

UPOZORNĚNÍ : TATO DOKUMENTACE PODLÉHÁ OCHRANĚ PODLE PŘÍSLUŠNÝCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ, ZEJMÉNA PODLE AUTORSKÉHO ZÁKONA Č. 121/2000 SB. VE ZNĚNÍ POZDĚJŠÍCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ

INVESTOR MĚSTO VRCHLABÍ, ZÁMEK 1, 543 01 VRCHLABÍ, IČ 00278475, DIČ CZ00278475				
HLAVNÍ PROJEKTANT AMX s.r.o. IČ 25983857 SLEZSKÁ 848 500 03 HRADEC KRÁLOVÉ telefon +420 776 773 778 e-mail amx@amxcz.cz			PROJEKTANT ČÁSTI ING. BOHUMIL RUSEK IČ 12950301 NA KONEČNÉ 1016 500 09 HRADEC KRÁLOVÉ telefon +420 602 188 890 e-mail kkrusek@gybon.cz	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT ING. BOHUMIL RUSEK 
AKCE	VRCHLABÍ, ŠKOLNÍ ČP. 1395-1399 ZATEPLENÍ PANELOVÉHO BYTOVÉHO DOMU AKTUALIZACE VI. 2021			
STUPEŇ	DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY		DATUM	VI. 2021
NÁZEV ČÁSTI DOKUMENTACE STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ			OZNAČENÍ PŘÍLOHY D.1.2	

Investor : Město Vrchlabí
Zámek čp. 1
543 01 Vrchlabí

Zpracovatel : Ing. Bohumil Rusek
Konstrukční kancelář
Na Konečné 1016
500 06 Hradec Králové

**VRCHLABÍ, ŠKOLNÍ ČP. 1395 – 1399
ZATEPLENÍ BYTOVÉHO DOMU**

STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

DSP + DPS + DVZ

1 Úvodní poznámky

Ing. arch. Zdeněk Hanuš – AMX s.r.o. – zpracovává projektovou dokumentaci pro stavební řízení a realizaci stavby na zateplení panelového bytového domu čp. 1395 - 1399 ve Školní ulici ve Vrchlabí. Projektant požádal Konstrukční kancelář – Ing. Bohumil Rusek – Hradec Králové o vypracování stavebně konstrukčního řešení projektové dokumentace.

Ve statickém dílu projektové dokumentace pro zateplení objektu bude navržen postup oprav a přípravy panelů obvodového pláště pro následné zateplení kontaktním zateplovacím systémem.

2 Popis konstrukce objektu

Panelový dům čp. 1395 – 1399 ve Školní ulici ve Vrchlabí byl vyprojektován v roce 1982 Stavoprojektem Hradec Králové.

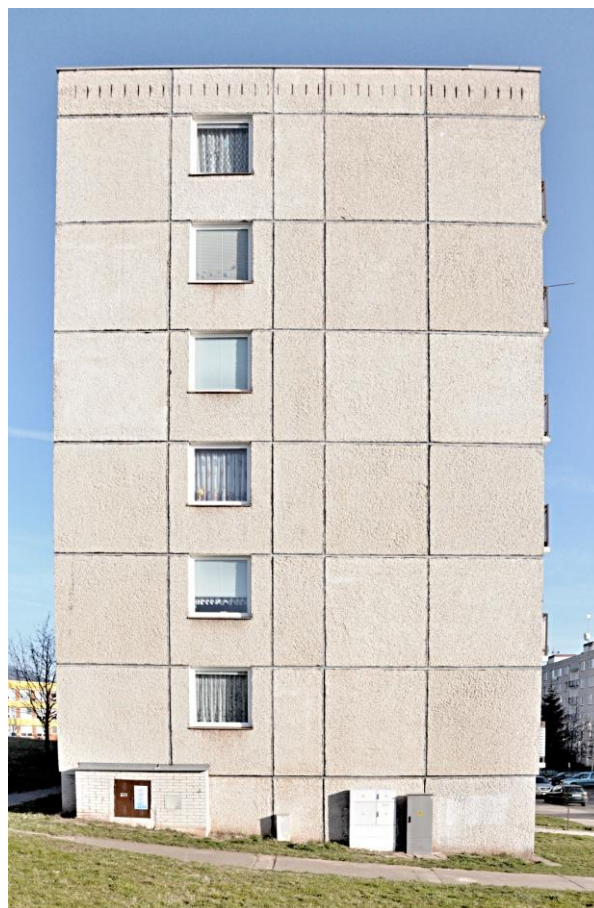
Posuzovaný objekt byl postaven v první polovině 80. let z konstrukčního panelového systému T06B-Csp – sekce 686 KL + 685 VN + 685 VDP + 686 VDL + 685 KP. Dům má dva dilatační celky (3 + 2 sekce), technické přízemí a 6 nadzemních bytových podlaží.

Svislé nosné konstrukce objektu tvoří svislé příčné nosné železobetonové stěny tl. 140 mm v osových vzdálenostech 3600 mm. Podélné zavětrování tvoří podélná stěna shodné konstrukce jako příčné stěny.

Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými plnými stropními panely výšky 120 mm kladenými na příčné nosné stěny. Konstrukční výška podlaží je 2800 mm.

Obvodový plášť je z celostěnových sendvičových panelů.

