukci a v případech chybějící nebo nedostatečné dimenze věncové výztuže.

Rozdíly v poloze a velikosti dodatečně zřízovaných otvorů v podlažích nad sebou by neměly přesáhnout 30% rozměru menšího otvoru, tak aby roznášení účinků svislého zatížení mezi podlažími bylo spolehlivě zajištěno nadpražím dodatečně zřízovaných otvorů.

Oslabení nosné stěny dodatečným zřízením více otvorů, popř. otvorů větší velikosti (nad 1 m) vyžaduje posouzení prostorové tuhosti nosného systému na účinek vodorovného zatížení.

- Je nepřijatelné při provádění drážek, jejichž hloubka je větší než krycí vrstva výztuže, aby při nich docházelo k narušení výztuže, popř. docházelo k rozsáhlému narušení soudržnosti výztuže a betonu dílce (obr. 51a). V těchto případech je nutné provést např. elektrorozvody do lišty na povrchu betonových dílců.



Obr. 51 Příklad neodborného narušení prefabrikované stěnové konstrukce hlubokými drážkami

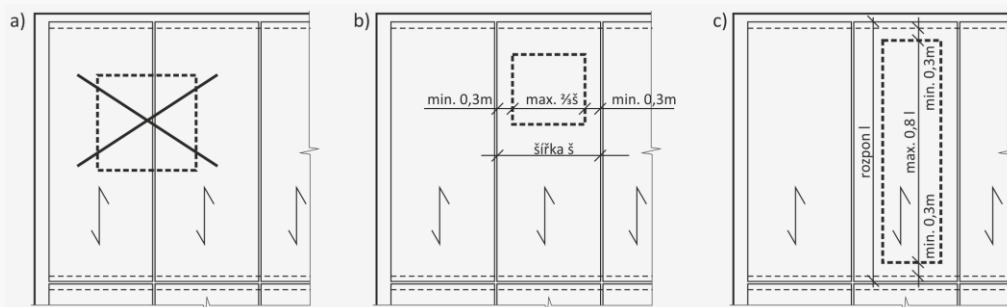


- Je nepřípustné provádět průběžné vodorovné drážky na úrovni horních zhlaví stěnových dílců, při nichž dochází k narušení uložení stropních dílců ve styku „stěna – strop – stěna“ (obr. 51b).

B.2 Dodatečné zřizování otvorů v prefabrikované stropní konstrukci

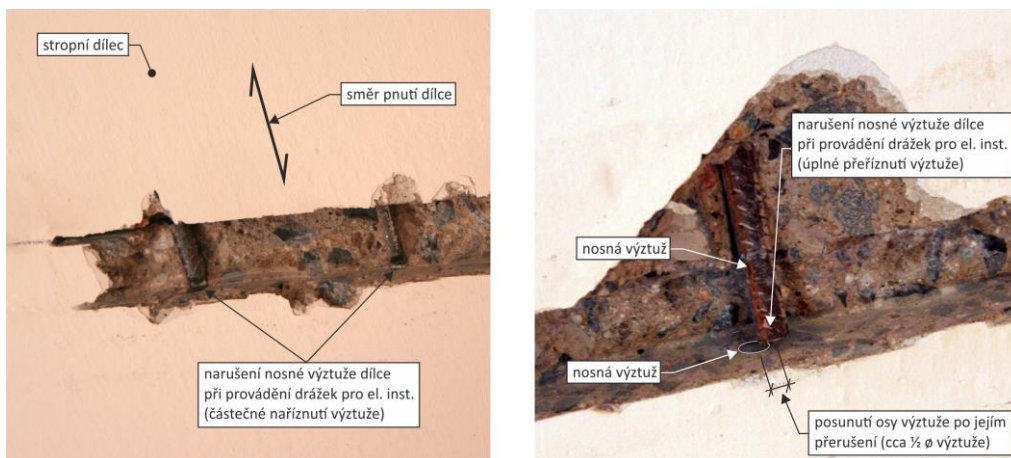
Dodatečně zřizované otvory (prostupy) s rozměrem nejvýše 300 x 300 mm většinou vyžadují v závislosti na velikosti otvoru, zatížení a únosnosti stropních panelů dílčí statické posouzení. Základním předpokladem pro dodatečné zřizování prostupů a otvorů jsou neporušené podélné styky mezi stropními prvky provedené v účinně tvarovaných drážkách zajišťujících spolehlivý přenos smykových sil a „spojitou“ deformaci stropní desky. Při provádění otvoru je třeba provizorně podepřít stropní konstrukci na obou stranách otvoru ve směru kolmo k hlavní výztuži a prostup volit tak, aby nedošlo k porušení styků mezi sousedními stropními dílci a stropního dílce, v němž se otvor provádí. Při provádění nesmí dojít k porušení uložení stropního dílce ve styku „stěna – strop – stěna“. Při dodatečném zřizování prostupů a otvorů ve stropních dílcích je nutné dodržet určité zásady (obr. 52):

