



ТЕХНИЧКИ ПРИРУЧНИК ЗА ПРОВОЂЕЊЕ МЈЕРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ НА СТАМБЕНИМ ЗГРАДАМА

Имплементира

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

У сарадњи са



Министарство вањске трговине
и економских односа
Босне и Херцеговине

ТЕХНИЧКИ ПРИРУЧНИК ЗА ПРОВОЂЕЊЕ МЈЕРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ НА СТАМБЕНИМ ЗГРАДАМА

Декарбонизација енергетског сектора
у Босни и Херцеговини

Фебруар, 2023

Impressum

Издавач

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Адреса

Bonn and Eschborn, Germany
Декарбонизација енергетског сектора у Босни и Херцеговини
Ферхадија 19/ИИ, 71000 Сарајево
Телефон: +387 33 204 895
GIZ-BosnienHerzegowina@giz.de
www.giz.de/en/worldwide/93051.html

Датум

Фебруар 2023.

Приручник приредили:

Марко Нишанџић, дипл.инг. грађ.
Исмет Салиховић,
Ервин Ђембер, дипл.инг. грађ.
Аленка Савић, дипл.инг. грађ.
Ина Салиховић, бацц.инг.ел.
Маја Мијатовић, бацц.инг.грађ.
Мирза Шеховић, маг.инг.маш.
Ади Тановић, бацц.оец.



Дизајн

Центар за развој и подршку Тузла

Фотографије

Насловна страна: 123rf.com

@Силвио Новак, фотографије број 1, 3, 6, 7, 8, 9, 12, 25, 26, 27, 35, 103, 122, 133, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 166, 176, 177, 178, 179, 184, 186, 192, 193, 194, 195, 196, 197

@Грађевински факултет Загреб фотографије број 2, 4, 5, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 70, 71, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 91, 98, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 134, 135, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 180, 181, 182, 183, 185, 187, 188, 189, 190, 191

@НУРФАС фотографије број 29, 30, 31, 32, 47, 78, 84, 85, 86, 92, 94, 95, 102, 104, 123, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 151, 152

@STO.hr фотографије број 67, 68, 69, 72, 73, 77, 87, 88, 89, 90, 101

@goefix.ba фотографије број 93, 96, 97, 99, 100

@Бојан Миловановић fotografija broj 113

@НУЗОР фотографије број 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

@Службени гласник РС фотографије број 124, 125, 126

@Службене новине ФБиХ фотографије број 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

@kovan.ba фотографија број 207

@ecopomic.ba фотографија број 208

@designn2.com фотографија број 209

@alphatherm.com фотографија број 210

@mcsolar.hr фотографија број 219

@ Министарство просторног уређења, грађења и заштите околиша Кантона Сарајево
фотографије број 218, 221, 222

@CRP преостале фотографије

Израду техничког приручника за провођење мјера енергетске ефикасности у стамбеном сектору подржава Савезно министарство за економску сарадњу и развој СР Њемачке а проводи Центар за развој и подршку у име Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Садржај публикације је искључива одговорност Центра за развој и подршку и не одражава нужно ставове Савезног министарства за економску сарадњу и развој или GIZ-a.

САДРЖАЈ

ЛИСТА СЛИКА	7
ЛИСТА ТАБЕЛА.....	9
УВОД	11
A. ЕНЕРГЕТСКА ОБНОВА СТОЛАРИЈЕ.....	13
1. ЗАМЈЕНА ПОСТОЈЕЋЕ СТОЛАРИЈЕ УГРАДЊОМ НОВЕ СТОЛАРИЈЕ ВИСОКИХ ЕНЕРГЕТСКИХ ПЕРФОРМАНСИ	15
1.1 RAL систем уградње столарије	18
1.1.1 Центрирање и механичко причвршћивање прозора	21
1.1.2 Систем уградње са фолијама	22
1.1.3 Систем уградње са експандирајућим тракама	23
1.1.4 RAL PVC летвице.....	24
2 ОБНОВА ПОСТОЈЕЋИХ СТАРИХ ПРОЗОРА.....	25
2.1 Побољшање ваздушне непропусности прозора.....	25
2.2 Замјена стакла на постојећим старим прозорима	26
2.3 Уградња додатних прозорских крила на постојећи прозор	27
3 ОТВОРИ ОД ПРОФИЛИСАНОГ КОПИЛИТ СТАКЛА.....	28
V. ПОСТАВЉАЊЕ ТОПЛОТНЕ ИЗОЛАЦИЈЕ НА ВАЊСКОМ ОМОТАЧУ ЗГРАДА	31
1 ИЗОЛАЦИЈА ВАЊСКИХ ЗИДОВА	33
1.1 Врсте топлотне изолације	34
1.2 Вањски топлотноизолациони повезани систем (ETICS)	37
1.2.1 Основне компоненте ETICS система	38
1.2.1.1 Љепило	38
1.2.1.2 Топлотноизолациони слој.....	39
1.2.1.3 Типлови.....	40
1.2.1.4 Арматурни слој.....	42
1.2.1.5 Арматурна мрежица	43
1.2.1.6 Завршно-декоративни слој.....	43
1.2.2 Врсте подлога.....	45
1.2.2.1 Нове неомалтерисане подлоге	45
1.2.2.2 Старе омалтерисане подлоге	45
1.2.2.3 Лагане грађевинске плоче и дрвене подлоге.....	45
1.2.2.4 ETICS подлога.....	45
1.2.2.5 Друге подлоге.....	46
1.2.3 Провјера стања подлоге.....	46
1.2.4 Припрема подлоге.....	48
1.2.4.1 Припрема неомалтерисане подлоге.....	48
1.2.4.2 Припрема подлоге од бетона	49
1.2.4.3 Припрема подлоге од минералних боја и малтера	50
1.2.4.4 Припрема подлоге од органских боја и малтера.....	50
1.2.4.5 Припрема дрвених подлога и подлога од сувомонтажних плоча	51
1.2.5 Услови и претпоставке за уградњу ETICS-а.....	51
1.2.6 Припрема љепила.....	52
1.2.6.1 Мијешање љепила	52
1.2.6.2 Наношење љепила на топлотноизолационе плоче и ламеле	52
1.2.7 Постављање топлотноизолационих плоча и ламела	55
1.2.8 Механичко причвршћивање (типловање).....	57
1.2.8.1 Избор типлова.....	58
1.2.8.2 Бушење рупа	59
1.2.8.3 Број типлова.....	60
1.2.8.4 Распоред постављања типлова	60
1.2.8.5 Завртање типлова	62
1.2.9 Постављање арматурног слоја и арматурне мрежице	64
1.2.9.1 Припрема малтера	64
1.2.9.2 Наношење малтера за арматурни слој и постављање арматурне мрежице.....	65
1.2.9.3 Постављање арматурне мрежице око отвора.....	66
1.2.9.4 Детаљи рубова	67
1.2.10 Постављање завршног декоративног слоја.....	68
1.2.10.1 Основна упутства	68
1.2.10.2 Наношење основног премаза („примера“)	68
1.2.10.3 Избор дебљине, боје и степена рефлексије завршног слоја	68
1.2.10.4 Наношење завршног декоративног слоја	68
1.2.10.5 Завршно-декоративни слој за подножја фасада (сокла)	69
1.2.11 Процјена квалитета готове површине система	70
1.2.12 Карактеристични детаљи	71

1.2.12.1	Спој фасадног система са прозорима и вратима.....	71
1.2.12.2	Спој фасадног система са прозорском клупицом.....	73
1.2.12.3	Спој фасадног система са кровом.....	76
1.2.12.4	Спој са кутијом за ролетне.....	80
1.2.12.5	Изолација за подручја фасаде у додиру са тлом, изложена прскању водом.....	81
1.2.12.6	Детаљи дилатационих спојница.....	85
1.2.12.7	Детаљи балкона и тераса.....	88
1.2.12.8	Детаљи атике.....	89
1.2.12.9	Детаљи рјешавања инсталација, продора и носача фасадних уређаја и елемената.....	90
1.2.13	Отпорност на пожар.....	93
1.2.14	Одржавање и поправке ETICS система.....	100
1.2.14.1	Алге и гљивице – узроци и отклањање.....	101
1.2.14.2	Пукотине - узроци, врсте, и мјере смањења ризика за њихову појаву.....	104
1.2.15	Најчешће грешке при извођењу ETICS-а.....	107
2	ИЗОЛАЦИЈА СТРОПА ПРЕМА ТАВАНУ.....	109
3	ИЗОЛАЦИЈА КОСОГ КРОВА.....	113
4	ИЗОЛАЦИЈА РАВНОГ КРОВА.....	122
5	ИЗОЛАЦИЈА СТРОПА ПОДРУМА И ГАРАЖА.....	128
6	ИЗОЛАЦИЈА ПОДА НА ТЛУ.....	128
7	ИЗОЛАЦИЈА ЗИДОВА СА УНУТРАШЊЕ СТРАНЕ.....	128
8	ТОПЛОТНИ МОСТОВИ.....	135
C	МЈЕРЕ НА ТЕХНИЧКИМ СИСТЕМИМА ЗГРАДЕ.....	153
1.	УВОД.....	155
2.	ЗАМЈЕНА ПОСТОЈЕЋЕГ КОТЛА СА НОВИМ ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИЈИМ КОТЛОМ.....	155
2.1.	Димензионисање и контрола димњака.....	156
2.2.	Уградња акумулационог спремника (“пуффера”).....	158
2.3.	Уградња котла на пелет.....	159
2.4.	Уградња топлотне пумпе.....	162
2.5.	Уградња гасног кондензационог котла.....	164
3.	ЦИЈЕВНИ РАЗВОД (ПОД-СИСТЕМ ПРЕНОСА ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ).....	165
4.	ЗАМЈЕНА ОГРЕВНИХ ТИЈЕЛА (ПОД-СИСТЕМ ЗА ПРЕДАЈУ ЕНЕРГИЈЕ).....	165
4.1.	Подно и зидно гријање.....	165
4.2.	Вентилоконвектори.....	166
5.	УПРАВЉАЊЕ СИСТЕМОМ ЦЕНТРАЛНОГ ГРИЈАЊА (ПОДСИСТЕМ ЗА УПРАВЉАЊЕ).....	166
6.	ХИДРАУЛИЧКО БАЛАНСИРАЊЕ.....	167
6.1.	Хидраулички неуравнотежени системи.....	167
6.1.1.	Неефикасна рјешења проблема неуравнотежених система.....	169
6.2.	Хидраулички уравнотежени системи.....	170
6.3.	Основе и врсте хидрауличког балансирања.....	170
6.3.1.	Статичко хидрауличко балансирање.....	171
6.3.2.	Динамичко хидрауличко балансирање.....	172
6.3.3.	Аутоматско хидрауличко балансирање.....	173
6.4.	Уградња термостатских вентила.....	174
7.	ПРИПРЕМА ПОТРОШНЕ ТОПЛЕ ВОДЕ.....	176
7.1.	Централизовани систем за припрему потрошне топле воде.....	176
7.2.	Децентрализовани систем за припрему потрошне топле воде.....	177
8.	ИНСТАЛИСАЊЕ СОЛАРНИХ СИСТЕМА.....	178
8.1.	Соларни термални систем за припрему потрошне топле воде.....	178
8.2.	Фотонапонски систем за припрему потрошне топле воде.....	179
9.	ВЕНТИЛИСАЊЕ ПРОСТОРА.....	180
	ЛИТЕРАТУРА.....	182

ЛИСТА СЛИКА

- Слика 1 Функције и утицаји о којима је потребно водити рачуна код уградње столарије - 15
- Слика 2 Дијелови прозора - профили, стакло, заптивке, оков, ролетне - 16
- Слика 3 Типичан примјер лоше уграђеног прозора - 16
- Слика 4 Термографски снимак топлотних мостова насталих као посљедица лоше уградње столарије - 16
- Слика 5 Појаве гљивица и плијесни насталих као посљедица лоше уградње столарије - 17
- Слика 6 Термографски снимак разлика температуре усљед топлотних мостова насталих због лоше уградње прозора и врата - 17
- Слика 7 RAL знак за фирме које имају одобрење за RAL уградњу - 18
- Слика 8 Материјали потребни за разне начине уградње столарије према RAL смјерницама - 19
- Слика 9 Нивои уградње столарије према RAL смјерницама - 19
- Слика 10 Позиционисање прозора у односу на зид - 20
- Слика 11 Правилно припремљен отвор за уградњу прозора - 21
- Слика 12 Центрирање и механичко причвршћивање столарије - 21
- Слика 13 Механичко причвршћивање прозора - 22
- Слика 14 Исправан положај фолија - 22
- Слика 15 Постављање вањске паропропусне и водонепропусне фолије - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 16 Изглед залијепљене паропропусно-водонепропусне фолије са вањске стране - 23
- Слика 17 Уградња столарије помоћу експандирајућих трака - 23
- Слика 18 RAL PVC летвице - 24
- Слика 19 Накнадна уградња прозорских заптивки - 25
- Слика 20 Замјена стакла уз додатни PVC-профил (лијево), замјена стакла директно на крилу једноструки прозор (средина), замјена стакла на крилу - двоструки прозор крило на крило (десно) - 26
- Слика 21 Изглед и примјена профилисаног стакла - 28
- Слика 22 Побољшање топлотноизолационих карактеристика профилисаног стакла уметањем поликарбонатских плоча пуњених аерогелом - 29
- Слика 23 Детаљ постављања оквира код отвора са профилисаним стаклом - 29
- Слика 24 Фасада зграде - 33
- Слика 25 Камена вуна - 35
- Слика 26 Стаклена вуна - 35
- Слика 27 Врсте полистирена - 36
- Слика 28 Основне компоненте ETICS-а - 38
- Слика 29 Јако дејство вјетра (лијево), изражени хигротермички услови – вруће/хладно (у средини), стара неносива фасада (десно) - 40
- Слика 34 Начини дјеловања типла (лијево), силе које дјелују на типлове (десно) - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 35 Врсте и носивост типлова у зависности о врстама подлоге, према ETAG 014 - 41
- Слика 32 Прхватљивост различитих врста типлова у зависности од врсте подлоге, према ETAG 014 - 42
- Слика 37 Приказ арматурног слоја у ETICS систему - 42
- Слика 34 Фасадне текстилно-стаклене мрежице за арматурни слој - 43
- Слика 35 Различите температуре код различитих боја завршног слоја код истих вањских околности - 44
- Слика 36 Кућа обложена OSB-плочама - 46
- Слика 37 Начини испитивања подлоге - 47
- Слика 38 Испитивање равности подлоге према DIN 18202 - 47
- Слика 39 Ефекат мадраца или јастука зависно од температуре спољашњег ваздуха - 52
- Слика 40 Тачкасто наношење љепила на EPS плоче, MW плоче и MW ламеле - 53
- Слика 41 Наношење љепила потпуним покривањем на EPS плоче, MW плоче и MW ламеле - 53
- Слика 42 Машинско наношење љепила по W-схеми - 54
- Слика 43 Машинско наношење малтера на равну подлогу - 54
- Слика 44 Наношење PUR љепила на EPS плоче - 54
- Слика 45 Постављање топлотноизолационих плоча - 55
- Слика 46 Испуњавање фуга између топлотноизолационих плоча PUR пјеном (лијево), истим материјалом (у средини) и примјер како не треба да се ради (десно) - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 47 Преклапање фуга код топлотноизолационих плоча на равном дијелу и на углу фасада зграде - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 48 Постављање топлотноизолационих плоча око прозора - 57
- Слика 49 Брушење EPS и MW плоча - 57
- Слика 50 Бушење руна за типлове - 59
- Слика 51 Т-Схема постављања типлова на плоче од EPS-а - 60
- Слика 52 W-схема постављања типлова на плоче од MW-а - 61
- Слика 53 Схема постављања типлова на ламелама од MW-а - 61
- Слика 64 Т-схема за плоче 50x100cm, 80x62,5, 6 ком/м² (лијево); W-схема за плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 6 ком/м² (у средини); Ламеле димензија 120x120 cm, 6 ком/м² (десно) - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 55 W-схема за плоче 50x100 cm, 80x62,5cm, 8ком/м² (лијево); Т-схема за плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 8 ком/м² (у средини); Ламеле 120x120 cm, 8 ком/м² (десно) - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 56 Т-схема верзије 1 и 2, плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 10 ком/м² (лијево); W-схема плоче 50x100cm, 80x62,5 cm, 10 ком/м² (у средини); Ламеле димензија 120x120 cm, 10 ком/м² (десно) - 62
- Слика 57 Т-схема верзије 1 и 2, плоче 50x100 cm, 80x62,5 cm, 12 ком/м² (лијево); W-схема, плоче 50x100 cm, 80x62,5 cm, 12 ком/м² (у средини); Ламеле 120x120 cm, 12 ком/м² (десно) - 62
- Слика 58 Постављање типла на изолацију - 62
- Слика 59 Постављање типлова са додатним тањиром 9 cm за MW-плоче - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 60 Постављање типлова са тањиром 11 cm за MW плоче - 63
- Слика 61 Типлови упуштени у изолацију, са ронделом - 63
- Слика 62 Типлови постављени преко арматурне мрежице - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 63 Танкпослојни, средњеслојни и дебелослојни арматурни слој - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 64 Мијешање малтера за арматурни слој - 64
- Слика 65 Наношење малтера на арматурни слој и постављање арматурне мрежице - 65
- Слика 66 Схеми постављања арматурних мрежица око угла отвора, прозора и врата - 66
- Слика 67 Постављање мрежице око прозора укључујући унутрашњи угао шпалете - 66
- Слика 68 Постављање мрежице око прозора усијецањем мрежице - 66
- Слика 69 Постављање мрежице око прозора без усијецања мрежице - 66
- Слика 70 Начини постављања мрежице око угла отвора - 66
- Слика 71 Различити типски уградбени профили за обраду рубова - 67
- Слика 72 Одсијецање вишка топлотноизолационих плоча на угловима - 67
- Слика 73 Постављање ивичног профила са арматурном мрежицом - 67
- Слика 74 Примјери структура завршног декоративног слоја - 69
- Слика 75 Примјери завршног слоја подножја фасаде - 69
- Слика 76 Оцењивање нијансе и структуре готове фасадне површине - 70
- Слика 77 Профил који омогућава 3D помјерање - 71
- Слика 78 Профили за спој за дрвене и алуминијумске прозоре - 71
- Слика 79 Детаљи споја прозора/врата са фасадним системом - 72
- Слика 80 Корази при уградњи прозорских клупица - 73
- Слика 81 Централни и крајњи елемент за уградњу прозорских клупица - 74
- Слика 82 Заптивање прозорске клупице - 74

- Слика 83 Спој прозорске клупице и ETICS-a - 75
- Слика 84 Спој са претходно монтираном прозорском клупицом - 75
- Слика 85 Спој ETICS-a са вентилисаним косим кровом - 76
- Слика 86 Спој ETICS-a са неветилираним косим кровом - 77
- Слика 87 Уклапање завршног реда топлотноизолационих плоча са кровом - 77
- Слика 88 Постављање вањских бртвених трака - 78
- Слика 89 Поравнавање завршног реда топлотноизолационих плоча - 78
- Слика 90 Уградња атика-профила за спој ETICS-a са неветилисаним косим кровом - 79
- Слика 91 Детаљ споја ETICS-a са равним кровом - 79
- Слика 92 Детаљ уградње споја ETICS-a са кутијом за ролетне - варијанта 1 - 80
- Слика 93 Детаљ уградње кутије за ролетне - варијанта 2 - 80
- Слика 94 Детаљ извођења подножја на споју са тлом – фасада није у истој равни са подножјем - 82
- Слика 95 Детаљ извођења подножја на споју са тлом – фасада је у истој равни са подножјем - 82
- Слика 96 Детаљ извођења подножја на споју са тлом са детаљем уградње траке за спречавање капиларног дизања воде - 83
- Слика 97 Детаљ извођења зоне прскања на саставу са бетонским плочником и слојем ETICS-a до дна - 84
- Слика 98 Постављање профила за дилатациону спојницу - 85
- Слика 99 Детаљ рјешавања дилатационих спојница у истој равни - 86
- Слика 100 Детаљ извођења дилатационе спојнице у унутрашњем углу - 87
- Слика 101 Постављање дилатационих трака - 87
- Слика 102 Детаљ рјешавања ETICS-a на споју са балконом примјеном елемента са прекидом топлотног моста-**Error! Bookmark not defined.**
- Слика 116 Елемент за извођење балкона са прекинутим топлотним мостом - 88
- Слика 104 Детаљ топлотне изолације атике - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 105 Детаљ вјшавања вањских елемената примјеном вијчаног система са прекидом топлотног моста - 90
- Слика 106 Детаљ прикључења носача тенди и вањске свјетилке типским елементом за прекид топлотног моста - 91
- Слика 107 Прикључивање додатних елемената на ETICS системе - 91
- Слика 108 Коришћење монтажних елемената од тврде полиуретанске пјене и пјенасто обликованих металних плоча - 91
- Слика 109 Монтажна плоча од полипропилена у коју се може директно причврстити вијак, за лакше предмете - 92
- Слика 110 Монтажни цилиндар од врло чврстог полистирена - 92
- Слика 111 Примјери монтажних елемената за лагане предмете - 92
- Слика 112 Примјери прикључења електричних уређаја - 92
- Слика 113 Учесталост пожара на разним типовима и висинама зграда - 93
- Слика 114 Пожар донешен вјетром на угрожену зграду - 93
- Слика 115 Вањски извори пожара (запаљен контејнер, запаљен ауто, пожар настао на балкону) - 94
- Слика 116 Пренос пожара радијацијом са сусједне зграде - 94
- Слика 117 Унутрашњи узроци пожара - 95
- Слика 118 Пријенос пожара преко фасаде - 95
- Слика 119 Фазе преноса пожара преко фасаде од горивог материјала - 96
- Слика 120 Брзина преноса пожара преко фасаде - 96
- Слика 135 Развијање температуре у средишту пожара - 96
- Слика 122 Класе реакције грађевинских материјала на пожар - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 123 Детаљ постављања противпожарних баријера од негоривог материјала на фасаде од горивог материјала - 98
- Слика 124 Типична рјешења противпожарних баријера - 99
- Слика 125 Мјеста и величина противпожарних баријера - 99
- Слика 126 Хоризонталне и вертикалне противпожарне баријере - 100
- Слика 127 Алге на фасадама вањских зидова - 101
- Слика 128 Гљивице на фасадама вањских зидова - 101
- Слика 129 Најчешћи узроци појаве алги и гљивица - 102
- Слика 130 Механизми преношења алги и гљивица - 102
- Слика 131 Узимање узорка (лијево), почетак заразе (у средини), јака зараза (десно) - 103
- Слика 132 Вјероватноћа и брзина појаве микроорганизама - 103
- Слика 133 Пукотине на фасади - 104
- Слика 134 Пукотине на фасади настале као посљедица непостојања дијагоналне арматурне мрежице - 105
- Слика 135 Утврђивање величине (ширине) пукотина - 106
- Слика 136 Одвајање фасадне облоге усљед дејства вјетра - 107
- Слика 137 Неквалитетно затварање рупа од постављања типлова и спојница топлотноизолационих плоча - 107
- Слика 138 Неправилно постављање топлотноизолационих плоча - 107
- Слика 139 Неквалитетно изведени детаљи одводње - 108
- Слика 140 Неправилно изведена тераса и зона прскања (лијево) и неправилна уградња прозора (десно) - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 141 Неквалитетна уградња прозорских клупица - 108
- Слика 142 Једно од често примјењиваних рјешења – пливајући под тавана - 109
- Слика 143 Посебну пажњу треба обратити извођењу рубова због звучне изолације - 110
- Слика 144 Топлотна изолација дрвеног стропа са експандираном глином између греда - 111
- Слика 145 Једноставно поравнање између дрвених елемената стропа - 111
- Слика 146 Примјена лаганих бетона код изолације стропова - 112
- Слика 147 Паропрпусно-водонепропусна фолија - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 148 Постављање паропрпусно-водонепропусне фолије - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 149 Правилно извођење продора кроз паропрпусно-водонепропусну фолију - 114
- Слика 150 Парне бране - 115
- Слика 151 Постављање и лијепљење парне бране - 115
- Слика 152 Важност постизања ваздушне заптивености кровне конструкције - 116
- Слика 153 Детаљ топлотне изолације косог крова са топлотном изолацијом између и испод рогова и са секундарним покровом од размакнутих дрвених елемената преко рогова - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 154 Коси кров са топлотном изолацијом између и испод рогова и са секундарним покровом од размакнутих дрвених елемената преко рогова - 117
- Слика 155 Детаљ косог крова са секундарним покровом од дасака И кровне љепенке - 117
- Слика 156 Детаљ косог крова са секундарним покровом од паропрпусно-водонепропусне фолије - 118
- Слика 157 Коси кров са секундарним покровом од паропрпусно-водонепропусне фолије - 118
- Слика 158 Детаљ косог крова са секундарним покровом од додатне топлотне изолације са горње стране рогова и паропрпусно-водонепропусне фолије - 119
- Слика 159 Коси кров са секундарним покровом од додатне топлотне изолације са горње стране рогова и паропрпусно-водонепропусне фолије - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 160 Детаљ косог крова од армиранобетонских плоча - 120
- Слика 161 Коси кров од армиранобетонских плоча - 120
- Слика 162 Обезбјеђење континуитета топлотне изолације зида и крова - 121
- Слика 163 Непроходан раван кров (лијерво), проходан раван кров (десно) - 122
- Слика 164 Слојеви непроходног равног крова - 122
- Слика 165 Слојеви проходног равног крова - 123
- Слика 166 Класични и обрнути равни кров - 123
- Слика 167 Извођење нагиба равног крова - 124
- Слика 168 Слој за изједначење на равном крову - **Error! Bookmark not defined.**
- Слика 169 Парна брана од битуменске траке (лијево) и панел брана од PE фолије - 125