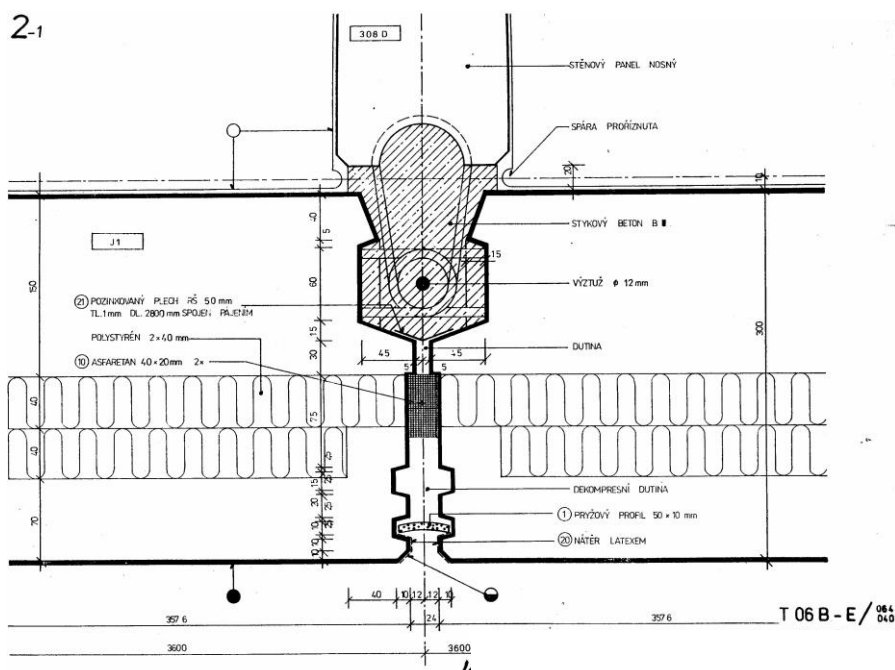
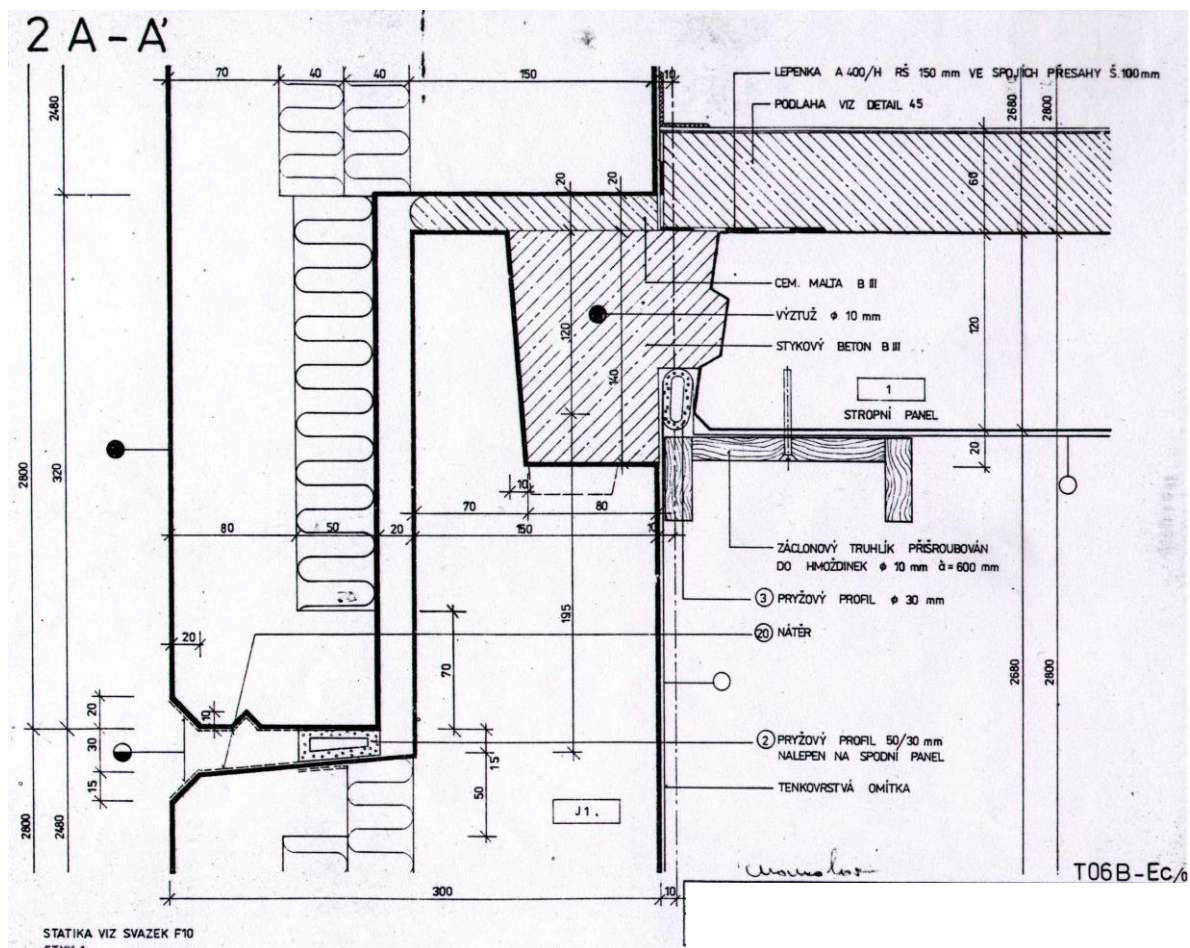
Založení objektu bylo patrně provedeno na železobetonových základových pasech pod nosnými stěnami.



3 Obvodový plášť – popis konstrukce obvodových panelů, doporučení pro přípravu panelů před aplikací zateplovacího systému

3.1 Konstrukce obvodových panelů

Konstrukce panelů obvodového pláště panelového systému T06B-Csp a detaily styků jsou patrné z následujících schémat.



Obvodové celostěnové panely jsou samonosné celkové tloušťky 300 mm. Vnitřní nosná železobetonová stěna má tloušťku 150 mm, izolační vrstvu tl. 80 mm tvoří dvě polystyrénové desky tl. 40 mm, vnější železobetonová moniérka s fasádní úpravou vsypem má tl. 70 mm.

Vnější moniérka je připojena na vnitřní nosnou stěnu hlavní kotvou z nerezové oceli v těžišti panelu a po obvodu panelu (případně po obvodu okenního otvoru) je ještě připojena k vnitřní nosné stěně tenkými nerezovými drátky, které musí umožnit deformaci vnější moniérky v důsledku teplotních rozdílů v cyklu den – noc a léto – zima.

Volná deformace vnější moniérky je potom umožněna konstrukcí svislých a vodorovných dvoustupňových spár mezi panely.

Svislé styčné spáry mezi profilovanými čely vnitřních nosných stěn jsou na hloubku 120 mm vyplněny stykovým betonem (na hloubku 30 mm je ponechána dutina). Mezi izolačními polystyrénovými deskami, které jsou v panelech v šířce 40 mm odhalené, je vložen pružný pás asfaretanu (40/20 mm) aby byl přerušen tepelný most. Vnější moniérka, která má po obvodu panelu ozub se dvěma drážkami, je volná. Do vnější drážky je zatlačen pryžový profil (50/10 mm) proti vnikání srážkové vody do spáry.

Vodorovné spáry jsou těsněny pryžovým profilem 50/30 mm, který byl nalepen vždy na spodní panel.

3.2 Poruchy zjištěné na obvodovém plášti domu

Na panelech obvodového pláště byly zjištěné staticky nevýznamné poruchy.

Na bocích obvodových panelů jsou jemné trhlinky na styku jednotlivých vrstev panelu. Na vnější ploše obvodových panelů se místy vyskytují drobné trhlinky. Stropní panely lodžii mají na vnějších svislých stranách degradovaný beton.

Poruchy na betonových částech obvodových panelů je třeba před prováděním kontaktního zateplovacího systému opravit způsobem uvedeným dále.

Konstrukce obvodových panelů celostěnového pláště konstrukční soustavy T06-B umožňovala volnou deformaci vnější betonové moniérky. To by mohlo být příčinou poruch kontaktního zateplovacího systému, pokud by dodatečné zateplení úplně nevyloučilo tuto deformaci. Problém a jeho možné řešení je popsáno dále.

V minulosti byly dvoustupňové svislé a vodorovné spáry mezi obvodovými celostěnovými panely, které byly konstruovány tak, aby umožňovaly prostorovou deformaci vnější moniérky při působení teploty na fasádu a odváděly kondenzovanou vodu ve spárách, z málo pochopitelných důvodů vyplněny cementovou maltou.

Tato úprava spár byla pro nezateplenou fasádu nesprávná. V případě navrhovaného zateplení objektu ztrácí dvoustupňové spáry svou funkci, a proto vyplnění spár cementovou maltou je možné ponechat.

Konstrukce lodžiového zábradlí je narušená korozí. Projektant navrhuje zábradlí nové.

3.3 Pokyny pro opravu vnějších betonových moniérrek

Po zřízení lešení po obvodu objektu je nutné provést podrobnou prohlídku všech vnějších betonových moniérrek panelů obvodového pláště a čel stropních lodžiových panelů. V případě zjištění narušení betonu je nezbytně nutné před aplikací zateplovacího systému provést jeho sanaci.

Oprava a ochrana zkorodované výztuže.

Při opravách zkorodované výztuže betonových dílců musí být nejprve proveden pečlivý průzkum konstrukce, při kterém je zapotřebí vyznačit všechna místa, kde již koroze započala. Narušení betonové vrstvy se zjišťuje poklepem, hloubku uložení výztuže můžeme měřit elektromagnetickými měřidly. Je třeba rovněž zjistit rozsah ztráty alkality v betonu. Tato tzv. karbonatace betonu se zjišťuje fenolftaleinovým testem na čerstvě odsekaném betonu. Zbarví-li se povrch betonu do fialova, potom je alkalita betonu vyhovující, nezbarvený beton již neposkytuje výztuži dostatečnou ochranu výztuže.

Na označených místech musí být nejprve odstraněn veškerý narušený beton.