- nově zřizovaný otvor (prostup ve stropním dílci) nesmí porušit obvod stropního dílce, přičemž musí být splněny požadavky na vzdálenost otvoru (prostupu) od okrajů stropního dílce uvedené dále
- max. rozměr dodatečně zřizovaného otvoru ve směru kolmo k hlavní výztuži stropního dílce nesmí být větší než 2/3 výšky stropního dílce, přičemž vzdálenost otvoru od podélného styku nesmí být menší než 0,3 m
- max. rozměr dodatečně zřizovaného otvoru ve směru hlavní výztuže stropního dílce (tj. ve směru rozpětí) nesmí být větší než 0,8 rozpětí stropního dílce, přičemž vzdálenost otvoru od nosné stěny nesmí být menší než 0,3 m



Obr. 52 Zásady provádění prostupů ve stropních prefabrikovaných konstrukcích

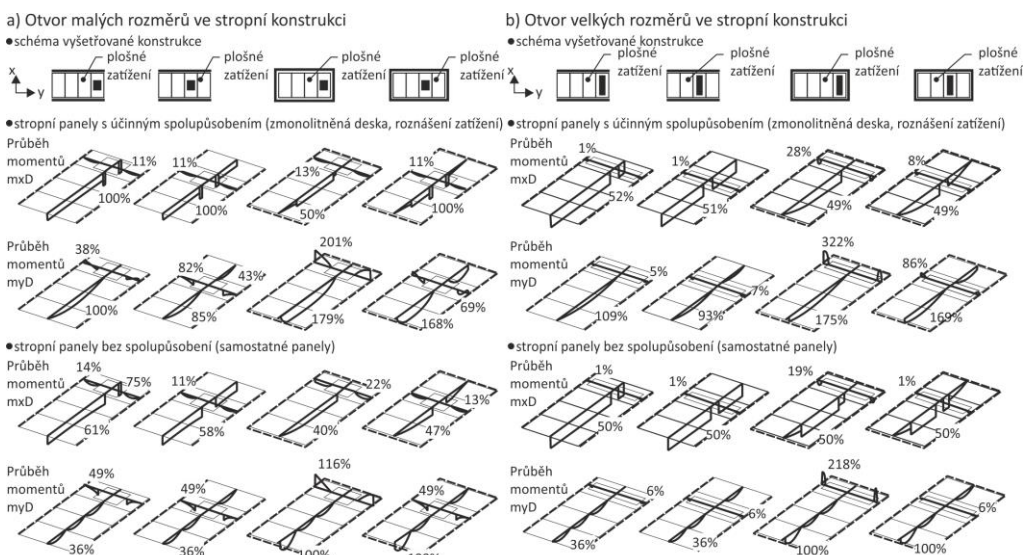
- dodatečné zřizování otvoru v panelové stropní konstrukci rozměrů větších než je uvedeno vyžaduje statické posouzení, popř. dodatečné podepření otvorem narušené stropní konstrukce.
- při provádění drážek ve stropních dílcích je nepřípustné narušení hlavní, popř. rozdělovací výztuže (obr. 53).
- při provádění drážek v místě podélného styku stropních dílců nesmí dojít k narušení styku, přičemž hloubka drážky nesmí být větší než 30 mm.



