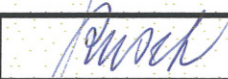





Odpovědný projektant :	Ing. Bohumil Rusek			Ing. Bohumil Rusek Konstrukční kancelář Na konečné 1016 Hradec Králové 500 09	
Objednatel :	Univerzita Karlova v Praze - Farmaceutická fakulta Heyrovského 1203, Hradec Králové 500 05				
Statické posouzení obvodového pláště budovy Univerzity Karlovy, Farmaceutické fakulty UK v Hradci Králové, Heyrovského čp. 1203			IČ 12950301, č.tel.:+420 602 188 890 č.autorizačního osvědčení 00000005 e-mail : kkrusek@gybon.cz		
Statický posudek			Stupeň	Datum	Zakázka
			SP	III/2014	20/2014

**Objednatel : Univerzita Karlova v Praze
Farmaceutická fakulta
Heyrovského 1203
500 05 Hradec Králové**

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

**STATICKÉ POSOUZENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ
BUDOVY UNIVERZITY KARLOVY,
FARMACEUTICKÉ FAKULTY UK V HRADCI KRÁLOVÉ
HEYROVSKÉHO ČP 1203**

1 Úvodní poznámky

Pan Ing. Petr Baše, projektový manažer REVIFAF, požádal Konstrukční kancelář Ing. Bohumil Rusek – Hradec Králové o vypracování statického posouzení obvodového pláště budovy Farmaceutické fakulty UK v Hradci Králové Heyrovského ulici čp. 1203.

Ve statickém posudku mají být posouzeny poruchy na obvodovém plášti budovy fakulty a navržena jejich sanace. Posudek má sloužit jako podklad pro výběr projekčních a inženýrských služeb pro stavbu „Sanace a zateplení obvodového pláště jižní budovy Farmaceutické fakulty v HK“ v rámci dotačního projektu REVIFAF.

2 Popis konstrukce objektu

Posuzovaný objekt má devět nadzemních podlaží. Byl postaven ve druhé polovině na počátku 70. let minulého století z konstrukčního panelového systému HK-65. Projektovou dokumentaci vypracoval Stavoprojekt Hradec Králové v červnu 1970 – zak.č. PS1385/01.

Svislé nosné konstrukce objektu tvoří příčné nosné betonové dutinové stěny tl. 25 cm v osových vzdálenostech 625 cm. V podélném směru je pět travé a na jižní straně dvě travé, kde nosné stěny jsou orientované kolmo na příčné nosné stěny. Podélné zavětrování tvoří stěny shodné konstrukce jako příčné stěny. Příčné nosné stěny a podélné zavětrovací stěny jsou složeny z panelů typové řady E.

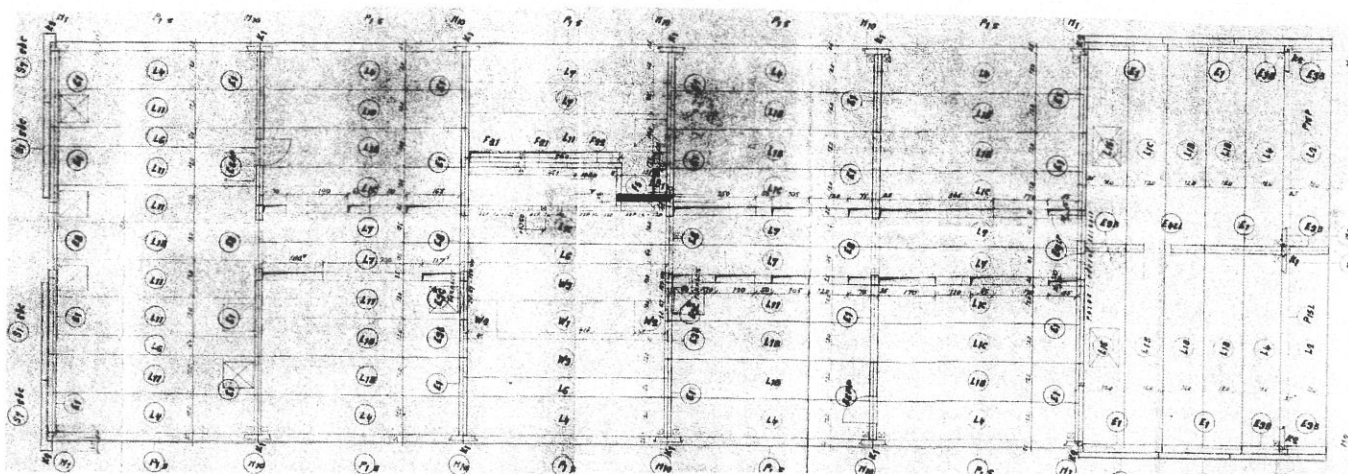
Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny železobetonovými dutinovými stropními panely typové řady L výšky 25 cm kladenými na příčné nosné stěny.

Konstrukční výška podlaží je 285 cm.

