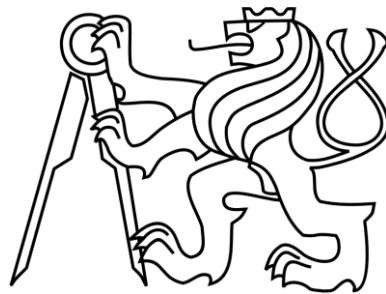


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Poruchy kontaktních zateplovacích
systémů**

Filip Mandel

2018

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miloslava Popenková, CSc.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákuřova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Mandel Jméno: Filip Osobní číslo: 423851

Zadávací katedra: K122

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Poruchy kontaktních zateplovacích systémů

Název bakalářské práce anglicky: Faulty contact thermal insulation systems

Pokyny pro vypracování:
Viz. příloha.

Seznam doporučené literatury:

Technologický předpis, Oddíl: 8. Úprava povrchů, Svazek: 06. Vnější zateplování budov kontaktním způsobem ČSN EN

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Miloslava Popenková, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze

.....

Filip Mandel

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat paní Ing. Miloslavě Popenkové, CSc. za odborné vedení, věcné připomínky a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Janu Klečkovi z firmy Metrostav a.s. a panu Ing. Jaroslavu Žumárovi, Ph.D. z firmy Baunit za jejich odbornou konzultaci v tématu diagnostika a poruchy zateplovacích systému.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá poruchami kontaktních zateplovacích systémů ETICS. Popisuje základní rozdělení zateplovacích systémů, zabývá se požadavky a materiály kontaktního zateplovacího systému a formuluje správný technologický postup při realizaci systému ETICS. Dále bakalářská práce obsahuje možné způsoby diagnostikování vad a rozbor poruch kontaktního zateplovacího systému. V závěru pak analyzuje příčiny poruch a klasifikaci jednotlivých druhů poruch systému ETICS.

KLÍČOVÁ SLOVA

zateplovací systémy, ETICS, zdvojení ETICS, vady a poruchy kontaktního zateplovacího systému, prostup tepla, termografie

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the faults of the ETICS contact thermal insulation systems. It explains the basic categorisation of thermal insulation systems, deals with the requirements and materials of such systems and then formulates the correct technological procedure in the implementation of the ETICS systems. Further this bachelor thesis analyses the possible ways of diagnosing defects and faults of the ETICS systems. Finally, this bachelor thesis analyses the causes of the failures and the classification of the individual types of faults of the ETICS systems.

KEYWORDS

thermal insulation systems, ETICS (External Thermal Insulation Composite System), doubling the ETICS, defects and faults of the contact thermal insulation system, heat transfer, thermography

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	HISTORIE ZATEPLOVÁNÍ BUDOV	11
3	ZATEPLOVACÍ SYSTÉMY FASÁD.....	12
3.1	Kontaktní zateplovací systémy fasád	13
3.2	Provětrávané zateplovací systémy fasád	15
4	KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM (ETICS).....	16
4.1	Tepelně vlhkostní požadavky ETICS.....	17
4.2	Akustické vlastnosti ETICS	17
4.3	Požární bezpečnost ETICS.....	18
4.4	Mechanické kotvení a stabilita ETICS.....	19
4.5	Postupový diagram.....	21
4.6	Technologický postup montáže a všeobecné pokyny	22
4.6.1	Klimatické podmínky pro provádění ETICS	22
4.6.2	Přípravenost objektu a podkladu.....	22
4.6.3	Založení kontaktního zateplovacího systému	23
4.6.4	Lepení tepelného izolantu.....	25
4.6.5	Kotvení tepelného izolantu hmoždinkami	27
4.6.6	Úprava a vyztužení povrchu tepelného izolantu.....	28
4.6.7	Provádění finální povrchové úpravy.....	29
4.7	Stavební materiály a jejich výrobní požadavky	30
4.7.1	Lepící a sěrkové hmoty.....	30
4.7.2	Tepelně izolační materiály.....	30
4.7.3	Hmoždinky.....	36
4.7.4	Výztužné tkaniny	37
4.7.5	Omítky	37
4.7.6	Základní systémové doplňky	39
5	ZDVOJENÍ ETICS.....	41
5.1	Skladby zdvojeného ETICS	42
5.1.1	Sendvičové panely	42
5.1.2	Cihelné zdivo	43
5.2	Rizika poruch sendvičových panelů.....	43
5.3	Navrhování zdvojeného ETICS	44
5.4	Požadavky pro zdvojený ETICS	47
6	DIAGNOSTIKA VAD A PORUCH.....	48
6.1	Destruktivní metoda	48
6.2	Nedestruktivní metoda	49
6.2.1	Termografická metoda.....	49
6.3	Přenos tepla	51
7	VADY A PORUCHY KONTAKTNÍHO ZATEPLOVACÍ SYSTÉMU	52
7.1	Vady a poruchy před provedením ETICS	52
7.2	Vady a poruchy nedodržením technologického postupu ETICS	56
7.2.1	Založení kontaktního zateplovacího systému	56

7.2.2	Lepení tepelného izolantu.....	59
7.2.3	Kotvení tepelného izolantu hmoždinkami	62
7.2.4	Úprava a vyztužení povrchu tepelného izolantu.....	64
7.2.5	Provádění finální povrchové úpravy.....	66
7.3	Vady a poruchy po dokončení ETICS.....	68
8	ZÁVĚR.....	72
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	73
	SEZNAM PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ A NOREM	77
	SEZNAM OBRÁZKŮ	79
	SEZNAM TABULEK	81

ODBORNÉ ZKRATKY

- **ETAG** - Řídící pokyny pro evropské technické schválení (European Technical Approval Guideline).
- **ETA** - Evropské technické osvědčení (European Technical Approval).
- **ETICS** - Vnější tepelně izolační kompozitní systém (External Thermal Insulation Composite System).
- **CZB** - Cech pro zateplování budov ČR.
- **CE** - Označení výrobku splňující výrobní požadavky (Conformité Européenne).
- **STO** - Stavebně technické osvědčení.
- **ČSN** - Česká technická norma.
- **TP** - Technická pravidla, technologický postup.
- **KZS** - Kontaktní zateplovací systém.
- **EPS-F** - Fasádní pěnový polystyren (expanded polystyrene).
- **XPS** - Extrudovaný polystyren (extruded polystyrene).
- **MW** - Minerální vata/minerální vlna (mineral wool).
- **PF** - Fenolická pěna (phenoloc foam).
- **PUR** - Pěnový polyuretan (foam polyurethane).
- **PVC** - Polyvinylchlorid (polyvinyl chloride).

1 ÚVOD

Zateplovací systémy patří v České republice k nejrozšířenějším technologiím využívaným pro zlepšení tepelně technických vlastností fasády. Tato stavební úprava se standardně provádí u většiny novostaveb a také u starších objektů za účelem revitalizace budovy. Hlavním cílem zateplení objektu je snížit energetickou náročnost budovy, zamezit tepelným ztrátám a zabránit výskytu vlhkosti a plísním v interiéru.

V této bakalářské práci se především zaměřuji na kontaktní zateplovací systém. Tento systém je celosvětově znám pod zkratkou ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems). Kontaktní zateplovací systém jako celek označený ETICS by měl zaručovat kvalitní a prověřený produkt, který se skládá z několika jednotlivých výrobků a materiálů. Veškeré tyto výrobky prochází testovací laboratoří, kde musí prokázat splnění evropských kritérií ETAG 004. Při dodržení veškerých technologických postupů, použití certifikovaných výrobků a správného užívání fasády je stanovena životnost systému ETICS na 25 let. Bohužel z důvodu nedostatečně kvalifikovaných řemeslníků a vysoké technologické náročnosti na provedení v oblasti detailů fasády, je doba životnosti bez jakýchkoliv vad mnohem kratší.

Hlavním cílem bakalářské práce je analyzovat druhy vad a poruch v kontaktním zateplovacím systému a stanovit příčiny vzniku těchto poruch. Dalším cílem je formulovat správný technologický postup a zmínit možné způsoby diagnostikování vad v systému ETICS.

Druhá kapitola, která následuje po tomto „Úvodu“, se krátce dotkne historie zateplování a ve třetí kapitole se zabývám základním rozdělením zateplovacích systémů. Ve čtvrté kapitole se již konkrétně zaměřuji na kontaktní zateplovací systém, kde rozebírám požadavky pro navrhování systému ETICS. V dalších kapitolách analyzuji výrobní požadavky, jednotlivé materiály a jejich vlastnosti. Podrobně se věnuji problému správného technologického postupu a možnosti zdvojeného zateplení budovy tzv. ETICS na ETICS. V závěrečné šesté a sedmé kapitole se zaměřuji na diagnostiku vad a na názorných příkladech provádím analýzu příčin těchto poruch v kontaktním zateplovacím systému.

2 HISTORIE ZATEPLOVÁNÍ BUDOV

Jednoduché způsoby zateplování budov byly lidstvu známé po staletí a snaha vynalézat nové způsoby ochrany obydlí před vnějšími vlivy byla spojena s postupným zdokonalováním staveb. Zateplování obydlí vždy vycházelo z přírodních materiálů. Jedním z prvních materiálů pro lidstvo byl mech a seno, kterými se izolovaly spojovací spáry ve stěnách a střechy. Postupem času nebyla důležitá jen ochrana před vnějšími vlivy počasí, ale i tepelná pohoda spojená s útulností domova. Požadavky na bydlení vzrůstaly, obyvatelé chtěli mít všechny místnosti vytápěné a s tím také rostly finanční náklady na energii

Jedny z prvních tepelně izolačních desek byly tzv. dřevovláknité desky, dnes známé jako heraklitové desky. Vyráběly se tzv. mokrým procesem z vláken dřeva jehličnatých stromů, kde se využívalo přirozeně pojících vlastností tohoto materiálu. Dřevovláknité desky se mechanicky kotvily k povrchu, vázaly rabicovým pletivem a omítaly silnovrstvými minerálními omítkami. Tyto omítky nebyly vhodné z důvodu objemové nestálosti. Docházelo tak k častým poruchám v podobě trhlin.

V první polovině 20. století díky rychlému rozvoji chemického průmyslu vznikaly nové, umělé materiály. V roce 1941 byla v Německu vynalezena polystyrenová pěna, následně v roce 1950 byla vyrobena první izolační deska z polystyrenu. Tyto tepelně izolační desky byly poprvé použity na rodinném domě v roce 1957. Až v 60. letech se v Německu rozšířilo povědomí o výhodách tepelně izolačních desek z polystyrénu a došlo k rozvoji jejich využití.

V roce 1970 vstoupila na trh jako izolant minerální vata. U tohoto materiálu bylo důležité objevení technologie výroby tuhé desky a pozdější zjištění jeho lepších vlastností, jako například difuzní odpor nebo protipožární odolnost.

Další důležité změny nastaly i v omítkách. Původně známé silnovrstvé minerální omítky byly velmi tvrdé a nedokázaly přenést napětí. To následně způsobovalo praskání těchto omítek. Tento problém vyřešily tenkovrstvé omítky, které známe dodnes.

V Československu se začalo poprvé mluvit o zateplování budov až s prvními tepelně technickými problémy u panelových domů typu G 57. U těchto domů byl nejslabším místem štít domu, kde se postupně začaly objevovat plísně. Řešením pro posunutí rosného bodu z interiéru bytu na obvodovou konstrukci byla přízdívka z pórobetonových tvárnic. Toto zdivo se používalo na straně štítu budovy od 1. NP až po

římsu objektu. Zdivo bylo kotvené k železobetonovým panelům pomocí hřebů nebo klempířských skob. Postupem času se zjistilo, že toto kotvení bylo nedostačující a docházelo k nesoudržnosti zdiva s podkladem.

První tepelně izolovaná budova v Československu byla v 60. letech v Příbrami. Zde se stavěly bytové domy z monolitického železobetonu a do bednění se vkládala polystyrenová izolační deska. V 80. letech se v Československu začalo pravidelně využívat kontaktního zateplovacího systému. Bohužel materiály pro kontaktní zateplovací systém v té době neměly dobré vlastnosti a docházelo k častým poruchám na fasádě.

Po pádu Železné opony, tj. po roce 1989, nastala možnost zahraničního dovozu vyzkoušených a kvalitnějších zateplovacích systémů. Tímto dřívější poruchy na zateplovacích systémech byly odstraněny. Postupem času nastal v ČR rychlý rozvoj kontaktního zateplovacího systému i z důvodu rychlého růstu nákladů spojených s vytápěním.

V dnešní době stavební firmy nabízí velký výběr různých kvalitních zateplovacích systémů, které se neustále zdokonalují díky vývoji nových izolačních materiálů, vrchních stěrek a omítek. [14,15]

3 ZATEPLOVACÍ SYSTÉMY FASÁD

Zateplovací systémy fasád jsou dnes neodmyslitelnou součástí jakékoliv novostavby nebo rekonstrukce budovy. Tuto stavební úpravu lze použít na široké spektrum budov a materiálů, jako jsou např. rodinné, panelové a bytové domy, a je jedním z hlavních důvodů celkových rekonstrukcí domů. Zateplení budovy se doporučuje provádět v celé ploše fasády z důvodu vyvarování se tepelných mostů. Hlavním důvodem proč zateplovat fasádu budovy, je ochrana objektu před vnějšími vlivy počasí, zlepšení tepelně izolačních vlastností stěn a tím snížení tepelných ztrát budovy. Dalšími důvody, proč zateplit svůj objekt, je snížení nákladů na vytápění. Je všeobecně známo, že budovou bez kontaktního zateplovacího systému uniká 30-50 % tepla. Při správně zvoleném materiálu a dostatečné tloušťce izolantu výrazně klesá energetická náročnost budov. Mezi důležité argumenty pro zateplení budovy patří i prodloužení životnosti objektu. Zateplovací systémy zabraňují v létě přehřívání zdiva, v zimě promrzání konstrukce. Systémy eliminují tepelné mosty a zabraňují vzniku plísní v bytech.

Zateplovacích systémů fasád známe několik druhů. K nejnámějším a nejpoužívanějším systémům patří kontaktní zateplovací systém ETICS, kde se lepí tepelný izolant přímo na zateplovanou stěnu, dále se kotví ke stěně a v závěru se provede na izolaci finální úprava povrchu. Dalším známým systémem je tzv. provětrávaný zateplovací systém, kde dochází ke vzniku vzduchové mezery mezi izolantem na zateplené stěně a ochrannou finální vrstvou. V případě, že se objekt nedá zateplit z důvodu tloušťky izolantu nebo patří mezi historické budovy, máme možnost využít speciálních termoizolačních omítek. [1,2,3,16,17,19]

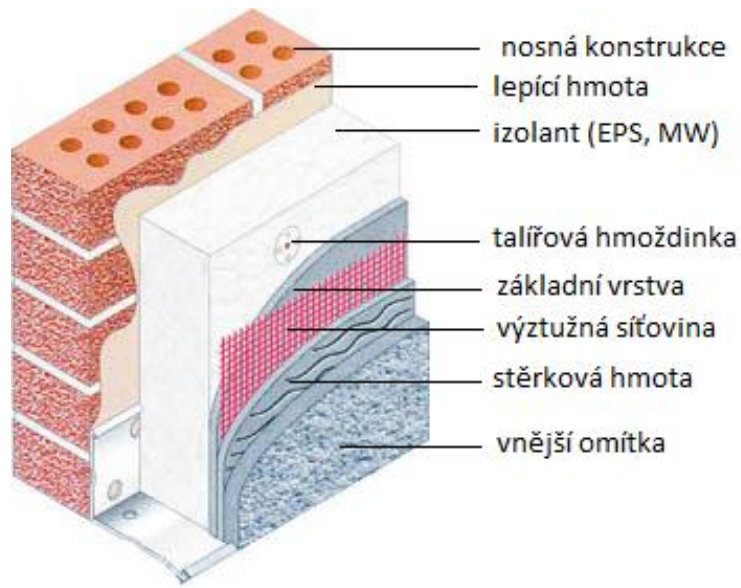
3.1 Kontaktní zateplovací systémy fasád

Mezi první kontaktní zateplovací systémy patří zateplování pomocí heraklitu. Jedná se o lisované desky z jehličnatého dřeva. Později se tento materiál vyvinul a začal se vyrábět společně s pěnovým polystyrenem jako vícevrstvá deska, která je dnes označována jako Lignopor.

V dnešní době patří mezi nejpoužívanější materiály pro kontaktní zateplovací systémy kvalitnější materiály jako pěnový polystyren (EPS), extrudovaný polystyren (XPS) a minerální vata (MW). V zahraničí se můžeme také setkat s izolačními deskami z korku, rostlinných vláken, polyuretanu a pěnobetonu.

Kontaktní zateplovací systém (*viz obrázek 1*) se aplikuje po celé ploše fasády a tím je zabráněno tepelným mostům. Tepelný izolant se lepí na fasádu pomocí lepicí hmoty, dále se kotví ke stěně pomocí talířových hmoždinek, které zaručují pevnost a propojení s podkladem. Dostatečným připevněním tepelného izolantu k podkladu a správným postupem nalepení tepelného izolantu se vyloučí vzduchové mezery. Po nalepení izolantu dojde k osazení lišt (např. zakládací, dilatační a okapová lišta), povrch se přetáhne stěrkou a využije armovací tkaninou. Na závěr se provede penetrace a nanese finální omítka.

[1,2,3,18,19]



Obrázek 1 - Skladba kontaktního zateplovacího systému ETICS

[<http://www.rebustav.cz/zateplovani-budov.html>]

Výhody kontaktní zateplené fasády jsou následující:

- příznivá cena, očekávaná návratnost investice přibližně 5 let,
- zabránění vzniku tepelných mostů,
- menší tloušťka stěny při stejných tepelně izolačních vlastnostech,
- technologicky nenáročné provedení,
- dobré tepelně izolační vlastnosti.

[18,19]

Nevýhody kontaktní zateplené fasády jsou následující:

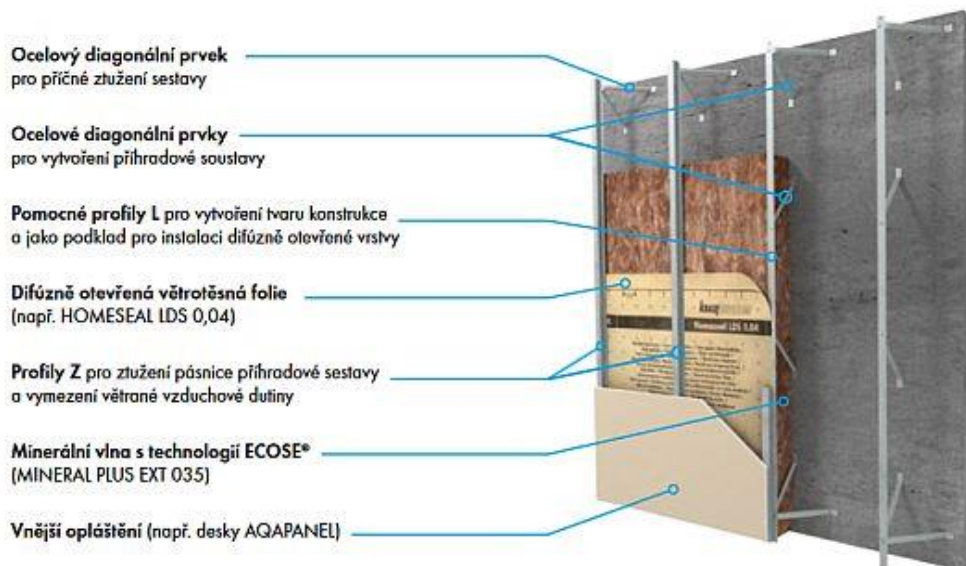
- náchylnost na mechanické poškození fasády,
- horší difúzní vlastnosti než provětrávaný zateplovací systém,
- náročnost na kvalitu provedení,
- vyšší pracnost u členitých fasád.

[18,19]

3.2 Provětrávané zateplovací systémy fasád

Tento systém je také možné použít k celoplošnému zateplení fasád. Tepelná izolace je vždy připevněna k izolované stěně pomocí kotevních hmoždinek a v některých případech se vkládá i do předem připravených rastrů ze dřeva nebo kovových profilů, které jsou připevněny k izolované stěně. Následně se pomocí kotev nebo předpřipraveného rastru vytvoří vzduchová mezera mezi tepelnou izolací a fasádní krytinou. Vzduchová dutina musí být široká 3–20 cm a tato mezera bývá často otevřena do exteriéru nahoře i dole. V dutině dochází k proudění vzduchu kolem $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Odvětrávaná mezera v tomto systému slouží pro odvod difúzní vodní páry.

Životnost provětrávaných zateplovacích fasád je podobná jako u kontaktních zateplovacích fasád a je stanovena alespoň na 25 let. Ideálním materiálem pro tento systém je skelná nebo kamenná minerální vata. Dále lze využít i speciální izolace, jako jsou desky z fenolické pěny, které vykazují až o 40 % lepší tepelně izolační vlastnosti. Tyto desky mají z obou stran nakaširovanou Al folii a lepí se pomocí PU pěny. Využití tohoto systému je široké, dá se použít na nerovné podklady, zdivo s vysokou vlhkostí, staré omítky, novostavby a dřevostavby. [1,2,19,20]



Obrázek 2 - Skladba provětrávané fasády

[<https://www.izolace-info.cz/aktuality/?nid=20818-ventrane-zatepleni-fasady-postup-pri-realizaci.html>]

Výhody provětrávané fasády jsou následující:

- lepší difúzní vlastnosti než kontaktní zateplovací systém,
- průchod vodní páry z interiéru do exteriéru skrz nosnou konstrukci a tepelnou izolaci s nízkým difúzním odporem a následně uvolnění vodní páry do ovzduší díky vytvořené vzduchové mezeře,
- různá tloušťka tepelné izolace,
- trvalá ochrana interiéru před přehříváním,
- zajištění stálého vysušování tepelné izolace.

