

UMÍSTĚNÍ VÝPLNÍ OTVORŮ V KONSTRUKCI OBVODOVÝCH STĚN

SOUČASNÝ TREND STAVEBNICTVÍ SPOČÍVÁJÍCÍ VE SNIŽOVÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI NEJEN NOVOSTAVEB, ALE I STÁVAJÍCÍCH OBJEKTŮ, ČASTO VEDE K NADSTANDARDNĚ SILNÉMU KONTAKTNÍMU ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ BUDOVY. MÍSTEM, KDE SE VÝZNAMNĚ PROJEVUJE TLOUŠŤKA IZOLANTU, JE DETAIL U VÝPLNĚ OTVORŮ. Z TEPELNÉ IZOLACE SE POTÉ STÁVÁ PRVEK, KTERÝ NEMÁ POUZE FUNKCI TEPELNĚIZOLAČNÍ, ALE STÁVÁ SE Z NÍ VÝZNAMNÝ FAKTOR OVLIVŇUJÍCÍ DALŠÍ VLASTNOSTI OBÁLKY BUDOVY A ŽÁROVĚN ARCHITEKTONICKÝ VÝRAZ STAVBY.

Zpřísňující se tepelnětechnické normy, současné dotační tituly i cena tepelněizolačních materiálů mají za následek, že tloušťka tepelných izolací v kontaktních zateplovacích systémech se rok od roku zvyšuje. Nezřídka kdy se v rámci společnosti DEKPROJEKT s.r.o. setkáváme se skutečností, že se výsledná tloušťka tepelné izolace svislých obvodových konstrukcí u novostaveb i rekonstrukcí pohybuje v rozmezí 20 až 32 cm a je tak daleko za doporučením tepelnětechnické normy (vybrané hodnoty součinitele prostupu tepla pro různé materiály shrnuje /tabulka 01/.)

Proto v rámci projekční přípravy zateplení objektu, ať již rekonstruovaného nebo novostavby, je nutné důsledně řešit správnou polohu výplně ve stavebním otvoru. Další řádky ukazují, jaký vliv má poloha výplně na vybrané technické ukazatele. Pro jednotlivé případy osazení výplně vždy uvažujeme se shodným zadáním:

UVAŽUJEME RODINNÝ DŮM GS PASIV 2 /obr. 01/:

- základní geometrické vlastnosti RD jsou v /tab. 02/;
- obvodové zdivo z vápenopískových cihel tl. 240 mm;
- kontaktní zateplovací systém z šedého fasádního polystyrenu tl. 300 mm.

DVĚ VARIANTY OSAZENÍ VÝPLNĚ OTVORŮ:

- Varianta 1 – osazení okna na vnějším líci obvodového zdiva /obr. 02/
- Varianta 2 – osazení okna v tepelné izolaci, výplň kotvena do nosného tepelněizolačního profilu po obvodě výplně /obr. 03/

Tabulka 01 | Volba tloušťky tepelné izolace pro splnění požadavků ČSN 73 0540-2:2011

VOLBA TLOUŠTKY TEPELNÉ IZOLACE PRO SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ ČSN 74 0540-2									
Zateplovaná konstrukce	Tloušťka konstrukce (mm)	Tloušťka tepelné izolace potřebná pro dosažení hodnoty součinitele prostupu tepla (Doporučené $U_{N,20} = 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$; Pasivní $U_{N,20} = 0,18-0,12 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)							
		Tepelná izolace z expandovaného polystyrenu EPS 70 ($\lambda_U = 0,039 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)		Tepelná izolace z šedého expandovaného polystyrenu EPS 70 šedý ($\lambda_U = 0,033 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)		Tepelná izolace z minerálních vláken – podélná orientace vláken ($\lambda_U = 0,039 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)		Tepelná izolace z minerálních vláken – kolmá orientace vláken ($\lambda_U = 0,044 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)	
		Doporučené	Pasivní	Doporučené	Pasivní	Doporučené	Pasivní	Doporučené	Pasivní
Cihla plná	450	140	200–320	120	170–270	140	200–320	150	230–360
Cihla vápenopisková	175	150	200–320	120	170–270	150	200–320	160	230–360
	240	150	200–320	120	170–270	150	200–320	150	230–360
Tvárnice z autoklávovaného pórobetonu	300	80	140–260	70	120–220	80	140–260	90	160–300
	375	60	120–240	50	110–210	60	120–240	70	140–280
Škvárové tvárnice	300	140	200–320	120	170–270	140	200–320	150	230–360
Železobeton 240 mm + pěnový EPS tl. 50 mm (panel T 06 BOL)	290	120	180–300	100	160–260	120	180–300	130	210–340