Obr. 53 Narušení nosné výztuže stropních panelů při provádění elektroinstalačních drážek ve stropích

Při provádění vstupů a otvorů v panelové stropní konstrukci lze využít příčné roznášení zatížení mezi stropními dílci a v řadě případů obousměrné působení stropní konstrukce (např. při uložení některého dílce příslušného travé na podélnou stěnu, na nosnou část sendvičových dílců).

Poznámka: Na obr. 54 je znázorněn průběh ohybových momentů ve stropní desce s dodatečně provedeným otvorem pro případ nespolepůsobení stropních dílců v důsledku porušených podélných styků stropních dílců (bez příčného roznášení zatížení) a pro případ účinného příčného roznášení.



Obr. 54 Průběh ohybových momentů ve stropní desce s dodatečně provedeným otvorem



Závěr

Konstrukce panelových domů (bytových, integrovaných, ubytovacích, popř. se speciální funkcí) mají při pravidelné údržbě a kvalitně prováděných opravách (specializovanými odbornými firmami) potřebné předpoklady pro dosažení fyzické životnosti panelových domů v řádu několika generací (n x 25 let). Případné zásahy do nosné konstrukce respektující spolehlivou funkčnost a statickou bezpečnost objektu jako celku, umožňují provedení dílčích změn pro dosažení kvality a požadované funkčnosti v souladu se současnými požadavky (kvalita bydlení, energetická náročnost, zdravotní nezávadnost a další).

Poznámka: Zanedbaná údržba, nevhodné zásahy a využívání, popř. rozsáhlé narušení nosné konstrukce a stavebně technický stav panelového domu nesplňující požadavky statické bezpečnosti a další užité vlastnosti mohou být mj. důvodem pro úplnou demolici panelového objektu.

V některých případech jako např. snížení podlažnosti, nové řešení střešní nástavby, rozdělení deskového panelového domu na několik menších úseků apod. lze provést částečnou demolici panelového objektu.

Úplnou nebo částečnou demolici panelového domu lze provést postupným rozebíráním panelové konstrukce po jednotlivých dílcích (demontáží) nebo rozstřiháním hydraulickými kleštěmi a následným drcením prvků a částí konstrukce. Technologie odstřelu panelových domů vyžaduje specifické podmínky (větší vzdálenost okolní zástavby, méně frekventované lokality) a se používá velmi omezeně.

Metoda postupné demontáže – rozebírání - panelových domů na jednotlivé prefabrikované dílce se provádí obráceným postupem než montáž objektu, tj. postupně z nejvyšších podlaží. Demontáž je prováděna v součinnosti silného jeřábu (stabilní i mobilní) a lehkého univerzálního stroje pojíždějícího po stropní desce (obr. 55a). Před demontáží je třeba odstranit všechny nenosné kompletační a vyplňové konstrukce a postupně uvolňovat (narušovat) spoje a styky konstrukce (narušení svařovaných spojů, uvolnění kotevní výztuže apod.). U demontovaných dílců jsou nejprve odkryty závěsná oka a spojovací výztuž se sousedními styky, poté je dílec zavěšen na hák jeřábu, přerušena spojovací výztuž, popř. i zálivkový beton a následně je dílec vyzvednut (obr. 55b) za součinnosti univerzálního stroje vytahován silným jeřábem a snesen na skládku, kde proběhne jeho očištění a zařídění podle rozměrů a kvality. Doba potřebná k demontáži jednoho dílce nepřesáhne zpravidla 10 až 15 minut. Při demontáži je nutné důsledně dodržovat požadavky bezpečnosti (vytržení závěsných ok, zlomení dílce apod.). Postupným rozebíráním jsou získávány celé dílce pro případné další využití. Podmínkou použití této metody je velmi dobrý technický stav nosné konstrukce, který poskytuje jistou záruku získání kvalitních nenarušených prvků a současně zaručit i potřebou míru bezpečnosti práce. Celkové náklady na demontáž panelového objektu se pohybují v rozsahu od 150 do 200 EUR/m² podlahové plochy.



