

FASÁDY



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



STŘEDNÍ
PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
STAVEBNÍ
OPAVA

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Fasády

Technická příručka pro žáky středních průmyslových škol stavebních
oboru 36-47-M/01 Stavebnictví.

Ing. Ctibor Hůlka
Ing. Radim Mařík
Ing. Lubomír Odehnal
Ing. Pavel Štajnt
Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.

2014
Opava



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



STŘEDNÍ
PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
STAVEBNÍ
OPAVA

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato příručka vznikla na základě finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky
v rámci projektu OP VK „Stavebnictví 21“, reg. č. CZ.1.07/1.1.24/01.0110.

Děkujeme za vstřícnou spolupráci při tvorbě příručky

Ing. Lukáši Klementovi
Ing. Petru Kociánovi
Ing. Petru Schindlerovi, Ph.D.

Obsah

Úvod	1
Vnější tepelněizolační kompozitní systém - ETICS	3
1 Všeobecně	3
1.1 Použité zkratky a termíny	3
1.2 Definice ETICS	4
2 Přínosy ETICS	4
2.1 Ekonomické přínosy	4
2.2 Technické přínosy	4
3 Obecně závazné požadavky při navrhování a provádění ETICS	5
3.1 Mechanická odolnost a stabilita	5
3.2 Statické posouzení provedení ETICS	5
3.3 Tepelněvlhkostní požadavky	5
3.4 Požární bezpečnost	5
3.5 Akustické vlastnosti ETICS	15
3.6 Požadavky z hlediska barevnosti	15
4 Skladby a komponenty ETICS	17
4.1 Lepicí hmota	17
4.2 Mechanické kotvicí prvky	18
4.3 Tepelná izolace	24
4.4 Základní vrstva	31
4.5 Penetrační nátěr	33
4.6 Povrchové úpravy	33
4.7 Systémové příslušenství	38
5 Doplnkové plochy ETICS	41
5.1 Definice doplňkových ploch	41
5.2 Protipožární přepážky a pásy	41
5.3 Plochy pod reklamní předměty	41
5.4 Oblast soklu a oblast založení ETICS	41
6 Detaily ETICS	45
6.1 Napojení ETICS na okenní a dveřní rámy s řešením ostění a nadpraží.	45
6.2 Detail osazení parapetu v ETICS	47
6.3 Dilatační spáry objektové	50
7 Projektová příprava ETICS	51
8 Nové trendy při navrhování a provádění ETICS	53
8.1 Zdvojování ETICS	53
8.2 Lepení tepelné izolace PU pěnou	54

9 Provětrávané fasádní systémy	57
9.1 Použité zkratky a termíny	57
9.2 Základní charakteristika a popis provětrávaných fasádních systémů	57
10 Lehké provětrávané fasády plechové a s velkoformátovými obkladovými deskami	59
10.1 Konzoly	59
10.2 Ocelové profily tvořící nosný rošt	59
10.3 Obkladové prvky	62
10.4 Tepelná izolace	64
10.5 Pojistně hydroizolační a vzduchotěsná vrstva účinně propustná pro vodní páru	65
11 Provětrávané fasády s kamenným obkladem	67
11.1 Kotevní systémy pro kamenné obkladové desky	67
12 Provětrávané fasády s dřevěným obkladem	71
12.1 Charakteristika	71
12.2 Základní konstrukční principy	71
12.3 Nosný rošt	71
12.4 Materiály obkladu	71
12.5 Povrchové úpravy obkladu	71
12.6 Příklady profilů	73
Použitá literatura	75

Úvod

Tato publikace se věnuje vnějšímu plášti jak nových tak rekonstruovaných objektů. V obou případech je cílem aplikace vnějšího pláště splnění všech požadavků kladených na obvodové pláště. Jde zejména o požadavky z oblasti mechanické odolnosti a stability, úspor energií, požární bezpečnosti, akustiky a estetiky.

Vnější pláště budov mohou být jednoplášťové a víceplášťové, větrané a nevětrané.

Jednoplášťová fasáda může vzniknout například aplikací vnějšího kontaktního zateplovacího systému (ETICS) na stávající zeď z plných cihel.

Dvouplášťová provětrávaná fasáda vznikne například aplikací nosného roštu s vkládanou tepelnou izolací a finální povrchové úpravy (např. plechové kazety, velkoformátové obklady).

Vzhledem k odlišným principům provádění těchto dvou výše uvedených fasádních systémů bude tato publikace rozdělena na dvě části, kdy jedna se bude věnovat ETICS a druhá provětrávaným fasádním systémům.

Vnější tepelněizolační kompozitní systém - ETICS

1 Všeobecně

1.1 Použité zkratky a termíny

ETICS – vnější tepelněizolační kompozitní systém (external thermal insulation composite system)

ETA – Evropské technické osvědčení (European Technical Approval)

ETAG – Řídící pokyn pro evropská technická schválení (Guideline for European Technical Approval)

STO – Stavební technické osvědčení

EPS – F – fasádní expandovaný polystyren (expanded polystyrene)

EPS – F (G) – fasádní expandovaný polystyren s příměsí grafitu (expanded polystyrene)

XPS – extrudovaný polystyren (extruded polystyrene)

MW – minerální vlna (mineral wool)

PF - fenolická pěna (phenolic foam)

HBW - Luminiscenční referenční hodnota (světelnost) je stupeň odrazu barevného tónu mezi černým bodem (=0) a bílým bodem (=100). Tato hodnota vyjadřuje odchýlení barvy od tmavého nebo bílého bodu. Je to vlastnost barvy, kterou vnímáme jako zářící či rozjasňovací složku daného barevného odstínu.

Projektová dokumentace - zákonem a vyhláškou předepsaný soubor výkresových a textových dokumentů popisujících stavbu a stavební procesy. Poskytuje stavebníkovi, zhotoviteli i státní správě informace potřebné k naplánování a realizaci stavební činnosti a k přezkoumání jejich vlivů na uživatele a na bezprostřední okolí stavby (ochrana zdraví, úspora energií, šetrnost k životnímu prostředí, bezpečnost a funkčnost apod.). Podrobněji viz kapitola .

Stavební dokumentace - dokumentace zpracovaná pro dodávku a provedení ETICS, kterou obvykle zajišťuje dodavatel stavby nebo zhotovitel ETICS. Musí být v souladu s dokumentací ETICS a s projektovou dokumentací.

Dokumentace ETICS - dokumentace ETICS dodávaná výrobcem – (např. Montážní předpis ETICS DEK THERM a DEK THERM ELASTIK, technické a bezpečnostní listy jednotlivých výrobků; prohlášení o shodě, certifikát výrobku).

Zhotovitel ETICS - právnická nebo fyzická osoba oprávněná k provádění ETICS, která ETICS zabudovává do stavby.

Kontrolní a zkušební plán – plán kontrolních, zkušebních a převíracích činností, ověřující podklad pro ETICS, samotný ETICS a jeho provádění.

Podklad pro ETICS – vrstva nebo souvrství při povrchu nové nebo stávající stavební konstrukce, na kterou se realizuje ETICS. Stavební konstrukce mohou mít povrchovou úpravu z minerální nebo organické omítky nebo aplikovaný nátěr.

Soudržnost podkladu – pevnost v kolmém tahu vrstvy nebo souvrství při povrchu nové nebo stávající stěny.

Lepicí vrstva – vrstva zajišťující prostřednictvím lepicího tmelu trvalé spojení tepelného izolantu s podkladem.

Tepelněizolační vrstva - část ETICS vytvořená z tepelněizolačního materiálu (polystyren, minerální vlna, desky z fenolické pěny).

Ostění otvorů – boční ostění, nadpraží a parapet výplní otvorů (např. oken, dveří).

Příslušenství ETICS – materiály a prvky ETICS nezahrnuté v základní skladbě systému (rohové lišty, zakládací lišty, dilatační profily, apod).

1.2 Definice ETICS

Vnější tepelněizolační kompozitní systém (ETICS) je sestava výrobků dodávaná výrobcem ETICS obsahující následující komponenty speciálně určené pro použití v ETICS :

- v systému specifikovanou lepicí hmotu;
- v systému specifikovaný tepelněizolační materiál;
- v systému specifikované mechanicky kotvicí prvky;
- v systému specifikovanou základní vrstvu;
- v systému specifikovanou konečnou povrchovou úpravu.

Fasádní zateplovací systémy DEK THERM, DEK THERM ELASTIK a DEK THERM KERAMIK jsou určeny ke kontaktnímu zateplování vnější strany obvodových stěn budov. Systémy jsou tvořeny tepelnou izolací z desek z pěnového stabilizovaného polystyrenu nebo desek resp. lamel z minerální vlny. Tepelný izolant je k podkladu lepen a následně kotven talířovými hmoždinkami. Na tepelném izolantu je ze stěrkové hmoty a skleněné síťoviny vytvořena základní vrstva, na kterou je aplikována finální povrchová úprava.

Povrchová úprava může být provedena v různých variantách z minerálních, silikonových, silikátových, silikon - silikátových nebo akrylátových omítek v různých barevných a strukturálních úpravách. V systému DEK THERM KERAMIK tvoří povrchovou úpravu obkladové cihelné pásy (ražené nebo tažené- klinker).

2 Přínosy ETICS

ETICS především zlepšuje tepelnětechnické vlastnosti konstrukcí a tím snižuje potřebu energie a náklady na vytápění. Dodatečné zateplení stěny zvyšuje povrchovou teplotu na vnitřní straně stěny a omezuje riziko kondenzace nebo vzniku plísní na jejím vnitřním povrchu.

Fasádní systémy chrání nosné konstrukce před atmosférickými vlivy, zejména před velmi nepříznivými účinky vlhkosti a mrazu.

Fasádní systémy nejsou určeny k sanaci nestabilních konstrukcí (zakrytí aktivních trhlin), napomáhají zvýšení neprůvzdušnosti a k sanaci vlhkých konstrukcí. Fasádní zateplovací systémy výrazně nezvyšují hodnotu činitele vzduchové neprůvzdušnosti konstrukcí (ETICS s EPS ji dokonce snižuje).

2.1 Ekonomické přínosy

- snížení energetické náročnosti objektu
- zkrácení otopné sezóny
- zateplení je vhodné provést při potřebě renovace fasád

2.2 Technické přínosy

- zamezení vzniku plísní
- zlepšení tepelné pohody v objektu
- eliminace vlivu systematických tepelných mostů
- zvýšení akumulačního efektu hmotných nosných konstrukcí
- snížení namáhání konstrukcí klimatickými jevy
- zamezení pronikání vlhkosti konstrukčními spárami konstrukcí

3 Obecně závazné požadavky při navrhování a provádění ETICS

3.1 Mechanická odolnost a stabilita

Z hlediska mechanické odolnosti a stability ETICS je nutné rozlišovat systémy podle metod připevnění vrstvy tepelné izolace k podkladu na:

- Čistě lepené systémy - systémy jsou celoplošně lepeny. Nosným prvkem systému je lepicí hmota.
- Lepené systémy s doplňkovým mechanickým připevněním - zatížení se plně roznáší lepenou vrstvou. Mechanické připevňovací prostředky se používají hlavně k zajištění stability po dobu, dokud lepicí hmota nezatvrdne, a působí jako prozatímní spojení k vyloučení rizika odtržení. Mohou rovněž zajišťovat stabilitu v případě požáru.
- Mechanicky připevňované systémy s doplňkovým lepením - zatížení plně roznáší mechanické připevňovací prostředky. Lepicí hmota se používá zejména k zajištění rovinnosti instalovaného systému.
- Čistě mechanicky připevňované systémy - systém je připevněn ke stěně pouze mechanickými připevňovacími prostředky.

Nejběžněji používané systémy z hlediska připevnění k podkladu jsou systémy mechanicky připevňované s doplňkovým lepením. **Těmto systémům se věnují i další kapitoly této publikace.**

3.2 Statické posouzení provedení ETICS

Statické posouzení musí vždy řešit jak únosnost podkladu, tak způsob ukotvení vnějšího tepelněizolačního kompozitního systému. Musí být specifikován druh, počet a poloha fasádních hmoždinek. U hmoždinek je nutné zohlednit únosnost hmoždinky v podkladu a rovněž i protažení hmoždinky izolantem.

Vhodné typy certifikovaných hmoždinek pro příslušné systémy jsou vždy uvedeny v dokumentaci systému (ETA nebo STO).

U podkladu je potřeba jednoznačně určit, zda je možno jej zanechat v původním stavu nebo odstranit či lokálně vyspravit. Platí to například pro původní omítku.

3.3 Tepelněvlhkostní požadavky

V závislosti na tepelnětechnických požadavcích se provádí návrh tloušťky tepelné izolace ETICS. V přesném tepelnětechnickém výpočtu je nutné zahrnout vliv bodových tepelných mostů od kotev. Kotevní prvky s plastovým trnem je možno ve výpočtu zanedbat. Běžně používané fasádní hmoždinky s ocelovým trnem snižují hodnotu součinitele prostupu tepla o cca $0,0025 \text{ W/K}\cdot\text{ks}^{-1}$.

Při volbě konkrétní skladby je nutné vzít v úvahu i difuzní vlastnosti materiálů souvrství ETICS. V systému s minerálními vlákny zpravidla není vhodné používat povrchové úpravy z materiálů s vysokou ekvivalentní difuzní tloušťkou s_d (m) – akrylátové a silikonové omítky či akrylátové nátěry.

Výpočet tepelněvlhkostních procesů je jednou ze součástí projektové dokumentace vnějšího tepelně izolačního kompozitního systému.

3.4 Požární bezpečnost

Při navrhování a provádění vnějších tepelněizolačních kompozitních systémů je nutné dodržovat požadavky aktuálně platných požárních norem řady ČSN 73 08XX a ČSN EN 13501-1. Z těchto požadavků vyplývá, že vnější tepelněizolační kompozitní systém se hodnotí vždy jako celek (certifikovaný systém).

3.4.1 Zateplení novostaveb

Z požadavků ČSN 73 0810 vyplývá, že vnější tepelněizolační kompozitní systémy hodnocené jako celky, mající třídu reakce na oheň B s tepelnou izolací z polystyrenu (materiál třídy reakce na oheň E dle ČSN EN 13501-1) nebo fenolické pěny (materiál třídy reakce na oheň C dle ČSN EN 13501-1) a s povrchovou vrstvou vykazující index šíření plamene po povrchu $i_s = 0 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ je možné použít do požární výšky objektu $h_p < 12\text{m}$ a to bez omezení.

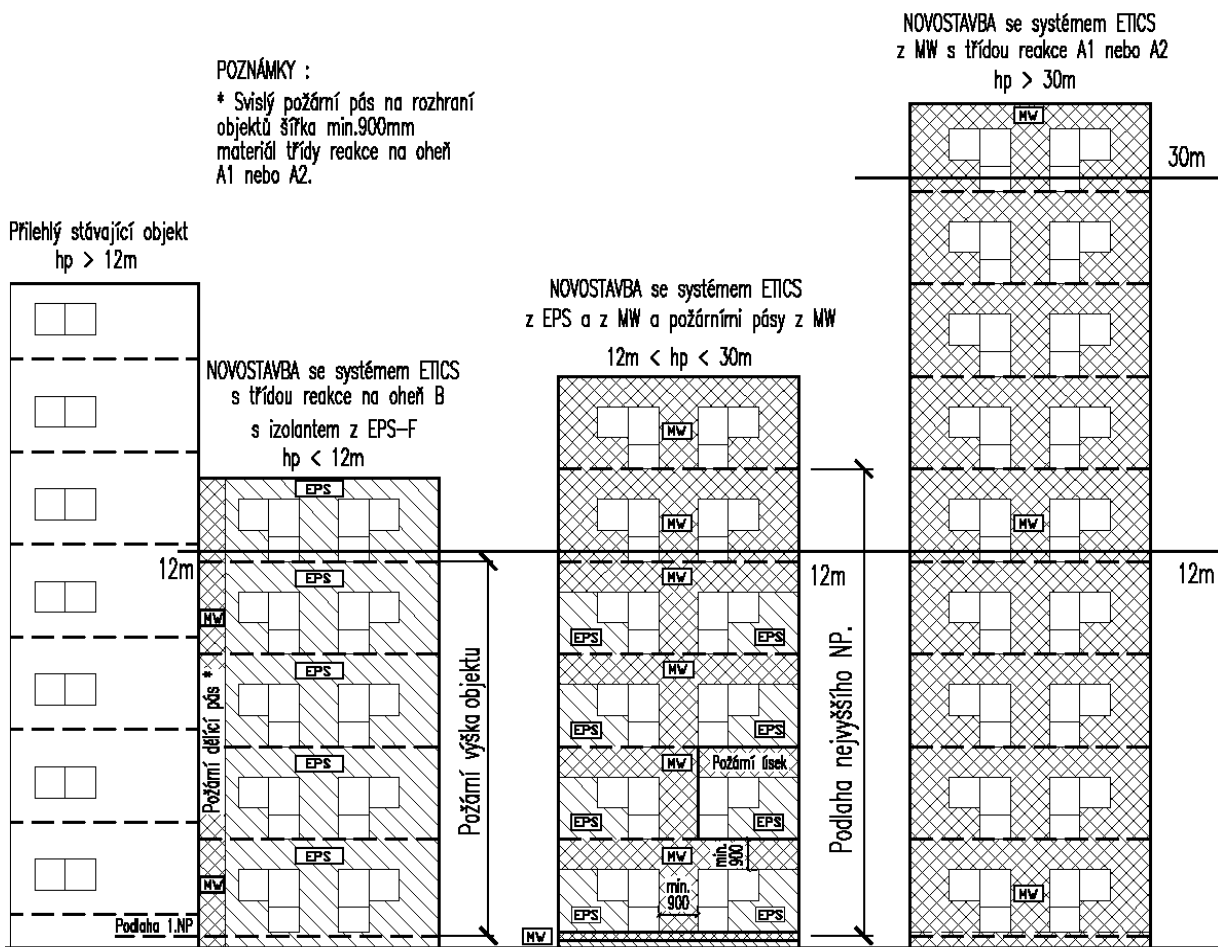
U objektů s požární výškou $h_p < 12\text{m}$, který navazuje na sousední objekt, provést svislý požární pás šířky min. 900mm (viz. Obr. 1).

U novostaveb s požární výškou objektů nepřesahující $h_p < 30$ m do požární výšky $h_p = 12$ m použít izolant třídy reakce na oheň minimálně E za předpokladu, že konstrukce má třídu reakce na oheň B. V oblasti založení systému je ve většině případů nutno vložit pás izolantu s třídou reakce na oheň A1 nebo A2 minimální výšky 0,5 m (minerální vlna). Ve vyšších podlažích nad $h_p = 12$ m je již nezbytné použít v celé ploše fasády tepelný izolant s třídou reakce na oheň A1 nebo A2.

U objektů s požární výškou $12\text{ m} < h \leq 30$ m, zajistit dělení požárních úseků (např. bytů) svislými a vodorovnými požárními pásy a to již od úrovně 1.NP. (viz. Obr. 1).

Při provádění ETICS u novostaveb s požární výškou $h_p > 30$ m je nutno použít na celé ploše fasády izolant s třídou reakce na oheň A1 nebo A2 (viz. Obr. 1).

Ve všech výše uvedených oblastech, kde jsou zvýšené požadavky na požární bezpečnost staveb, nebo v oblasti požárních pásů novostaveb, je nutné použít **kotevní prvky s ocelovým trnem**.



Obr. 1 - Zateplení novostaveb dle požadavků ČSN 73 0810 a ČSN 73 0802

3.4.2 Zateplení stávajících objektů

Objekty s požární výškou $h_p < 12$ m

Z požadavků ČSN 73 0810 vyplývá, že na konstrukce dodatečného zateplení obvodových stěn objektů s požární výškou $h_p < 12$ m nejsou u založení ETICS a v oblasti soklu, kladeny žádné požadavky na použití tepelné izolace třídy reakce na oheň A1 nebo A2. V celé ploše fasády i u založení ETICS může být tedy zateplení provedeno dle volby z desek MW, ale rovněž i z EPS, případně XPS nebo perimetrických desek. Požadavek na zateplení vzniká pouze při zateplování horizontálních konstrukcí ze spodní strany. V tomto případě, pokud se jedná o plochu větší než 1m^2 nebo pás podél fasády širší než 0,3 m, je nutné pro zateplení použít tepelnou izolaci s třídou reakce na A1 nebo A2.

Objekty s požární výškou $12\text{ m} < h_p < 22,5\text{ m}$

U konstrukcí dodatečného zateplení obvodových stěn objektů s požární výškou v rozmezí $12\text{ m} < h_p < 22,5\text{ m}$ lze bez omezení použít v ploše fasády izolant třídy reakce na oheň A1 nebo A2 (MW). Izolant třídy reakce na oheň minimálně E (např. EPS s ověřenou třídou reakce na oheň) lze použít pouze s dalšími podmínkami a opatřeními :

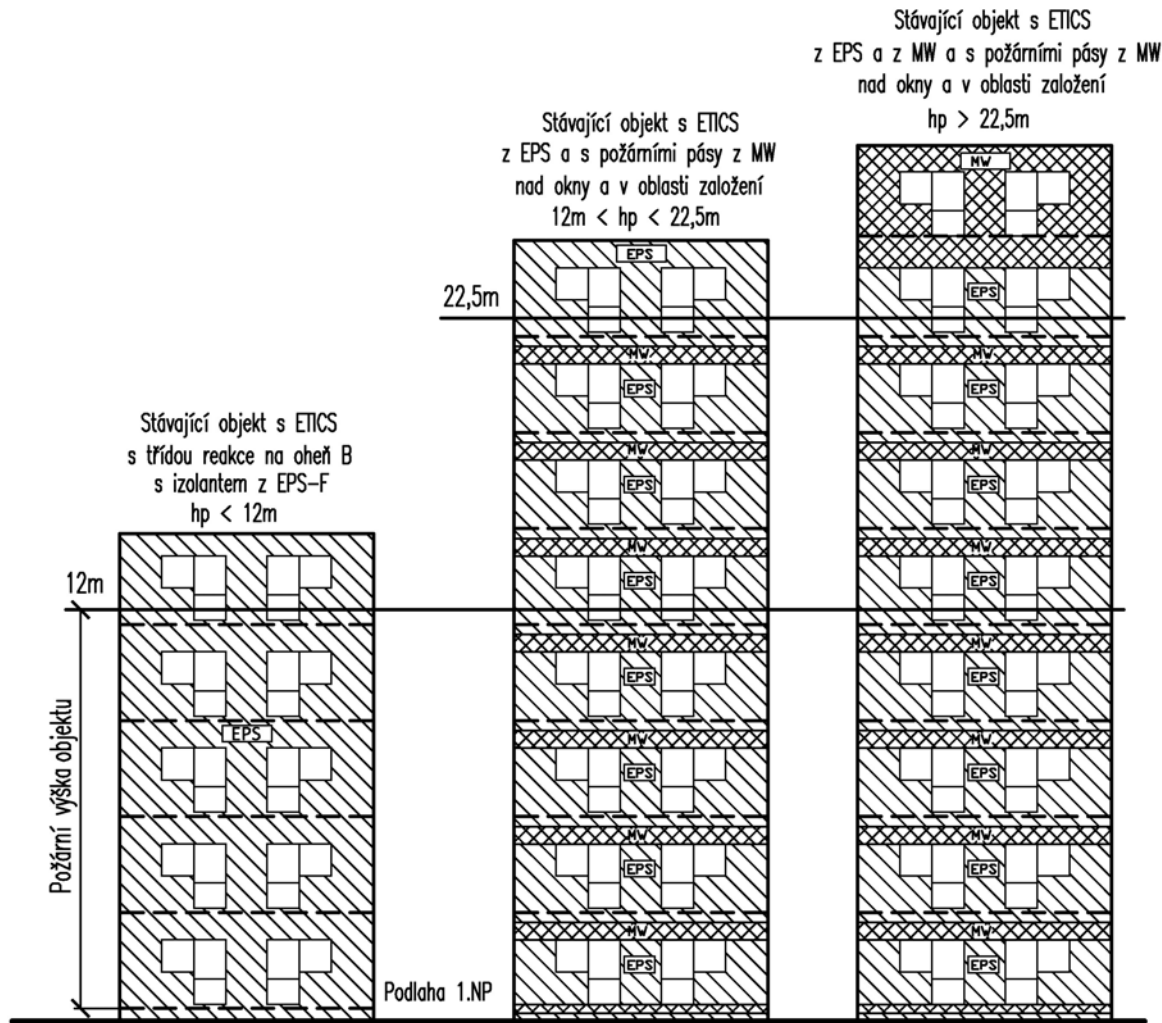
- Systém ETICS pouze s EPS bude splňovat třídu reakce na oheň B.
- Index šíření plamene po povrchu ETICS bude $i_s = 0,0\text{ mm/min}^{-1}$ (požadavek splní řádně certifikovaný ETICS s izolací z EPS a tenkovrstvými omítkami, např. systém DEKATHERM).
- Dále pak budou dodrženy konstrukční podmínky v založení ETICS a u nadpraží oken:
 - V úrovni založení zateplovacího systému bude pás tepelné izolace výšky 0,5 m s třídou reakce na oheň A1 nebo A2.
 - U všech oken nejvýše ve vzdálenosti 0,15 m nad stávající úrovní nadpraží bude tepelná izolace provedena z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2 v pruhu výšky 0,5 m. Tyto horizontální pruhy musí probíhat nad všemi okny v obvodové stěně. V případech větších vzdáleností mezi okny může být pruh přerušen, ale musí přesahovat přes okraj okna po stranách alespoň 1,5 m (viz Obr. 3 a 4). Zateplovací pruhy z minerálních vláken nad okny musí být již od 1.NP.

Požární řešení v úrovni založení ETICS i u všech oken s 0,5 m pruhem z minerálních vláken s třídou reakce na oheň A1 nebo A2, lze nahradit provedením detailu odzkoušeného dle zkušebního předpisu ISO 13 785. V těchto případech je nutné se informovat o řešení u výrobce ETICS.

Grafické znázornění konstrukčních variant řešení založení ETICS odzkoušených dle zkušebního předpisu ISO 13785 je provedeno v kapitole 3.4.3 Požární řešení v úrovni založení ETICS. Grafické znázornění detailu nadpraží oken odzkoušených dle zkušebního předpisu ISO 13 785 (viz Obr. 5 a 6).

Objekty s požární výškou $h_p > 22,5\text{ m}$

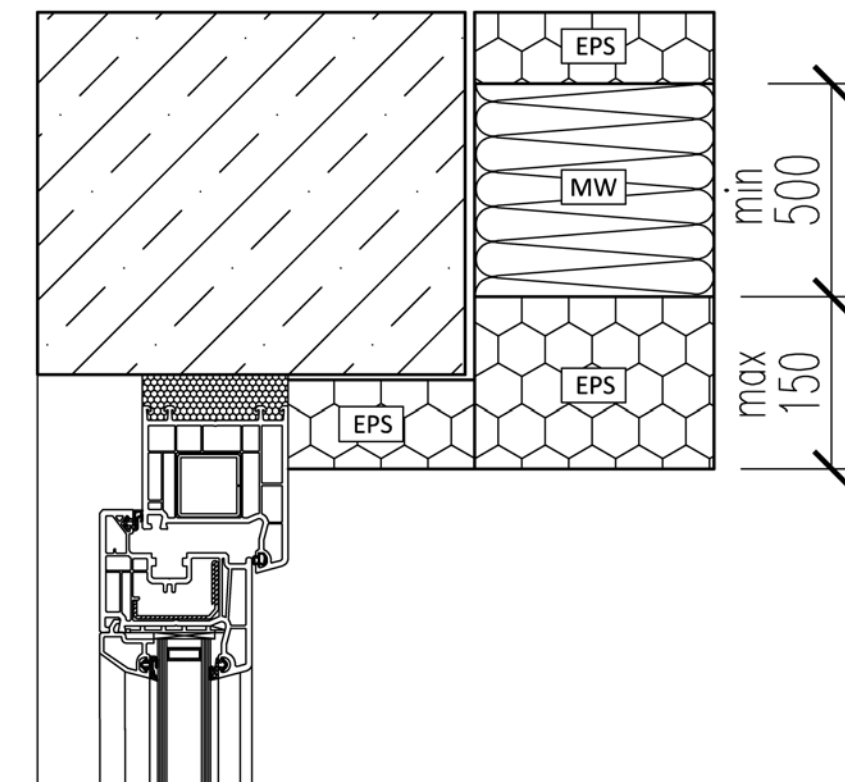
U konstrukcí dodatečného zateplení obvodových stěn objektů s požární výškou $h_p > 22,5\text{ m}$ je nutné použít v celé ploše fasády od 22,5 m a výše, respektive od úrovně podlahy nejbližšího vyššího podlaží, izolant s třídou reakce na oheň A1 nebo A2. Pod touto výškovou úrovní lze použít v celé ploše izolaci z MW nebo lze postupovat jako v případě objektu s požární výškou $12\text{ m} < h_p < 22,5\text{ m}$.