Слика 170 Заваривање хидроизолационог слоја са врућим ваздухом - 125
 Слика 171 Лијење битуменске хидроизолације - 126
 Слика 172 Заштита хидроизолације - 126
 Слика 173 Класичан раван кров - 126
 Слика 174 Раван кров – топлотна изолација од комбинације MW и XPS - 127
 Слика 175 Откривање мјеста цурења воде на равном крову коришћењем ИС-термографије - 127
 Слика 176 Примјери појаве топлотних мостова код изолације зидова са унутрашње стране - 129
 Слика 177 Примјери правилног рјешавања детаља изолације са унутрашње стране у сврху избјегавања топлотних мостова - 130
 Слика 178 Различити начини постављања парне бране - 130
 Слика 179 Температуре слојева зида код различитих положаја топлотне изолације - 131
 Слика 180 Примјери лошег рјешења детаља изолације зида са унутрашње стране - 131
 Слика 181 Примјер постављања унутрашње изолације од минералне вуне на дрвену подконструкцију - 133
 Слика 182 Специјалне топлотноизолационе плоче са интегрисаним завршним слојем - 133
 Слика 183 Примјер унутрашње изолације зидова са вакуум-изолационим плочама на металној подконструкцији - 133
 Слика 184 Извођење унутрашње изолације примјеном телескопских клик-клак дистанцера - 134
 Слика 185 Примјер линијских топлотних мостова - 135
 Слика 186 Примјер тачкастих топлотних мостова - 135
 Слика 187 Геометријски топлотни мост - **Error! Bookmark not defined.**
 Слика 188 Топлотни мостови настали због сучељавања различитих материјала - 136
 Слика 189 Комбиновани топлотни мост - 136
 Слика 190 Конструктивни топлотни мостови - 137
 Слика 191 Ваздушни топлотни мостови - 137
 Слика 192 Термографија различитих рјешења топлотних мостова код балкона - 138
 Слика 193 Примјена елемената за прекид топлотних мостова на балконима - 138
 Слика 194 Топлотни мост због неправилне уградње прозора и везе са зидом - 139
 Слика 195 Правилна уградња прозора и избјегавање појаве топлотног моста - 139
 Слика 196 Примјер топлотног моста код балкона - 140
 Слика 197 Примјер топлотног моста код балконских врата - 140
 Слика 198 Каталог добрих рјешења топлотних мостова - 144
 Слика 199 Каталог добрих рјешења топлотних мостова - 145
 Слика 200 Каталог добрих рјешења топлотних мостова - 146
 Слика 201 Каталог добрих рјешења топлотних мостова - 147
 Слика 202 Каталог добрих рјешења топлотних мостова - 148
 Слика 203 Каталог добрих рјешења топлотних мостова - 149
 Слика 204 Каталог добрих рјешења топлотних мостова - 150
 Слика 205 Каталог добрих рјешења топлотних мостова - 151
 Слика 206 Схема спајања акумулационог спремника - 158
 Слика 207 Пресјек котла на пелет - 159
 Слика 208 Примјери исправне монтаже димњака - 161
 Слика 209 Различита извођења система гријања и хлађења помоћу топлотних пумпи - 162
 Слика 210 Модуларна диференцијална аутоматика - 166

Слика 211 Расподјела притиска у једноставном двоцијевном систему - 167
 Слика 212 Приказ утицаја отпора на струјање воде у цијеви - 168
 Слика 213 Хидраулички неуравнотежен систем - 168
 Слика 214 Поређење хидраулички уравнотеженог и неуравнотеженог система - 170
 Слика 229 Ручни балансни вентил - 171
 Слика 216 Регулациони вентили протока, температуре и диференцијалног притиска - 173
 Слика 217 Централизован систем за припрему PTV са пумпом за рецикулацију - 177
 Слика 218 Децентрализовани систем припреме потрошне топле воде - 177
 Слика 219 Соларни систем за припрему потрошне топле воде (PTV) - 178
 Слика 220 Фотонапонски систем за загријавање потрошне топле воде - 179
 Слика 221 Систем за вентилацију са рекулацијом (лијево) и ALD систем вентилације (десно) - 180
 Слика 222 Запрљани филтер (лијево) и очишћени филтер (десно) - 181

ЛИСТА ТАБЕЛА

Табела 1 Декларисане вриједности коефицијента пролаза топлоте профилисаног стакла - 28
 Табела 2 Карактеристике профилисаног стакла са уметнутим поликарбонатским плочама пуњеним аерогелом - 29
 Табела 3 Предности и недостаци минералне вуне (MW) и EPS-a - 39
 Табела 4 Коефицијенти пролаза топлоте за поједине топлотноизолационе материјале - 40
 Табела 5 Припрема подлоге на неомалтерисаном зиду - 48
 Табела 6 Поступци припреме на подлози од бетонског зида - 49
 Табела 7 Поступци припреме на подлози од минералних боја и малтера - 50
 Табела 8 Поступци припреме на подлози од органских боја и малтера - 50
 Табела 9 Поступци припреме на подлози од дрвених и сувомонтажних плоча - 51
 Табела 10 Врсте подлога за избор типоваа према смјерницама ЕТАГ 014 - 58
 Табела 11 Положај арматурне мрежице зависно од дебљине слоја - 65
 Табела 12 Дозвољене вриједности одступања равности готових фасада - 70
 Табела 13 Дозвољена одступања у правоугаоности готових фасадних површина - 70
 Табела 14 Величина препуста лимене окапнице на атици - 89
 Табела 15 Преглед степена ефикасности котлова у односу на доњу топлотну моћ горива - 155
 Табела 16 Препоручене вриједности за одржавање температуре 174

ЛИСТА СКРАЋЕНИЦА

BAS	Босанскохерцеговачки стандард
БиХ	Босна и Херцеговина
VIP	Vacuum Insulated Panel (енгл.)
GIZ	Њемачко друштво за међународну сарадњу (њем. <i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH</i>)
ДецЕС	Декарбонизација енергетског сектора
ЕпСТ	Уговор о успостављању Енергетске заједнице (енгл. <i>Energy Community Treaty</i>)
ЕОТА	Европска организација за техничка одобрења (енгл. <i>European Organisation for Technical Approvals</i>)
EPS	Експандирани полистирен (енгл. <i>Expanded Polystyrene</i>)
ETA	Европска техничка оцјена (енгл. <i>European Technical Assessment</i>)
ETAG	European Technical Approvals Guideline (енгл.)
ETICS	External Thermal Insulation Composite System (енгл.)
LED	Light Emitting Diode (енгл.)
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (енгл.)
MW	Минерална вуна (енгл. <i>Mineral Wool</i>)
OSB	Oriented Strand Board (енгл.)
ПТВ	Потрошна топла вода
RAL	Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen (њем.)
SBI	Single Burning Item (енгл.)
UV	Ултраљубичасто (енгл. <i>Ultra Violet</i>)
HVAC	Гријање, вентилација и клима-уређаји (енгл. <i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i>)
COP	Коефицијент ефикасности (енгл. <i>Coefficient of Performance</i>)
XPS	Екструдирани полистирен (енгл. <i>Extruded Polystyrene</i>)

УВОД

Декарбонизација је процес смањења емисија у атмосферу угљен-диоксида и других гасова стаклене баште, који представљају главне узрочнике глобалног загријавања и климатских промјена. Ова тема постаје све важнија због пораста температура на нашој планети, што доводи до екстремних временских прилика као што су олујне падавине, суше, циклони и сличне појаве које наносе велике штете људима и животној средини.

Декарбонизација је неопходна нарочито због следећих разлога:

- **Загријавање планете:** Емисије гасова стаклене баште су главни узрок глобалног загријавања, што доводи до пораста температуре на Земљи. Смањењем емисије ових гасова можемо да спријечимо даљње загријавање планете и негативне посљедице које то загријавање доноси, попут промјена климе и појаве екстремних временских прилика.
- **Здравље људи:** Емисије гасова стаклене баште су такође повезане са повећаним ризиком од болести срца и система за дисање, као и са повећаним бројем смртних случајева због екстремних временских прилика. Смањењем емисије ових гасова смањује се ризик од болести и прераног умирања.
- **Очување животне средине:** Емисије гасова стаклене баште доводе до промјена климе, што може довести до уништења екосистема и нестанка биљних и животињских врста. Смањењем емисије ових гасова можемо да спријечимо даљње уништење животне средине и да заштитимо биодиверзитет на нашој планети.
- **Економска добит:** Смањењем емисија гасова стаклене баште можемо да смањимо трошкове енергије и да побољшамо енергетску ефикасност, што доводи и до економске добити. Осим тога, декарбонизација може да отвори нова тржишта и да створи нова радна мјеста у индустрији обновљивих извора енергије и енергетске ефикасности.

Укратко, декарбонизација је важна због заустављања загријавања планете, здравља људи, очувања животне средине, и подстицања економског развоја.

Једна од главних области која доприноси емисији гасова стаклене баште је зградарство, због велике потрошње енергије за гријање и хлађење и остале врсте потрошње енергије у зградама. Зато је декарбонизација у зградарству изузетно важна за смањење емисије гасова стаклене баште и за постизање циљева одрживог развоја. Када се говори о зградама намијењеним становању, постоји неколико кључних начина на које се декарбонизацији може приступити:

Ефикасно коришћење енергије: То се може постићи примјеном енергетски ефикасних технологија, као што су LED расвјета, ефикасни системи гријања и хлађења, и слично. Данас постоје бројни програми финансирања и других видова подршке за обнову зграда у сврху смањења потрошње енергије у зградама.

Обновљиви извори енергије: Умјесто да се зграде грију и хладе помоћу фосилних горива, могу да се користе обновљиви извори енергије попут сунчеве енергије, енергије вјетра или геотермалне енергије.

Изградња нових, енергетски ефикасних зграда: Када се граде нове зграде, важно је да се при томе посебна пажња придаје њиховој енергетској ефикасности и примјени обновљивих извора енергије. То се може постићи примјеном специфичних стандарда и сертификационих система, као што су LEED (енгл. *Leadership in Energy and Environmental Design*), Passivhaus, итд.

Енергетска обнова постојећих зграда: Енергетска обнова постојећих зграда је важан дио декарбонизације у области зградарства, јер се много зграда још увијек грије и хлади помоћу фосилних горива. Енергетском обновом се карактеристике зграда везане за потрошњу енергије могу у значајној мјери да се побољшају.

Пројекат GIZ-а "Декарбонизација енергетског сектора (ДецЕС) у Босни и Херцеговини (БиХ)", подржан од стране Министарства за економску сарадњу и развој Њемачке у сарадњи са Министарством за спољњу трговину и економске односе Босне и Херцеговине, помаже нашој земљи у процесу промоције оквира за декарбонизацију у области потрошње енергије и трансформације енергетског

сектора, укључујући енергетску ефикасност као један од главних стубова за декарбонизацију у крајњој потрошњи енергије. Ова подршка се састоји у пружању техничке помоћи у остваривању обавеза наше земље према Уговору о успостављању Енергетске заједнице (енгл. *Energy Community Treaty - EnCT*) у областима енергетске ефикасности и обновљивих извора енергије.

Имајући за циљ побољшање и јачање оквира за декарбонизацију енергетског сектора, овај пројекат дефинише оквир за техничку помоћ у спровођењу пројеката енергетске ефикасности у стамбеним зградама.

У оквиру под-пројекта "Развој програма подршке енергетској ефикасности у сектору стамбених зграда", ДецЕС подржава промоцију **правилног** спровођења мјера енергетске ефикасности у стамбеном сектору, кроз успостављање програма енергетске обнове стамбених зграда. Главни циљ тог под-пројекта је израда техничких инструкција за приватни сектор који се бави енергетском обновом, и то у облику приручника за техничаре и раднике на градилишту, објављеног на интернет страницима Фонда за заштиту животне средине и енергетску ефикасност Републике Српске и Фонда за заштиту околиша Федерације БиХ. Ове техничке инструкције, које треба да буду обавезујуће при спровођењу мјера енергетске ефикасности које се подржавају кроз програме енергетске обнове, садржаће све техничке параметре дефинисане у овом приручнику.

Циљ Програма енергетске обнове стамбених зграда је пружање подршке институцијама у изради оквира за успостављање атрактивних, системских и одрживих финансијских механизма потребних за постизање дугорочних циљева уштеде енергије у сектору стамбених зграда. Наведена два ентитетска фонда предвиђена су као носиоци програма.

Један од проблема који кочи процес повећања енергетске ефикасности у зградарству у Босни и Херцеговини је застарио систем образовања који не прати новије потребе у области енергетске обнове зграда. На тржишту рада не постоји довољан број образованих мајстора и техничара школованих у овој области, што представља огроман проблем у комплетном процесу декарбонизације стамбеног сектора.

Израда овог ТЕХНИЧКОГ ПРИРУЧНИКА ЗА СПРОВОЂЕЊЕ МЈЕРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ НА СТАМБЕНИМ ЗГРАДАМА је покушај да се помогне процесу ширења знања и правилној реализацији мјера енергетске ефикасности у стамбеном сектору.

Приручник је настао као компилација (а) добрих рјешења за спровођење мјера енергетске ефикасности, која су објавили други аутори укључујући представнике компанија за производњу топлотноизолационих материјала и система, (б) техничких рјешења датих у законским и подзаконским актима, (в) искустава разних извођачких грађевинских фирми које се баве енергетском обновом, те (г) искустава самих аутора стечених кроз спровођење многобројних пројеката енергетске обнове зграда. Поједине фотографије и текстови садржани у овом приручнику, преузети су из литературе наведене на крају овог документа.

Приручник је структуриран тако да прати технолошки редосљед извођења мјера енергетске ефикасности, тако да су најприје обрађене мјере везане за столарију на згради, затим мјере на омотачу зграде, те на крају мјере на техничким системима у згради. Највећи дио приручника посвећен је мјерама изолације вањских зидова, и то прије свега извођењу ETICS-а (енгл. *External Thermal Insulation Composite System*), с обзиром на то да је у Босни и Херцеговини тај систем најзаступљенији.

Велики дио приручника односи се на опис самих топлотноизолационих материјала, њихових предности и недостатака. Аутори су имали намјеру да овај приручник прије свега отклони нејасноће и пружи одговоре особама које су за спровођење мјера енергетске ефикасности задужене на градилишту. Приручник није намијењен особама које се баве термичким прорачунима и израдом пројеката енергетске обнове, иако се доста детаља из овог приручника може искористити и за ове потребе. Осим тога, иако аутори нису имали намјеру да представе легислативу из области енергетске ефикасности у зградарству, сви садржаји овог приручника уклапају се у постојећа законска рјешења.

A.

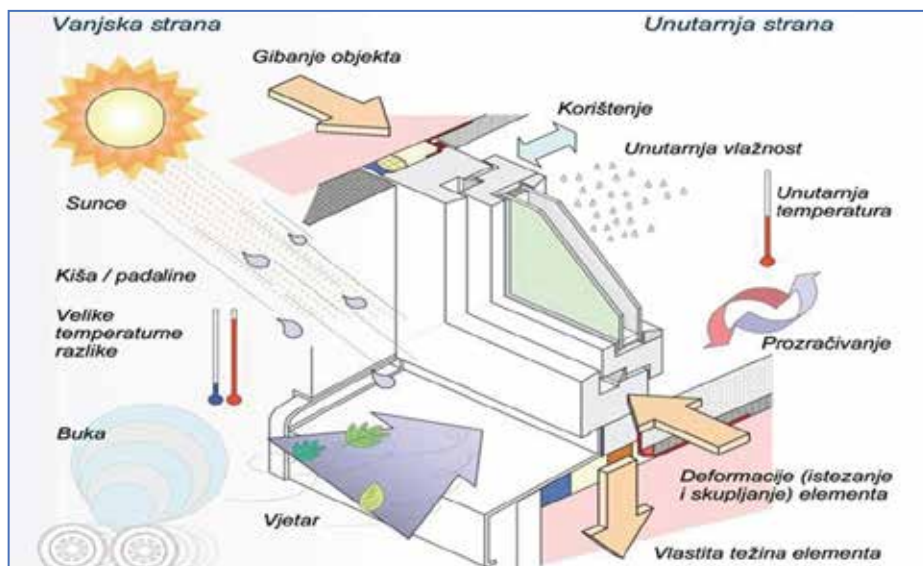
**ЕНЕРГЕТСКА
ОБНОВА
СТОЛАРИЈЕ**



1. ЗАМЈЕНА ПОСТОЈЕЋЕ СТОЛАРИЈЕ УГРАДЊОМ НОВЕ СТОЛАРИЈЕ ВИСОКИХ ЕНЕРГЕТСКИХ ПЕРФОРМАНСИ

Као и сви остали грађевински производи, прозори и врата морају испуњавати сљедеће опште услове квалитета:

- функција усклађена с намјеном те атмосферским, физикално-климатским и другим условима одређеним за подручје у којем се зграда налази;
- постојаност облика, боје и структуре материјала и елемената у прописаном року трајања;
- стабилност (отпорност) свих елемената зграде на оптерећења;
- сигурност за кориснике зграде, пролазнике, саобраћај, сусједне зграде и околина;
- прецизност (тачност) извођења у границама допуштених одступања;
- дуготрајност уграђених материјала;
- захтијевани естетски услови у екстеријеру и интеријеру;
- рационална и економична рјешења с обзиром на цијену израде и трошкове одржавања;
- хигијенско-технички услови за лако одржавање и спречавање озледа и штетних утицаја на станаре;
- квалитет грађевинских материјала и опреме и њихове техничке карактеристике усклађени су са техничким карактеристикама које су одређене босанскохерцеговачким стандардима (БАС стандардима) који су произашли из европских норми.



Слика 1 Функције и утицаји о којима је потребно водити рачуна код уградње столарије

Битно је истаћи да столарија има знатно лошије термичке карактеристике у односу на грађевинске елемементе зграде. Материјали зидова и столарије се јако разликују што се тиче чврстоће, функционисања на различитим температурама, отпорности на спољашње и унутрашње утицаје и динамичко коришћење. Због тога је код уградње столарије нарочито потребно обратити пажњу на квалитет њене уградње, нарочито на правилно извођење спојева столарије и зидова. Кључне карактеристике столарије, које доприносе њиховом цјелокупном квалитету, су вриједност

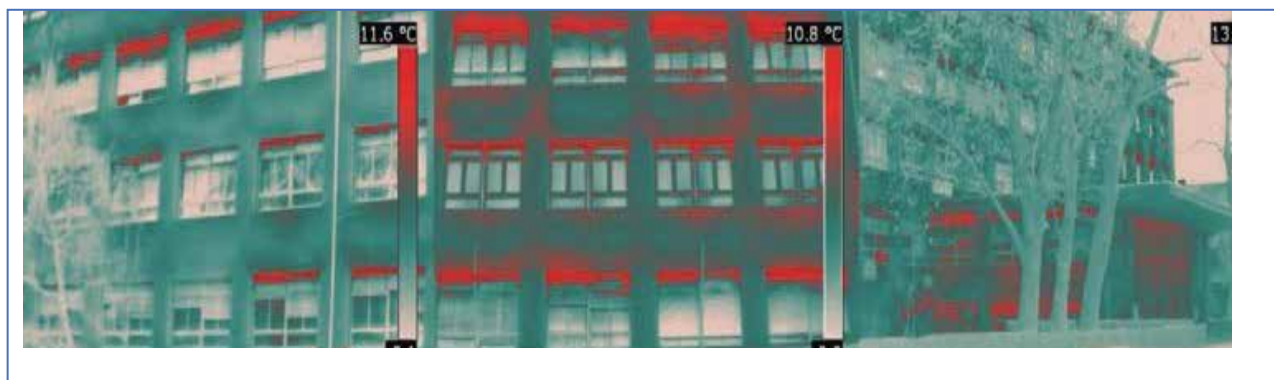
коефицијента проласка топлоте (U)¹, звучна изолација, непропусност ваздуха, и противпровална заштита.