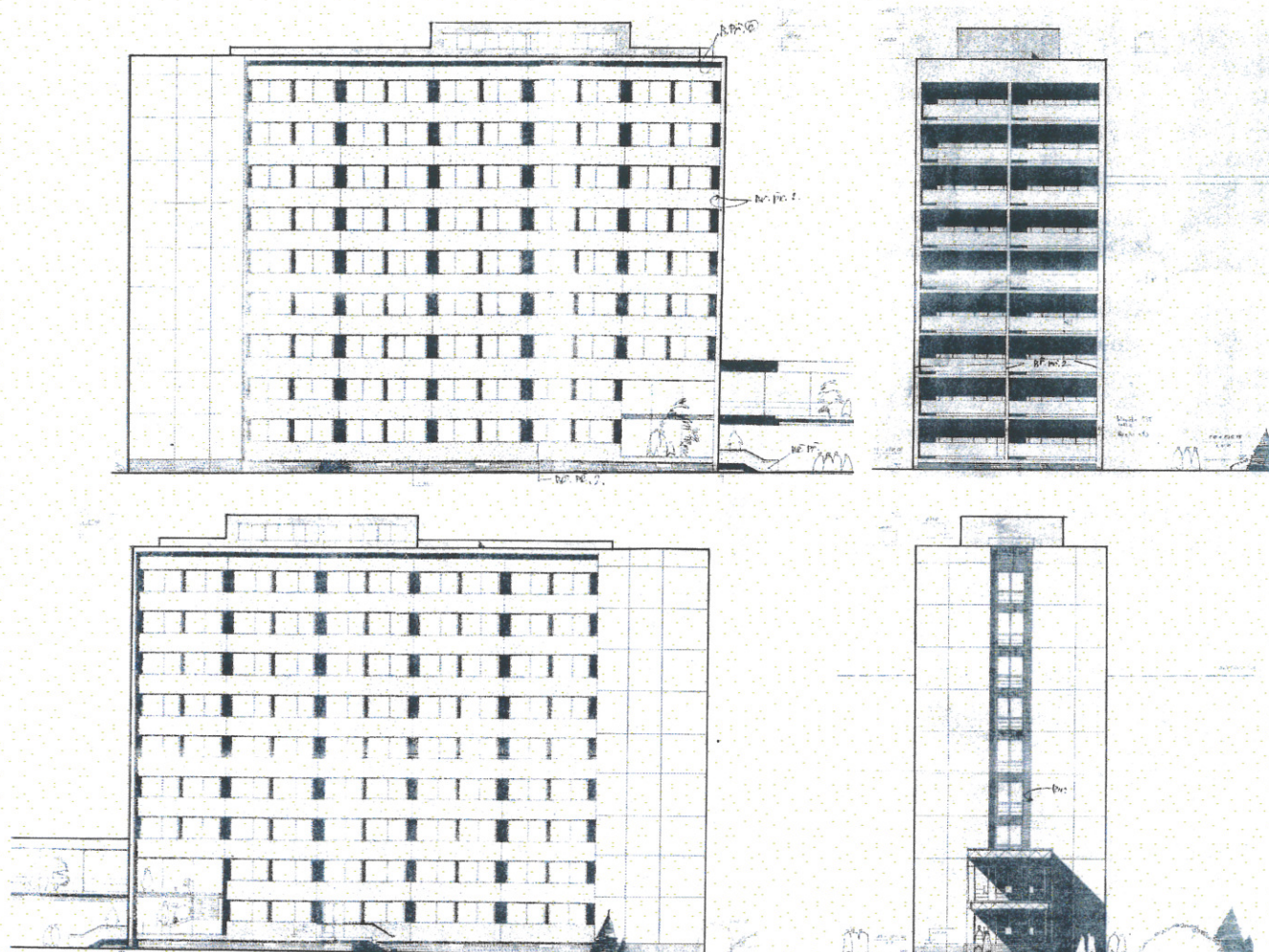
Podélné obvodové stěny tvoří parapetní panely a meziokenní vložky. Štítové stěny jsou složeny vždy z betonové příčné nosné stěny, ke které jsou přiloženy obkladní panely, které zateplují štítovou stěnu.

Objekt má na jižní straně v každém podlaží dvě zapuštěné lodžie (hloubka lodžie je 1,2 m).

VÝKRES SKLADBY TYPICKÉHO PODLAŽÍ



POHLEDY



3 Obvodový plášť – popis konstrukce a návrh oprav

3.1 Štítová stěna

Štítovou stěnu tvoří betonová příčná nosná stěna, ke které jsou přiloženy obkladní panely, které zateplují štítovou stěnu. Nosná stěna s obkladním panelem jsou v úrovni stropu nad přízemím uloženy na mohutném železobetonovém monolitickém rámu se dvěma šikmými stojkami.

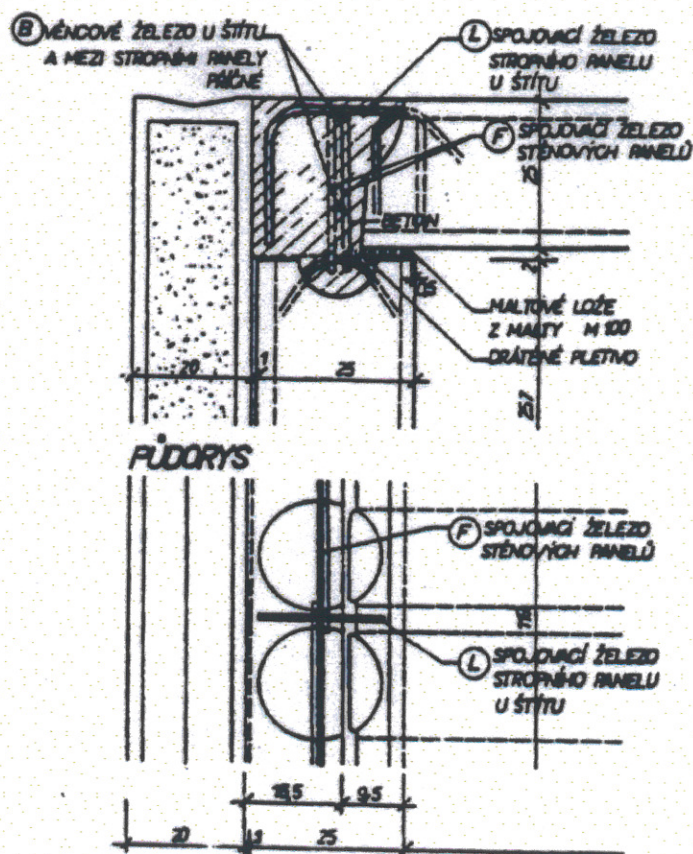
Obkladní štítové panely mají rozměry 300/285 cm, tl. 20 cm. Skladba obkladních štítových panelů je :

- 25 mm železobetonová moniérka
- 150 mm plynosilikátové tvárnice
- 25 mm železobetonová moniérka

Obkladní panely byly vyztuženy po obvodu v tenkých betonových rámečcích transportní a manipulační výztuží z \varnothing 8 mm. Štítové obkladní panely byly kladeny na sebe a v hlavě kotveny do betonového monolitického věnce v úrovni uložení stropních panelů na příčnou nosnou stěnu.

Obkladní panely tak tvoří samonosnou vysokou stěnu na celou výšku objektu se vzpěrnou výškou odpovídající výšce podlaží, tj. 2,85 m. Svislé a vodorovné spáry mezi obkladními panely byly vyplněny cementovou maltou.

Kotvení štítových panelů
konstrukční soustavy HK-65



Vnější betonové moniérky štítových obkladních panelů jsou na mnoha místech popraskané v důsledku působení klimatických vlivů. Před zateplením objektu musí být všechny narušené části řádně opraveny podle pokynů uvedených dále v oddílu Sanace betonu prvků obvodového pláště.