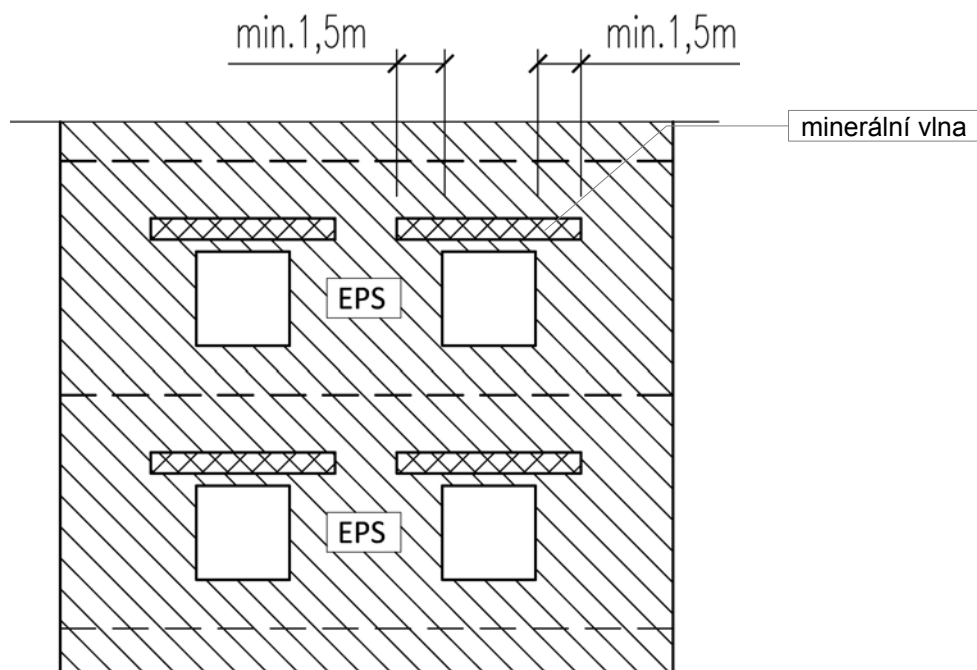
Obr. 2 - Zateplení stávajících objektů dle požadavků ČSN 73 0810

Poznámka č.1: Zateplením stávajících objektů se rozumí změna stávající stavby, která je cílená především na panelové bytové domy a objekty kolaudované před rokem 2000. Například pro 10 let starý objekt z roku 2003 a jeho ETICS je nezbytné vycházet ze stejných zásad jako pro objekt nový.

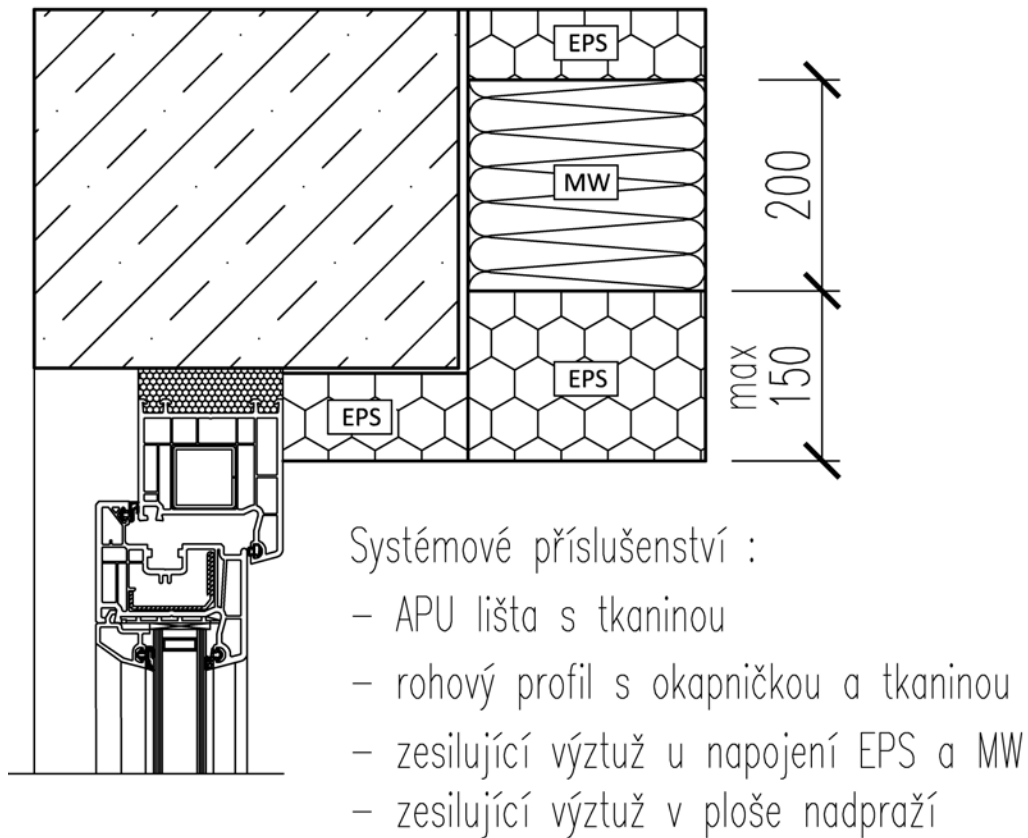
Poznámka č.2 Ve všech výše uvedených plochách, kde jsou zvýšeny požadavky na požární bezpečnost a v oblasti požárních pruhů je nutné použít kotevní prvky s ocelovým trnem.



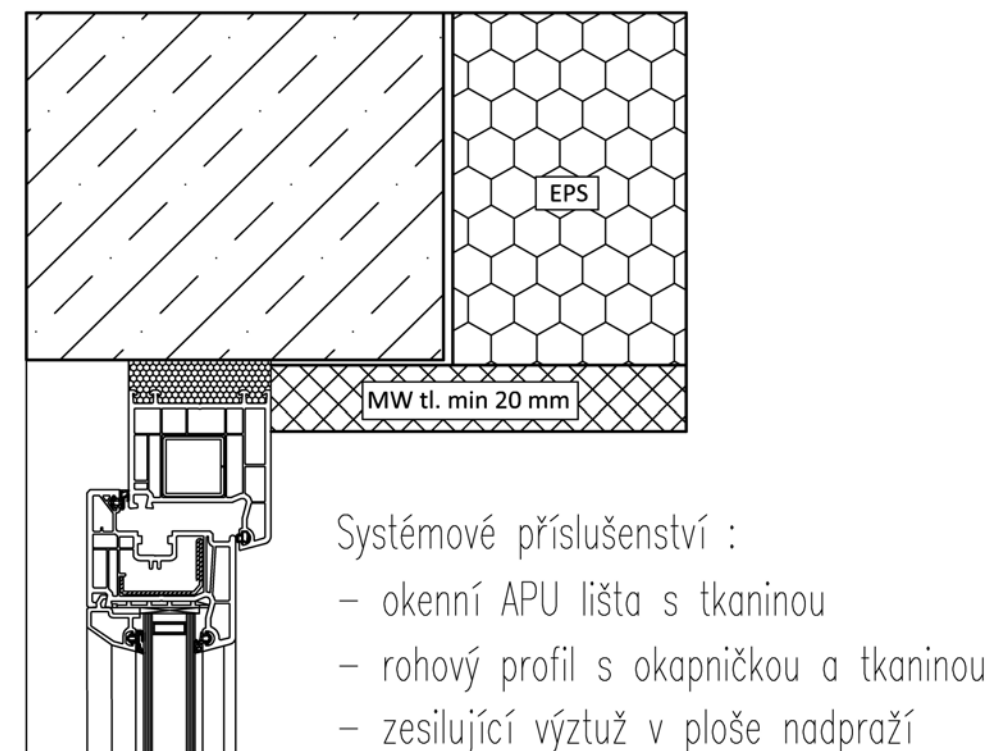
Obr. 3 - Schéma nadpraží oken u stávajících objektů dle požadavků ČSN 73 0810



Obr. 4 - Schéma nadpraží oken s pruhy z MW v ploše fasády dle ČSN 73 0810



Obr. 5 - Schéma nadpraží odzkoušený dle ČSN ISO 13 785 s pruhem z MW v ploše fasády výšky pouze 200 mm



Obr. 6 - Schéma nadpraží odzkoušený dle ČSN ISO 13 785 s MW pouze v nadpraží

3.4.3 Požární řešení v úrovni založení ETICS

Z důvodu ochrany stavby před vlhkostí a vodou je vhodné použít v založení materiál z XPS nebo perimetrických desek, avšak norma ČSN 73 0810 u objektů s $h_p > 12$ m požaduje, aby v úrovni založení zateplovacího systému bylo zajištěno, že nedojde k šíření plamene po vnějším povrchu ETICS a zároveň tepelnou izolací při zkoušce podle ČSN 73 0863 a to do 15 minut přes úroveň 0,5 m od spodní hrany založení ETICS. Zamezení šíření plamene od spodní hrany založení ETICS lze prakticky dosáhnout dvěma způsoby:

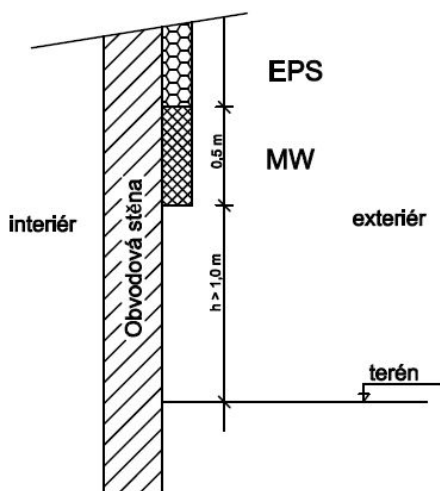
- Použitím tepelné izolace třídy reakce na oheň A1 nebo A2.
- Prokázáním nešíření plamene v uvedené době zkouškou podle ČSN ISO 13785-1.

Součástí změny Z1 normy ČSN 73 0810, která doplňuje požadavky na dodatečné zateplení objektů, se v poznámce k textu normy uvádí, že pro založení ETICS nad terénem nesmí být do výšky 1 m nad terénem použit zateplovací systém s třídou reakce na oheň B (obvykle systémy s EPS). Tedy tato část ETICS nad terénem musí být až do úrovně 1 m nad terénem zateplována izolačním materiálem z MW. Použití pěnových izolačních materiálů může být při založení ETICS pod úrovní terénu vyvedeno nejvýše 0,3 m nad úroveň terénu, od této výšky až do uvedené úrovně 1 m je nutné provést zateplení izolačním materiálem z MW. V případě svažitého terénu musí být dodržena výška 0,3 m pro pěnové izolanty, navazující MW musí být doplněna do výšky nejméně 1 m. Tento požadavek řešení soklu se nevztahuje na novostavby. Pro lepší názornost jsou požadavky normy převedeny do grafické podoby.

Variety založení ETICS nad terénem dle požadavků ČSN 73 0810 (Z1) 2012

a) založení ETICS nad terénem $h > 1,0$ m

Vhodná aplikace

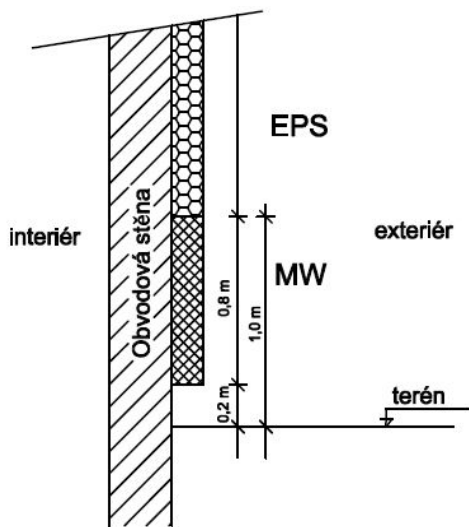


Vhodná aplikace

Řešení je vhodné u objektů, kde je zvýšené první nadzemní podlaží a ve výšce do jednoho metru nad úrovní terénu jsou například sklepní prostory. Zpravidla se u této varianty neprovádí zateplení soklové části. Pokud je zateplení soklové části vyžadováno, musí být provedeno pouze izolací z MW.

Obr. 7 - Založení ETICS nad terénem $h > 1,0$ m

b) založení ETICS nad terénem $h < 1,0$ m



Obr. 8 - Založení ETICS nad terénem $h < 1,0$ m

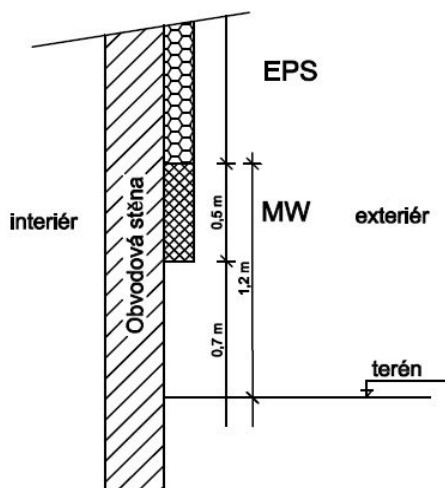
Vhodná aplikace

Řešení vychází z požadavku založení ETICS těsně nad úrovní přilehlého terénu a bez přiznaného soklu. Kolem objektu doporučujeme provedení okapového chodníku.

Doporučení pro aplikaci

Oblast z MW je vhodné opatřit v celé ploše do výšky 1,2 m zesílením základní vrstvy. Následně je vhodné v této ploše použít povrchové úpravy s vyšší odolností proti namáhání vlhkostí. (např. Marmolit).

c) založení ETICS nad terénem $h < 1,0$ m platí i pro $h > 1,0$ m

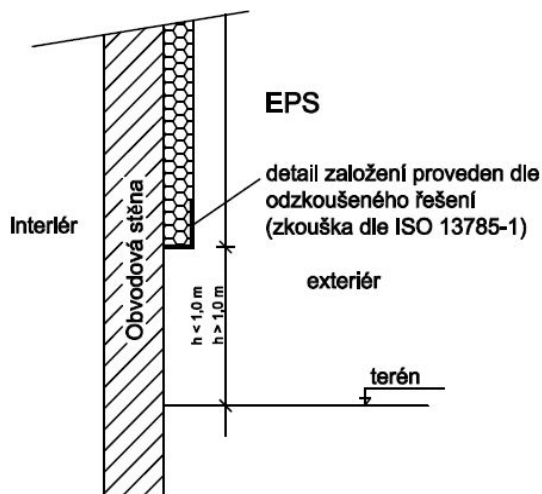


Pruh z MW musí být min 0,5 m

Obr. 9 - založení ETICS nad terénem $h < 1,0$ m platí i pro $h > 1,0$ m

Vhodná aplikace

Tento případ je velmi častý zejména v případech, kdy se přiznává původní sokl. Založení se provádí v úrovni původního soklu na montážní lať a původní sokl se nezatepluje. Pokud je zateplení soklové části vyžadováno, musí být provedeno pouze izolací z MW.

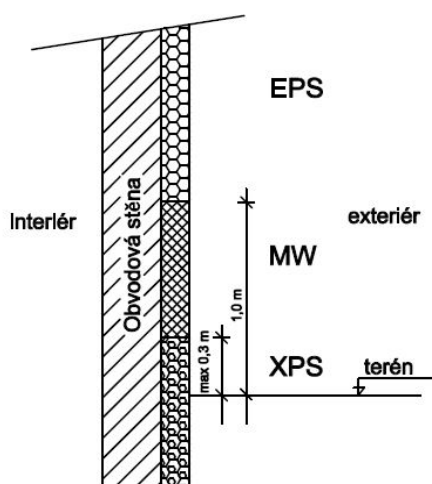
d) založení ETICS nad terénem $h < 1,0$ m nebo $h > 1,0$ m se zkouškou dle ČSN ISO 13785-1

Obr. 10 - založení ETICS nad terénem $h < 1,0$ m nebo $h > 1,0$ m se zkouškou dle ČSN ISO 13785-1

Poznámka :

Řešení umožňuje provést založení ETICS nad terénem s možností přiznaného soklu aniž by bylo v základací liště použito izolace z MW. Pokud by byl požadavek na zateplení soklové části, muselo by být i v tomto případě použito izolace z MW.

e) založení ETICS pod terénem dle požadavků ČSN 73 0810 (Z1) 2012 se stejnou tloušťkou tepelné izolace soklu a v ploše fasády (nepřiznaný sokl)



Stejná tloušťka ETICS po celé výšce.

Obr. 11 - založení ETICS pod terénem dle požadavků ČSN 73 0810 (Z1) 2012 se stejnou tloušťkou tepelné izolace soklu a v ploše fasády (nepřiznaný sokl)

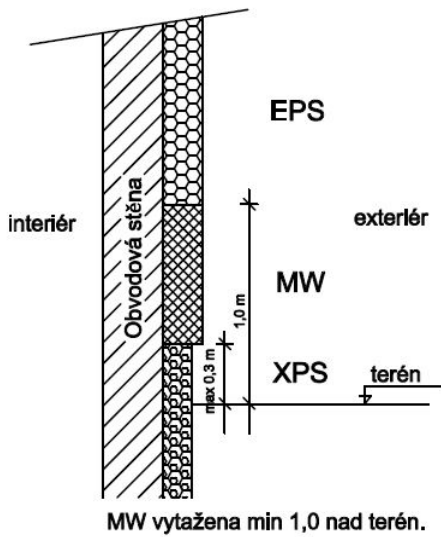
Vhodná aplikace

Řešení bez přiznaného soklu s konstantní tloušťkou tepelné izolace pod i nad terénem. Norma ČSN 73 0810 povoluje vytažení izolace z XPS maximálně do výšky 0,3 m nad úroveň terénu!

Doporučení pro aplikaci

Do výšky 1,2 m doporučujeme v celé ploše provést zesílení základní vrstvy. Následně je vhodné v této ploše použít povrchové úpravy s vyšší odolností proti namáhání vlhkostí (např. Marmolit).

f) založení ETICS pod terénem s ustupující tloušťkou tepelné izolace v soklové části (přiznaný sokl)



Vhodná aplikace

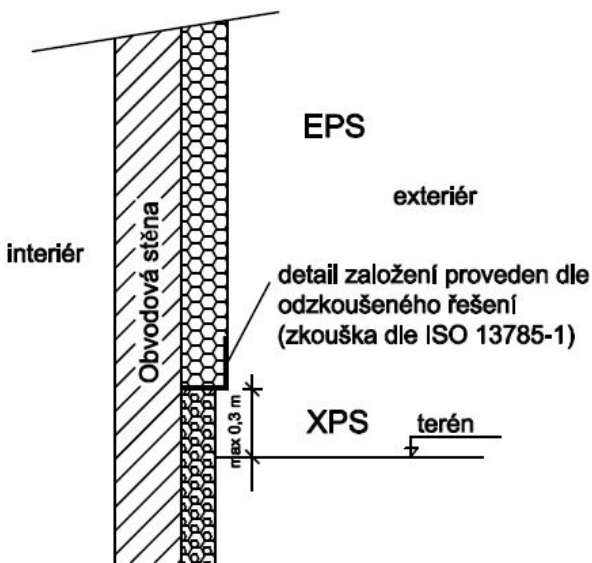
Řešení přiznaného soklu těsně nad úrovní terénu. Norma ČSN 73 0810 povoluje vytažení izolace z XPS maximálně do výšky 0,3m!

Doporučení pro aplikaci

Oblast z MW je vhodné opatřit v celé ploše do výšky 1,2 m zesílením základní vrstvy. Následně je vhodné v této ploše použít povrchové úpravy s vyšší odolností proti zvýšenému namáhání vlhkostí. (např. Marmolit).

Obr. 12 - založení ETICS pod terénem s ustupující tloušťkou tepelné izolace v soklové části (přiznaný sokl)

g) založení ETICS pod terénem se zkouškou dle ČSN ISO 13785-1



Poznámka :

Tato varianta umožňuje založení ETICS pod terénem i s variantou přiznaného soklu těsně nad úrovní přilehlého terénu bez nutnosti použití izolantu z MW.

Obr. 13 - založení ETICS pod terénem se zkouškou dle ČSN ISO 13785-1

Mimo požadavky na založení ETICS norma ČSN 73 0810 (Z1) v platném znění u stávajících objektů s požární výškou $12\text{ m} < h_p < 30\text{ m}$ dále specifikuje:

Nad okny, kde jsou nehořlavé konstrukce (např. balkony), které vystupují před vnější líc povrchu obvodové stěny alespoň o 0,6 m, se nepožadují zateplovací pruhy z minerálních vláken. Aby tyto konstrukce mohly nahradit zateplovací pruhy, musí být splněno, že spodní plocha je nejvýše 0,5 m nad nadpražím. Pokud se zatepluje spodní plocha těchto předsazených konstrukcí, musí být zateplení provedeno pouze z izolantů třídy reakce A1 nebo A2, tedy MW.

Vnější zateplení horizontálních konstrukcí ze spodní strany musí být bez ohledu na objekt a jeho výšku zatepleno tepelnou izolací z MW (platí i pro nové objekty). Je-li tato zateplovaná plocha menší než $1,0\text{ m}^2$

nebo jde o pás podél obvodové stěny v šířce do 0,3 m, potom není nutné používat minerální vlákna a lze použít např. EPS. Výjimkou je i rodinný dům (OB1), tam může být EPS na horizontálních konstrukcích všude.

3.5 Akustické vlastnosti ETICS

V současné době nemají výrobci ETICS povinnost ve svých CE štítcích uvést hodnotu vzduchové neprůzvučnosti systému. Parametry tedy nemusí zkoušet a tedy k akustickým parametrům systému se nevyjadřují. Je tak čistě na zodpovědnosti projektanta, jak posouzení obvodové stěny s ETICS provede a zda splní obvodová stěna s ETICS požadavky ČSN 73 0532 na váženou neprůzvučnost.

Váženou neprůzvučnost obvodové stěny nejvíce ovlivňuje typ použité tepelné izolace. Z dosavadních zkušeností doporučujeme při aplikaci ETICS s izolací z EPS uvažovat korekci ΔR_w (-4dB). Pro ETICS s izolací z MW lze uvažovat korekci ΔR_w (-1 až +1dB). Z výše uvedeného je zřejmé, že aplikací ETICS může dojít ke zhoršení vzduchové neprůzvučnosti obvodové stěny. Toto má výrazný vliv například i pro volbu oken umístěných v obvodové stěně. Požadavek na váženou neprůzvučnost oken R_w (dB) umístěných v obvodové stěně objektu se stanoví z požadavku vážené neprůzvučnosti pro celý obvodový plášť a z poměru ploch oken k celkové ploše obvodového pláště. U stanovení vážené neprůzvučnosti oken norma umožňuje snížení požadavků neprůzvučnosti, které se ale uplatní jen tehdy, jestliže hodnota vážené stavební neprůzvučnosti plně části obvodového pláště (zdivo s ETICS) nebo zdivo bez ETICS je nejméně o 10 dB vyšší než hodnota vážené stavební neprůzvučnosti okna.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že pokud bude na základě parametrů plně části obvodové stěny uplatněno snížení vzduchové neprůzvučnosti oken, je nutné váženou neprůzvučnost plně části obvodové stěny posoudit včetně zvoleného systému ETICS.

3.6 Požadavky z hlediska barevnosti

Zejména na osluněných fasádách doporučujeme při návrhu barevnosti fasádního systému volit odstíny s činitelem odrazu HBW vyšším než 30 (světlé barvy). Použití odstínů povrchové úpravy s činitelem odrazu HBW menším než 20 (tmavší barvy) ve větších plochách je nevhodné z důvodu vysokého teplotního namáhání. Tmavší barevné odstíny lze použít pouze na menší grafické prvky na fasádě. Mezi nejběžněji používané barvy omítek nebo nátěrů patří světlé odstíny barev žluté, hnědé, modré, oranžové, červené, fialové a růžové.

4 Skladby a komponenty ETICS

Skladba vnějšího tepelněizolačního kompozitního systému je vždy tvořena následujícími komponenty:

- lepicí hmota a mechanicky kotvicí prvek;
- tepelná izolace;
- základní vrstva (zpravidla lepicí hmota a výztužná skleněná síťovina);
- konečná povrchová úprava;
- systémové příslušenství.

4.1 Lepicí hmota

Nejčastěji se používají minerální lepicí hmoty na bázi cementu s organickými pojivy. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.1, lepicí hmota může v systému sloužit jako hlavní nosný prvek (u systémů čistě lepených) nebo může mít funkci doplňkovou (systémy kotvené s doplňkovým lepením). V obou těchto případech je stěžejním parametrem lepicí hmoty její přidrženost k podkladu a k tepelněizolačnímu materiálu.

Způsob a množství nanesené lepicí hmoty na desky tepelné izolace se vždy musí řídit postupem uvedeným v ČSN 73 2901. Velmi často způsob lepení uvádějí i montážní předpisy výrobců ETICS. Zpravidla musí být dodrženo minimální množství lepidla na ploše desky tepelné izolace. Dle ČSN 73 2901 musí být u systémů čistě lepených s izolantem z EPS množství naneseného lepidla na tepelné izolaci minimálně 40 %. U systémů s izolantem z MW musí být tepelná izolace s podkladem spojena celoplošně. Výrobci ETICS udávají tato množství z praktických zkušeností i u systémů mechanicky připevňovaných s doplňkovým lepením.

Dále je specifikován způsob nanášení lepidla v závislosti na podkladu (na deskové materiály se vždy lepí celoplošně), a na materiálu tepelné izolace (lamely z MW se vždy lepí celoplošně), způsobu kotvení (lepicí hmota na rubu desky v místě hmoždinky) a s ohledem na požární požadavky (rámeček po obvodu).

Požadavky na podklad:

Teplota podkladu a okolí musí být od +5°C do +30°C. Podklad musí být suchý, vyzrálý, bez tvarových změn, únosný, zbavený nečistot (prach, olej, mastnota apod.). Mechanické vlastnosti se posuzují vizuálně poklepem, případně odtrhovými zkouškami. Očištění povrchu konstrukcí se provede mechanicky nebo vysokotlakou párou či vodou. Případné nesoudržné vrstvy, které by bránily spojení podkladu s tmelem se musí odstranit.

Bodové lepení:

Bodové lepení lze použít pro lepení desek z polystyrenu a desek z minerálních vláken (nikoliv lamel z minerálních vláken). Na desky tepelné izolace se nanáší lepicí hmota po obvodu (pás o šířce cca 50 mm) a v ploše desky (3-4 terče velikosti dlaně) tak, aby bylo přilepeno nejméně 40 % plochy desky (doporučujeme nanést maltu na 50-60% plochy desky). Tloušťka lepicí hmoty je cca 10 - 30 mm.

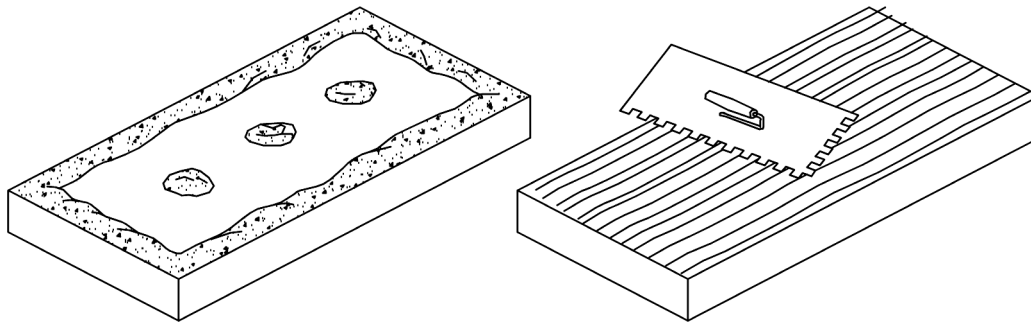
Lepení pouze na terče bez pásu po obvodu není přípustné z důvodu rizika prohýbání desek a z důvodu proudění vzduchu za tepelnou izolací.

Celoplošné lepení:

Pokud je podklad rovný, je možné lepicí hmotu nanášet celoplošně zubovou stěrkou (zuby 10x10 mm). Při nanášení lepicí malty je nutné dbát, aby se nedostala do spár desek.

Celoplošným nanesením lepicí hmoty se vždy lepí lamely z minerálních vláken.

Celoplošné nanesení je nutné použít také při lepení tepelné izolace na desky na bázi dřeva.



Obr. 14 - Nanášení lepicí hmoty na desku tepelné izolace (bodově a celoplošně)

4.2 Mechanické kotvicí prvky

Návrh mechanického upevnění se provádí u systémů čistě mechanicky kotvených nebo u systémů kotvených s doplňkovým lepením. Návrh a posouzení mechanického upevnění ETICS musí být podle ČSN 73 2901 součástí projektové dokumentace. Dokumentace musí řešit typ hmoždinek, jejich počet, polohu vůči základní vrstvě a rozmístění hmoždinek v ploše tepelněizolačních desek a v místě jejich styků, a/nebo v celé ploše ETICS.