Слика 2 Дијелови прозора - профили, стакло, заптивке, оков, ролетне



Слика 3 Типичан примјер лоше уграђеног прозора



Слика 4 Термографски снимак топлотних мостова насталих као посљедица лоше уградње столарије

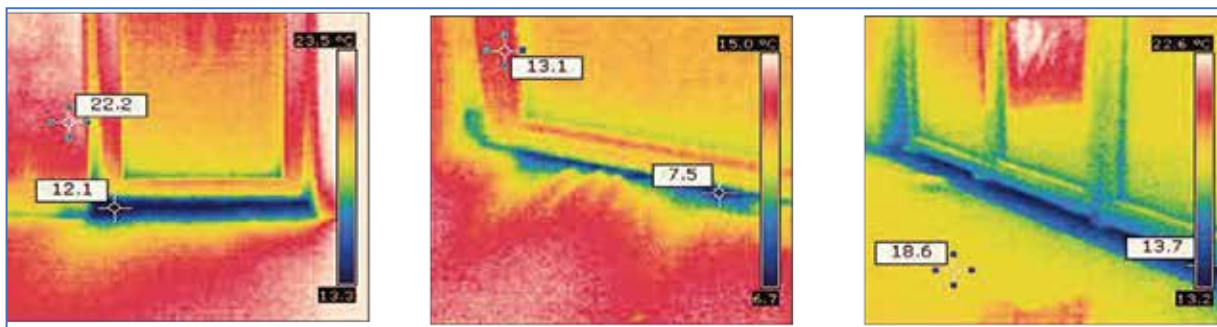
¹ **Коефицијент пролаза топлоте** (ознака: U) је количина топлоте коју грађевински елемент губи у једној секунди на m^2 површине, код разлике температуре од 1 Келвина /Целзијуса, изражено у W/m^2K . Коефицијент U је битна карактеристика спољашњег елемента конструкције и игра велику улогу у анализи укупних топлотних губитака (kWh/m^2), а тиме и потрошњи енергије за гријање. **Што је коефицијент пролаза топлоте мањи, то је топлотна заштита зграде боља.**



Слика 5 Појаве гљивица и плјесни насталих као посљедица лоше уградње столарије

Захтијевани рок трајања столарије не може се постићи ако се код њихове уградње користе неодговарајуће пјенасте материје и силиконски или акрилни китови за заптивање. Осим тога, недовољно стручно уграђивање доводи до кратког вијека трајања заптивних маса, што као резултат може да доведе до продора воде у конструкцију зграде већ у првој години након њене изградње.

Због своје структуре, саме пјене, без испуњења додатних захтјева уградње, не могу да осигурају потребну водонепропусност. За илустрацију, кроз отвор фуге од свега 1 mm ширине и 1 m дужине, која није пароизолована с унутрашње стране, може се у року од 24 часа кондензовати око 360 грама воде.



Слика 6 Термографски снимак разлика температуре усљед топлотних мостова насталих због лоше уградње прозора и врата

1.1 RAL систем уградње столарије

Процес производње савремених прозора и врата мора да испуни строге критеријуме квалитета столарије у погледу њихове топлотне изолације, звучне изолације, непропусности, и протупивпровалне заштите. Међутим, свае ове карактеристике оствариће свој пуни потенцијал само ако су прозори и врата правилно инсталирани.

Као гаранција квалитета уградње столарије препоручује се RAL уградња столарије². RAL је посебан систем уградње столарије према смерницама RAL асоцијације, које осигуравају квалитет робе и пружања услуга. Овај тип уградње прозора и врата базира се на коришћењу модерне технологије према прописаним правилима, јер се само тако може постићи задати стандард. То значи да је осим квалитета саме столарије неопходна и њена стручна уградња, како би се постигли врхунски финални резултати укључујући уштеду енергије и спречавање штетних појава влаге и њених посљедица као што су гљивице, плијесан, итд. RAL смернице прописују правила за прикључне фуге за прозоре у погледу:

- топлотне изолације,
- влажности,
- стварања кондензата,
- дихтовања,
- учвршћивања прозорских оквира,
- димензија фуга,
- звучне изолације.

Осим тога, RAL смернице садрже и:

- описе са примјерима,
- семинаре за обуку,
- интерну обуку монтера,
- екстерни надзор на градилишту,
- пројекте са детаљима монтаже,
- употребу одговарајућих материјала за уградњу,
- преглед документације о квалитету на градилишту,
- преглед контроле квалитета изведених радова.

Само фирме са додијеленим RAL знаком квалитета овлашћене су за извођење ове уградње!



Слика 7 RAL знак за фирме које имају одобрење за RAL уградњу

Постоје три основна начина за уградњу столарије према RAL смерницама:

- уградња са бртвеним тракама са унутрашње и вањске стране и PUR пјеном у средини;
- уградња комбинацијом бртвених трака и мултифункционалних експандирајућих трака; и
- уградња са експандирајућим тракама „3 у 1“.

² RAL уградња прозора је стандард квалитета којег се треба придржавати приликом уградње модерних прозорских елемената. Иза самог стандарда стоји њемачки институт за сигурност и означавање робе RAL.



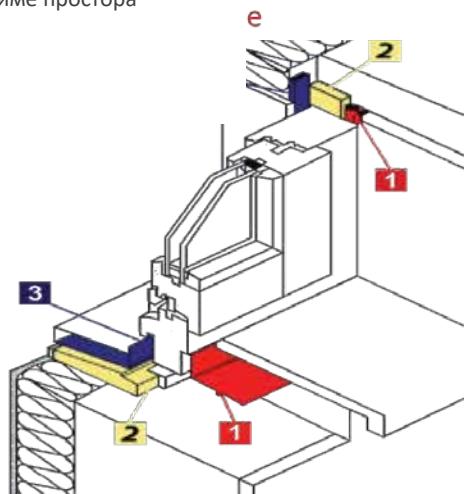
Слика 8 Материјали потребни за разне начине уградње столарије према RAL смјерницама

Нивои према RAL упутствима

- Унутрашњи ниво (1)
 - Одвајање од спољашње и унутрашње климе простора
 - Непропусно за влагу /пару
 - Непропустан за ваздух

- Средњи ниво (2)
 - Топлотна изолација
 - Правилно учвршћивање
 - Звучна изолација

- Вањски ниво (3)
 - Заштита од временских неприлика
 - Отпоран на кишу
 - Отворен за пролаз влаге /паре

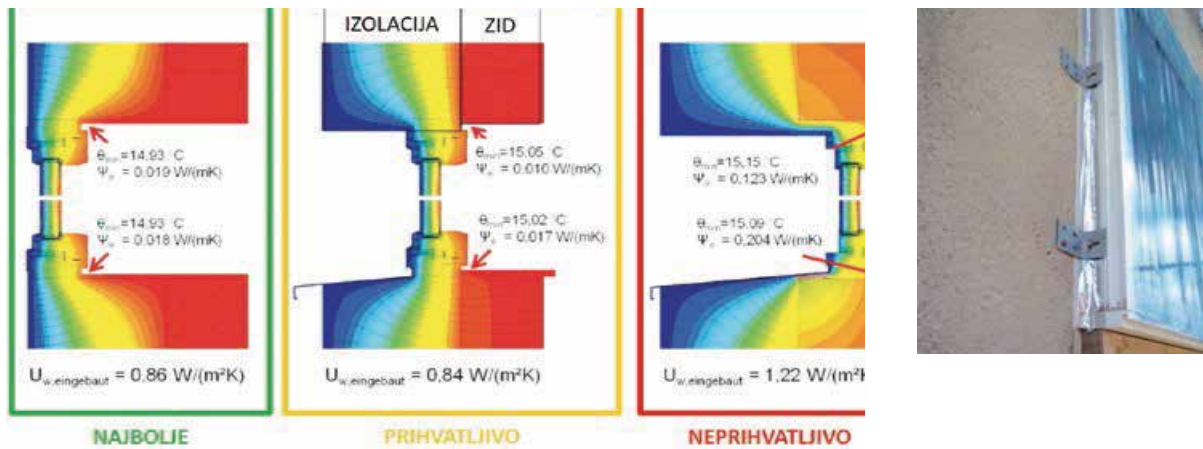


Слика 9 Нивои уградње столарије према RAL смјерницама

Што се тиче постизања што мањег утицаја топлотних мостова, положај прозора у зиду игра врло важну улогу. Зато приликом уградње треба да се води рачуна о положају прозора, како би се утицаји топлотних мостова свели на ми нимум. Постоје три начина постављања прозора у односу на попречни пресјек зида:

- постављање у равни са топлотном изолацијом,
- постављање у равни са спољашњом равнином зида,
- постављање у средини зида.

Најлошија варијанта је постављање прозора у средини зида, јер се тада стварају највећи топлотни мостови. Најбоља варијанта штапо се тиче топлотних мостова је постављање прозора у равнини са вањском равнином топлотне изолације, али у том случају потребни су посебни носачи за прозор.



Слика 10 Позиционисање прозора у односу на зид

Како би се осигурала квалитетна функција столарије у будућем коришћењу, код њеног уградњавања треба да се води рачуна о сљедећим битним елементима:

- међупростор између столарије и зида треба одржавати сувим,
- столарију треба поставити на најбољу линију изотерме,
- с унутрашње стране треба спријечити проток водене паре у изолацију (паронепропусна фолија изнутра према међупростору),
- са вањске стране треба спријечити улазак текуће воде или пробој кише (водонепропусност извана према међупростору),
- потребно је осигурати несметан излаз водене паре из међупростора у атмосферу (паропропусност из међупростора према напоље).

Припрема за уградњу RAL столарије

Сама припрема за уградњу столарије према RAL смјерницама подразумијева сљедеће кораке :

- вађење постојеће столарије, уколико се ради о њеној замјени;
- обрада шпалета – у идеалним околностима отвор треба да буде већи за 1цм у свим смјеровима од новог прозора;
- доношење одлуке о положају нових прозора;
- наруџба и испорука нових прозора;
- сушење и отпрашивање отвора;
- по потреби уградња носача прозора;
- припрема алата, прибора и материјала за уградњу (фолије, траке, пјене, вијци итд.);
- центрирање и механичко причвршћивање оквира прозора;
- сушење споја столарије и зида (међупростора);
- правилно позиционирање прозора.

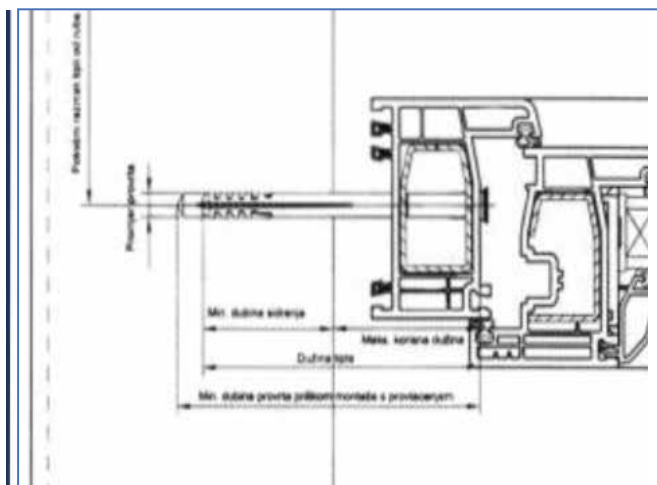
Како би се омогућила правилна уградња те остварила потребна зраконепопусност прозора, потребно је малтером припремити зидарске отворе (шпалете).



Слика 11 Правилно припремљен отвор за уградњу прозора

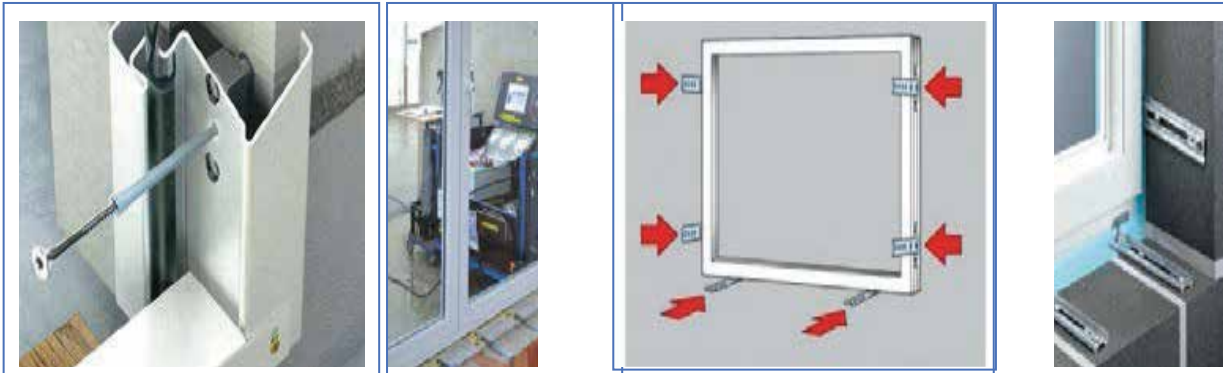
1.1.1 Центрирање и механичко причвршћивање прозора

Центрирање прозора врши се помоћу либеле и помоћних држача, такозваних „кајли“, које се након механичког причвршћивања прозора морају потпуно одстранити, јер имају само привремену улогу држања прозора у центрираном положају док се прозор механички не фиксира уз помоћ намјенских вијака. Прозор мора бити постављен вертикално, и мора да прати правац равни зида.



Слика 12 Центрирање и механичко причвршћивање столарије

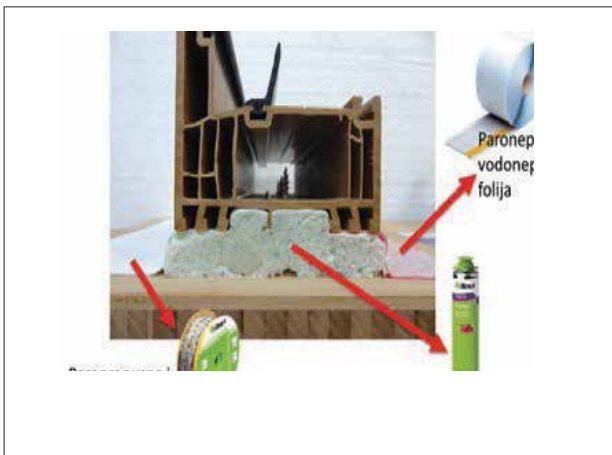
Механичко причвршћење прозора остварује се искључиво коришћењем вијака односно посебних профила за причвршћење прозора. PUR пјена и привремене „кајле“ немају апсолутно никакву улогу при механичком причвршћењу прозора.



Слика 13 Механичко причвршћивање прозора

1.1.2 Систем уградње са фолијама

Правилно постављање фолија је важно при уградњи столарије са фолијама. Са унутрашње стране односно из просторије се поставља паро- и водонепропусна фолија, како би се спријечио улаз влаге у простор између прозора и зида. Са вањске стране поставља се паро- и водонепропусна фолија која спречава улаз влаге са вањске стране у зид, истовремено допуштајући пропуштање мање количине водене паре из зида према вани. Ове фолије обично су различитих боја да би се лако разликовале при уградњи, и најчешће су самољепиве.



Слика 14 Исправан положај фолија



Слика 15 Постављање вањске паронепропусне и водонепропусне фолије



Слика 16 Изглед залијепљене парапропусно-водонепропусне фолије са вањске стране

Прије постављања, центрирања и механичког причвршћивања прозора, фолија се лијепи са једне стране оквира (зависно од тога да ли се ради о уградњи са унутрашње или спољашње стране). Затим се прозор поставља у отвор, центрира и механички причвршћује. Након причвршћивања прозора, друга фолија се поставља са спољашње стране и лијепи за зид и за оквир. Затим се простор између шпалета и оквира пуни PUR пјеном. Након што пјена експандира и вишак пјене се одстрани, унутрашња фолија која је већ прилијепљена на оквир лијепи се и на зид односно шпалетну.

1.1.3 Систем уградње са експандирајућим тракама

Експандирајуће траке "3 у 1" омогућују постизање задатих вриједности унутрашњег и спољашњег заптивања коришћењем само једне траке. Трака се на страну оквира столарије окренуто према зиду поставља пуном ширином, што осигурава одговарајућу водонепропусност, паронепропусност, те топлотну изолацију. Вријеме потпуне експанзије експандирајуће траке варира у зависности од температуре околине приликом монтаже. При топлијем времену, трака се експандира у року од неколико часова, док при хладнијем времену то траје неколико дана. При коришћењу експандирајућих трака потребно је да се слиједе упутства произвођача о оријентацији траке (унутрашња и спољашња страна).



Слика 17 Уградња столарије помоћу експандирајућих трака

1.1.4 RAL PVC летвице

Систем са RAL PVC летвицама користи се за побољшање ваздушне непропусности и водонепропусности већ уграђених прозора. На оквир прозора са унутрашње стране лијепи се водонепропусна и паронепропусна RAL летвица, а са вањске стране водонепропусна и паропропусна RAL летвица. RAL летвица осигурава правилан спој фасаде и прозора и омогућава несметано ширење и сужавање прозора усљед температурних промјена, без пуцања споја фасаде и прозора.

Летвице су конструисане и профилисане тако да могу да прихвате различите материјале, па тако постоје летвице за класични малтер, за фасаду од стиропора или камене вуне (са мрежом), за стаклену вуну, и за гипс-картонске плоче.



Слика 18 RAL PVC летвице

2 ОБНОВА ПОСТОЈЕЋИХ СТАРИХ ПРОЗОРА

Побољшању енергетске ефикасности стамбених зграда може да допринесе и обнова постојећих прозора. Постоји више начина обнове старих прозора у сврху побољшања њихових топлотноизолационих својстава. Један је инсталисање додатне изолације између прозора и зида, као нпр. додатних полистиренских панела или сличних материјала. Други начин је инсталисање нових прозорских стакала са ниским коефицијентом пролаза топлоте (U). Трећа опција је уградња нових прозорских оквира бољих топлотноизолационих карактеристика. Могу се инсталисати и нове ролетне или завјесе које доприносе смањењу губитака топлоте преко прозора. Уградња механизма за аутоматско затварање прозора такође може допринијети смањењу губитака топлоте, јер ће се прозори аутоматски затворити када је напољу хладно. Избор праве стратегије за обнову постојећих прозора зависиће од потреба, буџета и специфичности зграде.

У зависности од стања постојећих старих прозора, препоручују се сљедеће мјере побољшања њихових енергетских карактеристика:

- побољшање ваздушне непропусности прозора,
- замјена стакла на постојећим старим прозорима,
- уградња додатних прозорских крила на постојећи прозор.

2.1 Побољшање ваздушне непропусности прозора

Да би се смањила ваздушна пропусност старих прозора, препоручује се редовна замјена заптивки. Ова замјена би требала бити извршена најмање једном у четири године, јер заптивке губе своје карактеристике након неког времена чиме се ваздушна пропусност прозора повећава. То може довести до губљења топлотне енергије кроз прозоре, што се може ојетити кроз повећане трошкове гријања. Код одлучивања о замјени заптивки, потребно је користити одговарајуће заптивке које се прилагођавају величини жлијеба за заптивку и врсти материјала од којег су прозори направљени. У неким случајевима, стари дрвени прозори немају уграђене заптивке, али најчешће постоји довољно простора да се оне накнадно поставе.



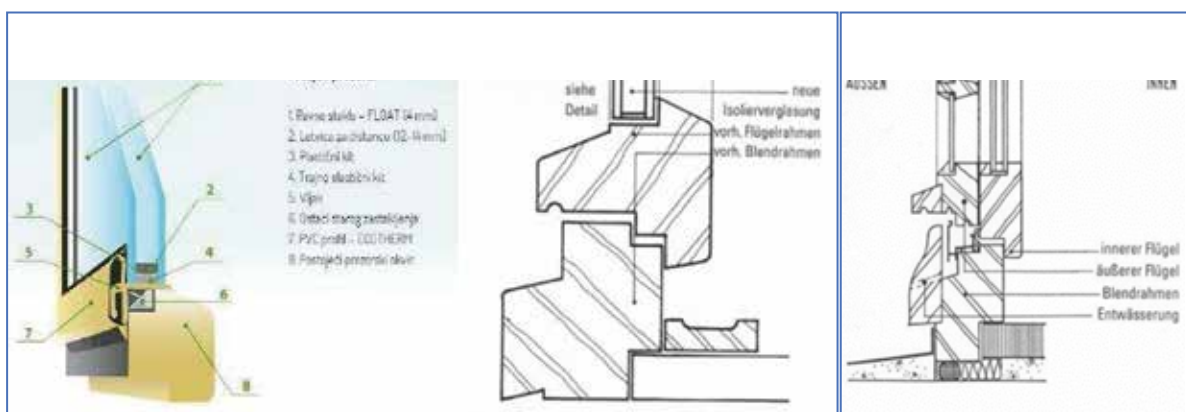
Слика 19 Накнадна уградња прозорских заптивки

2.2 Замјена стакла на постојећим старим прозорима

Један од начина да се побољша енергетска ефикасност прозора и допринесе смањењу губитака кроз прозоре је замјена једноструког стакла двоструким изо-стаклом³. Овај поступак се може применијени ако су оквири прозора у добром стању. Двоструко изо-стакло састоји се од двије равни стакла са изолационим слојем између њих. Овај слој изолације се обично састоји од аргона или криптона, а служи за смањење губитка топлоте кроз прозор. То значи да ће просторије бити топлије зими и хладније љети, што ће као резултат да доведе до мање потрошње енергије на гријање и хлађење. Осим тога, смањење потрошње енергије значи и смањење емисије штетних гасова у атмосферу, што је корисно за нашу животну средину.

Треба напоменути да је при замјени једноструког стакла са двоструким изо-стаклом потребно обратити пажњу на величину и облик оквира прозора. Двоструко изо-стакло мора да се на одговарајући начин уклопи у оквир прозора, и мора се осигурати да постоји довољно простора за кондензат који може да се створи. Такође, треба водити рачуна о врсти изо-стакла која се користи, јер постоје различите врсте тог стакла са различитим степеном изолације, па је битно да се одабере оно које најбоље одговара конкретним потребама.

Укратко, замјена једноструког стакла двоструким изо-стаклом је једноставан и ефикасан начин да се побољша енергетска ефикасност прозора и смањи потрошња енергије у просторијама. Замјена стакла може имати велики утицај на побољшање удобности и квалитет живота у згради. Уз побољшање топлотноизолационих карактеристика, стакла и прозори са ниским коефицијентом пролаза топлоте (U) могу значајно да допринесу смањењу трошкова гријања и хлађења зграде.



Слика 20 Замјена стакла уз додатни PVC-профил (лијево), замјена стакла директно на крилу једноструки прозор (средина), замјена стакла на крилу - двоструки прозор крило на крило (десно)

³ Изо (изолационо) стакло је стакло састављено од једне или више стаклених површина које су међусобно одвојене са једним или више херметички затвореним међупростором. Међупростор између стаклених површина може бити испуњен ваздухом или неким од инертних гасова. Главна карактеристика изо-стакла је да својом конструкцијом смањује топлотне губитке.

2.3 Уградња додатних прозорских крила на постојећи прозор

Постоји неколико начина за повећање енергетских карактеристика прозора без потребе за њиховом демонтажом, и то:

- **Додавање додатног стакла на постојеће прозорско крило:**

Уградњом додатног стакла на крила са једноструким остакљењем, вриједност коефицијента пролаза топлоте (U) може да се смањи и до 40%, уз предуслов да су оквири постојећих прозора чврсти и у добром стању. Препоручује се употреба стакла с „Low-E“ премазом (Low-E стакло⁴), а најбоље је да ово додатно стакло има могућност отварања „крило на крило“, слично као на двоструким прозорима.

- **Постављање прозорске фолије:**

Ефекат сличан ономе постигнутом додавањем додатног стакла може се постићи и са прозорском фолијом. Фолија се навлачи попут прилијепљеног филма са унутрашње стране преко цијелог прозора уз загријавање топлим ваздухом. Готово је невидљива, али је подложна оштећењу.

- **Уградња додатног прозора:**

Поред постојећег прозора са једноструким стаклом, са унутрашње стране шпалете уграђује се други прозор са изо-стаклом. Овај начин не мијења вањски изглед зграде, али значајно побољшава њену топлотну и звучну изолацију.