Sanovaná plocha betonu by měla být dobře ohrazena tak, aby nevznikaly zkosené hrany, ztěžující budoucí reprofilaci betonové vrstvy. Výztuž by měla být odkryta v souvislých plochách tak, aby i nezkorodovaná výztuž byla odhalena alespoň v délce 30 mm. Pro dokonalou sanaci zrezivělé výztuže však nepostačuje jenom její částečné obnažení. Je zapotřebí zkorodovanou výztuž podsekat tj. uvolnit ji v opravovaném místě celou z betonu tak, aby minimální vůle pod prutem výztuže byla 20 mm. Fenolftaleinový test by měl prokázat, že čerstvě obnažený povrch betonu má vyhovující alkalitu.

Dalším krokem opravy je očištění obnažené výztuže ocelovým kartáčem. Z výztuže je zapotřebí odstranit veškerou rez a korozní zplodiny.

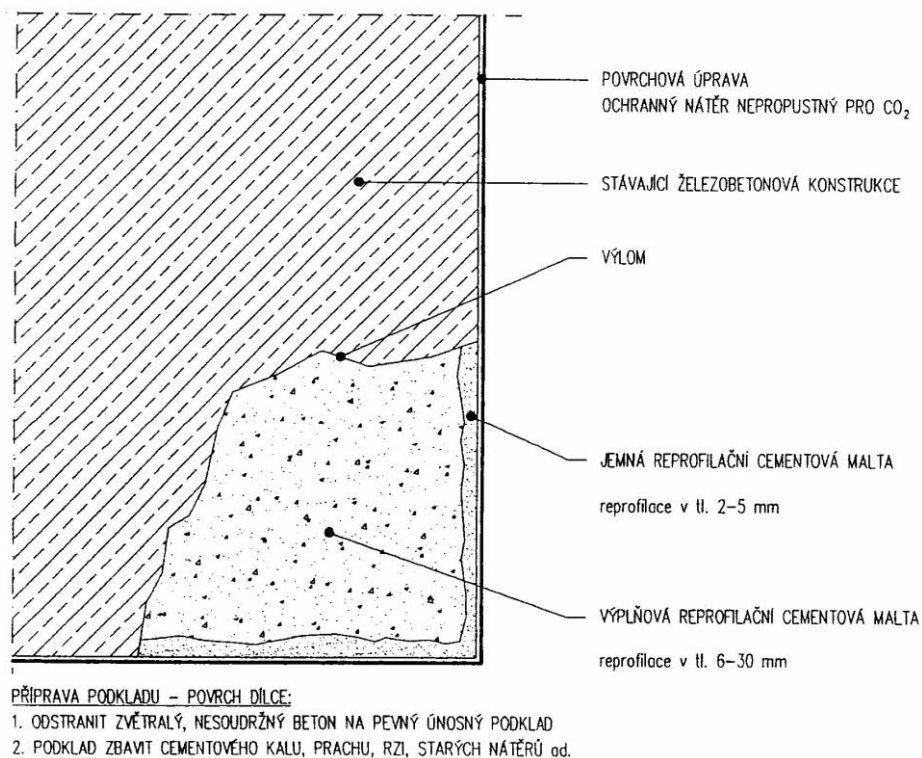
Odhalenou výztuž je třeba dokonale odrezit na stupeň Sa 2^{1/2} při použití ochranného nátěru na polyuretanové bázi, případně až na stupeň Sa 1^{1/2} při nátěru na polymercementové bázi. Nátěry musí být provedeny vzápětí po očištění, prodleva znamená snížení účinnosti ochrany.

Antikorozní ochrana výztuže musí vytvořit na jejím povrchu hutný a celistvý povlak se zvýšenou alkalitou. Musí zabránit přístupu vody a kyslíku k povrchu kovu a nedovolit aby vznikla elektromechanická koroze. Proto se antikorozní ochrana výztuže nanáší tenkým štětcem v dostatečné tloušťce vrstvy a zejména je zapotřebí zajistit dostatečný nátěr i na hůře přístupných místech výztužného prutu. Kontroluje se vizuálně celistvost nanesení antikorozní ochrany, jestliže je výrobcem předepsána její tloušťka, potom je nutné při kontrole také zjistit skutečné provedení. Po nanesení nátěru následuje technologická přestávka, sloužící k vyschnutí, případně vyžrání nátěru. Přestávku předepisuje výrobce antikorozní ochrany a vždy je ji nutné bezpodmínečně dodržet. Potom následuje reprofilace (vyspravení) povrchu, která je popsána dále.

Korozí značně oslabené pruty výztuže by měly být buď vyříznuty, pokud se jedná o výztuž konstrukční, manipulační apod., nebo zesíleny vhodnými příloškami. O vhodnosti a způsobu zesílení rozhodne statik.

Reprofilace betonu

Při obnově betonových prvků jsou nejprve odstraňovány všechny narušené části betonové konstrukce. Pokud jde o plošné poškození, musí být zjištěn jeho rozsah poklepem kladívkem, přičemž dutý zvuk prozrazuje nesoudržnost vyšetřovaného místa v konstrukci. Poškozený (potrhaný, popraskaný) beton je nutno odstranit až do hloubky, která ještě není zasažena karbonatací, což prozrazuje fialové zbarvení betonu při fenolftaleinovém testu.



Reprofilace povrchu betonových prvků bez ošetření výztuže

Povrch podkladu pro reprofilaci betonu by měl být drsný a okraje (hrany) kolmé. Plocha opravovaných míst by se měla co nejvíce blížit čtverci, obvod místa co nejkratší, průběh hran jednoduchý (čtverec, obdélník, lichoběžník). V případě obnažené výztuže je zapotřebí provést její ochranu postupy, popsanými v předchozím oddíle. Na takto připraveném podkladu lze zahájit reprofilaci. Prvním krokem vlastní obnovy betonu je vytvoření adhezního můstku.

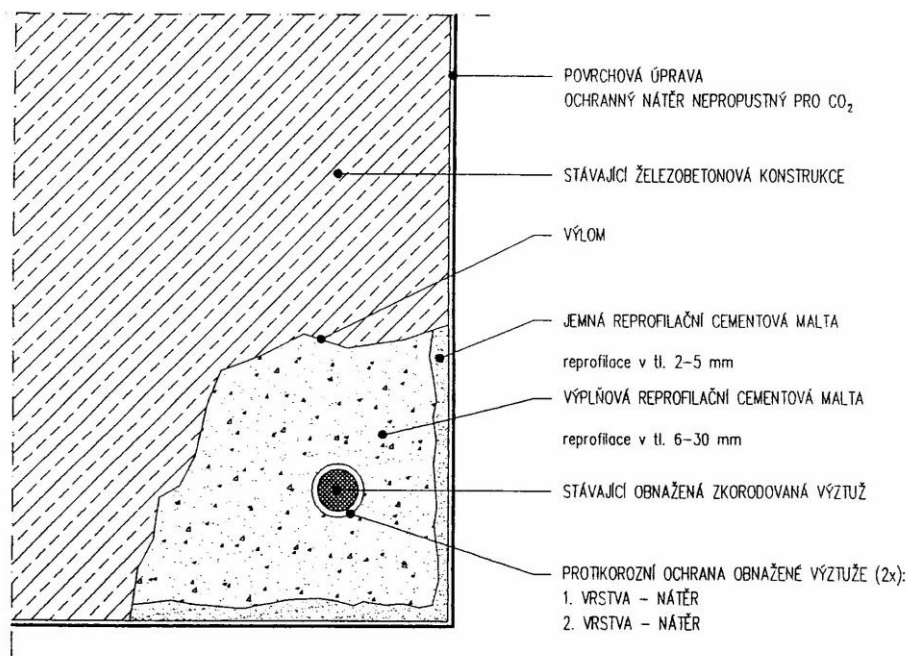
Adhezní můstek se provádí nátěrem, který má za úkol zajistit dokonalou penetraci podkladního betonu, dále obvykle zesiluje pasivaci výztuže a zajišťuje spolupůsobení stávajícího betonu s (novou) reprofilační maltou.