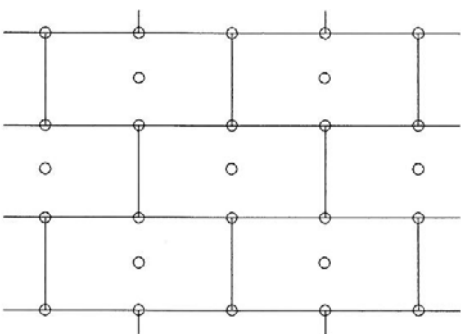
Pro nejběžněji používané systémy v ČR, kterými jsou systémy mechanicky kotvené s doplňkovým lepením, je hlavním nosným a stabilizačním prvkem systému fasádní hmoždinka.

Pro upevnění ETICS se smějí použít pouze fasádní hmoždinky s ověřenými vlastnostmi, které zajistí spolehlivé upevnění (certifikované hmoždinky dle předpisu ETAG 014).

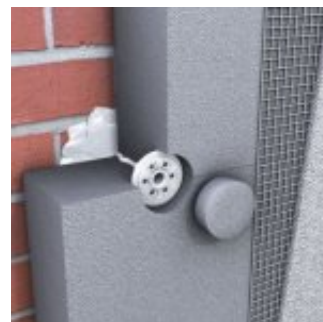
Mechanické kotvení tepelněizolační vrstvy fasádními hmoždinkami spočívá v dokonalém a spolehlivém spojení fasádní hmoždinky s nosným podkladem. Fasádní hmoždinka je konstrukční prvek, který zajišťuje spojení vnějšího tepelněizolačního kompozitního systému s nosnou vrstvou podkladu. Síla, vyvolaná sáním větru zachycená talířkem hmoždinky, se přenáší přes rozpěrnou část hmoždinky do pokladu. Toto je základní mechanismus, kterým se řídí princip navrhování vhodného typu a počtu fasádních hmoždinek.

Pro redukci tepelných mostů je možné hlavy talířových hmoždinek zapouštět do tepelné izolace a následně zakrýt zátkou (např. hmoždinky Ejot STR-H nebo Ejot STR-U). Zápustnou montáž lze použít pouze pro tepelné izolace o tloušťce větší než 80 mm, jelikož při montáži dochází ke zmenšení únosnosti materiálu pod talířkem hmoždinky (viz Obr. 16).

S ohledem na hydrotermické zatížení tepelné izolace v systému by měl být vždy zvolen nejmenší počet kotev 6ks/m² (to představuje kotvit v T-sparách a jednou hmoždinkou do plochy desky).



Obr. 15 - Rozmístění hmoždinek při počtu 6 ks na m², z toho 4 ks ve spárách



Obr. 16 - Zápustná montáž hmoždinky se zátkou z tepelné izolace

4.2.1 Volba typu hmoždinky

Volba typu hmoždinky (s plastovým trnem, kovovým trnem, zatloukací, šroubovací nebo nastřelovací) závisí na druhu podkladní konstrukce, použité tepelné izolaci, hmotnosti zateplovacího systému a požadavcích z hlediska požární bezpečnosti.

Při kotvení fasádního systému do hmotnosti 10 kg/m² se používají hmoždinky s plastovým trnem, nad 10 kg/m² a do 25 kg/m² hmoždinky s ocelovým trnem případně šroubem. Vyšší hmotnosti souvrství ETICS výrobci zpravidla nemají odzkoušeny. V těchto případech je vždy nutné statické posouzení konkrétního ETICS na konkrétní objekt.

Pro kotvení tepelných izolantů z minerální vlny je nutno použít pouze hmoždinky s kovovým trnem. Pro tloušťky minerálních fasádních desek nad 140 mm je vhodné používat šroubovací hmoždinky.

Kotevní prvky s ocelovým trnem nebo s ocelovým šroubem je dále nutné vždy použít v oblasti požárních pásů novostaveb a pro kotvení systému na konstrukce ohraničující požární úseky a rovněž v založení systému a u nadpraží oken v místech, kde jsou kladeny zvýšené požadavky na požární bezpečnost popsané v kapitole 3.4.

Následující tabulka uvádí vybrané doporučené hmoždinky (konstrukce hmoždinek) v závislosti na druhu použité tepelné izolace a s ohledem na povrchovou úpravu ETICS.

Tabulka 1/1: Volba hmoždinky vybraných výrobců v závislosti na tepelné izolaci a povrchové úpravě ETICS

Povrchová úprava tenkovrstvými omítkami	
Tepelná izolace EPS, XPS, šedý EPS	zatloukací talířová kotva s plastovým rozpěrným trnem (Ejot NTK U, Bravoll PTH 60/8) pro beton a plné a děrované zdící materiály
Tepelná izolace z minerálních desek s kolmým nebo podélným vláknem	talířová šroubovací hmoždinka s ocelovým šroubem (Ejot STR U 2G, NT-U) zatloukací talířová kotva s ocelovým rozpěrným trnem (Bravoll PTH-KZ)
Tepelná izolace z fenolické pěny Kooltherm K5	talířová šroubovací hmoždinka s ocelovým šroubem (Ejot STR U 2G, NT-U) – povrchová montáž
Dvouvrstvá tepelná izolace z minerálních vláken Frontrock MAX E	talířová šroubovací hmoždinka s ocelovým šroubem (Ejot STR U 2G, NT-U) – povrchová montáž
Povrchová úprava keramický obklad	
Tepelná izolace z minerálních desek s kolmým vláknem	talířová šroubovací hmoždinka s ocelovým šroubem (Ejot STR U 2G, NT-U)
Povrchová úprava umělý kámen	
Tepelná izolace EPS, XPS, šedý EPS	talířová šroubovací hmoždinka s ocelovým šroubem (Ejot STR U 2G, NT-U)
Poznámky: Pro ETICS s keramickým obkladem se počet a typ hmoždinek navrhuje na základě výtažných zkoušek na stavbě. Do výšky 2.NP se doporučuje použít nejméně o 50% více hmoždinek, v oblasti nad 2.NP pak nejméně dvojnásobný počet hmoždinek než u tepelné izolačního systému s povrchovou úpravou tenkovrstvými strukturálními omítkami.	

Tabulka /2/: Kotevní hloubky nejčastěji používaných fasádních hmoždinek výrobce EJOT v ETICS

Kategorie použití v podkladních materiálech dle ETAG 014	Typ hmoždinky	Efektivní kotevní hloubka h_{ef} [mm]
A obyčejný beton C12/15 až C 50/60	Ejot STR U 2G Ejot NTK U Ejot NT U	25 40 25
B plné zdivo (pálené a/nebo vápenopískové prvky)	Ejot STR U 2G Ejot NTK U Ejot NT U	25 40 25
C duté nebo děrované zdivo	Ejot STR U 2G Ejot NTK U Ejot NT U	25 40 25
D beton z pórovitého kameniva	Ejot STR U 2G	25
E autoklávový pórobeton P2 až P7	Ejot STR U 2G	65
Dřevo, desky typu OSB, sádrovláknité desky	Ejot STR H	30-40
Poznámky :		
Všechny hodnoty h_{ef} (mm) jsou pro účel této tabulky převzaty z dokumentů ETA výrobců jednotlivých typů hmoždinek.		
Kotevní hloubky platí pro minimální tloušťku podkladního materiálu 100 mm.		
Hmoždinky výrobce EJOT (ejotherm STR U 2G, STR H a NT U) mají trny z pozinkované oceli, u teleskopické hmoždinky ejotherm NTK-U je trn z plastu vyztuženého skelnými vlákny.		
Hmoždinky výrobce BRAVOLL PTH-KZ 60/8 a PTH KZL 60/8 mají trny z pozinkované oceli, hmoždinky PTH-L 60/8 a PTH 60/8 mají trny z polyamidu.		

4.2.2 Návrh mechanického upevnění

Mechanické upevnění ETICS se navrhuje na účinky působících zatížení. Obecně se uvažují nejméně účinky vlastní hmotnosti, zatížení větrem a účinky objemových změn.

U systémů ETICS, jejichž vlastnosti byly posouzeny podle postupů ETAG 004, obvykle postačuje posouzení mechanického upevnění na účinky zatížení větrem.

Mechanické upevnění systémů s charakteristickou plošnou hmotností povrchové úpravy větší než $20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ musí být navrženo i na účinky vlastní hmotnosti povrchové úpravy a účinky jejich objemových změn (např. systémy s obkladovými keramickými pásky).

4.2.3 Zjednodušený návrh mechanického upevnění hmoždinkami na účinky sání větru

Návrh mechanického upevnění ETICS na účinky sání větru s hmoždinkami o známých vlastnostech lze provést zjednodušeným postupem. Postup lze uplatnit u budov, které spadají do větrových oblastí I až IV podle ČSN EN 1991-1-4. Proudění větru kolem těchto budov není nepříznivě ovlivněno jejich tvarem, polohou nebo překážkami v okolí a jejich výška nad okolním terénem po horní hranu atiky nebo římsy nepřesáhne 38 m.

4.2.3.1 Podmínky zjednodušeného návrhu

Zjednodušený návrh se použije pouze pro hmoždinky, u nichž jsou současně splněny následující podmínky (certifikované hmoždinky dle ETAG 014):

- průměr talířku hmoždinky je roven nebo větší než 60 mm.

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

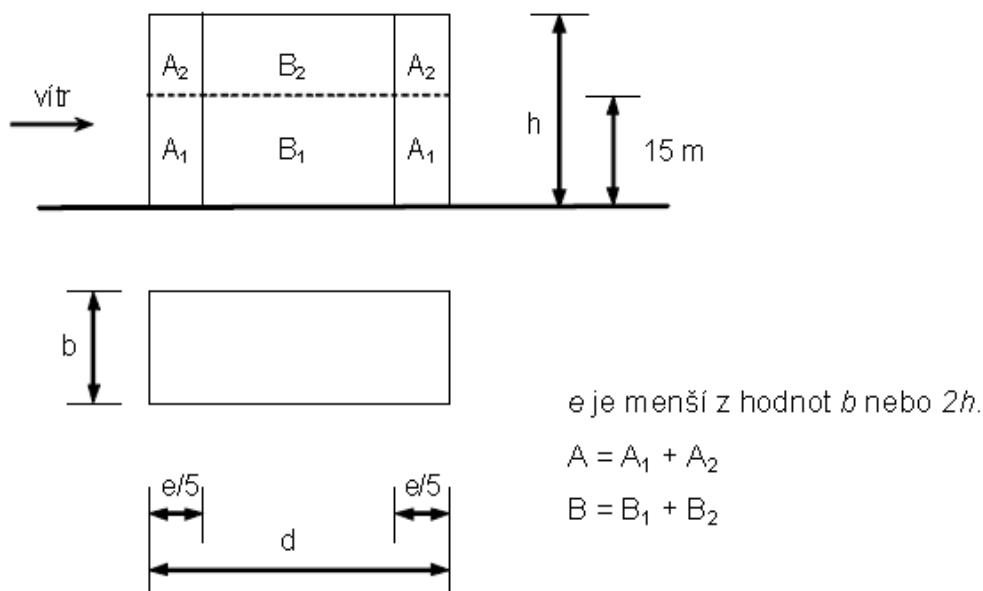
- desky tepelné izolace mají tloušťku nejméně 40 mm.

4.2.3.2 Zatížení větrem ve zjednodušeném návrhu

Při zjednodušeném návrhu se účinky zatížení větrem zpravidla uvažují pro celou 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 zásad (viz. Obr. 17). 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.



Obr. 17 - Okrajové (A) a vnitřní (B) oblasti plochy na povrchu pláště budovy

4.2.3.3 Stanovení počtu hmoždinek ve zjednodušeném návrhu

Počet hmoždinek na m^2 v okrajové oblasti plochy A se stanoví u budov s jediným výškovým pásmem (do 15 m) pro desky izolačního materiálu o rozměrech 500 x 1000 mm podle třídy únosnosti hmoždinky.

U budov členěných na dvě výšková pásma se počet hmoždinek v okrajové oblasti plochy následovně:

- pro první výškové pásmo (oblast A1) se použijí hodnoty platné pro výšku budovy do 15-ti 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 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 nemá snižovat.

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

4.2.3.4

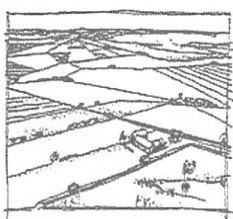
Tabulka /3/: Větrové oblasti pro nejčastější lokality v České republice (převzato z ČSN 73 2902)

Místo	Větrová oblast	Místo	Větrová oblast	Místo	Větrová oblast
Benešov	II	Kladno	II	Prostějov	II (I)
Beroun	II	Klatovy	II	Rakovník	II
Blansko	II	Kolín	II	Rokycany	II
Břeclav	II	Kroměříž	I	Rychnov nad Kněžnou	II
Brno	II	Kutná Hora	II	Semily	III
Bruntál	III	Liberec	II	Sokolov	II
Česká Lípa	II	Litoměřice	II	Strakonice	II
České Budějovice	II	Louny	II	Svitavy	III
Český Krumlov	II	Mělník	I	Šumperk	II
Děčín	II	Mladá Boleslav	II	Tábor	II
Domažlice	II	Most	II	Tachov	II
Frýdek-Místek	II	Náchod	II	Tanvald	V
Havlíčkův Brod	II	Nový Jičín	II	Teplice	II
Hlinsko	IV	Nymburk	I	Třebíč	II
Hodonín	II	Olomouc	I	Trutnov	II
Hradec Králové	II	Opava	II	Uherské Hradiště	II
Cheb	I	Ostrava	II	Ústí nad Labem	II
Chomutov	II	Pardubice	II	Ústí nad Orlicí	I
Chrudim	III	Pelhřimov	II	Vsetín	II
Jablonec n/N	III	Písek	II	Vyškov	II
Jičín	II	Plzeň	II	Zlín	I (II)
Jihlava	II	Praha	II (I)	Znojmo	III
Jindřichův Hradec	II	Prachatice	II	Žďár nad Sázavou	III
Karlovy Vary	I	Přerov	I		
Karviná	II (I)	Příbram	II		
Poznámky:					
Podrobnější údaje lze nalézt v ČSN EN 1991-1-4. Pokud jsou u lokality uvedeny dvě větrové oblasti, nachází se tato lokalita na jejich rozhraní a příslušnou základní rychlost větru je nutné zvolit podle konkrétních podmínek umístění posuzované stavby.					

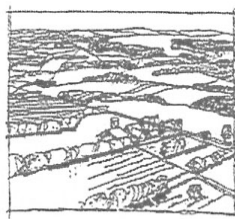
Tabulka /4/: Kategorie terénu podle drsnosti terénu

Kategorie terénu	Popis konfigurace terénu
I	pobřeží jezer (nebo velkých vodních ploch) nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek
II	oblasti s nízkou vegetací a izolovanými překážkami (stromy, budovy) vzdálenými od sebe nejméně 20-ti násobek výšky překážek
III	oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je nejvýše 20-ti násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)
IV	oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto budovami, jejichž průměrná výška je větší než 15 metrů

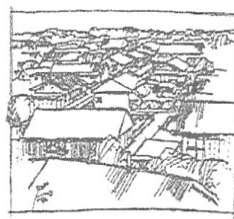
Kategorie I



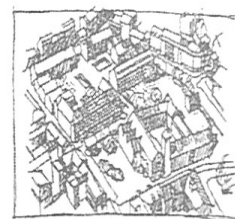
Kategorie II



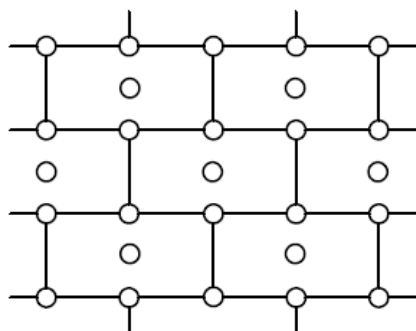
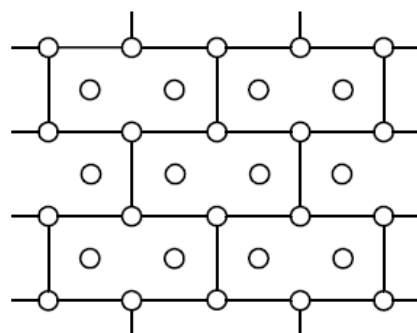
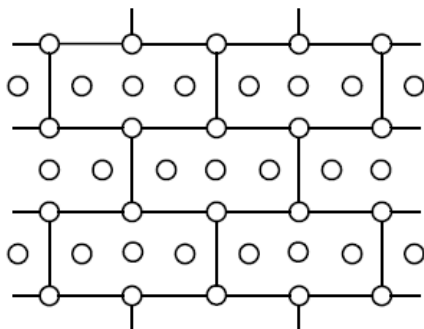
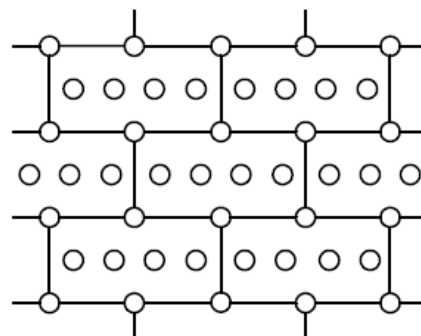
Kategorie III



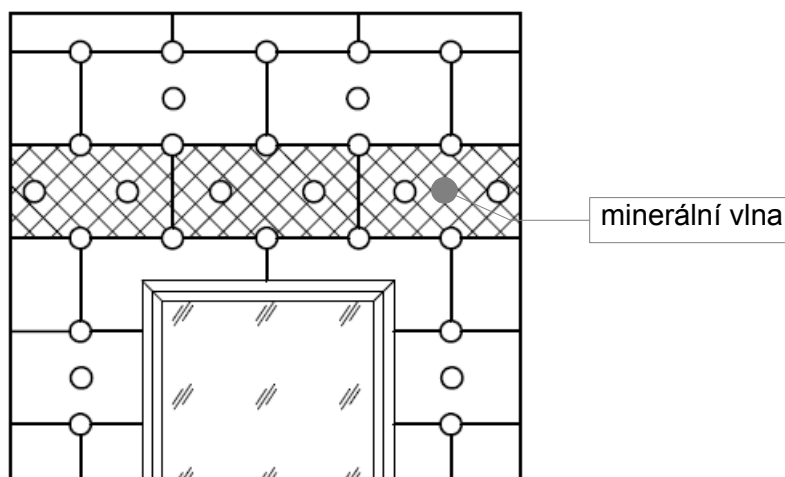
Kategorie IV



Obr. 18 - Kategorie terénu

6 ks/m²8 ks/m²10 ks/m²12 ks/m²

Obr. 19 - Schémata rozmístění kotev v ploše tepelné izolace EPS s deskami o rozměrech 1000 x 500 mm)



Obr. 20 - Schéma kotvení tepelné izolace z EPS s pruhy z MW nad okny (6ks/m²)

4.3 Tepelná izolace

Při návrhu tepelněizolační vrstvy (volba materiálu a jeho dimenze) je třeba zohlednit následující skutečnosti:

- **Požadavek na omezení prostupu tepla mezi exteriérem a interiérem budovy**

Požadavky na maximální hodnotu součinitele prostupu tepla stanovuje norma ČSN 73 0540-2. Pro přesný návrh tloušťky tepelné izolace je třeba provést tepelnětechnický výpočet se započtením celé skladby ETICS s ohledem na okrajové podmínky.

- **Požadavky na přenos zatížení od sání větru pod povrchovou úpravou ETICS nebo požadavky na zvýšenou odolnost proti nárazu**

Hmoždinka ve spojení s tepelnou izolací musí mít dostatečnou únosnost proti protažení hmoždinky izolantem. Je-li to možné, je vhodné pro oblasti soklu nebo jiných míst se zvýšeným mechanickým namáháním volit EPS s vyšší pevností v tlaku nebo použít XPS. Při volbě je nutné vždy zohlednit závazné požadavky požárních norem popsané v kapitole 3.4 Požární bezpečnost.

- **Požární požadavky**

Na volbu materiálu tepelné izolace mají vliv požadavky na požární odolnost ETICS. Podrobněji viz kapitola 3.4 Požární bezpečnost.

4.3.1 Tepelné izolace vhodné pro ETICS

Mezi nejčastěji používané tepelné izolace ve vnějších kontaktních tepelněizolačních systémech jsou expandovaný samozhášivý polystyren EPS-F, expandovaný samozhášivý polystyren šedý s příměsí grafitu EPS-F (G), minerální vlny (MW), extrudovaný polystyren XPS a desky na bázi fenolické pěny (PE) Kooltherm K5. Požadavky na tepelnou izolaci v ETICS jsou uvedeny v dokumentaci výrobce systému ETICS.

Tepelná izolace z EPS-F

Tepelná izolace z EPS-F je ze samozhášivého objemově stabilizovaného expandovaného pěnového polystyrenu. V závislosti na výrobci je běžná hodnota součinitele tepelné vodivosti $\lambda_D = 0,040 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Fasádní polystyren se vyrábí v různých pevnostních třídách, finální výrobky jsou pak označovány jako EPS 70 F, EPS 100 F a EPS 150 F. Tento fasádní polystyren se také vyrábí v modifikaci se sníženým difuzním odporem pro aplikace u rekonstrukcí. V případě potřeby je možné desky řezat nožem, pilou ocaskou nebo odporovým drátem.

EPS-F (G) s příměsí grafitu (šedý polystyren)

V případě použití šedého EPS-F (G) je nezbytné, aby bylo provedeno dostatečné zastínění fasády v průběhu celé realizace ETICS. Šedý polystyren není vhodný pro použití k zateplení vnějšího parapetu, neboť teplota,

při které dochází k objemovým změnám šedého polystyrenu je přibližně o 10°C nižší (cca 70°C) než u bílého EPS-F.

Tepelná izolace z minerálních vláken

Tepelná izolace z minerálních vláken se výhodně používá tam, kde je nutné splnit přísná požární bezpečnostní kritéria. Dále se používají tepelné izolace z minerálních vláken tam, kde je nutné použití materiálů s nižším difuzním odporem, jedná se například o rekonstrukce. Minerální vláknitá izolace má oproti fasádnímu polystyrenu výhodu také ve vyšší schopnosti tlumit akustický hluk. Desky se řezou speciálním nožem určeným k řezání minerálních vláknitých izolací.

Tepelné izolace z minerální vlny (MW) jsou vyráběny ve formě:

desek s podélně orientovaným vláknem:

- ORSIL TF,
- NOBASIL FKD,
- FASROCK;

desek s kolmo orientovaným vláknem (lamely):

- ORSIL NF,
- NOBASIL FKL ,
- FASROCK L.

Tepelná izolace na bázi fenolické pěny (PF) Kooltherm K5

Tepelněizolační desky Kooltherm K5 se skládají z jádra a z povrchové úpravy provedené na obou stranách desky. Jádro desky je tvořené tuhou fenolickou pěnou (PF). Povrchová úprava je ze skleněné tkaniny, která je s jádrem adhezivně spojena během výrobního procesu. Tepelná izolace Kooltherm K5 má výrazně nižší součinitel tepelné vodivosti, než běžné tepelněizolační materiály (EPS, MW), lze tedy volit nižší tloušťku tepelného izolantu ve vnějším kontaktním tepelněizolačním systému. Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti je $\lambda_D = 0,024-0,021 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Vhodné použití izolace Kooltherm K5

- Tepelná izolace obvodových stěn budov, u kterých je kladen důraz na nízkou potřebu tepla na vytápění (nízkoenergetické a pasivní domy).
- Tepelná izolace obvodových stěn budov nebo jejich částí, u kterých lze aplikovat jen omezenou tloušťku tepelné izolace ve vnějším kontaktním zateplovacím systému jako například:
 - obvodové stěny, kde malý přesah střechy umožňuje použít jen omezenou tloušťku tepelného izolantu;
 - obvodové stěny, u kterých by použití tepelného izolantu z EPS nebo z minerálních vláken způsobilo výrazné rozšíření ostění oken a tím snížení úrovně denního osvětlení v interiéru;
 - ostění a nadpraží oken, kde šířka okenního rámu umožňuje použít jen omezenou tloušťku tepelného izolantu;
 - stěna mezi interiérem a balkonem nebo lodžii, kde by použití tepelného izolantu z EPS nebo z MW způsobilo výrazné zmenšení užitého prostoru na balkonu nebo lodžii.

Tabulka /5/: Volba tloušťky tepelné izolace Kooltherm K5

Zateplovaná konstrukce	Tloušťka izolace Kooltherm K5 potřebná pro dosažení hodnoty součinitele prostupu tepla ¹⁾	
	Požadované $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^{-1}$	Doporučené $U_{rec,20} = 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^{-1}$
Cihla plná tl. 450mm	70mm	90mm
Zdivo z dutinových keramických bloků v tloušťce 365mm P+D	40mm	50mm
Zdivo z plynosilikátových tvárnic tloušťky 300mm	60mm	70mm
Železobeton tl.100mm + pěnový EPS tl.40mm + železobeton 50mm	70mm	80mm
Poznámky:		
1) Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro stěny oddělující prostor s návrhovou vnitřní teplotou 20°C a exteriér dle ČSN 73 0540-2.		
Při návrhu tlouštěk tepelné izolace byl zohledněn vliv kotevních prvků v ETICS.		

Povrchová úprava ze skleněné tkaniny u desek Kooltherm K5 neumožňuje v praxi před prováděním základní výztužné vrstvy přebroušení tepelněizolační vrstvy. Je tedy nezbytné, aby v projektové dokumentaci byly pro tento typ tepelné izolace předepsány maximální odchylky rovinnosti jednotlivých vrstev ETICS a podkladu (viz Tabulka /6/).

Tabulka /6/: Maximální odchylky podkladu a vrstev ETICS při použití tepelné izolace Kooltherm K5

Vrstva	Max. odchylka rovinnosti	
Podklad	10mm/m	
Tepelná izolace Kooltherm K5 lepená formou pásku po obvodu a tři terče v ploše a dodatečné kotvení	5mm/m	
Základní výztužná vrstva	Zrnitost povrchové úpravy $\leq 1,5\text{mm}$	2,0mm/m
	Zrnitost povrchové úpravy $\leq 2,0\text{mm}$	2,5mm/m
	Zrnitost povrchové úpravy $\geq 3\text{mm}$	3mm/m

4.3.2 Volba tloušťky tepelné izolace

S ohledem na tepelnětechnické požadavky se provádí přesný návrh tloušťky tepelné izolace. V tepelnětechnickém výpočtu se zadávají návrhové hodnoty součinitele tepelné vodivosti použité tepelné izolace (viz Tabulka /7/) a rovněž je nutné zahrnout vliv bodových tepelných mostů od hmoždinek dle zásad viz kapitola 4.3.3.

V následující tabulce jsou v závislosti na druhu zateplované (podkladní) konstrukce uvedeny tloušťky tepelné izolace z EPS-F, EPS-F (G) a z MW potřebné pro dosažení požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2. Norma ČSN 73 0540-2 požaduje pro těžké svislé obvodové konstrukce vytápěných nebo klimatizovaných budov v prostředí s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu do 50 % a s převažující návrhovou vnitřní teplotou 20°C hodnotu součinitele prostupu tepla U nejvýše $0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^{-1}$. Hodnota doporučená je $0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^{-1}$.

Tabulka /7/: Tloušťky tepelné izolace z EPS-F, EPS-F (G) a z MW potřebné pro dosažení požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla v závislosti na druhu zatepované (podkladní) konstrukce

Zatepovaná konstrukce	Tloušťka konstrukce [mm]	Tloušťka tepelné izolace potřebná pro dosažení hodnoty součinitele prostupu tepla ¹⁾					
		Požadované $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$			Doporučené $U_{rec,20} = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^{-1}$		
		EPS	EPS(G)	MW	EPS	EPS(G)	MW
Cihla plná	450	110	100	130	140	120	160
Zdivo z dutinových keramických bloků	365	50	40	60	70	50	80
Cihla vápenopísková	300	120	100	130	140	120	160
	450	110	90	120	130	110	150
Zdivo z plynosilikátových tvárníc	300	80	60	90	100	80	120
Železobeton 240 mm + pěnový polystyren 50 mm	290	90	70	100	110	90	130
Železobeton tl.100mm + EPS tl.40 mm + železobeton 50 mm	190	90	70	100	120	90	130
Poznámky:							
Ve výpočtu bylo uvažováno s počtem 6 ks hmoždinek na 1m ² s bodovým činitelem prostupu tepla hmoždinky $\kappa = 0,002 \text{ [W} \cdot \text{K}^{-1}]$ (např. hmoždinka ejothem STR-U).							
¹⁾ Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro stěny oddělující prostor s návrhovou vnitřní teplotou 20°C a exteriér dle ČSN 73 0540-2.							
²⁾ Návrhová hodnota součinitele prostupu tepla např. EPS 70 F (Styrotrade) $\lambda_u = 0,040 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$.							
³⁾ Návrhová hodnota součinitele prostupu tepla např. MW ISOVER TF $\lambda_u = 0,046 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$.							
⁴⁾ Návrhová hodnota součinitele prostupu tepla např. EPS 70 Styrotherm Plus $\lambda_u = 0,032 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$.							