Наведене методе најчешће се примјењују у ситуацијама када је потребно задржати вањски изглед зграде, односно када се ради о заштићеним зградама културне баштине.

⁴ Low-E стакло је стакло на које је у току производње нанесен танки слој металног оксида. Тај метални оксид дјелује са спољашње стране као филтер који онемогућава пропуштање штетних UV зрака у просторију, док са унутрашње стране дјелује као рефлектор који рефлектује инфрацрвено (топлотно) зрачење натраг у просторију. Тиме се смањују губици топлоте кроз стакло за 70% у односу на класично једноструко стакло.

3 ОТВОРИ ОД ПРОФИЛИСАНОГ СТАКЛА ("КОПИЛИТ" СТАКЛА)

Профилисано стакло је стакло са савијеним рубовима, који стаклу дају облик профила. Ово стакло се производи у различитим ширинама (од 232 до 498 mm), и дебљинама (од 6 до 7 mm). Његове странице су високе 41 или 60 mm, а дужина може бити до 700 cm. Поред обичног профилисаног стакла, постоји и жичана варијанта која се такође производи у истим димензијама. Ово стакло се користи за остакљивање великих стаклених површина и индустријских објеката гдје је потребна природна дневна свјетлост.

Профилисано стакло се уграђује у посебне U профиле. Ово стакло се може уградити једнострано или двострано. При једностраној уградњи, елементи профилисаног стакла постављају се један поред другог, и спој се запуњује са трајно еластичном, силиконском, једнокомпонентном заптивном масом на бази ацетата. Овај спој се користи да би се постигла добра чврстоћа и отпорност на временске утицаје.

Код двостране уградње, стјенке профилисаног стакла улазе једна у другу и слажу се једна до друге док се не постигне жељена димензија или се не затвори отвор. Овај спој се користи да би се постигла добра чврстоћа и отпорност конструкције на временске утицаје, а такође и да би се смањио утицај топлотног моста.



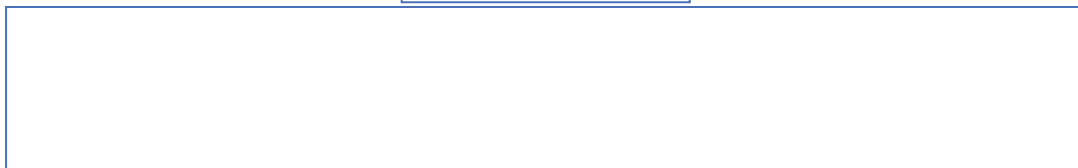
Слика 21 Изглед и примјена профилисаног стакла

Коефицијент пролаза топлоте (U) профилисаног стакла зависи од тога да ли је стакло једноструко или двоструко, односно постоје ли „Low-E“ премази на стаклу или не. Код зидова од профилисаног стакла посебну пажњу треба обратити на водонепропусност спојева и могућност изједначавања притиска, како би се избјегла кондензација унутра у конструкцији.

Унутрашња љуска	Вањска љуска	Дебљина	Врста остакљења	U [W/m ² K]
непремазано			Једноструко стакло	5,7
непремазано	непремазано		Двоструко стакло	2,8
непремазано	Солех премаз		Двоструко стакло	2,8
W1.7 премаз	непремазано		Двоструко стакло	1,8
W1.7 премаз	Солех премаз		Двоструко стакло	1,8
непремазано	непремазано	Око 40 mm	Двоструко стакло	1,5
W1.7 премаз	непремазано	Око 40 mm	Двоструко стакло	1,2

Табела 1 Декларисане вриједности коефицијента пролаза топлоте профилисаног стакла

С обзиром на незадовољавајуће вриједности коефицијента пролаза топлоте за једнострука и двострука профилисана стакла, произвођачи су развили профилисана стакла у која су уметнуте поликарбонатне плоче пуњене аерогелом (нпр. Пилкингтон Профилит пуњен с Лумира® аерогелом) који пропушта свјетлост, доприноси повећању звучне изолационе моћи те смањује ризик кондензације водене паре. Поликарбонатне плоче пуњене аерогелом могу бити дебљине 16 mm или 25 mm, а уграђују се у средину профилизованог стакла коришћењем специјалних копчи које омогућују придржавање плоча с аерогелом у току уградње и коришћења.



Слика 22 Побољшање топлотноизолационих карактеристика профилизованог стакла уметањем поликарбонатских плоча пуњених аерогелом

K 25/60 Series Profilit	Неизоливан – двоструко стакло	Двоструко стакло + Lumira® Aerogel Panel* 16 mm (прозиран)	Двоструко стакло + Lumira® Aerogel Panel* 25 mm (прозиран)
Ug вриједност [W/m ² K]	2,8	1,2	1,1
Пропуштање	70 %	50%	38%
g-вриједност Solar Heat Gain Coeff. (SHGC) Coeff. (SHGC) (NFRC 200)	0,63	0,42	0,31

Табела 2 Карактеристике профилизованог стакла са уметнутим поликарбонатским плочама пуњеним аерогелом

Код профила за оквир отвора од профилизованог стакла, постоји разлика између алуминијумских профила са прекидом топлотног моста те оних без прекида топлотног моста. Може да се бира између оквира с дубином инсталације од 60 mm и оних са дубином инсталације од 83 mm, а избор зависи од профила стакла који се користи.

Узимајући у обзир помјерања конструкције, оквир се мора учврстити у конструкцију помоћу прикладних учвршћујући елемената и материјала за фугирање.



Слика 23 Детаљ постављања оквира код отвора са профилисаним стаклом

Б.

**ПОСТАВЉАЊЕ
ТОПЛОТНЕ
ИЗОЛАЦИЈЕ
НА ВАЊСКОМ
ОМОТАЧУ
ЗГРАДА**

1 ИЗОЛАЦИЈА ВАЊСКИХ ЗИДОВА



Слика 24 Фасада зграде

Вањски зидови стамбених зграда су изузетно важни због сљедећих разлога и функција које испуњавају:

- **Изолација:** Вањски зидови играју кључну улогу у тоplotној изолацији зграде. Добра тоplotна изолација спречава губитак тоplotе из зграде зими и улазак врућине у зграду љети, што помаже у одржавању угодне температуре у унутрашњости зграде и смањењу потрошње енергије.
- **Звучна изолација:** Вањски зидови такође играју улогу у звучној изолацији зграде, што значи да спречавају улазак или излазак звука из зграде. Ово је важно за стварање угодног и мирног окружења у унутрашњости зграде.
- **Естетика:** Вањски зидови су један од највидљивијих дијелова зграде, па је важно да изгледају естетски привлачно. Они могу да се обложе различитим материјалима као што су камен, опека или други материјали за фасаде, што може да допринесе естетском изгледу зграде.
- **Одрживост:** Вањски зидови такође играју улогу у одрживости зграде. На примјер, за облагање зидова могу да се користе материјали са ниским утицајем на животну средину, што доприноси очувању животне средине. Осим тога, вањски зидови могу бити опремљени са соларним панелима или другим технологијама за производњу обновљиве енергије, што такође доприноси одрживости зграде.

Укратко, вањски зидови стамбених зграда су изузетно важни због своје улоге у постизању тоplotне и звучне изолације, естетике и одрживости зграде.

Добра тоplotна изолација вањских зидова стамбених зграда важна је из сљедећих разлога:

- **Смањење потрошње енергије:** Добра тоplotна изолација спречава да се тоplotна енергија губи кроз вањске зидове зграде. То значи да се мање енергије троши на гријање или хлађење зграде, што доводи до смањења потрошње енергије и нижих рачуна за струју и тоplotну енергију.
- **Побољшање удобности:** Добра тоplotна изолација спречава да се унутра у згради ствара велика разлика у температури између вањског и унутрашњег ваздуха. То значи да ће унутра у згради бити угодније и да неће бити хладно или вруће, што је посебно важно у зимским мјесецима или врућим љетним данима.

- **Штедња новца:** Као што је наведено, смањење потрошње енергије доводи до нижих рачуна за струју и топлотну енергију, што значи да ће се на мјесечном нивоу уштедјети новац. Осим тога, добра топлотна изолација може да продужи животни вијек разних пећи, гријалица и клима уређаја који се користе у згради, што такође доводи до уштеда новца на дужи рок.
- **Одрживост:** Добра топлотна изолација доприноси смањењу емисије гасова стаклене баште, што је важно за очување животне средине и борбу против климатских промјена.

Укратко, добра топлотна изолација вањских зидова зграда намјењених становању је важна због смањења потрошње енергије, побољшања удобности, штедње новца и одрживости.

1.1 Врсте топлотне изолације

Топлотне изолације разликују се према мјестима уградње и врсти топлотноизолационих материјала. Према мјесту уградње разликујемо сљедеће врсте изолације:

- изолација темеља и темељних плоча,
- изолација подних плоча,
- изолација зидова у додиру са тлом,
- изолација подножја зграда односно дијелова зграда који су изложени прскању и утицају воде и механичким оштећењима,
- изолација зидова,
- изолација косих кровова,
- изолација равних кровова, итд.

Топлотне изолације дијеле се и према врстама топлотноизолационих материјала од којих се састоје. У односу на поријекло сировине за њихову производњу, топлотноизолациони материјали дијеле се у сљедеће групе:

1. **топлотноизолациони материјали минералног поријекла: камена и стаклена вуна;**
2. **топлотноизолациони материјали органског поријекла:**
 - полимери: експандирани полистирен, екструдирани полистирен, полиуретан;
 - природни материјали: трска, конопља, дрвена влакна с минералним везивом, рециклажна целулоза, плуто, животињска длака (овчја вуна);
3. **топлотноизолациони мортви и бетони: EPS бетони⁵ и плино (пјено) бетони;**
4. **специјални топлотноизолациони материјали: вакумске изолације, аерогел, транспарентне апсорпцијске плоче.**

Најчешће заступљени топлотноизолациони материјали за изолацију вањског омотача зграда су минералне вуне и полимери (стиропори).

Минералне вуне (MW)

Минерална вуна може бити камена и стаклена. Састоји се од фино нарезаних минералних влакана, која су изузетно ефикасна у спречавању пролаза топлоте. Минерална вуна је изузетно погодна за топлотну изолацију због својих термичких карактеристика и способности да се током времена не мијења.

Постоји неколико предности коришћења минералне вуне за топлотну изолацију, и то:

Добра топлотна изолативност: Минерална вуна је изузетно ефикасна у спречавању пролаза топлоте, што значи да се за гријање или хлађење зграде троши мање енергије.

Звучна изолативност: Минерална вуна такође добро изолује звук, што значи да спречава улазак или излазак звука из зграде.

Отпорност на ватру: Минерална вуна је изузетно отпорна на ватру и не гори, што овај материјал чини сигурним за употребу.

Рециклабилност: Минерална вуна може да се рециклира и поново користити за производњу нових производа, што овај материјал чини одрживим.

⁵ EPS бетон је лагани бетон на бази гранула експандираног полистирена (стиропора). Састав: цемент, EPS у гранулама, пијесак, вода, адитив.



Слика 25 Камена вуна



Слика 26 Стаклена вуна

Остале предности минералних вуне су:

- мала густоћа,
- велики температурни интервал примјене (до 7000C),
- минимално ослобађање отровних гасова при горењу,
- висока паропропусност (коэффициент паропропусности $\mu \approx 1,1$),
- занемарив температурни рад (0,05 mm/m/1000C),
- отпорност на старење, распадање, дробљење, инсекте и микроорганизме.

Иако има много предности, постоје и недостаци коришћења минералне вуне за топлотну изолацију, и то:

Висока цијена: Минерална вуна је релативно скуп материјал, што може бити проблем за оне који желе да своје зграде изолују што јефтиније.

Тешкоће при уградњи: Минерална вуна мора да се уграђује у посебним плочама или омотима, што може да буде тешко и да код уградње захтијева стручну помоћ.

Могућност проузроковања алергија: Минерална вуна садржи фина влакна која лако могу да се распрше у ваздуху, што може да изазове алергијске реакције код неких људи, посебно код оних са осјетљивим дисајним путевима.

Ограничена употреба у неким земљама: У неким земљама постоје закони који ограничавају употребу минералне вуне због могућности њеног штетног утицаја на животну средину.

Ипак, за оне који желе квалитетну топлотну изолацију и спремни су да плате више, минерална вуна је одличан избор.

Полимери (стиропори)

Полимери су материјали који се такође користе за топлотну изолацију. Постоје двије врсте полимера – експандирани полистирен (EPS) И екструдирани полистирен (XPS). Састоје се од fine пјене од полистирена, која је изузетно добра у спречавању пролаза топлоте. Полистирен се обично користи у облику плоча или блокова, који се постављају између вањског и унутрашњег зида зграде.

Постоји неколико предности коришћења полистирена за топлотну изолацију, и то:

Добра топлотна изолативност: Полистирен је изузетно ефикасан у спречавању пролаза топлоте, што значи да се за гријање или хлађење зграде троши мање енергије.

Лаган и једноставан за уградњу: Полистирен је изузетно лаган материјал, једноставан за уградњу. Може лако да се реже и прилагођава различитим облицима зида, што га чини погодним за коришћење у различитим ситуацијама.

Ниска цијена: Полистирен је релативно јефтин материјал, што ову врсту топлотне изолације чини доступном за већину људи.

Отпорност на влагу: Полистирен је отпоран на влагу, што значи да се неће распасти или пропадати у случају да дође до цурења или продирања воде.

Један од основних недостатака полистирена је ослобађање отровних гасова код појаве пожара. Иако су полистирени у принципу незапаљиви, они секод појаве пожара капљично распадају и ослобађају отровне гасове, што подстиче ширење пожара и доводи до негативних посљедица на здравље људи.

Због тога се примјени полистирена за изолацију зграда намјењених становању мора пажљиво приступити.



Слика 27 Врсте полистирена

Генерално, према начину извођења топлотноизолационе фасаде на вањским зидовима могу бити:

- **Фасаде без ваздушног слоја:**

- фасаде са термичким малтером,
- компактни термизолациони систем (ETICS),
- фасаде са вањском облогом,

- **Фасаде са ваздушним слојем (вентилирајуће фасаде).**

У пракси су најчешће заступљени вањски топлотноизолациони повезани (компактни) системи (ETICS), и у даљем тексту ће ови системи бити детаљније обрађени.

1.2 Вањски топлотноизолациони повезани систем (ETICS)

ETICS (енгл. *External Thermal Insulation Composite System*) је систем топлотне изолације вањских зидова зграде. Према БиХ стандардима BAS EN 13499 и BAS EN 13500, дефиниција ETICS-а је сљедећа:

ETICS је на градилишту изведен систем који се састоји из фабрички произведених компоненти. Испоручује се од произвођача као потпуни систем и садржава минимално сљедеће систему прилагођене компоненте:

- малтер за лијепљење,
- топлотноизолациони материјал,
- типлови за механичко повезивање,
- малтер за арматурни слој,
- стаклену мрежицу,
- завршно-декоративни слој.

Све компоненте система се бирају у зависности од специфичности система и подлоге.

Циљ примјене ETICS система је смањење топлотних губитака из зграде и смањење потребе за гријањем или хлађењем, што доводи до нижих рачуна за енергију и мањег утицаја на животну средину.

Постоје неколико предности коришћења ETICS система:

Побољшање топлотне изолативности: ETICS систем побољшава топлотну изолативност зграде, што значи да се мање енергије троши за гријање или хлађење.

Смањење емисија угљендиоксида: Смањењем потребе за гријањем или хлађењем, ETICS систем такође смањује емисије угљендиоксида, што позитивно утиче на животну средину.

Естетски изглед: ETICS систем омогућава постављање различитих врста фасада и малтера, што значи да зграда може да се прилагоди жељеном естетском изгледу.

Једноставност уградње: ETICS систем може лако да се угради и не захтијева велике грађевинске радове.

Јасне процедуре контроле квалитета: Процедуре и стандарди квалитета појединих компоненти и цијелог система јасно су дефинисани и стандардизовани.

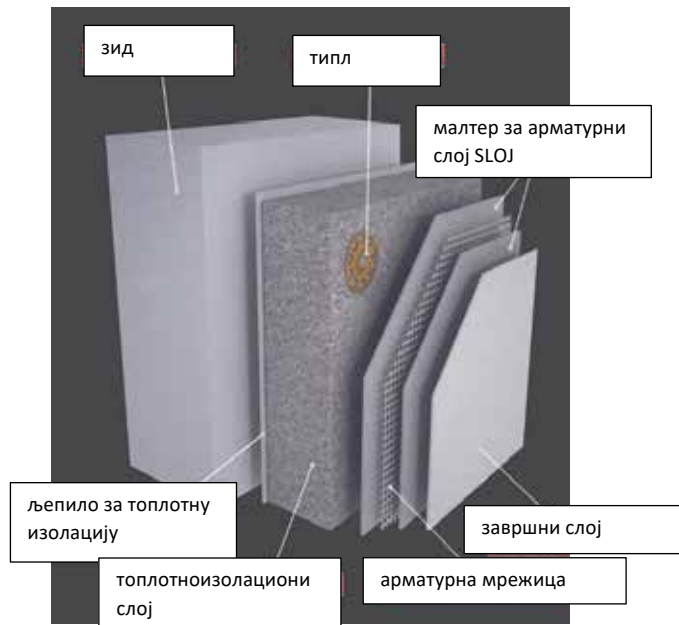
Потврду квалитета комплетног система даје произвођач система. Европска организација за техничка допуштења (EOTA) за испитивање и оцјењивање ETICS система одобрила је смјерницу ETAG 004 (енгл. *European Technical Approvals Guideline - ETAG*). У овој смјерници прописани су сви референтни документи за испитивање и захтјеви које ETICS системи морају да испуне, методе испитивања и оцјењивања, начини надзора фабричке контроле производње, начин означавања, те вријеме важења документа.

Како би се осигурала функционалност ETICS-а, важна је савршена усклађеност свих компонената система, те стручно планирање и извођење у сљедећим фазама израде:

- провјера и процјена подлоге,
- припрема подлоге, и
- извођење ETICS система.

1.2.1 Основне компоненте ETICS система

Основне компоненте ETICS-а приказане су на наредној слици.



Слика 28 Основне компоненте ETICS-а

1.2.1.1 Љепило

За лијепљење се користе готови, фабрички припремљени полимер-цементни малтери или пастозно дисперзионо љепило. Сврха ових производа је да осигурају добру приоњивост на различитим подлогама и да створе чврсту везу између подлоге и топлотноизолационог материјала. Прописи налажу да чврстоћа приоњивости између љепила и подлоге не смије бити нижа од 80 kPa.

У посљедње вријеме на тржишту се појављују једнокомпонентна љепила за причвршћивање топлотноизолационих плоча од EPS-а, XPS-а и MW-а, произведена на бази полиуретана. Примјер таквог љепила је полиуретанско љепило за причвршћивање EPS плоча. Ово љепило може се користити само у Ceresit VWS Express ETICS систему, осим ако произвођач система не наведе другачије. Овај производ се може користити за постављање EPS плоча на нове зграде или за обнову топлотне изолације на постојећим зградама.

ETICS системи се могу и додатно механички учврстити у случају да су изложени великим оптерећењима вјетром или код специфичних подлога и завршних радова. Механичко причвршћивање такође повећава стабилност фасаде у случају пожара. Приликом избора љепила важно је да се води рачуна о пропусности водене паре кроз изолацију зидова, како би се спријечило да љепило блокира излазак водене паре из зида. Постоје љепила која су прилагођена одређеним подлогама, попут љепила за битуменску подлогу за примјену XPS-а или љепила за дрвену подлогу. У сваком случају, потребно је консултовати произвођача ETICS-а како би се утврдило која љепила су компатибилна са одабраним ETICS системом и која истовремено задовољавају посебне захтјеве у погледу пропусности водене паре и подлоге.

1.2.1.2 Топлотноизолациони слој

Функција топлотноизолационог материјала је смањење губитка топлоте кроз зидове зими и спречавање прекомјерног загријавања конструкције и унутрашњости зграда љети. Најчешће коришћени топлотноизолациони материјали у ETICS системима су:

- **Експандирани полистирен (EPS) који испуњава захтјеве стандарда BAS EN 13163;**
- **Минерална вуна (MW) (плоче и/или ламеле) која испуњава захтјеве стандарда BAS EN 13162.**

Полистирен спада у групу пјенастих пластичних материјала. Потребна је врло мало енергије за његову производњу. Производи се дјеловањем водене паре и средства за пјењење од стирена које се назива полистиренска пјена. Полистирен садржи око 98% ваздуха.

Процес производње EPS-а укључује сљедеће кораке: предекспандирање (загријавање воденом паром које омекшава матрицу полистирена и шири пентан (специјално средство за надувавање) што резултира повећањем обима за 50-60 пута), кондиционисање или стабилизацију (добивање потребне механичке чврстоће и димензионалне стабилности), и обликовање (вакумирање, запаривање и хлађење у калупима) у блокове који се режу загријаном жицом.

Процес производње XPS-а (који је доступан у различитим бојама, али има мању порозност, већу густоћу и чврстоћу на притисак, те не апсорбира водену пару) укључује топљење компактних гранула полистирена у екструдеру, експандирање масе, истискивање под притиском, и хлађење.

Камена вуна се добива топљењем стијена еруптивног и седиментног поријекла у куполној пећи на температури изнад 1500°C. Најчешће се користе доломит и дијабаз са додацима кокса, противпрашног уља и везива. Готови производи за високоградњу доступни су у облику плоча, док се дио програма за техничке изолације испоручује у облику филчева и плоча.

Сировине за производњу стаклене вуне су стаклени лом и основне сировине за производњу стакла (кварцни пијесак, вапненац, сода, итд.). Производња се одвија уз помоћ сличне технологије као код производње камене вуне. Готови производи се углавном испоручују у облику филчева, али и плоча.

Топлотноизолациони материјал	Предности	Недостаци
Минерална вуна	<ul style="list-style-type: none"> • Паронепропусност • Ватроотпорност • Звучна изолација 	<ul style="list-style-type: none"> • 15-30% скупља од EPS-а • Захтијевније извођење • Опасност од навлаживања
EPS	<ul style="list-style-type: none"> • Нижа цијена материјала • Једноставно извођење • Већи избор завршних слојева 	<ul style="list-style-type: none"> • Лошија паронепропусност • Слабија звучна изолација • Неотпорност на пожар

Табела 3 Предности и недостаци минералне вуне (MW) и EPS-а

У подручју подножја изложених прскању воде и јачим ударним оптерећењима користи се екструдирани полистирен (XPS) у складу са захтјевима стандарда BAS EN 13164.

За примјену у ETICS-у могу да се користе и остали топлотноизолациони материјали као што су плута, полиуретанске (PUR) плоче, плоче од лаганих дрвених влакана, и конопља. Њихова примјена није обухваћена важећом техничком регулативом.

Основна карактеристика топлотноизолационих материјала је коефицијент топлотне водљивости λ (W/mK). Топлотна водљивост је способност материјала да проводи топлоту. Изражава се у јединици W/(m·K) и означава колико топлоте (W) материјал може пропустити у једном метру дужине у времену од једног часа, када је разлика температуре између двије стране материјала један степен Целзијуса /Келвина. Што је топлотна водљивост материјала нижа, то је материјал бољи изолатор. Већина топлотноизолационих материјала има релативно ниску топлотну водљивост, што их чини погодним за изолацију. Међутим, топлотна водљивост појединих материјала се разликује, па је важно да се одабере прави материјал за одређену намјену.