[19,20]

Nevýhody provětrávané fasády jsou následující:

- vyšší cena na realizaci,
- náročnější na správné technické provedení,
- možnost částečného navlhnutí tepelné izolace,
- vznikající tepelné mosty kotvami držící ochranný plášť,
- potřeba zajistit trvalé a funkční větrání fasády.

[19,20]

4 KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM (ETICS)

V této kapitole se budu věnovat kontaktnímu zateplovacímu systému, který je celosvětově znám pod zkratkou ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems). V překladu vnější tepelně izolační kompozitní systém. Pod tímto odborným pojmem je definován produkt jako certifikovaný a ucelený výrobek skládající se z lepicí hmoty, tepelného izolantu, kotvicích prvků a finální povrchové úpravy. Veškeré materiály spojené se zkratkou ETICS musely projít přísným testováním dle zkušebního předpisu ETAG 004. Tento konkrétní zateplovací systém reprezentuje u nás nejrozšířenější technologii využívanou při zateplování budov a jeho cílem je zlepšit tepelné vlastnosti objektu, snížit spotřebu energie a omezit kondenzaci vodní páry a tvorby plísní v interiéru. [4,5,36,37]

4.1 Tepelně vlhkostní požadavky ETICS

Návrh tloušťky tepelného izolantu pro kontaktní zateplovací systém se provádí pomocí tepelně technického výpočtu. Tento návrh musí splňovat požadavky normy ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Tato norma požaduje pro těžké obvodové stěny, jako je např. monolitická betonová stěna, relativní vlhkost vnitřního vzduchu do 60 % a maximální součinitel prostupu tepla $0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^{-1}$, přičemž doporučená hodnota pro součinitel prostupu tepla je $0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^{-1}$. Při tepelně technickém výpočtu je zapotřebí počítat i s tepelnými mosty vzniklými od kotevních hmoždinek. Hmoždinka s ocelovým trnem snižuje hodnotu součinitele prostupu tepla přibližně o $0,0035 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}^{-1}$. Kotevní hmoždinky s plastovým trnem lze při výpočtu zanedbat. [4,5,36,37]

4.2 Akustické vlastnosti ETICS

Požadované akustické vlastnosti kontaktního zateplovacího systému určuje novela řídicího pokynu ETAG 004 z roku 2013. V této novele je stanoveno, jak určit akustické vlastnosti systému ETICS pomocí laboratorního měření dle skupin norem ČSN EN ISO 10140-1, 2, 4, 5.

Zjišťovanou veličinou je vzduchová neprůzvučnost systému ΔR_w , která je definována jako rozdíl neprůzvučnosti základní stěny a stěny s použitým ETICS. Laboratorní zkouška se provádí na monolitické betonové stěně tlusté 150 mm. Výsledná vzduchová neprůzvučnost ΔR_w pro tepelný izolant z EPS je kolem -4 dB a vzduchová neprůzvučnost pro MW je přibližně 0 dB. Výrobci stavebních izolačních materiálů však nejsou povinni provádět tyto laboratorní zkoušky a nemusí udávat hodnoty vzduchové neprůzvučnosti. V tomto případě lze u izolačních materiálů prohlásit vzduchovou neprůzvučnost ΔR_w rovnající se -8 dB. Tato hodnota je však kvůli akustice velmi nevýhodná.

Další důležitou normou pro ochranu před hlukem a posuzování akustických vlastností staveb je ČSN 70 0532 Akustika – Ochrana hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.

Na akustické vlastnosti a její vzduchovou neprůzvučnost ΔR_w v kontaktním zateplovacím systému má vliv druh a tloušťka tepelného izolantu. Čím větší tloušťka tepelného izolantu, tím nižší zvuková neprůzvučnost. Akustické vlastnosti ovlivňuje i

množství lepicí hmoty mezi tepelným izolantem a podkladem, kdy při menším množství lepicí hmoty dochází ke zlepšení akustických vlastností. Dalším materiálem v kontaktním zateplovacím systému, který ovlivňuje vzduchovou neprůzvučnost, je množství a typ kotvících hmoždinek. Při použití plastových hmoždinek s plastovým trnem je dosaženo lepších akustických vlastností. Posledním parametrem, který může ovlivnit vzduchovou neprůzvučnost, je tloušťka a druh materiálu nosného podkladu. [4,5,36,37]

4.3 Požární bezpečnost ETICS

Požární bezpečnost staveb určuje norma ČSN 730810, která byla aktualizována v roce 2016 a nahradila tím stejnou normu z roku 2009. Tato norma stanovuje z hlediska požární odolnosti návrh na použití kontaktního zateplovacího systému ETICS pro různě vysoké budovy. Kontaktní zateplovací systém ETICS se hodnotí z hlediska požární odolnosti jako celek a musí být správně navržen a vypracován v projektové dokumentaci.

Objekty rozdělujeme na 4 skupiny dle výšky objektu (*viz obrázek 3*): 1. skupina jednopodlažní objekt, 2. skupina objekt s požární výškou $h \leq 12,0$ m, 3. skupina objekt s požární výškou $12,0 < h \leq 22,5$ m a 4. skupina objekt s požární výškou $h > 22,5$ m.

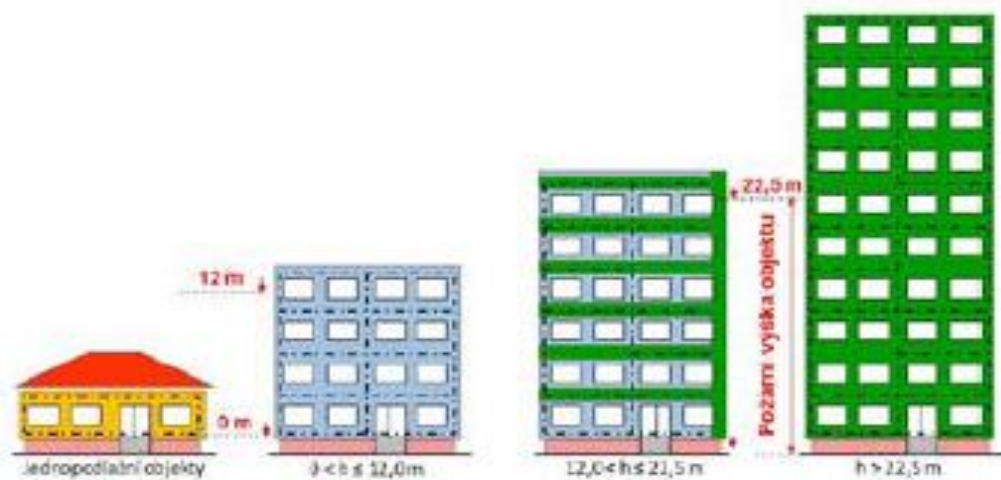
Pro jednopodlažní objekty s požární výškou 0 m nejsou stanoveny speciální požadavky na požární bezpečnost. Jediným požadovaným parametrem je použití stavebního materiálu s minimální třídou reakce na oheň E.

U zateplené novostavby s požární výškou objektu $h \leq 12,0$ m je požadované použít kontaktní zateplovací systém ETICS jako celek s třídou reakce na oheň B, přičemž lze provádět zateplení budovy tepelným izolantem (např. EPS) s minimální třídou reakce na oheň E. Dalším požadovaným parametrem pro povrchovou vrstvu je nulový index šíření plamene $i_s = 0$ mm*min⁻¹. V případě, že novostavba sousedí se stávající stavbou, je požadováno provést na straně stávajícího objektu svislý požární pás o šířce 900 mm z materiálu s třídou reakce na oheň A1 nebo A2.

Pro zateplení objektu s požární výškou $12,0 < h \leq 22,5$ m je opět požadováno provedení kontaktního zateplovacího systému jako celku s třídou reakce na oheň B. U těchto budov lze použít tepelný izolant (EPS) s min. třídou reakce na oheň E za předpokladu, že se kombinuje v požárních úsecích s tepelným izolantem (MW) s třídou reakce na oheň A1 nebo A2. Požadovaným parametrem pro povrchovou vrstvu je opět

nulový index šíření plamene $i_s = 0 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Vodorovné požární pásy z tepelného izolantu z minerální vaty s třídou reakce na oheň A1 nebo A2 je nutné použít při založení KZS v šířce 900 mm a dále použít nad všemi otvory okolo celého objektu v podobě pruhu o šířce 900 mm. Svislé požární pásy z MW je požadované použít v celé výšce objektu mezi jednotlivými objekty v šířce 900 mm, dále v ploše fasády v šířce 1500 mm z důvodu oddělení požárních úseků (např. bytů) a v místech bleskosvodů a elektrických zařízení.

Pro zateplení objektu s požární výškou $h > 22,5 \text{ m}$ je požadované použít pouze tepelný izolant (MW) s třídou reakce na oheň A1 nebo A2 a povrchovou vrstvu s nulovým indexem šíření plamene $i_s = 0 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. [4,5,36,37]



Obrázek 3 - Výškové rozdělení objektů dle požárních požadavků

[Baumit zateplovací systémy: Technologický předpis. Baumit, 2017.]

4.4 Mechanické kotvení a stabilita ETICS

Návrh stability a kotvení kontaktního zateplovacího systému se stanovuje podle normy ČSN 73 2902 Vnější tepelně izolační kompozitní systém (ETICS) - Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem. Pro navržení správného způsobu připevnění tepelného izolantu k podkladu je zapotřebí provést důkladné vizuální prozkoumání stavebního objektu a jejího okolí a následně provedení statického výpočtu a projektové dokumentace. Ve statickém výpočtu se účinky zatížení větrem pro mechanické kotvení stanoví podle normy ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Obecná zatížení – zatížení větrem. Dále ve statickém posouzení a v projektové dokumentaci je zapotřebí řešit typ a únosnost podkladu, způsob ukotvení, množství, typ a rozmístění kotevních hmoždinek. Zajištění stability kontaktního zateplovacího systému lze zajistit třemi

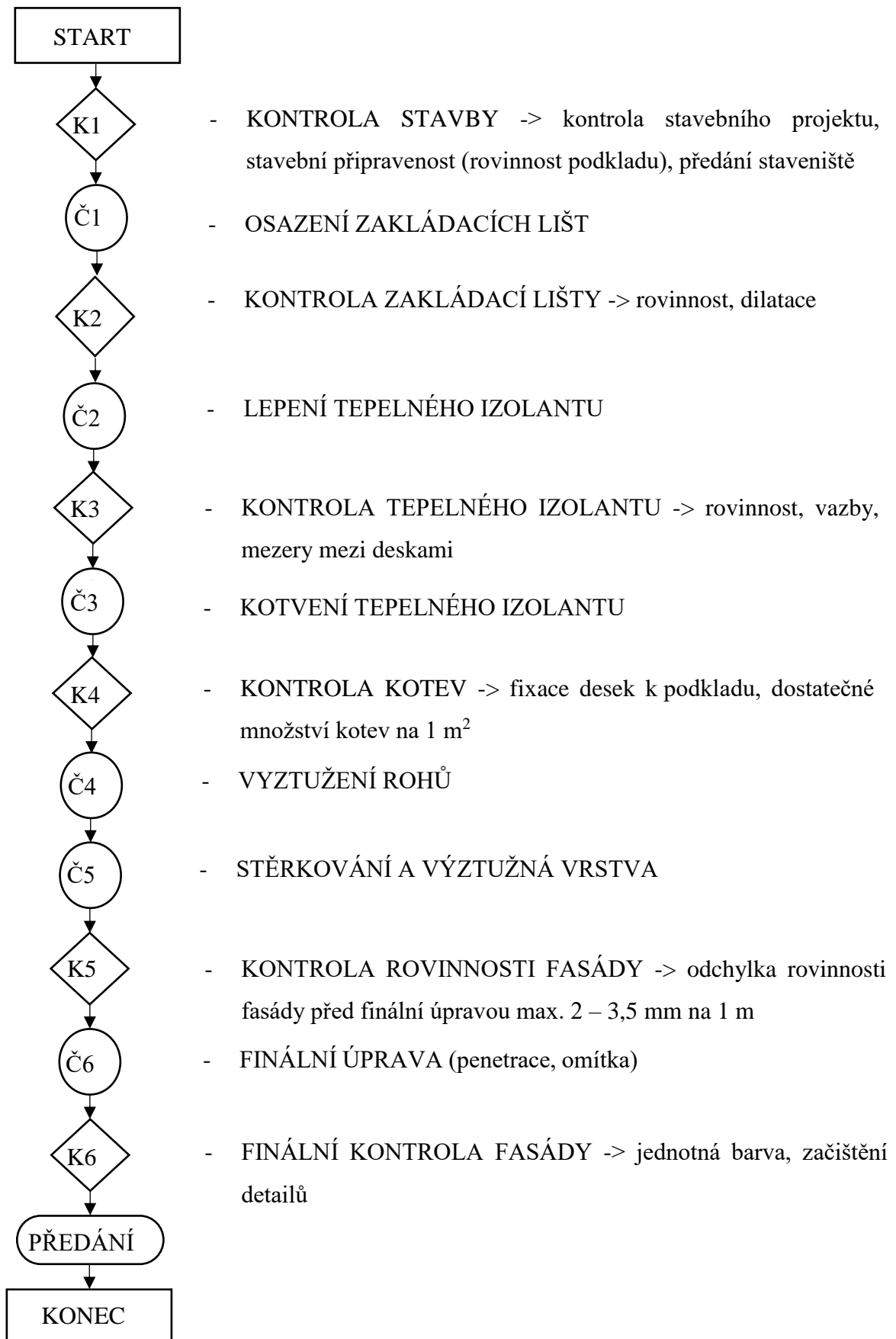
způsoby: 1. KZS lepený bez kotvení, 2. KZS lepený s doplňkovým kotvením, 3. KZS kotvený s doplňkovým lepením.

KZS lepený bez kotvení lze provádět u novostaveb do výšky maximálně 2 nadzemních podlaží, kdy výška objektu nesmí přesahovat 8 m. Nosné stěny zateplovaného objektu musí být z materiálu vápenopískových cihel, betonových cihel, pálených cihel nebo z monolitického betonu. Při tomto způsobu lepení zajišťuje veškerou stabilitu pouze lepicí hmota, která musí být nanášena celoplošně na izolační desku. Nosný podklad musí splňovat předepsaná kritéria soudržnosti.

KZS lepený s doplňkovým kotvením lze provádět u objektu do výšky 25 m. U tohoto způsobu veškeré zatížení přenáší lepidlo od chvíle vytvrdnutí. Do té doby k zajištění stability pomáhají kotvící hmoždinky, které mají svoji funkci i v případě požáru. Podklad musí splňovat standartní předepsané požadavky, jako jsou minimální soudržnost 200 kPa, maximální odchylku 10 mm/m, celistvost, pevnost a vyzrállost.

KZS kotvený s doplňkovým lepením patří k nejpoužívanějším způsobům zajištění stability systému. U tohoto způsobu veškeré zatížení především nesou kotvící hmoždinky a účelem lepicí hmoty je zajištění rovinnosti izolačních desek. Pro správné provedení je zapotřebí přesný statický výpočet, který stanoví typ, množství a rozmístění hmoždinek. [4,5,36,37]

4.5 Postupový diagram



4.6 Technologický postup montáže a všeobecné pokyny

4.6.1 Klimatické podmínky pro provádění ETICS

Při provádění technologických postupů kontaktního zateplovacího systému ETICS musí být tyto postupy ochráněny před větrem, deštěm a přímým slunečním zářením. Při silných povětrnostních podmínkách je provádění kontaktního zateplovacího systému zakázáno. Mezi nejdůležitější technologické etapy, u kterých je důležité hlídat předpověď počasí, jsou natažení základní vrstvy, penetrace a finální úprava povrchu. Při montáži šedého fasádního polystyrenu se doporučuje používat fasádní sítě na lešení z důvodu vysoké pohltivosti tepla u šedých EPS desek. Teplota vzduchu při provádění ETICS nesmí být nižší než +5 °C a vyšší než +30 °C. Při aplikaci silikátových omítek nejnižší povolená teplota vzduchu je +8 °C a nejvyšší povolená teplota vzduchu je +25 °C. Minimální povolená teplota podkladu je +5 °C. [2,36,37,38]

4.6.2 Přípravenost objektu a podkladu

Před předáním staveniště a samotným zahájením provádění kontaktního zateplovacího systému je zapotřebí projít stavbu a zkontrolovat připravenost objektu a podkladu. Kontroluje se kvalita a rovinnost podkladu, provedení klempířských prvků, svislost a rovinnost otvorů a připravenost detailů. Montáže klempířských prvků je vhodné mít dokončené před zahájením kontaktního zateplovacího systému. Doporučené předsazení klempířských prvků, jako jsou např. oplechování parapetu, okapnice a atika, se provádí alespoň 30 mm před líc finální povrchové úpravy. Požadovaný sklon je 3°. Další požadovanou dokončenou stavební etapou je osazení oken a dveří. Před zahájením provádění kontaktního zateplovacího systému je nutné okna a dveře ochránit před znečištěním a poškozením například pomocí igelitů a folií. Dalším důležitým kontrolovaným bodem je postavené lešení. Kontaktní zateplovací systém lze provádět z fasádního lešení, ze zavěšené lávky nebo pracovní plošiny. Při provádění ETICS z fasádního lešení je důležité dostatečně odsadit lešení od stěny z důvodu manipulace s izolačními deskami a jejich lepením na nosný podklad.

Nejdůležitějším bodem před převzetím staveniště je připravenost a rovinnost podkladu. Vhodným podkladem pro systém ETICS je cementová, vápenocementová omítka, pórobeton, zdivo, železobeton nebo betonové panely. Samotné posouzení podkladu se většinou provádí před zpracováním projektové dokumentace, kdy se provede

vizuální průzkum trhlin, rovinnosti a vlhkosti podkladu a soudržnosti omítek s podkladem. Posouzení soudržnosti se provádí poklepem, posouzení degradace povrchu pomocí vrypu a hodnocení přilnavosti pomocí lepicí pásky. Podkladní povrch by měl být celistvý, rovný, suchý, pevný, bez prachu a mastnoty a nesmí být napaden řasami a plísněmi. Statické trhliny na fasádě lze zanedbat a zaizolovat pouze tehdy, pokud tyto trhliny po dobu zkoumání již nejsou aktivní. Při montáži kontaktního zateplovacího systému na původní omítku je nutné veškerou zvětralou omítku oklepat. Oklepaná místa a nerovnosti je následně zapotřebí opravit a vyrovnat lepicí hmotou zajišťující soudržnost min. 250 kPa. Průměrná požadovaná soudržnost podkladu je 200 kPa s tím, že nejmenší jednotlivá povolená hodnota musí být větší než 80 kPa. V případě nesoudržného podkladu je zapotřebí podklad ošetřit penetrací. Maximální hodnota odchyly rovinnosti podkladu je 10 až 20 mm/m (viz *tabulka 1*). [2,36,37,38]

Tabulka 1 - Maximální hodnota odchyly rovinnosti

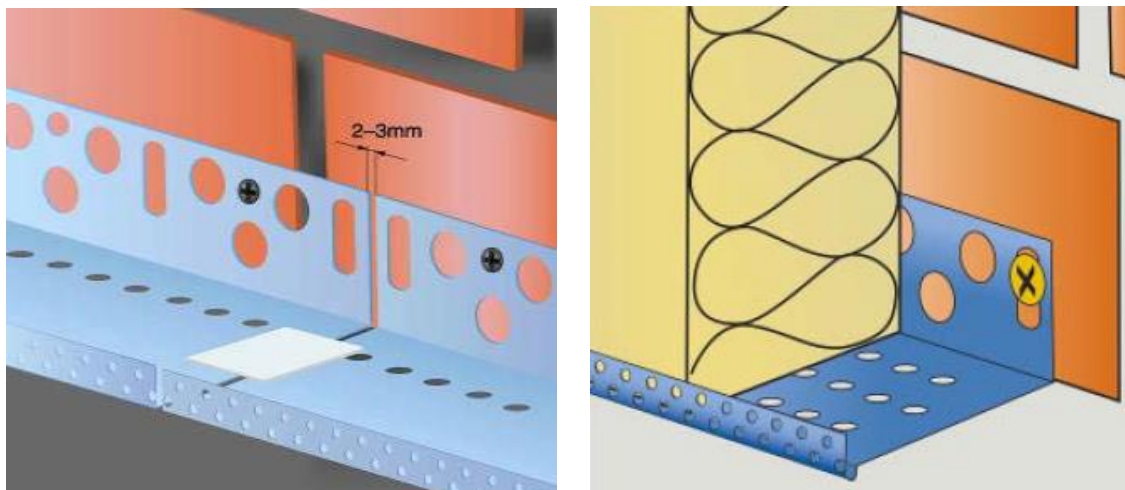
Způsob spojení ETICS s podkladem	Maximální hodnota odchyly rovinnosti
Desky tepelné izolace pouze lepené	10 mm/m
Desky tepelné izolace celoplošně lepené a dodatečně kotvené	10 mm/m
Desky tepelné izolace lepené formou obvodového rámečku a tří terčů, dodatečně kotvené	20 mm/m

[Baumit zateplovací systémy: Technologický předpis. Baumit, 2017.]