Tabulka /8/: Charakteristické a návrhové hodnoty součinitele tepelné vodivosti tepelných izolantů vhodných pro ETICS

Materiál	Výrobek	Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti λ_k ($W.m^{-1}.K^{-1}$)	Návrhová hodnota ¹⁾ součinitele tepelné vodivosti λ_u ($W.m^{-1}.K^{-1}$)
EPS	EPS 70 F (obecně ²⁾)	0,039	0,040
	EPS 100 F (obecně ²⁾)	0,037	0,038
	EPS 70 F - Styrotrade	0,039	0,039
	EPS 100 F - Styrotrade	0,037	0,037
	EPS 70 F – Styrotherm PLUS - Styrotrade	0,032	0,032
	EPS 100 F - Styrotherm PLUS - Styrotrade	0,031	0,031
	DEKPERIMETER SD	0,034	0,034
MW	Desky z minerálních vláken ²⁾ s objemovou hmotností do 100 kg/m ³	0,039	0,041
	Desky z minerálních vláken ²⁾ s objemovou hmotností do 150 kg/m ³	0,043	0,049
	Isover TF	0,040	0,046
	Isover TF PROF1	0,038	0,043
	Isover NF 333	0,042	0,045
	Nobasil FKD	0,041	0,047
	Nobasil FKD-S	0,038	0,043
	Nobasil FKL	0,041	0,043
	Rockwool Fasrock, tl. od 40 mm	0,041	0,047
	Rockwool Fasrock LL	0,042	0,045
PF	Kingspan Kooltherm K5 tl. větší než 45 mm	0,02	0,02
Poznámky:			
1) Návrhová hodnota byla určena pro předpokládané použití v kontaktním zateplovacím systému na obvodové stěně obytné místnosti.			
2) Uvažován obecný výrobek podle tabulky A.1 v ČSN 73 0540-3.			

4.3.3 Vliv bodových tepelných mostů od hmoždinek v tepelněizolační vrstvě

Dle informací uvedených v normě ČSN 73 0540-2 je možné vliv tepelných mostů způsobených mechanickým upevněním ΔU_{ib} zanedbat tehdy, pokud nepřekročí hodnotu 5% velikosti součinitele prostupu tepla ideálního výseku konstrukce ETICS bez tepelných mostů U_{id} . Zpravidla se jedná o případy, kdy jsou použity hmoždinky s plastovým trnem. Počet hmoždinek, použitý pro mechanické upevnění ETICS, který lze z hlediska prostupu tepla zanedbat, je stanoven podle bodového činitele prostupu tepla hmoždinky κ [$W.K^{-1}$] a součinitele prostupu tepla ideálního výseku konstrukce ETICS bez tepelných mostů U_{id} . Hodnoty bodového činitele prostupu tepla jednotlivých hmoždinek udávají výrobci ve svých dokumentech. V následující tabulce je uveden počet hmoždinek na m² zanedbatelný z hlediska prostupu tepla.

Tabulka /9/: Počet hmoždinek na m² zanedbatelný z hlediska prostupu tepla ideálního výseku ETICS a bodového činitele prostupu tepla hmoždinky

Součinitel prostupu tepla ideálního výseku konstrukce ETICS bez tepelných mostů U_{id} [W/m ² .K ⁻¹]	Počet hmoždinek na m ² zanedbatelný z hlediska prostupu tepla			
	Bodový činitel prostupu tepla hmoždinky κ [W.K ⁻¹]			
	0,0005	0,001	0,002	0,004
0,30	30	15	7	3
0,25	24	12	6	3
0,20	20	10	5	2
0,18	18	9	4	2
0,15	14	7	4	2
0,12	12	6	3	1
0,10	10	5	2	1

V ostatních případech, kdy je celkové zvýšení součinitele prostupu tepla ΔU_{tb} vlivem bodových tepelných mostů hmoždinek větší o více jak 5% než hodnota U_{id} , je nutné postupovat způsobem popsáním v normě ČSN 73 2902. Většinou se jedná případy, kdy jsou použity hmoždinky s kovovým trnem, nebo hmoždinky s hodnotou bodového činitele prostupu tepla hmoždinky vyšší než 0,004.

Princip je takový, že celkový součinitel prostupu tepla U [W/m².K⁻¹] obvodové stěny, opatřené ETICS, se při mechanickém upevnění ETICS hmoždinkami, stanoví jako součet součinitele prostupu tepla ideálního výseku ETICS bez tepelných mostů U_{id} [W/m².K⁻¹] a celkového zvýšení součinitele prostupu tepla ΔU_{tb} [W/m².K⁻¹].

Zvýšení součinitele prostupu tepla $\Delta U_{tb} = \sum \kappa \cdot n$, kde (n) je počet hmoždinek na jednotku plochy.

4.3.4 Lepení tepelné izolace

Desky se lepí na sraz bez mezer. Důležité je dbát na to, aby do spár nevnikla lepicí hmota. Přebytečnou hmotu vyteklou zpod desky je nutné odstranit.

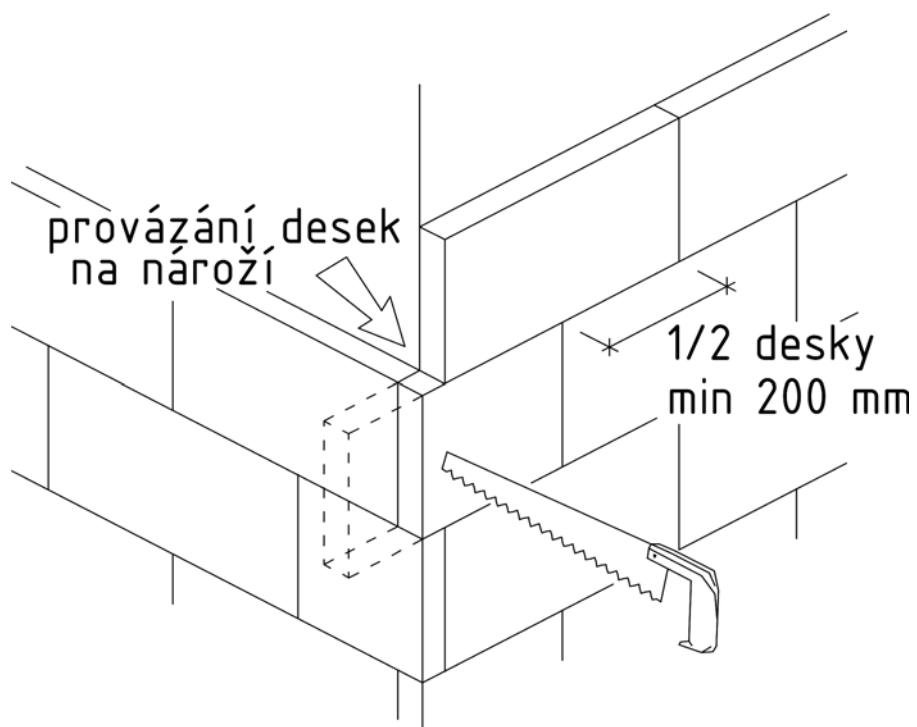
Desky srovnáme poklepem latí.

V případě, že mezi deskami vznikne širší spára, je nutné do mezery vložit přířez tepelné izolace. Spára v žádném případě nesmí být vyplněna lepicí hmotou. U desek z EPS je vhodné určenou pěnovou hmotou vyplňovat spáry do šířky max. 5 mm, avšak vždy musí být vyplněna celá tloušťka spáry.

Rovinnost povrchu vrstvy nalepeného tepelného izolantu je max. 5 mm/m.

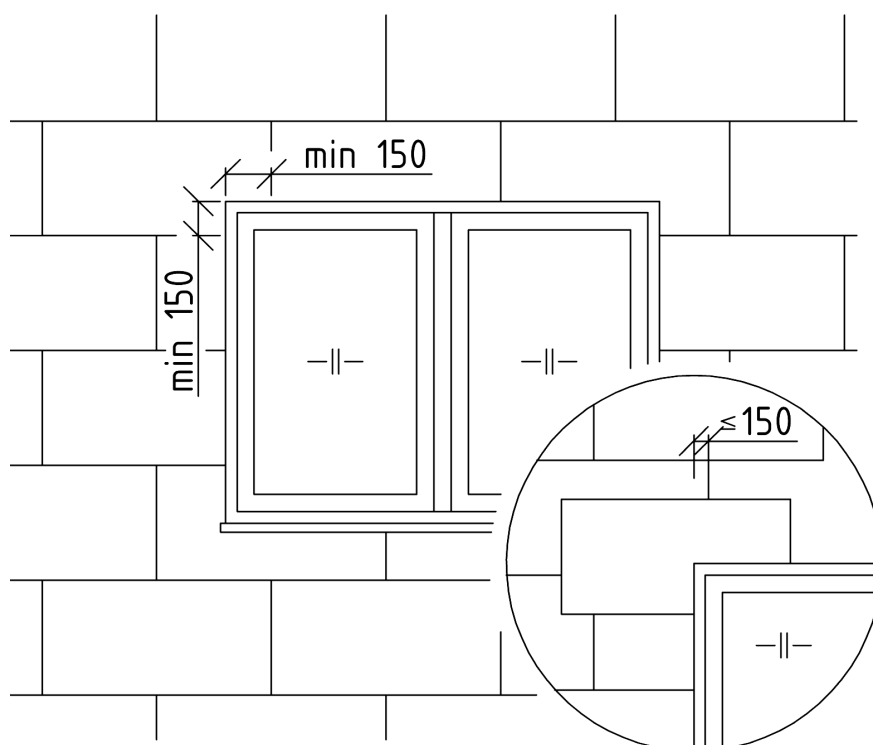
Desky tepelné izolace se pokládají odspodu, přičemž další řada se klade vždy na vazbu. V optimálním případě je přeložení o 1/2 desky, nejméně však 200 mm.

Provázání jednotlivých vrstev je nutné dodržet i při řešení detailu nároží budovy. Desky se položí s větším přesahem přes roh a až po upevnění další desky se zařiznou.



Obr. 21 - Provázání izolačních desek na nároží objektu

V místě výplní otvorů musí být desky umístěny tak, aby spáry mezi deskami nekončily v rohu okna. Desky upevňujeme s dostatečným přesahem a až po provedení tepelné izolace ostění je zařízneme a zbrousíme.



Obr. 22 - Správné provedení izolačních desek v místě okenních otvorů

4.4 Základní vrstva

Základní vrstva musí vždy v celé ploše tepelněizolačního kompozitního systému obsahovat výztuž – skleněnou výztužnou síťovinu. Síťovina se při realizaci zapracovává do stěrkové hmoty. Ke stěrkování se zpravidla používá stejná hmota jako k lepení tepelné izolace na podklad. V případech, kdy jsou na základní vrstvu kladeny zvýšené požadavky na pružnost je možné použít organické stěrkové hmoty na bázi polymerové disperze.

Na vyztužení detailů se v ETICS používá systémové příslušenství (rohové lišty, ukončovací lišty, dilatační lišty apod).

4.4.1 Výztužná síťovina

V případech, kdy je finální povrchová úprava ETICS tvořena strukturálními omítkami nebo nátěry, jsou pro základní vrstvu postačující skleněné síťoviny R117 nebo R131.

Pro případy, kdy finální povrchovou úpravu tvoří obklady z keramických obkladových pásků nebo obklady z umělého kamene je nutné volit skleněné síťoviny s vyšší gramáží R267 nebo R275, nebo provést zesílení základní vrstvy zdvojením standardní skleněné síťoviny (R131).

Tabulka /10/: Parametry běžně používaných výztužných skleněných síťovin

Vlastnost	Jednotka	R117	R131	R267	R275
Hmotnost	[g/m ²]	145	160	314	330
Oka	[mm]	3,5 x 4,5	3,5 x 3,5	8,5 x 6,5	6,0 x 6,0
Pevnost podélně/příčně	[N/5 cm]	2000/2300	2000/2500	2000/6000	4000/4500

4.4.2 Rovinnost základní vrstvy

Rovinnost základní vrstvy je důležitým kritériem pro provádění finálních povrchových úprav ETICS. V následující tabulce jsou uvedeny doporučené mezní odchylky rovinnosti jednotlivých vrstev ETICS včetně rovinnosti základní vrstvy. Výrobci ETICS rovněž doporučují, aby přímost rohových výztužných profilů byla po osazení maximálně 2mm/2m.

Tabulka /11/: Doporučené mezní odchylky rovinnosti jednotlivých vrstev ETICS

Hodnocený parametr	Tolerance
Rovinnost podkladu pro lepený a kotvený systém	±20 mm / m
Rovinnost podkladu pro lepený systém	±10 mm / m
Rovinnost povrchu tepelné izolace	±5 mm / m
Rovinnost základní vrstvy	± (zrnitost omítky + 0,5 mm) / m
Rovinnost omítek	± (zrnitost omítky + 0,5 mm) / m

4.4.3 Základní vrstva na polystyrénových deskách (EPS, EPS PERIMETR, XPS)

V případě desek z polystyrenu místa spojů přebrousíme, nečistoty vzniklé broušením je nutné odstranit (ometení). Základní vrstvu je nutno provést nejpozději do 14 dnů po nalepení polystyrénových desek. Pokud by byl tento interval překročen, musí se polystyrénové desky před provedením základní vrstvy zbrusit, aby se odstranila povrchová vrstva polystyrenu znehodnocená UV zářením.

4.4.4 Základní vrstva na deskách z minerálních vláken s podélnou orientací

Je-li tepelná izolace z desek z minerálních vláken s podélně orientovanými vlákny, provede se po osazení hmoždinek nejdříve vyrovnávací vrstva z tmelu v tloušťce min. 2 mm (spotřeba cca 2-3 kg/m²) a nechá se minimálně 2 dny zrát. Po vyzrání se provede základní vrstva.

4.4.5 Základní vrstva na deskách z minerálních vláken s podélnou orientací

Mají-li být lamely z minerálních vláken kotveny přes základní vrstvu, provede se nejprve standardním způsobem základní vrstva. Cca po 0,5 hod se provede kotvení hmoždinkami tak, aby hlava hmoždinky byla

zapuštěna do základní vrstvy. Takto provedená základní vrstva se nechá nejméně 3 dny zrát. Poté se provede vyrovnávací vrstva z tmelu v tloušťce cca 3 mm, přes hlavy kotev se pokládá přířez výztužné skleněné síťoviny 0,1 x 0,1 m. Základní vrstva se nechá zrát nejméně 7 dnů.

4.4.6 Realizace základní vrstvy

Na povrch tepelného izolantu se nanese zubovým hladítkem (10/10) tmel v tloušťce cca 4 mm. Shora se rozvine předem nastříhaná výztužná skleněná síťovina, jednotlivé pruhy se pokládají s přesahem nejméně 100 mm. Síťovina se zatlačí do měkké stěrky hladítkem a důkladně se uhladí. Celková tloušťka základní vrstvy musí být v souladu s výrokovým listem použité stěrkové hmoty, minimálně však 3 mm. Všechny pracovní úkony na základní vrstvě se provádějí před jejím vytvrdnutím. Výztužná skleněná síťovina může být ve vrstvě tmelu lehce znatelná, v žádném případě však nesmí vystupovat na povrch. Výztužná skleněná síťovina má být v poloze 1/2 až 2/3 tloušťky základní vrstvy, blíže k vnějšímu povrchu, přičemž se požaduje minimální krytí vrstvou lepicí hmoty tl. 1 mm, v místech přesahů síťoviny nejméně 0,5 mm.

Pokud se v exponovaných místech konstrukcí provádí základní vrstva jako dvouvrstvá, je třeba provést druhou vrstvu do 2 dnů po realizaci první vrstvy.

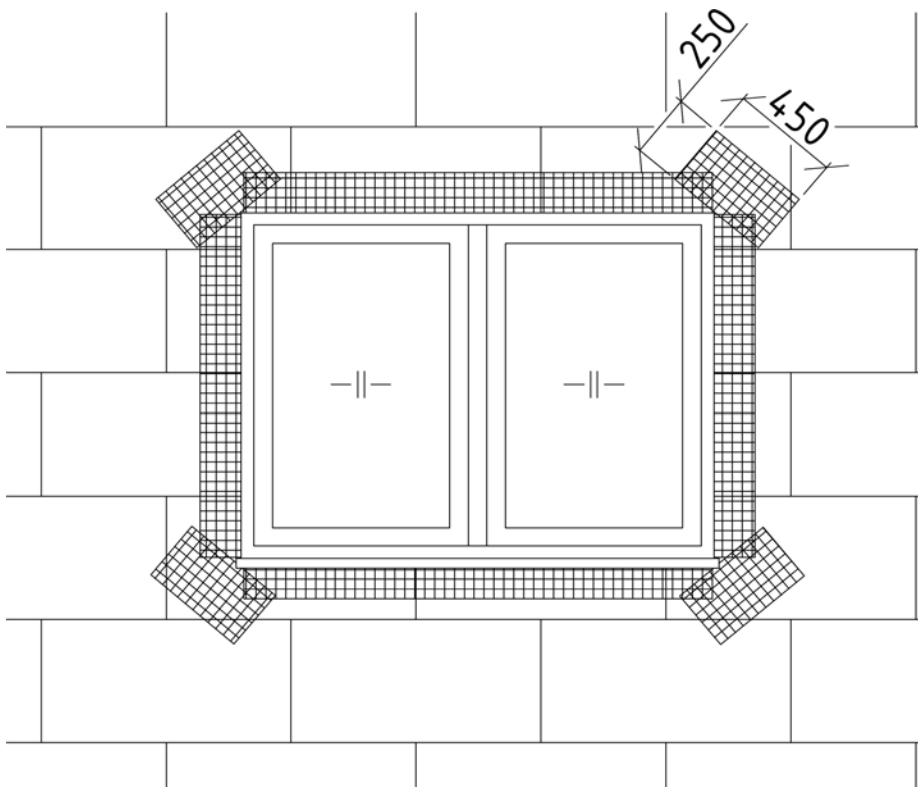
Síťovina se zpravidla pokládá ve svislých pruzích, délka přířezů obvykle odpovídá výšce patra lešení.

4.4.7 Vyztužení detailů

Vyztužení detailů se provádí před realizací základní vrstvy v ploše. Na desky tepelné izolace se předem připevní nanesenou stěrkovou hmotou určené ukončovací, nárožní a dilatační lišty a zesilující vyztužení.

Rohy se vyztužují nárožní lištou z hliníku, oceli nebo plastu s připevněnou sítí ze skleněné síťoviny. Na roh nanese se armovací tmel a profil do něho zatlačíme. U méně namáhaných míst, například vysoko umístěné hrany, lze vyztužení provést zdvojením výztužné skleněné síťoviny, překrytí s výztužnou skleněnou síťovinou v ploše by mělo být cca 200 mm. Při změně typu tepelné izolace (EPS a MW nebo EPS a XPS) bez dilatační spáry se ve spoji provede pás zesilujícího vyztužení skleněnou síťovinou ve vzdálenosti nejméně 200mm na každou stranu spoje.

U rohů okenních a dveřních otvorů se vždy základní vrstva zesiluje diagonálními obdélníky z výztužné skleněné síťoviny o rozměrech cca 450 x 250 mm pod úhlem 45°.



Obr. 23 - Zesílení armovací vrstvy v okolí okenního otvoru

4.5 Penetrační nátěr

Penetrační nátěr zvyšuje adhezi podkladu, vyrovnává savost a sjednocuje jeho barevnost. Penetrační nátěr se používá vždy v případě minerálních omítek. Před aplikací rýhovaných struktur omítek je nutné používat probarvené penetrace, aby nedocházelo k prosvítání základní vrstvy v rýhách. Zatírané omítky se doporučují penetrovat z důvodu zvýšení adheze.

4.6 Povrchové úpravy

Mezi nejčastěji používané povrchové úpravy ETICS patří pastovitě tenkovrstvé omítky, minerální omítky, marmolitové omítky, nátěry, případně obklady z keramických pásků nebo obklady umělého lehčeného kamene. Postupy při provádění všech povrchových úprav vždy specifikují výrobci ETICS a je nutné jejich předpisy v plné míře respektovat.

4.6.1 Tenkovrstvé omítky

Pokud má být povrchová úprava z dekorativních pastovitých tenkovrstvých omítek, je nutné zohlednit následující skutečnosti a tomu přizpůsobit materiálovou bázi omítek

- podmínky vnějšího prostředí;
- odolnost omítek vůči krajním teplotním a vlhkostním vlivům;
- barevný vzhled;
- difuzní parametry.

Podmínky vnějšího prostředí

Při výběru omítek dle podmínek vnějšího prostředí je stěžejním parametrem odolnost omítek proti růstu mikroorganismů. Vyšší přirozenou odolnost proti růstu mikroorganismů mají především materiály na bázi vodního skla a minerální materiály. U materiálů na bázi akrylátových a silikonových disperzí je třeba počítat se sníženou odolností proti těmto účinkům. Předností silikátových omítek je nízký elektrostatický náboj, který způsobuje, že povrch omítek nepřitahuje znečištěné mikročástice.

Odolnost omítek vůči krajním teplotním a vlhkostním vlivům

Je třeba zvážit případné reakce tenkovrstvé omítky s ohledem na vlhkostní, tepelné a jiné vlivy při jejím zpracování. Jelikož se vnější tepelněizolační kompozitní systémy realizují po celou dobu stavební sezóny, je třeba si uvědomit, že jednotlivé vlivy se mohou navzájem posilovat (například vyšší teplota a současně vyhřátý podklad, nízká teplota a současně zvýšená vzdušná vlhkost).

Zvýšená vlhkost vzduchu a nižší teploty vzduchu mohou podstatně ovlivnit dobu zrání omítky a způsobit nerovnoměrnost výsledného odstínu. Například materiálové složení silikátových omítek a přirozená chemická reakce při jejich zrání způsobuje, že silikátové omítky jsou velmi citlivé na podmínky provádění. Teplota vzduchu a podkladu by se při provádění měla pohybovat v rozmezí +8°C až 25°C a vzdušná vlhkost do 60%.

V následující tabulce jsou pro zjednodušení a přehlednost uvedeny základní vlastnosti materiálovýchází omítek, se zaměřením na chování ve vnějším prostředí a na podmínky provádění.

Tabulka /12/: Orientační přehled vlastností vybraných druhů omítek

Vlastnost	Druh omítky			
	akrylátová	silikátová	silikonová	minerální
Prodyšnost	3	1	4	1
Vodoodpudivost	2	3	1	5
Odolnost proti mikroorganismům	3	1	3	2
Elasticita	1	3	1	*
Odolnost vůči krajním teplotním a vlhkostním vlivům při zpracování ¹⁾	1	3	1	3
Poznámky				
Pro hodnocení je použit systém jako ve škole - 1 nejlepší.				
¹⁾ 1 znamená nejlepší odolnost				

Barevný vzhled

Při volbě barevných odstínů omítek je nutné zohlednit světelnou odrazivost omítek (HBW). Tento číselný vyjadřuje odchýlení barvy od černého nebo bílého bodu (černý bod HBW=0; bílý bod HBW=100). Fasády s tmavšími odstíny barev vstřebávají více tepla, než fasády se světlejšími odstíny. V průběhu dne dochází k cyklickému namáhání celého souvrství ETICS, zejména povrchové úpravy a základní vrstvy. K největším teplotním výkyvům dochází na jižních fasádách ve slunných zimních měsících. Přes den tmavé omítky absorbují velké množství tepla a v noci dojde vlivem nízkých teplot k prudkému ochlazení. Toto namáhání může vést odlupování omítek nebo ke vzniku prasklin.

Výrobci omítek doporučují volit u minerálních a silikátových omítek hodnotu HBW > 30, u ostatních typů omítek HBW > 25.

Volbu odstínu povrchové úpravy je nutné zohlednit rovněž v případě použití EPS-F (G) s příměsí grafitu, neboť teplota, při které dochází k objemovým změnám šedého EPS-F (G) je přibližně od 10°C nižší než u bílého EPS-F (cca 70°C). Výrobci omítek doporučují HBW > 30.

Difuzní parametry

Difuzní parametry různých materiálových bází omítek se dají porovnávat podle faktoru difuzního odporu (viz Tabulka /13/). Na difuzní vlastnosti omítky má největší vliv poměr mezi plnivem a pojivem. Pokud je v omítce konstantní množství disperze (pojiva), bude se její difuzní propustnost zvyšovat s obsahem pojiva. Pigment sice také ovlivňuje difuzi, ale v menší míře. Větší roli tedy zastává hrubost zrna (kameniva), struktura omítky a tloušťka vrstvy omítky.

S ohledem na požadavky požární bezpečnosti staveb popsané v kapitole 3.4 Požární bezpečnost je nutné v ploše fasády jednoho objektu používat tepelnou izolaci z minerální vlny (MW) a expandovaného fasádního polystyrenu (EPS). Těmto požadavkům na materiál tepelné izolace by mělo odpovídat i použití materiálové báze povrchové úpravy z tenkovrstvých omítek. V ploše fasády, kde je použita izolace z (MW), zpravidla není vhodné používat povrchové úpravy z materiálů s vysokou ekvivalentní difuzní tloušťkou s_d (m) – akrylátové a silikonové omítky či akrylátové nátěry.

Typickým příkladem mohou být zateplované novostavby s požární výškou $12\text{ m} < h_p < 30\text{ m}$. U těchto objektů se může kombinovat do požární výšky 12 m EPS v ploše a MW v oblasti požárních pásů oddělující požární úseky. Dále pak od požární výšky 12 m a výše je v celé ploše nutné použít MW.

Pokud bude na objekt navržena akrylátová omítka s vysokou ekvivalentní difuzní tloušťkou, mohlo by v místech, kde je použita MW docházet k vlhkostním poruchám. Zároveň výrobci tenkovrstvých omítek nedoporučují v jednom barevném odstínu kombinovat různé materiálové báze omítek.

Dle dosavadních zkušeností výrobců omítek a ETICS je východiskem z této situace použití různých barevných odstínů v oblastech nad 12 m požární výšky, kde je u novostaveb v celé ploše použita izolace z MW. Barevné odlišení fasády umožní použití dvou materiálových bází omítek.

Tabulka /13/: Porovnávací tabulka faktoru difuzního odporu tenkovrstvých omítek

Materiálová báze omítky	Struktura omítky (barva)	Faktor difuzního odporu (μ)
Silikonová	Zrnitá 2 mm (bílá)	100 - 130
Akrylátová	Zrnitá 2 mm (bílá)	110 - 140
Silikátová	Zrnitá 2 mm (bílá)	30 - 50

Tabulka /14/: Parametry difuzní propustnosti materiálovýchází omítek systému DEK THERM včetně základní vrstvy a její penetrace

Základní vrstva	Penetrace	Druh a struktura (zrnitost) omítky (bílá barva vždy)	s_d (m)	Faktor difuzního odporu μ
DEKkleber + VERTEX R131 (tloušťka vrstvy 4mm)	Univerzální penetrace pod tenkovrstvé omítky na bázi akrylátové disperze	silikát (1mm) - zrnitý	0,23	46
		silikát (2mm) - zrnitý	0,26	43,33
		silikát (3mm) - zrnitý	0,31	41,28
		akrylátová (1mm) - zrnitý	0,30	60
		akrylátová (2mm) - zrnitý	0,29	48,33
		akrylátová (3mm) - rýhovaný	0,17	24,29
		silikon (1mm) - zrnitý	0,48	96
		silikon (2mm) - zrnitý	0,52	86,67
		silikon (3mm) - zrnitý	0,59	84,29
		marmolit (1,5mm) - jemnozrný	0,32	58,18
		marmolit (2mm) - střednězrný	0,36	60
		marmolit (5mm) - hrubozrný	0,34	37,77

Provádění omítek

Omítky se nanášejí až po dostatečném zatvrdnutí základní vrstvy, případně vyschnutí penetračního nátěru. Hrubozrné marmolitové omítky se nanášejí před zavádnutím podkladního lepidla. Tloušťka omítek závisí na zrnitosti omítkové hmoty.

Omítky se nanášejí nerezovým hladítkem v tloušťce dle zrnitosti a po krátké přestávce se strukturují do požadovaného vzhledu. Délka přestávky mezi nanášením omítky a strukturováním je značně závislá na klimatických podmínkách, zpravidla se pohybuje v rozmezí 5 - 15 min. Vždy je nutné na části fasády provést zkoušku.