Коефицијент пролаза топлоте (U) означава количину топлоте (W) која може проћи кроз 1 m² површине у времену од једног часа, када је разлика температуре између двије стране зида један степен Целзијуса /Келвина. Овај коефицијент односи се на цијелу зидну конструкцију, укључујући и зидне материјале, спојеве између њих и евентуалне додатне слојеве попут топлотне изолације. Што је коефицијент пролаза топлоте нижи, то је конструкција бољи изолатор и кроз њу ће проћи мање топлоте. Укупан коефицијент пролаза топлоте за цјелокупну структуру зида према важећим правилницима за вањске зидове мора бити максимално 0,35 W/m²K.

Коефицијент пролаза топлоте користи се за одређивање топлотних карактеристика зграда, и за избор одговарајуће топлотне изолације. Прописи о градњи обично дефинишу минималне захтјеве за овај коефицијент за различите врсте зграда и климатске зоне.

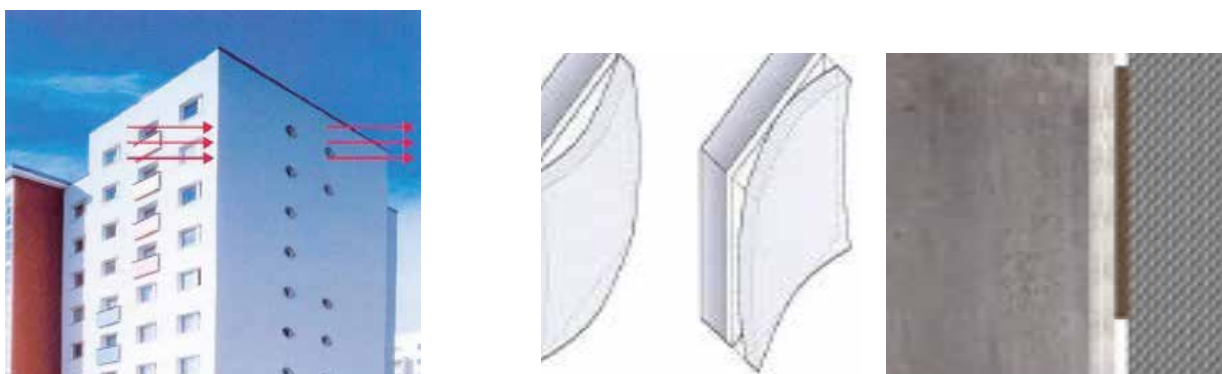
Топлотно изолациони материјал	Топлотна водљивост λ (W/mK)	Потребна дебљина за U=0,35 W/m ² K (cm)
Камена вуна	0,035 до 0,050	9-11
EPS-стиропор (бијели, сиви-графитни)	0,031 до 0,040	9-10
XPS екструдирана полистиренска пјена	0,030 до 0,040	8-10
Тврда полиуретанска пјена	0,020 до 0,040	7-9
Дрвена вуна	0,065 до 0,09	16-20
Експандирани перлит	0,040 до 0,065	10-16
Експандирана плута	0,045 до 0,055	11-14
Овчја вуна	0,040	10-11
Слама	0,090 до 0,130	20-35

Табела 4 Коефицијенти пролаза топлоте за поједине топлотноизолационе материјале

1.2.1.3 Типлови

Главна функција типлова је да притисну плоче према зиду и да преузму силу чупања вјетра. Типлови никада не смију бити оптерећени тежином фасадног система.

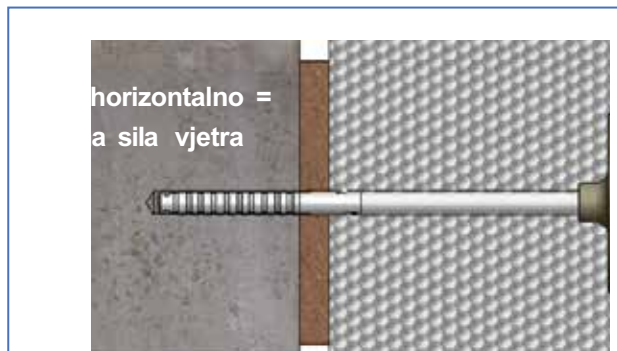
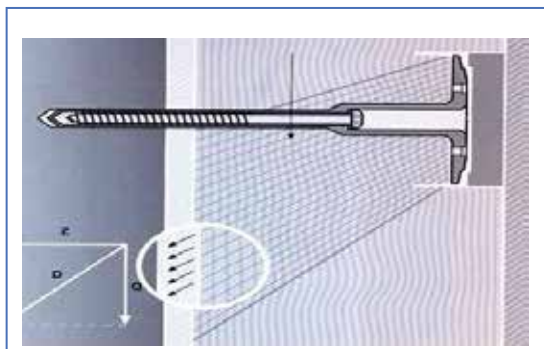
Типлове треба користити у ситуацијама када су зграде изложене јаким вјетровима, израженим хигротермичким условима (вруће-хладно), и када је постојећа подлога на згради лоша (нпр. стара неносива фасада).



Слика 29 Јако дејство вјетра (лијево), изражени хигротермички услови – вруће/хладно (у средини), стара неносива фасада (десно)

Типлове није потребно постављати за ETICS са EPS плочама или MW ламелама у сљедећим случајевима:

- на новим зградама нижим од 20 m,
- у зонама са референтним брзинама вјетра мањим од 30 m/s,
- код танкослојних фасадних система код којих је укупна дебљина арматурног и завршног слоја мања од 8 mm.













Слика 30 Начини дјеловања типла (лијево), силе које дјелују на типлове (десно)

Усисна сила вјетра се преко тањира типла преноси на зону сидрења која ту силу преноси у носиву подлогу. **Због тога само типлови са јаким сидрењем и довољно чврстим тањиром могу да испуне захтјеве квалитетног ETICS система.**

У зависности од подлоге користе се разне врсте типлова

		Врсте типлова		
Врста подлоге		Са пластичним трном	Са челичним трном	Са челичним вијком
A) <u>Beton</u>		0,15	0,90	1,50
B) <u>Puna опека</u>		0,15	0,90	1,50
C) <u>Blok опека</u>		0,15	0,60	1,20
D) <u>Lagani beton</u>		0,00	0,00	0,90
E) <u>Porasti beton</u>		0,00	0,00	0,75
		Карактеристична носивост (kN)		
Вриједности из Техничког допуштења у складу с ETAG 014				

Слика 31 Врсте и носивост типлова у зависности о врстама подлоге, према ETAG 014

Врсте типлова			
Vrsta podloge	S plastičnim trnom	Sa čeličnim trnom	Sa čeličnim vijkom
A) Beton 	 		
B) Puna opeka 			
C) Blok opeka 			
D) Lagani beton 			
E) Porasti beton 			
Drvo, ploče (GK, OSB...), lim i sl. 			

Слика 32 Прхватљивост различитих врста типлова у зависности од врсте подлоге, према ETAG 014

1.2.1.4 Арматурни слој



Слика 33 Приказ арматурног слоја у ETICS систему

Арматурни слој је најважнији дио ETICS система, јер обезбјеђује отпорност система на спољашње утицаје, па га је потребно наносити пажљиво и строго поштујући правила струке. Арматурни слој система састоји се од алкално отпорне стаклене мрежице утиснуте у малтер арматурног слоја, састављен од полимер-цементног или пастозног дисперзионог љепила.

Функција арматурног слоја је спречавање појаве пукотина због механичких и хигротермичких напона насталих због изложености ETICS система атмосферским утицајима, механичким ударима и површинским напонима. Карактеристике арматурног слоја морају да задовољавају високу флексибилност како би се премостили сви наведени напони, те високу водоотпорност и паропропусност како би се током цијеле године спријечио настанак кондензата у унутрашњости конструкције. У испуњењу тих захтјева арматурни слој заједно са завршно-декоративним слојем има најважнију улогу.

1.2.1.5 Арматурна мрежица

Арматурна фасадна мрежица која се користи за израду танкослојне фасаде, може да буде направљена од пластификованих стаклених влакана, док се за израду дебелослојне фасаде употребљава метална мрежица од поцинчаног челика.

Текстилно-стаклена мрежица мора имати површинску масу од минимално 145 g/m² уз ширину отвора од 3-5 mm и мора бити алкално постојана, док остали захтјеви квалитета стаклене мрежице која се може уградити у ETICS систем морају бити усклађени са законом о грађевинским производима.



Слика 34 Фасадне текстилно-стаклене мрежице за арматурни слој

1.2.1.6 Завршно-декоративни слој

Завршно-декоративни слоје представља најотпорнији дио фасадног система, јер је изложен сталним утицајима из околине. Функција овог слоја је да штити фасадни систем од спољашњих утицаја, да обезбиди естетску вриједност згради, и да омогући њену дуготрајну употребу. Завршно-декоративни слој мора да има одређене механичке карактеристике, као што су отпорност на хабање и ударце те отпорност на временске прилике и UV зраке. Такође, мора бити отпоран на хемијске утицаје из околине и биолошке агенсе, јер фасаде су подвргнуте сталном влажењу, кишама које садрже хемикалије, биолошким агенсима, температурним промјенама, и механичким оштећењима. Завршни слојеви такође дају естетску љепоту згради.

Завршно-декоративни слој ETICS система састоји се од основног премаза и завршног декоративног малтера. Овај малтер може бити:

- **племенити минерални,**
- **силикатни,**
- **силикатно-силиконски,**
- **силиконски, и**
- **акрилни.**

Функција завршно-декоративног слоја ETICS система је заштита подлоге од временских утицаја, учвршћивање система, и обликовање естетике фасаде. Завршни слој је одговоран за пропусност и хидрофобност односно способност фасаде да пропушта или не пропушта водену пару, те за рефлексију сунчеве свјетлости. Еластичност и чврстоћа завршног слоја су важни за везање на базу и отпорност на механичке напоне, док је осјетљивост на временске услове важна приликом уградње. У квалитетном завршном слоју сви ови елементи су подешени тако да се постигне дуготрајна и квалитетна заштита фасаде. Завршни слојеви разликују се у:

- **саставу,**
- **пропусности,**
- **хидрофобности,**
- **степену рефлексије,**
- **еластичности и чврстоћи,**
- **способности везања на базу, и**
- **осјетљивости на временске услове приликом уградње.**

Фасадни завршни слојеви или малтери морају да осигурају:

- ниску вриједност коефицијента апсорпције влаге (w) која мора бити мања од 0,5 kg/m² у 24 часа, чиме се спречава влажење осталих компоненти у ETICS систему;
- ниску вриједност коефицијента паропропусности (μ), чиме се спречава појава кондензовања влаге испод завршног слоја.

Постоји неколико различитих типова структуре и изгледа завршних слојева ETICS система, у зависности од величине гранулације пијеска и везива који се користе. Гранулације од 1 mm, 1,5 mm, 2 mm и 3 mm могу да се користе у структури "kratz" ("reib" или "corn to corn"), док се гранулације од 2 mm и 3 mm могу користити у структури "rillen" или "црвуљаста" (понекад се таква структура једноставно назива "структурна"). Танкослојни завршни слојеви могу бити акрилни, силикатни или силиконски, али су се са развојем технологије појавиле и модерне врсте завршних слојева са бољим карактеристикама и "паметним" технологијама заштите и самоочишћења.

Боја завршног слоја је ствар индивидуалне перцепције и може се разликовати у зависности од неколико фактора, и то:

- На нијансу боје могу утицати гранулација и структура завршног слоја, јер различите структуре могу да рефлектују свјетлост на различите начине. Завршни слојеви са већим гранулацијама пијеска оптички ће бити тамнији од оних са мањим гранулацијама, јер ће стварати сјене и бразде.
- Угао гледања и удаљеност такође могу да утичу на перцепцију боје, јер се фасадне површине и њихове нијансе боја могу видјети на различите начине, зависно од удаљености и угла гледања.
- Околина и свјетлост такође могу да утичу на перцепцију нијанси боје, јер различити типови свјетлости и њихов интензитет, промјене и кретање током дана могу да утичу на то како се боја перципира.
- На перцепцију нијанси боје такође може да утиче околина у којој се предмет налази, па тако предмети окружени зеленом природом могу да рефлектују зелени тон, а на свјетлијим површинама може доћи до оптичке илузије промјене тона боје.

Треба имати на уму да уградња интензивних боја може да утиче на топлотно оптерећење завршног слоја. Тамније нијансе боја склоније су апсорпцији више топлоте у односу на свјетлије, што може довести до већих напона на фасади због изложености сунчевом зрачењу током дана и хлађења ноћу (као и током дана због нагле кише).

Зато се у системима топлотне изолације фасада не препоручује коришћење интензивних тамних нијанси боја.

33°C	38°C	40°C	46°C	47°C
47°C	50°C	54°C	56°C	64°C

Слика 35 Различите температуре код различитих боја завршног слоја код истих вањских околности

Код избора завршног декоративног слоја потребно је да се води рачуна о степену рефлексије. Степен рефлексије фасаде означава количину свјетлости која се рефлектује са површине фасаде у односу на количину свјетлости која падне на ту површину. Изражава се у процентима и одређује се мјерењем количине свјетлости која се рефлектује са површине и количине свјетлости која падне на ту површину. Степен рефлексије фасаде може имати утицај на топлотнотинамичке карактеристике фасаде и њену способност да одражава или апсорбује топлоту. Тамније површине су склоније апсорпцији топлоте, док су свјетлије површине склоније рефлексији топлоте.

Вриједност степена рефлексије би требала да буде наведена у тон-картама произвођача уз сваку нијансу боје. Што је та вриједност нижа, нијанса је тамнија а фасада се више загријава, чиме се повећавају топлотна оптерећења у арматурном и завршном слоју те ризик појаве пукотина. Како би се смањило ризик стварања пукотина, степен рефлексије (зависно од врсте везива завршно-декоративног слоја) мора да буде:

- ≥ 25 за акрилатне и силиконске малтере,
- ≥ 30 за силикатне малтере,
- ≥ 50 за племените танкослојне минералне малтере (1,5 до 4 m).

Исто важи и за вањске фасадне боје на завршно-декоративним малтерима.

1.2.2 Врсте подлога

1.2.2.1 Нове неомалтерисане подлоге

За доношење ETICS-а погодне су следеће подлоге:

- пуна и шупља опека, усклађена са стандардима BAS EN 771-1 и BAS EN 771-3;
- шупљи и пуни блокови (од летећег пепела и агрегата), усклађени са стандардима BAS EN 771-3;
- бетон, усклађен са стандардом BAS EN 206-1;
- поробетон, усклађен са стандардом BAS EN 771-4;
- блокови од цементно-везане дрвене струготине са бетонским језгром, са или без интегрисане додатне изолације, усклађени са стандардом BAS EN 15498.

1.2.2.2 Старе омалтерисане подлоге

Провјера и припрема подлоге на којој ће се поставити ETICS систем од пресудне су важности. Потребно је обратити нарочиту пажњу на евентуалне мјере третирања подлоге како би се осигурало да је подлога спремна за постављање ETICS-а. Ако је потребно, подлога се може и додатно механички причврстити како би се осигурало да је ETICS систем добро причвршћен. Ове мјере третирања подлоге и начин на који се ETICS систем причвршћује на подлогу описани су у *Поглављу 1.2.4 - Припрема подлоге*.

1.2.2.3 Лагане грађевинске плоче и дрвене подлоге

Ове подлоге укључују широку палету различитих производа. За све те производе важно је да су заштићени од влаге, будући да влага може проузроковати њихово:

- бубрење,
- смањење чврстоће, и
- помицање плоча проузрокујући штете.

1.2.2.4 ETICS подлога

Просјечна дебљина изолације у ETICS системима прве генерације, који су се почели користити средином 1970-их до почетка 1990-их година, била је 5 до 6 cm или чак мање. Данас је статистички гледано просјечна дебљина изолације у свим врстама ETICS система већа и износи око 10 cm. Извођење новог ETICS система на постојећи ETICS систем обично се препоручује у следећим ситуацијама:

- дебљина постојећег ETICS система је недовољна,
- на постојећем ETICS систему видљиви су спојеви изолационих плоча или типлови,
- постоје велики губици топлоте путем линијских или тачкастих топлотних мостова,
- због пренамјене зграде потребно је повећати механичку отпорност фасаде,
- структуру и боју зграде потребно је редизајнирати,
- на постојећем ETICS систему постоје пукотине и/или љуштење фасаде.

1.2.2.5 Друге подлоге

Сљедеће врсте плоча такође могу бити коришћене као подлога за постављање ETICS система:

- OSB6 плоче (плоче с усмјереним влакнима),
- цемент-влакнасте плоче, и
- гипс-влакнасте плоче.



Слика 36 Кућа обложена OSB-плочама

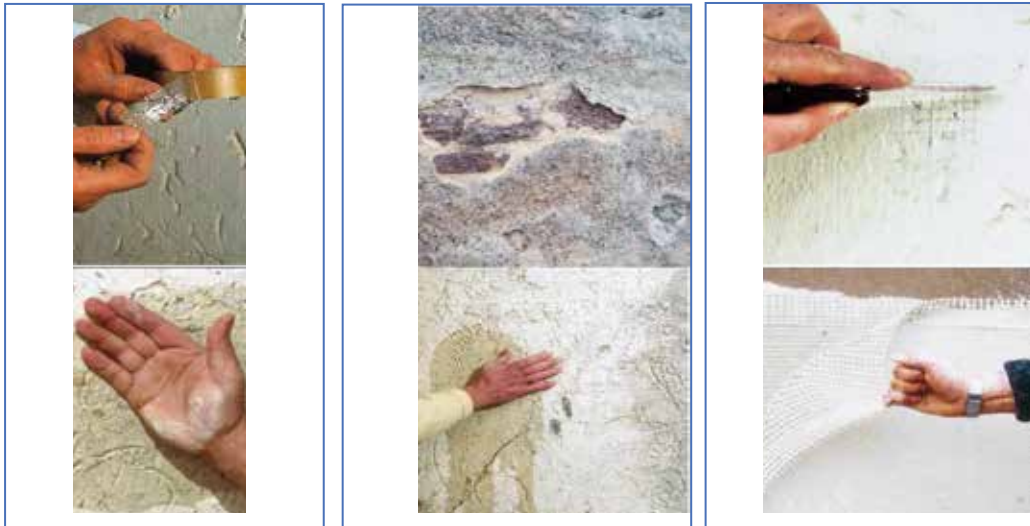
За све плоче важно је да је њихова површина прикладна за влажне услове у складу са стандардом *BAS EN 13986 - Плоче на основу дрвета за вањску примјену*.

1.2.3 Провјера стања подлоге

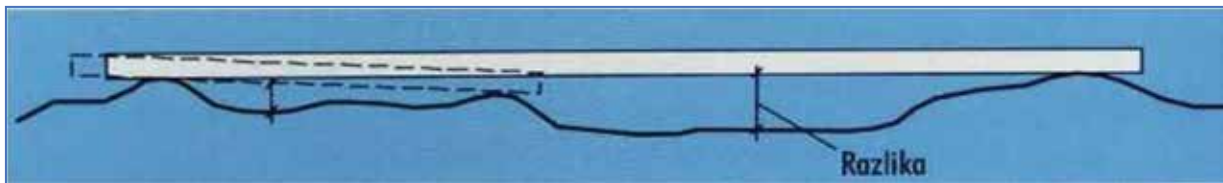
Неке од важећих метода испитивања погодности подлоге за уградњу ETICS-а укључују:

- **визуалну провјеру** са циљем утврђивања врсте и квалитета подлоге, влажности подлоге, опасности од продирања влаге у ETICS и постојања пукотина на подлози;
- **тест брисањем** дланом или тамном тканином ради процјене постојања прашине, штетних исцвјетавања или старих кредастих премаза;
- **тест гребањем или зарезивањем** помоћу тврдог оштрог предмета ради провјере чврстоће и носивости (нпр. тест „резивањем мрежице“, тест љепљивом траком);
- **тест квашењем** помоћу киста или тест-распршивачем, ради провјере водоупијања и влажности подлоге;
- **провјеру равности зида**: ако одступање равности подлоге није у допуштеним границама толеранције према норми DIN 18202, морају се предузети одговарајуће мјере изравњавања (малтерисање и др.);
- **провјеру приоњивости на обојеним подлогама**: стаклену мрежицу димензија од најмање 30 x 30 cm потребно је положити у малтер за арматурни слој, дебљине од 3 до 5 mm, тако да дио мрежице остане слободан; након најмање три дана сушења приликом повлачења мрежице не смије доћи до одвајања малтера од подлоге;
- **тест извлачења** (такозвани „pull-off“ тест) у случајевима кад подлога не одговара ниједној категорији према смјерницама ETAG 014.

⁶ OSB плоче су носиви плочасти материјал. Одликује их **одлична стабилност, носивост и велика чврстоћа**, због чега се нашироко користе за израду разних конструкција. Веома су распрострањен и често коришћен грађевински материјал у западној Европи и северној Америци. Код нас на тржишту присутне су дуги низ година. Назив OSB је скраћеница енглеског израза *Oriented strand board*. Могу се наћи и под другим именима - waferboard, sterling board, SmartPly. То су плоче **састављене од неколико слојева пресованих дијелова дрвне грађе односно дрвених љуски или иверја распоређених у одређеном смјеру**. То је и разлог зашто их многи мијешају са иверицом. Распоред иверја је оно што OSB плочи даје чврстину и отпорност. Одличне механичке карактеристике и отпорност на влагу омогућиле су **широку примјену ових плоча како за спољашњу тако и за унутрашњу употребу**.



Слика 37 Начини испитивања подлоге



Размак мјерних тачака (m)	0,1	1	4	10	≥ 15
Дозвољене вриједности за незавршене зидове и доње стране плоча (mm)	5	10	15	25	30

Слика 38 Испитивање равности подлоге према DIN 18202

Ова испитивања спроводе се на свакој страни фасаде на неколико случајно одабраних мјеста.