Obr. 55 Demontáž objektu v součinnosti silného jeřábu a lehkého univerzálního stroje pojíždějícího po stropní desce



Metoda demolice panelových domů rozstříháním pomocí hydraulických nůžek (obr. 56) se používá v případech demolice celých objektů až do základů. Vedle demoličních (šrotových) hydraulických nůžek je součástí obvykle mobilní drtící a recyklační linka a kolový nebo pásový nakládač. Před zahájením demolice je nutné odstranit všechny nenosné kompletační a výplňové konstrukce, instalace a rozvody. V porovnání s metodou postupné demontáže je demolice panelového objektu pomocí hydraulických nůžek obvykle přibližně 2,5x levnější (veškeré náklady na demolici běžného panelového domu činí cca 60 + 80 EUR/m²), a asi 3x rychlejší, je i jednodušší zajistit potřebnou bezpečnost práce. Je méně náročná na počet pracovníků i technické vybavení pro samotnou likvidaci panelové konstrukce.



Obr. 56 Demolice deskového panelového domu

Přestože základní produkty, vystupující z těchto technologických procesů – demontáže a demolice - panelových domů (celé demontované dílce nebo suť vzniklá stříháním – drcením prvků konstrukce), jsou u uvedených metod značně rozdílné, v obou případech lze dosáhnout jejich 100 % recyklace, směřující k jejich dalšímu využití (obr. 57).



Obr. 57 Panelový dům po demontáži horních podlaží, opatřený šikmou střechou a zateplením obvodového pláště



Normy:

Při provádění oprav, příp. zásahů do nosné konstrukce panelového objektu je nutné respektovat požadavky současně platných norem, vyhlášek a předpisů, zejména:

ČSN ISO 13822 (730038) - Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992: Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993: Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1998: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení

ČSN EN 1999: Navrhování hliníkových konstrukcí

ČSN 733610 - Navrhování klempířských konstrukcí

ČSN 73 0540-2 - Tepelná ochrana budov.

ČSN 730802 - Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty

ČSN 73 0810 - Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení

ČSN 73 0606 - Hydroizolace staveb - Povlakové hydroizolace - Základní ustanovení

ČSN 74 3305 - Ochranná zábradlí. Základní ustanovení

ČSN ISO 12944 Nátěrové hmoty - Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

ČSN 73 0580 - Denní osvětlení budov.

ČSN 73 1201 (731201) - Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

ČSN 73 1211 (731211) - Navrhování betonových konstrukcí panelových budov

Použitá literatura:

BARTÁK K.: Rekonstrukce v panelovém domě (svazky I až IV). Grada Publishing 1997. ISBN 80-7169-423-11

DOBŘÝ, O., PALEK, L.: *Koroze betonu ve stavební praxi*, Praha, SNTL 1988 Praha, str. 70 -78,/ ulož. NTK Praha

HEZL, M. - Regenerace panelových domů. Diplomová práce. ČVUT Praha – Fakulta stavební — 2003 OPET

Czech Republic, OPET CR - Tepelně technické vady a poruchy panelových budov a jejich sanace, Praha/Brno

2002 NĚMEC, M. - Analýza stavu oprav a rekonstrukcí bytových domů alokovaných ve velkých sídlištních celcích

hl. m. PRAHY, útv. rozvoje hl. m. PRAHY, Odbor strategické koncepce, Praha 2011

PAVLÍČEK, P., ŘEHOŘ, I., STEHLÍK, L., VETCHÝ, J. – Rekonstrukce předsazených lodžii panelových domů T

08-B, Pozemní stavby 8/1990, str. 343 - 346

ŠTĚPÁNEK, P., NOVOTNÝ, M., MUSIL, F., WEIGLOVÁ, K., MATERNA, A., MELCHER, J., MENCL, V.,

LUKAŠÍK, L., ČUPR, K., LANK, J., ČERMÁK, M., MIKŠ, L., ZMEK, B., JENEŠ, R., ŠIFALDA, M., ŠVAŘÍČEK, L.,

BAŽANT, Z.: Komplexní regenerace stavebních soustav panelových domů – jihomoravské varianty, ČKAIT, s.r.o.,