4.6.3 Založení kontaktního zateplovacího systému

Prvním krokem při provádění kontaktního zateplovacího systému je montáž zakládacích lišt nebo založení KZS pomocí dřevěné latě. Zakládací profily pro tepelně izolační desky se připevňují 300 až 500 mm nad úroveň terénu. Pod úrovní zakládací lišty se zatepluje fasáda pomocí extrudovaného polystyrenu nebo perimetrického polystyrenu, který se zapouští až 1000 mm pod úroveň terénu. Založení zateplovacího systému se vždy začíná od rohu a zakládací profil by neměl být kratší než 300 mm. Důležitým parametrem montáže profilu je jeho vodorovná rovinnost. Soklové zakládací lišty se připevňují pomocí hmoždinek cca 3 ks/bm. Při kotvení hliníkových profilů je zapotřebí zabránit styku dvou různých kovů z důvodu možného vzniku elektrického článku. Toto opatření

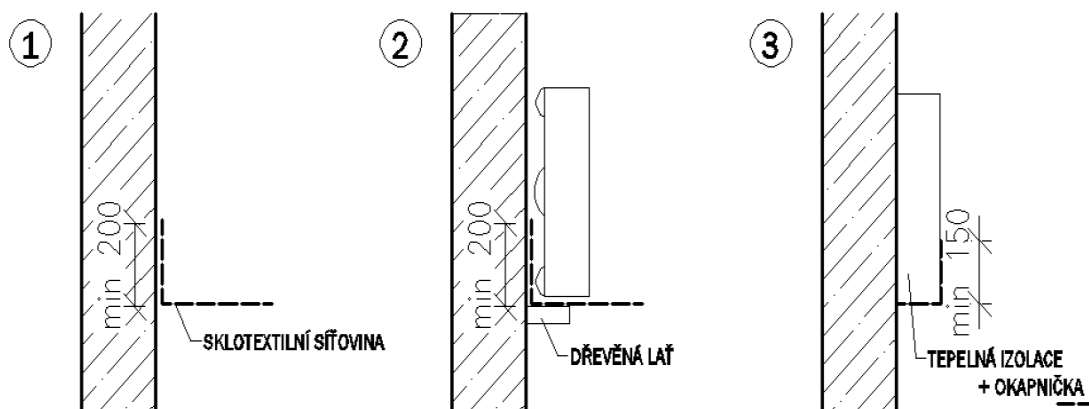
je možno zajistit pomocí plastových podložek. Při nerovném podkladu se zakládací profily vyrovnávají distančními podložkami v rozsahu tloušťky 1 až 10 mm. Následná vzniklá spára mezi profilem podkladem se vždy musí utěsnit lepicí hmotou. Zakládací profily se provádějí se vzájemnými mezerami 2 až 3 mm, které se následně spojují plastovými spojkami (viz obrázek 4). Šířka zakládacích lišt se stanoví podle šířky tepelného izolantu. Desky tepelné izolace musí při lepení zapadnout do daného profilu a musí být v kontaktu s předním lícem zakládacího profilu (viz obrázek 3). [2,36,37,38]



Obrázek 4 - Soklový zakládací profil

[Weber Rádce 2017. Praha, Weber Saint-Gobain, 2017.]

Druhou možností založení tepelných izolačních desek je pomocí dřevěné latě (viz obrázek 5). Nejdříve se na podkladní stěnu nalepí lepicí hmotou výztužná tkanina na výšku min. 200 mm a dále se ponechá dostatečný přesah na pozdější navázání základní vrstvy. V druhém kroku se nastaví na správnou výšku dřevěná lať a následně se začnou lepit izolační desky. U tohoto typu založení se při soklové části používá rohový profil s okapničkou. [2,36,37,38]

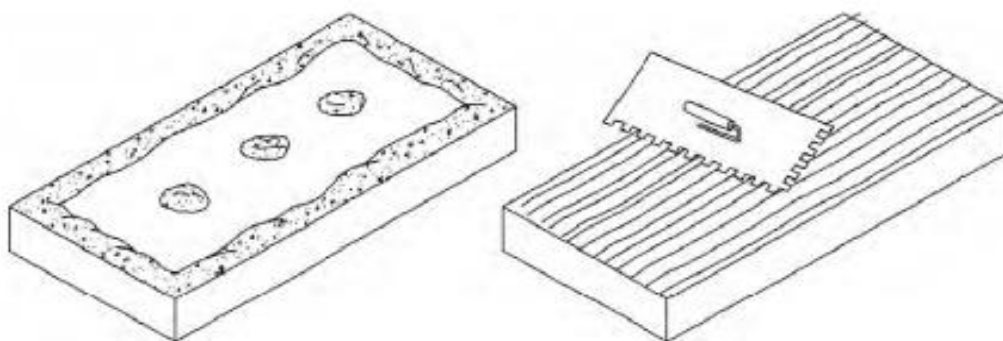


Obrázek 5 - Založení pomocí dřevěné latě

[Baumit zateplovací systémy: Technologický předpis. Baumit, 2017.]

4.6.4 Lepení tepelného izolantu

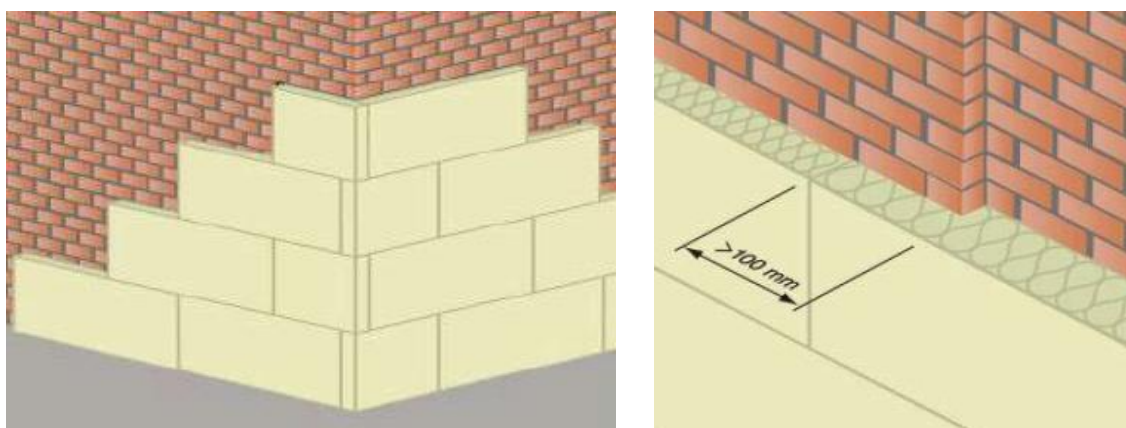
Lepení desek tepelného izolantu se provádí zespoda nahoru a všechny desky se musí lepit na vazbu. Izolační desky se lepí pomocí lepicí hmoty, která se ředí pouze vodou. Jakékoliv jiné použití přísad je zakázané. Nanášení lepicí hmoty lze uskutečnit dvěma způsoby (viz obrázek 6). Desky z EPS nebo z MW s podélnou orientací lze lepit na rámeček se třemi vnitřními terči nebo celoplošně. MW s příčnou orientací vláken se musí vždy lepit celoplošně. Při celoplošném lepení se doporučuje použít nerezové hladítko s ozubením 8 až 10 mm. Důležitým pravidlem při lepení na rámeček s terčí je, že izolant musí být přilepen k podkladu alespoň 40 % plochy desky. Boční stěny tepelného izolantu nesmí být pokryty lepicí hmotou. [2,36,37,38]



Obrázek 6 - Nanášení lepicí hmoty na desku tepelné izolace

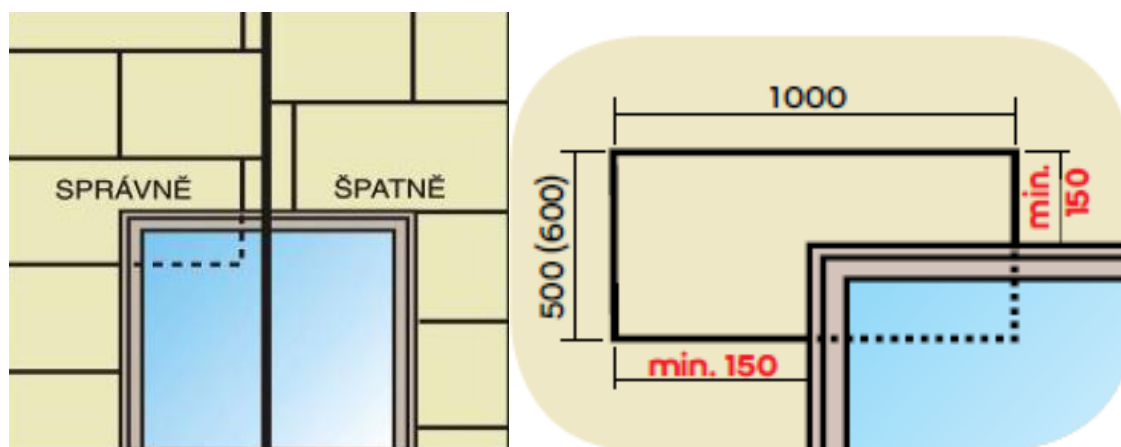
[Vnější tepelněizolační kompozitní systémy Dektherm: Montážní předpis. Praha, Atelier DEK, 2016.]

Při lepení tepelného izolantu na vazby nesmí dojít ke vzniku svislé spáry jak u oken, tak ani v rozích. Minimální přesah izolačních desek přes sebe je 100 mm (viz obrázek 7). Při izolování otvorů je zapotřebí dodržovat tzv. hokejky (viz obrázek 8), kdy po nalepení izolační desky nesmí docházet k vodorovné ani svislé spáře. Izolační desky se u otvorů nalepí s přesahem. Po zatvrdnutí lepicí hmoty se přesahující tepelný izolant zařízne a zarovná se špaletou. Spáry mezi deskami nesmí zasahovat do míst s trhlinami nebo do dvou různých podkladů. Požadovaný minimální přesah desek je 100 mm. Spáry u izolačních desek EPS o velikosti 2 až 4 mm je nutné vyplnit izolačním materiálem (např. nízkoexpanzní izolační pěnou). Použití izolačních pěn u desek z minerální vaty je zakázáno z důvodu nedostatečné požární odolnosti. Větší mezery než 4 mm mezi deskami je nutné vyplnit kousky používaného izolačního materiálu. [2,36,37,38]



Obrázek 7 - Technologické řešení vazeb

[Weber Rádce 2017. Praha, Weber Saint-Gobain, 2017.]



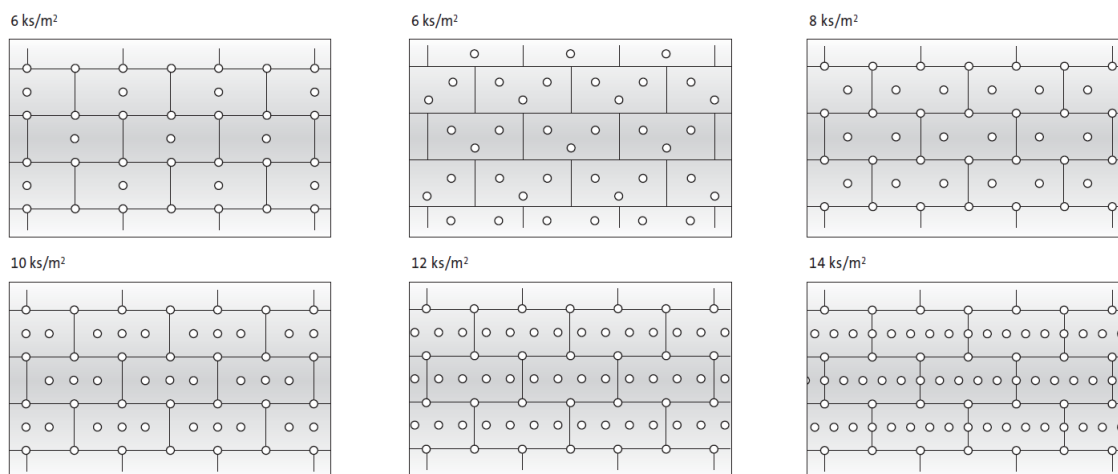
Obrázek 8 - Technologické řešení otvorů

[Weber Rádce 2017. Praha, Weber Saint-Gobain, 2017.]

4.6.5 Kotvení tepelného izolantu hmoždinkami

Kotvení tepelného izolantu zajišťuje stabilitu a soudržnost s nosným podkladem. Provádí se dvěma způsoby, buď přímo do tepelného izolantu, nebo přes výztužnou tkaninu. Ke kotvení se používají hmoždinky s talířem o velikosti min. 60 mm, které lze osazovat 1 až 3 dny od nalepení izolační desky. Kotevní hmoždinky se osazují do styku a do plochy izolačních desek. Pro tepelný izolant z EPS se mohou používat hmoždinky s plastovým trnem a pro tepelný izolant z MW se musí použít hmoždinky s kovovým trnem z důvodu větší objemové hmotnosti a požární bezpečnosti.

Počet, typ a rozmístění hmoždinek jsou stanoveny projektovou dokumentací, která se řídí normou ČSN 73 2901 a řídicími pokyny ETAG 004 a ETAG 014. Počet kotev závisí na výšce budovy, typu tepelného izolantu, tloušťce izolantu a větrné oblasti. Minimální počet hmoždinek je 6 ks/m² (viz obrázek 9) a maximální doba kotevních hmoždinek na UV záření je 6 týdnů. Hmoždinky musí být ukotveny pevně a s dostatečnou hloubkou do podkladu. Kotevní hmoždinky lze osadit dvěma způsoby, buď do roviny, nebo zapuštěně do tepelného izolantu. Výhodou zapuštěných kotev je snížení rizika tzv. dalmatinového efektu. Izolační desky z MW s podélnými vlákny je nutné vždy kotvit. Před samotným vrtáním kotev do podkladu je nutné si předem vyznačit trasy rozvodů elektřiny a předejít tím k možnému porušení. Následně samotný vrt se provádí kolmo k podkladu a průměr vrtáku by měl být shodný s průměrem kotvy. Nejmenší vzdálenost kotvení od stěny, podhledu nebo dilatační spáry je 100 mm. [2,36,37,38]



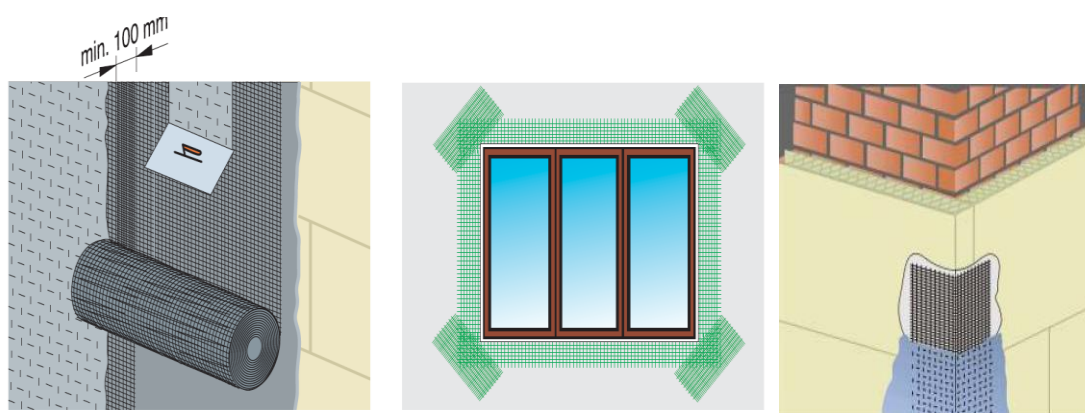
Obrázek 9 - Schéma rozmístění kotev

[Weber Rádce 2017. Praha, Weber Saint-Gobain, 2017.]

4.6.6 Úprava a vyztužení povrchu tepelného izolantu

Po dokončení montáže kotevních hmoždinek je nutné provést broušení a přípravu rovinnosti pro základní vrstvu. Broušení se provádí brusným papírem na hladítku a lze ho provádět po 1 až 2 dnech. V případě, že jsou práce na fasádě přerušeny na delší dobu než 14 dnů, je potřeba před prováděním základní vrstvy tepelný izolant lehce zbrousit z důvodu prachu a postupné degradace povrchu izolačních desek.

Dalším krokem po zabroušení fasády je vyztužení problematických míst před poškozením. Těmito místy jsou myšleny všechny volné hrany a rohy, ostění otvorů a dilatace. Tyto problematická místa je zapotřebí opatřit určenými profily nebo sklotextilní tkaninou. Veškeré rohy otvorů je zapotřebí osadit rohovými profily, které zajistí svislou rovinnost a dále rohy otvorů vyztužit diagonálním pruhem ze sklotextilní tkaniny o rozměrech min. 200 x 300 mm (viz obrázek 10), které se vtlačí do nanesené stěrkové hmoty. Dilatační profily se používají v případě návrhu v projektové dokumentaci. Použití veškerých profilů určených pro kontaktní zateplovací systém pomůže ke snadnějšímu provedení rovinnosti fasády a rohů, a hlavně ke správné funkci zateplovacího systému. [2,36,37,38]



Obrázek 10 - Vyztužení povrchu, okna a rohu

[Weber Rádce 2017. Praha, Weber Saint-Gobain, 2017.]

Po dokončení veškerých vyztužených detailů a rohů lze začít provádět základní vrstvu na fasádě. Základní vrstva se provádí odvíjením pásu odshora dolů, při čem dochází k plošnému zatlačení výztužné tkaniny do stěrkové hmoty. Pro zatlačení tkaniny do připravené stěrkové hmoty se používá nerezové hladítko. Na závěr se vtlačaná výztužná tkanina přetáhne stěrkovou hmotou. Požadovaná hloubka umístění výztužné

tkaniny je vrchní 1/3 tloušťky základní vrstvy. Při napojování dvou výztužných tkanin musí dojít k přesahu 100 mm (viz obrázek 10). Celková tloušťka základní vrstvy by měla být 2 až 6 mm, ideálně 3 až 4 mm. Minimální doba pro vyzrání je 5 dní. Pro dosažení potřebné rovinnosti lze základní vrstvu zabrousit po 24 hodinách. Při broušení je důležité nepoškodit výztužnou tkaninu. V případě nedosažené rovinnosti po zabroušení lze po 2 až 3 dnech provést vyrovnávací vrstvu. Požadovaná rovinnost základní vrstvy se odvíjí od zrnitosti omítky (viz tabulka 2). [2,36,37,38]

Tabulka 2 - Požadavky pro rovinnost základní vrstvy

Zrnitost omítky	Mezní odchylka rovinnosti
≤ 1,5 mm	max. 2,0 mm/m
2,0 mm	max. 2,5 mm/m
≥ 3,0 mm	max. 3,5 mm/m

[Baumit zateplovací systémy: Technologický předpis. Baumit, 2017.]

4.6.7 Provádění finální povrchové úpravy

Po dokončení a zatvrdnutí základní vrstvy lze začít provádět finální povrchová úprava. Před samotným začátkem povrchové úpravy je důležité důkladně uklidit a zamést lešení a ochránit tím fasádu před znečištěním. V prvním kroku finální povrchové úpravy se provede penetrace podkladním nátěrem pro zvýšení přidržitosti s podkladem. Penetraci provádíme nejdříve po 5 dnech zrání základní vrstvy. Ve druhém a posledním kroku se provádí finální povrchová úprava. Tuto úpravu lze provádět po zaschnutí penetrace, přibližně po 12 hodinách. Před samotným začátkem provádění omítek je nutné zkontrolovat předpověď počasí. V den provádění finální úpravy by nemělo být přímé sluneční záření, vítr a déšť. Minimální teplota vzduchu by měla být 8 °C. Při teplotách vyšších než 25 °C, je důležité zvážit, zda provádět finální omítky z důvodu rychlého usychání a složitého napojování omítek. Tenkovrstvé omítky se provádí v jednom záběru se shora dolů a k napojování omítek by mělo docházet ještě v živém nezaschlém stavu. Přerušování prací lze pouze v místech nároží a jiných svislých hranách.