1.2.4 Припрема подлоге

1.2.4.1 Припрема неомалтерисане подлоге

Подлога		Мјере
Врста подлоге	Стање подлоге	
Зид од: - опеке, - бетонских блокова - блокова од поробетона	Прашњаво	Отпрашити, опрати воденим млазом ²⁾ и осушити
	Остаци и неравнине од малтера	Уклонити
	Неправилности, шупљине	Поравнати одговарајућим малтером у одвојеном радном кораку (придржавати се времена сушења)
	Влага ¹⁾	Осушити
	Цвјетање подлоге, љуштење, осипање ¹⁾	Суво очеткати и отпрашити
	Крто, ломљиво, нестабилно	Уклонити, замијенити, поравнати (придржавати се времена сушења)
	Прљаво, масно	Опрати воденим млазом ²⁾ са одговарајућим средством за чишћење, испрати чистом водом, осушити

Табела 5 Припрема подлоге на неомалтерисаном зиду

1) код капиларне влаге уклонити узроке

2) максимално 200 бара

1.2.4.2 Припрема подлоге од бетона

Подлога		Мјере
Врста подлоге	Стање подлоге	
Зидови конструирани од: - „ин ситу“ бетона - монтажних бетонских елемената, - обложног бетона	Прашњаво	Отпрашити, опрати воденим млазом ²⁾ , осушити
	Синтерирани ¹⁾ слој	Састругати и отпрашити
	Остаци оплатног уља и друга одвајајућа средства	Опрати воденим млазом ²⁾ са одговарајућим средством за чишћење, испрати чистом водом, осушити
	Цвјетање подлоге, љуштење, осипање ¹⁾	Суво очеткати и отпрашити
	Прљаво, масно	Опрати воденим млазом ²⁾ са одговарајућим средством за чишћење, испрати чистом водом, осушити
	Остаци и неравнине од малтера	Уклонити
	Неправилности, шупљине	Поравнати одговарајућим мортом у одвојеном радном кораку (придржавати се времена сушења)
	Крто, ломљиво, нестабилно, влажно ¹⁾	Уклонити, замијенити, поравнати (придржавати се времена сушења)
	Неповезаност обложних плоча или опеке са бетонском језгром	Створити стабилну подлогу повезивањем и/или сидрењем прије доношења ETICS-а
Отворене пукотине на плашту шире од 5 mm	Испунити пукотину цементним мортом, фуге испуњене монтажном пјеном претходно остругати	

Табела 6 Поступци припреме на подлози од бетонског зида

1) код капиларне влаге уклонити узроке

2) максимално 200 бара

1.2.4.3 Припрема подлоге од минералних боја и малтера

Подлога		Мјере
Врста подлоге	Стање подлоге	
Минералне боје	Прашњаво	Отпрашити, опрати воденим млазом ²⁾ , осушити
	Прљаво, масно	Опрати воденим млазом ²⁾ са одговарајућим средством за чишћење, испрати чистом водом, осушити
	Љуштење, кредастост	Отпрашити, остругати, опрати воденим млазом ²⁾ чисте воде, осушити
	Влажно ¹⁾	Осушити
Кречне боје		Увијек их механички одстранити
Минерални завршни и подложни малтери	Прашњаво	Отпрашити, опрати воденим млазом ²⁾ , осушити
	Прљаво, масно	Опрати воденим млазом ²⁾ с одговарајућим средством за чишћење, испрати чистом водом, осушити
	Крто, ломљиво, нестабилно	Уклонити, замијенити, поравнати
	Неправилности, шупљине	Поравнати одговарајућим малтером у одвојеном радном кораку (придржавати се времена сушења)
	Цвјетање подлоге, љуштење, осипање ¹⁾	Суво очеткати и отпрашити
	Влажно ¹⁾	Осушити

Табела 7 Поступци припреме на подлози од минералних боја и малтера

1) код капиларне влаге уклонити узроке

2) максимално 200 бара

1.2.4.4 Припрема подлоге од органских боја и малтера

Подлога		Мјере
Врста подлоге	Стање подлоге	
Дисперзионе боје, Малтери на бази смоле	Стабилно	Опрати чистом водом, осушити
	Нестабилно	Механички одстранити, опрати чистом водом, осушити

Табела 8 Поступци припреме на подлози од органских боја и малтера

1.2.4.5 Припрема дрвених подлога и подлога од сувомонтажних плоча

Подлога		Мјере
Врста подлоге	Стање подлоге	
Дрвене подлоге, Лаке монтажне плоче	Прљаво, прашњаво	Отпрашити
	Шупљине	Поправити с одговарајућим материјалом укључујући одговарајуће учвршћење
	Влага	Консултирати се с надзорним инжењером и/или другом стручном особом
	Недостатак везе с подконструкцијом	Прије наношења ETICS-а створити стабилну подлогу сидрењем или вијцима

Табела 9 Поступци припреме на подлози од дрвених и сувомонтажних плоча

1.2.5 Услови и претпоставке за уградњу ETICS-а

Приликом организације градилишта, потребно је осигурати прописно складиштење свих компоненти које чине ETICS систем. Ни у једну компоненту система није дозвољено додавати било какве друге додатке (нпр. средства за убрзано сушење или против смрзавања). Нијансирање пастозних завршно-декоративних слојева дозвољено је једино након консултовања са произвођачем и уз његово одобрење.

Временски услови могу имати велики утицај на квалитет радова, стога треба слиједити следећа упутства:

- У току цијелог процеса извођења, сушења и стврдњавања, температура околине, подлоге и материјала мора бити најмање +5°C (код силикатних малтера најмање +8°C). Код температура нижих од +5°C престаје везање и сушење материјала, осим ако произвођач изричито није назначио да је то могуће, или ако материјали могу бити примјениви до 0°C. Са друге стране, неповољни временски утицаји попут температуре изнад +30°C, високе релативне влажности ваздуха, вјетра, и директног зрачења сунчеве свјетлости такође могу промијенити карактеристике материјала у току њихове примјене.
- На градилиштима се увијек препоручује коришћење платна за скеле (скелског платна) као заштите.
- При извођењу радова треба употребљавати само чисту воду обичне температуре. Љети се не смије користити вода која се загријала у нпр. цријеву за воду.

Прије почетка извођења радова потребно је:

- ријешити одводњу оборинских вода (са стреха, окапница, жљебова, итд.);
- завршити унутрашње малтерисање, постављање естриха итд., а уграђене материјале потребно је осушити према упутствима произвођача;
- поставити вањску столарију;
- поставити све вањске инсталације;
- осигурати да равнина подлоге буде у складу с DIN 18202;
- запунити фуге;
- са бетонских површина уклонити средство за одвајање оплата те све масноће;
- провјерити усклађеност подлоге према захтјевима одређених стандарда.

При планирању и расписивању тендера за извођење ETICS система треба пазити на сљедеће:

- Потребно је израдити пројекат фасаде који треба да садржава нацрте који показују распоред противпожарних слојева, распоред дилатационих трака, све неопходне детаље, и техничке услове које је потребно испунити приликом извођења фасаде;
- Препоручљиво је да се предмјер и предрачун радова организују на такав начин да једна ставка укључује све радове које је потребно извести како би се добио завршни изглед фасаде, што значи да се обрачун и плаћање врши по м² потпуно завршене фасаде;
- ETICS систем мора да има важећу Европску техничку оцјену (ETA) на основу које ће произвођач издати изјаву о карактеристикама свих прикључних и завршних дијелова. Сви продори на фасади (за цијеви, носаче, инсталације, итд.) и извођење детаља морају бити планирани тако да у пројекту фасаде постоје јасни подаци и рјешења о извођењу и примјени потребних прикључних профила, чија ће примјена онемогућити продор оборинске воде и влажења кроз спојеве ETICS система и других дијелова фасаде.
- Причвршћења за тенде, рукохвате, расхладне уређаје, прозорске капке итд., морају бити пројектована тако да се може обавити сигурна монтажа без топлотних мостова.
- Електро-каблови који се налазе на површини зида на који се поставља фасада морају бити постављени у PVC циријева ("буџир" циријево), нарочито у ситуацијама када имамо топлотноизолациони слој од полистирена (EPS, XPS), како би се спријечила хемијска реакција полистирена и изолације електро-каблова.

1.2.6 Припрема љепила

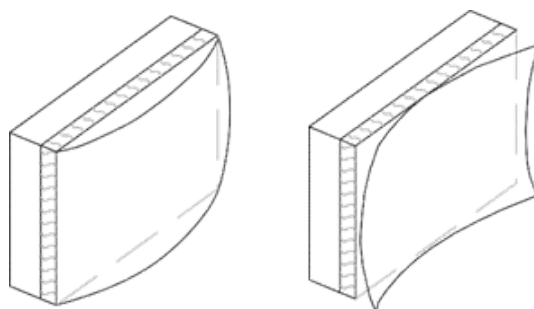
1.2.6.1 Мијешање љепила

Приликом мијешања малтера за лијепљење и пастозних љепила за која произвођач прописује додавање цемента, треба се строго придржавати упутстава произвођача (техничких упутстава и упутстава на паковању). Љепила се мијешају електричним миксером док се не добије хомогена смјеса, а затим се љепило остави 10-15 минута да набубри. Након тога се љепило поново промијеша до потпуне хомогенизације масе. У масу се не смију убацивати никакви додаци (као нпр. средства за брже везивање или средства против смрзавања), осим ако је произвођач за то дао одобрење. Вода која се додаје смјеси мора бити вода за пиће која има температуру околине. Минимална вањска температура мора бити већа од +5°C, осим ако произвођач није дао нека друга упутства.

1.2.6.2 Наношење љепила на топлотноизолационе плоче и ламеле

Љепило се може наносити ручно или машински. При наношењу је потребно водити рачуна о сљедећем:

- Између топлотноизолационог материјала и подлоге не смије доћи до струјања ваздуха;
- Топлотноизолациони материјал мора бити једнако и равномјерно притиснут на подлогу по цијелој површини како би се избјегле деформације (ефекат мадраца и ефекат јастука).



Слика 39 Ефекат мадраца или јастука зависно од температуре спољашњег ваздуха

У зависности од топлотноизолационог материјала, љепило се може наносити сљедећим методама:

- **тракасто по рубу и тачкасто у средини**

По цијелом ободу топлотноизолационе плоче наноси се трака љепила ширине око 5 cm, затим се у средњем дијелу површине плоче нанесе љепило у најмање 3 тачке. После наношења љепила топлотноизолациона плоча се уз помоћ брусне плоче притисне и фиксира на подлогу. Након што се плоча притисне, учешће површине под љепилом на топлотноизолационој плочи треба бити најмање 40%.



Слика 40 Тачкасто наношење љепила на EPS плоче, MW плоче и MW ламеле

- **ПОТПУНИМ ПОКРИВАЊЕМ**

Метода потпуног покривања примјењује се само у случајевима када имамо изузетно равну подлогу. Њепило се наноси по цијелој површини, назубљивање се врши зупчастом гладилцом димензија 15x15 mm, водећи рачуна да угао гладилце и подлоге не смије бити премален. Након тога се извуку рубови и топлотно-изолационе плоче се наносе на подлогу, притисну и поравнају. Како би се спријечило стварање топлотних мостова, љепило се на мјестима спајања плоча или у фугама мора одмах у потпуности уклонити.



Слика 41 Наношење љепила потпуним покривањем на EPS плоче, MW плоче и MW ламеле

Љепила могу да се наносе и **машински по W-схеми**.



Љепило се **тракасто** наноси по цијелом рубу, а по средини у облику слова **W**

Слика 42 Машинско наношење љепила по W-схеми

Љепила на подлогу могу да се наносе машински само у случајевима изузетно равних подлога, и то тако да се трака љепила наноси змијолико у размацима од највише 10 cm.

Код машинског наношења љепила на подлогу удио површине под љепилом у односу на површину топлотноизолационе плоче мора да буде најмање 60%



Слика 43 Машинско наношење малтера на равну подлогу

Када су у питању PUR љепила, она се наносе машински и то начин приказан на наредним сликама.



Слика 44 Наношење PUR љепила на EPS плоче

Прије наношења PUR љепила, подлоге не смију бити прекривене снијегом или ледом. Потребно је да се провјери и приоњивост постојећих подлога и старих слојева боја, те да се уклоне лабави и нестабилни слојеви. Било која запрљања површине, друге материје које могу узроковати одвајање, те паронепропусне слојеве и слојеве слабе приоњивости треба очистити и уклонити (нпр. помоћу опреме за прање под високим притиском). Маховину и алге треба уклонити челичном четком, а цијелу површину потребно је прекрити отопином са фунгицидима, у складу са техничким упутствима произвођача. Стари зидови непрекривени малтером, чврсти малтери, и слојеви боја морају се очистити од прашине, опрати воденим млазом, и оставити да се у потпуности осуше. PUR љепило се наноси на рубове EPS плоче, на удаљености од приближно 2 cm од рубова, те по средини плоче паралелно са њеним дужим странама. Одмах након наношења љепила плочу треба поставити на зид и лагано притиснути дугачком зидарском летвом. Равнина површине плоче може се кориговати у периоду до 20 минута од тренутка наношења љепила. Ако се производ наноси у непогодним временским условима (нпр. за вријеме јаког вјетра или кише), неопходно је да се примијени заштитно платно за скеле. Посебну пажњу треба обратити на заштиту рубова зграде приликом наношења производа за вријеме јаког вјетра.

Свјеже мрље од љепила треба да се уклоне гладилцом или ацетоном. Стврднути дијелови љепила могу се уклонити само механички. Лијепљење PUR љепилом треба да се спроводи при температури ваздуха и површине од 0°C до +40°C. PUR љепило може да поднесе снижавање температуре испод 0°C до 8 часова након његовог наношења.

PUR љепила садрже материје које могу штетити здрављу, па је при раду с њима обавезно носити заштитне рукавице и наочале. За вријеме извођења радова није дозвољено јести ни пушити као ни радити у близини отвореног пламена. Доза љепила је под притиском и зато је потребно да се заштити од температуре више од +50°C. Доза не смије да се уништава ни да се баца у ватру, а транспортовати се обавезно мора у товарном простору, никада у путничкој кабини.

1.2.7 Постављање топлотноизолационих плоча и ламела



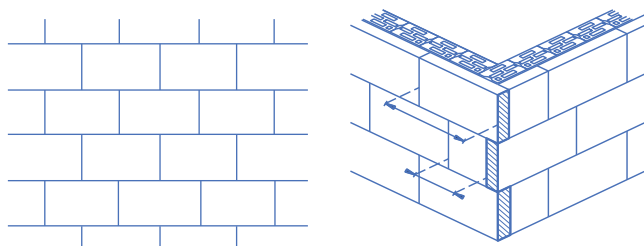
Слика 45 Постављање топлотноизолационих плоча

Након наношења љепила, топлотноизолационе плоче треба одмах положити на подлогу и притиснути (најкасније 10 минута након наношења, зависно од временских услова). Између плоча се не смију стварати фуге. Ако се фуге ипак појаве, треба их затворити једнаковриједним топлотним изолаторима (PUR љепилом). Ако су фуге шире од 5 mm, за њихово затварање је потребно користити топлотноизолационе траке.



Слика 46 Испуњавање фуга између топлотноизолационих плоча PUR пјеном (лијево), истим материјалом (у средини) и примјер како не треба да се ради (десно)

Оштећене топлотноизолационе плоче или ламеле не смију се користити. При полагању плоча треба почети од дна и постепено ићи према горе, без преклапања вертикалних фуга у сусједним редовима. Плоче се по правилу постављају тијесно једна уз другу, без љепила у фугама. Препоручује се да се стављају само цијеле плоче. Ако се морају користити прикључни комади, они требају да буду шири од 15 cm и не смију се стављати на углове зграде, већ само у средини површине. На угловима зграде могу се стављати само цијеле или половине плоча/ламела, тако да се оне међусобно преклапају. На угловима зграде се топлотноизолационе плоче постављају назубљено. Потребно је одржати довољну удаљеност између мјеста спајања сокла и топлотноизолационих плоча у првом реду. Након наношења љепила и постављања топлотноизолационих плоча, плоче је потребно поравнати у хоризонталном и вертикалном правцу помоћу алуминијумске либелне летве.

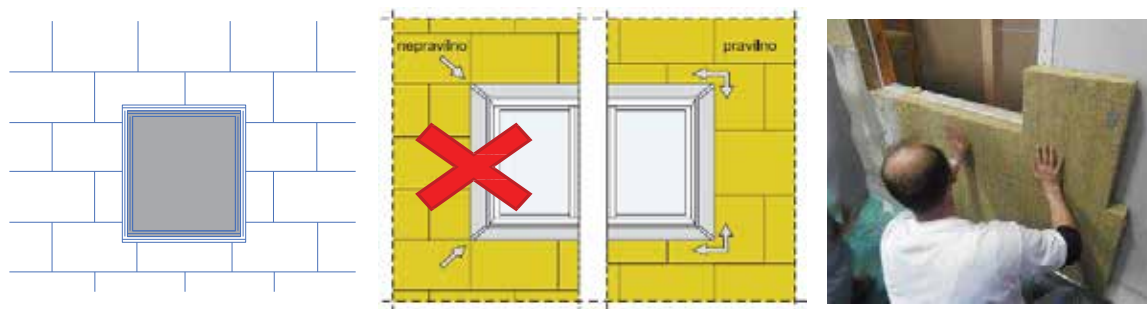


Слика 47 Преклапање фуга код топлотноизолационих плоча на равном дијелу и на углу фасада зграде

Код изолација дебљих од 20 cm препоручује се да се преклопи топлотноизолационих плоча/ламела у угловима међусобно учврсте помоћу одговарајућег љепила за монтажу. Потребно је водити рачуна о томе да се при раду са прикључним комадима оствари правоугаони рез, па се зато препоручује употреба посебних резача за ту сврху. Дијелови плоча који се налазе у угловима и избијају из фасаде треба одрезати тек након одговарајућег стврдњавања љепила (обично након 2 до 3 дана). Фуге између топлотноизолационих плоча и ламела не би требале да буду усмјерене према рубовима отвора.

Вертикални и хоризонтални спојеви топлотноизолационих плоча и ламела не би се требали поклапати са спојевима различитих материјала на подлози, а преклоп топлотноизолационих плоча/ламела на овим мјестима треба да буде већи од 10 cm. Дилатационе фуге на подлози не би требале бити премоштене, него пренесене и на систем. Избочени дијелови фасаде (нпр. извучене роло-кутије или чеони дио армиранобетонских плоча) треба да се премосте без спајања топлотноизолационих плоча/ламела на тим мјестима.

При резању вишка изолационог материјала са стражње стране плоче/ламеле, важно је да се код остатка материјала одржи дебљина од најмање 3 cm или 1/3 основне дебљине плоче/ламеле. Бочне стране прозора и врата (шпалете) треба изоловати тако да се плоча/ламела преко руба отвора препусти у довољној дужини, како би се шпалетни елементи могли поставити на њих. Вишак изолације треба одрезати тек након што љепило очврсне.



Слика 48 Постављање топлотноизолационих плоча око прозора

Код постављања топлотноизолационих плоча око прозора или других отвора, фуге изолационих плоча и ламела не смију да се налазе у линији са рубовима отвора. Неравнине настале на додирима при постављању плоча треба прије израде арматурног слоја изравнати брушењем.



Слика 49 Брушење EPS и MW плоча

1.2.8 Механичко причврђивање (типловање)

С обзиром да се топлотна изолација на подлогу причвршћује лијепљењем и по потреби механичким причвршћивањем, сама подлога мора бити квалитетна како би топлотноизолационе плоче могле да се квалитетно причврсте, те како би могли да се гарантују квалитет и дуготрајност те везе. Ако на било који начин сумњамо у квалитет лијепљене везе, поготово ако се ради о изради или обнови фасаде на постојећим зградама, обавезно је да се фасадни систем додатно механички учврсти типловима. Додатно механичко причвршћивање типловима је потребно и обавезно при великим оптерећењима вјетром, у подручјима гдје су основне брзине вјетра⁷ $v_{ref} \geq 30$ m/s, или код зграда виших од 22 m. Ако је тежина односно маса комплетног система залијепљеног на подлогу (љепило + изолација + арматурни слој + завршно-декоративни слој) већа од 30 kg/m², потребно је спровести детаљну анализу и прорачун оптерећења и носивости система.

Топлотну изолацију од експандираног полистирена није потребно додатно механички причврстити само у случајевима када се изводи на некој од сљедећих подлога:

- пуна и шупља опека, усклађена са стандардима BAS EN 771-1 и BAS EN 771-3;
- обложни бетон од цементно-везаних блокова базираних на дрвеном иверју без интегрисане топлотне изолације, и цементно-везане топлотноизолационе плоче од дрвене струготине, усклађени са стандардом BAS EN 15498;
- поробетон, усклађен са стандардом BAS EN 771-4, са затезном чврстоћом вертикално на површину ≥ 150 kPa.

⁷ Основна брзина вјетра је максимална очекивана 10-минутна брзина вјетра на висини 10 m изнад равнoг тла, за коју се може очекивати да буде премашена једном у 50 година

Топлотноизолационе плоче на бази минералне вуне (vlakна паралелна с равнином плоче) није потребно додатно механички причврстити само у случајевима када се изолација изводи на некој од сљедећих подлога:

- пуна и блок опека, усклађена са стандардима BAS EN 771-1 и BAS EN 771-3;
- бетон, усклађен са стандардом BAS EN 206-1;
- обложни бетон од цементно-везаних блокова базираних на дрвеном иверју без интегрисане топлотно-изолације, и цементно-везане топлотноизолационе плоче од дрвене струготине WS и WSD, усклађени са BAS EN 15498;
- поробетон, усклађен са стандардом BAS EN 771-4, са затезном чврстоћом вертикално на површину ≥ 150 kPa.

Топлотноизолационе плоче за подножја (сокла) од екструдиране полистиренске пјене (XPS) је изнад нивоа терена потребно и додатно механичко причврстити типловима, али при томе треба да се води рачуна о сљедећем:

- типлови никад не смију пролазити кроз хидроизолациони слој;
- код примјене XPS-R плоча са хрпавом површином препоручује се додатно механичко причвршћивање изведено коришћењем „типлова са вијком“ и то прије стврдњавања љепила.

1.2.8.1 Избор типлова

Приликом избора потребних типлова треба водити рачуна о сљедећем:

- типлови морају бити усклађени са захтјевима смјерница ETAG 014;
- типлови морају бити усклађени са категоријом подлоге према смјерницама ETAG 014;

Категорије подлога према ETAG 014				
A	B	C	D	E
бетон	пуна опека	шупља опека	лаки бетон	поробетон

Табела 10 Врсте подлога за избор типловаа према смјерницама ETAG 014

- ако подлога не одговара ниједној од категорија предвиђених смјерницама ETAG-014, потребно је на градилишту извршити додатно испитивање носивости типлова на тој подлози („pull-off“ тест);
- на зидовима од обложног бетона од цементно-везаних блокова базираних на дрвеном иверју, сидрење типлова је потребно извести у бетону;
- приликом избора дужине типла се - у сврху осигурања отпорности на чупање из подлоге - у обзир морају узети дебљина постојећег малтера, дебљина слоја за изравнавање, те неравност подлоге;
- топлотно-изолационе плоче од експандираног полистирена, екструдиране полистиренске пјене и камене вуне захтијевају пречник розете ≥ 60 mm;
- топлотно-изолационе ламеле од камене вуне са влакнима вертикалним на подлогу захтијевају пречник розете ≥ 140 mm.

При избору типла потребно се водити вриједностима приказаних у Поглављу 1.2.1.2 на сликама 38 и 39.

1.2.8.2 Бушење рупа

Процес бушења рупа за типлове врло је осјетљив и тражи велику технолошку дисциплину. Приликом извођења тог процеса треба водити рачуна о сљедећем:

- процес бушења се смије изводити тек након што се љепило довољно стврднуло (обично након три дана);
- за бушење треба да се користи сврдло пречника наведеног на типлу;
- електричну ударну бушилицу или пнеуматску бушилицу треба користити само код подлога од бетона или пуне опеке;
- код шупље опеке и шупље блок-опеке треба употријевити обичну бушилицу без механичких удара или алат предвиђен од стране произвођача типла. Приликом бушења шупље опеке вибрирајућим поступком долази до пуцања опеке, што за посљедицу има драстично смањење или чак потпуно отказивање носивости типла;
- плоче од минералне вуне потребно је пробушити невибрирајућим поступком;
- потребна дубина бушења је једнака дужини трна увећаној за 10 до 15 mm;
- код бушења кроз арматурни слој треба се придржавати упутстава произвођача система;
- минимални осовински размак између типлова те од угла зида мора бити ≥ 10 cm.