Podmínky aplikace by měl dodávat výrobce materiálu pro adhezní můstek. Zejména je nutné znát způsob míchání potřebnou konzistenci, přípustné teploty vzduchu a podkladu, specifické požadavky na kvalitu podkladního betonu, zejména na jeho vlhkost. Hladina vlhkosti v podkladu může být rozhodující pro soudržnost. Příliš suchý podklad může odsát mnoho vody ze správkového materiálu, což bude mít za následek nadměrné smršťování. Nadměrná vlhkost podkladu znamená jeho ucpané póry a tím je zabráněno proniknutí tekuté části správkového materiálu do stávajícího betonu. Za optimální se proto obvykle považuje nasycený, povrchově suchý stav podkladu.

Správkový materiál musí obsahovat dostatečné množství tekuté malty, pasty či pojiva k proniknutí do pórů v podkladu a k přikotvení. Struktura pórů proto musí být otevřená, nesmí být tudíž zaplněna vodou, ucpána prachem či kalem. Toto je kritické místo správký, proniknutí do podkladu je kritickým faktorem přídržnosti. Proto kontrola musí začít ještě před započítím reprofilace důkladnou prohlídkou připraveného povrchu betonu. "

Adhezní můstky nemají nahrazovat špatnou přípravu povrchu, musí snadno proniknout do pórové struktury a musí být kompatibilní jak s podkladem, tak i s dále aplikovaným správkovým (reprofiláčním) materiálem.

Po nanesení adhezního můstku započne vlastní nanášení správkové malty ještě dříve, než materiál adhezního můstku zatvrdne. (pracuje se způsobem tzv. „živé do živého“). Při opravách menších ploch železobetonových konstrukcí bude reprofilace prováděna ručně.



PŘÍPRAVA PODKLADU – POVRCH DÍLCE:

1. ODSTRANIT ZVĚTRALÝ, NESOUDRŽNÝ BETON NA PEVNÝ ÚNOSNÝ PODKLAD
2. PODKLAD ZBAVIT CEMENTOVÉHO KALU, PRACHU, RZI, STARÝCH NÁTĚRŮ atd.

PŘÍPRAVA PODKLADU – VÝLOM, OBNAŽENÁ VÝZTUŽ:

1. ODSTRANIT NESOUDRŽNÝ BETON V MÍSTĚ VÝLOMU
2. OBNAŽIT ARMOVACÍ VÝZTUŽ min. 20 mm VE SMĚRU PRUTU DO NEZKORODOVANÉ ČÁSTI BETONU
3. OBNAŽIT ARMOVACÍ VÝZTUŽ min. 10 mm DO HLoubKY JE-LI ZADNÍ STRANY JE-LI VÍCE JAK POLOVINA POVRCHU ČELNÍ STRANY ZKORODOVANA
4. OTRYSKAT OBNAŽENOU VÝZTUŽ SUCHÝM PÍSKEM "DO STŘÍBRNA"

Reprofilace povrchu betonových prvků s ošetřením výztuže

Nestékané správkové materiály se používají na svislé povrchy a podhledy. Materiál se nanáší ručně plochým hladítkem. Velkou pozornost je třeba věnovat těm místům, kde probíhá výztuž, aby za pruty výztuže nevznikaly dutiny. Doporučuje se vyplnit místa za výztuží pomocí pýchování. Konzistence malty pro pýchování by měla být taková, aby se dala v ruce formovat do hrudky. Při ručním nanášení hladítkem se postupuje po vrstvách a každá vrstva by měla být zdrsňena pro lepší soudržnost s další nanášenou vrstvou.

Součástí správně provedené reprofilace je i ošetřování sanovaných míst. Reprofilované části je nutné stále vlhčit nejméně po dobu jednoho týdne. Jedině tak se omezí vznik smršťovacích trhlin, které mohou výsledek zcela znehodnotit.

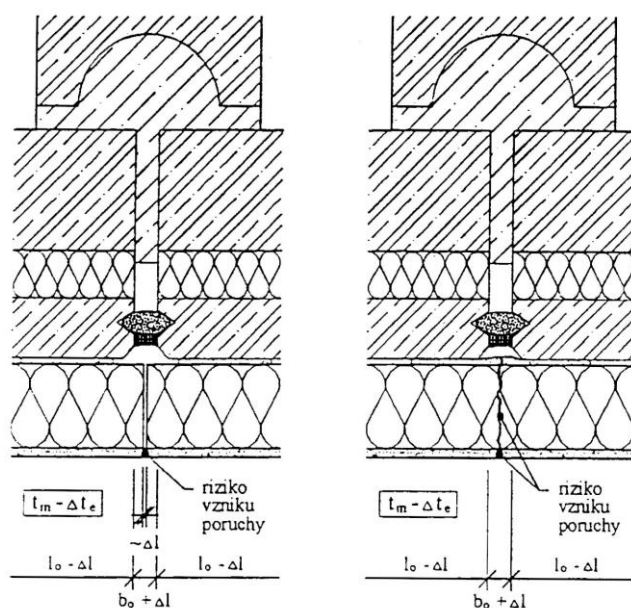
Na trhu je řada kompletních sanačních systémů. Investor musí požadovat od vybraného dodavatele stavby před zahájením sanačních prací předložení podkladů pro jím používaný sanační systém s platným certifikátem nejen pro jednotlivé materiály, ale i pro celý sanační systém.

4 Doporučení pro volbu zateplovacího systému

Zateplování obvodových plášťů panelových domů se začalo realizovat až po roce 1990 většinou kontaktními zateplovacími systémy. Vzhledem k poměrně krátké historii realizace není jejich životnost dostatečně prokázána.

Pro ověření dlouhodobého chování kontaktních zateplovacích systémů byly prováděny laboratorní experimenty a numerické rozborů. Výsledky provedených numerických analýz na ČVUT v Praze (Prof. Ing. Jiří Witzany, DrSc., Ing. Jan Pašek, Ph.D., Ing. Tomáš Čejka, Ing. Antonín Hruška, CSc.) poukazují na některé problémy, které mohou délku životnosti kontaktních zateplení negativním způsobem ovlivnit.

Dilatační pohyby podkladu zateplovacího systému se koncentrují v prostoru spár mezi obvodovými dílci. V těchto místech dochází ke zvýšenému namáhání zateplovacího souvrství, které u kontaktního systému, zejména v případě nesprávného provedení, může vést až ke vzniku trhlin v povrchové úpravě - tenkovrstvé omítce - viz obr.

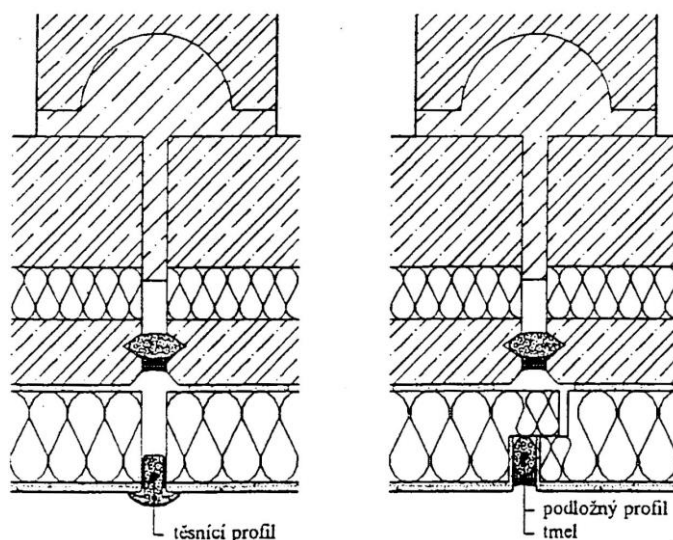


Namáhání zateplovacího souvrství dilatačními pohyby podkladu zateplovacího systému

Tyto trhliny jsou příčinou nasávání atmosférické vlhkosti. Přítomnost vody v systému pak může výrazně urychlovat degrační procesy a zkracuje životnost kontaktního zateplovacího systému.