Praha 2004

ŠTĚPÁNEK, P., BAŽANT Z.: Modernizace a sanace panelových objektů ze statického hlediska. Sborník

Regenerace panelových domů", Brno 9/1998

WITZANY, J., VRBA, J., HONŽÍK, V. Otvory v panelových domech. 1. vyd. Praha: IC ČKAIT, 2014, ISBN 978-80-

87438-55-8

WITZANY, J., et al. PDR - Poruchy, degradace a rekonstrukce. 1. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství

ČVUT. 2010, ISBN 978-80-01-04488-9.

WITZANY, J., ČEJKA, T., a ZIGLER, R. Trvanlivost a rizikové faktory. Fasády. 2009, 7(2), s. 14-16. ISSN 1214-

4592

WITZANY, J., ČEJKA, T., a ZIGLER, R. Response of prefabricate planar system on the effect of induced

seismicity. In: KIM, H., ed. CODE 2009 (Computational Design in Engineering). Computational Design in

Engineering. Seoul, 2009, s. 153. ISBN 978-89-963468-0-7

WITZANY, J., et al. Rizikové faktory spolehlivosti kontaktních zateplovacích systémů panelových budov. Tepelná

ochrana budov. 2008, 11(2), s. 37-44. ISSN 1213-0907

WITZANY, J., ČEJKA, T., a ZIGLER, R. Experimental research of the response of a prefabricated planar

structure of a multi-storey building to cyclic load. In: Modern Building Materials, Structures and Techniques.

Modern Building Materials, Structures and Techniques. Vilnius, 2008, s. 826-831. ISBN 978-9955-28-201-3

WITZANY, J., et al. Dilatometrické deformace sendvičových dílců a tenkovrstvých omítek KZS. In:

Sanace 2006. Brno: SSBK 2006, s. 225-230. ISSN 1211-3700.

WITZANY, J., ČEJKA, T., a ZIGLER, R. Statická bezpečnost prefabrikovaných stěnových systémů

vícepodlažních budov při působení účinků mimořádných zatížení. In: Stavební ročenka 2005.

Bratislava: Jaga group. 2004, s. 127-136. ISBN 80-8076-004-7

Witzany, J.; PAŠEK, J.; ČEJKA, T.; ZIGLER, R. Konstrukce pozemních staveb 70 - Prefabrikované konstrukční

systémy a části staveb, Praha, CZ: Vydavatelství ČVUT. 2003. 268 stran. ISBN 80-01-02656-6.

WITZANY, J., ČEJKA, T., a PAŠEK, J. Rekonstrukce, vady a poruchy panelových budov. Stavební