01 | Rodinný dům GS PASIV 2

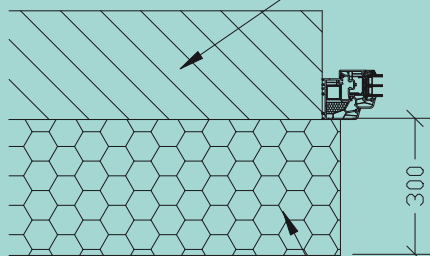


Tabulka 02 | Základní geometrické vlastnosti rodinného domu GS PASIV 2

Objem budovy V	739,8	[m³]
Celková energeticky vztázná plocha budovy A_e	235,1	[m²]
Celková plocha obálky budovy A	519,4	[m²]
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,70	[-]

02

Nosná obvodová konstrukce

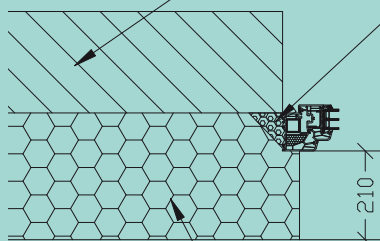


ETICS tl. 300mm

03

Nosná obvodová konstrukce

Nosný tepelněizolační profil



ETICS tl. 300mm

- 02| Varianta 1 – osazení okna na vnějším líci obvodového zdiva
- 03| Varianta 2 – osazení okna v rovině tepelné izolace, kotveno do nosného tepelněizolačního profilu po obvodu výplně

V dalších kapitolách článku porovnáme vliv osazení výplně otvorů ve Variantě 1 a Variantě 2 na energetickou náročnost objektu, solární zisky a architektonický ráz objektu. V závěru článku budou popsány technologie předepsané montáže výplní otvorů.

VLIV NA ENERGETICKOU NÁROČNOST OBJEKTU

SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA VÝPLNĚ OTVORŮ

Dle metodiky PHI [2] do výpočtu výsledného součinitele prostupu tepla otvorové výplně U_w nevstupuje pouze typ zasklení a typ rámu použitého výrobku, ale zároveň je nutné započítat způsob osazení okna do obvodové konstrukce.

$$U_{w,eff} = \frac{(A_g \cdot U_g + A_t \cdot U_t + l_g \cdot \Psi_g + l_{osazení} \cdot \Psi_{osazení})}{A_g + A_t}$$

(1)

Pro obě varianty osazení výplně otvoru bylo uvažováno se shodným typem okna WINDEK PVC CLIMA STAR TERMIC s těmito vlastnostmi:

$U_g = 0,5$;

$U_t = 1$;

$\Psi_g = 0,06$;

šířka rámu 90 mm;

rozměr okna 1230×1480 mm;

$U_w = 0,81$.

Při dosazení všech hodnot do vztahu (1) vychází pro variantu 1 součinitel prostupu tepla s vlivem zabudování $U_{w,eff} = 0,98$ /obr. 04/. Součinitel prostupu tepla pro variantu 2 je roven $U_{w,eff} = 0,86$ /obr. 05/. Součinitel prostupu tepla s vlivem zabudování je pro variantu 2 – předepsanou montáž cca o 15 % lepší.

MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Zhoršení součinitele prostupu tepla výplní otvorů má přirozeně vliv na celkovou měrnou potřebu tepla na vytápění objektu.

Měrná tepelná ztráta obálky budovy modelového domu GS PASIV 2 pro Variantu 1 – výplň v rovině obvodového zdiva je v /tab. 03/. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy je pak $U_{em} = 0,18$ W/m².K. Měrná potřeba tepla na vytápění EA = 17,4 kWh.m².rok

Pro Variantu 2 – výplň v rovině tepelné izolace je průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em} = 0,17 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Měrná potřeba tepla na vytápění $EA = 14,9 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{rok}$. Měrná tepelná ztráta obálky budovy viz /tab. 04/.

