

Tepelně technické posouzení prefabrikovaných panelů ENVEO s nosnou kostrou z tenkých válcovaných profilů.

A) Tepelné mosty a vazby

Návrh prefabrikovaných panelů přísně sleduje nejen statické posouzení jednotlivých konstrukčních prvků ve skladbě obvodového pláště s tenkými ocelovými nosnými prvky, ale prioritně je zaměřen na potlačení nežádoucích tepelných mostů v jednotlivých stěnových elementech (nehomogenita skladby), ale i na minimalizaci tepelných vazeb v nepojení jednotlivých elementů mezi sebou (nároží) popř. v napojení na nosné konstrukce (stěnový element a stropní konstrukce).

Sebelepší koncept konstrukce z nosných tenkostěnných kovových profilů má svá úskalí v podobě negativního vlivu tepelných mostů v konstrukcích a též nežádoucí kondenzace vodních par v systému obálky budovy. Právě tyto zmíněné a na sobě závislé vlivy stavební fyziky, se velmi často u sestav s ocelovými nosnými konstrukcemi opomíjejí. Přitom jde o logický jev vyplývající ze základní fyzikální vlastnosti oceli a tou je velmi vysoká tepelná vodivost materiálu $[W/(m.K)]$, oproti ostatním použitým materiálům ve skladbách.

Z uvedeného důvodu byl systém s ocelovými nosnými prvky konstrukce ENVEO podroben stavebně fyzikálnímu posouzení s maximálním důrazem na minimalizaci tepelných mostů jak ve velkoplošných prvcích, tak i ve spojích, tedy vazbách konstrukcí, aby nepředstavovaly zvýšené uživatelské riziko, ale aby nepřispívaly ke zvýšené energetické náročnosti stavby. Simulace byly prováděny pro vnitřní návrhové teploty a vlhkosti odpovídajícím bytovému prostoru.

Výpočty, ale hlavně závěry simulací jednotlivých detailů slouží projektantům a konstruktérům jako vodítko při správných návrzích jednotlivých detailů s maximálním potlačením tepelných mostů ve skladbách prvků a tepelných vazeb mezi nimi. Předložené zásadní informace o výsledcích tepelně vlhkostního posouzení jsou porovnávány s normovými požadavky a v tomto případě je záměr vyhovět doporučeným standardům norem (např. součinitel prostupu tepla vnější stěnou, ale i mezní hodnotě lineárního činitele prostupu tepla konkrétní vazby /* a bodového činitele prostupu tepla /** – ČSN 73 0540).

Obecně více informací k problematice posuzování detailů poskytuje Katalog tepelných vazeb Saint Gobain, část I. Vnější stěny, kde jsou přiblíženy postupy návrhu a posouzení jak součinitelů tepelné vodivosti, tak i vysvětlení souvislostí tepelných mostů a vazeb v konstrukcích s normovými požadavky posouzení.

/* Lineární činitel prostupu tepla ψ_e , $[W/(m.K)]$, vyjadřuje navýšení množství tepla, které proteče 1 m délky detailu lineárního spoje mezi dvěma a více konstrukcemi nad hodnotu odpovídající toku tepla jednotlivými konstrukcemi tohoto detailu. Souhrnný vliv lineárních tepelných vazeb se stanovuje vynásobením jednotlivých ψ_e hodnot délkou jejich výskytu v rámci celé obálky budovy a následným součtem takto vyjádřeného vlivu všech sledovaných lineárních tepelných vazeb v rámci teplosměnné obálky budovy.

/** Bodový činitel prostupu tepla χ_e , $[W/(K)]$, vyjadřuje navýšení množství tepla, které proteče jedním detailem [1 ks] bodového spoje mezi dvěma a více konstrukcemi nad hodnotu odpovídající toku tepla jednotlivými konstrukcemi tohoto detailu. Pro bodové činitele prostupu tepla platí totéž, co pro lineární činitele prostupu tepla, jen jejich souhrnný vliv se stanovuje prostým součtem jednotlivých χ_e hodnot bodových tepelných vazeb podle jejich výskytu v rámci celé obálky budovy.

Proč je věnována pozornost správnému návrhu detailů?

Při výpočtech tepelných ztrát objektu a hlavně PENB (průkazu energetické náročnosti stavby) je potřeba zadávat správně vliv tepelných mostů a vazeb, a to lze v podstatě dvěma způsoby:

- a) Přirážkou na vliv tepelných vazeb (podle vyhlášky MPO ČR č. 264/2020 Sb.), resp. průměrným vlivem tepelných vazeb mezi ochlazovanými konstrukcemi na systémové hranici zóny (podle ČSN 730540-4). Zadaná přirážka na vliv tepelných vazeb se použije při výpočtu měrného tepelného toku prostupem podle EN ISO 13789, EN ISO 52016-1 a podle ČSN 730540-4. Nejnižší přípustná přirážka na vliv tepelných vazeb je pro budovy a konstrukce se shodným zastoupením tepelných mostů, s důsledně optimalizovanými tepelnými vazbami, uvedena přirážka na vliv tepelných vazeb $\Delta U = 0,02$ [$W/m^2.K$].