Obkladní štítové panely jsou v úrovni stropní konstrukce kotveny do věnce štítové nosné stěny. Staticky byly uvažovány jako samonosné prvky se vzpěrnou výškou v délce jednoho podlaží.

Na štítových stěnách některých domů postavených z konstrukční soustavy HK-65 došlo k uvolnění obkladních štítových panelů v kotvení do věnce. Stalo se tak v důsledku koroze a přerušení ocelových stykových želez.

S touto eventualitou je třeba vždy počítat. Proto bude třeba před uvažovaným zateplením budovy čp. 1203 v Heyrovského ulici provést pečlivou prohlídku všech obkladních štítových panelů a rozhodnout o případné sanaci zjištěných vad.

Dodatečné kotvení obkladních štítových panelů může být provedeno s vyloučením zásahu do interiéru. Je navrženo pomocí dvou chemických kotev – např. Fischer, Hilti apod.) na každý panel. Chemické kotvy nevyvozují na rozdíl od mechanických rozpěrných kotev žádné napětí od vlastního ukotvení. Toto napětí není vzhledem k charakteru konstrukce žádoucí, v případě použití mechanických kotev hrozí štěpení betonu a ztráta veškeré únosnosti. Kotvy zajistí obkladní štítové panely před vodorovným posunem směrem od nosné štítové stěny.

Postup při případné sanaci kotvení obkladních štítových panelů :

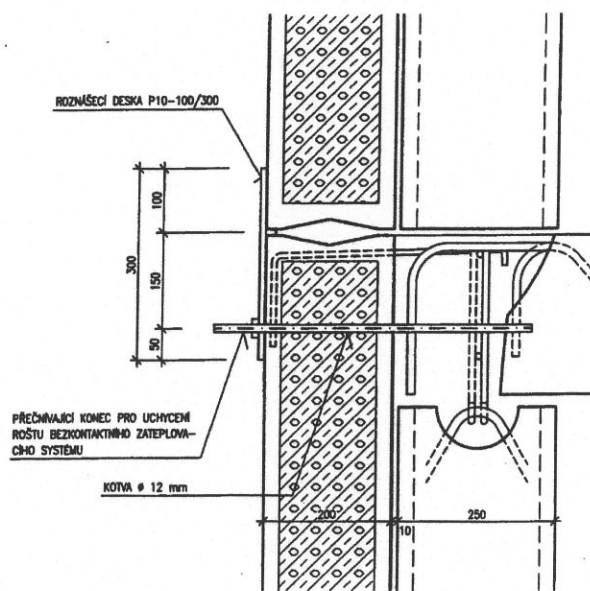
Kotvení bude provedeno v místě uložení stropních panelů, přibližně 150 mm pod vodorovnou spárou obkladových dílců nerezovou závitovou tyčí Ø 12 mm délky 450 mm. Nerezová podložka P10 x 100 x 300 mm bude pro zajištění plného kontaktu uložena do aktivované cementové malty.

HK 65 - kotvení štítových panelů

Detail kotvy - řez M 1:5

Únosnost kotev musí být ověřena tahovou zkouškou na sérii kotev.

*Návrh dodatečného kotvení
obkladních štítových panelů*



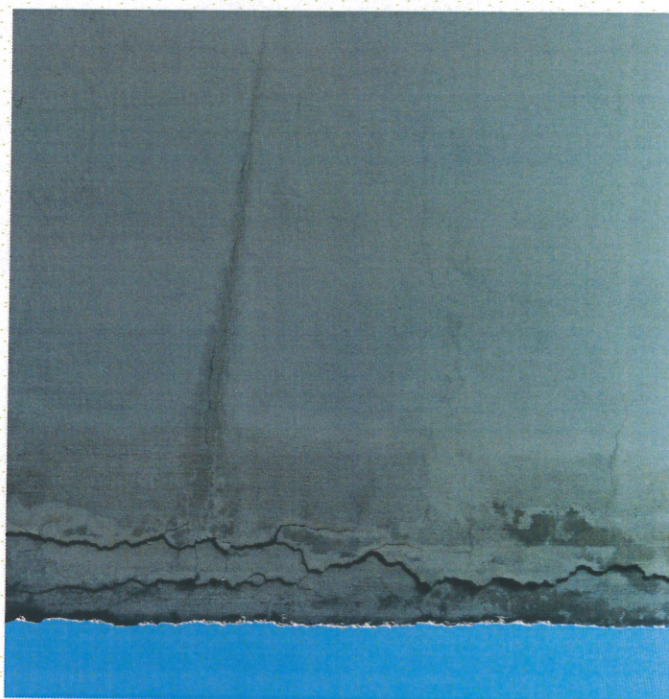
KOTVA - MATERIÁL: ZÁVITOVÁ TYČ Ø 12 mm (NEREZOVÁ OCEĽ)
- DÉLKA: 500 mm
ROZDÍLŇECÍ DESKA - P10-100/300 mm Z NEREZOVÉ NEBO ŽÁROVÉ POZINKOVANÉ OCEĽI
- 2 ks NA 1 ŠTÍTOVÝ ZATEPLOVACÍ PANEL DÉLKY 1600 ~ 3000 mm

3.2 Poruchy stropních lodžiových panelů

Stropní lodžiové panely v lodžích na jižním průčelí jsou porušeny zejména na vnějších svislých bocích panelů a na spodních vodorovných plochách.

Nesprávným provedením oplechování stropního panelu (malé vyložení okapnice), dochází k zatékání srážkové vody na čelo s spodní plochu lodžiového panelu. Tím dochází ke korozi krajních výztužných ocelových vložek v panelu uložených mělce pod povrchem a k narušení povrchu betonu.

PORUCHY NA STROPNÍCH LODŽIOVÝCH PANELECH



Řešení poruch na svislých a vodorovných plochách stropních lodžiových panelů je třeba provést s celkovou sanací povrchové – nášlapné vrstvy na stropním lodžiovém panelu.

Narušený beton na površích stropních panelů je třeba odstranit, narušená místa vyspravit správkovým betonem, který musí být dobře spojen se stávajícím nenarušeným betonem a stropním panelem. Obecný postup pro provádění oprav je uveden dále v oddílu Pokyny pro sanaci betonových dílců.