Aplikací zateplovacího systému dojde ke zvýšení difúzního odporu celého souvrství. Tato skutečnost je částečně kompenzována posunutím kondenzační zóny difundující vlhkosti blíže vnějšímu povrchu. V případě použití kontaktního systému sestávajícího z polystyrénových desek lepených k podkladu a opatřených tenkovrstvou omítkou je zvýšení difúzního odporu významné. Dochází pak ke koncentraci difúzního jevu do prostoru spár mezi polystyrénovými deskami a jejich okolí. Pokud je tento jev intenzivní, v těchto místech může dojít ke ztrátě soudržnosti omítky a polystyrenu, následně k narušení omítky a celkové degradaci zateplení.

Eliminace uvedených nežádoucích jevů je možná několika způsoby. U kontaktních zateplovacích systémů použitím materiálů s nízkým modulem pružnosti, vysokou tažností a nízkým difúzním odporem (ve všech těchto parametrech vykazují lepší vlastnosti desky z minerálních vláken oproti deskám polystyrénovým), případně rozdílováním zateplovacího souvrství přiznáním spár v podkladu - viz obr.



*Příklady řešení
dilatovaného kontaktního
zateplovacího systému*

Numerická analýza kontaktního zateplovacího systému z hlediska tepelně vlhkostního režimu a cyklických mechanických stavů napjatosti prokázala reálná rizika snížení funkčních vlastností a trvanlivosti použití tohoto systému zateplování panelových domů sobvodovou konstrukcí ze sendvičových železobetonových dílců bez dodatečného přikotvení vnějších pohledových železobetonových moniér a odpovídající úpravy spár.

Míra rizika vzniku poruch - systém tahových trhlin v tenkovrstvé omítce v oblasti spár mezi obvodovými dílci v důsledku tahových napětí způsobených účinkem teploty, boulení tenkovrstvé omítky v oblasti spár účinkem tlaku difundujících vodních par (nevyplněné spáry tvoří místa s výrazně nižším difúzním odporem), rozvrstvování tepelně izolačního souvrství účinkem smykových napětí - narůstá při použití relativně tuhých tepelně izolačních desek s vyšším modulem pružnosti (pěnový polystyren), s menší tloušťkou tepelné izolace, s vysokou hodnotou modulu pružnosti a nízkou tažností tenkovrstvé omítky, s vyššími hodnotami difúzního odporu tepelné izolace a vnější tenkovrstvé omítky. Pro mechanické porušování a vznik tahových trhlin ve vnější tenkovrstvé omítce je charakteristický časový rozměr tohoto problému.

Dosažení mezní tahové deformace a vznik tahových trhlin v povrchové úpravě nastává postupným přírůstkem trvalých deformací po každém zatěžovacím cyklu. Porušení nastává až po proběhnutí určitého počtu cyklů, jejichž počet (čas, v němž dochází k cyklickým změnám teploty) závisí na fyzikálně mechanických vlastnostech zejména tepelně izolační vrstvy a povrchové úpravy. Vznik vlasových trhlin v tenkovrstvé omítce umožňuje pronikání srážkové vody do tepelně izolačního souvrství, a v důsledku toho zvyšující se intenzitu a dynamiku degračních procesů znehodnocujících funkčnost a životnost zateplení.

Výše uvedený výzkum prokázal, že porušení celistvosti relativně tuhé tenkovrstvé povrchové úpravy bezesparého kontaktního zateplovacího systému s polystyrénovými deskami představuje významný rizikový faktor snižující životnost a funkční způsobilost zateplovacího systému. Vlivem cyklického namáhání tenkovrstvé omítky lineárními a tvarovými změnami podkladu dochází v kritických místech v oblasti spár mezi sendvičovými dílci ke vzniku tahových trhlin narušujících celistvost a vodotěsnost tenkovrstvé povrchové úpravy.

Aby byla snížena míra rizika nízké životnosti kontaktního bezsparého zateplovacího systému aplikovaného na panelech ze železobetonových sendvičových dílců zpracovatelé analýzy kontaktního zateplovacího systému z tepelně technického hlediska doporučují :

- dodatečné přikotvení vnějších pohledových železobetonových monierek sendvičových obvodových dílců do vnitřní nosné stěny (cca 1,5 ks ocelových rozpěrných kotev \varnothing 8 mm délky min. 250 mm na 1 m² plochy obvodového panelu – možno použít závitové tyče lepené do vnitřní nosné vrstvy panelu na hloubku min. 80 mm);
- zaplnění spár mezi vnějšími pohledovými železobetonovými monierkami cementovým nebo polymercementovým tmelem (na objektu již provedeno);
- použití tepelně izolačních polotuhých desek z minerálních vláken tl. min. 100 mm s nízkým modulem pružnosti ($E < 1$ MPa) a s utěsněnými kontaktními spárami mezi jednotlivými deskami;
- použití tenkovrstvé vyztužené omítky s nízkým difúzním odporem, nízkým modulem pružnosti ($E < 10^4$ MPa) a s vysokou tažností

Riziko porušení zateplovacího systému nehrozí v případě použití bezkontaktního zateplovacího systému.

Volba dodatečného přikotvení vnějších železobetonových monierek závisí na ekonomickém vyhodnocení a rozhodnutí investora.

5 Pokyny ČSN 73 2902 Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) Navrhování a požití mechanického upevnění pro spojení s podkladem

5.4.3 Zjednodušený návrh mechanického upevnění hmoždinkami na účinky sání větru

Návrh mechanického upevnění ETICS na účinky sání větru hmoždinkami o známých vlastnostech lze provést zjednodušeným postupem v obvyklých případech, za které se považují budovy nacházející se ve větrové oblasti I až IV podle ČSN EN 1991-1-4, u nichž proudění větru není nepříznivě ovlivněno jejich tvarem, polohou nebo překážkami v okolí a jejichž výška nad okolním terénem po horní hranu atiky nebo římsy nepřesáhne 38 m.

POZNÁMKA Za obvyklý případ se nepovažují budovy umístěné v izolovaných kopcích, při horní hraně dlouhých svahů, budovy nejméně dvakrát vyšší než průměrná výška okolní zástavby, budovy neobvyklého tvaru apod.

5.4.3.1 Zatížení větrem ve zjednodušeném návrhu

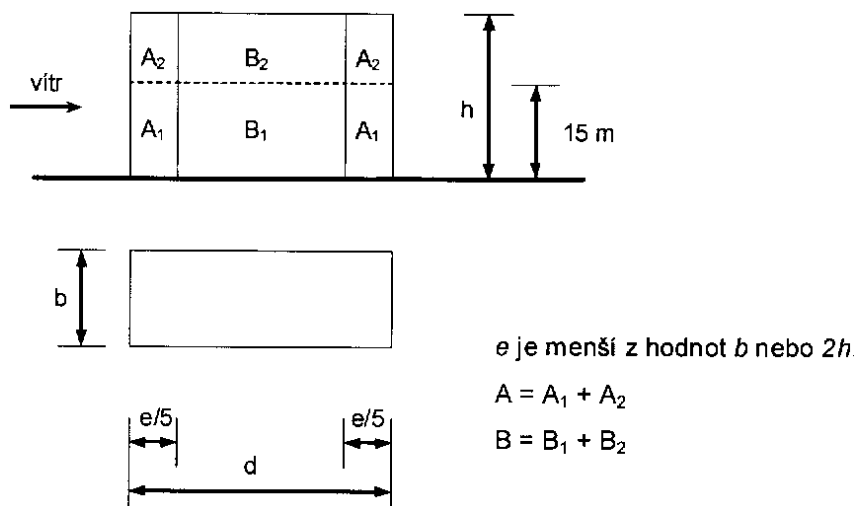
Při zjednodušeném návrhu se účinky zatížení větrem zpravidla uvažují pro celý vnější plášť jedinou nejméně příznivou hodnotou podle největší výšky a tvaru budovy a větrové oblasti a kategorie terénu příslušejících její poloze.