Tmavé fasádní barvy se pro kontaktní zateplovací systém nedoporučují z důvodu většího vstřebávání tepla a z toho vyplývajícího většího zatěžování fasády. Luminiscenční referenční hodnota by neměla dosahovat menší hodnoty než 30 pro silikátové a silikonové omítky a 25 pro omítky ze syntetické pryskyřice. [2,36,37,38]

4.7 Stavební materiály a jejich výrobní požadavky

Kontaktní zateplovací systém se skládá z několika jednotlivých výrobků, které dohromady vytváří jeden certifikovaný produkt. Materiály kontaktního zateplovacího systému jsou lepicí a stěrkové hmoty, tepelně izolační materiály, hmoždinky, výztužné tkaniny, omítky a základní systémové doplňky. Každý z těchto výrobků se zařazuje do dvou kvalitativních tříd (A, B). Výrobky ETICS se řadí především do kvalitativní třídy A, které splňují technické požadavky podle Nařízení vlády č. 190/2002 Sb. Dále jím bylo vydáno ES prohlášení o shodě, osvědčení CZB o splnění požadavků kvalitativní třídy A a na výrobcích mohou užívat *CE* označení. Za dodržování požadavků a požadovaných parametrů nesou odpovědnost výrobci. [3,6]

4.7.1 Lepicí a stěrkové hmoty

Lepicí a stěrkové hmoty slouží pro lepení tepelné izolace a vytváření základní vrstvy. V dnešní době se pro tyto dvě etapy používá stejný výrobek. Minerální lepicí hmota se vyrábí na bázi cementu a organických pojiv a její zrnitost je 0 – 0,5 mm. Tento stavební materiál by měl patřit do kvalitativní třídy A a řídit se předpisy ETAG 004. Jednou z důležitých parametrů lepicí hmoty je přídržnost k podkladu a k tepelně izolačním materiálům. Minimální požadovanou hodnotou přídržnosti k podkladu je 250 kPa a min. hodnotou přídržnosti k tepelně izolačnímu materiálu je 80 kPa. Požadovanými parametry pro základní stěrkovou vrstvu je nasákavost po 24 hod., která může být max. 0,5 kg/m², a šíře trhlin při protažení o 2 %, která jsou max. 0,2 mm. Spotřebu stěrkové a lepicí hmoty ovlivňuje rovinnost podkladu, tloušťka lepicí vrstvy a způsob nanášení lepidla na desku tepelného izolantu. [3,6]

4.7.2 Tepelně izolační materiály

Tepelná izolace je základní materiál pro kontaktní zateplovací systém ETICS, který musí splňovat požadavky kvalitativní třídy A. Technická pravidla na výrobu jsou stanovena pro izolant z pěnového polystyrenu (EPS) a minerální vaty (MW). Tepelnou izolaci lze rozdělit na nedýchající materiál a dýchající materiál. Mezi nedýchající materiály patří EPS-F, šedý EPS a fenolická pěna. Do dýchajících materiálů zařadíme minerální vatu, EPS děrovaný, PUR/PIR a Ytong Multipor. Důležité vlastnosti zateplovacího materiálu je součinitel tepelné vodivosti a difuzní odpor (*viz tabulka 3*).

Součinitel tepelné vodivosti udává, jak rychle projde teplo daným materiálem. Čím nižší hodnota λ , tím lépe tepelný izolant izoluje. Faktor difúzního odporu μ udává schopnost materiálu propouštět vodní páry. Čím nižší hodnota μ , tím lépe materiál dýchá. [3,6,7,21]

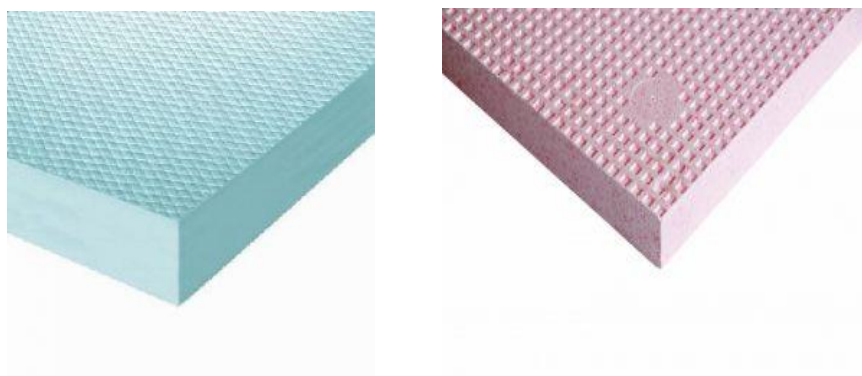
Tabulka 3 - Izolační materiály a jejich tepelněizolační vlastnosti

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti λ [(W/m*K)]	Faktor difúzního odporu μ	Objemová hmotnost [(kg/m ³)]	Měrná tepelná kapacita [(J/kg*K)]
Extrudovaný polystyren (XPS)	0,030 - 0,040	100 - 200	25 - 45	2060
Perimetrický polystyren	0,030 - 0,035	50 - 150	20 - 40	1500
Pěnový polystyren (EPS)	0,035 - 0,043	20 - 100	10 - 35	1270
Grafitová polystyren	0,030 - 0,033	20 - 100	10 - 35	1200
Děrovaný polystyren	0,030 - 0,039	1 - 5	10 - 20	1270
Pěnový polyuretan (PUR)	0,024 - 0,032	150 - 200	30	1500
Mínerální vlna	0,054 - 0,095	50 - 12	70 - 175	1150
Fenolická pěna	0,020 - 0,021	35	35	1400
Ytong Multipor	0,045	3	110 - 115	1300

[http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepeln-izolace/zkladn-pehled-tepeln-izolanch-materil_80]

Extrudovaný polystyren (XPS)

Extrudovaným polystyrenem se zateplují místa v soklové části, kde hrozí větší zatížení vlhkostí. Tepelný izolant XPS se ukládá 60–100 cm pod terén a minimálně 30 cm nad terén. XPS se vyrábí několik druhů podle pevnosti v tlaku a při výrobě se pění do forem. Podobným materiálem jako XPS je perimetrický polystyren EPS-P (viz *obrázek 11*), který díky výrobě do formy má větší odolnost vůči vodě než klasický EPS. Výhody XPS materiálu je nenasákavost, vysoká pevnost, mechanická odolnost, objemová stálost a dobrá opracovatelnost. Nevýhodou extrudovaného polystyrenu je citlivost na vyšší teploty +75 °C, špatná odolnost chemickým látkám a vyšší cena. [3,21]



Obrázek 11 - Extrudovaný polystyren (XPS) a perimetrický polystyren

[<https://www.dek.cz/produkty/vypis/151?page=4>]

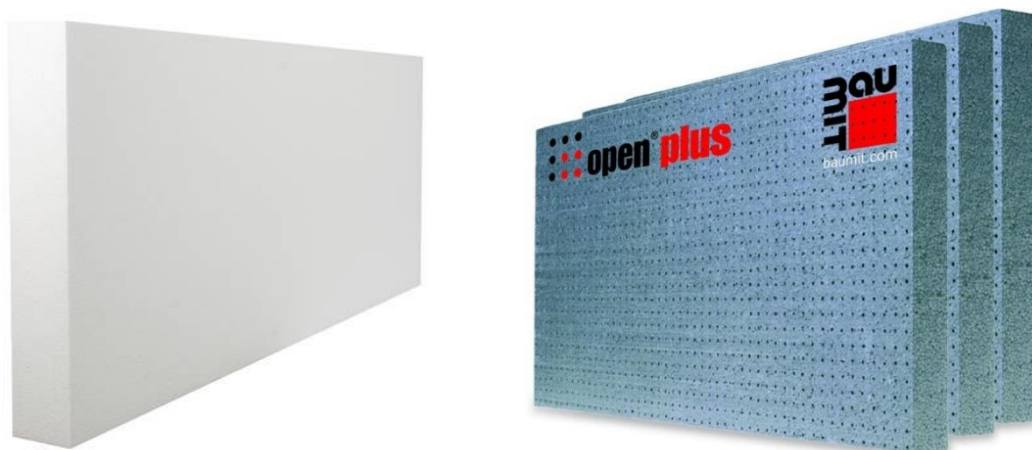
Pěnový polystyren (EPS)

Pěnový polystyren patří k nejrozšířenějším stavebním materiálům pro kontaktní zateplovací systém. Vyrábí se v několika druzích a s různou pevností v tlaku. Pěnový polystyren se značí zkratkou EPS + číslem značícím pevnost v tlaku (50, 70, 150, 200 až 250 kPa) + písmenem typu použití (Z = základní (podlahy), S = stabilizovaný (střechy), F – fasádní). Nejpoužívanějším typem pro zateplení fasád je EPS 70 F. Standardní rozměr pro zateplovací desku z EPS je 0,5 x 1 m a při výrobě vzniká vypěňováním do forem nebo vyříznutím z vypěněných kvádrů. Výhodou EPS izolantu je cena, nízká hmotnost, dobrá opracovatelnost a dobré tepelněizolační vlastnosti. Nevýhodou EPS izolantu jsou objemové změny, citlivost na teplo, stárnutí a hořlavost materiálu a špatná odolnost chemickým látkám.

V dnešní době velmi používanými EPS izolanty jsou grafitové EPS a děrované EPS (viz obrázek 12). Grafitové EPS poznáme díky šedé barvě a její výhodou je schopnost odrážet teplo zpátky do prostoru jak v interiéru, tak i v exteriéru. Další výhodou tohoto polystyrenu je zvýšení izolačních účinků o cca 25 %, které tím umožní snížit tloušťku tepelného izolantu na budově.

Děrovaný EPS nebo taky známý pod názvem Open systém, je pěnová polystyrenová deska s pravidelnou sítí otvorů. Tyto otvory v desce EPS zajišťují lepší dýchání a čtyřikrát rychlejší odvádění vodní páry z fasády než běžný EPS. Lze považovat tento systém za sanační. Tepelněizolační vlastnosti děrovaného EPS při tom zůstávají stejné jako u normální pěnového polystyrenu. Děrované desky se vyrábějí jak klasické bílé, tak i šedé s grafitovou přísadou.

Výrobní požadavky z pěnového polystyrenu určuje ETAG 004 a kvalitativní třídy A. Maximální délka EPS může být 1000 mm \pm 2 mm a maximální šířka 500 mm \pm 1 mm. Tloušťka izolantu musí být minimálně 20 mm a maximální povolená odchylka od rovinnosti 3 mm/m. Předepsaná objemová hmotnost EPS izolantu je min. 14 kg/m³ a max. 20 kg/m³. Pevnost v tahu kolmo k rovině desky musí být min. 100 kPa a pevnost ve smyku musí být min. 0,02 N/mm². Požadovaný faktor difúzního odporu je min. 20 a max. 40. Minimální požadovaná třída reakce na oheň je E. [3,6,7,8,21]



Obrázek 12 - Pěnový polystyren (EPS 70F) a děrovaný pěnový polystyren

[<https://www.dek.cz/produkty/vypis/25-penovy-polystyren>]

Minerální vlna (MW)

Minerální vlna nebo tzv. minerální vata patří k nejpoužívanějším materiálům pro zateplení fasády. Dodává se v podobě desek (viz obrázek 13) nejčastěji o rozměrech 600 x 1000 mm a je vyrobena z čediče. Minerální desky se rozdělují na dva druhy, na desky s podélnou orientací vláken a na desky s kolmou orientací vláken. U desek s kolmou orientací vláken je možné větší zatížení finální vrstvou, jako jsou např. obklady. Hlavní výhodou minerální vaty je odolnost vůči vysokým teplotám a požární odolnost. Z tohoto důvodu je tento materiál jediný splňující požadavky ČSN 73 0810, kde splňuje třídu reakce výrobku na oheň A1/A2 a je povolený pro izolaci v požárních pásmech. Dalšími výhodami minerální vaty jsou dobré zvukově izolační vlastnosti, nízký difúzní odpor, životnost, malá tepelná roztažnost a odolnost vůči hmyzu. Nevýhodou MW je hmotnost, vysoká nasákavost, cena a náročnější práce.

Výrobní požadavky z minerální vlny určuje ETAG 004 a kvalitativní třídy A. Maximální délka MW může být 1200 mm ± 2 % a maximální šířka 625 mm $\pm 1,5$ %. Tloušťka izolantu musí být minimálně 20 mm a maximální povolená odchylka od rovinnosti 5 mm/m. Předepsaná objemová hmotnost EPS izolantu je min. 70 kg/m³ a max. 175 kg/m³. Pevnost v tahu kolmo k rovině desky musí být min. 80 kPa a pevnost ve smyku musí být min. 0,02 N/mm². Maximální dlouhodobá nasákavost při částečném ponoření je 3,0 kg/ m². Minimální požadovaná třída reakce na oheň je A1. [3,6,7,21,22]



Obrázek 13 - Minerální vata (MW)

[<https://www.zatepleni-fasad.eu/knauf-fkd-/>]

Fenolická pěna (PF)

Fenolická pěna má nejlepší tepelně izolační vlastnosti a velmi dobrou požární odolnost. Díky třídě reakce na oheň B-s1 a vyvinutí speciálních prefabrikátů s fenolickou pěnou lze tento materiál využít v zateplovacím systému pro nadpraží okna a nahradit těmito prefabrikáty předepsané požární pásy. Další výhodou tohoto materiálu je díky izolačním vlastnostem snížení tloušťky tepelného izolantu a vhodnost pro řešení detailů kontaktního zateplovacího systému jako například ostění u oken. Zároveň se doporučuje použít tento materiál pro starší a historické budovy. Nevýhodou této izolace je vysoká cena a nedoporučuje se pro izolování vlhkých podkladů (nasáklé zdivo, vlhký beton). Fenolická pěna (*viz obrázek 14*) se vyrábí vyplněním pěny do bloků, které se následně nařezou na desky a z obou stran se ošetří skelnými deskami. [3,21,23]



Obrázek 14 - Fenolická pěna

[<https://www.dek.cz/produkty/vypis/30-fenolicka-pena/>]

Polyuretan (PUR/PIR)

Polyuretan je umělý materiál, který se v zateplovacích systémech používá jako tvrdá pěněná polyuretanová deska (viz obrázek 15). Výhody polyuretanu izolantu je vysoká pevnost, dobrá soudržnost s podkladem, odolnost chemickým látkám, snadné opracovávání, a především velmi dobré izolační vlastnosti, které umožňují izolovat menší tloušťkou tepelného izolantu. Využití tohoto izolantu je především u historických budov. Nevýhodou polyuretanu izolantu je cena a citlivost na sluneční záření. [3,21,23]

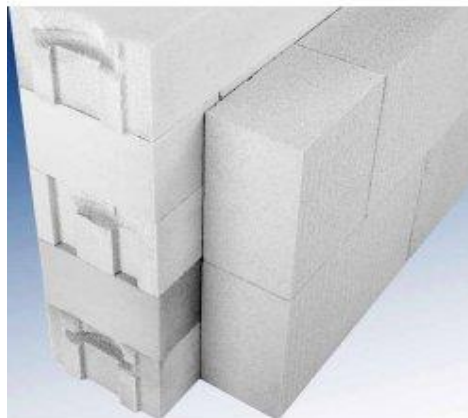


Obrázek 15 - Polyuretanová deska

[<https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/299-izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena>]

Ytong Multipor

Ytong Multipor jsou minerální bezvláknité desky (viz obrázek 16), které jsou určeny speciálně ke kontaktnímu zateplení obvodového pórobetonového zdiva a stropů. Jejich výhodou je dlouhá životnost, odolnost chemickým látkám, odolnost vlhkosti a nehořlavost splňující třídu reakce výrobku na oheň A. [24]



Obrázek 16 - Ytong Multipor

[<https://www.zatepleni-fasad.eu/ytong-multipor-tepelneizolacni-desky/>]

4.7.3 Hmoždinky

Hmoždinky pro kontaktní zateplovací systém slouží pro ukotvení tepelného izolantu k podkladní nosné stěně. Typ a množství hmoždinek pro KZS stanovuje ČSN 73 2902. Minimální počet hmoždinek pro EPS a MW je 6 ks/m². Pro systém ETICS musí být fasádní hmoždinka certifikovaná dle předpisu ETAG 014 a dodržovat výrobní požadavky kvalitativní třídy A. Průměr talíře hmoždinek pro desky EPS a MW musí být min. 60 mm a pro lamely min. 140 mm. Typ stavební hmoždinky závisí na materiálu nosné konstrukce a druhu a hmotnosti tepelné izolace. Hmoždinky rozdělujeme na šroubovací (viz obrázek 17) nebo zatloukáací (viz obrázek 18) a dále na hmoždinky s plastovým trnem nebo kovovým trnem. Hmoždinky s plastovým trnem jsou navrhovány do hmotnosti 10 kg/m² a hmoždinky s ocelovým trnem nebo šroubem do hmotnosti 10–25 kg/m². Pro kotvení MW nebo požárních pásů je vždy navrhovány hmoždinky s ocelovým trnem nebo šroubem. Další důležité rozdělení pro stavební hmoždinky je podle podkladního materiálu. Materiály rozdělujeme na pět kategorií (A, B, C, D, E (viz tabulka 4)). Pro jiné druhy podkladní materiálu není stanovena kategorie. [3,6,39]

Tabulka 4 - Druhy podkladních materiálů

Kategorie	Druh podkladního materiálu
A	Prostý beton, ŽB C 12/15 až C 50/60
B	Zdivo z plných cihel nebo kamene
C	Zdivo z dutých cihel, cihelných bloků a tvárníc
D	Zdivo nebo dílce z betonu z pórovitého kameniva tř. pevnosti LAC 2 až LAC 25
E	Zdivo nebo dílce z autoklávovaného pórobetonu tř. pevnosti P 2 až P 7

[PANÁK, Vladimír a Luboš KÁNĚ. *Fasády - Vnější tepelněizolační kompozitní systémy ETICS*. Praha: DEKTRADE, 2013. ISBN 978-80-87215-12-8.]



Obrázek 17 - Hmoždinka šroubovací s kovovým trnem

[<https://www.ejot.cz/produkty/stavebni-upevnovani/zateplovaci-systemy-etics/>]



Obrázek 18 - Hmoždinka zatloukáací s plastovým trnem

[<https://www.ejot.cz/produkty/stavebni-upevnovani/zateplovaci-systemy-etics/>]

4.7.4 Výztužné tkaniny

Výztužná tkanina neboli skleněná tkanina se vkládá do základní vrstvy a slouží jako vyztužovací vrstva v zateplovacím systému, kde zabraňuje vzniku trhlin ve fasádě. Tkanina je vyrobena ze sklotextilního materiálu a dodává se jako sklotextilní síť v rolích o šířce 1 m (viz obrázek 19).

I tento fasádní materiál musí splňovat požadavky ETAG 004 a předepsanou kvalitativní třídu A. Minimální světlý rozměr oka musí být 3 mm a minimální střední hodnota pevnosti v tahu po dodání 40 N/mm. [3,6]



Obrázek 19 - Fasádní výztužná tkanina

[<https://www.zatepleni-fasad.eu/armovaci-tkanina-vertex-r267>]

4.7.5 Omítky

Omítky patří k finální úpravě kontaktního zateplovacího systému a je velmi důležité zvolit správný druh omítky pro daný zateplený objekt. Finální omítky jsou vyráběny na různých materiálových bázích a je potřeba na základě podrobného rozboru zvolit správnou omítku podle typu tepelné izolace, prodyšnosti, vodoodpudivosti, pružnosti a vlivu okolí během provozu (viz tabulka 5). Omítky se rozdělují na akrylátové, silikátové, silikonové, minerální, silikon-silikátové a dekorační mozaikové (marmolit). Hlavní rozdíly v omítkách jsou z hlediska pojiv a chemických přísad, kterými jsou například dnes už standardní biocidní (protiplísňové) ochranné přísady.

Akrylátové omítky patří k tvrdým, houževnatým a vodoodpudivým omítkám a jejich nevýhodou je horší odolnost proti znečištění a menší paropropustnost. Součástí této omítky je pojivo z umělé pryskyřice. Z důvodu horší paropropustnosti se tato omítka nedoporučuje jako finální úprava pro kontaktní zateplovací systém z MW.

Silikátové omítky obsahují draselné vodní sklo a jsou doporučeny na všechny zateplovací systémy. Její výhodou je výborná paropropustnost a přirozená odolnost proti plísním a mechům. Nevýhodou této omítky je malá pružnost a vodoodpudivost.

Silikonové omítky v dnešní době patří mezi nejpoužívanější a nejkvalitnější. Omítky lze aplikovat na všechny zateplovací systémy a výhodami jsou pružnost, vodoodpudivost, paropropustnost a větší odolnost vůči zašpinění. Jejich jedinou nevýhodou je vyšší cena.

Mezi speciální a moderní omítky patří termoizolační a samočisticí omítky. Termoizolační omítky jsou určeny pro starší a historické budovy, které nemohou být zatepleny kontaktním zateplovacím systémem. Úkolem této omítky je omezení prostupu tepla obvodovou konstrukcí a snížení energetické náročnosti budovy. Další výhodou omítky je prodyšnost a nízký difúzní odpor.

Samočisticí omítky mají vysoké samočisticí schopnosti a zachovávají čistý vzhled i po několika letech. Dále zvyšují odolnost vůči vnějším vlivům počasí a mikroorganismům usazující se v omítkách. Samočisticí omítky pracují na základě práce s vlhkostí a fotokatalytického efektu. Díky kombinaci vysoké nasákavosti povrchu a dobré vodoodpudivosti vnitřních vrstev omítky dochází k odvádění nečistot z fasády pomocí vystupující vlhkosti z omítky. Další samočisticí efekt je způsoben zářením slunečního světla na složku fotokatalyzátoru. Světlo aktivuje fotokatalyzátor, který je obsažený v omítce a který reaguje s vodou a kyslíkem a rozkládá částice organických nečistot na povrchu.