Svislou spáru mezi prvním stropním lodžiovým panelem a druhým stropním panelem je třeba shora i zespodu uvolnit – odstranit betonovou zálivku a řádně vyčistit. Spáru je třeba vyplnit – zainjektovat trvale pružným tmelem.

Protože stávající hydroizolace pod nášlapnou vrstvou na ploše stropního lodžiového panelu patrně již není účinná, doporučuji provést na vyspravené ploše dodatečnou hydroizolaci pomocí izolační stěrky, která nepropouští vodu. Izolaci je třeba přetáhnout na výšku alespoň 100 mm na svislé plochy a parapetní panel pod okny. Izolaci je třeba ochránit vhodným nátěrem, případně provedeném keramické dlažby.

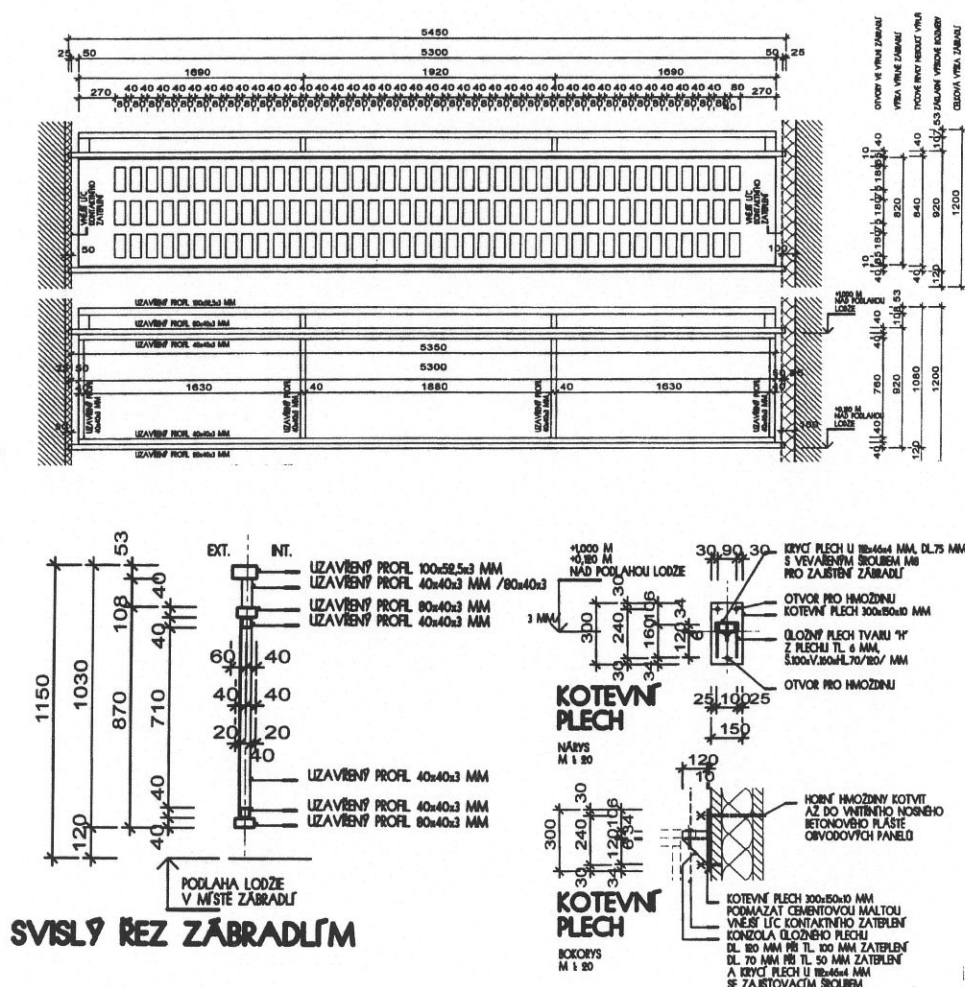
Důležité je provedení oplechování čela stropního panelu tak, aby srážková voda stékající z horní plochy lodžiového panelu byla řádně odvedena a nedocházelo k jejímu zatékání na spodní plochu panelu.

Doporučuji provést celkovou rekonstrukci lodžiového zábradlí. Na bytových domech postavených z konstrukční soustavy HK-65 je realizováno zábradlí bez svislých stojek, které jsou většinou příčinou zatékání srážkové vody do stropního lodžiového panelu.

PŘÍKLAD ŘEŠENÍ NOVÉHO ZÁBRADLÍ NA DOMĚ Z KS HK-65

(autoři :

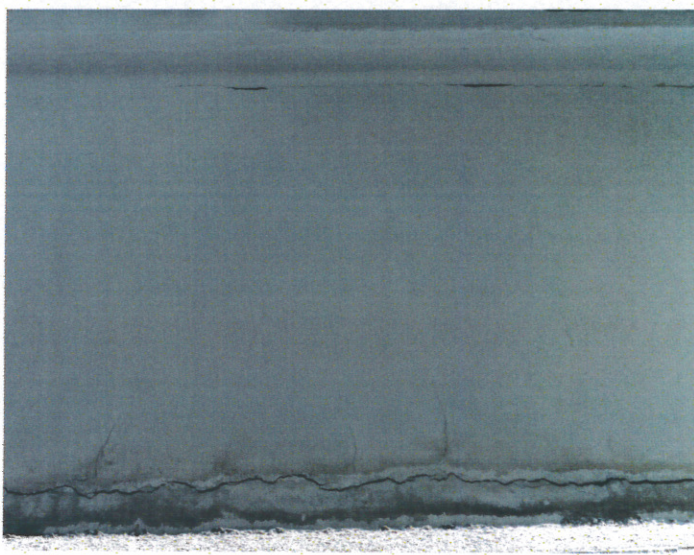
Ing.arch. Zdeněk Hanuš,
Ing. Bohumil Rusek)



3.3 Opadávání omítky na styku stropního lodžiového a vnitřního parapetního panelu, otevřená spára mezi stropními panely

Omítka v lodžii na svislých a vodorovných konstrukcích je provedena bez proříznutí v koutech – fabionech. Opět v důsledku deformací stropního panelu vlivem teplotních změn dochází k narušení omítky v těchto místech a k jejímu opadávání.