U budov vyšších než 15 metrů lze plochy pláště členit na dvě výšková pásma. První pásmo se stanovuje do výšky 15 metrů včetně, druhé pásmo se stanovuje od výšky 15 metrů až do celkové výšky budovy. Účinky zatížení větrem v prvním pásmu se uvažují hodnotou příslušející výšce budovy 15 metrů, účinky zatížení větrem ve druhém pásmu se uvažují hodnotou příslušející největší výšce budovy.

Jednotlivé plochy pláště budovy se rozdělí na oblasti okrajové (**A**, případně **A₁** a **A₂**) a vnitřní (**B**, případně **B₁** a **B₂**) podle zásady na obr. 1. Rozčlenění ploch na okrajové a vnitřní oblasti se provede pro všechny strany budovy, účinky větru se uvažují ze všech stran. Parametr *e* pro

stanovení šířky okrajové oblasti se uvažuje jako menší z hodnot b nebo $2h$.

Při stanovení délky a šířky budovy se ve zjednodušeném postupu uvažují její největší půdorysné rozměry. Pokud je budova součástí bloku budov, vychází se při stanovení okrajové a vnitřní oblasti plochy z rozměrů a tvaru celého bloku. Pokud plochu nelze rozdělit na okrajovou a vnitřní oblast jednoznačně, považuje se celá plocha za okrajovou oblast.



5.4.3.2

Počet hmoždinek na m^2 v okrajové oblasti plochy **A** se stanoví u budov s jediným výškovým pásmem pro desky izolačního materiálu o rozměrech 500 x 1000 mm podle třídy únosnosti hmoždinky podle 5.4.3.3 pro celkovou výšku budovy a příslušející větrovou oblast a kategorii terénu podle tabulek v příloze D.

U budov členěných na dvě výšková pásma se počet hmoždinek v okrajové oblasti plochy stanoví podle výškového pásma pro příslušející větrovou oblast a kategorii terénu rovněž podle tabulek v příloze D. Pro první výškové pásmo (oblast **A1**) se použijí hodnoty platné pro výšku budovy 15 metrů, pro druhé výškové pásmo (oblast **A2**) se použijí hodnoty platné pro celkovou výšku budovy.

Počet hmoždinek na m^2 ve vnitřní oblasti plochy (oblast **B**, případně **B1**, **B2**) se může proti okrajové oblasti snížit nejvýše o 25 %, vždy ale musí na celou desku tepelné izolace připadat počet hmoždinek vyjádřený celým číslem.

Při počtu 6 ks hmoždinek na m^2 v okrajové oblasti plochy se počet hmoždinek ve vnitřní oblasti plochy u desek izolačního materiálu o rozměrech 500 x 1000 mm nemá snižovat.

Navržené počty hmoždinek v okrajových a vnitřních oblastech včetně schématu členění plochy pláště budovy musejí být uvedeny ve stavební dokumentaci podle ČSN 732901.

POZNÁMKA Zjednodušený návrh vede zejména u budov větších rozměrů a u hmoždinek o nižší únosnosti k celkově vyšším počtům hmoždinek na jednotku plochy.

5.4.3.3 Třídy únosnosti hmoždinek pro zjednodušený návrh

Pro účely zjednodušeného návrhu se zavádějí třídy únosnosti hmoždinek podle tabulky 6. Hmoždinka se pro účely návrhu zařadí do třídy únosnosti podle tuhosti talířku c a návrhové odolnosti hmoždinky vůči účinkům sání větru $R_{d,hm}$. Ta se stanoví jako menší z hodnot:

$$(4) \quad R_{d,hm} = 0,68 \times R_{panel} / \gamma_{Mb}$$

$$(5) \quad R_{d,hm} = N_{Rk} / \gamma_{Mc}$$

Význam veličin použitých na pravé straně vztahů (4) a (5) je stejný jako ve vztazích (2) a (3). Hodnota $R_{d,hm}$ se zaokrouhlí na tisícinu kN. Pokud v odůvodněných případech je technickou dokumentací ETICS dovoleno osazovat hmoždinky pouze v ploše desek tepelné izolace, upravuje se pro tento způsob rozmístění hmoždinek vztah (4) na:

$$(4a) \quad R_{d,hm} = 0,80 \times R_{panel} / \gamma_{Mb}$$

Pokud se charakteristická únosnost hmoždinky N_{Rk} stanoví ze zkoušky in situ podle přílohy A, uplatní se pravidlo podle 5.4.1.3.

Odolnost proti protažení hmoždinky R_{panel} se uvažuje hodnotou stanovenou podle 5.4.2.

Hmoždinka s tuhostí talířku c nižší, než je požadovaná hodnota pro danou třídu, se zařadí do nejbližší nižší třídy, ve které její tuhost talířku vyhovuje požadavku podle tabulky 6.

POZNÁMKA Tuhost talířku hmoždinky c uvádí výrobce v dokumentaci ETICS. Stanoví se např. podle přílohy E.

Tabulka 6 - Třídy únosnosti hmoždinek

Třída	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50
Odolnost hmoždinky vůči účinkům sání větru $R_{d,hm}$ (kN]	0,100 <	0,115 <	0,140 <	0,190 <	0,240 <	0,290 <	0,390 <	0,490 <
	$R_{d,hm} \leq 0,115$	$R_{d,hm} \leq 0,140$	$R_{d,hm} \leq 0,190$	$R_{d,hm} \leq 0,240$	$R_{d,hm} \leq 0,290$	$R_{d,hm} \leq 0,390$	$R_{d,hm} \leq 0,490$	$R_{d,hm}$
Tuhost c [kN·mm ⁻¹]	min. 0.30				min. 0.40		min. 0.50	min. 0.60

5.4.3.4 Podmínky a odchylky při zjednodušeném návrhu

Zjednodušený návrh se použije pouze pro hmoždinky, u nichž jsou současně splněny následující podmínky:

- návrhová odolnost hmoždinky vůči účinkům sání větru $R_{d,hm}$ je rovna nebo větší než **0,100 kN**;
- tuhost talířku hmoždinky c je rovna nebo větší než 0,30 kN·mm⁻¹;
- průměr talířku hmoždinky je roven nebo větší než 60 mm.

Zjednodušený návrh se použije pouze pro ETICS s tepelnou izolací, která splňuje následující podmínky:

- desky tepelné izolace z minerální vlny (MW) podle ČSN EN 13162 mají třídu pevnosti v tahu kolmo k rovině desky v suchém stavu nejméně TR 10 pro podélné vlákno a nejméně TR 80 pro kolmé vlákno;
- desky tepelné izolace z pěnového polystyrenu (EPS) podle ČSN EN 13163 mají třídu pevnosti v tahu kolmo k rovině desky nejméně TR 100;
- desky tepelné izolace z fenolické pěny (PF) podle ČSN EN 13166 mají třídu pevnosti nejméně CS(Y) 50 a tloušťku nejméně 40 mm.

Pro desky izolačního materiálu o jiných rozměrech než 500 x 1000 mm se při zjednodušeném návrhu počty hmoždinek v okrajové i vnitřní oblasti mohou přiměřeně upravit rozměrům desek při dodržení podmínky podle vztahu (1) a ustanovení pro okrajové a vnitřní oblasti plochy podle 5.4.3.1. Podrobnosti v takovém případě může stanovit výrobce v dokumentaci ETICS, nebo musejí být pro konkrétní stavbu uvedeny ve stavební dokumentaci podle ČSN 73 2901.