Rozdíl v měrné potřebě tepla na vytápění totožného objektu

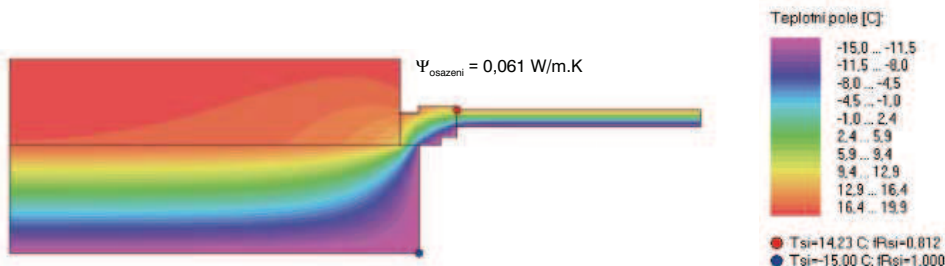
pouze s jiným způsobem zabudování výplní otvorů do obvodové konstrukce je 16,8 %.

VLIV NA SOLÁRNÍ ZISKY

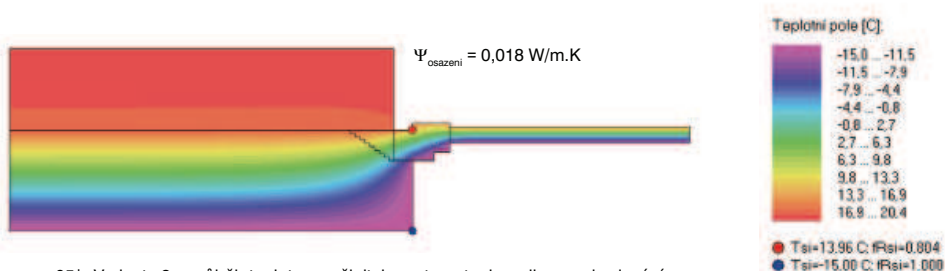
Pozice výplně v obvodové konstrukci má vliv na prosluněnost interiéru a tím pádem vyšší (či nižší) solární zisky v zimním období.

Při zabudování v rovině nosné konstrukce tvoří ostění výrazná tloušťka tepelné izolace.

Při posouzení solárních zisků podle ČSN EN ISO 13790 [3] jsou pro okno o velikosti $1,23 \times 1,48 \text{ m}$ s orientací V/Z redukce zastínění 92 % resp. 94 %. Jde tedy o v řádech jednotek procent. Zároveň platí



04| Varianta 1 – průběh teplot a součinitel prostupu tepla s vlivem zabudování



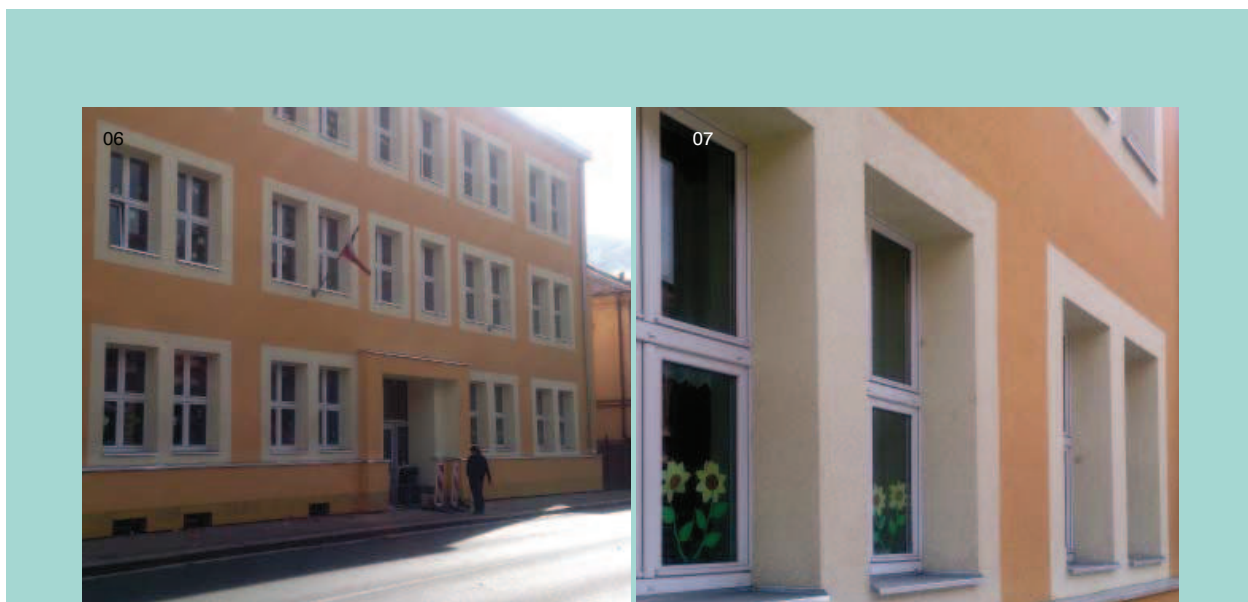
05| Varianta 2 – průběh teplot a součinitel prostupu tepla s vlivem zabudování