Tato porucha není staticky závažná a je jí možno snadno opravit důsledným oddělením omítky tak, aby neprobíhala z jednoho panelu na druhý. Je třeba odstranit stávající oddělenou omítku z panelů a na cementový prostřík provést omítku novou. Ve všech koutech - na styku svislého nosného panelu se stropním panelem, stropního panelu s parapetním panelem a svislého nosného panelu s vnitřním parapetem a meziokenní vložkou – je nutno omítku proříznout. Takto vzniklé spáry budou překryty pouze malbou. Při deformaci stropního panelu od teplotních rozdílů potom nebude docházet k dalšímu opadávání omítky.



4 Pokyny pro sanaci betonových dílců

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. Beton lze osekávat ručním náradím (velmi malý rozsah oprav) nebo náradím poháněným pneumaticky, elektricky nebo hydraulicky. S výhodou může být využito strojů, pracujících s vysokotlakým vodním paprskem, rozrušujícím nevhodný a málo soudržný 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. Očištění lze provést ocelovým kartáčem ručně, práce však je zdoluhavá a někdy nelze výztuž očistit zespodu. Z výztuže je zapotřebí odstranit veškerou rez a korozní zplodiny. Dokonalejší očištění zajišťuje použití čištění pomocí stlačeného vzduchu s abrazivními látkami.

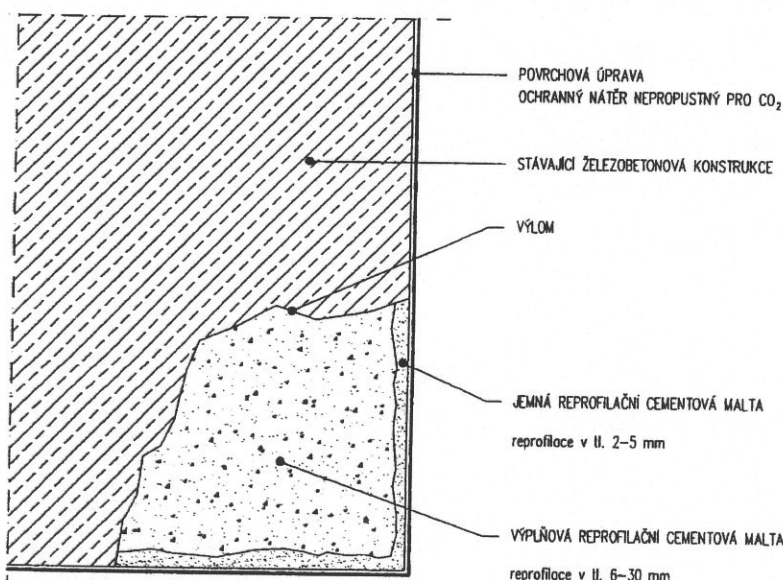
Odhalenou výztuž je třeba dokonale odrezit na stupeň Sa 2^{1/2} při použití ochranného nátěru na polyuretanové bázi, případně až na stupeň Sa 1^{1/2} při nátěru na polymercementové bázi. Nátěry musí být provedeny vzápětí po očištění, prodleva znamená snížení účinnosti ochrany.

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 příložkami. 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*

PŘÍPRAVA PODKLADU – PLOCHÝ DÍLEČ:

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

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, popsány v předchozím oddíle. Na takto připraveném podkladu lze zahájit reprofilaci. Prvním krokem vlastní obnovy betonu je vytvoření adhezního můstku.

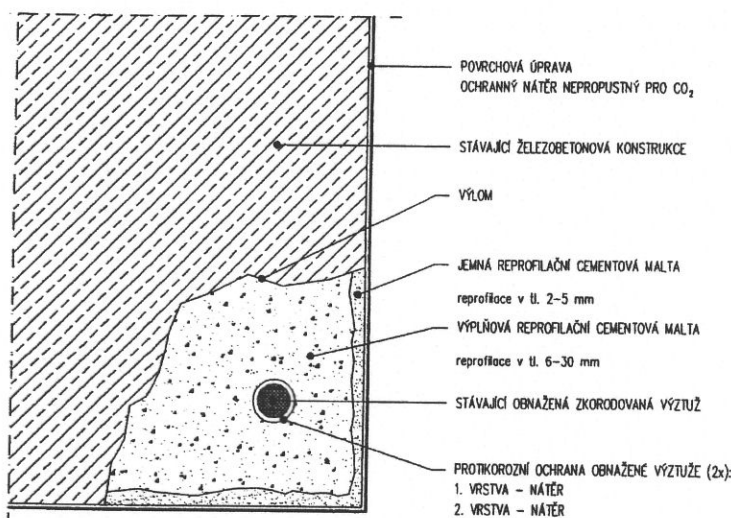
Adhezní můstek se provádí nátěrem, který má za úkol zajistit dokonalou penetraci podkladního betonu, dále obvykle zesiluje pasivaci výztuže a zajišťuje spolupůsobení stávajícího betonu s (novou) reprofilační maltou.

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 (reprofilačním) 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, pro velké plochy je optimální použití stříkaného betonu.



*Reprofilace povrchu
betonových prvků s
ošetřením výztuže*

PŘÍPRAVA PODKLADU – POVRCH DÍLCE:

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

PŘÍPRAVA PODKLADU – VÝLOM, OBNAŽENÁ VÝZTUŽ:

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

Nestékavé 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 pěchování. Konzistence malty pro pěchování 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.

Investor by měl 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.

5 Doporučení a požadavky pro návrh kontaktního zateplovacího systému

Zateplení je třeba provést některým z certifikovaných kontaktních fasádních systémů. Požadavky a zateplovací systém musí být podrobně popsány v Technické zprávě architektonicko stavebního řešení.

Kotvení plastovými talířovými hmoždinkami – počet a rozmístění kotev musí být v souladu se systémem zvoleným dodavatelem stavebních prací a stanoveným v Technologickém předpisu jím vypracovaným.