- b) Přesnější hodnotu přirážky na vliv tepelných vazeb lze stanovit buď ze vztahů H.10 a H.11 v ČSN 730540-4 na základě známých lineárních a bodových činitelů prostupu tepla (též katalogy), lze ji také vypočítat a porovnat s požadavky na lineární činitel prostupu tepla dle ČSN 730540-2 v čl. 5.4. Pro každou tepelnou vazbu mezi konstrukcemi musí být splněna podmínka:
$$\Psi \leq \Psi_N, [W/(m.K)],$$
kde Ψ je vypočtený lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby mezi konstrukcemi a Ψ_N , je jeho normou požadovaná hodnota ve [$W/(m.K)$], která je uvedena v Tab. 1.

Splnění požadavků na lineární činitel prostupu tepla se nemusí hodnotit, je-li návrhem i provedením zaručeno, že je působení tepelných vazeb mezi konstrukcemi velmi malé (ČSN 730540-2 konkrétně uvádí, že musí být menší než 5 % nejnižšího součinitele prostupu tepla navazujících konstrukcí). Obvykle se jedná o případy s tepelnou izolací kontinuálně probíhající přes veškeré styky konstrukcí (např. při venkovním zateplení).

Shrnutí k vlivu tepelných vazeb a správnému návrhu:

Proto předkládáme ucelený přehled řešených a funkčních detailů systému ENVEO s informacemi o minimalizovaných vlivech tepelných mostů a vazeb pro další oporu při tepelně technickém hodnocení celé stavby.

B) Vlhkostní bilance sestavy vnějšího pláště

Jak bylo popsáno výše, návrh polohy ocelové konstrukce ENVEO je ve velké míře podmíněn souvislostmi získanými z výsledků simulací teplotních polí ve vybraných detailech. Vedle návrhu detailů, jsme věnovali pozornosti i bilančnímu výpočtu zkondenzované a vypařené vodní páry v samotných plošných prvcích.

V zimním období teploty interiéru a exteriéru dosahují nejvyššího teplotního gradientu a tím pádem dochází k nejvyšším tepelným tokům obálkou stavby, tvořenou stěnami, střechou, podlahou a soustavou napojení jednotlivých prvků obálky a samozřejmě výplněmi otvorů a napojení jejich rámců na ostění.

Teplotní tok přes jednotlivé konstrukce je dále úzce svázán s vlhkostním tokem, který závisí na tlakovém gradientu, tedy na tom, jak vysoký je tlak vzduchu včetně vodních par (parciální) v objektu oproti exteriéru. Nežádoucí vlhkostní tok jednotlivými obalovými konstrukcemi lze účinně regulovat,

popř. zcela vyloučit použitím parozábran, popř. správným vyskládáním materiálů ve skladbě s vysokým difúzním odporem. Tak lze vyloučit kondenzaci jak v kritických místech tepelných mostů, tak i ve skladbě samotné, kde není z pohledu účinnosti použitých materiálů (např. minerální vlna, dřevo) žádoucí.

U takto navržených skladeb obálky systémů ENVEO a samozřejmě u zásadních detailů systému jsme si jisti, že jsme nezanedbali energetické požadavky budoucí stavby, a navíc jsou pod kontrolou, či vyloučeny nežádoucí kondenzace ve skladbách či detailech, které by způsobily korozi kovových prvků a tím se zkracovala životnost konstrukce, ale docházelo by i k degradaci zejména tepelně izolačních materiálů ve skladbách a tím k nárůstu energetické náročnosti stavby.

Pro zamezení výše uvedených vlivů, je proto nutné v konstrukcích ENVEO správně zvolit a použít vždy spojitou vrstvu parozábrany (resp. parobrzdý), která se vkládá co nejbližší vnitřnímu (interiérovému) povrchu konstrukce a zadržuje tak, popř. výrazně limituje velikost vlhkostního toku do skladby konstrukce. Tyto požadavky jsou extrémně důležité i v místech napojení výplňových konstrukcí na neprůsvitné (parotěsné utěsnění napojení rámu oken a dveří na ostění, parapety, nadpraží).

Tepelná izolace je umístěna blíže vnějšímu povrchu konstrukce (exteriéru), a zamezuje tepelným ztrátám vnitřního vytápěného prostoru a také účinně izoluje ocelovou nosnou kostru před účinky nízkých venkovních teplot a tím minimalizuje vliv tepelných mostů a vazeb, viz popsáno výše.

Z uvedených příkladů, a hlavně simulací vyplývá, že objekt jako celek bude spolehlivě - tj. bez tepelných mostů a míst kondenzací vodních par jak na površích, tak uvnitř skladeb a v detailech jednotlivých konstrukcí fungovat pouze za předpokladu dokonalého utěsnění vrstvami parozábrany (parobrzdý) a funkční vrstvy tepelné izolace.

Proto předkládáme ucelený přehled řešených a funkčních detailů systému ENVEO.