Výrobní parametry omítek určuje ETAG 004. Maximální povolená nasákavost po 24 h je $0,5 \text{ kg/m}^2$, ekvivalentní difúzní tloušťka max. 0,5 m a index šíření plamenu po povrchu ETICS dle ČSN 73 0863 je 0 mm/min. [3,6,26,27,41]

Tabulka 5 - Druhy omítek a jejich vlastnosti

Vlastnost	Typ omítky			
	Akrylátová omítka	Silikátová omítka	Silikonová omítka	Minerální omítka
Prodyšnost	***	*****	****	*****
Vodoodpudivost	****	***	*****	*
Pružnost	*****	*****	*****	*
Citlivost na podmínky při provádění	*****	***	*****	***
Biologická odolnost	***	*****	***	****

[PANÁK, Vladimír a Luboš KÁNĚ. *Fasády - Vnější tepelněizolační kompozitní systémy ETICS*. Praha: DEKTRADE, 2013. ISBN 978-80-87215-12-8.]

4.7.6 Základní systémové doplňky

Důležitou součástí kontaktních zateplovacích systémů jsou systémové doplňky a příslušenství, které zajišťují správnou kvalitu provedení a funkčnost zateplené fasády. Do systémových doplňků patří základní profily, rohové a ukončovací profily, dilatační profily, armovací rohy, bosážní profily, balkonové profily a okenní a dveřní profily. Tyto profily se nejčastěji vyrábějí z materiálu hliněného nebo plastového PVC.

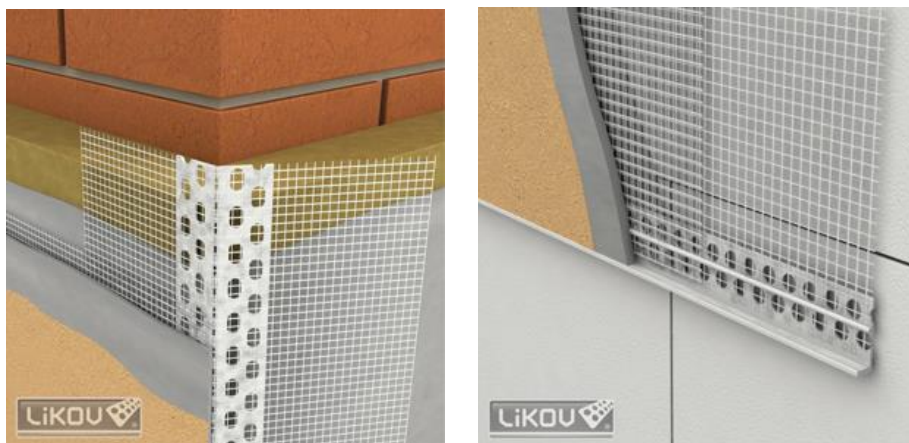
Zakládací profily (viz obrázek 20) jsou z hliníkového materiálu nebo materiálu PVC s perlínkou, která pomáhá k lepšímu napojení výztužné tkaniny a základního profilu. Hlavní funkcí tohoto profilu je rovné a stabilní založení tepelné izolace, dále slouží pomocí okapničky jako svod dešťové vody a jako protipožární ochrana. [3,28]



Obrázek 20 - Zakládací profil

[<https://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/prislusenstvi-k-fasadam-likov/>]

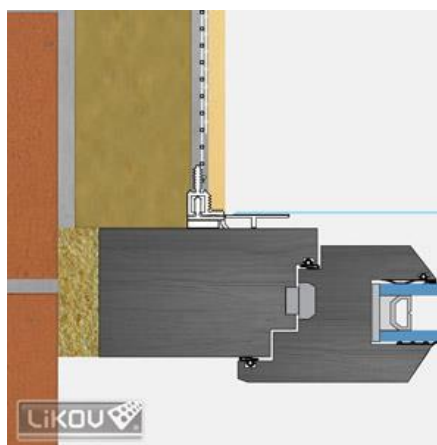
Rohové a ukončovací profily (viz obrázek 21) jsou též z plastového a hliníkového materiálu a jsou nezbytnou součástí každé zateplené fasády. Rohové profily slouží pro zpevnění rohů, hran a ostění oken a dveří. Jejich funkce je ochrana před mechanickým poškozením, omezení vzniku trhlin a zajištění rovného rohu. Ukončovací profily se používají pro ukončení omítky a plynulé napojení na jinou omítku nebo povrchovou úpravu. [3,28]



Obrázek 21 - Rohové a ukončovací profily

[<https://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/prislusenstvi-k-fasadam-likov/>]

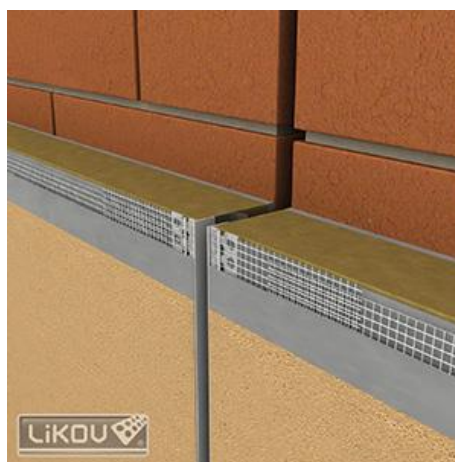
Okenní a dveřní profily (viz obrázek 22) jsou z materiálu PVC a slouží jako dilatace mezi oknem, dveřmi a fasádní omítkou. Vyrábí se jako 2D (přenesení pohybu ve dvou směrech) a 3D (přenesení směru ve třech směrech). Jejich funkce spočívá v zamezení vzniku trhlin a odpadávání omítek, utlumení hluku a omezení prostupu tepla. [3,28]



Obrázek 22 - Okenní a dveřní profil

[<https://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/prislusenstvi-k-fasadam-likov/>]

Dilatační profil (viz obrázek 23) je určen pro napojení dvou sousedních budov. Funkcí profilu je zabránění budoucím trhlinám na základě pohybu dvou různých konstrukcí a také zabránění vlhkostním a povětrnostním vlivům. [3,28]



Obrázek 23 - Dilatační profil

[<https://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/prislusenstvi-k-fasadam-likov/>]

5 ZDVOJENÍ ETICS

Zdvojení ETICS je způsob zesílení tloušťky tepelného izolantu, kdy dochází k montáži nového kontaktního zateplení (ETICS 2) na původní kontaktní zateplení (ETICS 1). Tento způsob zateplení se používá především z důvodu nedostatečné tloušťky tepelného izolantu, vyšších požadovaných tepelných nároků a nespĺňujících požadavků na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2. V dnešní době se s tímto typem zateplení lze nejčastěji setkat u prvotních zateplených fasád na starých panelových domech, kdy tyto domy byly zateplovány nedostatečnou tloušťkou tepelného izolantu (tabulka 6). [9,29,30,36,40]

Tabulka 6 - Používané tloušťky desek v různých obdobích

Roky	Přibližné používané tloušťky v daném období [mm]
1993-2001	50-80
2002-2007	80-100
2008-2018	100-180

[https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/legislativa/technicka-pravidla-pro-zdvojeni-etics_42552.html]

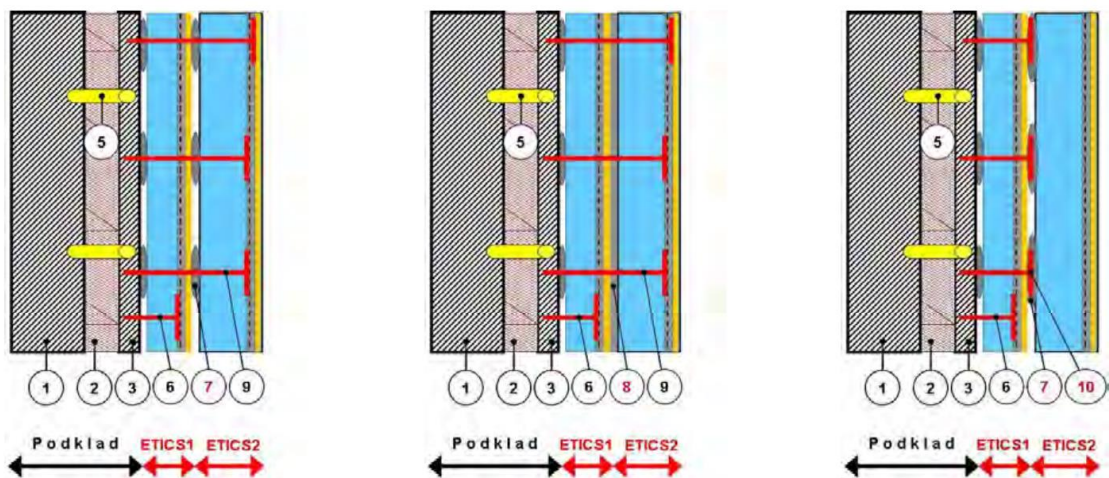
Způsoby zesílení tloušťky kontaktního zateplovacího systému ETICS:

1. Montáž nového KZS ETICS na stávající KZS ETICS.
2. Montáž nového KZS ETICS na stávající KZS ETICS bez vrchní finální povrchové úpravy a stěrky.
3. Demontáž stávajícího KZS ETICS a provedení nového KZS ETICS na stávající podkladní stěnovou konstrukci.

Správný způsob rozšíření tepelného izolantu určí projektant, který provede statické posouzení a diagnostiku stávajícího kontaktního zateplovacího systému. Zvolený způsob závisí na druhu a stavu nosné konstrukce, stávajících tepelně izolačních desek a omítky. [9,29,30,36,40]

5.1 Skladby zdvojeného ETICS

5.1.1 Sendvičové panely

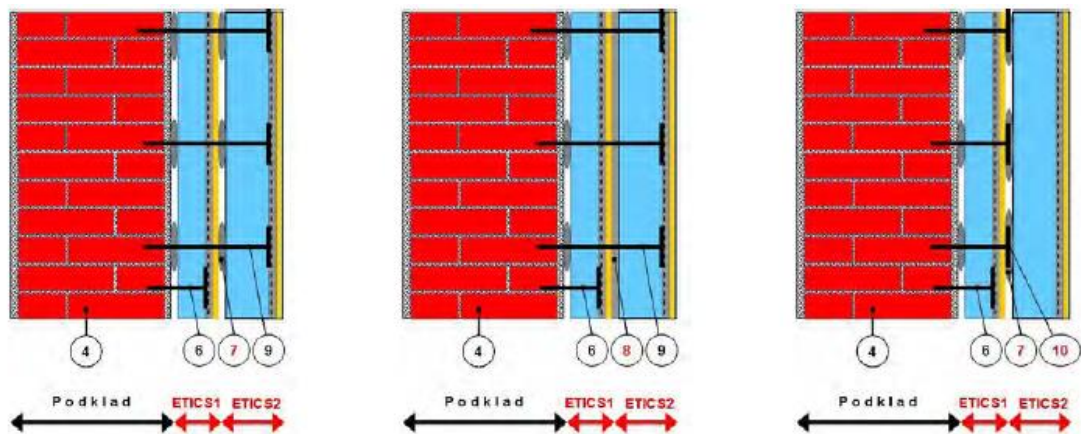


Legenda: 1. Panel (nosný železobeton), 2. Tepelná izolace v panelu, 3. Panel (ochranná monierka), 5. Dodatečné kotvení do monierky, 6. ETICS 1 (cementové lepidlo, tepelný izolant, hmoždinky), 7. Cementové lepidlo, 8. Disperzní lepidlo, 9. ETICS 2 (cementové lepidlo, tepelný izolant, hmoždinky), 10. Speciální lepicí kotvy

Obrázek 24 - Skladby zdvojeného ETICS - sendvičové panely

[Zdvojování zateplovacích systémů Baunit: Technologický předpis. Baunit, 2013.]

5.1.2 Cihelné zdivo

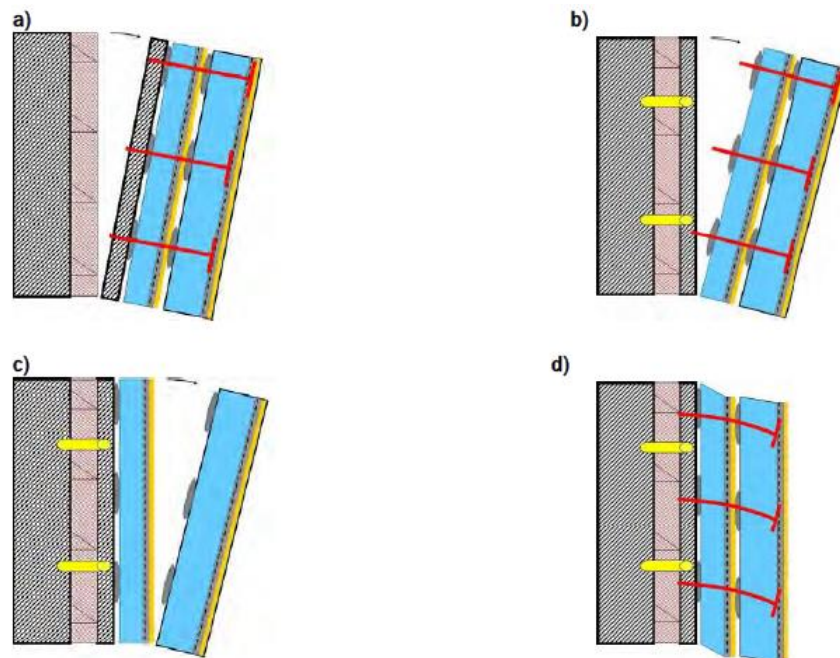


Legenda: 4. Cihelné zdivo, 6. ETICS 1 (cementové lepidlo, tepelný izolant, hmoždinky) 7. Cementové lepidlo, 8. Disperzní lepidlo, 9. ETICS 2 (cementové lepidlo, tepelný izolant, hmoždinky), 10. Speciální lepicí kotvy

Obrázek 25 - Skladby zdvojeného ETICS – cihelné zidvo

[Zdvojování zateplovacích systémů Baumit: Technologický předpis. Baumit, 2013.]

5.2 Rizika poruch sendvičových panelů



Obrázek 26 - Rizika poruch sendvičových panelů

[Zdvojování zateplovacích systémů Baumit: Technologický předpis. Baumit, 2013.]

- a) Odtržení ochranného panelu (monierky) se zdvojením ETICS z důvodu nadměrného zatížení tepelným izolantem a neprovedeného kotvení do ochranného panelu.
- b) Odtržení zdvojeného ETICS od podkladu z důvodu nedostatečného množství kotev, krátké kotvící délky a nevyhovující soudržnosti lepidla s podkladem.
- c) Odtržení dodatečného zateplení ETICS 2 z důvodu možného zmýdelnatění nového lepidla s původní omítkou nebo nepoužitím kotvících hmoždinek.
- d) Deformace tepelného izolantu a hmoždinek z důvodu nedostatečné kotvící délky a nevhodných hmoždinek.

[40]

5.3 Navrhování zdvojeného ETICS

Pro navržení ideálního způsobu zdvojeného zateplení fasády se nejdříve musí provést stavebně technický průzkum. V prvním kroku se provede vizuální kontrola stávajícího povrchu ETICS1, kde se technik zaměří na znečištění, zaprášení, biologické napadení, mechanické poškození povrchu a stopy po stékání vody po fasádě.

Dalším krokem je identifikace skladby starého systému ETICS 1 a zjištění jejich původních vlastností (difúzní odpor, statické a požární vlastnosti). Zde je zapotřebí provést 5x sondu 1 x 1 m (viz obrázek 27) a odstranit všechny vrstvy až na původní podklad. Ze získané sondy se zjistí druh a tloušťka stěrky, množství a typ hmoždinek, druh a tloušťka tepelného izolantu, tloušťka spáry mezi izolanty, typ omítky a plocha lepidla lepená na podklad. V případě zjištění lepení tepelného izolantu na buchy nebo při méně než 40 % plochy lepidla nalepeného na podklad je nutné stávající kontaktní zateplovací systém sundat a navrhnout nový zateplovací systém ETICS na původní podklad. [9,29,30,36,40]



Obrázek 27 - Sondy do zateplovacích systémů

[Zdvojování zateplovacích systémů Baunit: Technologický předpis. Baunit, 2013.]

Další zkouškou před samotným návrhem je tzv. zkouška zmýdelnatění (viz obrázek 28). V této zkoušce se zjišťuje soudržnost stávající omítky s novým cementovým lepidlem. Na několika místech stávající omítky se nanese cementová hmota (lepidlo) o rozměrech 0,5 x 0,5 m a do této hmoty se vtačí armovací tkanina s volnými konci po obvodě. Po 7 dnech vytvrdnutí se za volný konec tkaniny kolmo ke stěně se provede odtrhnutí od stávající omítky. Při odtrhové zkoušce se sleduje soudržnost podkladu a odtrženého materiálu. Pokud po odtržení tkaniny zůstane spodní vrstva lepidla stále přilepená k podkladu tak lze prohlásit, že soudržnost materiálů je dostačující. V případě odtržení spodní části lepidla od omítky by znamenalo, že stávající omítku je zapotřebí oškrábat nebo pro ETICS 2 použít lepicí hmotu na organické bázi (disperzní). [9,29,30,36,40]



Obrázek 28 - Zkouška zmýdelnatění

[Zdvojování zateplovacích systémů Baunit: Technologický předpis. Baunit, 2013.]

Dalším důležitým bodem je identifikace nosné konstrukce obvodových stěn a zjištění stavu a její reálné nosnosti. Při montáži zdvojeného tepelného izolantu EPS dojde k zatížení na stěnu kolem 40 kg/m² a při montáži MW až 60 kg/m² (viz *tabulka 7*). U klasického zdiva z plných cihel není toto zatížení takový problém. Horší situace nastává u panelových domů, kdy u panelů z lehčeného betonu nebo ze sendvičových panelů s obvodovou železobetonovou skořepinou může nastat odtržení části stěny s kontaktním zateplovacím systémem od vnitřní železobetonové stěny. U těchto panelů je zapotřebí ukotvení pomocí chemických kotev až k vnitřní železobetonové stěně.

V poslední části dojde k návrhu systému ETICS 2. Podle identifikace skladby stávajícího zateplovacího systému a podle změřeného vlhkostního poměru v obvodovém plášti je nutno naprojektovat zateplovací systém se správnou paropropustností a nasákavostí. Dále je potřeba dodržovat požadavky na požární bezpečnost dle ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – společná ustanovení a ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb – změny staveb. U budov s výškou od 12 m do 22,5 m dochází ke komplikaci při dodržení požadavku na protipožární pásy z MW o šířce min. 0,9 m. Při montáži zdvojeného ETICS, kdy stávající tepelný izolant je z materiálu EPS, je zapotřebí tento materiál vyříznout v místech protipožárních pruhů a nahradit MW. V této situaci je potřeba zvážit, zda už není výhodnější demontovat stávající zateplení a nahradit novým. [9,29,30,36,40]

Tabulka 7 - Doporučená maximální hmotnost nového ETICS

Tloušťka celého ETICS	Izolanty		
	EPS+EPS	EPS+MW	MW+MW
≤ 200	42 kg/m ²	42 kg/m ²	60 kg/m ²
200-300	28 kg/m ²	-	-

[Zdvojování zateplovacích systémů Baumit: Technologický předpis. Baumit, 2013.]

Tabulka 8 - Doporučená maximální šířka nového ETICS

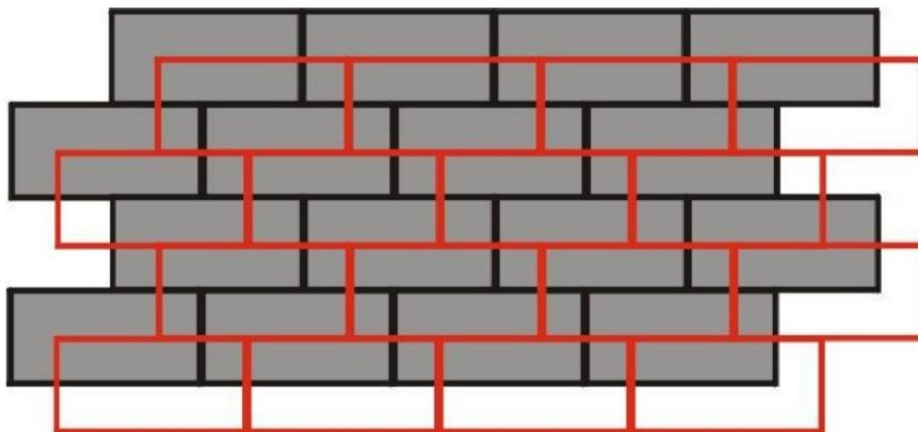
	EPS	MW
EPS	300 mm	200 mm
MW	200 mm	300 mm

[Zdvojování zateplovacích systémů Baumit: Technologický předpis. Baumit, 2013.]