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

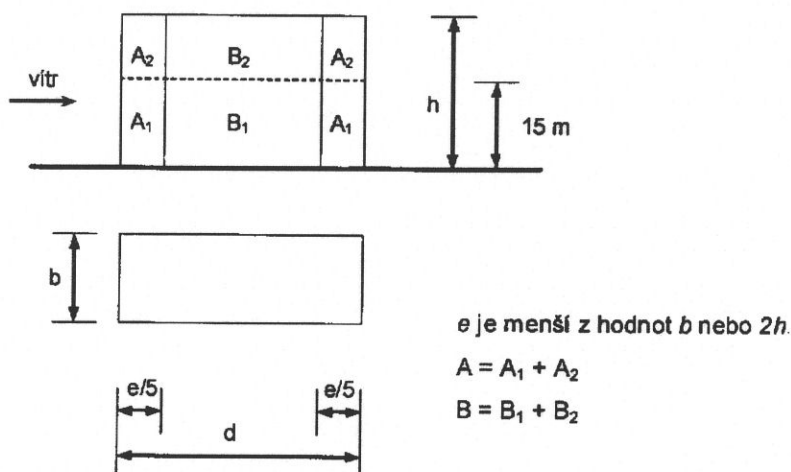
Při zjednodušeném návrhu se účinky zatížení větrem zpravidla uvažují pro celý vnější plášť jedinou nejméně příznivou hodnotou podle největší výšky a tvaru budovy a větrové oblasti a kategorie terénu příslušejících její poloze.

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 Stanovení počtu hmoždinek ve zjednodušeném návrhu

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

Pro zvolený typ hmoždinek je třeba ověřit zkouškou in situ charakteristickou sílu na mezi vytažení hmoždinky z materiálu nosné vrstvy podkladu (viz dále).

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 II

(základní rychlost větru do 25 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.

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

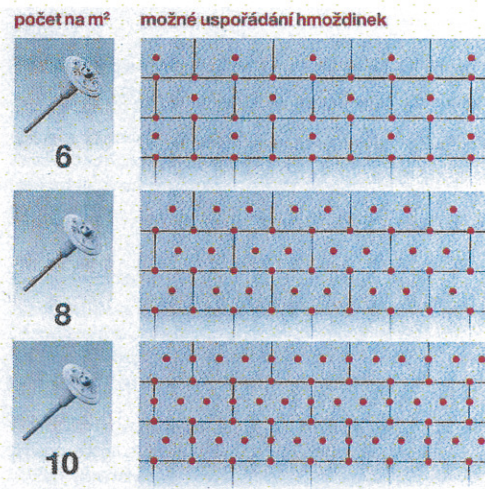
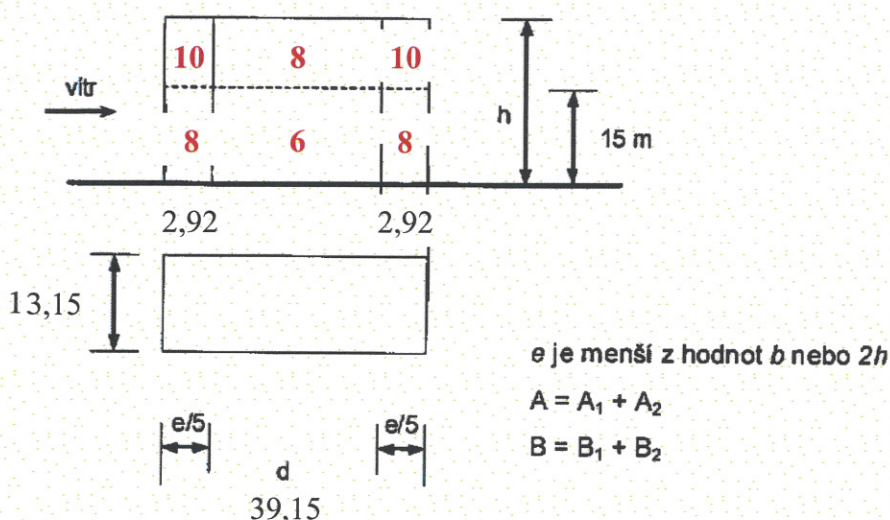
$$\min F_1 = 4,17 \times 0,29 = 1,21 \text{ kN}$$

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

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 $F_1 = 1,2 \div 1,6 \text{ kN}$, pak podle tab. D.5 je počet hmoždinek (třída únosnosti hmoždinek 0,3) pro větrovou oblast II 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
- pro výšku do 38 m	10 ks	8 ks



$$b = 13,15 \text{ m}, \quad d = 39,15 \text{ m}$$

$$h = 30,0 \text{ m} \quad 2h = 60,0 \text{ m},$$

$$e = 13,15 \text{ m} \rightarrow e/5 = 2,63 \text{ m}$$

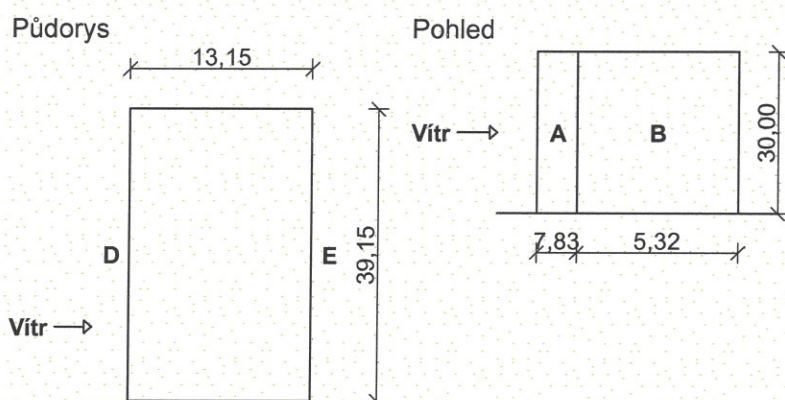
6 Zatížení větrem HK – Farmaceutická fakulta

Použita národní příloha pro Česko

Protokol zatížení 1

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	v_{b0}	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 30,00 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	= 1,21 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe}	A	= 10,00 m ²

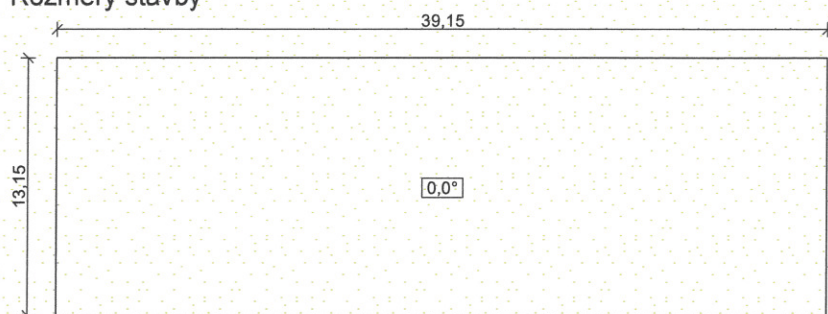
Svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysemVýška objektu $h = 30,00$ mDélka objektu $d = 13,15$ mŠířka objektu $b = 39,15$ m**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