Tabulka 03| Varianta 1 – Měrná tepelná ztráta obálky budovy s výplněmi otvorů v rovině zdiva

	Plocha [m^2]	Součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$]	Měrná tepelná ztráta prostupem [W/K]	Procentuální podíl
Obvodová stěna	231,6	0,11	24,55	28,65%
Strop pod nevytápěnou půdou	124,8	0,1	12,98	15,15%
Výplně otvorů – okna	29,5	0,7-1,2 (dle velikosti oken)	27,1	31,63%
Výplně otvorů – dveře	8,6	0,9	8,91	10,40%
Podlaha na zemině	124,8	0,13	12,14	14,17%

Tabulka 04| Varianta 2 – Měrná tepelná ztráta obálky budovy s výplněmi otvorů v rovině tepelné izolace

	Plocha [m^2]	Součinitel prostupu tepla [$\text{W/m}^2\cdot\text{K}$]	Měrná tepelná ztráta prostupem [W/K]	Procentuální podíl
Obvodová stěna	231,6	0,11	24,55	30,32%
Strop pod nevytápěnou půdou	124,8	0,1	12,98	16,03%
Výplně otvorů – okna	29,5	0,68-1,03 (dle velikosti oken)	23,55	29,08%
Výplně otvorů – dveře	8,6	0,9	7,75	9,57%
Podlaha na zemině	124,8	0,13	12,14	14,99%



pravidlo, že čím je okenní otvor menší, rozdíl v solárních ziscích je větší.

Při posouzení solárních zisků pro celý rodinný dům GS PASIV 2 dojdeme k podobným výsledkům. Solární zisky celého domu jsou vlivem předsazené montáže o 1,9% vyšší. Na to je potřeba myslet i v letních slunečních dnech, kdy jsou sluneční solární zisky nežádoucí.

V současně projektovaných novostavbách pasivního standardu je ale nezbytné navrhnout zastíňovací systémy nebo konstrukce, které přehřívání v letních měsících řeší.

VLIV NA CELKOVÝ ARCHITEKTONICKÝ RÁZ OBJEKTU

V neposlední řadě vstupuje do volby způsobu ukotvení oken

výsledná architektonická podoba objektu. Tento požadavek často, hlavně ze strany investorů, je postaven v pomyslném žebříčku asi nejvýše. Je zřejmé, že čím větší ostění, tím je rovina okna hlouběji. S trochou nadsázky výraz některých objektů připomíná spíše budovy pro armádu viz obr. /06/ až /08/. Naopak předsazená montáž i při zateplení tloušťky kolem 300 mm umožňuje zachovat přirozený vzhled vnějšího



06 až 08| Okno osazeno do zdiva, zatepleno větší (dnes ale standardní) tloušťkou izolantu

09| Předsazená montáž – vápenopiskové zdivo tl. 240 mm, ETICS tloušťky 300 mm

10| Předsazená montáž – vápenopiskové zdivo tloušťky 175 mm, ETICS tloušťky 280 mm

11| Okno osazené v rovině zdiva, ETICS tloušťky 300 mm. Investor se rozhodl pro sešíkmené ostění

12| Kompozitní úhelníky po obvodu připojovací spáry

13| Kompozitní úhelníky po obvodu připojovací spáry. Na ostění a rám nalepena vnitřní vzduchotěsnicí páska

14| Detail provádění vnějšího ostění





ostění a to na novostavbách i rekonstrukcích /obr. 09 a 10/. Na některých stavbách se objevují i řešení sešikmeného ostění /obr. 11/.

TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ PŘEDSAZENÉ MONTÁŽE VÝPLNÍ OTVORŮ

Na trhu se vyskytuje několik technických řešení, jak provést

předsazenou montáž výplně. U používaných řešení, se kterými se v rámci naší projekční a diagnostické činnosti setkáváme, bychom rádi přiblížili jejich výhody a nevýhody s ohledem napojení na navazující konstrukce a na reálné splnění doporučené normy pro montáž výplní otvorů ČSN74 6077 *Okna a vnější dveře–Požadavky na zabudování* [4].

Na úvod vyjmenuji jaké funkční požadavky (mimo již dříve uvedené) se uplatňují na zabudované výplně a připojovací spáru výplně otvoru:

- vzduchotěsnost, parotěsnost (vnitřní uzávěr připojovací spáry);
- tepelná izolace;
- vodotěsnost, vzduchotěsnost (vnější uzávěr připojovací spáry);
- dilatace výplně;
- kotvení výplně;
- dodržení rozměrů připojovací spáry;
- vzduchová neprůzvučnost okolních navazujících konstrukcí;
- přenos účinků statického a dynamického zatížení působícího na výplň do podkladu.

PŘEDSAZENÁ MONTÁŽ NA KOMPOZITNÍ ÚHELNÍKY

Provede se kotvení kompozitních profilů do zdiva. Kompozitní profily se rozmístí po obvodu připojovací spáry na základě velikosti a hmotnosti výplně. Rám okna je poté kotven ke kompozitním profilům /obr. 12/. Na předem připravené ostění je nalepena vnitřní vzduchotěsnicí páska /obr. 13/. Na obr. /14/ a /15/ je zobrazena





15

montáž tepelného izolantu v tomto detailu.

Výhody:

- cena.

Nevýhody:

- problematické řešení vnějšího uzávěru připojovací spáry;
- kotvení do dutinových materiálů;
- tepelný most v parapetu okna;
- vysoká pracnost detailu ETICS kolem výplně viz /obr. 15/;
- negativně ovlivňuje vzduchovou neprůzvučnost výplně.

PŘEDSAZENÁ MONTÁŽ
NA OCELOVÉ ÚHELNÍKY
KOTVENÉ PŘES VRSTVU
TEPELNĚIZOLAČNÍHO PROFILU

Způsob montáže je obdobný jako v předešlém případě. Kotvení přes vrstvu tepelněizolačního profilu obr. /16/ a /17/ má význam ve snížení tepelného mostu v místě ocelových kotev.

Výhody:

- příznivější tepelnětechnické vlastnosti.

Nevýhody:

- problematické řešení vnějšího uzávěru připojovací spáry;
- kotvení do dutinových materiálů;
- vysoká pracnost detailu ETICS kolem výplně;
- negativně ovlivňuje vzduchovou neprůzvučnost výplně.

PŘEDSAZENÁ MONTÁŽ
DO PŘIPRAVENÉHO MONTÁŽNÍHO
RÁMU Z OSB DESEK

Zejména u dřevostavb se často setkáváme s osazením výplně otvoru do předem připraveného montážního rámu z OSB desek /obr. 18/. Toto řešení považujeme kvůli únosnosti konstrukce rámu z OSB desek vhodné jen pro menší rozměry okenních výplní.

Výhody:

- snadnější opracování ETICS kolem výplně;
- vhodný podklad pro vnější i vnitřní uzávěr připojovací spáry.

Nevýhody:

- menší únosnost – vhodné pro menší rozměry okenních výplní.

- 15| Ručně upravená deska tepelného izolantu–vyfrézovaný prostor pro kompozitní kotvu
- 16, 17| Ocelové úhelníky kotvené přes vrstvu tepelněizolačního profilu po obvodu připojovací spáry
- 18| Kastlík z OSB desek jako nosná konstrukce pro předsazenou montáž okna



16

PŘEDSAZENÁ MONTÁŽ SYSTÉMEM ILLBRUCK

Dalším možným, tentokrát systémovým řešením předsazené montáže, je provedení pomocného celoobvodového nosného rámu na vnějším povrchu nosné konstrukce. Celoobvodový rám je proveden z tepelněizolačního profilu o součiniteli prostupu tepla $\lambda = 0,08 \text{ W/m.K}$.

Tepelněizolační profily se stabilizují k podkladu současným lepením a kotvením. Do takto vytvořeného rámu se vsazuje výplň. Kotvení výplně a provedení připojovací spáry u tohoto řešení předsazené montáže se pak nijak neodlišuje od montáže výplně v rovném ostění viz /obr. 19/.