5.4 Požadavky pro zdvojený ETICS

- Povrch bez prachu, výkvětů, mastností, napadení mikroorganismů a nesoudržnosti omítky k tepelnému izolantu.
- Dodržení původních dilatačních spár.
- Maximální odchylka rovinnosti povrchu stávajícího ETICS může být 10 mm/m.
- Přídržnost vnějšího souvrství stávajícího ETICS k tepelnému izolantu min. 80 kPa.
- Přídržnost lepicí hmoty nového ETICS k povrchu stávajícího ETICS min. 80 kPa.
- Soudržnost původní podkladní stěnové konstrukce min. 80 kPa.
- Minimální hodnota pevnosti v tahu kolmo k rovině desky je min. 100 kPa u EPS desek a 10 kPa u MW desek.
- Pro smykovou únosnost stávajícího systému ETICS je požadována nejmenší jednotlivá hodnota zatěžovací síly pro desky 500x1000 mm alespoň 2,0 kN a pro desky 600x1000 mm alespoň 2,4 kN.
- Správné provedení kontaktního zateplovacího systém musí respektovat požární bezpečnost dle ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – společná ustanovení a ČSN 73 0834 Požární bezpečnost staveb – změny staveb.
- Kotvení zdvojeného ETICS do konstrukční stěny se musí provést zároveň skrz původní ETICS 1 a nový ETICS 2.
- Pro lepení izolačních desek EPS a MW s podélnými vlákny je nutné použít lepidlo na cementové bázi. Lepidlo je pak nutné nanášet na izolační desky kolem do kola (tzv. rámeček) a na tři středové terče nebo pomocí hladítka s ozubením 10 mm. Minimální plocha lepeného izolantu ETICS 2 k stávajícímu povrchu ETICS 1 by měla být 40 %.
- Při lepení nových izolačních desek na původní desky je nutno dodržovat prostřídání spár. Zabránit setkání dvou spár v jednom místě (*viz obrázek 29*). Tohoto požadavku docílíme zmenšením výšky první řady desek nebo odstraněním nepoužitelné zakládací lišty a posunutím nové a širší zakládací lišty aspoň o 15 cm výš. Vazba desek by měla být aspoň 10 cm.

[9,29,30,36,40]



Obrázek 29 - Kladení tepelně izolačních desek

[Cemix: Technologický předpis pro zdvojený ETICS. 2013]

6 DIAGNOSTIKA VAD A PORUCH

Diagnostika vad a poruch slouží ke kontrole a zjištění závad na kontaktních zateplovacích systémech ETICS. Vady a poruchy na fasádě mohou vzniknout několika způsoby: nekvalitně provedenou projektovou dokumentací (např. nedořešené detaily fasády), neodborným provedením a nedodržením technologických předpisů nebo nesprávným užíváním stavby. Diagnostiku lze rozdělit na dva způsoby, destruktivní metoda a nedestruktivní metoda. [10,11,31,32]

6.1 Destruktivní metoda

Destruktivní metoda patří mezi ty méně využívané metody i přesto, že u této metody dochází k poměrně přesnému zjištění příčiny závady. Nevýhodou této diagnostiky je značné porušení kontaktního zateplovacího systému. Pro zjištění poruchy je zapotřebí destruktivní sondy, nejčastěji na třech místech o rozměru 1 x 1 m. Nejčastějšími místy pro sondy jsou technologicky náročná místa, jako jsou rohy oken, atiky, ale také rovná plocha fasády. [10,11,31,32]

6.2 Nedestruktivní metoda

Nedestruktivní metoda patří k nejvíce využívanému způsobu pro zjištění závad na fasádě. Výhodou této diagnostiky je cena, rychlost měření a vyhodnocení, dostatečná přesnost, a především nedestruktivní způsob.

Pro zjištění teploty konstrukce můžeme využít tři metody: radiografická, ultrazvuková a termografická metoda. V praxi se však využívá především termografická metoda, která patří k neúčinnějšímu způsobu zjištění vad a poruch kontaktního zateplovacího systému. [10,11,31,32]

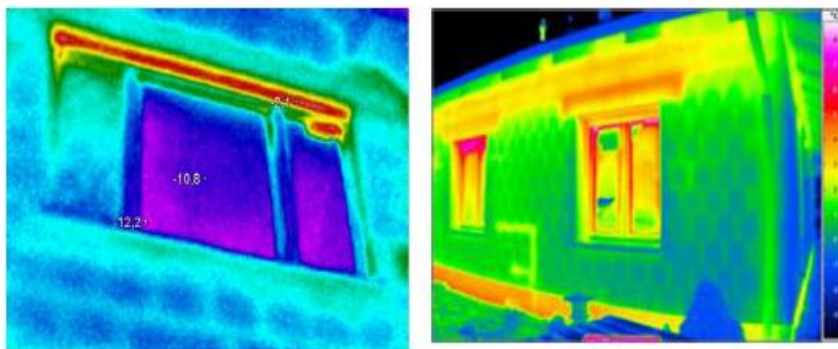
6.2.1 Termografická metoda

Termodiagnostika je nejpoužívanější metodou, pomocí které zjišťujeme povrchovou teplotu na věcech, konstrukcích a živočíchích. Využití této metody je především ve stavebnictví, ale také ve strojírenství nebo v medicíně. Patří k nedestruktivní metodě a ve stavebnictví lze touto metodou zjistit povrchové teploty na fasádě, tepelné mosty, kondenzace vodní páry, chybně provedené vazby tepelným izolantem, mezery mezi deskami tepelného izolantu a nedostatečně hluboko zakotvené hmoždinky.

Jediná norma zabývající se termodiagnostikou je ČSN EN 13187. Ta určuje postup pro provedení termogramů a jejich vyhodnocení. Požadované teploty stavební konstrukcí stanovuje norma ČSN 730540-2.

Výsledkem termografické metody je snímek tzv. termogram (viz obrázek 30), který je pro všechny lehce srozumitelný. Tento snímek je nejčastěji v barevné podobě se škálou teplot s barevným přiřazením. [10,11,31,32]

Obrázek 30 - Termogram rodinného domu



[<https://spravnezateplenifasad.cz/video-1-10-duvodu-proc-zateplit-dum/>]

Termografická kamera rozpoznává jen složku tepelného záření neboli energii vyzařovanou z materiálů a konstrukcí. Touto kamerou lze měřit jak celou budovu, tak i detaily různých atiky, zakládacích lišt nebo oken. Důležitým faktorem u objektů je tzv. zářivý tok, definován jako množství zářené energie procházející za jednotku času.

Termokamera (viz obrázek 31) se skládá ze dvou důležitých komponentů, a to jsou optika a detektor. Optika slouží ke správnému zaostření zářivého toku na detektor a udává velikost zorného pole. Zorné pole se vyznačuje horizontálním úhlem [°]. Detektor zas pomáhá k převádění dopadajícího záření na elektrický signál. Důležitými parametry je rozlišení v pixelech a spektrální rozsah. Nejčastějším typem detektoru je tzv. maticový detektor.

Obrázek 31 - Termografická kamera



[<https://www.revizeshop.cz/Termokamera-Fluke-Ti32-d9.htm>]

Velmi důležitou a jednou z rozhodujících věcí v kvalitě provedení termogramu je správné nastavení termokamery. Termokamerou nelze měřit celoročně. K provedení kvalitních snímků je zapotřebí teplotní rozdíl alespoň 20 °C. Platí pravidlo čím vyšší teplotní rozdíl, tím přesnější výsledky měření. Dále je důležité, aby na termokameru nesvítilo přímé sluníčko a den před měřením bylo chladnější počasí. Samotné nastavení termografických parametrů v termokameře není vůbec jednoduché. Před začátkem měření povrchové teploty je nejdříve zapotřebí stanovit emisivitu povrchů diagnostikovaných konstrukcí, odraženou zdánlivou teplotu, teplotu a relativní vlhkost vzduchu a vzdálenost mezi měřeným objektem a kamerou. Teplota a relativní vlhkost vzduchu se měří kalibrovaným teploměrem a vlhkoměrem. Měření teploty vzduchu by mělo být s přesností $\pm 0,5$ °C a měření relativní vlhkosti vzduchu s přesností $\pm 5,0$ %.

Odráženou zdánlivou teplotu můžeme určit přímo nebo metodou odrazu. Stanovení správné emisivity lze získat z tabulek měřeného materiálu.

Při termodiagnostice máme dva způsoby měření, kterými jsou absolutní měření povrchové teploty a srovnávací termografie (kvantitativní a kvalitativní). Pro měření v interiéru se mohou využít obě metody a při měření v exteriéru se dá využít pouze metoda srovnávací termografie. Absolutní měření povrchové teploty je velmi složitý způsob měření, které vyžaduje přesné nastavení. Tato metoda je určená k přesnému určení povrchové teploty a v praxi se moc nevyužívá. Při nesprávném nastavení dochází k velkým odchýlkám. Naopak druhá metoda srovnávací termografie je velmi používaná, kde dochází k porovnání teploty vizuálně dle barevné škály na jednom nebo více snímcích. [10,11,31,32]

6.3 Přenos tepla

Jednou z nejdůležitějších fyzikálních veličin pro termodiagnostiku je termodynamická teplota. Termodynamická teplota se značí T , její jednotkou je Kelvin [K] a je to fyzikální stavová veličina, která vyjadřuje stav termodynamické rovnováhy těles. Pro šíření tepla známe 3 způsoby: zářením (sáláním), vedením (kondukcí) a prouděním (konvekcí). [11]

„Přenos tepla vedením (kondukcí) probíhá v hmotě nebo tekutině v klidu a teplo se při něm přenáší z teplejšího do chladnějšího místa. Schopnost látky vést teplo je charakterizováno součinitelem tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]. Při termodiagnostice staveb je třeba právě zohlednit rozdílný součinitel tepelné vodivosti u různých stavebních materiálů.“ [11]

„Přenos tepla prouděním (konvekcí) probíhá pouze v kapalinách a v plynech a dochází při něm k přenosu částic o různých teplotách.“ [11]

„Pro přenos tepla zářením (sáláním) není zapotřebí hmotné prostředí (probíhá i ve vakuu). Každá hmota, jejíž teplota je větší než teplota absolutní nuly (0 K, - 273,15 °C) vydává do prostoru energii ve formě elektromagnetického záření.“ [11]

7 VADY A PORUCHY KONTAKTNÍHO ZATEPLOVACÍ SYSTÉMU

Jednou z nejrozšířenějších stavebních úprav je kontaktní zateplovací systém ETICS. I přesto, že v dnešní době existuje spousta kvalitních a certifikovaných výrobků ETICS a veškeré stavební etapy jsou podrobně a srozumitelně popsány od výrobců, tak neustále se lze setkat s různými poruchami na fasádě, které jsou především způsobené nekáznými a nedodržováním technologických postupů. Kontaktní zateplovací systém i přesto, že obsahuje jasný technologický postup, patří jak odborně, tak i pracovně k náročnějším stavebním činnostem. Hlavním stavebním problémem a exponovanými místy jsou detaily na fasádě jako například oblast klempířských prvků, otvory a balkóny.

Vady a poruchy v kontaktním zateplovacím systému ETICS lze definovat jako stav, kdy systém ETICS přestává plnit své tepelněizolační vlastnosti, dochází k tepelným ztrátám, vznikají vzhledové poruchy v podobě postupně se rozrůstajících trhlin, které mohou způsobit celkové odtržení. Hlavními příčinami těchto poruch může být neprovedení stavebně technického průzkumu, nerealizování projektové dokumentace, nedodržení technologického postupu a také snaha ušetřit na kvalitních certifikovaných materiálech. Výhodou pro diagnostiku a zároveň i nevýhodou pro majitele objektu je možnost vizuálního zjištění poruch na již hotové fasádě. Bohužel často hlavní příčinou poruchy není pouze vada na povrchu fasády, ale někde hlouběji v systému ETICS.

V následujících subkapitolách budu rozebírat druhy vad a poruch v kontaktním zateplovacím systému ETICS a zmiňovat příčiny těchto poruch. Poruchy v systému ETICS jsem rozdělil na vady a poruchy před provedením ETICS, vady a poruchy nedodržením technologického postupu ETICS a vady a poruchy po dokončení ETICS. [35]

7.1 Vady a poruchy před provedením ETICS

Před realizační etapou patří rozhodně k důležité části pro správné funkční provedení kontaktního zateplovacího systému. Do této etapy rozhodně patří stavebně technický průzkum a projektová dokumentace. Bohužel lze se často setkat, především u menších staveb, s vynecháním těchto činností z důvodu ušetření peněz. Při nedodržení této etapy však hrozí velké riziko budoucích komplikací jak při samotné realizaci, tak následně po

dokončení fasády. Konečným výsledkem zateplené fasády může být nefunkčnost nebo snížená životnost.

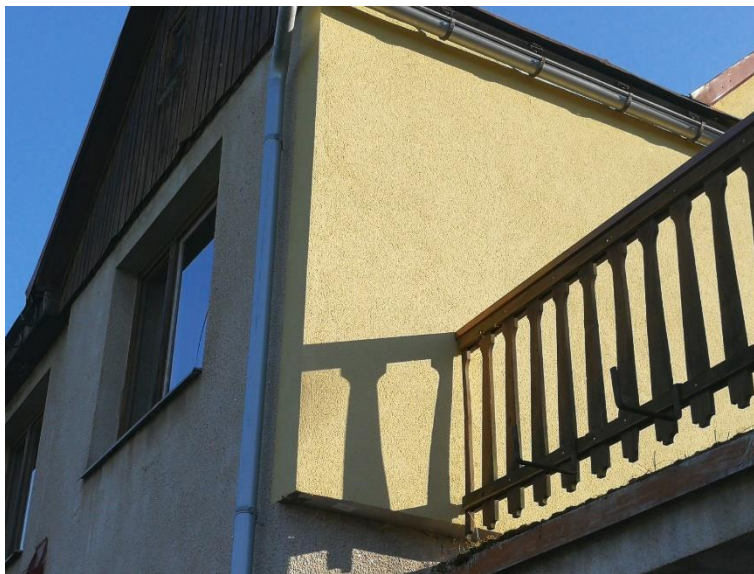
Stavebně technický průzkum slouží především pro provedení správné projektové dokumentace. Průzkum se hlavně zabývá stavem budoucí zateplené konstrukce. Rozebírá veškeré trhliny, stav klempířských prvků, rovinnost a soudržnost podkladu, znečištění a mastnotu povrchu. Při neprovedení stavebně technického průzkumu hrozí poruchy i přes správné aplikování. Trhliny mohou nastat z důvodu rozrůstajících živých trhlin v podkladu. Zatýkání za kontaktní zateplovací systém může být způsobené starými nebo chybně provedenými klempířskými prvky (viz obrázek 32). Sesednutí a možné odtržení tepelně izolačních desek od podkladu může být z důvodu nedostatečné soudržnosti.



Obrázek 32 - Nevyhovující připravenost klempířských prvků pro systém ETICS

Při provádění projektové dokumentace je důležité se zaměřit na mechanickou odolnost a stabilitu, stanovení správné tloušťky tepelného izolantu a při složitě členěných nebo vysokých objektech provést výkresy kladených desek, detailů a způsobu kotvení. Veškeré tyto body pomůžou předejít následným vadám a poruchám.. Z vlastní zkušenosti nejčastějšími nedostatky v projektové dokumentaci jsou nevyřešené nebo těžce realizovatelné detaily fasády. Dalšími častými chybami jsou neprovedení odtrhových zkoušek, nepředepsání certifikovaných materiálů, návrh částečného zateplení objektu, žádné nebo nedostatečné navržení tloušťky tepelného izolantu a nedostatečné navržení počtu kotev pro fasádu. Při použití necertifikovaných materiálů hrozí ztráta funkčnosti a v případě kotev dokonce možný nečekaný kolaps systému ETICS.

Návrh částečně zateplené budovy (viz obrázek 33), například pouze z jedné strany, bude mít za následek, že nežádoucí jevy se přenesou do nezateplených částí.



Obrázek 33 - Částečně zateplená fasáda

Další chybou je nesprávně zvolená tloušťka tepelného izolantu. Tato chyba vzniká neprovedením tepelně technického výpočtu a neposouzením vlhkostní bilance objektu. Hlavním cílem zateplení je dostat rosný bod pryč ze zdiva do tepelného izolantu. V případě, že se nenavrhne dostatečná tloušťka tepelného izolantu, může začít docházet ke zkondenzování vody mezi izolantem a stěnou a k tvorbě vlhkostí a plísní ve stěnách. Zkondenzovaná voda mezi deskou tepelného izolantu a podkladem způsobuje degradaci tepelného izolantu a lepicí hmoty a snižuje soudržnost podkladu.

Dalším možným problémem před samotnou realizací může být špatná kvalita podkladu. Za nevhodný podklad, na který by se neměl aplikovat systém ETICS se považuje nerovný, zamaštěný, zaprášený, odfouknutý a bioticky napadený povrch (viz obrázek 34). Povolená maximální odchylka rovinnosti je 20 mm/m, v případě nesplnění rovinnosti je zapotřebí podklad vyrovnat omítkou. Tento způsob opravy je často nerealizován z důvodu času a dlouhého zrání vyrovnávací vrstvy a oprava rovinnosti je chybně nahrazena podlepením tepelným izolantem (viz obrázek 35). Tento způsob vyrovnání je však chybný z důvodu nedostatečné soudržnosti s podkladem a nedosažení požadované funkčnosti zateplovacího systému. Hlavním důvodem, proč vyrovnávání tepelným izolantem je zakázáno, je navýšení tloušťky izolantu, který způsobuje zkrácení kotvící délky hmoždinky v podkladu a následně může způsobit sesunutí izolačních desek.



Obrázek 34 - Nevyhovující rovinnost a soudržnost podkladu



Obrázek 35 - Nepovolené vyrovnání podkladu izolačním materiálem a následné nesplnění potřebné kotevní délky

Dalšími možnými vadami nevyhovujícího podkladu může být nedostatečná soudržnost, zmýdelnatění, vlhkost podkladní konstrukce a rozrůstající se trhliny po fasádě. Hlavní a zásadní chybou je zakrytí poruch a vad na nosné podkladní konstrukci. V případě, že by se kontaktní zateplovací systém aplikoval na vlhké zdivo, mohlo by dojít k prorýsování izolačních desek v exteriéru a ke vzniku plísní.

Poslední častou chybou před realizací a v průběhu realizace je skladování materiálů. U všech stavebních materiálů je zapotřebí dodržovat pokyny výrobců a

způsoby skladování. Nejnáchylnější skupinou na špatné skladování jsou tekuté materiály a pastovité omítky. Ideálním místem pro skladování je krytá místnost se stabilní teplotou do 28 °C. Při dlouhodobém skladování je zapotřebí kontrolovat datum spotřeby. Tepelně izolační desky se správně pokládají na ležato a dále je požadované provést ochranu před vnějšími vlivy jako je déšť, mráz, vítr a přímé sluneční záření. Dlouhodobé působení slunečního záření na izolační desky z EPS způsobuje postupnou degradaci povrchu. Posledními materiály, které je zapotřebí zabezpečit před zkroucením a znečištěním, jsou výztužné tkaniny a profily. [33,35]

7.2 Vady a poruchy nedodržením technologického postupu ETICS

7.2.1 Založení kontaktního zateplovacího systému

První chyby při realizaci kontaktního zateplovacího systému vznikají už v etapě založení. Často vyskytujícími chybami jsou založení systému ETICS u země nebo nedostatečně vysoko, opomenutí nebo dodatečné vložení hliníkového profilu (*viz obrázek 36*), nerovné založení kontaktního zateplovacího systému pomocí hliníkových profilů, nedostatečné ukotvení zakládacího profilu, chybné napojení zakládacích profilů u nároží, vynechání spojek pro zakládací profily a neutěsnění mezery mezi hliníkovým profilem a podkladem.



Obrázek 36 - Nepoužití zakládacího profilu a následné doplnění profilu

Na druhém snímku (*viz obrázek 37*) lze poukázat chybu při založení systému ETICS. Zde kontaktní zateplovací systém je založen dle projektu bez zakládacích profilů a pro založení by se měla využít metoda pomocí dřevěných latí (*viz kapitola 4.6.3*). Tato metoda na tomto snímku byla však opomenuta a k podepření první lajny izolačních desek

byly použity odřezky izolačního materiálu. Možnými následky nedodržení technologického postupu založení může být nerovné založení, sesednutí nevyzrálých přilepených izolačních desek a kompletní odtržení desek od podkladu.



Obrázek 37 - Chybné založení systému ETICS pomocí odřezků izolačních desek

Na dalším snímku (*viz obrázek 38*) lze si povšimnou nedostatečné výšky založení. Minimální doporučená výška extrudovaného polystyrenu je 300 mm nad čistými terénními úpravami. Zde se výška soklové části fasády pohybovala od 200 až 350 mm bez finální terénní úpravy. Při zateplení soklové části je také důležité zateplení pod úroveň povrchu nebo podlahy. Zde je doporučená hloubka aspoň 800 mm. Při nedodržení výšek a hloubek zateplení pomocí XPS izolantu může následně dojít k promrzání zespoda, tepelným mostům, vlhnutí a tvoření plísní u podlahy.



Obrázek 38 - Nedostatečná výška založení

Na posledním snímku (viz obrázek 39) došlo po odkopání zeminy ke zjištění nesoudržnosti XPS izolantu s podkladem. Po analýze příčiny jsem došel k závěru, že důvodem nesoudržnosti byl nevyhovující izolační materiál XPS, který neměl zdrsňené strany pro lepší soudržnost s lepidlem a nebyl určen pro fasádní zateplení. Dalším důvodem bylo použití lepidla pro lepení obkladů a dlažeb a nedostatečná lepená plocha izolační desky. [33,35]



Obrázek 39 - Nevhodné zvolení izolantu XPS, lepidla a nedodržení lepicí plochy

7.2.2 Lepení tepelného izolantu

Další vady v nedodržování technologického postupu vznikají při lepení tepelného izolantu. V této etapě výstavby při nedodržení správného provedení mohou chyby následně způsobit vizuální škody na finálním povrchu fasády. Jednou z prvních častých chyb je lepení na buchtý (viz *obrázek 40*). Tento způsob lepení je zakázán z několika důvodů. Hlavním důvodem je nedostatečná lepená plocha desky k podkladu. Minimální pokrytí plochy deky lepidlem je 40 %. Dalším důvodem je proudění vzduchu pod izolačním materiálem, který může způsobit rychlejší šíření požáru díky komínovému efektu. Posledním důvodem je možné zvedání rohů, které může způsobit boulení a prorýsování desek na fasádě.