Слика 50 Бушење рупа за типлове

Без вибрације буше се подлоге од:

- шупље опеке, и
- шупље блок опеке.

Вибрационим поступком буше се подлоге од:

- бетона, и
- пуне опеке.

1.2.8.3 Број типлова

Веома је важно разумјети да је ETICS систем оптерећен вертикалном силом од властите тежине, те хоризонталном силом чупања од утицаја вјетра. Типлови ни на који начин нису предвиђени да носе вертикално оптерећење, него су предвиђени да носе само хоризонталну силу чупања, те да обезбиједи боље и квалитетније налијегање топлотноизолационих плоча на слој љепила односно подлогу и спријече ефекат „јастука“ односно „матраца“. Основна функција типла је да преузме затезно оптерећење (сила чупања) од вјетра, које дјелује вертикално на површину система (у складу са важећим стандардима *BAS EN 1991-1-4 Еурокод 1: Дјеловања на конструкције – Дио 1 - 4: Дјеловања вјетра BAS EN 1991-1-4/NA:2018*).

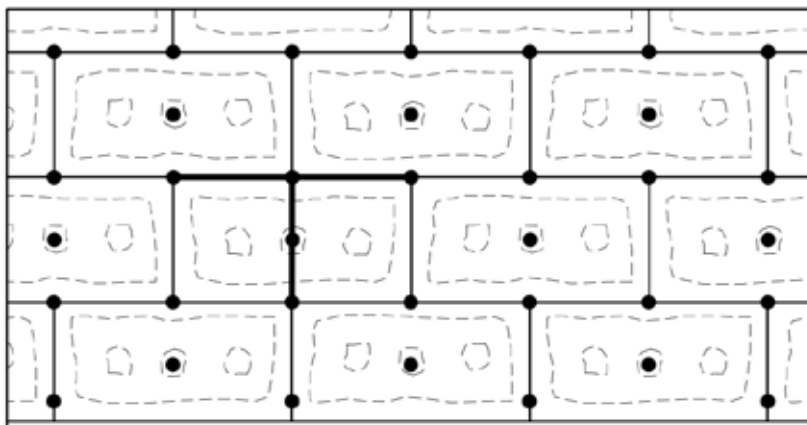
Оптерећење вјетром зависи од географског положаја тј. од референтне брзине вјетра, висине зграде, и надморске висине. Наведеним стандардима прописује се и ширина граничне зоне у зависности од висине и тлоцртне диспозиције зграде.

На веб-страници <https://www.hupfas.hr/proracun-pricvrsnica/> постоји програм за прорачун броја типлова за подручје Републике Хрватске. Исти програм се оријентационо може примјенити и за подручје Босне и Херцеговине, уколико се повежу географске локације са сличним брзинама вјетра у складу са стандардом *BAS EN 1991-1-4/NA:2018*. Морамо напоменути да овај програм не замјењује статички прорачун. Употребљивост типлова мора бити доказана *Европском техничком оцјеном* у складу са европском смјерницом ETAG 014.

1.2.8.4 Распоред постављања типлова

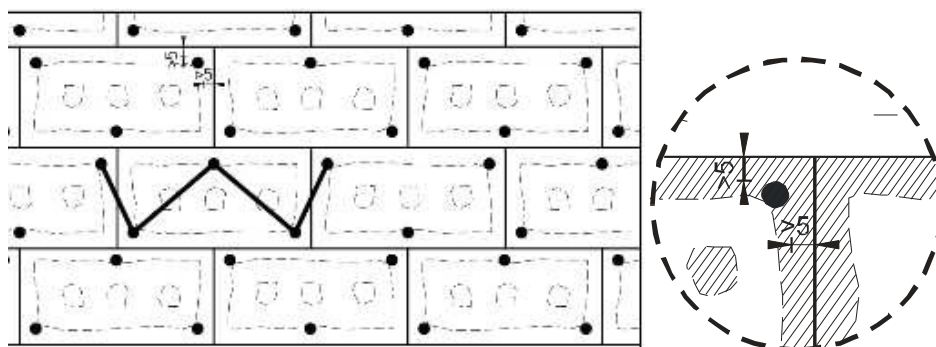
Није важно само поставити одговарајући број типлова, него је јако битно те типлове правилно распоредити. Постоји више схема распореда типлова, и оптималну схему треба одабрати у зависности од врсте топлотне изолације плоче и прорачунатог броја типлова по m^2 . Удаљеност типлова од угла зида и од другог типла мора бити ≥ 10 cm. Типл увијек мора да пролази кроз слој љепила. Схеме постављања типлова могу бити сљедеће:

- **Т-схема** за ETICS системе са EPSC-ом: Типлови се постављају у средини плоча и на мјестима додира вертикалних и хоризонталних фуга.



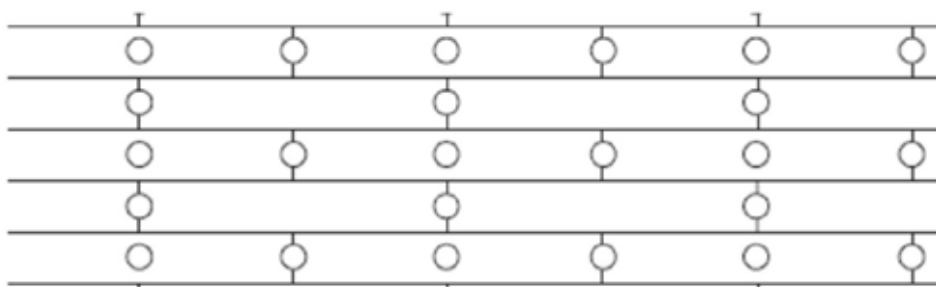
Слика 51 Т-Схема постављања типлова на плоче од EPS-а

- **W-схема** за ETICS системе са плочама од MW-а: За разлику од система са EPS плочама, код система са минералном вуном типлови не смију да се постављају на саме спојнице, него морају бити удаљени од спојница најмање 5 см. Плоче се причвршћују са три типла према сљедећој слици:



Слика 52 W-схема постављања типлова на плоче од MW-а

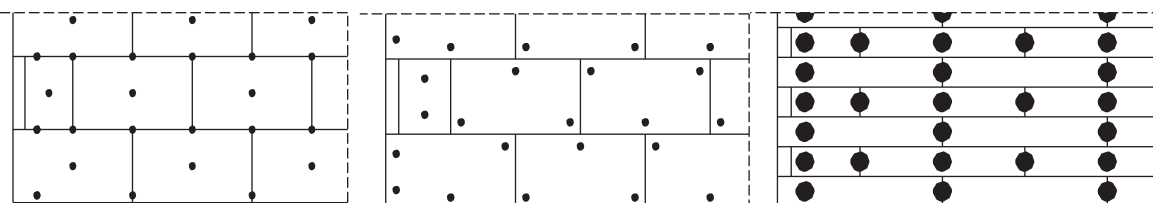
- Ламеле камене вуне треба додатно причврстити типловима на подлогу у сљедећим случајевима:
 - на висинама зграде изнад 22 m (захтјеви у погледу противпожарне заштите високих зграда);
 - у сеизмички изузетно активним подручјима;
 - на изузетно вјетровитим локацијама;
 - код примјене изолације ламелама дебљине веће од 20 см;
 - код изоловања заобљених дијелова фасаде.



Слика 53 Схема постављања типлова на ламелама од MW-а

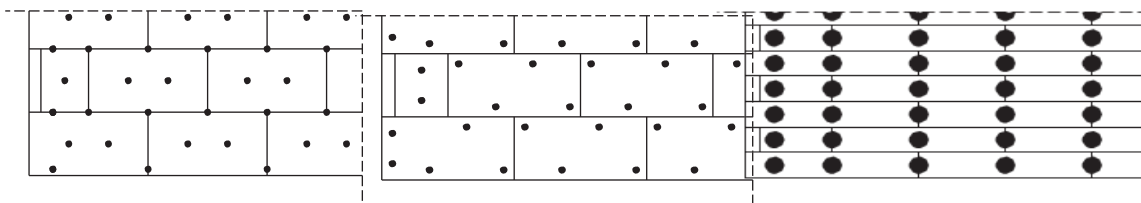
У зависности од броја типлова по m^2 фасаде ове схеме изгледају као на сљедећим сликама:

- **6 типлова на m^2**



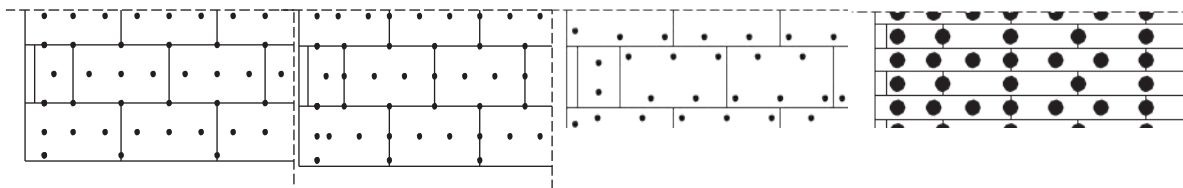
Слика 54 T-схема за плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 6 кот/ m^2 (лијево); W-схема за плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 6 кот/ m^2 (у средини); Ламеле димензија 120x120 cm, 6 кот/ m^2 (десно)

- **8 типлова на m^2**



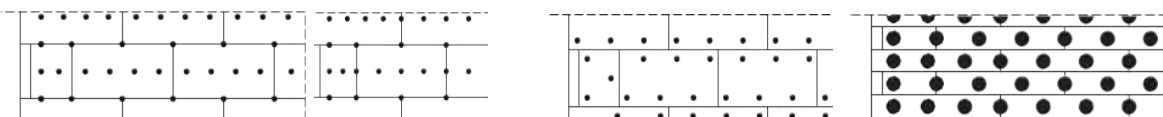
Слика 55 W-схема за плоче 50x100 cm, 80x62,5cm, 8 кот/ m^2 (лијево); T-схема за плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 8 кот/ m^2 (у средини); Ламеле 120x120 cm, 8 кот/ m^2 (десно)

- 10 типлова на м²



Слика 56 Т-схема верзије 1 и 2, плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 10 кот/м² (лијево); W-схема плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 10 кот/м² (у средини); Ламеле димензија 120x120cm, 10 кот/м² (десно)

- 12 типлова на м²



Слика 57 Т-схема верзије 1 и 2, плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 12 кот/м² (лијево); W-схема, плоче 50x100cm, 80x62,5cm, 12 кот/м² (у средини); Ламеле 120x120cm, 12 кот/м² (десно)

1.2.8.5 Завртање типлова

Процес самог завртања типлова је такође осјетљив и мора се спровести тако да се избјегну топлотни мостови и да се обезбиједи тражена носивост. При томе треба водити рачуна о сљедећем:

- Типлови се смију поставити тек кад љепило отврдне (обично након три дана, односно према упутствима произвођача љепила);
- Типлове треба поставити тако да је горња површина розете у истој равнини са површином плоче/ламеле, уз напомену да ово не вриједи кад је розета упуштена у топлотноизолациони материјал (типл с ронделом);
- Зависно од врсте типла, игла је у облику трна или вијка;
- Након постављања типлова обавезно треба провјерити да ли су типлови чврсто усидрени у подлогу;
- Превише утиснуте типлове и типлове који нису чврсто усидрени треба уклонити и поставити нове, а настале рупе треба испунити истим топлотноизолационим материјалом (никако љепилом или неким другим малтером).

Неки од начина постављања типлова су:

- Постављање на изолацију:



Слика 58 Постављање типла на изолацију

- Постављање на изолацију са додатним тањиром: 9 цм - за W-плоче; 11 цм - упуштени, за MW плоче

б)



Слика 59 Постављање типлова са додатним тањиром 9 ст за MW-плоче



Слика 60 Постављање типлова са тањиром 11 цм за MW плоче

- Типлови упуштени у изолацију, са ронделом



Слика 61 Типлови упуштени у изолацију, са ронделом

- Постављање типлова преко мрежице



Слика 62 Типлови постављени преко арматурне мрежице

1.2.9 Постављање арматурног слоја и арматурне мрежице

Функција арматурног слоја је да топлотноизолационе плоче повеже и учврсти у јединствену површину, која мора бити погодна за наношење завршног декоративног слоја, и која ће на тај начин обезбиједити да сви елементи ETICS-а дјелују заједно као један систем односно једна цјелина. Арматурни слој је најважнији везни елемент цијелог ETICS система, а истовремено том систему обезбјеђује отпорност на спољашње утицаје. Зато је потребно да се изради овог слоја посвети посебна пажња и да се придржава свих правила струке.

Извођење арматурног слоја треба почети најкасније 14 дана након постављања топлотне изолације. При томе је потребно да се води рачуна о временским приликама на градилишту као и о упутствима произвођача. Арматурни слој може да се изводи као танкослојни, средњеслојни и дебелослојни.



Слика 63 Танкослојни, средњеслојни и дебелослојни арматурни слој

Код система са топлотноизолационим плочама од минералне вуне, неопходно је да се, у периоду између завршетка наношења слоја за изравнавање и завршетка постављања арматурног слоја, придржавамо захтијеваног времена сушења које је прописао произвођач система.

Извођење дебелослојног малтера (дебљине слоја 25 mm) врши се наношењем три слоја кречно-цементног малтера, што омогућује стварање изузетно чврсте фасаде отпорне на ударе. Код дебелослојних фасада, топлотна изолација се обавезно причвршћује механички, уз обавезно коришћење челичне мреже и механичких типлова (носача) који могу да се прилагоде потенцијалним помацима у слоју фасаде.

1.2.9.1 Припрема малтера

Код самог процеса мијешања малтера за арматурни слој, треба се придржавати сљедећих упутстава (у зависности од врсте малтера и упутстава произвођача):

А) прашкасти малтер за арматурни слој:

- замијешати према упутствима произвођача,
- користити искључиво питку воду,
- љети не употребљавати воду која се загријала у цријеву,
- допушта се употреба темпериране воде.

В) пастозни малтер за арматурни слој:

- прије употребе промијешати,
- за добивање одговарајуће конзистенције смије се додати мања количина питке воде,
- потребно се придржавати се упутстава произвођача.



Слика 64 Мијешање малтера за арматурни слој

1.2.9.2 Наношење малтера за арматурни слој и постављање арматурне мрежице

Арматурни слој се обично састоји од мрежице и љепила. Мрежица између осталих, горе наведених функција спречава и појаву микро-пукотина и већих пукотина у арматурном слоју те на тај начин спречава улазак воде и влаге у фасадни систем. Врло је битно да се арматурна мрежица постави правилно. На већ постављене топлотноизолационе плоче најприје наносимо фасадно љепило, које заглађујемо зубчастом гладилцом. На површину још свјежег љепила постављамо арматурну мрежицу (обично користимо мрежицу од стаклених влакана) и све љепилом заглађујемо у једну равнину. Арматурну мрежицу не смијемо поставити директно на изолацију, него увијек прије постављања мрежице изолацију морамо да прекријемо љепилом. Важно је арматурну мрежицу поставити на мокру подлогу и премазати је љепилом најкасније 24 часа након постављања мрежице. Зависно од дебљине арматурног слоја, потребно је одредити и положај мрежице.

Називна дебљина слоја (mm)	Минимална дебљина слоја (mm)	Средња дебљина ¹⁾ (mm)	Положај мрежице ²⁾	Врста топлотноизолације
3	2,5	≥ 3,0	Средина	EPS
5	4	≥ 4,5	Горња трећина	EPS ³⁾ , MW
8	6	≥ 7,0	Горња трећина	MW

Табела 11 Положај арматурне мрежице зависно од дебљине слоја

- 1) средња вриједност репрезентативног узорка (минимално 5 појединачних вриједности)
- 2) прекривеност стаклене мрежице минимално 1 mт, у подручју преклапања 0,5 mт
- 3) ова дебљина арматурног слоја је потребна у случају дебелослојног завршно-декоративног слоја

Након завршетка израде арматурног слоја мрежица не смије бити видљива, него мора у потпуности бити прекривена љепилом.

Код полагања арматурне мрежице важно је да се наставак мрежице изведе са преклапањем, при чему се сусједни дијелови морају преклапати минимално 10 cm. Мјеста додира такође прекривамо љепилом, гдје дебљина љепила мора бити бар 0,5 mm. Ако нам из неког разлога треба посебно тврдо армирање, можемо да користимо двоструки слој мрежице или да употријебимо и дебљу мрежицу. Нарочито морамо да pazимо на то да приликом полагања мрежице око прозорских клупица, отвора, роло-кутија, и сличних елемената користимо намјенске профиле. Ако арматурну мрежицу намјестимо неприкладно или је уопште не поставимо, настаће бројне распуклине и мјехурови.



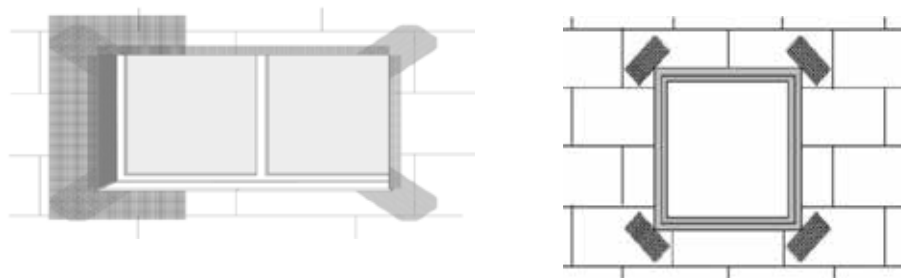
Слика 65 Наношење малтера на арматурни слој и постављање арматурне мрежице

1.2.9.3 Постављање арматурне мрежице око отвора

Дијелови фасаде око отвора могу да се изведу на два начина:

- ојачаном стакленом мрежицом (тзв. „панцер” мрежицом):
- Прије постављања угаоникх заштитних профила и површинске арматуре уграђује се ојачана стаклена мрежица (210 - 350 gr/m²) у око 2 mm дебели слој малтера за арматурни слој (без преклапања).
- арматурним слојем с двоструком мрежицом:
- Први слој мрежице уграђује се у свјеж малтер без преклапања (тупи спој), а након што први слој малтера довољно отврдне, у свјеже нанесени други слој малтера убацује се други слој мрежице тако да се преклоп не поклапа с тупим спојем првог слоја мрежице.

У пракси се најчешће користи друга варијанта, и у том случају је на угловима отвора прозора и врата потребно извести дијагонално армирање. Оно се изводи полагањем стаклене мрежице у свјеж малтер за арматурни слој, тачно на углове отвора, под углом од 45°, прије наношења мрежице преко цијеле површине фасаде. Минимална димензија арматурних трака мора да износи 20x40 cm. Различити начини постављања арматурне мрежице око прозора, приказани су на наредним сликама.



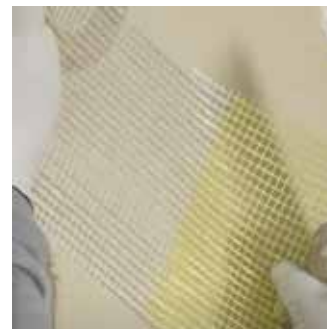
Слика 66 Схеме постављања арматурних мрежица око углова отвора, прозора и врата



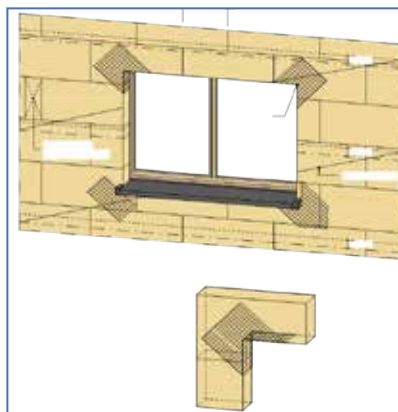
Слика 67 Постављање мрежице око прозора укључујући унутрашњи угао шпалете



Слика 68 Постављање мрежице око прозора усијецањем мрежице



Слика 69 Постављање мрежице око прозора без усијецања мрежице



Слика 70 Начини постављања мрежице око углова отвора

1.2.9.4 Детаљи рубова

Код извођења рубова ETICS система обично се користе типски метални профили са стакленом мрежицом, који се користе за различите намјене.



Слика 71 Различити типски уградбени профили за обраду рубова

Код постављања угаоних профила са стакленом мрежицом малтер за арматурни слој треба да се нанесе у ширини већој од ширине профила са мрежицом. Спој површинске арматуре изводи се с преклопом од најмање 10 см.

При обради углова или рубова потребно је извести сљедеће кораке:

- с обзиром да су топлотноизолационе плоче на угловима назубљене, вишак плоча треба означити и одсјећи,



Слика 72 Одсијецање вишка топлотноизолационих плоча на угловима

- назубљеност плоча треба избрусити и алуминијумском равњачом провјерити равноту,
- четком треба уклонити прашину од брушења,
- арматурни малтер треба нанијети са обје стране угла,
- поставити угаони профил са мрежицом,



Слика 73 Постављање ивичног профила са арматурном мрежицом

- угаони профил поравнати и утиснути у арматурни слој,
- на мрежицу навући влажни арматурни малтер и извући рубове,
- основни слој арматурног малтера нанијети на равни дио зида до рубова,
- арматурну мрежицу на равном дијелу поставити тако да се са рубном мрежицом преклапа минимално 10 см.

1.2.10 Постављање завршног декоративног слоја

1.2.10.1 Основна упутства

Са наношењем завршног декоративног слоја може да се започне након истека прописаног времена сушења арматурног слоја.

1.2.10.2 Наношење основног премаза („примера“)

Подлога мора бити чиста, сува, несмрзнута, отпрашена, без исцвјетавања, без дијелова који опадају, и не смије бити водоодбојна.

Основни премаз служи за уједначавање водоупојности и боље пријањање завршног слоја на подлогу. Избор и наношење основног слоја („примера“) или предпремаза треба да се изведе искључиво у складу са упутствима произвођача ETICS-а. Након наношења овог премаза потребно је сачекати обично 24 часа да би се исти осушио прије наношења завршног слоја.

1.2.10.3 Избор дебљине, боје и степена рефлексије завршног слоја

Дебљину и боју завршног слоја потребно је одабрати у складу са детаљима из поглавља 1.2.1.6., водећи рачуна о потребној механичкој отпорности и степену рефлексије слоја, и естетским захтјевима инвеститора односно пројектанта.

1.2.10.4 Наношење завршног декоративног слоја

Након завршетка процеса сушења основног премаза може да се приступи наношењу завршног декоративног слоја. У случају преурањеног наношења овог слоја постоји могућност настанка мрља, а у екстремним примјерима долази и до појаве мјехурова, односно пуцања.

При извођењу завршног слоја потребно је да се води рачуна о сљедећим корацима:

- површине се морају нанијети по систему **“мокро на мокро”** без видљивих мјеста спајања;
- завршни слој треба да се структурира пластичном гладилом, уз повремено прање алата;
- током уградње и за вријеме сушења предпремаза и завршног слоја потребно је пазити на заштиту од временских утицаја;
- за завршни слој могу да се употребе материјали са гребаном или жљебастом текстуром или материјали за моделирање;
- по потреби се завршни слој може и тонирати.