Rýhované minerální omítky se strukturují po krátkém zavádnutí plastovým hladítkem do požadovaného rýhovaného vzhledu (přímé rýhy horizontální, vertikální, zatočené).

Zatírané minerální omítky lze strukturovat dvěma způsoby - omítka se natáhne na podklad a ihned se uhladí plastovým hladítkem nebo se strukturuje molitanovým válečkem (v tomto případě dojde k vystoupení pojiva na povrch).

4.6.2 Obklady z keramických pásků

Při návrhu finální povrchové úpravy tepelněizolačního kompozitního systému z keramických obkladových pásků musí být v projektové a stavební dokumentaci kladen důraz zvláště na řešení únosnosti kotvení a na tepelnětechnické posouzení, včetně difuze a kondenzace vodní páry dle ČSN 73 0540-2.

Při lepení obkladů z keramických pásků výrobci zpravidla doporučují použít metodu oboustranného lepení. Lepicí hmota se nanáší jak na podklad, tak na keramický obklad.

Kotvení tepelné izolace se provádí přes výztužnou síťovinu s gramáží minimálně 314 g/m² např. Vertex R 267 do ještě nezatvrdlé stěrkové vrstvy a vždy je nutné použít šroubovací hmoždinky s kovovým trnem např. EJOT STR-U 2G.

Mezi jednotlivými fázemi realizace ETICS je nutné předepsat minimální technologické přestávky viz kapitola 4.6.3.

K samotnému lepení keramického obkladu je nutné použít systémové lepidlo na obklad, které má ověřenou přídržnost na základní výztužné vrstvě a keramickém obkladu. Používají se mrazuvzdorné lepicí hmoty se sníženým skluzem a s přísadami zabraňujícími vzniku vápenných výkvětů na povrchu obkladu.

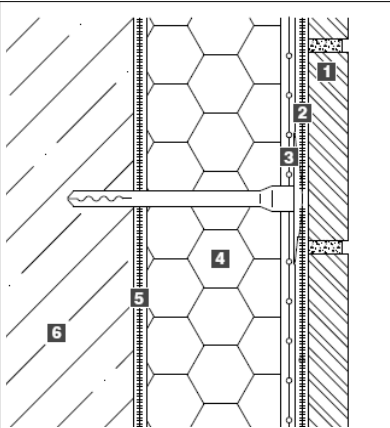
Pro lepení obkladů je velmi důležitá i rovinnost základní vrstvy. Doporučené mezní odchylky pro ETICS s keramickým obkladem jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka /15/: Doporučené mezní odchylky rovinnosti pro ETICS s obkladem

Fáze realizace ETICS	Tolerance
Rovinnost podkladní konstrukce	± 10 mm /m
Rovinnost povrchu tepelné izolace	± 5 mm /m
Rovinnost základní vrstvy	± 3 mm /m

Tabulka /16/: Skladba systému DEK THERM Keramik

Poz.	Vrstva	Tloušťka
1.	Obkladové pásky (tažené / ražené)	13 - 15 / 23 mm
2.	weber.xerm 862	5 – 7 mm
3.	DEKkleber ELASTIK + VERTEX R 267	4 – 6 mm
4.	EPS 70 F nebo EPS 100 S kotvená hmoždinkami EJOT STR-U 2G	60 – 120 mm
5.	DEKkleber ELASTIK	5 – 15 mm
6.	Nosná obvodová stěna	----

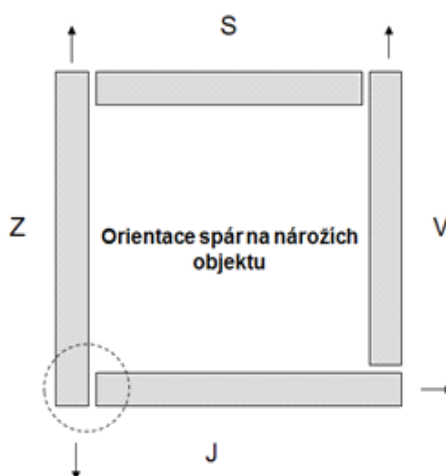


4.6.2.1 Dilatační spáry v ETICS s obkladem z keramických pásků

Poloha a způsoby provedení dilatačních spár musí být vždy specifikovány v projektové dokumentaci, kterou musí mít k dispozici zhotovitel ETICS na stavbě. V návrhu dilatačních spár je nutné zohlednit teplotní rozdíly povrchů v důsledku rozdílného oslunění jednotlivých ploch fasády a jejich změn v průběhu dne.

Dále je třeba dodržovat následující zásady:

- Umístění dilatačních spár na nárožích dle orientace objektu ke světovým stranám by mělo odpovídat schématu.



Obr. 24 - Umístění dilatačních spár na nárožích objektu

- Respektovat dilatační spáry v obkladu předepsané výrobcem obkladu.
- Přiznat objektové dilatační spáry v celém souvrství ETICS.
- Dilatační spáry umístit v místech rozdílných teplotních režimů.
- Provést posouzení vlivu zastínění obkladu částmi objektu a rovněž i od sousedních budov.
- V místech, kde tvoří stavební výplně souvislé řady nebo sloupce umístit dilatační spáry do linií (napdraží, ostění a parapetů).
- Šířku dilatační spáry volit podle velikosti úseků v obkladu a teplotního namáhání.

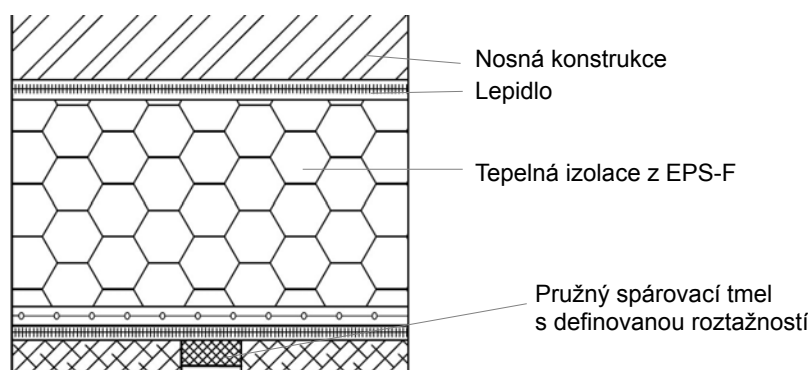
Poznámka:

Dále je nutné zohlednit rozměrové řady dilatačních profilů a délky dilatačních spár. Čím je delší dilatační spára, tím větší je hloubka (rozměr kolmý k povrchu fasády) systémového dilatačního profilu. Tento rozměr profilu musí být v souladu s tloušťkou tepelné izolace.

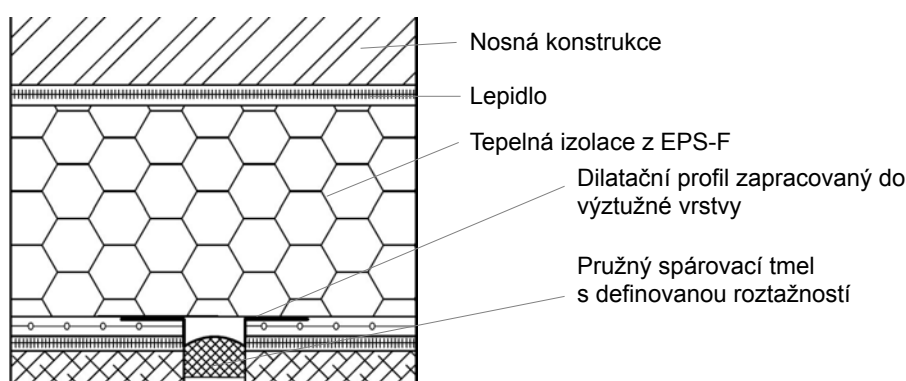
4.6.2.2 Možné způsoby řešení dilatačních spár

Dilatační spáry v obkladu

Dilatačními spárami v obkladu lze řešit velikost jednotlivých celků obkladu v ploše fasády, která se zpravidla pohybuje v rozměrech 4 x 4 (3 x 3 m). Přesnou specifikaci velikosti polí udává výrobce obkladových pásků. Tyto dilatační spáry se zpravidla vytváří pomocí pružné spárovací hmoty pouze v obkladu ve svislém i vodorovném směru. V návrhu těchto dilatačních spár je nutné zohlednit, rozložení polí obkladu i s ohledem na nároží objektu a jejich orientaci ke světovým stranám.



Obr. 25 - Dilatační spáry v obkladu



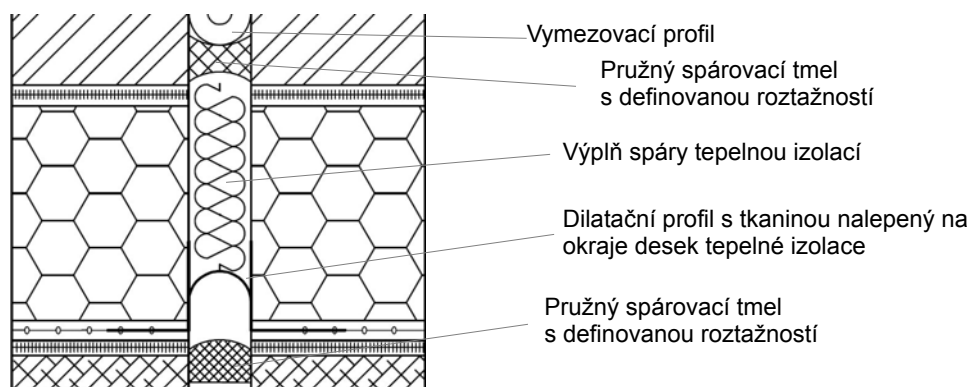
Obr. 26 - Dilatační spáry v obkladu a v základní vrstvě

Dilatační spáry v obkladu a v základní vrstvě

Tento způsob provedení dilatačních spár je možné využít například u ostění nebo nadpraží oken a dveří nebo jiných otvorů umístěných ve fasádě. Dále je dilatační spáry v základní vrstvě vhodná i na rozhraní rozdílných tepelných režimů (např. fasáda vytápěného podlaží přecházející v atiku ploché střechy nebo terasy). Tyto spáry je možné kombinovat se speciálními krycími profily.

Dilatační spáry v celé skladbě ETICS

Používají se v případě potřeby zachovat objektové dilatace. Tyto dilatační spáry prostupují skrz celé souvrství ETICS. Pro standardní řešení tohoto detailu se používají dilatační lišty, které se stěrkovou hmotou nalepí na okraje izolačních desek podél dilatační spáry.



Obr. 27 - Dilatační spáry ve skladbě ETICS

4.6.3 Doporučené technologické přestávky při realizaci ETICS

Tabulka /17/: A) ETICS s povrchovou úpravou z keramických obkladových pásků

Fáze realizace ETICS	Délka technologické přestávky
Penetrace podkladu → Lepení tepelné izolace	12 – 24 hodin
Lepení tepelné izolace → Realizace základní vrstvy s kotvením přes výztužnou síťovinu	2 – 3 dny
Realizace základní vrstvy s kotvením přes výztužnou síťovinu → Penetrace základní vrstvy	4 – 7 dnů
Penetrace základní vrstvy → Lepení obkladových pásků	12 – 24 hodin
Lepení obkladových pásků ¹⁾ → Spárování obkladu	4 – 7 dnů
1) Zhotovený obklad musí být chráněn před deštěm a povětrnostními vlivy alespoň 72 hodin a nesmí být vystaven přímému slunci nebo mrazu nejméně 5 dní. Čím vyšší vlhkost vzduchu a nižší teplota tím se délka technologické přestávky zvyšuje.	

Tabulka /18/: B) ETICS s povrchovou úpravou z tenkovrstvých omítek

Fáze realizace ETICS	Délka technologické přestávky
Penetrace podkladu → Lepení tepelné izolace	12 – 24 hodin
Lepení tepelné izolace → Kotvení tepelné izolace	1 – 3 dny
Realizace základní vrstvy → Penetrace základní vrstvy	3 – 5 dnů
Penetrace základní vrstvy → Aplikace omítky	12 – 24 hodin
Čím vyšší vlhkost vzduchu a nižší teplota, tím se délka technologické přestávky zvyšuje.	

4.7 Systémové příslušenství

Nedílnou součástí všech vnějších tepelněizolačních kompozitních systémů je systémové příslušenství. Mezi základní systémové doplňky patří:

4.7.1 Zakládací lišty

Zakládací (soklové) AL nebo PVC lišty, které jsou určeny k založení ETICS. V sortimentu bývá soklová lišta pro přímé a pro zaoblené stěny, rohový díl, spojky soklových lišt a podložky. V případě použití větších tloušťek tepelné izolace je vhodné používat zakládací lištu s integrovanou síťovinou, aby se zamezilo vzniku horizontálních trhlin v oblasti založení systému.

Montáž:

Šířka lišty odpovídá tloušťce tepelné izolace. Lišta se k podkladu kotví zatlukacími nebo šroubovacími hmoždinkami po 300 mm. U nerovných podkladů se v místech hmoždinek soklová lišta podloží vymezovací podložkou tak, aby bylo dosaženo přímého čela zakládací lišty. Jednotlivé díly soklové lišty se spojují soklovou spojkou, mezi jednotlivými díly je nutné vynechat 2 mm širokou dilatační spáru.

Na nárožích se soklová lišta upraví vystřížením klínu a následným ohnutím na 90°. Lze také použít již vyrobený rohový prvek.

4.7.2 Rohový profil

Rohový profil (kombi lišta) AL nebo PVC se používá pro vyztužení rohů ostění, nároží. Součástí profilu je i integrovaná vyztužná skleněná síťovina.

4.7.3 Lišta nadpraží

Speciální rohová plastová lišta s okapním nosem. Součástí profilu je i vyztužná skleněná síťovina.

4.7.4 Dilatační profil

Dilatační PVC profil přímý (průběžný) a koutový profil pro překlenutí dilatační spáry. Součástí profilu je i vyztužná skleněná síťovina.

4.7.5 Začišťovací lišta

Začišťovací (okenní) lišta pro napojení omítky na rám výplň otvorů. Lišta je opatřena odlomitelnou částí se samolepící páskou pro nalepení folie pro ochranu výplně otvoru.

5 Doplnkové plochy ETICS

5.1 Definice doplňkových ploch

Zpravidla se jedná o plochy menšího rozsahu s odlišným tepelným izolantem, popřípadě s odlišnou povrchovou úpravou, které však mají nezastupitelnou funkci z hlediska požární ochrany nebo ochrany před odstříkující vodou, zemní vlhkostí, apod.

Části ETICS s charakterem doplňkových ploch se zvláštním konstrukčním řešením, nemusí být dle vyjádření státní zkušebny předmětem ověřování při certifikaci výrobku dle současných metodik.

Za funkčnost takového řešení, při správném provedení na stavbě, plně zodpovídá výrobce ETICS, pokud je pro svůj systém povoluje použít.

5.2 Protipožární přepážky a pásy

Jedná se o plochy specifikované v kapitole 3.4 Požární bezpečnost s tepelným izolantem z minerální vlny. Plochy jsou opatřeny stejnou skleněnou výztužnou síťovinou a stěrkovou hmotou jako hlavní plochy s izolantem z EPS-F. V místech napojení dvou druhů tepelné izolace je nutné provádět zesílení základní vrstvy zdvojením skleněné síťoviny s příslušným přesahem do okolních ploch. Výběr omítek a vlastností omítek v těchto plochách jsou blíže specifikovány v kapitole 4.6.1 v odstavci Barevný vzhled .

5.3 Plochy pod reklamní předměty

Nejčastěji se jedná o plochy, kde se již v projektové fázi přípravy počítá s umístěním plachtových nebo jiných reklamních billboardů. Používá se tepelná izolace s vyšší pevností v tlaku a zdvojuje se skleněná síťovina v základní vrstvě s příslušným přesahem do okolních ploch. Vždy je nutné respektovat pravidla popsané v kapitole 3.4 Požární bezpečnost.

5.4 Oblast soklu a oblast založení ETICS

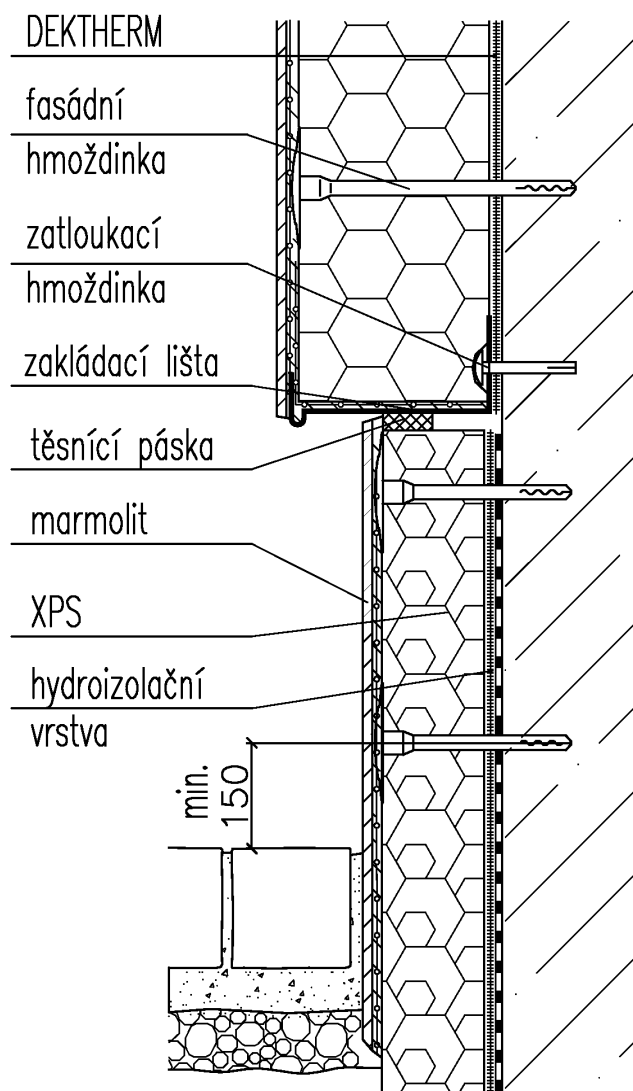
Oblast soklu zpravidla navazuje na založení ETICS. Soklová část se vyznačuje vyšším namáháním vlhkostí a vysokým mechanickým namáháním. Navíc se v té oblasti musí dodržovat požadavky z hlediska požární bezpečnosti popsané v kapitole 3.4 Požární bezpečnost. Tepelná izolace soklu musí být z hlediska vyššího mechanického a vlhkostního namáhání provedena z tepelné izolace z méně nasákavého materiálu (extrudovaný polystyren nebo perimetrické desky). Z hlediska požární bezpečnosti musí být použito tepelné izolace z MW. Tento druh tepelné izolace má naopak sníženou odolnost proti vlhkostnímu a mechanickému namáhání.

Povrchové úpravy soklu je vhodné volit takové, aby dlouhodobě odolávaly zvýšené vlhkosti. Vhodné jsou například marmolitové omítky nebo keramické obkladové pásy aplikované dle zásad uvedených v kapitole 4.6.2. Možné je i řešení soklu s hydroizolační stěrkou, která se aplikuje na vyzrálou základní vrstvu a poté se provádí finální povrchová úprava. Nejčastější jsou následující varianty provedení oblasti soklu a oblasti založení ETICS:

- ETICS založený nad úrovní terénu – přiznaný ustupující sokl
- ETICS založený těsně nad úrovní terénu
- ETICS založený pod úrovní terénu – průběžný sokl

ETICS založený nad úrovní terénu – přiznaný ustupující sokl

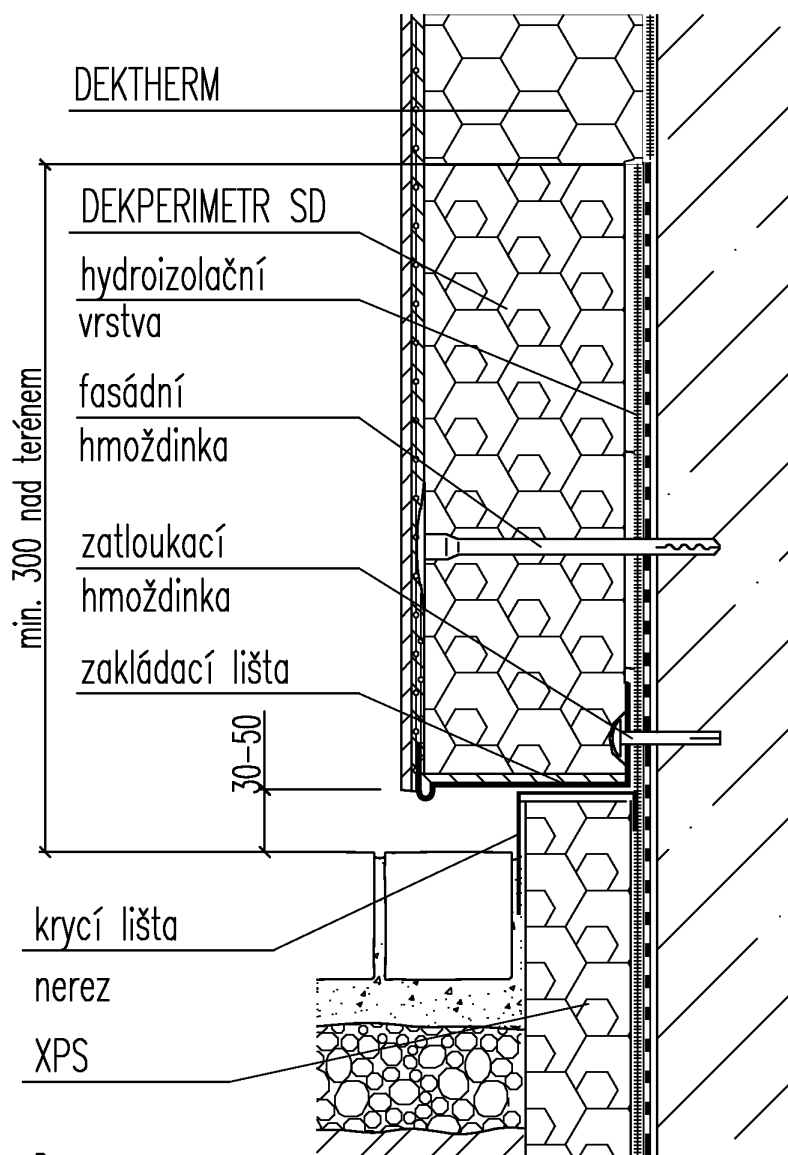
Nejčastějším řešením je tzv. přiznaný ustupující sokl s odlišnou povrchovou úpravou. Vlastní fasádní systém začíná základací lištou. Oblast soklu pod základací lištou se provede z tepelné izolace menší tloušťky, která se zatáhne pod úroveň terénu. Na hydroizolační vrstvu například z asfaltových pásů se nalepí lepicí hmotou desky tepelné izolace, které se následně přikotví systémovými hmoždinkami pro ETICS. Poté se provede základní vrstva a finální povrchová úprava.



Obr. 28 - Detail řešení přiznaného ustupujícího soklu bez požadavků na požární bezpečnost

ETICS založený těsně nad úrovní terénu

ETICS je založen v základací liště těsně nad úrovní terénu, tepelná izolace je standardně lepena a kotvena k podkladu. Vhodné jsou například omítky na akrylátové bázi vykazující vysokou pružnost, vysokou vodoodpudivost a nízkou nasákavost. V místech napojení dvou druhů tepelné izolace je nutné provádět zesílení základní vrstvy zdvojením skleněné síťoviny s příslušným přesahem do okolních ploch. Dále je výhodné provádět barevné odlišení oblastí se zvýšeným namáháním (vlhkostním, mechanickým) a v oblasti v dosahu veřejného prostoru od ostatních ploch z důvodu možné opravy povrchové úpravy.



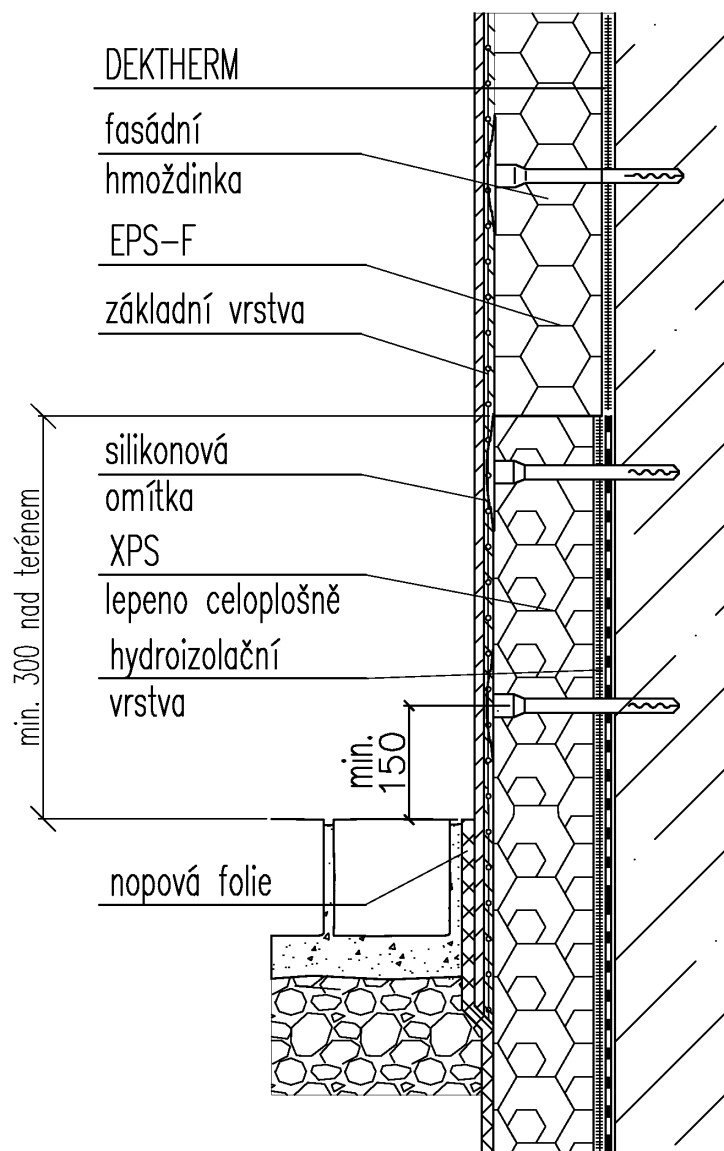
Pozn.:

V místě napojení EPS-F a XPS provést dvojitě vyztužení základní vrstvy 15cm na každou stranu.

Obr. 29 - Detail řešení založení ETICS těsně nad úrovní terénu bez požadavků na požární opatření

ETICS založený pod úrovní terénu – průběžný sokl

Tato varianta je výhodná zejména v případě, kdy výrobce ETICS nemá ověřené jiné řešení založení systému z hlediska požární bezpečnosti, než je popsané v normě ČSN 73 0810. Norma ČSN 73 0810 předepisuje u stávajících objektů i novostaveb s požární výškou $h_p > 12\text{m}$ v úrovni založení zateplovacího systému (max. 150 mm nad úroveň založení) vkládat pás tepelné izolace výšky min. 0,5 m s třídou reakce na oheň A1 nebo A2 (MW). Norma ČSN 73 0810 dále připouští alternativní řešení tohoto opatření, že založení systému nad úrovní terénu bude dle způsobu, ověřeného podle zkušebního předpisu ISO 13785 (podrobnosti viz kapitola 3.4)



Pozn.:

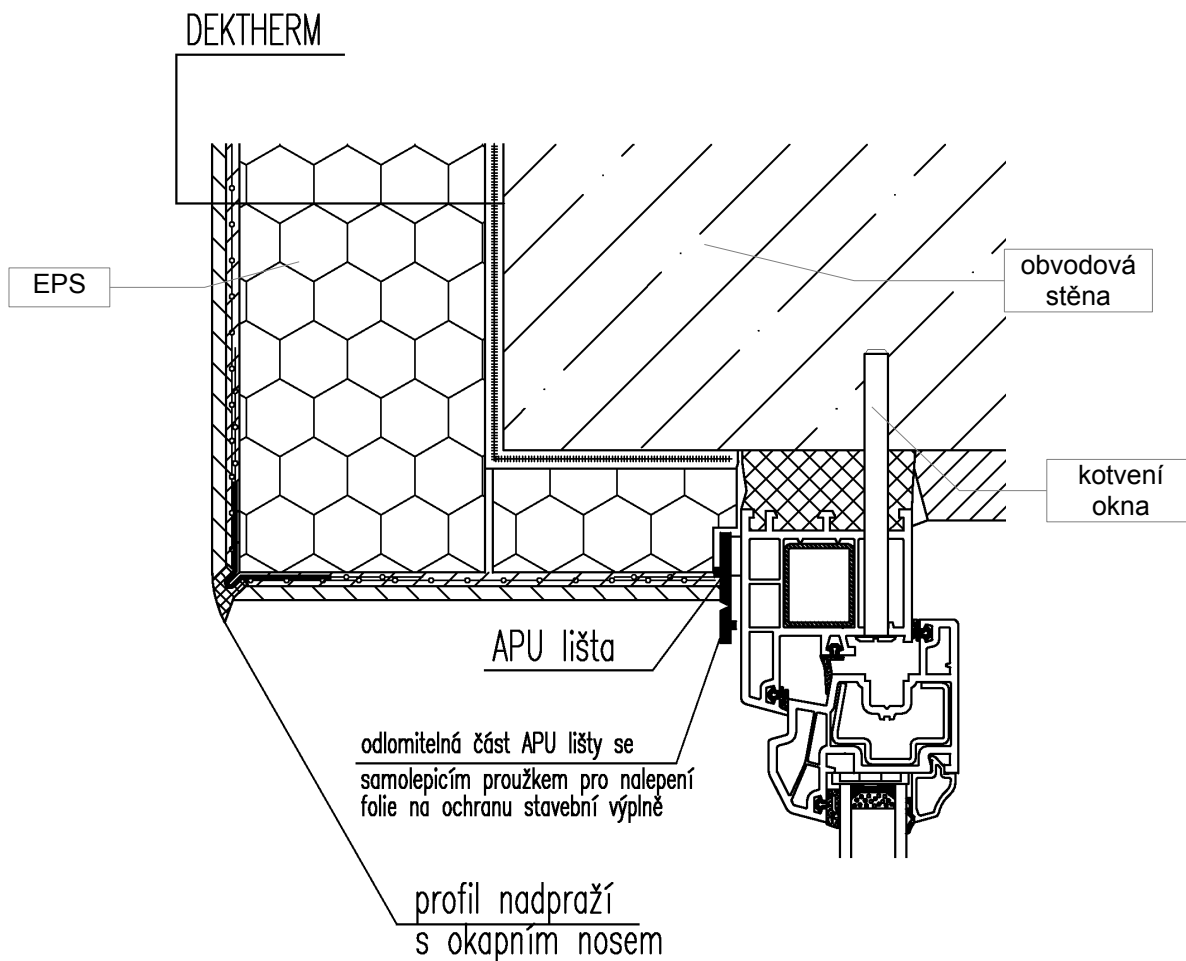
V místě napojení EPS-F a XPS provést dvojité vyztužení základní vrstvy 15cm na každou stranu.