ČSN 73 2902

Tabulka D.5 – Počet hmoždinek třídy 0,30 na m²

Kategorie terénu	Výška budovy v metrech (včetně)	Větrová oblast / základní rychlost větru (včetně)			
		I	II	III	IV
		do 20 m·s ⁻¹	do 25 m·s ⁻¹	do 27,5 m·s ⁻¹	do 30 m·s ⁻¹
I	do 10	8	8	10	12
	do 15	8	10	10	12
	do 26	8	10	12	14
	do 38	10	10	12	16
II	do 10	6	8	8	10
	do 15	6	8	10	12
	do 26	8	10	10	12
	do 38	8	10	12	14
III	do 10	6	6	6	8
	do 15	6	6	8	8
	do 26	6	8	8	10
	do 38	6	8	10	12
IV	do 10	6	6	6	6
	do 15	6	6	6	6
	do 26	6	6	8	8
	do 38	6	6	8	10

i)

Příloha A (informativní)

Stanovení charakteristické síly na mezi vytažení hmoždinky z materiálu nosné vrstvy podkladu zkouškou in situ**A.1 Obecně**

V případě potřeby se charakteristická únosnost hmoždinky N_{Rk} konkrétní místo použití (stavbu, konstrukci nebo její část) stanoví zkouškou in situ z nejméně 15 výsledků síly F při vytažení hmoždinky z materiálu nosné vrstvy podkladu dostředně působícím zatížením.

Počet a umístění hmoždinek, které se mají zkoušet, se přizpůsobí specifickým podmínkám dané stavby nebo konstrukce. Při zkoušce se mají zohlednit nejméně příznivé podmínky provádění. Zkušební místa se rovnoměrně rozmístí po celé ploše, pro niž se vyhodnocení provádí.

Vyhodnocení uskutečněných zkoušek se vztahuje pouze na ten druh a kvalitu materiálu nosné vrstvy podkladu, na němž byly zkoušky provedeny.

Pro účely vyhodnocení zkoušky se používají následující značky:

F_{Rk} charakteristická síla na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu, stanovená zkouškou in situ;

F_1 střední hodnota síly na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu z pěti nejmenších naměřených hodnot při mezním zatížení.

A.2 Příprava zkoušky

Hmoždinka, která se má zkoušet, se osadí do materiálu nosné vrstvy podkladu za dodržení pokynů výrobce (osové vzdálenosti, vzdálenosti od okraje, průměr vrtáku, hloubka otvoru a způsob jeho vyčištění, způsob aktivace hmoždinky aj.). Při předvrtání otvorů se použije vrták s řezným průměrem na horní mezi tolerance.

Hmoždinka se aplikuje přes tepelnou izolaci nebo tuhou podložku kolmo k povrchu konstrukce do materiálu nosné vrstvy podkladu při dodržení minimální kotevní hloubky a způsobem předepsaným výrobcem. Po aplikaci hmoždinky se tepelná izolace nebo tuhá podložka opatrně odstraní tak, aby nedošlo k porušení hmoždinky.

Hmoždinky nesprávně aplikované nebo porušené při aplikaci se nesmějí ke zkoušce použít a musejí se nahradit novými vzorky.

POZNÁMKA Tuhá podložka má mít takové mechanické vlastnosti a tvar, aby při aplikaci hmoždinky věrohodně simulovala chování zvoleného druhu tepelné izolace.

A.3 Provedení zkoušky

Zkušební zařízení použité ke zkoušce musí umožňovat pomalý plynulý nárůst zatížení. Zatížení musí působit kolmo k povrchu podkladu a na hmoždinku musí být přenášeno přes kloub.

Zkušební zařízení musí být o podklad opřeno ve vzdálenosti nejméně 150 mm od osy hmoždinky. Způsob zatěžování hmoždinky zkušebním zařízením (použitý zkušební přípravek) nesmí ovlivnit výsledek zkoušky.

Hmoždinka se při zkoušce zatěžuje plynule tak, aby se mezní únosnosti dosáhlo asi po 1 minutě zatěžování. Maximální dosažené zatížení se zaznamená. Je-li to možné, použije se zkušební zařízení s grafickým záznamem závislosti síla / deformace.

Použité zkušební zařízení musí být v době zkoušky řádně kalibrováno, lhůta od poslední kalibrace nesmí být delší než 2 roky.

A.4 Vyhodnocení zkoušky

Charakteristická síla na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu F_{Rk} se z naměřených hodnot stanoví podle vztahu:

$$F_{Rk} = 0,6 \times F_1 \leq 1,5 \text{ kN} \quad (1.A)$$

kde F_1 je střední hodnota síly na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu z pěti nejmenších naměřených hodnot síly na mezi vytažení.

Hodnota F_{Rk} se zaokrouhlí na desetiny kN.

Charakteristická únosnost hmoždinky N_{Rk} se z charakteristické síly na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu F_{Rk} stanoví podle 5.4.1.3.

Záznam o zkoušce

Ze zkoušky se vypracuje písemný záznam, který musí obsahovat nejméně následující údaje, potřebné k posouzení únosnosti zkoušené hmoždinky pro dané místo použití:

- identifikace stavby (vlastník, adresa, identifikace místa provedení zkoušky);
- identifikace materiálu nosné vrstvy podkladu, v němž byla zkouška provedena, a jeho popis;
- identifikace zkoušeného typu hmoždinky a způsobu její aplikace;
- identifikace podmínek při provedení zkoušky (průměr vrtáku před vrtáním a po něm, druh použité izolace, teplota vzduchu, atd.);
- identifikace použitého zkušebního zařízení;
- výsledky jednotlivých zkoušek, jejich vyhodnocení;
- jméno a podpis osoby, která zkoušky provedla a vyhodnotila.

Výsledky zkoušky nelze použít pro jinou stavbu (jiné místo použití), než je uvedeno v záznamu.

Stanovení minimálního počtu hmoždinek pro větrovou oblast III

(základní rychlost větru do 27,5 m.s⁻¹) a kategorii terénu II na základě zkoušky in situ

- Předpoklad :
- třída únosnosti hmoždinek 0,3
 - odolnost hmoždinky vůči sání větru $R_{d,hm} = 0,290 \div 0,390 \text{ kN}$
 - tuhost talířku c min. 0,40 kN.mm⁻¹

$$R_{h,hm} = N_{Rk} / \gamma_{Mc} \quad \gamma_{Mc} = 2,5$$

$$N_{Rk} = F_{Rk} = 0,6 \times F_1 \leq 1,5 \text{ kN}$$

kde F_1 je střední hodnota síly na mezi vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu z pěti nejmenších naměřených hodnot síly na mezi vytažení.

$$F_1 = N_{Rk} / 0,6 = R_{h,hm} \times \gamma_{Mc} / 0,6 = 4,17 R_{h,hm}$$

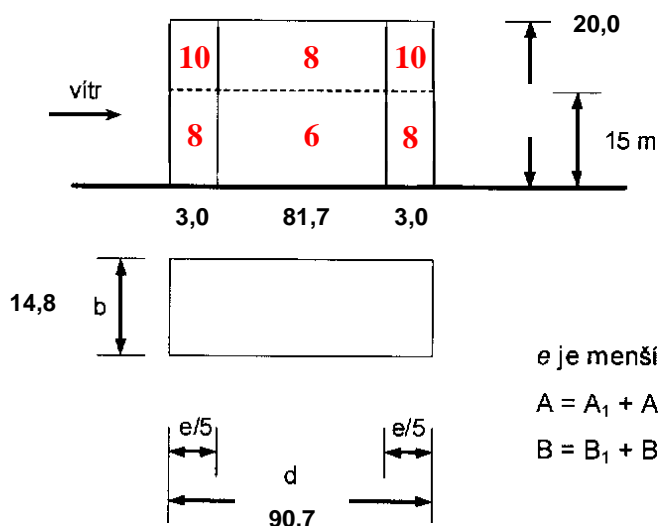
$$\min F_1 = 4,17 \times 0,29 = 1,21 \text{ kN}$$

$$\max F_1 = 4,17 \times 0,39 = 1,63 \text{ kN}$$

Stanovení minimálního počtu hmoždinek

Pokud při zkoušce výtažnosti hmoždinek in situ z pěti nejmenších naměřených hodnot síly na mezi vytažení bude střední hodnota síly vytažení hmoždinky z nosné vrstvy podkladu $F_1 = 1,2 \div 1,6$ kN, pak podle tab. D.5 je počet hmoždinek (třída únosnosti hmoždinek 0,3) pro větrovou oblast III a kategorii terénu II v krajních pruzích A a středním pruhu B (- 25 %)