Výška nad terénem	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]			
[m]	A	B	D	E
10,00	-1,45 (-2,18)	-0,97 (-1,45)	0,97 (1,45)	-0,68 (-1,02)
20,00	-1,45 (-2,18)	-0,97 (-1,45)	0,97 (1,45)	-0,68 (-1,02)
30,00	-1,45 (-2,18)	-0,97 (-1,45)	0,97 (1,45)	-0,68 (-1,02)

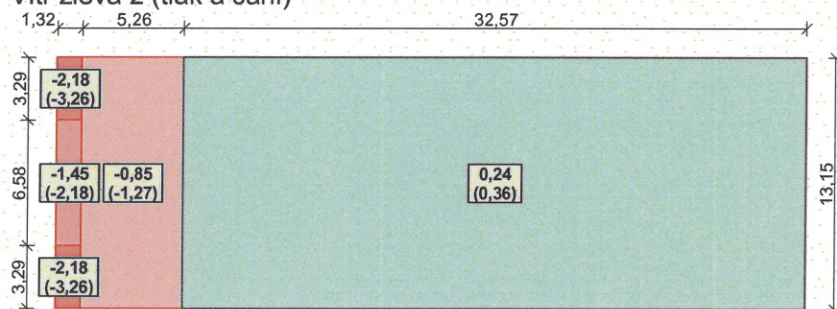
....

Střecha

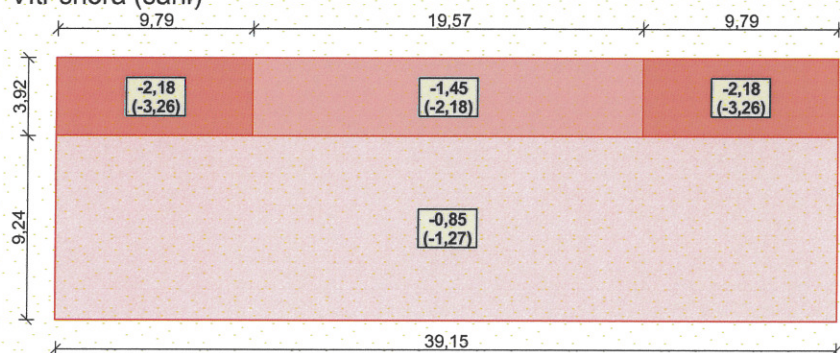
Rozměry stavby

**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

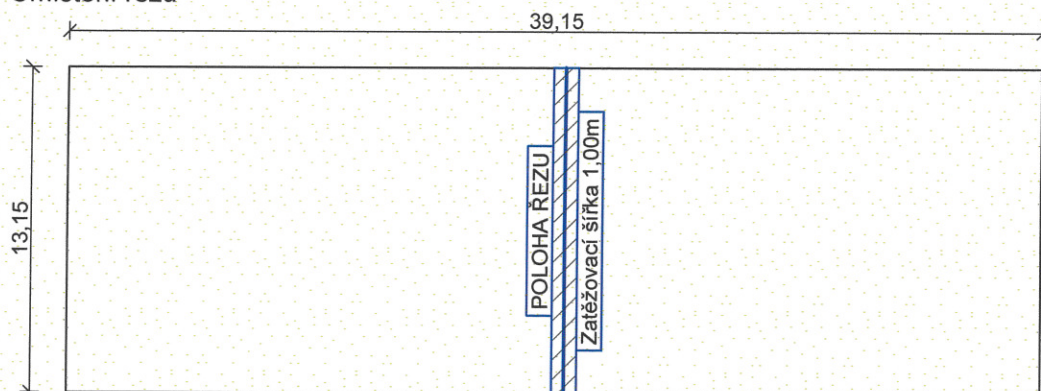
Vítr zleva 2 (tlak a sání)



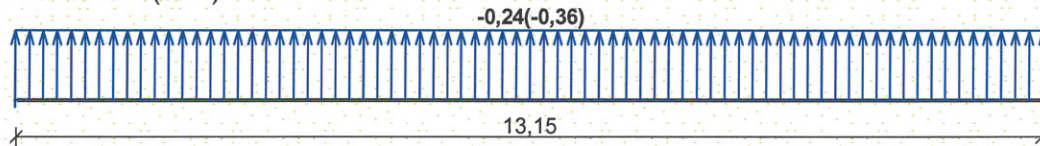
Vítr shora (sání)

**Lokalizace na zatěžovací šířku 1,00 m:****Střecha**

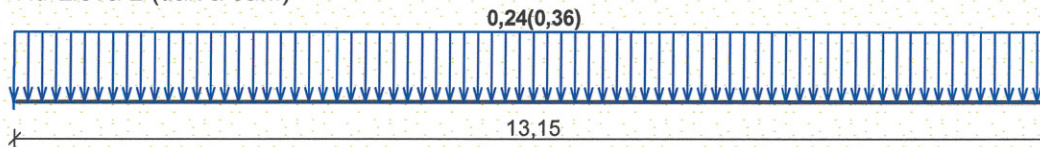
Umístění řezu

**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

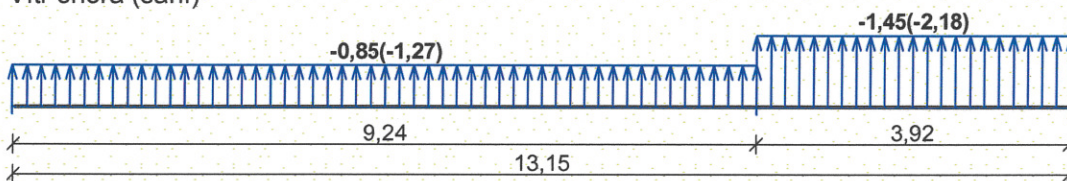
Vítr zleva 1 (sání)



Vítr zleva 2 (tlak a sání)



Vítr shora (sání)