Obr. 30 - Detail řešení založení ETICS pod úrovní přilehlého terénu

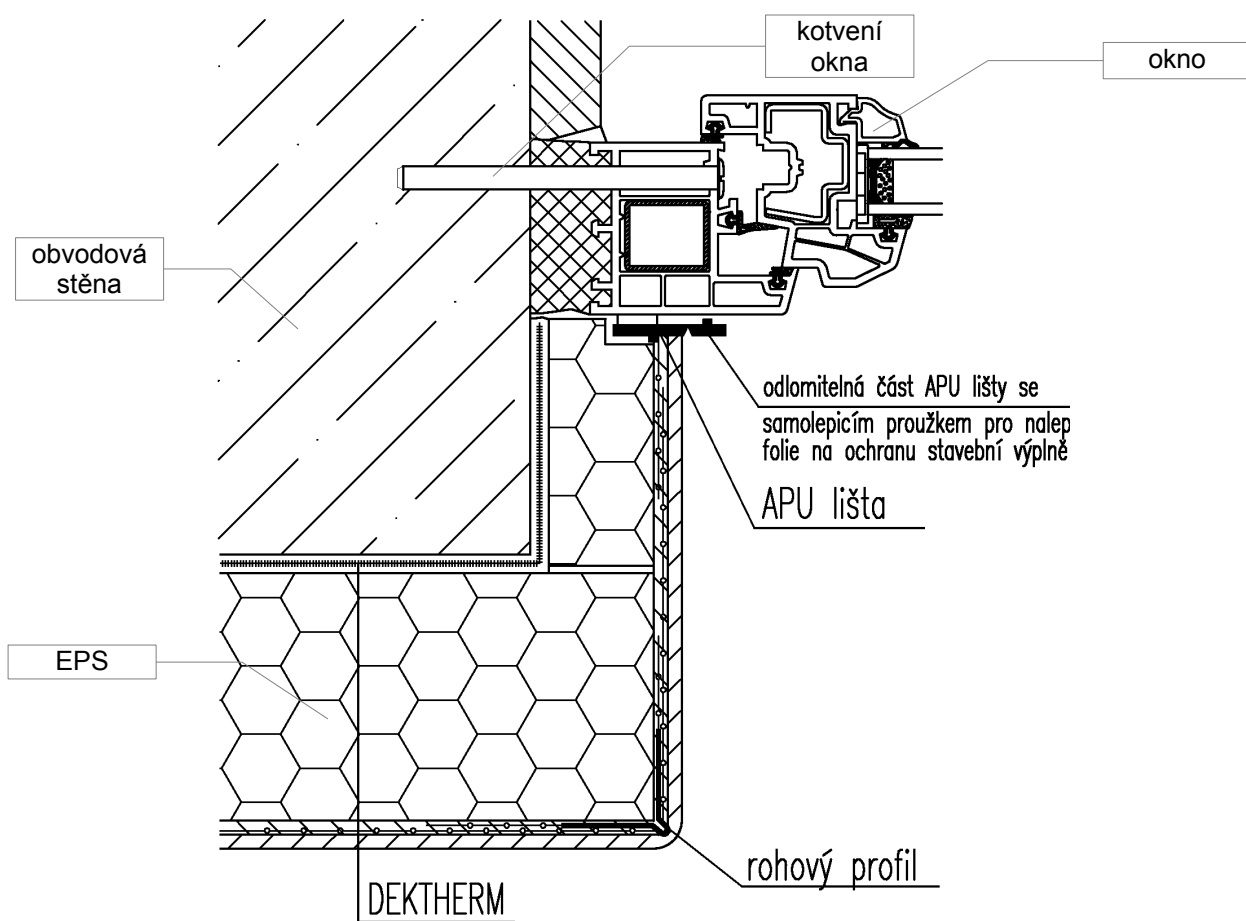
6 Detaily ETICS

6.1 Napojení ETICS na okenní a dveřní rámy s řešením ostění a nadpraží.

K napojení fasádního systému na okenní a dveřní rámy se používají plastové začišťovací lišty. Lišta je opatřena odlomitelnou částí se samolepicí páskou pro nalepení folie pro ochranu výplně otvoru. Použití lišty je patrné. Na roh ostění je nutné používat výztužné lišty. Na nadpraží výztužnou lištu s okapničkou.



Obr. 31 - Nadpraží okna se začišťovací lištou a rohovým profilem s okapničkou

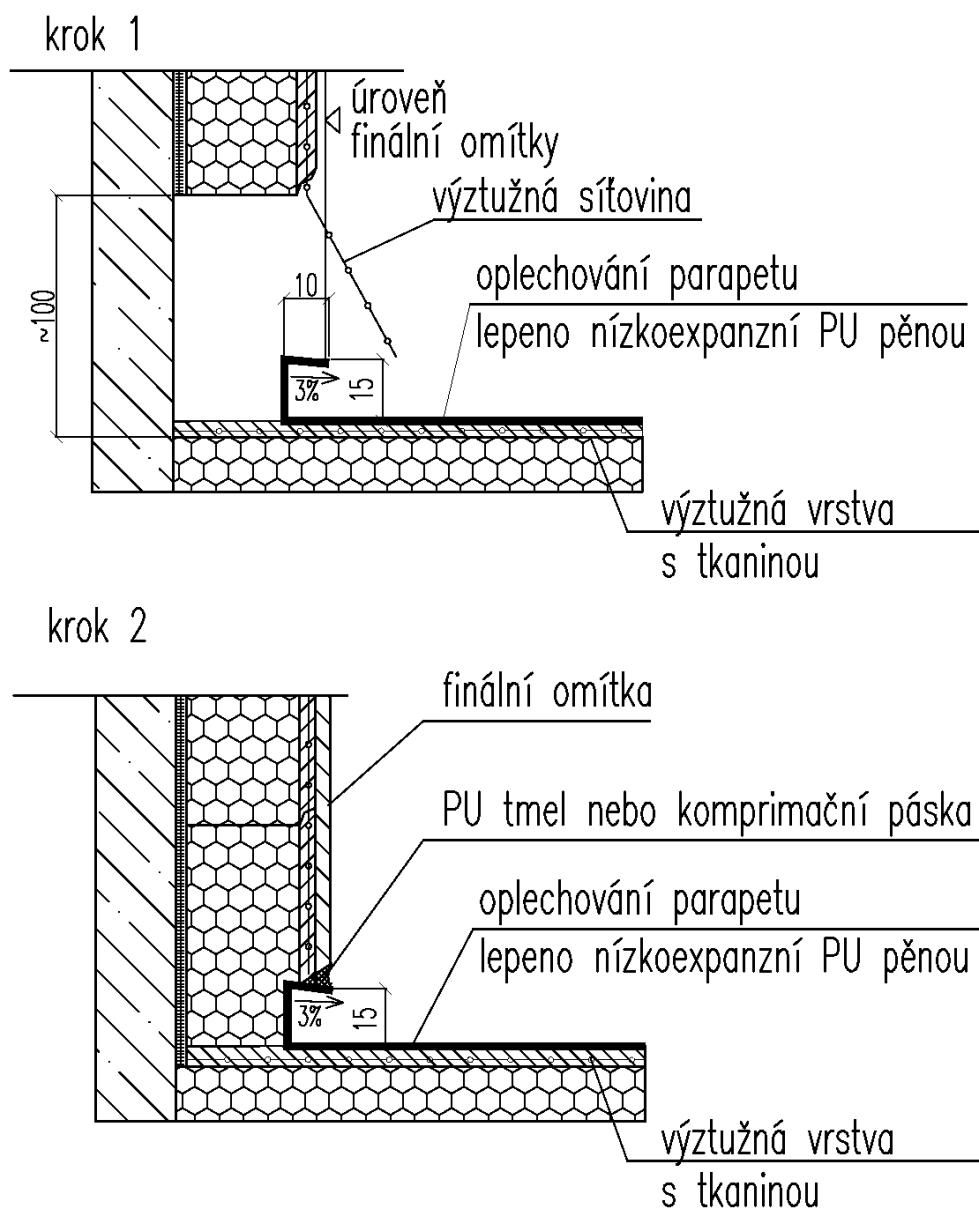


Obr. 32 - Ostění okna se začíšťovací lištou (APU) a rohovým profilem

6.2 Detail osazení parapetu v ETICS

V projektové dokumentaci musí být uvedeno, jaký typ parapetu bude osazován a tomu je nezbytné přizpůsobit připravenost ve fázi realizace ETICS. Nejčastěji se používají parapety tažené (lakované) s bočními krytkami a parapety ohýbané (pozinkované nebo měděné).

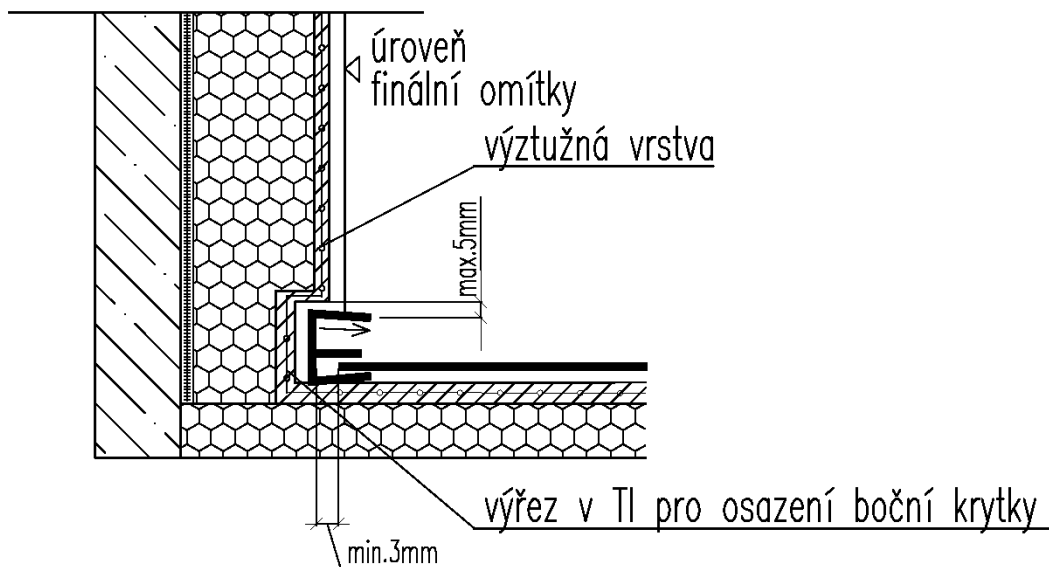
Výkresovou dokumentaci je důležité doplnit patřičným detailem, aby ohnuté hrany ohýbaných parapetů nebo boční krytky tažených parapetů byly správně tvarovány a zapuštěny do zateplovacího systému.



Obr. 33 - Detail napojení ohýbaného parapetu

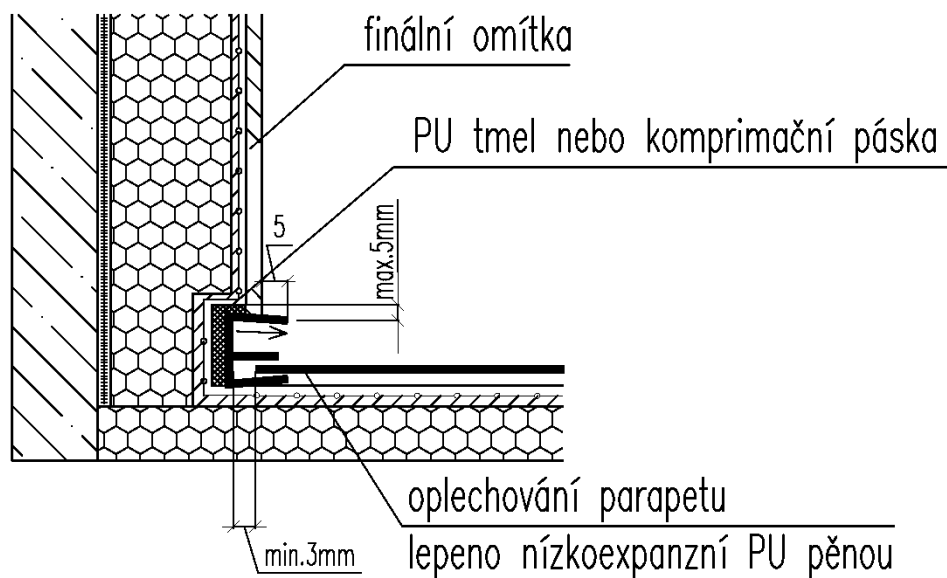
krok 1

- vyříznutí drážky pro boční krytku do ostění
- provedení výztužné vrstvy

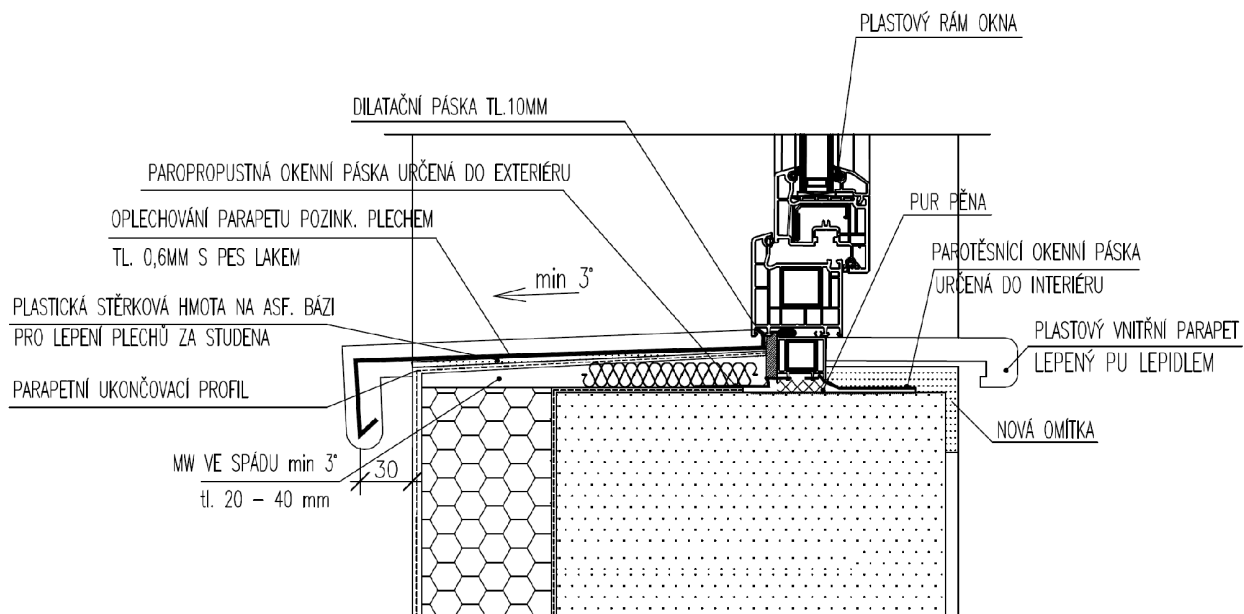


krok 2

- osazení parapetu s krytkami a vytmelení spáry
- dokončení povrchové úpravy



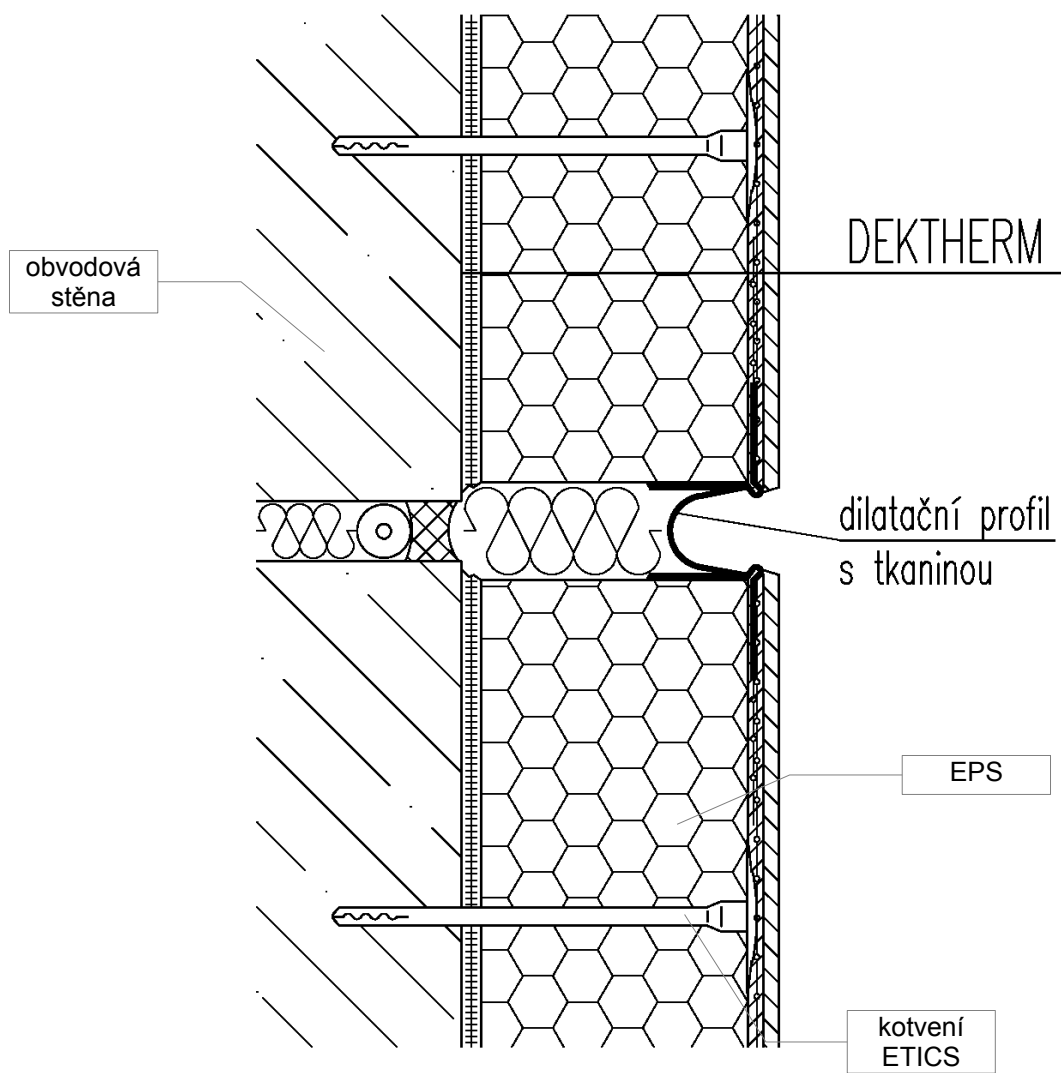
Obr. 34 - Detail napojení parapetu s boční krytkou na ostění okna



Obr. 35 - Detail parapetu

6.3 Dilatační spáry objektové

Dilatační spáry objektové musí být v ETICS vždy přiznány. Pro standardní řešení tohoto detailu se používají dilatační lišty, které se stěrkovou hmotou nalepí na okraje izolačních desek podél dilatační spáry.



Obr. 36 - Řešení dilatační spáry s použitím dilatačního profilu

7 Projektová příprava ETICS

Před návrhem a realizací ETICS je třeba provést odborný průzkum objektu se zaměřením na stav podkladních konstrukcí především z hlediska statiky (zejména u panelových objektů). Výsledky průzkumu je třeba zohlednit při vlastním návrhu a provádění ETICS (např. stav podkladních konstrukcí z hlediska statiky, přídržnost omítek, rovinnost podkladu apod.). Návrhu ETICS musí případně předcházet projekt statického zajištění podkladní konstrukce.

Projektová dokumentace ETICS

Vždy zajišťuje projektant. Výstupem je projekt vnějšího tepelněizolačního kompozitního systému, který musí obsahovat:

- Tepelně technické posouzení objektu před zateplením a stanovení potřebné tloušťky tepelné izolace.
- Posouzení skladby systému z hlediska požadavku ČSN 73 0540 na hodnotu součinitele prostupu tepla, kondenzaci vodní páry a celoroční bilanci vlhkosti v konstrukci.
- Posouzení specifických detailů z hlediska požadavku ČSN 73 0540 na hodnotu minimální vnitřní povrchové teploty konstrukce.
- Konstruktivně statické řešení, včetně způsobu přichycení tepelně-izolačního materiálu na podklad, a to zejména:
 - jednoznačné určení, zda je možné původní omítku ponechat nebo zda je nutno ji odstranit popř. vyspravit.
 - stanovení počtu a druhu hmoždinek v závislosti na podkladu a výšce objektu, na který se bude systém kotvit
- Technickou zprávu s nejdůležitějšími údaji o technologických podmínkách a postupech systému a vlivem na životní prostředí.
- Požární zprávu.
- Celkové množství a specifikaci všech potřebných materiálů (dle skladby systému).
- Výkresovou dokumentaci
 - půdorysy a řezy objektu v měřítku 1:100 nebo 1:50;
 - pohledy včetně barevného řešení, druhem a strukturou povrchové úpravy v měřítku 1:100 nebo 1:200;
 - řešení specifických detailů: atika (okap), přechod na spodní stavbu, styk s okny, styk s podlahou balkónu (lodžie) a s balkónovými dveřmi, řešení dilatačních spár, upevnění zábradlí, hromosvodů, požárních žebříků, televizních antén apod.

8 Nové trendy při navrhování a provádění ETICS

8.1 Zdvojení ETICS

Velmi často je možné se u objektů setkat se situací, kdy obvodová stěna objektu, již dříve opatřená vnějším tepelněizolačním kompozitním systémem, nespĺňuje stávající požadavky na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla obvodové stěny dle normy ČSN 73 0540-2. Tyto případy nastávají zejména u bytových objektů, kde je na revitalizaci celého objektu čerpána dotace a obvodové konstrukce musejí být z tepelnětechnického hlediska zpravidla navrženy na doporučené hodnoty dle normy ČSN 73 0540-2.

Zde se nabízejí dvě možné varianty řešení. Jedna z možností je demontáž stávajícího zateplení. Druhou možností je provedení nového ETICS na již zrealizovaný ETICS (ETICS na ETICS).

Provádění ETICS na ETICS

Návrh nového ETICS musí být proveden na základě statického, tepelnětechnického a požárně bezpečnostního posouzení a to s ohledem na platné požární předpisy.

Technické problémy

Posouzení stávajícího ETICS

Návrhu nového ETICS musí vždy předcházet vizuální posouzení stávajícího ETICS se zaměřením na:

- povrchové trhliny /statické;
- sprašnost povrchové úpravy;
- dutiny v povrchové úpravě a v původní základní vrstvě.

Dále je nutné provedení několika sond do skladby původního ETICS v ploše cca 1m² na 5 místech plochy a v kritických detailech s ověřením:

- způsobu lepení;
- způsobu kotvení;
- druhu podkladu;
- tloušťky povrchové úpravy a základní vrstvy;
- tloušťky a typu tepelné izolace;
- kondenzace a zatékání.

Statika

Statické posouzení je stěžejním technickým problémem. Vždy je nutné zohlednit tloušťku původního ETICS a celou tloušťku původního a nového ETICS a podobně zohlednit i hmotnost celé skladby původního a nového ETICS. Dále je nezbytné ověřit způsob kotvení a lepení původního ETICS a vhodně navrhnout nový způsob kotvení ETICS, zejména typ, počet a rozmístění hmoždinek. Tepelná izolace nového ETICS musí být vždy k podkladu (původnímu ETICS) lepena celoplošně a kotvena až do podkladní nosné konstrukce, do které je kotven původní ETICS (dle kapitoly 3.1 je jedná o systém kotvený s doplňkovým lepením). Ke kotvení by měly být použity šroubovací hmoždinky s kovovým trnem. Délka hmoždinky by měla být dimenzována tak, aby její efektivní kotevní část byl aktivována do nosné podkladní konstrukce.

Požární bezpečnost

Z hlediska požadavku požárních norem lze ETICS s EPS-F navrhovat jako podklad pro další ETICS pouze u dodatečného zateplení objektů s požární výškou do $h_p < 12\text{m}$ a to pouze v případech, kdy je původní ETICS uvažován jako součást nového ETICS.

Zde je stěžejní způsob lepení tepelné izolace původního ETICS. V případě, že je použito u původního ETICS lepení pouze na terče, je nutné každou třetí řadu původní tepelné izolace odstranit a nalepit novou řadu tepelné izolace na terče a s rámečkem po obvodu, aby nemohlo dojít k šíření požáru pod povrchem ETICS. Dále musejí být dodrženy všechny zásady popsání v kapitole 3.4 Požární bezpečnost.

Tepelnětechnické posouzení

Při tepelnětechnickém posouzení je nutné posoudit celou skladbu obvodové stěny. Tedy nosnou konstrukci s původním ETICS nyní navíc opatřenou novou skladbou ETICS. V tepelnětechnickém výpočtu je stěžejní návrh tloušťky nové tepelné izolace. Dále je nutné posouzení difuzních vlastností celé skladby včetně posouzení na množství zkondenzované vodní páry v celé tloušťce obvodové stěny a zejména na rozhraní nového a původního ETICS. V přesných výpočtech se musí zohlednit skutečnost, že skladbu "ETICS na ETICS" tvoří dvouvrstvý izolant z mezivrstvou z odlišné hmoty (základní vrstva a původní omítka). V některých případech může nastat efekt "drenáže" nebo naopak "difuzní bariery" vodní páry v mezivrstvě mezi izolanty.

Přidrženost základní a omítkové vrstvy

Dle normy ČSN 73 2901 Provádění ETICS by měla být průměrná soudržnost podkladu pro ETICS nejméně 200 kPa s tím, že nejmenší jednotlivá přípustná hodnota musí být alespoň 80 kPa. Tyto hodnoty musejí být při realizaci "ETICS na ETICS" dodrženy i při zkoušce přidrženosti základní a omítkové vrstvy původního ETICS, nebo musí dojít k porušení ve vrstvě tepelné izolace.

Zkouška zmydelnatění

Pokud zkouška na přidrženost základní a povrchové vrstvy vyhoví, je nutné provést zkoušku zmydelnatění. Zkouškou lze zjistit a ověřit, jakou bázi lepicí hmoty (disperzní, cementovou) je možné pro lepení nového ETICS na původní ETICS použít. Princip zkoušky spočívá v nanesení lepicí hmoty systému ETICS na původní omítku v ploše 0,5 m x 0,5 m tloušťky 3 mm a zapracuje se do ní výztužná skleněná síťovina s přesahem. Po sedmi dnech se provede odtržení výztužné skleněné síťoviny za volný konec. V případě, že lepicí hmota zůstane pevně na omítce, lze pro lepení nové vrstvy ETICS použít lepicí hmotu na cementové bázi. V případě, že dojde k oddělení lepidla od původní omítky, případně i s vrstvou původní omítky, je nezbytné použít lepicí hmotu na organické bázi (disperzní).