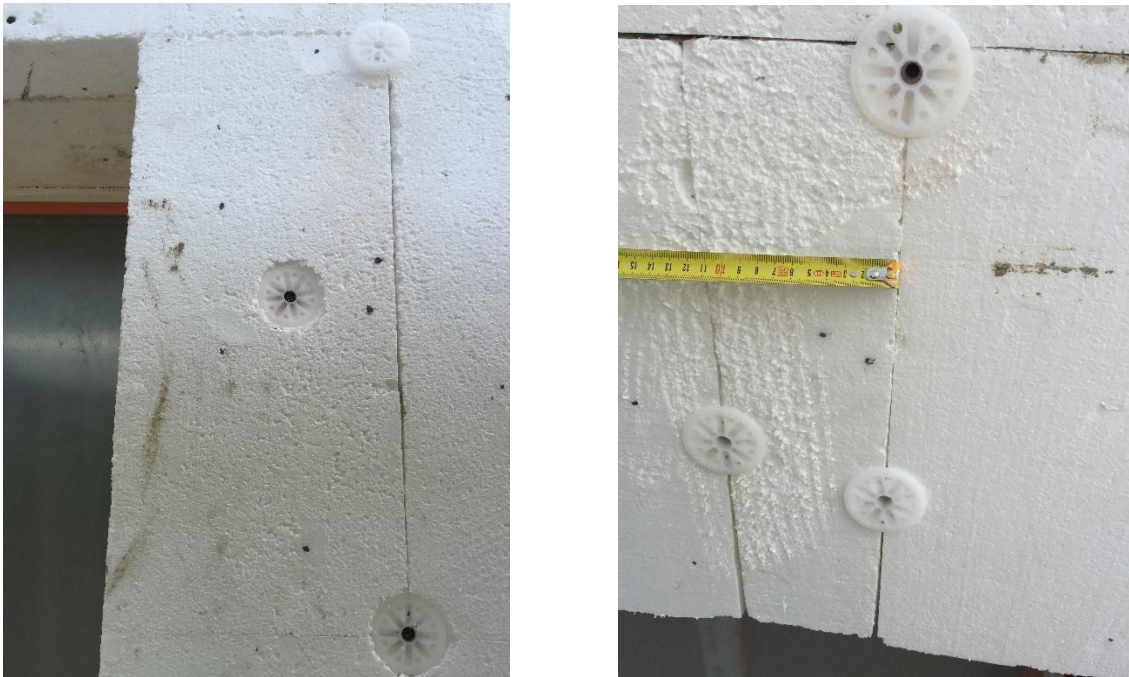


Obrázek 40 - Nepovolené lepení tepelného izolantu na buchtý

Častou a velmi závažnou chybou, která se při provádění systému ETICS vyskytuje je chybné kladení a lepení izolačních desek. Zde nejčastěji dochází k nedodržení předepsaných vazeb (viz *obrázek 41*), nedodržení správného kladení desek u rohů a ke vzniku moc velkých spár mezi dekami. Minimální předepsaná vazba desek v ploše je 100 mm a v místech otvorů 150 mm. Při nedodržení přesahu a při vzniku souvislých svislých spár dojde k trhlinám, které se mohou postupem času rozrůstat. Trhliny vznikají důsledkem objemových změn a vzniku sil, které se přenášejí do základní vrstvy a omítky. Nejexponovanějšími místy jsou veškeré rohy fasády z důvodu největších sil. Další chybou a důvodem vzniku trhlin je překrytí dilatační spáry tepelným izolantem. V tomto místě je zapotřebí ukončit izolační desku a použít dilatační profil. Jinou vyskytující chybou při kladení desek je použití menšího odřezku izolační desky, než je šířka 150 mm (viz *obrázek 42*). Nedostatečná velikost izolační desky nedokáže bezpečně přenášet

namáhání mezi deskami a následně dochází v místech spár k trhlinám. Posledním důvodem, proč nepoužívat malé odřezky je složité zajištění dostatečné stability desky.

Obrázek 41 - Nedodržení vazby u rohu okna tzv. hokejka



Obrázek 42 - Nedostatečně velký odřezek izolační desky EPS, min. 150 mm

Dalším občasným místem nedodržení technologického postupu kladení a lepení desek jsou špalety otvorů (viz obrázek 43). Je zakázané na sebe vzájemně lepit desky tepelné izolace. Správným postupem lepení desek u špalet je v prvním kroku přetažení izolačních desek v ploše přes okraj otvoru, následně dolepení špalety izolační deskou a na závěr zaříznutí přetaženého izolantu do roviny se špaletou. Při nesplnění těchto podmínek dochází ke vzniku svislých spár v ploše, která jsou vyplněny lepidlem. V těchto svislých spárách se vyskytují tepelné mosty a vznikají rizika trhlin, které se rozrůstají podél celé spáry.



Obrázek 43 - Chyba v provedení zateplení špalet oken

Často se vyskytující vadou jsou nadměrně velké spáry mezi deskami. Ideální kladení desek je na sraz. Mezery mezi deskami by měli být minimální. Vyplnění těchto mezer je složité. Mezery do 4 mm v případě izolačních desek EPS je možné vyplnit expanzní polyuretanovou pěnou a větší mezery je nutné vyplnit přířezem z EPS (viz obrázek 44). Je nutné dbát na dostatečnou hloubku vyplnění. V případě mezer u izolačního materiálu z MW je velkou chybou používat expanzní polyuretanovou pěnu z důvodu nízké požární odolnosti. Dalším nedovoleným způsobem vyplnění mezer je pomocí lepicí hmoty z důvodu vysokého součinitele tepelné vodivosti λ ($\lambda = 1,160$ [W/m.K]). V místech mezer vyplněných lepicí hmotou následně vznikají tepelné mosty, které způsobují změnu odstínu povrchové úpravy.

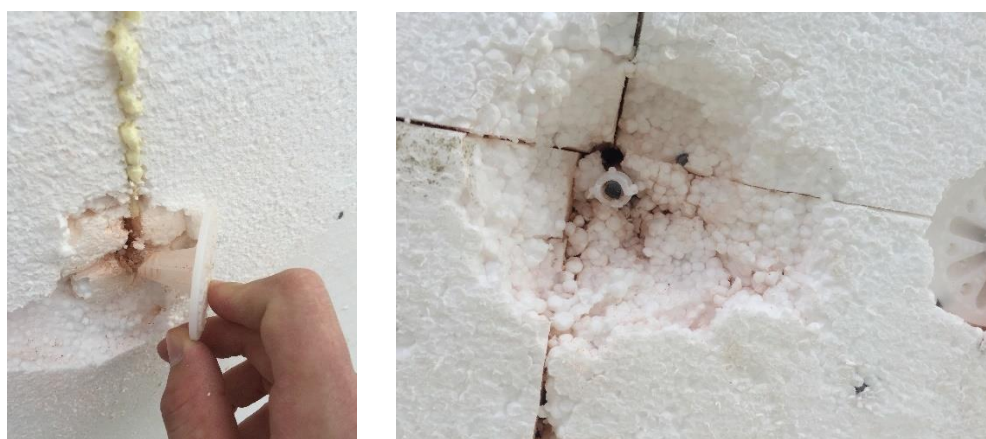


Obrázek 44 - Nadměrně velká mezera mezi deskami pro použití PUR pěny

Posledními zásadními chybami při lepení izolačních desek, na které je potřeba si dávat pozor je požívaná kvalita lepicí hmoty pro nalepení desek. Lepidla na obklad a dlažbu nezajistí dostatečnou soudržnost s podkladem. Dalším materiálem, který je vhodné kontrolovat, je kvalita tepelného izolantu a jeho geometrická přesnost dle kvalitativní třídy A. Při použití nefasádních izolačních desek může dojít k větším objemovým změnám a následnému dotvarování a vyboulení. Na závěr po kompletním nalepení tepelně izolačních desek je zapotřebí zkontrolovat dostatečnou rovinnost fasády. Při nedodržení rovinnosti může začít docházet k rozdílnému namáhání a následnému praskání výztužné tkaniny a základní vrstvy. Vyrovnání nerovností pomocí lepicí hmoty je velmi náročné a zdlouhavé. [13,33,34,35]

7.2.3 Kotvení tepelného izolantu hmoždinkami

Kotvení tepelného izolantu pomocí hmoždinek zajišťuje hlavní stabilitu a soudržnost s podkladem. Z tohoto důvodu je důležité dodržet projektovou dokumentaci a předpisy od výrobců. Často dochází z důvodu snahy ušetřit k použití necertifikovaných hmoždinek. Tyto hmoždinky jsou vyrobeny z horšího a nekvalitního plastu, který mnohem více vodí teplo a prokresluje fasádu (viz obrázek 45). Hlavní hrozbou necertifikovaných hmoždinek je nosnost. U těchto kotev hrozí, že neunesou zatížení izolantem a dopustí k následnému sesednutí a vodorovným trhlinám. Další častým důvodem, proč dochází k deformaci hmoždinek, bývá nesprávný způsob zapuštění do podkladu. Při kotvení hmoždinek se buď neprovede dostatečně hluboký vrt, nebo zapuštění kotvy není prováděno kolmo k podkladu. U kotev je zapotřebí dodržovat kotvicí délku, použití kotvy do daného materiálu, množství kotev na m² a kotvení do všech T spojů.



Obrázek 45 - Porušené necertifikované hmoždinky z nekvalitního plastu

Na snímku níže (viz obrázek 46) lze zpozorovat nezakrytí všech kotev pomocí fasádních víček. Tato chyba vzniká buď nedbalostí, nebo vypadnutím víčka z důvodu nedostatečného zapuštění hmoždinky do podkladu.



Obrázek 46 - Nezakryté veškeré kotvy fasádními víčky

Další častou chybou při kotvení tepelného izolantu je nesprávné zapuštění kotev. U této vady dochází buď k nedostatečnému zapuštění kotvy a trnu nebo k příliš zapuštěné kotvě v tepelném izolantu. V případě, že projektová dokumentace nenavrhlá zapuštěné kotvy s fasádními víčky, tak kotvící hmoždinky by měly být v rovině s tepelně izolačními deskami. U použitého snímku (viz obrázek 47) lze si všimnout dvou chyb. První chybou je nedostatečné zatlučení kotvícího trnu vyčnívajícího nad rovinu povrchu. Při následném aplikování základní vrstvy dochází k narušení této vrstvy, k vyboulení a k horšímu přenášení namáhání v rovině desek. Finálním důsledkem chybně zapuštěných hmoždinek je prorýsování kotev do konečného vzhledu omítky. Druhou chybou na názorném snímku je příliš zapuštěný talířek hmoždinky. Tato chyba způsobuje snížení tepelně izolačních vlastností fasády. Při nadměrně zapuštěné kotvě dochází v místě ke snížení tloušťky izolantu a ke zvýšení bodového prostupu tepla. Tento jev má pak za následek rozdílnou kondenzaci vodní páry na hmoždince oproti izolované ploše. Následkem rozdílných kondenzací vodní páry jsou viditelné fleky na povrchu fasády.

Poslední vyskytující a závažnou chybou je nedodržení kotvící délky hmoždinky. Každý certifikovaný výrobce má předepsanou kotvící délku do určitých materiálů. Nejčastějším důvodem nedodržení kotvící délky je nerovný podklad a vyrovnání podkladu podlepením izolační deskou (viz obrázek 48). Následkem nedostatečně přikotvené desky můžou být trhliny na povrchu fasády, sesednutí izolačních desek, vyboulení izolačních desek a celkové zřícení kontaktního zateplovacího systému. [33,34]

Obrázek 47 - Nedostatečně zapuštěný trn kotvy a příliš zapuštěná hmoždinka



Obrázek 48 - Nedostatečná kotvicí délka

7.2.4 Úprava a vyztužení povrchu tepelného izolantu

V této kapitole chyby v realizaci systému ETICS způsobují primárně trhliny na povrchu finální povrchové úpravy. První často vyskytující chybou je nepoužití dostatečně potřebných systémových profilů z důvodu šetření. Systémové profily, jako jsou dilatační profily, okenní profily, rohové profily a ukončovací profily, slouží k zajištění pevnosti a k dostatečnému přenášení vzniklých sil. Při vynechání těchto profilů následně dochází ke vzniku trhlin v místech založení systému ETICS, parapetů, rohů oken a dilatace (viz obrázek 49 a 50).

Obrázek 49 - Trhlina u zakládací lišty z důvodu nepoužití profilů s tkaninou



Obrázek 50 - Trhlina v místě dilatace dvou budov

Další častou a méně známou chybou a důvodem trhlin v ploše fasády je nedostatečné vyztužení míst, ve kterých dochází ke změně materiálu tepelného izolantu. Tyto místa se musí vyztužit zvláště výztužnou tkaninou. Důvodem vzniku vodorovných i svislých trhlin v místech změn materiálů je rozdílná teplotní roztažnost a následné rozdílné namáhání.

Vůbec nejvyskytovanější vadou na povrchu omítky jsou trhliny v místech rohů oken (viz obrázek 51). Tyto trhliny jsou způsobeny nedostatečným vyztužením diagonál rohů otvoru (viz obrázek 10 – *Vyztužení povrchu, okna a rohů*).



Obrázek 51 - Trhlina v rohu okna z důvodu nevyztužení diagonály

Dalšími často vyskytujícími chybami jsou vady v provádění vyztužování plochy fasády. První chybou při práci s výztužnou tkaninou je nevtlačení tkaniny do lepící hmoty. Při armování systému ETICS je zapotřebí mít oboustranné krytí lepící hmotou. V případě nedodržení tohoto požadavku dojde k nedostatečné soudržnosti s tepelněizolačním materiálem a k nedostatečnému přenášení vzniklých sil. Dále, na co je zapotřebí si dávat pozor, je dostatečný přesah výztužné tkaniny. Jestliže přesah není aspoň 100 mm, může nastat ke vzniku svislých trhlin.

Poslední chybou je vyrovnávání velkých nerovností lepící hmotou (viz obrázek 52). V tomto případě vznikla chyba při přípravě rovinnosti izolačních desek pro základní

vrstvu. Vyrovnávání nerovností pomocí lepicí hmoty je velmi složité a zdlouhavé. Pokud došlo ke vzniku této chyby, je zapotřebí při vyrovnávání lepicí hmotou průběžně vkládat výztužnou tkaninu. Rizikem při nanášení větší tloušťky lepicí hmoty je vyšší nasákavost. [12,33,35]



Obrázek 52 - Vyrovnávání špatné rovinnosti lepicí hmotou

7.2.5 Provádění finální povrchové úpravy

Poslední stavební etapou, v které lze provést chyby je provádění finální povrchové úpravy. V této etapě dochází nejčastěji k estetickým chybám z důvodu nedodržení správného technologického postupu. První možnou chybou před prováděním omítek je nenapenetrování základní vrstvy. Další důležitým bodem je vhodné zvolení omítky a správné provádění finální povrchové omítky. Jednou z chyb je použití minerální štukové omítky na zateplovací systém ETICS. Doporučené omítky jsou pastovité s minimální zrnitostí 1,5 mm. U použití jiných omítek, než jsou pastovité, hrozí nedostatečné přenášení zatížení způsobené povětrnostními vlivy. Další možné poruchy mohou být bobtnání způsobené vlhkostí, trhliny a odfouknutí omítky.

Pro správný výběr omítky je také důležité znát světelnou odrazivost stanovenou indexem HVB. Při použití tmavých odstínů ($HVB \leq 25\%$) ztrácí omítky schopnost odrazet sluneční záření a nastává postupné přehřívání omítky a základní vrstvy. Následkem přehřívání fasády začnou vznikat praskliny a postupná degradace omítky. Tmavé omítky je povoleno provádět přibližně v 10 % plochy.

Další možnou estetickou vadou může být nestejná barva omítky. Tento problém může nastat u dvou různých podkladů, při použití různých typů omítek a různé zrnitosti a při působení různě silného slunečního záření. Doporučenou metodou, jak se vyvarovat různé barevnosti, je použití omítek ze stejné výrobní šarže.

K jiným možným poruchám finální povrchové úpravy může dojít při nedodržení správných klimatických podmínek. Aplikování omítky při nízkých teplotách, dešti a zmrzlém podkladu může způsobit snížení pevnosti a loupání omítky. Při vysokých teplotách zas dochází ke složitému aplikování omítky a napojování z důvodu rychlého vysychání. Následkem nedokonalého napojení je neucelenost omítky.

Poslední vadou při aplikování omítky může být tzv. pinholes (viz obrázek 53). Pinholes jsou miniaturní dutinky v omítce o velikosti 1 mm. Vznik těchto malých dutin v omítce je důsledkem prasknutí mikrobubliny zachycené v omítce. V malém množství tyto dutiny způsobují pouze estetickou vadu, ale v případě výskytu dutin v celé ploše může dojít k poškození ochranné funkce a ke snížení životnosti fasády. [33,35]



Obrázek 53 - Pinholes

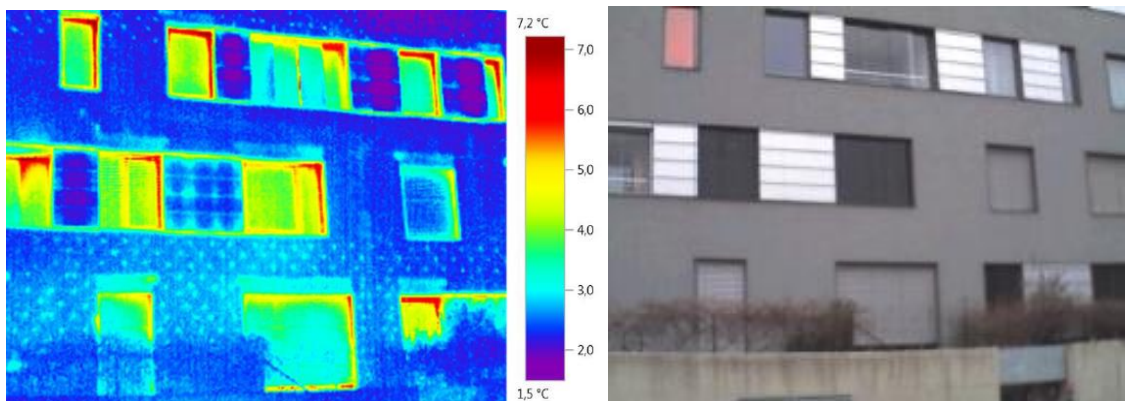
[<https://www.pekstav.cz/chyby-pri-zateplovani-ktere-nici-fasadu/>]

7.3 Vady a poruchy po dokončení ETICS

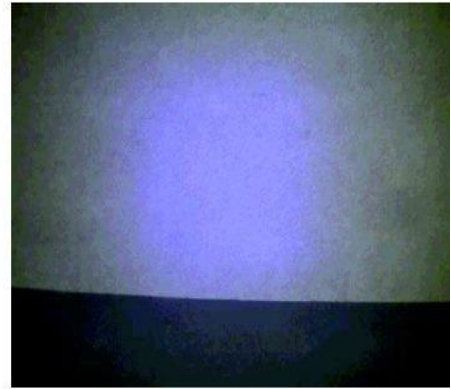
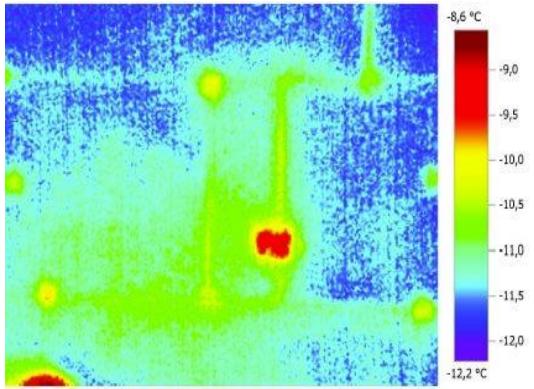
Poslední kapitola se zaměřuje na zjištěné poruchy, které vznikly časem po dokončení kontaktního zateplovacího systému ETICS. Poruchy mohou vznikat z důvodu špatného užívání nebo chybně provedeného systému ETICS. K běžným a těžce zabránitelným poruchám dochází například z důvodu mechanického poškození (vandalismus). Jediným způsobem, jak zabránit tomuto problému, je v etapě základní vrstvy použít větší množství vrstev výztužné tkaniny a tím zvýšit odolnost mechanickému namáhání. Dalším druhem vandalizmu je sprejování po objektech. Toto téma je v dnešní době poměrně aktuální a jedním z možných způsobů, jak ochránit fasádu, je pomocí antigrafitového nátěru. Poslední častou chybou špatného užívání je nedostatečné větrání v místnostech. Dnešní vyráběna okna jsou velmi těsná a vzduch a vlhkost v místnostech necirkuluje. Tento problém následně způsobuje zvýšenou vlhkost v místnostech a možnou tvorbu plísní.

Plísně a mechy jsou další častou poruchou na povrchu fasády, které vznikají ve vlhkém prostředí, a často se vyskytují na severních a západních stranách. Mezi nejméně odolné omítky patří akrylátové. V dnešní době omítky standardně obsahují různé biocidní přísady. Tyto přísady časem však ztrácí svoji funkci a je zapotřebí přibližně po 10 letech je obnovit nátěrem.