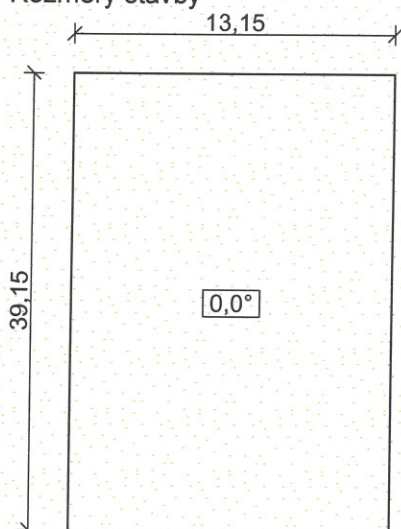
Zatížení větrem 2

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	v_{b0}	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 30,00 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	= 1,21 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení c_{pe}	A	= 10,00 m ²

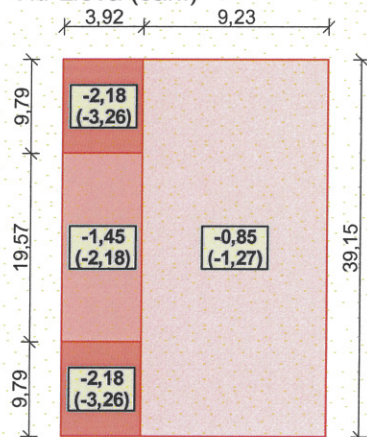
Střecha

Rozměry stavby

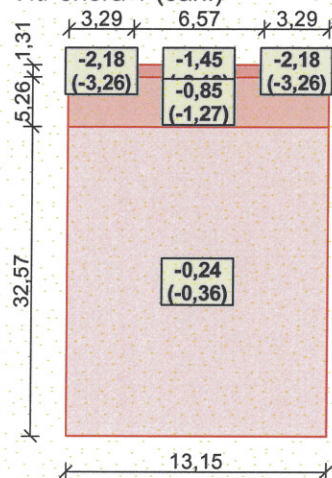


Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

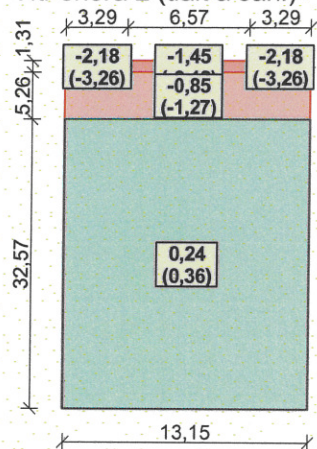
Vítr zleva (sání)



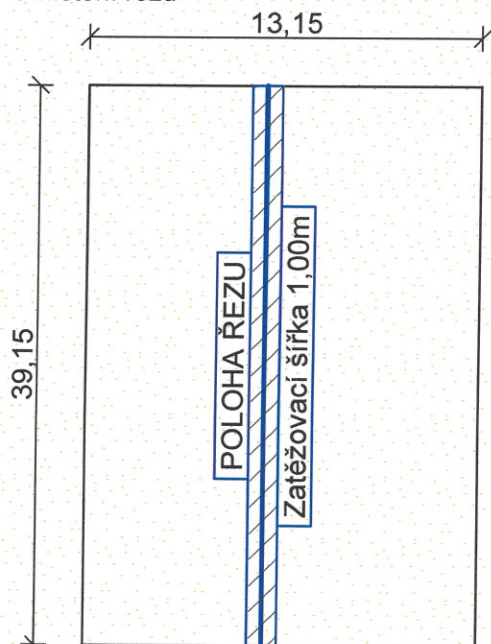
Vítr shora 1 (sání)



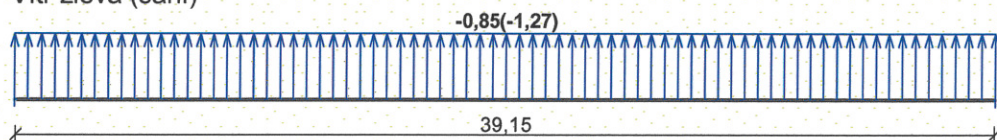
Vítr shora 2 (tlak a sání)

**Lokalizace na zatěžovací šířku 1,00 m:****Střecha**

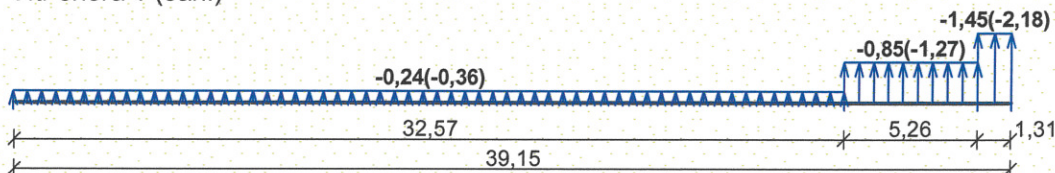
Umístění řezu

**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

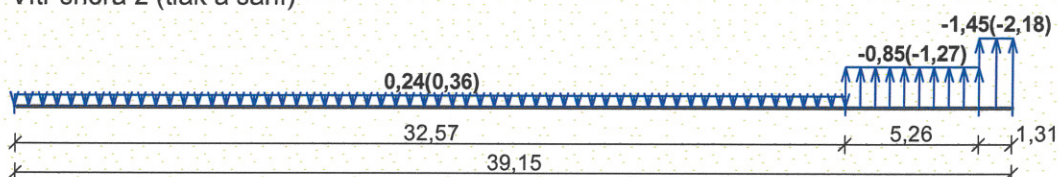
Vítr zleva (sání)



Vítr shora 1 (sání)



Vítr shora 2 (tlak a sání)



6 Závěr

Ve statickém posudku byly posouzeny poruchy na obvodovém plášti budovy Farmaceutické fakulty, stanoveny jejich pravděpodobné příčiny, statická závažnost a navržen způsob jejich sanace.

Posudek má sloužit jako jeden z podkladů pro zpracování projektové dokumentace na zateplení pro vybraného dodavatele stavebních prací pro stavbu „Sanace a zateplení obvodového pláště jižní budovy Farmaceutické fakulty v HK“ v rámci dotačního projektu REVIFAF.

Pokud by při zpracování projektové dokumentace nebo při přípravě stavby bylo třeba podat vysvětlení nebo statický posudek obvodového pláště doplnit, je možno zpracovatele posudku přizvat ke konzultacím.

Hradec Králové, březen 2014

Ing. Bohumil Rusek