8.2 Lepení tepelné izolace PU pěnou

Hlavní předností lepení vrstvy tepelné izolace v ETICS PU pěnou je rychlost provádění a zkrácení technologické přestávky mezi lepením a následující fází realizace ETICS (zpravidla kotvení nebo realizace základní vrstvy). Lepení tepelné izolace PU pěnou je často používáno u rodinných domů, zejména u novostaveb. Vhodným a nejčastěji používaným podkladem jsou tvárnice z dutinových keramických bloků. U dřevostaveb jsou to například desky typu OSB nebo sádrovláknité desky. U dřevostaveb je výhodou, že se do konstrukce dřevěné obvodové stěny nezabuduje vlhkost jako při lepení cementovými lepidly. Předpokladem pro lepení tepelné izolace PU pěnou je nutná rovinnost podkladu (10mm/m).

Technické problémy

Požární bezpečnost

U systémů, kde je jako lepicí hmota použita PU pěna, zpravidla výrobci neprovádějí zkoušky systému pro zatřídění do tříd požární odolnosti dle ČSN EN 13501-1. Takové systémy bez zkoušení automaticky spadají do třídy reakce na oheň F - hořlavé. Tuto skutečnost je nutné vždy zohlednit při posuzování ETICS s ohledem na soubor norem ČSN 73 08XX. Zejména doporučujeme ověřit následující skutečnosti:

- u zděných a betonových podkladů musí být třída reakce na oheň podkladu A1 nebo A2-s2,d0 v ostatních případech musí podklad odpovídat požadavkům ČSN 73 0810;
- požární výška objektu $h_p < 12$ m;
- nesmí dojít k šíření plamene pod povrchem ETICS;
- u novostaveb požadavek na oddělování požárních úseků.

Rozdílný způsob technologie provádění

Při lepení PU pěnou je nutné zohlednit následující parametry podkladní konstrukce :

- rovinnost podkladu (max. 10mm/m);
- průměrná soudržnost podkladu nejméně 200 kPa, nejmenší jednotlivá přípustná hodnota je 80 kPa;
- přidrženost lepicí PU pěny k podkladu vždy u konkrétního objektu ověřit odtrhovou zkouškou dle ČSN EN 1542;
- bezprašnost a nasákavost povrchové úpravy podkladu.

Tabulka /19/: Porovnání stěžejních parametrů PU pěn v závislosti na druhu podkladu

Parametr	TYP PODKLADU					
	OSB	SDK/SDV	YTONG	CIHLA	OMÍTKA	ŽB PANEL ¹⁾
přídržnost	1	2	3	1	2	1
spotřeba	1	1	1	2	2	3
rovinnost podkladu	1	1	1	2	2	2
možnost vyrovnání ²⁾	1	1	1	2	2	3
Poznámky						
1) Uvažováno ŽB panel s vymývaným povrchem, frakce kameniva 2-10mm						
2) V porovnání s cementovým lepidlem						
Hodnoceno 1 – nejlepší; 3 - nejhorší						

Tabulka /20/: Orientační porovnání pozitivních a negativních vlastností PU pěn ve vztahu k lepení tepelné izolace v ETICS

Pozitivní vlastnosti	Negativní vlastnosti
rychlost provádění	nelze získat dokument ETA, není zkušební postup
suchý proces do podkladní konstrukce se nevnaší vlhkost jako v případě lepení cementový lepidlem	aplikace pouze do výšky 12 m s ohledem na požární bezpečnost staveb
zkrácení technologických přestávek mezi kotvením případně stěrkováním	problém se zajištěním rovinnosti, je nutné opětovné dorovnání izolace v průběhu tvrdnutí pěny;
menší hmotnost celé skladby	horší přídržnost přířezů desek (nároží, nadpraží)
nižší režijní náklady	větší riziko prostorové deformace desek (zvedání rohů)
vyšší přídržnost k deskám typu OSB nebo sádrovláknitým deskám (Fermacell, Rigidur) oproti standardním cementovým lepidlům	smršťování PU pěn, pevnost v tlaku PU pěny je nižší než pevnost v tlaku cementového lepidla; předepnutá hmoždinka v podkladu stlačuje PU pěnu

9 Provětrávané fasádní systémy

Všeobecně

9.1 Použité zkratky a termíny

MW – minerální vlna (mineral wool).

ETICS – vnější tepelněizolační kompozitní systém (external thermal insulation composite system)

Projektová dokumentace - zákonem a vyhláškou předepsaný soubor výkresových a textových dokumentů popisujících stavbu a stavební procesy. Poskytuje stavebníkovi, zhotoviteli i státní správě informace potřebné k naplánování a realizaci stavební činnosti a k přezkoumání jejich vlivů na uživatele a na bezprostřední okolí stavby (ochrana zdraví, úspora energií, šetrnost k životnímu prostředí, bezpečnost a funkčnost apod.).

Stavební dokumentace - dokumentace zpracovaná pro dodávku a provedení ETICS, kterou obvykle zajišťuje dodavatel stavby nebo zhotovitel ETICS. Musí být v souladu s dokumentací ETICS a s projektovou dokumentací.

Ostění otvorů – boční ostění, nadpraží a parapet výplní otvorů (např. oken, dveří).

9.2 Základní charakteristika a popis provětrávaných fasádních systémů

Termínem provětrávaná fasáda jsou označovány fasády dvouplášťové, kdy vzduchová mezera mezi oběma pláštěmi je větraná. Dochází tedy k odvětrání vodních par proniklých vnitřním pláštěm fasády do venkovního prostředí.

Vnitřní plášť fasády má za úkol plnit požadavky z hlediska statiky, tepelné techniky a akustiky. Vnější plášť pak tvoří ochranu fasády a vnitřního prostoru proti účinkům povětrnostních podmínek. Vnější plášť také tvoří plní funkci estetickou. Různé druhy profilování prvků opláštění dávají možnost plnit vysoké nároky na opláštění budov z hlediska architektonického.

Provětrávané fasády se montují na nosný podklad. Ten je většinou tvořen stěnovými nosnými systémy různých materiálových bází a různě provedenými povrchovými úpravami. Nosný podklad fasádního systému může tvořit také skeletový ocelový nebo železobetonový nosný systém, ten je však většinou nutné opatřit přídatným ocelovým roštem.

Provětrávanou fasádu je možné provést na nově postavené budově nebo již stojící v rámci její rekonstrukce.

Na připravený podklad se jako základ provětrávané fasády montuje nosný ocelový nebo dřevěný rošt. Těch je mnoho typů, mohou být jednosměrné nebo dvousměrné z ocelových profilů různých průřezových charakteristik a šířek. Nosný ocelový rošt je vždy tvořen konzolami a ocelovými profily.

Mezi ocelové profily je vkládána tepelná izolace z minerálních vláken. Minerální vláknitá izolace je chráněna pojistnou hydroizolací, která funguje také jako vzduchotěsná vrstva. Musí být použit materiál účinně propustný pro vodní páru.

Větraná vzduchová mezera má standardně tloušťku 40 mm.

Vnější plášť fasády je tvořen fasádním obkladem ohýbaného nebo válcováním profilovaného ocelového pozinkovaného plechu (povrch může být natřen barvou nebo na něj může být aplikována fólie) nebo jiných velkoplošných prvků odolných proti působení povětrnostních vlivů (např. CETRIS desky).

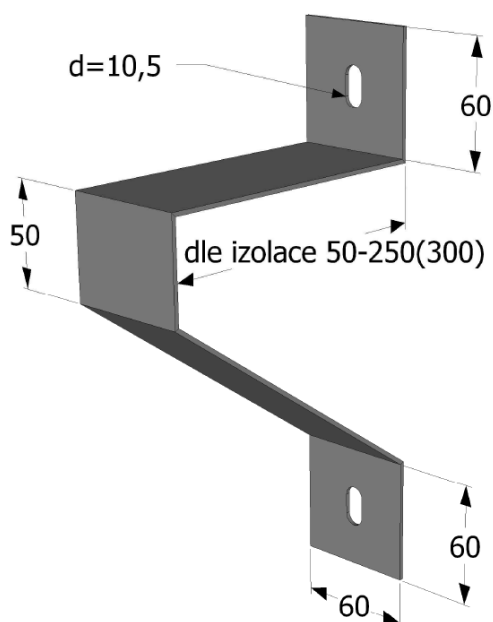
10 Lehké provětrávané fasády plechové a s velkoformátovými obkladovými deskami

Skladba fasádního systému je tvořena následujícími komponenty:

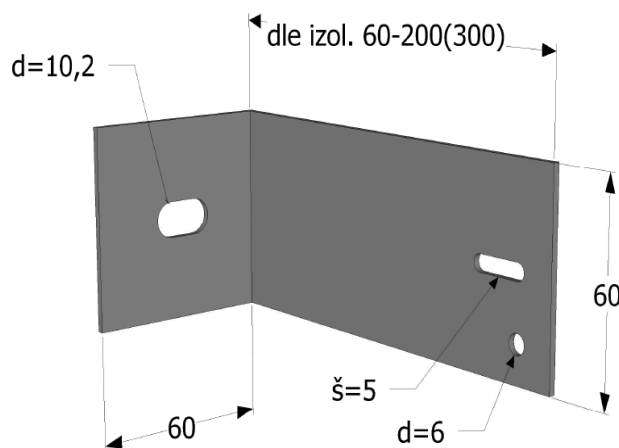
- konzola;
- ocelové profily tvořící nosný rošt;
- tepelná izolace;
- pojistně hydroizolační a vzduchotěsná vrstva účinně propustná pro vodní páru;
- fasádní obklad.

10.1 Konzoly

Základními prvky nosného roštu jsou bodové konzoly (typu A či L – Obr. 37 a 38) kotvené do podkladní konstrukce.



Obr. 37 - A konzola nosného roštu



Obr. 38 - L konzola nosného roštu

10.2 Ocelové profily tvořící nosný rošt

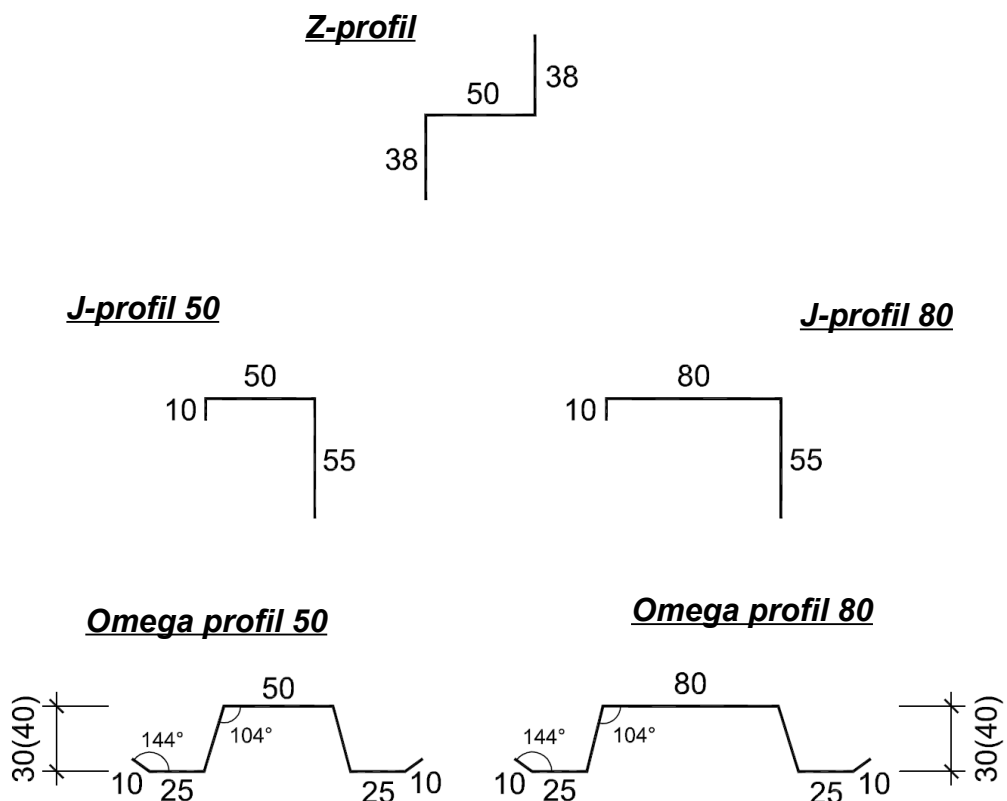
Nosný rošt slouží jako nosná část fasádního systému Dekmetal, kde jeho hlavní funkcí je přenášet zatížení od vlastních obkladových prvků společně se zatížením od sání či tlaku větru. Zároveň musí nosný rošt obsáhnout i vlastní dilatační pohyby vyvolané především teplotní roztažností použitých obkladových prvků.

Nosné rošty Dekmetal jsou používány ve 3 základních variantách, rozdělující se dle orientace obkladových prvků (vodorovně, svisle) a dle počtu prvků nosného roštu. Všechny varianty nosného roštu umožňují vyrovnání nerovností podkladních vrstev o $\pm 20\text{mm}$ v případě větších nerovností je možné použít rektifikační U-profily, které umožní vyrovnání nerovností až $+100\text{mm}$.

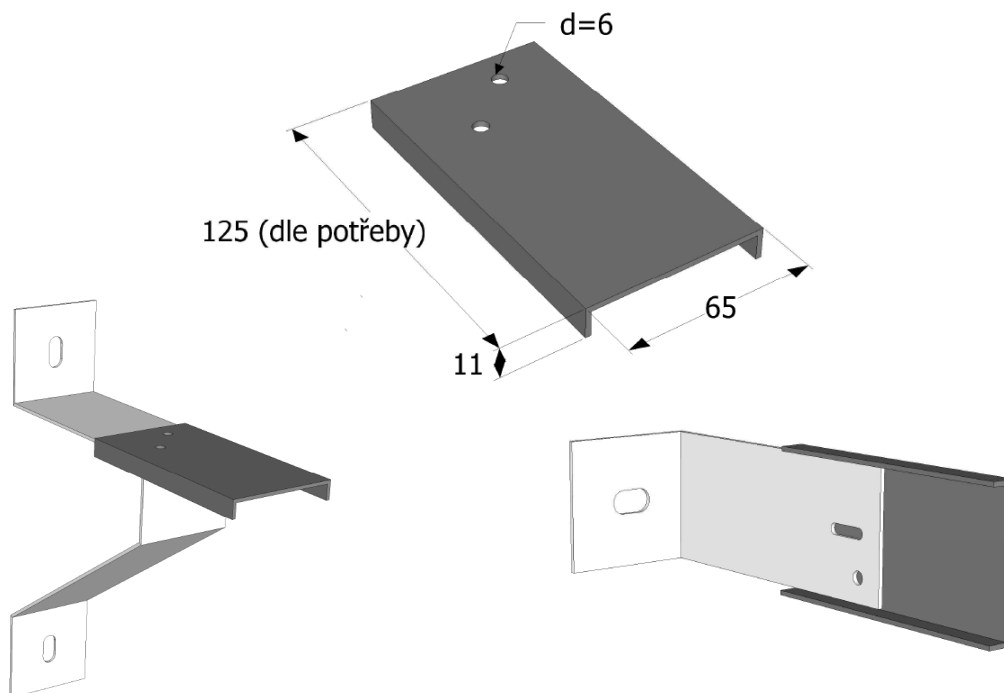
Základními prvky nosného roštu jsou bodové konzoly (typu A či L) kotvené do podkladní konstrukce. Následujícím prvkem jsou liniové prvky (Z-profily, J-profily, omega profily – Obr. 39) které jsou připevňovány do konzol.

Na Obr. 40 je znázorněna rektifikace U a její použití, na Obr. 41 až 43 jsou vyobrazeny jednotlivé varianty nosných roštů včetně popisu používaných prvků.

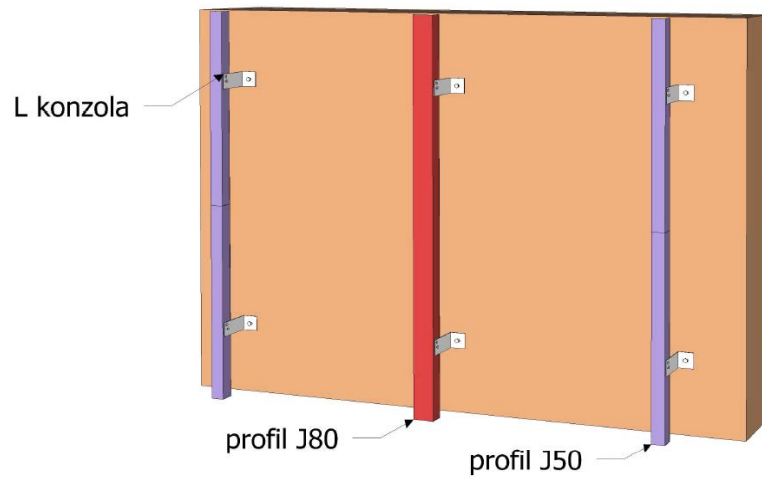
Podrobnější informace o prvcích nosného roštu (detailní rozměry, barevné varianty, průřezové charakteristiky atd.) jsou zpracovány v samostatném technickém listu.



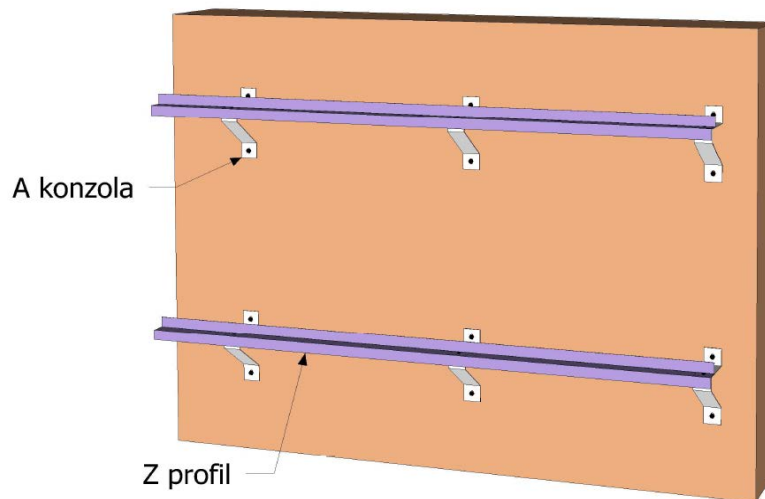
Obr. 39 - Typy základních liniových prvků nosného roštu



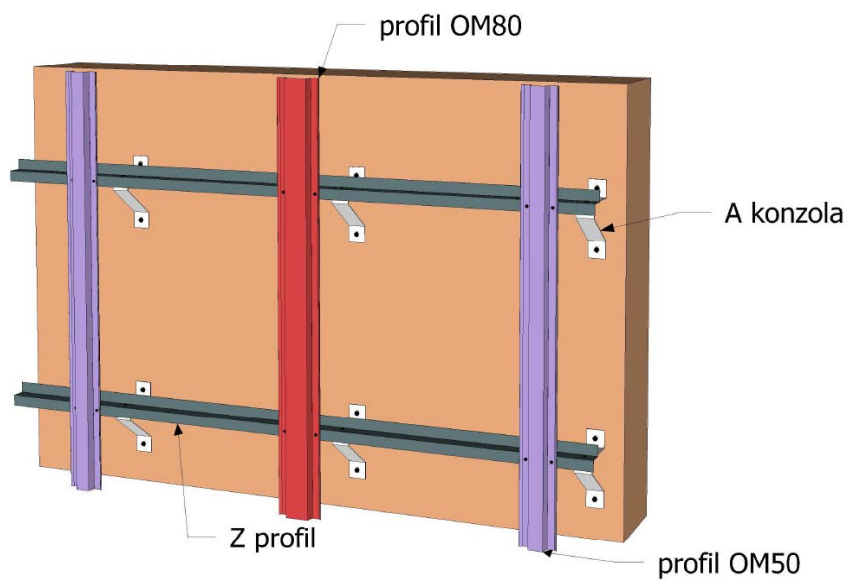
Obr. 40 - U - rektifikace a její použití



Obr. 41 - DKM 1A - Jednosměrný svislý rošt



Obr. 42 - DKM 1B - Jednosměrný vodorovný rošt



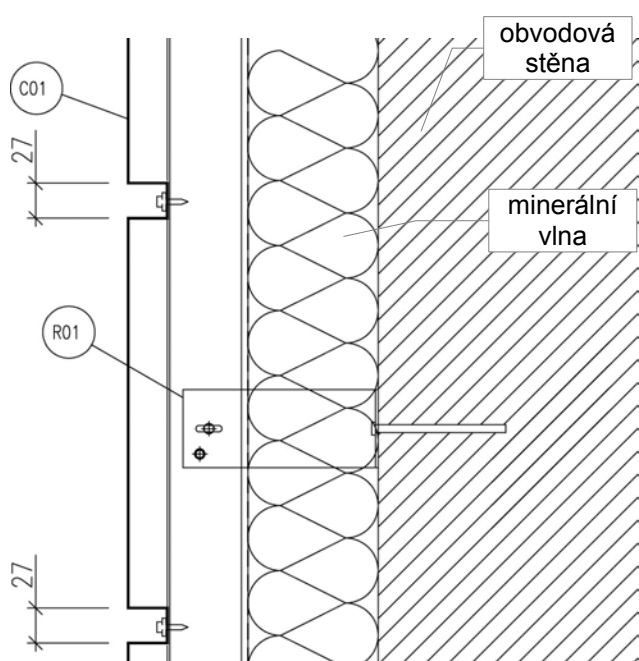
Obr. 43 - DKM 2A - Dvousměrný rošt

10.3 Obkladové prvky

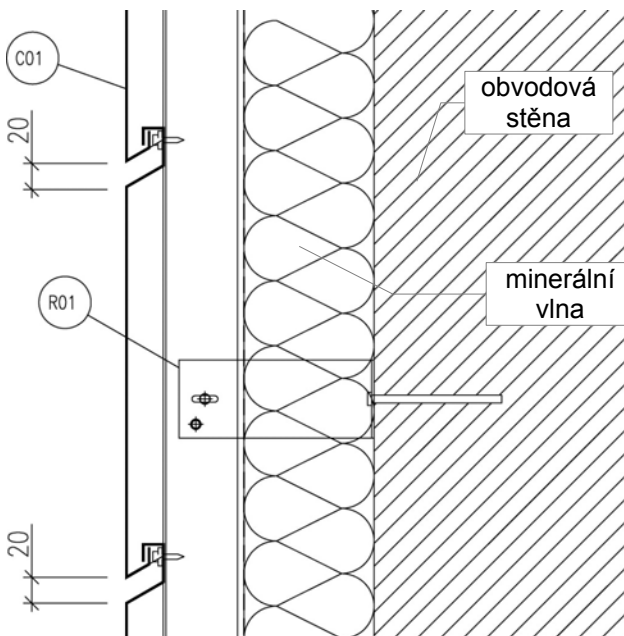
10.3.1 Kazeta

DEKCASSETTE STANDARD

Fasádní kazeta DEKCASSETTE STANDARD je čtvercový nebo obdélníkový ohýbaný prvek se systémem polodrážek po celém obvodu. Na fasádě vytváří pravidelný rastr spár o šířce 27 mm. Ve spárách jsou umístěny připevňovací prvky. Povrch kazet je chráněn při montáži ochrannou fólií.



Obr. 44 - Detail spáry DEKCASSETTE STANDARD



Obr. 45 - Detail spáry DEKCASSETTE SPECIAL

DEKCASSETTE SPECIAL

Fasádní kazeta DEKCASSETTE SPECIAL je čtvercový nebo obdélníkový ohýbaný prvek se systémem do sebe zapadajících zámků, který se připevňuje šrouby k nosnému roštu. Spodní hrana kazety se zavléká do zámků kazety již připevněné. Horní hrana se šroubuje k nosnému roštu. Díky tomu, že jsou připevňovací šrouby skryté v zámku kazety, vzniká na fasádě pravidelný rastr elegantních spár. Šířka svislé spáry může být 5 až 50 mm. Povrch kazet je chráněn při montáži ochrannou fólií.

10.3.2 Lamela

DEKLAMELLA

Fasádní lamela DEKLAMELLA je obdélníkový prvek s převažujícím jedním rozměrem, systémem do sebe zapadajících zámků a tvarovaným profilem. Lamela se připevňuje šrouby k nosnému roštu, zavlečením spodní hrany do zámků lamely již připevněné a šroubováním horní hrany. Do svislé spáry mezi lamely se vkládá dělicí T profil. Připevňovací prvky jsou skryté. Lamely mohou být na stěně orientovány svisle i vodorovně. Lamely mohou mít různý profil (viz tvary lamel v ceníku DEKTRADE). **Minimální horizontální spára mezi lamelami je 5 mm.**



Obr. 46 - Detail spáry DEKLAMELLA

10.3.3 Ohýbaný nebo válcovaný plech orientovaný vodorovně nebo svisle

Vodorovně orientované profily se připevňují k OM či J-profilům. Profily se montují ve svislých řadách s přesahem profilu o 1 vlnu. Svislé spoje lze provádět buď s přesahem 100 mm nebo pomocí T lišty.

Svisle orientované profily se připevňují k profilům Z50, nebo pásnicím C kazet, větrání je pak zajištěno pouze ve vlastních vlnách profilu. Profily se připevňují ve vodorovných řadách s překrytím jedné vlny. Připevňuje-li se další řada, je nutné dodržet svislý přesah profilů min. 100 mm.



Obr. 47 - Trapézový profil orientovaný vodorovně



Obr. 48 - Trapézový profil orientovaný svisle

10.3.4 Velkoformátové obkladové desky

Na ocelový nosný rošt mohou být kromě plechových kazet, lamel a profilů kotveny také další velkoformátové obkladové prvky. Nejčastěji jsou to desky cementotřískové nebo vláknocementové, případně HPL desky na bázi vysokotlakého laminátu.

Všechny tyto obkladové materiály se vyznačují vynikajícími parametry pro exteriérové použití, které jsou od něj očekávány – odolnost před povětrnostními vlivy, zamezení tepelného namáhání objektu, dobrá zvuková pohltivost a často je materiál i požárně odolný. Současně s ohledem na rozměrové možnosti a kreativnost architekta je možné vytvořit jak jednoduché fasády se stejnými rozměry desek, tak zcela netypické obložení budov tvořené různorodě seskládanými formáty desek, ať již ve svislé či vodorovné orientaci.



Obr. 49 - Jeden z možných druhů velkoformátových obkladů (SILBONIT)

10.4 Tepelná izolace

Pro zateplení fasády se nejčastěji používají polotuhé a tuhé desky z minerálních vláken. Je třeba respektovat doporučení výrobců minerálních vat uvedených v technických listech či montážních návodech samotných výrobců.

Na podklad ze souvislé nosné konstrukce (zdivo, beton) se tepelná izolace kotví zatlukacími fasádními talířovými hmoždinkami. Zpravidla se používají hmoždinky s hlavou o průměru 60 – 80 mm s plastovým nebo ocelovým trnem. Hlava o průměru 80 mm se používá především pro kotvení desek o nižší objemové hmotnosti.

Hmoždinky musí být kotveny až do únosné vrstvy, hloubka kotvení je stanovena výrobcem dané hmoždinky. Doporučené množství hmoždinek je 6 ks/m².

Příklad rozmístění hmoždinek je patrný z obrázku 50.

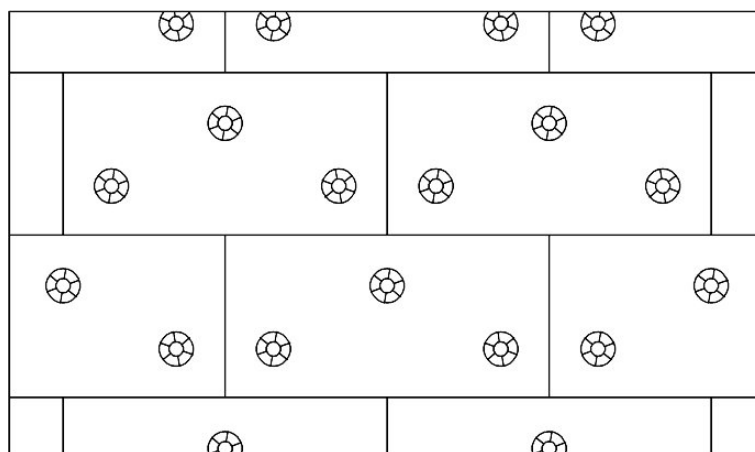
Mezi tepelné izolace splňující dané podmínky lze ze sortimentu nabízeného výrobcem doporučit tyto:

- a) Orsil Fassil (Fassil NT) – výrobce Saint Gobain – Orsil s.r.o., Častolovice;
- b) Rockwool Airrock ND – výrobce Rockwool a.s., Praha;
- c) Nobasil FRE (FRK) – výrobce Knauf Insulation s.r.o., Praha.