Z profilů se sestavuje na stavbě osazovací rám. Průřez profilů zajišťuje dostatečnou únosnost i pro rozměrné výplně otvorů. Návrhové hodnoty únosnosti (povolené zatížení) kg/m dle typu nosného profilu a podkladu se pohybuje kolem 200 kg/m. Ale např. při předsazení 120 mm na betonovém podkladu je únosnost profilu až 940 kg/m. Projektanti a investoři tedy nemusejí mít obavy, že by byli limitováni ve svých představách co se týče velikosti výplní z důvodu jejich hmotnosti.

Kompletní podklady s návrhovými hodnotami únosnosti podle typu profilu a typu podkladu jsou k dispozici v katalogu STAVEBNINY DEK. V katalogu lze nalézt i další příslušenství a materiály, doprovázené technickými informacemi, pro správnou montáž výplní otvorů.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP MONTÁŽE

Předsazená montáž začíná tím, že profily se umísťují nejprve v parapetní části a poté následují ostění a horní ostění. Profily je nutné předem naformátovat podle rozměrů otvoru a do profilů vyvrtat otvory, tak aby každý profil byl kotven hmoždinkami v počtu 3ks/m. Profily lze jednoduše formátovat a upravovat nástroji na dřevo. Předvrtané otvory pro kotvení se umísťují do osy profilu, tak aby se





SKLADBA 210-15-3 V KATALOGU DEK

- 19| Předsazená montáž systémem Illbruck
- 20| Nanášení konstrukčního lepidla před nalepením nosného profilu.
- 21| Vnější uzávěr připojovací spáry
- 22| Okenní výplň osazená na tepelněizolační profily
- 23| Deska tepelného izolantu připravená pro osazení okolo výplně



minimalizovalo porušení podkladu z důvodu kotvení u hrany otvoru. V místech styčných ploch je nutné stavební otvor po celém obvodu a nosné profily opatřit penetračním nátěrem. Podklad před penetrací musí být suchý a zbavený volných částí, prachu, oleje a mastnoty. V připevnění profilů se kombinuje lepení rámu se šrouby. V rozmezí mezi 30 a 60 minutami po nanesení penetrace na podklad se na profily ve dvou souvislých pruzích vzdálených 20 mm od krajů aplikuje konstrukční lepidlo /obr. 20/. Profily po nanesení lepidla se okamžitě přitlačí silou k podkladu, tak aby lepidlo po přitlačení mělo šířku minimálně 18 mm. Konstrukční lepidlo samo o sobě umožňuje přesné osazení profilu, aniž by hrozilo jeho sjíždění do doby, než bude profil dokotven. Lepidlo mezi profilem a nosnou konstrukcí nezajišťuje pouze přenos tlakových a smykových sil, ale zároveň zajišťuje i těsnost připojovací spáry pro zabránění proudění vzduchu mezi interiérem a exteriérem. Lepidlo se pak z výše uvedených důvodů nanáší i na styčné plochy nosných profilů v rozích osazovacího rámu. Po provedení parapetního profilu kotveného do podkladu se pokračuje stejnou montáží profilů

na ostěních a horním ostění. Takto připravená konstrukce z nosných profilů umožňuje provedení montáže výplně plně v souladu s ČSN 73 0540-2 [1] a ČSN 74 6077 [4] /obr. 21/. Z pohledu poslední jmenované normy je umožněno provedení kotvicích prvků tak, aby bylo zabezpečeno přenesení sil od namáhání výrobku do konstrukce stavby a současně byly umožněny dilatační pohyby výrobku při použití páskové kotvy. Bez zásadních komplikací je možné utěsnit připojovací spáry třístupňovým provedením za pomoci těsnících pásek a nízkoexpanzní polyuretanové pěny. Druhou variantou provedení připojovací spáry je využití impregnovaného komprimovaného multifunkčního pásku illmond Trio plus.

Aby byla představená montáž kompletní, lepí se po obvodu výplně k nosným profilům předem naformátované přířezy tepelné izolace, aby se zajistila návaznost na tepelněizolační vrstvu ETICS /obr. 22, 23/.

<Martin Šauer>
<Zdeněk Píkl>

- [1] ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- [2] metodika Passivhaus Institut v Darmstadtu (www.passivhaus-institut.de)
- [3] ČSN EN ISO 13790:2009 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení
- [4] ČSN 74 6077 Okna a vnější dveře – Požadavky na zabudování