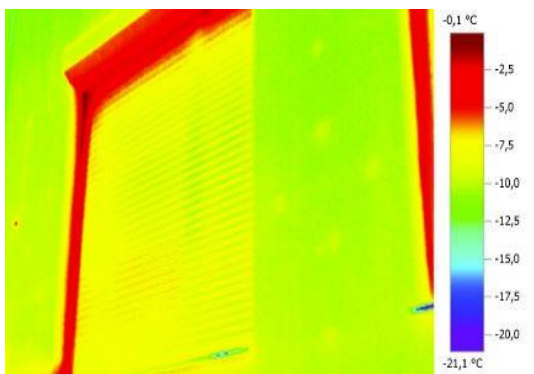
Dalším častým tématem poruch jsou tepelné mosty, které mohou zvyšovat riziko výskytu plísní. U této poruchy dochází nejčastěji k úniku tepla z budovy v místech ostění a nadpraží otvorů, v místech styku tepelně izolačních desek a v místech výskytu kotev (viz obrázek 54). Tyto poruchy jsou způsobeny nekvalitním provedením a nedodržením technologického postupu.



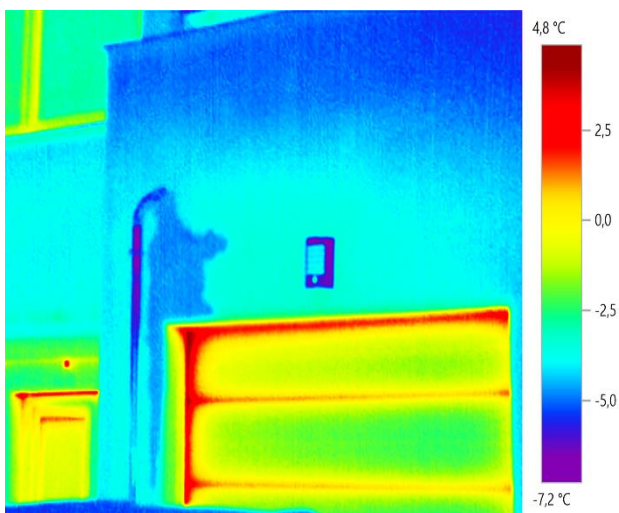
Obrázek 54 - Zateplené tepelné mosty v místech nadpraží a v místech kotev



Obrázek 55 - Nehomogenita a vznik tepelných mostů v místě styku izolačních desek a kotev



Obrázek 56 - Tepelné mosty v místech ostění a nadpraží



Obrázek 57 - Nekvalitně provedený detail napojení svodu a následné zatýkání za systém ETICS

Následujícím tématem budou poruchy způsobené objemovými změnami a nadměrně velkými spárami mezi tepelněizolačními deskami. Samotným základem pro vyvarování se těchto poruch je správné lepení a kotvení izolačních desek. Vyboulení tepelně izolačních desek vzniká vždy v místě nedostatečné soudržnosti s podkladem. Tento jev nazýváme „Polštářový efekt“ (viz obrázek 58). Tento efekt nastává z důvodu teplotního namáhání, které způsobuje ohřívání a rozpínání povrchové vrstvy a následné vyboulení izolačních desek. Při mrazu dochází k opačnému efektu, a to k prohnutí izolačních desek. Hlavními příčinami vzniku této poruchy je nedostatečné nalepení plochy izolačních desek k podkladu, nesprávné kotvení izolačních desek a lepení izolačních desek na bučty, které způsobí možný pohyb krajů desek a následné prokreslení desek na povrch fasády (viz obrázek 59).



Obrázek 58 - Polštářový efekt

[<https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/3179-vady-a-poruchy-vnejsich-kontaktnich-zateplovacich-systemu>]



Obrázek 59 - Prokreslení desek na povrchu fasády

Poslední častou vyskytující poruchou jsou propisující kotvy na povrch fasády. Tomuto jevu se říká „Dalmatinův efekt“ (viz *obrázek 60*). Důvodem propisujících se kotev na povrch fasády je různá kondenzace vodní páry na hmoždince a na povrchu kontaktního zateplovacího systému ETICS. Tento jev je ze začátku pouze dočasný a je ovlivněn jen dobou nevhodných klimatických podmínek. Důsledkem ulpění nečistot a plísní na fasádě může být i její trvalé poškození. [12,13,33,34]



Obrázek 60 - Prokreslení kotev "Dalmatinův efekt"



Obrázek 61 - Detail prokreslení kotev "Dalmatinův efekt"

8 ZÁVĚR

V této bakalářské práci jsem se věnoval tématu kontaktního zateplovacího systému ETICS. Hlavním cílem práce bylo vypracovat a stanovit způsoby diagnostiky poruch kontaktního zateplovacího systému a podrobně rozebrat druhy a příčiny vzniku vad a poruch v systému ETICS. V úvodu bakalářské práce jsem se zabýval rozdělením samotného zateplovacího systému a v dalších kapitolách jsem se zaměřil už konkrétně na kontaktní zateplovací systém. V jednotlivých částech jsem rozebral požadované vlastnosti systému ETICS, dále jsem se zaměřil na správný technologický postup při realizaci systému a rozebral jednotlivé druhy materiálu a výrobní požadavky. V druhé polovině práce jsem se věnoval diagnostice vad a poruch kontaktního zateplovacího systému. Na názorných příkladech jsem provedl analýzu poruch zateplovacího systému ETICS.

Problematika poruch v kontaktním zateplovacím systému je velmi aktuální téma z důvodu častého výskytu vad a poruch na povrchu fasády. I přesto, že výrobci stavebních materiálů aktualizují každoročně své stavební předpisy a technologické postupy, tak procento bezchybně zateplených budov je stále nízké. Po analýze druhů a příčin poruch v systému ETICS jsem zjistil, že primárním důvodem vzniku těchto vad je nedodržení správného technologického postupu. Hlavní příčinou technologické nekázně je nedostatečné proškolení řemeslníků a snaha ušetřit na každé možné položce. Pokud si investor najme levnou a neproověřenou firmu, která následně šetří a nepoužívá certifikované materiály, zpravidla kontaktní zateplovací systém neplní správnou tepelněizolační funkci, a proto při vynechání systémových profilů dochází k časté tvorbě trhlin a jiných poruch na fasádě.

V bakalářské práci jsem kapitolu diagnostika vad a poruch rozdělil na destruktivní a nedestruktivní metodu. V dnešní době hlavní metodou pro zjištění poruch v systému ETICS je nedestruktivní termografická metoda, která se provádí pomocí termokamery a výsledkem měření je termogram. Touto metodou bylo následně pořízeno několik snímků fasád. V poslední kapitole jsem analyzoval vady a poruchy v systému ETICS. Kapitolu jsem rozdělil na vady a poruchy před provedením ETICS, na vady a poruchy nedodržením technologického postupu ETICS a na vady a poruchy po dokončení ETICS. V každé části kapitoly jsem na názorně pořízených snímcích ze stavby analyzoval jednotlivé druhy poruch a poukázal na možné příčiny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

Odborná literatura, odborné články a normy:

- [1] LINHART, Ladislav. *Zateplování budov*. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3361-6.
- [2] STEMPEL, Ulrich E. *Zateplení a rekonstrukce rodinného domu*. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-4808-5.
- [3] PANÁK, Vladimír a Luboš KÁNĚ. *Fasády - Vnější tepelněizolační kompozitní systémy ETICS*. Praha: DEKTRADE, 2013. ISBN 978-80-87215-12-8.
- [4] ŠÁLA, Jiří, Milan MACHATKA a Pavel SVOBODA. *Technická pravidla - Tepelně technický návrh vnějších tepelně izolačních kontaktních systémů (ETICS)*. Praha: Cech pro zateplování budov, 2007.
- [5] LICHTENBERGOVÁ, Andrea. *Řídící pokyny ETAG [online]*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005 [cit. 2018-04-02]. Sborníky technické harmonizace.
- [6] MACHATKA, Milan, Pavel SVOBODA a Jiří ŠÁLA. *Technická pravidla TP CZB - 05-2007 - Kritéria pro kvalitativní třídy vnějších tepelně izolačních kontaktních systémů (ETICS)*. Praha: Cech pro zateplování budov, 2007.
- [7] SMOLA, Josef. *Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů*. Praha: Grada, 2011. Stavitel. ISBN 978-80-247-2995-4.
- [8] REMEŠ, Josef. *Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-5142-9.
- [9] MACHATKA, Milan a Pavel SVOBODA. *Zdvojení ETICS: Podmínky a způsoby řešení*. Praha: Cech pro zateplování budov, 2014.
- [10] ZVĚŘINA, Aleš a Miloš KALOUSEK. *Bezkontaktní diagnostika vad a poruch vnějších kontaktních zateplovacích systémů pomocí infračervené termografie*. Brno: VUT v Brně, 2010. ISBN 978-80-214-4276-4.
- [11] PEŠTA, Jan, David TESAŘ a Viktor ZWIENER. *Diagnostika staveb: hydroizolace, termografie, blower door test, akustika*. Praha: DEKTRADE, 2011. ISBN 978-80-87215-09-8.

- [12] HŮLKA, Ctibor. *Encyklopedie vad nemovitostí 1. Díl*. Praha: DEK, 2012. ISBN 978-80-87215-11-1.
- [13] HŮLKA, Ctibor. *Encyklopedie vad nemovitostí 2. Díl*. Praha: DEK, 2014. ISBN 978-80-87215-13-5.

Internetové zdroje:

- [14] *Historie a současnost zateplovacích systémů*. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.strechy-praha.cz/historie-soucasnost-zateplovacich-systemu>.
- [15] *Historie a současnost zateplovacích systémů*. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <http://www.panelplus.cz/cz/988.historie-a-soucasnost-zateplovacich-systemu>.
- [16] *Zateplovací systém fasád*. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/zateplovaci-systemy-fasad/>
- [17] *10 nejdůležitějších důvodů proč zateplit fasádu*. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://spravnezatepleni-fasad.cz/video-1-10-duvodu-proc-zateplit-dum/>.
- [18] *Kontaktní zateplovací systém fasád*. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/zateplovaci-systemy-fasad/kontaktni-zateplovaci-systemy-fasad/>.
- [19] *Rozdíl mezi kontaktním zateplením a odvětrávaným systémem*. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/zateplovani-sten/#.Wsn-54huaUm>.
- [20] *Provětrávaný zateplovací systém fasád*. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/zateplovaci-systemy-fasad/provetrane-zateplovaci-systemy-fasad/>.
- [21] *Základní přehled tepelně izolačních materiálů*. [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: http://istavitel.cz/clanek/izolace/tepeln-izolace/zkladn-pehled-tepeln-izolanch-materil_80.

- [22] *Zateplení fasády vatou.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/zateplovaci-systemy/zatepleni-fasady-vatou/>.
- [23] *Izolace PUR, PIR a fenolická pěna.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/299-izolace-pur-pir-a-fenolicka-pena>.
- [24] *Tepelně izolační desky Ytong Multipor.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/podhledy/7469-tepelneizolacni-desky-ytong-multipor-masivni-izolace-podhledu-stropu>.
- [26] *Akrylátové, silikátové, silikonové omítky.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/jaky-je-rozdil-mezi-akrylatovou-silikatovou-silikonovou-omitkou/>.
- [27] *Zateplení fasád termoizolační omítkou.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/zatepleni-fasad/zateplovaci-systemy/zatepleni-fasady-termoizolacni-omitkou/>.
- [28] *Fasádní profily a příslušenství.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/fasadni-profily-a-prislusenstvi-likov/>.
- [29] *Technická pravidla pro zdvojený ETICS.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: https://imaterialy.dumabyt.cz/rubriky/legislativa/technicka-pravidla-pro-zdvojeni-etics_42552.html.
- [30] *Nové možnosti oprav nestabilních ETICS a zdvojování ETICS.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/10444-nove-moznosti-oprav-destabilnich-etics-a-zdvojovani-etics>.
- [31] *Bezkontaktní diagnostika vad a poruch vnějších zateplovacích systémů pomocí infračerveného záření.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: http://www.znaleckyportal.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=209:bezkontaktni-diagnostika-vad-a-poruch-vnejsich-kontaktnich-zateplovacich-systemu-pomoci-infracervene-termografie&catid=144:stavebnictvi-stavebni-odvetvi-ruzna&Itemid=247.

- [32] *Termodiagnostika v praxi, aneb jaké měření potřebujete.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/termodiagnostika-v-praxi-aneb-jak%C3%A9-m%C4%9B%C5%99en%C3%AD-pot%C5%99ebujete-311>.
- [33] *Nejčastější poruchy a chyby realizace zateplení.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://spravnezateplenifasad.cz/video-nejcastejších-poruchy-chyb-realizace-zateplení>.
- [34] *Vady a poruchy vnějších kontaktních zateplovacích systémů.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tepelne-izolace/3179-vady-a-poruchy-vnejsich-kontaktnich-zateplovacich-systemu>.
- [35] *Provádění zateplovacích systémů a chyby v praktických případech.* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/zateplovaci-systemy/7733-provadeni-zateplovacich-systemu-a-chyby-v-prakticky-ch-prikladech>.

Technické podklady firem:

- [32] *Weber Rádce 2017.* Praha, Weber Saint-Gobain, 2017.
- [33] *Baumit zateplovací systém: Technologický předpis.* Baumit, 2017.
- [34] *Weber: Realizační technologický předpis pro vnější tepelně izolační kompozitní systém Weber therm elastik W.* Weber Saint-Gobain, 2018.
- [35] *Baumit: Katalog 2018.* Baumit, 2018.
- [40] *Zdvojování zateplovacích systémů Baumit: Technologický předpis.* Baumit, 2013.
- [41] *Stavitel.* 2018. Praha: Business Media CZ, 2018, 2018(03).

SEZNAM PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ A NOREM

- Národní certifikát ETICS: Doplněný o stavebně technické osvědčení – obdrží výrobce ETICS po splnění jednotné evropské směrnice ETAG 004. Tento certifikát opravňuje výrobce prodávat svůj výrobek pouze ČR.
- ETA: Evropské technické osvědčení obdrží výrobce ETICS po splnění předpisu ETAG 004.
- CZB: Cech pro zateplování budov sdružuje všechny významné výrobce a zpracovatele ETICS, stejně tak výrobce jednotlivých komponentů ETICS, jako jsou tepelné izolanty či kotvy.
- Kvalitativní třída A: Do této třídy spadají výrobky ETICS, které splňují nařízení vlády 190/2002 Sb., mohou používat označení CE a je pro ně vydán osvědčení CZB o splnění požadavků pro tuto třídu.
- ETAG - Řídící pokyny pro evropské technické schválení.
- ETAG 004 - Řídící pokyny pro evropské technické schválení – Vnější kontaktní tepelně izolační systémy s omítkou.
- ETAG 014 - Řídící pokyny pro evropské technické – Plastové kotvy pro kotvení vnějších kontaktních tepelně izolačních systémů s omítkou.
- Sborník technických pravidel TP CZB 2007 pro vnější tepelně izolační kontaktní systémy (ETICS).
- Technická pravidla TP CZB - 05-2007 – Kritéria pro kvalitativní třídy vnějších tepelně izolačních kontaktních systémů (ETICS).
- Technická pravidla TP CZB - 01-2014 – Zdvojení ETICS (podmínky a způsoby řešení).
- ČSN 73 2901 - Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS).
- ČSN 73 2902 - Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) - Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem.
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Obecná zatížení – zatížení větrem.
- ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – společná ustanovení.
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty.
- ČSN 73 0834 – Požární bezpečnost staveb – Změny staveb.

- ČSN 73 0863 – Požárně technické vlastnosti hmot. Stanovení šíření plamene po povrchu stavebních hmot.
- ČSN 73 0532 – Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.
- ČSN EN 13187 – Tepelné chování budov – Kvalitativní určení tepelných nepravidelností v pláštích budov – Infračervená metoda.
- ČSN EN 13 499 Tepelně izolační výrobky pro použití ve stavebnictví – Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) z pěnového polystyrenu – Specifikace.
- ČSN EN 13 500 Tepelně izolační výrobky pro použití ve stavebnictví – Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) z minerální vlny – Specifikace.
- ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Skladba kontaktního zatepovacího systému ETICS	14
Obrázek 2 - Skladba provětrávané fasády	15
Obrázek 3 - Výškové rozdělení objektů dle požárních požadavků	19
Obrázek 4 - Soklový zakládací profil	24
Obrázek 5 - Založení pomocí dřevěné latě	25
Obrázek 6 - Nanášení lepicí hmoty na desku tepelné izolace	25
Obrázek 7 - Technologické řešení vazeb	26
Obrázek 8 - Technologické řešení otvorů	26
Obrázek 9 - Schéma rozmístění kotev	27
Obrázek 10 - Vyztužení povrchu, okna a rohu	28
Obrázek 11 - Extrudovaný polystyren (XPS) a perimetrický polystyren	31
Obrázek 12 - Pěnový polystyren (EPS 70F) a děrovaný pěnový polystyren	33
Obrázek 13 - Minerální vata (MW)	34
Obrázek 14 - Fenolická pěna	34
Obrázek 15 - Polyuretanová deska	35
Obrázek 16 - Ytong Multipor	35
Obrázek 17 - Hmoždinka šroubovací s kovovým trnem	36
Obrázek 18 - Hmoždinka zatlukací s plastovým trnem	36
Obrázek 19 - Fasádní výztužná tkanina	37
Obrázek 20 - Zakládací profil	39
Obrázek 21 - Rohové a ukončovací profily	40
Obrázek 22 - Okenní a dveřní profil	40
Obrázek 23 - Dilatační profil	41
Obrázek 24 - Skladby zdvojeného ETICS - sendvičové panely	42
Obrázek 25 - Skladby zdvojeného ETICS – cihelné zidvo	43
Obrázek 26 - Rizika poruch sendvičových panelů	43
Obrázek 27 - Sondy do zateplovacích systémů	45
Obrázek 28 - Zkouška zmýdelnatění	45
Obrázek 29 - Kladení tepelně izolačních desek	48
Obrázek 30 - Termogram rodinného domu	49
Obrázek 31 - Termografická kamera	50

Obrázek 32 - Nevyhovující připravenost klemířských prvků pro systém ETICS..	53
Obrázek 33 - Částečně zateplená fasáda.....	54
Obrázek 34 - Nevyhovující rovinnost a soudržnost podkladu.....	55
Obrázek 35 - Nepovolené vyrovnání podkladu izolačním materiálem a následné nesplnění potřebné kotevní délky	55
Obrázek 36 - Nepoužití zakládacího profilu a následné doplnění profilu	56
Obrázek 37 - Chybné založení systému ETICS pomocí odřezků izolačních desek	57
Obrázek 38 - Nedostatečná výška založení.....	58
Obrázek 39 - Nevhodné zvolení izolantu XPS, lepidla a nedodržení lepicí plochy.	58
Obrázek 40 - Nepovolené lepení tepelného izolantu na buchtý	59
Obrázek 41 - Nedodržení vazby u rohu okna tzv. hokejka.....	60
Obrázek 42 - Nedostatečně velký odřezek izolační desky EPS, min. 150 mm	60
Obrázek 43 - Chyba v provedení zateplení špalet oken	61
Obrázek 44 - Nadměrně velká mezera mezi deskami pro použití PUR pěny	61
Obrázek 45 - Porušené necertifikované hmoždinky z nekvalitního plastu	62
Obrázek 46 - Nezakryté veškeré kotvy fasádními víčky	63
Obrázek 47 - Nedostatečně zapuštěný trn kotvy a příliš zapuštěná hmoždinka	64
Obrázek 48 - Nedostatečná kotvící délka	64
Obrázek 49 - Trhlina u zakládací lišty z důvodu nepoužití profilů s tkaninou	64
Obrázek 50 - Trhlina v místě dilatace dvou budov.....	64
Obrázek 51 - Trhlina v rohu okna z důvodu nevyztužení diagonály.....	65
Obrázek 52 - Vyrovnávání špatné rovinnosti lepicí hmotou	66
Obrázek 53 - Pinholes.....	67
Obrázek 54 - Znateplné tepelné mosty v místech nadpraží a v místech kotev.....	68
Obrázek 55 - Nehomogenita a vznik tepelných mostů v místě styku izolačních desek a kotev	69
Obrázek 56 - Tepelné mosty v místech ostění a nadpraží	69
Obrázek 57 - Nekvalitně provedený detail napojení svodu a následné zatýkání za systém ETICS.....	69
Obrázek 58 - Polštářový efekt.....	70
Obrázek 59 - Prokreslení desek na povrchu fasády	70
Obrázek 60 - Prokreslení kotev "Dalmatinův efekt"	71
Obrázek 61 - Detail prokreslení kotev "Dalmatinův efekt"	71

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Maximální hodnota odchyly rovinnosti	23
Tabulka 2 - Požadavky pro rovinnost základní vrstvy	29
Tabulka 3 - Izolační materiály a jejich tepelněizolační vlastnosti.....	31
Tabulka 4 - Druhy podkladních materiálů.....	36
Tabulka 5 - Druhy omítek a jejich vlastnosti	39
Tabulka 6 - Používané tloušťky desek v různých obdobích	41
Tabulka 7 - Doporučená maximální hmotnost nového ETICS	46
Tabulka 8 - Doporučená maximální šířka nového ETICS.....	46