Při návrhu tepelněizolační vrstvy (volba materiálu a jeho dimenze) je třeba mimo jiné zohlednit:

Požadavek na omezení prostupu tepla mezi exteriérem a interiérem budovy.

Požadavky na maximální hodnotu součinitele prostupu tepla stanovuje norma ČSN 73 0540-2. Pro přesný návrh tloušťky tepelné izolace je třeba provést tepelnětechnický výpočet se započtením celé skladby s ohledem na okrajové podmínky.



Obr. 50 - Schéma rozmístění hmoždinek při kotvení tepelné izolace z minerálních vláken

10.5 Pojistně hydroizolační a vzduchotěsná vrstva účinně propustná pro vodní páru

Tuto vrstvu ve fasádních systémech tvoří kontaktní difúzní fólie, která má ekvivalentní difúzní tloušťku menší než 0,03 m.

Ve skladbě plní především tyto funkce:

- Pojistně hydroizolační - opláštění ze skládaných prvků není vodotěsné. Srážková voda se v kapalném skupenství do konstrukce dostává drobnými spárami mezi jednotlivými prvky pláště. V blízkosti prostupů a otvorů, které zajišťují větrání fasády, dochází také k pronikání vátého sněhu.
- Vytváří vzduchotěsnou vrstvu tzn. zabraňuje infiltraci. Brání pronikání vzduchu mezi interiérem a exteriérem, a zvláště pak v detailech. Ve skladbách s C-kazetami je použití této vrstvy nezbytné, protože se jedná o jedinou vzduchotěsnou vrstvu ve skladbě.
- Chrání tepelnou izolaci proti ochlazení jejího povrchu, v oblastech vstupních a výstupních otvorů vzniká při nárazech větru nebezpečí "zafouknutí" chladného exteriérového vzduchu do vláken tepelné izolace, a tím ke krátkodobému snížení její účinnosti.
- Chrání tepelnou izolaci před zanášením povrchu mechanickými nečistotami z ovzduší (např. prachem), které by vedlo ke zhoršení tepelně-izolačních vlastností samotné izolace.

Pro provětrávané fasády (např. Dekmetal) je doporučována páska na spojování přesahů fólie a opracování detailů je vhodné použít oboustranně lepící pásku (např. Dektape SP). Taktéž je možné použití fólií s integrovanou aplikační páskou v přesazích.

Fólie se připevňuje na stěnu ve svislých pásech. Pro rošty DKM1B a DKM2A se nejprve na pásnice profilů Z50 nebo C kazet nalepí oboustranně lepicí páska. Role fólie se postupně rozmotává po tepelné izolaci a přilepuje se k páskám. U paty stěny se fólie přikotví přítlačnou lištou nebo prvkem vyznačeným v patřičném detailu montážní dokumentace. Následně se u dvousměrných roštů provede montáž svislých profilů.

Pro rošt DKM1A se fólie postupně rozmotává v pásech a průběžně prořezává v místě konzol a na tyto se fólie nasune. Po vytvoření průběžného pásu se následně oblepí prořez fólie kolem konzol lepicí páskou Dektape SP.

Včasnou montáží svislých nosných prvků se zamezí nebezpečí stržení fólie větrem. U jednosměrných roštů je fólie zabezpečena přímo obkladovými prvky. Proto je třeba koordinovat montáž úseků fólie s montáží obkladových prvků.

Další pás pokládáme stejným způsobem s přesahem, který je naznačen na vlastní roli fólie.

U některých typů tepelně izolačních materiálů není nutné použití pojistné hydroizolační fólie (přesto je její použití i u těchto druhů tepelně izolačních materiálů doporučeno), musí však být bezpodmínečně dodrženy tyto parametry tepelné izolace:

- a) tepelná izolace z minerálních vláken;
- b) objemová hmotnost $\geq 50 \text{ kg/m}^3$;
- c) hydrofobizace v celém průřezu;
- d) faktor difuzního odporu ≤ 5 .

11 Provětrávané fasády s kamenným obkladem

Skladba fasádního systému je opět tvořena kotevním systémem, tepelnou izolací, pojistnou hydroizolací a samotným obkladem z kamene.

11.1 Kotevní systémy pro kamenné obkladové desky

Volba konkrétního typu upevňovacího systému závisí na zatížení, které kotva přenáší, typu podkladu a požadovaném způsobu uchycení. Kotevní prvky mohou být umístěny jak ve vodorovné, tak i svislé spáře mezi deskami, nebo – v případě přiznaných kotevních prvků – mohou být viditelné v ploše.

Na trhu rovněž existují systémy, které umožňují provedení zcela zakrytých prvků. Kotevní prvky musí být vyrobeny z nerezové oceli, aby nedošlo ke korozi kotev a následnému zabarvování kamenných desek, nebo dokonce k uvolnění desky.

11.1.1 Upevnění k podkladu

Injektované kotvy

V případě realizace kotev do nosné konstrukce je třeba mít zpracován detailní plán fasády s přesným rozmístěním kotev. Je nutno dbát na požadavky na rovinnost obkladu a bezpečné uchycení desek. Kotvy pro zainjektování musí být v konstrukci uchyceny minimálně kotevní délkou a uchycení kotev musí být přesné ve všech směrech, protože rektifikace těchto kotev je velmi omezená a obtížná. Je možné použití více druhů kotev na jedné fasádě (například kotvy různé délky v případě ustupující konstrukce).

Kotvy s kotevními šrouby


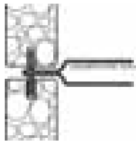
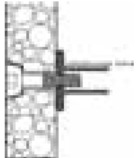
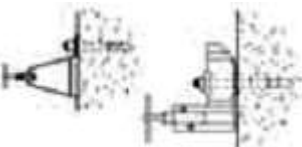
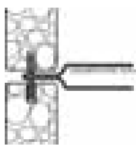
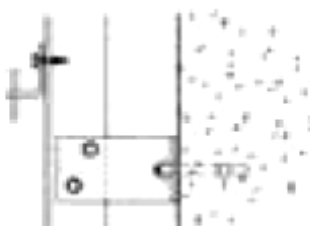
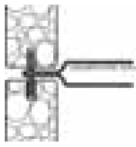
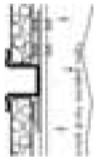
Při použití kotev upevněných hmoždinkami (zpravidla se používají celokovové čepové kotevní šrouby) nejsou zpravidla na umístění kotev kladeny tak přísné požadavky. Většina soudobých systémů umožňuje rektifikaci ve všech třech směrech v řádu několika desítek mm. Kotvy jsou standardně vyráběny z nerezové oceli.

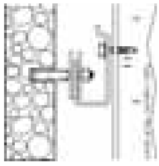

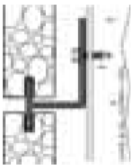
Nosný rošt

V minulosti byly používány lištové vodorovné systémy, do kterých byly nasouvány kamenné desky opatřené drážkami, nebo svislé systémy, na které byly upevněny nástavce s trny. Předností těchto systémů byl jasně stanovený modul, který omezil pracnost na stavbě a výrazně urychloval realizaci obkladu. V současné době se často užívají především jednosměrné svislé nebo dvousměrné rošty, na které jsou upevňovány desky. Předností těchto systémů je především možnost volby způsobu uchycení desek a zejména pak i možnost používat pro obklad tenké desky (10-15 mm).

Dvousměrné rošty dobře umožňují upevnit pojistnou hydroizolaci. Moderní roštové systémy jsou zpravidla vyráběny z hliníku, případně galvanizované oceli.

Tabulka /21/: Možnost kotvení kamenných desek (typické příklady)

Kotevní systém (ukotvení do nosné konstrukce stěny)	Způsob upevnění desky na kotevní systém
<p>Injektované kotvy</p> <p>nízká cena je vyvážena přísnými požadavky na podklad a přesnost realizace, obtížnou rektifikací uložení kotvy, pomalejším postupem realizace obkladu, vyšší pracností</p> 	<p>Trny</p> <p>nejběžnější systém pro uchycení desek s šířkou spár nejčastěji 5-8 mm</p>  <p>Pohledové upevňovací šrouby</p> <p>nutnost pečlivého provedení otvoru pro šroub</p> 
<p>Kotvy upevněné hmoždinkami</p> <p>vyšší cena, menší pracnost při realizaci, zpravidla vyšší únosnost kotev, umožňuje rektifikaci ve třech směrech</p> 	<p>Trny</p> <p>nejběžnější systém pro uchycení desek s šířkou spár nejčastěji 5-8 mm</p> 
<p>Rošty (jednosměrné, dvousměrné)</p> <p>vyšší pracnost a cena, zpravidla nejméně přísné požadavky na podkladní konstrukci, variabilní způsoby uchycení desek, zpravidla snazší upevnění desek v detailech</p> 	<p>Trny</p> <p>nejběžnější systém pro uchycení desek s šířkou spár nejčastěji 5-8 mm</p>  <p>Úchyty</p> <p>vhodné pro tenké desky do tloušťky 15 mm, šířky spár zpravidla do 5 mm</p> 

	<p>Hmoždinkové šrouby neporušený povrch desky, volné spáry mezi deskami</p> 
	<p>Pohledové upevňovací šrouby nutnost pečlivého provedení otvoru pro šroub</p> 
	<p>Lišty systém užívaný pro menší formáty desek</p> 

11.1.2 Připevnění desek

Bodové kotevní prvky s trny - kotvy umístěné ve spáře obkladu

Nejčastější způsob uchycení desky na kotvu je pomocí trnů (průměr trnu se pohybuje v rozmezí 4-6 mm). Kotvy opatřené trny je možno umístit jak ve svislých, tak i vodorovných spárách obkladu.

Přidržené kotvy však musí být schopny přenést zatížení působící kolmo na rovinu desky - zpravidla zatížení desek účinky větru.

Pozn.: V praktických aplikacích se zpravidla často kombinují oba způsoby. V řadě detailů například nelze umístit kotvy do svislé spáry (nároží objektů, detaily).

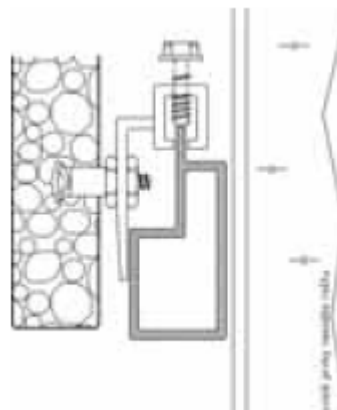
Hmoždinkové šrouby

Novodobé systémy umožňují zcela skryt upevňovací prvky. Šrouby jsou upevněny do otvorů vyvrtaných speciálním vrtákem, jejich upevnění je zajištěno rozpěrným koncem. Tyto upevňovací systémy se zpravidla kombinují s dvousměrnými nosnými rošty.

Předností těchto systémů je především snížení pracnosti na staveništi – veškerá příprava desek probíhá mimo staveniště a na stavbě se desky pouze zavěšují na nosný rošt. Velkou výhodou je i možnost snadného řešení detailů bez nutnosti použití atypických konstrukčních prvků. Např. kamenné pásky tvořící špalety oken se přišroubují ke kovovým úhelníkům upevněným ke kamenným deskám obkladu. Tloušťky kamenných desek se zpravidla používají v rozsahu 20-40 mm.



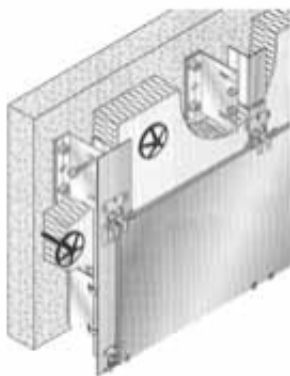
Obr. 51 - Bodové kotevní prvky s trny



Obr. 52 - Skryté kotevní prvky - hmoždinkové šrouby

Úchyty

Úchyty jsou vyráběny z nerezového plechu a nýtují se nerezovými nýty na svislé prvky nosného roštu. Předností používání úchytů je především malá tloušťka desky, ta se může pohybovat v rozmezí 8-15 mm. Při volbě tohoto typu obkládání je nutné zohlednit možnost poškození desky - v oblasti nad terénem proto doporučujeme používat buď desky tloušťky 15 mm, nebo zvolit jiný systém upevnění silnější desky.



Obr. 53 - Systém nosného roštu s úchyty



Obr. 54 - Jeden z možných vzhledů provětrávané fasády s kamenným obkladem

12 Provětrávané fasády s dřevěným obkladem

12.1 Charakteristika

Fasádní obkladové prvky jsou frézované dřevěné profily s perem a drážkou vyráběné z kvalitního středového jehličnatého dřeva. Fasádní obkladové profily se používají zejména na vytvoření finální venkovní vrstvy svislých konstrukcí - fasády. Fasádní obkladové prvky by měly být vždy opatřeny vhodnou povrchovou úpravou. Fasádní obkladové prvky je možno dodat s povrchovou úpravou již z výroby.

12.2 Základní konstrukční principy

Nejmenší tloušťka venkovního obkladu z masivního dřeva by měla být 20 mm. Maximální šířka prken pro obklady na pero a drážku by neměla být větší než 140 mm. Obecně je lépe obklad provádět z úzkých lamel šířky 40-60 mm a vyhnout se širokým (120 mm a více). Dřevěné prvky ošetřené nátěrem mají vykazovat poloměr hran nejméně 2,5 mm, aby byla zajištěna dostatečná tloušťka nátěrového filmu.

Základním pravidlem pro navrhování dřevěných fasád je minimální svislá vzdálenost dřevěného obkladu od terénu 300 mm. Dále je nutné, aby byla zajištěna nepropustnost vody do izolačních a vnitřních konstrukčních vrstev. Důležité je také provést funkční odvětrání větrané vzduchové vrstvy.

Obkladové prvky se připevňují k nosnému roštu hřebíky, vruty nebo sponkami. Druh připevňování závisí na profilování a přesahování dřevěných částí na přední a zadní straně, připevňovací prvky mohou být viditelné a neviditelné. Ohledně délky hřebíku platí tesařské pravidlo, že délka hřebíku musí být nejméně trojnásobkem tloušťky připojovaného prkna. Hlava spojovacího prostředku nesmí z povrchu dřevěného povrchu vyčnívat ani nesmí být zaražena nebo zašroubována hlouběji.

Při provedení obkladu se spárami je vhodné na nosný rošt provést pojistně hydroizolační a vzduchotěsnou vrstvu účinně propustnou pro vodní páru. Tato vrstva by měla mít ekvivalentní difuzní tloušťku menší než 0,03 m (např. DEKTEN FASSADE).

12.3 Nosný rošt

Nosný rošt musí být vytvořen tak, aby za obkladem byla souvislá větraná vzduchová vrstva. Nosný rošt je nutné provádět ze sušeného dřeva. Rozteč roštu musí být přiměřená tloušťce fasádního profilu a je třeba zohlednit, jestli jde o profil s perem a drážkou nebo bez nich. Při tloušťce obkladových profilů 24 mm je maximální rozteč profilů 100 cm u profilů s perem a drážkou a 70 cm u profilů bez pera a drážky. Hranoly nosného roštu je nutné ošetřit proti působení dřevokazného hmyzu, houbám a plísním.

12.4 Materiály obkladu

SMRK

Smrk je ve stavebnictví nejpoužívanější dřevinou a zároveň je to i dřevina nejdostupnější. Smrkové obklady se používají zejména z důvodu nižších pořizovacích nákladů. Venkovní smrkové obklady je nutno vždy opatřit povrchovou úpravou nejlépe s obsahem impregnačních látek. U smrkových obkladů je třeba počítat s častějšími cykly obnovy ochranných nátěrů než u tvrdších a trvanlivějších dřevin.

SIBIŘSKÝ MODŘÍN

Sibiřský modřín je velmi odolná a trvanlivá dřevina, která díky své struktuře dobře odolává povětrnostním vlivům. Sibiřský modřín se používá na venkovní obklady fasád zejména pro dobrou trvanlivost. Modřínové obklady bez povrchové úpravy se vyznačují přirozeným stárnutím a změnou barvy v průběhu času. Pro zachování stálého vzhledu lze modřínový obklad opatřit povrchovou úpravou.

12.5 Povrchové úpravy obkladu

Hoblovaný povrch

Hoblováním se vytvoří hladký povrch, který je dobrým podkladem pro provedení souvislé povrchové úpravy. Hoblovaný povrch působí lesklým dojmem.

Řezaný povrch

Řezaný povrch nese stopy opracování při řezání profilů. Povrch je drsnější a jsou na něm patrné jemné třísky. Struktura povrchu působí matnějším dojmem a to i při použití povrchové úpravy. Řezaný povrch má vyšší přirozenou odolnost než povrch hoblovaný.

Kartáčovaný povrch

Při kartáčování se z povrchových vrstev profilu odstraňují vlákna měkkého dřeva zatímco vlákna tvrdého dřeva zůstávají. Touto úpravou se vytvoří jemně žlábkovaná struktura, která působí dojmem starého dřeva. Kartáčováním se dosáhne vyšší odolnosti povrchu vůči povětrnostním vlivům.

Ochranné nátěry

Dřevo se řadí k nejoblíbenějším stavebním materiálům. Pro použití v exteriéru je nutné jej chránit proti působení vody. Pro tyto účely se hodí především různé druhy barevných nebo bezbarvých lazur, barevných lazur, voskových lazur nebo tvrdých vosků na bázi přírodních olejů. Pro preventivní ochranu před zamodráním a proti působení plísní a hub slouží fungicidní ochranné prostředky.

Lazura je vhodná k ošetření staticky nenamáhaného dřeva umístěného v exteriéru, bez kontaktu se zemí – např. obložení, bednění, plotů, branek, pergol, zahradních domků, střešních podhledů, štítů, fasád atp.

Thermowood

ThermoWood je produkt vyráběný speciálním patentovaným procesem tepelné úpravy dřeva. Tepelná úprava jehličnatého dřeva má trvalý efekt na fyzikální a mechanické vlastnosti materiálu. Tento proces vytváří zcela nový materiál s vlastnostmi srovnatelnými s tvrdými a vysoce odolnými dřevinami. ThermoWood je vyráběn v současné době ve dvou variantách: Thermo-S a Thermo-D.

Výsledkem procesu výroby ThermoWoodu je produkt s významně zvýšenou trvanlivostí a odolností proti hnilobě a proti napadení dřevokaznými houbami. V závislosti na požadované odolnosti jsou k výrobě ThermoWoodu použity různé výrobní procesy. Odolnost ThermoWoodu může být zvyšována až na úroveň odolnosti dřevin jako například červený cedr nebo jiné tvrdé dřeviny.

Proces výroby ThermoWoodu vytváří produkt s excelentní rozměrovou stabilitou. Snížením vlhkosti materiálu o více než 50% je maximálně zredukováno bobtnání a sesychání materiálu. Navíc jsou maximálně zredukované známé problémy dřeva jako vyduť, kroucení, zkřivení a jiné deformace.

V průběhu výrobního procesu ThermoWood získává hřejivou a atraktivní hnědou barvu. Tato barva je shodná a konzistentní po celé ploše a v řezu každého kusu ThermoWoodu. Barva tmavne v závislosti na použitém výrobním procesu, čím vyšší je teplota, tím je barva tmavší. Jako u všech přírodních materiálů rovněž u ThermoWoodu jeho barva časem bledne působením ultrafialového záření slunce. K zachování původní barvy se doporučuje použít nátěr proti ultrafialovému záření.

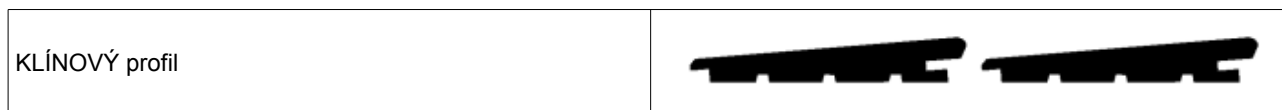
Proces výroby ThermoWoodu je založen na využití energie páry a tepla, do materiálu nejsou aplikovány žádné chemické látky nebo činidla. Bylo prokázáno testy, že během výroby ThermoWoodu nevznikají žádné škodlivé emise. Jakékoli zbytky ThermoWoodu mohou být spáleny nebo likvidovány jako běžný odpad. Surovina použitá na výrobu ThermoWoodu je dodávána z obnovitelných zdrojů certifikovaných systémem PEFC. Použitá energie a pára je dodávána z elektrárny našeho závodu na výrobu celulózy a papíru ve městě Kotka ve Finsku.

12.6 Příklady profilů

Fasádní obklady jsou vyráběny v široké profilové i rozměrové škále. Níže uvádíme pouze výběr nejprodávanějších profilů.

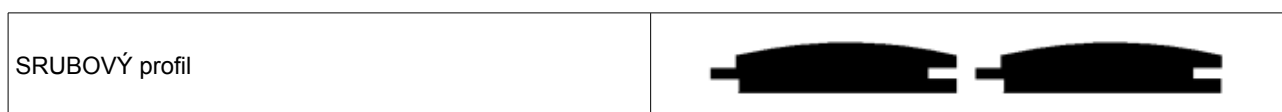
KLÍNOVÝ profil

KLÍNOVÝ profil má lícovou stranu seříznutou pod úhlem což na stěně vytváří dojem klasického peření z prken. Rubová strana je opatřena drážkami, které zajišťují lepší tvarovou stabilitu profilů.



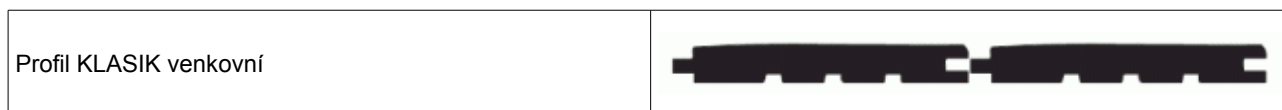
SRUBOVÝ profil

SRUBOVÝ profil je z lícové strany opatřen oblinou. Tento profil na stěně vytváří dojem masivní konstrukce z polohraných trámů (polštářů).



Profil KLASIK venkovní

Profil KLASIK má na lícové straně sražené hrany, které na stěně vytvářejí dojem přiznaných spár. Rubová strana je opatřena drážkami, které zajišťují lepší tvarovou stabilitu profilů.



Profil SOFTLINE venkovní

Profil SOFTLINE má na lícové straně zaoblené hrany, u pera je navíc zaoblení odsazeno. Toto odsazení vytváří na stěně dojem širších spár a obklad tak dostává plastičtější vzhled. Rubová strana je opatřena drážkami, které zajišťují lepší tvarovou stabilitu profilů.



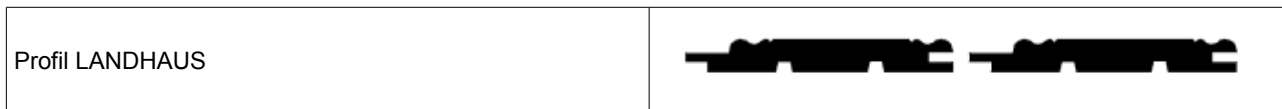
Profil TATRAN venkovní

TATRAN je tvarovou kombinací profilů KLASIK a SOFTLINE. Profil TATRAN má na lícové straně sražené hrany, u pera je sražení odsazeno podobně jako u profilu SOFTLINE. Toto odsazení vytváří na stěně dojem širších spár a obklad tak dostává plastičtější vzhled. Rubová strana je opatřena drážkami, které zajišťují lepší tvarovou stabilitu profilů.



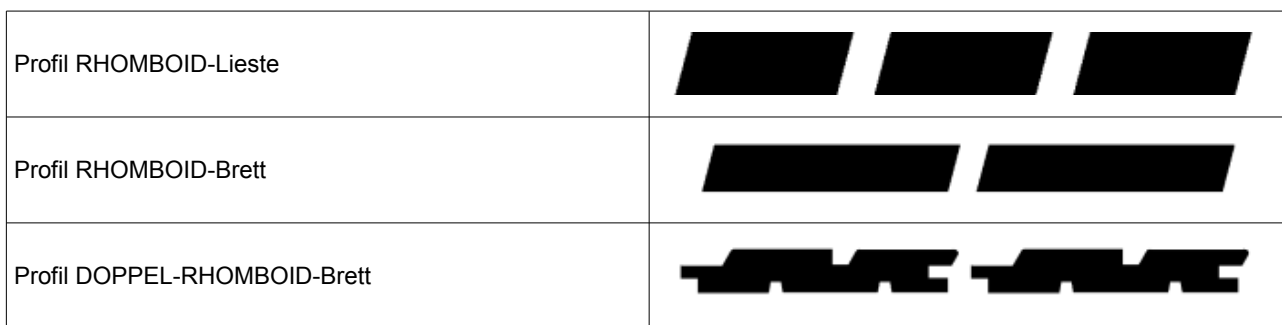
Profil LANDHAUS

Profil LANDHAUS je z lícové strany opatřen reliéfem, který je umístěn po obou stranách profilu. Tento profil se používá všude tam, kde je požadavek na vytvoření členitého fasádního obkladu. Rubová strana je opatřena drážkami, které zajišťují lepší tvarovou stabilitu profilů.



Profil RHOMBOID

RHOMBOID je společný název pro skupinu profilů, které svým tvarem vytvářejí na stěně dojem obkladu z vodorovných prvků s příznanými spárami. U profilů RHOMBOID-Leiste a RHOMBOID-Brett se při montáži vynechává mezera mezi jednotlivými profily. Fasáda tím získává větší plasticitu a dynamiku. Zároveň se dosáhne dokonalého odvětrání fasády. Profily DOPPEL-RHOMBOID-Brett jsou z rubové strany opatřeny drážkami, které zajišťují lepší tvarovou stabilitu profilů.



Obr. 55 - Ukázka dřevěného provětrávaného obkladu



Obr. 56 - Ukázka dřeva s úpravou Thermowood

Použitá literatura

Normy a předpisy:

1. ČSN 73 2901. *Provádění vnějších tepelněizolačních kompozitních systémů (ETICS)*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
2. ČSN 73 2902. *Vnější tepelněizolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
3. ČSN 73 3610. *Navrhování klempířských konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
4. ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
5. ČSN 73 4301. *Obytné budovy*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
6. ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
7. ČSN 73 0804. *Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
8. ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
9. ČSN 73 0833. *Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
10. ČSN 73 0863 *Požárně technické vlastnosti hmot. Stanovení šíření plamene po povrchu stavebních hmot*. Praha: Český normalizační institut, 1992.
11. ČSN 73 0834 *Požární bezpečnost staveb – Změna staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
12. ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – Část 2 : Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
13. ČSN EN 13501-1+A1 *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 1 : Klasifikace podle výsledků zkoušek na oheň*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
14. ETAG 004 *Vnější kontaktní tepelněizolační systémy s omítkou*. Brusel: Evropská organizace pro technické schvalování, 2000.
15. ETAG 014 *Plastové kotvy pro ukotvení vnějšího kontaktního tepelněizolačního systému s omítkou*. Brusel: Evropská organizace pro technické schvalování, 2002.
16. ČSN 73 0532 *Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
17. ČSN EN 13163 ed. 2 *Tepelněizolační výrobky pro budovy - Průmyslově vyráběné výrobky z pěnového polystyrenu (EPS) - Specifikace*. Praha: Český normalizační institut, 2013.

Firemní materiály:

18. DEKTRADE – Montážní návod DEKTHERM a DEKTHERM ELASTIK
19. DEKTRADE – Montážní návod DEKMETAL
20. DEKTRADE – Technický list Kooltherm K5
21. EJOT – Stavební upevňování pro ETICS – katalog produktů
22. BRAVOLL – Upevňovací technika pro ETICS – katalog produktů
23. Weber SAINT-GOBAIN – Weber rádce 2011
24. Baumit – Zateplovací systémy - technologický předpis

Archivy firem:

25. Archiv ATELIERu DEK
26. Archiv časopisu DEKTIME



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato příručka vznikla na základě finanční podpory Evropského sociálního fondu a rozpočtu České republiky v rámci projektu Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost „Stavebnictví 21“, reg. č. CZ.1.07/1.1.24/01.0110.

Ing. Ctibor Hůlka, Ing. Radim Mařík, Ing. Lubomír Odehnal,
Ing. Pavel Štajnrt, Ing. Viktor Zwiener, Ph.D.

Fasády

Vydala Střední průmyslová škola stavební, Opava, příspěvková organizace

1. vydání

Opava 2014

Tato příručka vznikla za finanční podpory
Evropského sociálního fondu
a rozpočtu České republiky
v rámci projektu OP VK „Stavebnictví 21“,
reg. č. CZ.1.07/1.1.24/01.0110.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



STŘEDNÍ
PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA
STAVEBNÍ
OPAVA

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