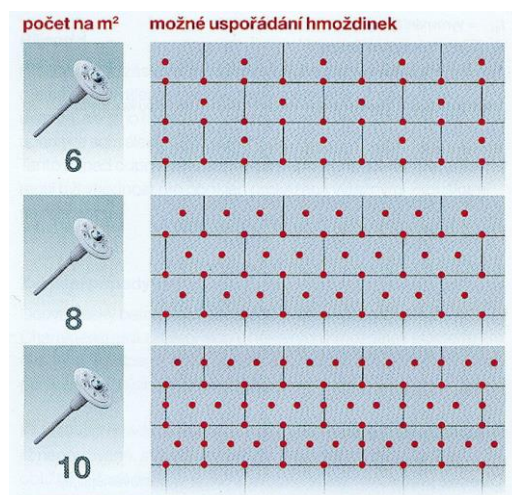
	v krajních pruzích A	ve středním pruhu B
- pro výšku do 10 m	8 ks	6 ks
- pro výšku do 15 m	8 ks	6 ks
- pro výšku do 26 m	10 ks	8 ks



e je menší z hodnot b nebo $2t$

$$A = A_1 + A_2$$

$$B = B_1 + B_2$$



$$\begin{aligned} b &= 14,80 \text{ m}, & d &= 90,70 \text{ m} \\ h &= 20,00 \text{ m} & 2h &= 40,00 \text{ m}, \\ e &= 14,80 \text{ m} \rightarrow e/5 = 2,96 \text{ m} (3,0 \text{ m}) \end{aligned}$$

Zatížení větrem na svislé stěny objektu

Použita národní příloha pro Česko

Zatížení větrem kolmo na podélnou fasádu

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

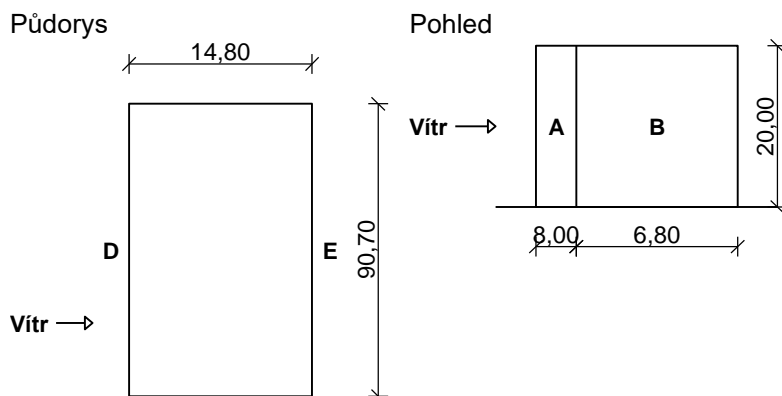
Větrná oblast:		III
Rychlost větru	v_{b0}	= 27,50 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 20,00 m
Součinitel směru větru	c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období	c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	= 0,000 kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak	q_p	= 1,33 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe}	A	= 10,00 m ²

Svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

Výška objektu $h = 20,00$ m

Délka objektu $d = 14,80$ m

Šířka objektu $b = 90,70$ m



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]			
	A	B	D	E
8,00	-1,59 (-2,39)	-1,06 (-1,59)	1,06 (1,59)	-0,69 (-1,03)
10,00	-1,59 (-2,39)	-1,06 (-1,59)	1,06 (1,59)	-0,69 (-1,03)
15,00	-1,59 (-2,39)	-1,06 (-1,59)	1,06 (1,59)	-0,69 (-1,03)
20,00	-1,59 (-2,39)	-1,06 (-1,59)	1,06 (1,59)	-0,69 (-1,03)

...

Zatížení větrem kolmo na štít

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

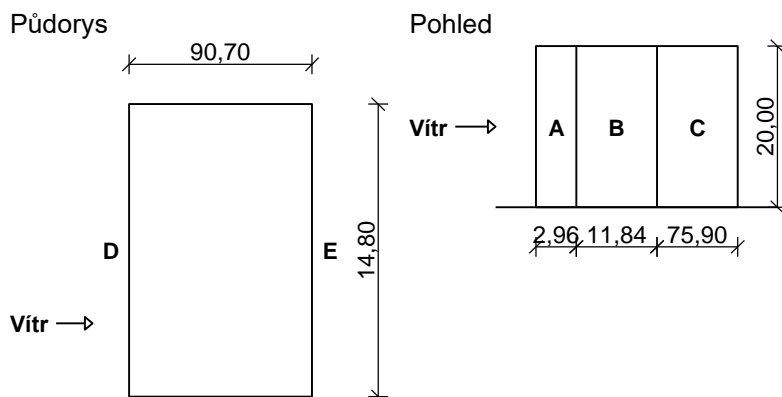
Větrná oblast:	III
Rychlost větru v_{b0}	= 27,50 m/s
Kategorie terénu:	II
Referenční výška budovy z_e	= 20,00 m
Součinitel směru větru c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu ρ	= 0,000 kg/m ³
Součinitel orografie c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak q_p	= 1,33 kN/m ²
Součinitel zatížení γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe} A	= 10,00 m ²

Svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

Výška objektu $h = 20,00$ m

Délka objektu $d = 90,70$ m

Šířka objektu $b = 14,80$ m



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
	A	B	C	D	E
8,00	-1,48 (-2,22)	-0,99 (-1,48)	-0,62 (-0,92)	0,86 (1,29)	-0,37 (-0,55)
10,00	-1,48 (-2,22)	-0,99 (-1,48)	-0,62 (-0,92)	0,86 (1,29)	-0,37 (-0,55)
15,00	-1,59 (-2,39)	-1,06 (-1,59)	-0,66 (-1,00)	0,93 (1,39)	-0,40 (-0,60)
20,00	-1,59 (-2,39)	-1,06 (-1,59)	-0,66 (-1,00)	0,93 (1,39)	-0,40 (-0,60)

6 Závěr

Projektant doporučuje investorovi, aby jej po zvolení dodavatele stavebních prací kontaktoval pro definitivní upřesnění opravy a kotvení moniérků obvodových panelů a provádění zateplovacího systému.

Pokud by při provádění navržených stavebních prací vznikly jakékoliv nepředvídané skutečnosti, nebo byly měněny navržené materiály, a pod., je rovněž třeba přizvat projektanta ke konzultacím.

Podle § 152 odst. (1) stavebního zákona je za provedení navržených stavebních prací a stavebních úprav odpovědný stavebník, který je povinen dbát na řádnou přípravu a provádění stavebních prací. Přitom musí mít na zřeteli zejména ochranu života a zdraví osob nebo zvířat, ochranu životního prostředí a majetku i šetrnost k sousedství. O zahájení prací je povinen v dostatečném předstihu informovat osoby těmito pracemi dotčené.

Při provádění všech stavebních prací a stavebních úprav je třeba dbát nařízení a ustanovení platných norem a předpisů.

Zejména je třeba přísně dbát ustanovení Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, které stanoví požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení při přípravě a provádění stavebních, montážních a udržovacích prací a při pracích s nimi souvisejících.

Vyhláška se vztahuje na právnické a fyzické osoby, které provádějí stavební práce a jejich pracovníky.



Hradec Králové, červen 2014
aktualizace červen 2021

Ing. Bohumil Rusek