informace. 2001, 8(7), s. 1-49. ISSN 1211-2259



- WITZANY, J., ČEJKA, T., a KARAS, J. Analýza poruch předsazených prefabrikovaných lodžii panelových domů. *Stavební obzor*. 2001, 10(12), s. 18-20. ISSN 1210-4027
- WITZANY, J., ČEJKA, T., a PAŠEK, J. Funkční způsobilost a trvanlivost kontaktních zateplovacích systémů panelových domů. *Stavební obzor*. 2001, 10(12), s. 15-17. ISSN 1210-4027
- WITZANY, J. Statické posouzení nosné panelové konstrukce s uvážením vlivu svislých styků porušených trhlinou. In: *Betonářské dny 2000. Betonářské dny 2000*. Pardubice, 30.11.2000 - 01.12.2000. Pardubice: Česká společnost pro beton a ždivo. 2000, s. 17-24
- WITZANY, J., ČEJKA, T., a ZIGLER, R. Příspěvek k otázce stanovení reziduální statické bezpečnosti panelových konstrukcí s uvážením vlivu tuhosti svislých styků porušených trhlinou. In: *Sanace betonových konstrukcí. Sanace betonových konstrukcí 2000*. Brno, 11.05.2000 - 12.05.2000. Brno: Sdružení pro sanace betonových konstrukcí. 2000, s. 193-197.
- WITZANY, J. Příspěvek k posouzení reziduální statické bezpečnosti panelových konstrukcí s uvážením vlivu tuhosti vodorovných styků. In: *Sanace betonových konstrukcí. Sanace betonových konstrukcí 2000*. Brno: SSBK 2000, s. 184-192.
- WITZANY, J., et al. Komplexní regenerace nosné konstrukce panelových domů (14 publikací). Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. 1999, PZS2/04/00
- WITZANY, J., et al. Průzkum a hodnocení stavebně technického stavu panelových domů. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. 1999, PZS2/04/00
- WITZANY, J., et al. Charakteristické vady a poruchy nosných panelových domů. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. 1999, PZS2/04/00
- WITZANY, J., et al. Sanace a rekonstrukce nosných panelových domů. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. 1999, PZS2/04/00
- WITZANY, J. Statické posouzení panelových stropních konstrukcí při změně zatížení v důsledku modernizace bytů. *Stavební ročenka*. 1999, 5(1), s. 15-40.
- WITZANY, J. Nelineární chování styků stěnových dílců při působení cyklických zatížení. In: KRIŠTOFOVIČ, V., ed. *Staticko-konstruktivní a stavebno-fyzikální problémy stěnových systémů*. Tatranská Lomnica, 1999, TU Košice. s. 15-19. ISBN 80-232-0181-6
- WITZANY, J., Chování styků betonových dílců namáhaných stykem při opakovaném zatížení, *časopis Pozemní stavby* 8-1987.
- WITZANY, J., POSTŘIHAČ, A., STAŘECKÝ, I., Spolupůsobení stropních dílců při přenášení účinků svislých zatížení, *časopis Pozemní stavby* 6-1977.
- WITZANY, J., Navrhování svislých styků stěnových dílců panelových budov, *časopis Pozemní stavby* 4-1976.
- WITZANY, J., Konstrukční řešení styků stěnových a stropních dílců, *časopis Pozemní stavby* 12-1975.

Doporučená literatura:

- ČECHOVÁ, P.: Vztah typologie a konstrukční soustavy. *Konstrukce v architektuře. Soustavy panelových staveb – charakteristiky* - DSP ZS 2011/2012. Disertační práce 2015
- ČERVENKA, L. – *Obvodové konstrukce panelových budov*, Grada Publishing, 2008, ISBN: 978-80-247-1762-3
- FICENEC, J., CUPAL, R., ČERVENKA, L. - *Opravy balkonů a lodžii u bytových domů*, 2014, TZB info.
- HORÁČEK, E. et al., *Únavnost a tuhost styků panelových konstrukcí*, SNTL, Praha 1983.
- ŠMERDA, Z. et al. *Životnost betonových staveb – TK 4*, ČKAIT, Praha 1999, str. 71 - 83, ISBN 80-902697-8-8
- KLUSÁČEK L., BAŽANT Z.: Ztužování panelových objektů předpínáním. *Sborník ze VII. mezinárodního symposia SSBK „Sanace 2000“*, ISSN 1211 - 3700, Brno, 5/2000.
- OPET Czech Republic, OPET CR - *Tepelně technické vady a poruchy panelových budov a jejich sanace*, Praha/Brno 2002
- ROJÍK, V., BRABEC, V., *Pomůcka k navrhování konstrukcí vícepodlažních budov*, Nakladatelství ČVUT, Praha 1990, ISBN 80-01-00434-1
- ROJÍK, V., ŠIMEK, J., ŠÍR, V., *Statika základů panelových budov*, Praha, SNTL, 1981.
- ROJÍK, V., et al., *Montované stěnové systémy vícepodlažních budov*, 2. vyd. Praha: ČVUT, 1980.
- ROJÍK, V. a kol., *Panelové objekty*, SNTL, Praha 1974
- ROJÍK, V. *Panelové objekty: Zásady konstruování a provádění*. Praha, SNTL, 1974.