Потребно је напоменути да радови при наношењу завршног слоја на истој фасадној површини не смију да се прекидају ни да се праве дуже паузе, како би се избјегла видљива мјеста спајања. Због тога је изузетно битно да се ови радови добро планирају и да се води рачуна да су при томе испуњени сљедећи услови:

- повољни временски услови,
- довољан број радника,
- потребне количине материјала,
- пажљиво планирани термини паузи, итд.

Најбоље је планирати да се извођење завршног слоја на комплетној фасади (све стране фасаде) врши без прекидања.

Завршно-декоративни малтер може да се наноси ручно или машински, што зависи од врсте малтера и упутстава произвођача. Површина може да се структурира на разне начине.

Зависно од врсте материјала и жељене структуре, структура може да се постигне кориштењем одговарајућих алата, и при томе треба слиједити упутства произвођача.



Слика 74 Примјери структура завршног декоративног слоја

Начин наношења и дебљина завршног декоративног слоја зависе од његове структуре и жељене гранулације, а завршни изглед површине фасаде зависи од начин заривавања завршног слоја. Вишак материјала одстрањује се гладилцом која је постављена на подлогу под углом од 90°. Дебљина слоја обично је једнака гранулацији завршног декоративног слоја.

Заривавање се ради на влажном завршном слоју, а изводи се пластичном гладилцом кружним покретима ако се жели добити зрнату структуру, те уздужним и попречним покретима ако се жели добити изгребана структура. За вријеме сушења и очвршћивања завршног декоративног слоја, фасада мора да се заштити од директног дјеловања јаког сунца, кише и вјетра. У случају ниских температура и високе влажности, сушење траје дуже.

1.2.10.5 Завршно-декоративни слој за подножја фасада (сокла)

Завршно-декоративни слој за подножја фасада карактерише већа водоодбојност и већа механичка чврстоћа. На подножја фасада (сокла) завршни слој се такође наноси након одговарајућег сушења арматурног слоја и премаза. С обзиром да је подручје подножја фасада јако изложено утицају воде, не препоручује се коришћење завршних декоративних малтера на бази минералних везива. Међутим, ако се за ту намјену ипак жели користити таква врста завршно-декоративног малтера, површину подножја треба обавезно додатно премазати одговарајућим водоодбојним премазом.

У подручју фасаде која је у додиру са тлом, односно у периметарном подручју, завршно-декоративни слој се мора заштитити одговарајућом изолацијом.



Слика 75 Примјери завршног слоја подножја фасаде

1.2.11 *Процјена квалитета готове површине система*

Након завршетка израде комплетног ETICS система мора да се изврши процјена завршене површине система. Ову процјену обично спроводе представници извођача радова и надзорног органа и о томе сачињавају посебан записник. Како би се избјегли различити приступи и тумачења, и за ову провјеру постоје правила којих се треба придржавати. Уколико инвеститор захтијева строжија правила, онда се то мора посебно нагласити у изведбено-техничкој документацији.

Равност и правоугаоност површина фасада одређује се у складу са нормом DIN 18202. Измјерене вриједности равности површина не смију бити веће од вриједности дефинисаних у сљедећој табели:

Размак мјерних тачака (m)	0,1	1	4	10	≥ 15
Дозвољене вриједности одступања готове површине (mm)	3	5	10	20	25

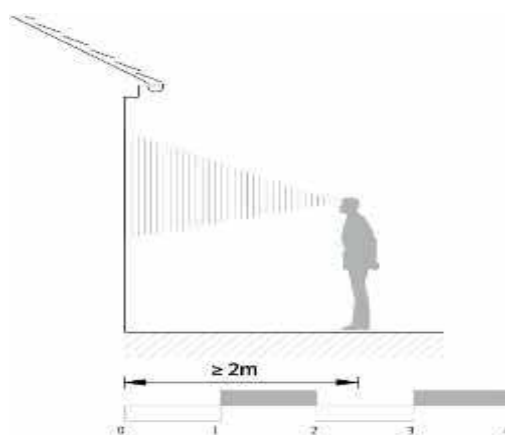
Табела 12 Дозвољене вриједности одступања равности готових фасада

Одступања у погледу правоугаоности готових фасадних површина морају да одговарају вриједностима у сљедећој табели :

Размак мјерних тачака (m)	≤ 0,5	> 0,5 ≤ 1	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 15	> 15 ≤ 30	> 30
Дозвољене вриједности одступања за вертикалне, хоризонталне и нагнуте површине (mm)	3	6	8	12	16	20	30

Табела 13 Дозвољена одступања у правоугаоности готових фасадних површина

Оцјењивање нијанси и структуре готове површине врши се са удаљености од неколико метара од фасаде (у правилу на удаљености 2 - 4 m), а не из непосредне близине, и то вертикално на површину фасаде, а не искоса. Неуједначености не смију да буду видљиве код нормалног извора свјетла (не косо положеног).



Слика 76 Оцјењивање нијансе и структуре готове фасадне површине

Поређење структуре и нијансе готове фасаде са унапријед изведеним мањим узорком може да се користи само условно, јер околности у току израде узорка и фасаде нису исте (нпр. различити су временски услови, извођачи, подлога итд.).

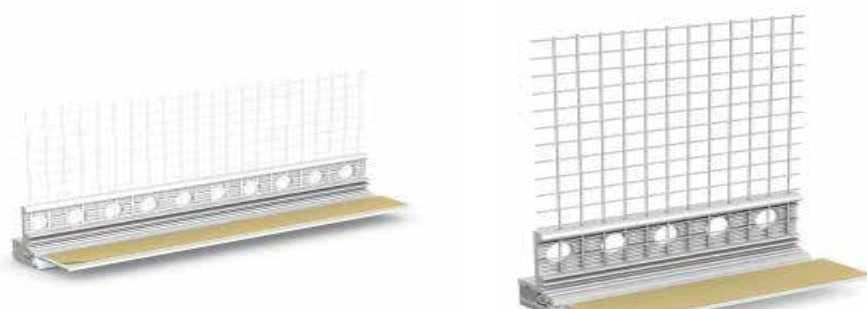
Завршно-декоративни слој не смије имати пукотине шире од 0,2 mm. Такође није допуштена већа концентрација појединачних пукотина допуштених ширина.

1.2.12 Карактеристични детаљи

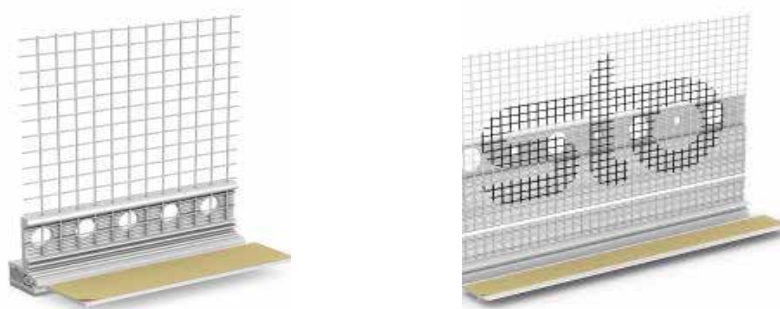
1.2.12.1 Спој фасадног система са прозорима и вратима

Правилно изведен спој прозора и фасаде је веома важан, јер омогућава да се прозор исправно уклопи у фасаду те да се постигне добра топлотна изолација и заштита од вјетра и влаге. Квалитет овог споја може имати значајан утицај на квалитет боравка у згради, јер добро изведен спој прозора и фасаде помаже у смањењу губитака топлоте и буке, те доприноси побољшању укупног комфора становања. Ако се спој прозора и фасаде не изведе правилно, могу да се појаве проблеми као што су цурења воде, ниске температуре у близини прозора, или високе разлике у температури између унутрашњег и вањског простора.

Квалитетан спој фасадног система и прозора треба да обезбиједи довољно еластичну везу, која без појаве пукотина може да обезбиједи различито помјерање прозора и врата и истовремено да спријечи пролаз влаге, паре и топлоте кроз мјеста споја. Зато су ови спојеви посебно захтјевни, и њихово извођење захтијева посебну пажњу, примјену свих правила струке и коришћење најсавременијих материјала и елемената. Све спојеве (са прозорима и вратима, кровом, кутијом за ролетне, итд.), и све продоре кроз ETICS (громобранске инсталације, жљебови, електроинсталације, итд.), треба да се изведу уз коришћење одговарајућих прикључних профила или заптивних трака, како би систем био заштићен од продора влаге. У сврху стицања комплетне слике правилне уградње столарије, препоручује се да се прочита поглавље "А" овог приручника.



Слика 77 Профил који омогућава 3D помјерање



Слика 78 Профили за спој за дрвене и алуминијумске прозоре

дебљина изолације						
	увучени отвор		отвор у равни са зидом		извучени отвор	
	≤ 2 m ² *	2-10 m ² *	≤ 2 m ² *	2-10 m ²	≤ 2 m ² *	2-10 m ²
≤ 100 mm	1D	2D	2D	2D	2D	3D
≤ 160 mm	2D	2D	2D	2D	3D	3D
≤ 300 mm	3D	3D	3D	3D	3D	3D

Слика 79 Детаљи споја прозора/врата са фасадним системом

* Ако ширина или висина отвора износе више од 2,5 m, користити тип 3D;

1D – спој без посебних захтјева

2D – спој помоћу профила који омогућава дводимензионално помјерање

3D – спој помоћу профила који омогућава тродимензионално помјерање

Прије постављања прикључних профила на спојеве са прозорима и вратима морају бити испуњени сљедећи предуслови:

- детаљи спојева морају да буду дефинисани пројектом у односу на специфичност зграде;
- прозори и врата морају да буду уграђени у складу са смјерницама и упутствима произвођача;
- приликом уградње прозора и врата, мора да се осигура паронепропусност споја захтијевана пројектом;
- подлоге на које се постављају прикључни профили морају да буду суве, отпрашене и одмашћене;
- температура ваздуха и подлоге за вријеме постављања не смије да буде нижа од +5°C.

Правилно изведени детаљи спојева битно утичу на трајност и функционалност ETICS-а. Помјерања услед топлотних напона (температурно условљене промјене дужине) прозора и остакљења захтијевају одговарајуће спојне елементе.

1.2.12.2 Спој фасадног система са прозорском клупицом

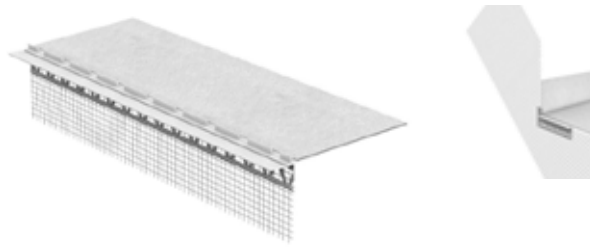
Правилан спој фасаде и прозорске клупице важан је јер омогућава да се прозор исправно уклопи у фасаду и да се постигне добра топлотна изолација, као и да се спријечи улаз влаге у ETICS систем. Прозорска клупица је дио прозора који се налази у близини фасаде и служи за правилно спајање прозора на фасаду. Ако се фасада и прозорска клупица не споје правилно, може се десити да се прозор не уклопи правилно у фасаду. То може довести до проблема попут цурења воде у ETICS и унутрашњост просторија, те до појаве ниских температура у близини прозора. Правилан спој фасаде и прозорске клупице такође је важан из естетских разлога, јер утиче на комплетан изглед зграде. Извођење овог споја укључује сљедеће кораке:

- Прије уградње прозорске клупице потребно је припремити подлогу у склопу ETICS-а која укључује и арматурни слој. Процес припреме подлоге почиње уградњом клинасте изолационе плоче која се лијепи на вертикалну изолацију фасаде.
- Код припреме фасаде испод клупице користе се посебни елементи који се спајају са фасадом. Централни елемент треба смањити на ширину парапета умањену и са једне и са друге стране за 80 mm. Потребно је означити положај централног елемента на парпету, што значи да са сваке стране парапета, лијево и десно, треба узети у обзир размак од шпалете од 80 mm.
- Централни елемент и угаоне елементе треба изрезати на дубину шпалете. Предњи руб централног елемента треба откlopити натраг, скинути заштитну фолију с предње љепљиве траке и поново је заклопити, чврсто притиснути, скинути заштитну фолију с угаоног елемента и чврсто га залијепити уз преклапање по цијелој површини.
- Сва преклапања треба да се пажљиво додатно обраде ваљком за спојеве, пазећи да испод угаоних елемената не настану мјеста улаза ваздуха. Унутрашњи углови траке за заптивање морају да се залијепе тачно у углове парапета (лијево и десно) на све три стране (прозорска шпалета/прозорски оквир), при чему не смије да се допусти улазак ваздуха (ваздушних мјехурића). Ваљком за спојеве треба чврсто притиснути и по цијелој површини.
- Заштитну траку за заптивање залијепити за прозорски оквир (користити прикладне алате – ваљке за спојеве).
- Нанијети малтер за арматурни слој испод стаклене мрежице профила, и мрежицу утиснути у малтер.

Даљњи поступак са армирањем те наношењем завршно-декоративног слоја описан је у претходним поглављима.



Слика 80 Кораки при уградњи прозорских клупица



Слика 81 Централни и крајњи елемент за уградњу прозорских клупица

Фиксирање профила прозорске клупице врши се љепилом које се мора нанијети вертикално на шпалете, на сваких десет центиметара, како би се омогућило одвођење евентуално присутне воде. У ту сврху користи се специјализовано љепило према препоруци произвођача. Припремљени профил прозорске клупице убацује се у прозорски отвор и пажљиво притисне. Не смије се заборавити на извођење спојева (фуга) због температурног истегања прозорске клупице.

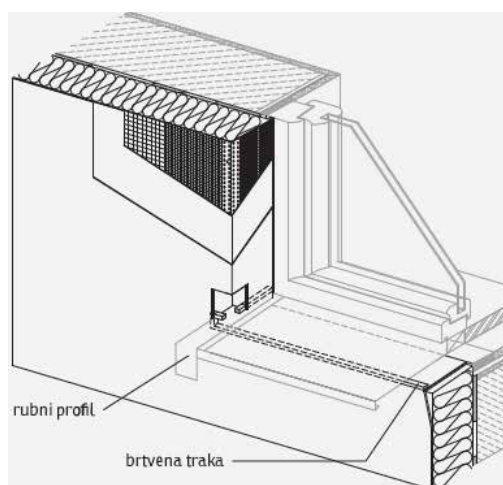


Слика 82 Заптивање прозорске клупице

Спојевима између изолационог материјала и других дијелова зграде (допрозорника, довратника, прозорских клупица, итд.) морају бити водоотпорни, да би могли спријечити продор воде у грађевинске елементе. Ови спојевима истовремено морају да допусте ширење и скраћивање прозорских елемената због температурног рада. Обично се за ову намјену користе експандирајуће траке које након уградње експандирају и заптивају све дијелове тог споја. Потребно је нагласити да у овом случају није препоручљиво кориштење силиконских китова, полиуретанских китова или других маса за запуњавање фуга, јер оне с временом губе своје карактеристике, нарочито еластичност, постају крте те захтијевају редовито одржавање и замјену.



Слика 83 Спој прозорске клупице и ETICS-а



Слика 84 Спој са претходно монтираном прозорском клупицом

Осим на горе описани начин, прозорске клупице је често могуће поставити прије или тек након извођења ETICS-а, зависно од специфичности система, али и могућности на самој згради. Основни принцип код сваког начина уградње јесте да је током постављања прозорских клупица потребно да се све евентуалне шупљине запуне тоplotноизолационим материјалом.

Ако дебљина тоplotноизолационог материјала и сам процес извођења захтијевају накнадно постављање прозорских клупица (што је чест случај код енергетских обнова фасада постојећих зграда), приликом извођења ETICS-а потребно је горњу страну тоplotноизолационог материјала заштитити од временских утицаја са арматурним слојем и након тога са заптивном масом. Изведбом арматурног слоја спријечиће се и евентуална појава пукотина кроз које у одређеном временском периоду након монтаже клупице може доћи до продора воде и влаге.

У случају да се уграђују камене клупице, у ETICS системима са каменом вуном препоручује се уградња екструдираниог полистирена (XPS) између клупице и плоче камене вуне, и то по ширини цијелог пресека на који ће накнадно да се угради камена клупица. Са екструдираним полистиреном може да се формира и нагиб камене клупице. Најмањи нагиб клупице, односно подлоге на коју се клупице лијепе, треба да буде 5%.

1.2.12.3 Спој фасадног система са кровом

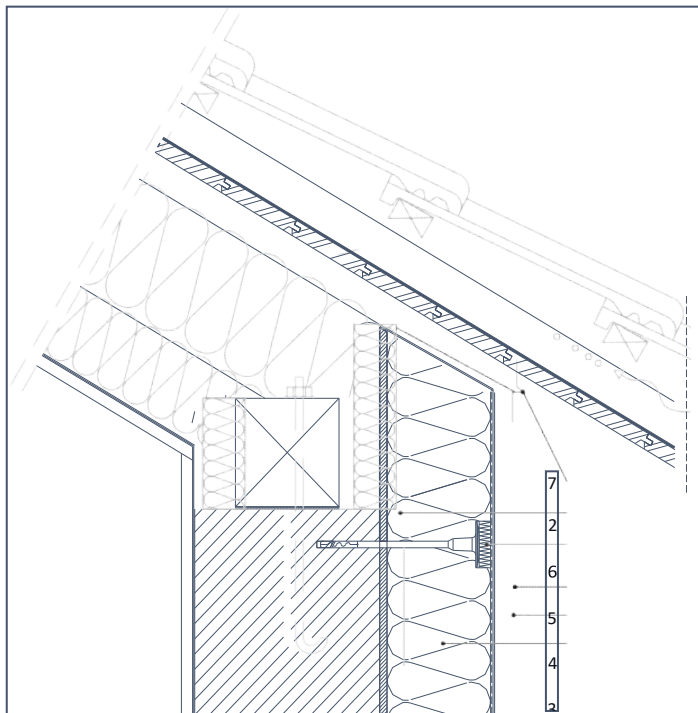
Правилно извођење споја вертикалне топлотне изолације и топлотне изолације косог крова је веома важно, јер лоше изведен спој може да доведе до губитка топлоте кроз кровну конструкцију. Ако се вертикална топлотна изолација не спаја правилно са топлотном изолацијом косог крова, топлота из унутрашњости зграде може лако проћи кроз спој. Правилно извођење споја допринијеће смањењу губитка топлоте, што ће као резултат дати ниже трошкове гријања и хлађења, те допринијети одржавању удобне температуре у просторијама зграде.

Основни принципи правилног извођења споја вертикалне топлотне изолације вањског зида и топлотне изолације косог крова су сљедећи:

- **Повезивање топлотне изолације косог крова и вертикалне топлотне изолације треба да се изведе тако да се кроз њихов спој избјегне пролазак топлоте. То се постиже тако да се двије врсте изолације споје и повежу слојем везивног материјала који спречава продирање топлоте.**
- **Вертикалну топлотну изолацију вањског зида треба спојити са топлотном изолацијом косог крова на такав начин да се онемогући пролазак влаге. Ако влага може проћи кроз спој, то може довести до појаве плјесни и оштећења изолације и конструкције зида и крова.**
- **Потребно је осигурати довољну прозрачност у простору између топлотне изолације косог крова и вертикалне топлотне изолације вањског зида, како би се избјегло накупљање влаге у тим просторима.**
- **Спој између топлотне изолације косог крова и вертикалне топлотне изолације вањског зида треба бити што је могуће чвршћи и стабилнији, како би се избјегло клизање или помицање изолације током времена.**

Топлотноизолациони слој вањског зида треба преклопити са топлотноизолационим слојем косог крова. Горњу страну топлотноизолационог слоја у ETICS систему треба одрезати у равни са кровом и поткровном изолацијом те са горње стране нанијети арматурни слој (малтер са арматурном мрежицом) како би се спријечио улаз влаге у ETICS систем. Сам спој са кровом треба извести са што мањим ваздушним простором и по могућности га попунити са бртвеним тракама.

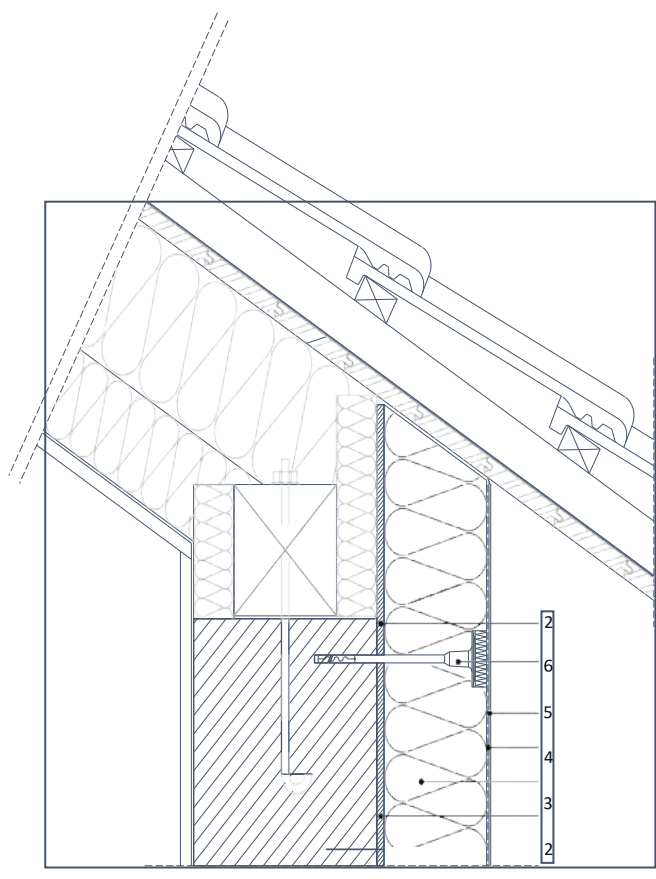
Препоручљиво је кров са доње стране завршити уз примјену завршних пластичних профила који спречавају улаз инсеката, птица или других мањих животиња.



ЛЕГЕНДА:

1. Зид
2. Малтер за лијепљење
3. Топлотноизолациони слој
4. Арматурни слој
5. Завршни слој
6. Типл
7. Профил за кровно прозрачивање

Слика 85 Спој ETICS-а са вентилисаним косим кровом



1. Зид
2. Малтер за лијепљење
3. Топлотноизолациони слој
4. Арматурни слој
5. Завршни слој
6. Типл

Слика 86 Спој ETICS-а са невентилираним косим кровом

Приликом израде споја са косим кровом, а како би се омогућило чистије и прецизније извођење радова, потребно је да се води рачуна о томе да се прије уградње предзадњег реда топлотноизолационих плоча постави задњи ред односно ред топлотне изолације који се спаја са косим кровом. Овај задњи ред се прецизно обиљежи и украја око рогова кровне конструкције у стрехи.



Слика 87 Уклапање завршног реда топлотноизолационих плоча са кровом

Уколико изводимо спој са вентилирајућим кровом након формирања термоизолационих плоча завршног реда, ове плоче поставимо на предвиђено мјесто како бисмо могли линијом да означимо мјесто за постављање флексибилних заптивних трака за спој са кровом.



Слика 88 Постављање вањских бртвених трака

Након тога ради се поравнавање термоизолационих плоча и уметање претпоследњег реда топлотне изолације. Плоче је потребно тијесно приљубити једне уз друге и по потреби их међусобно повезати полиуретанским љепилом.



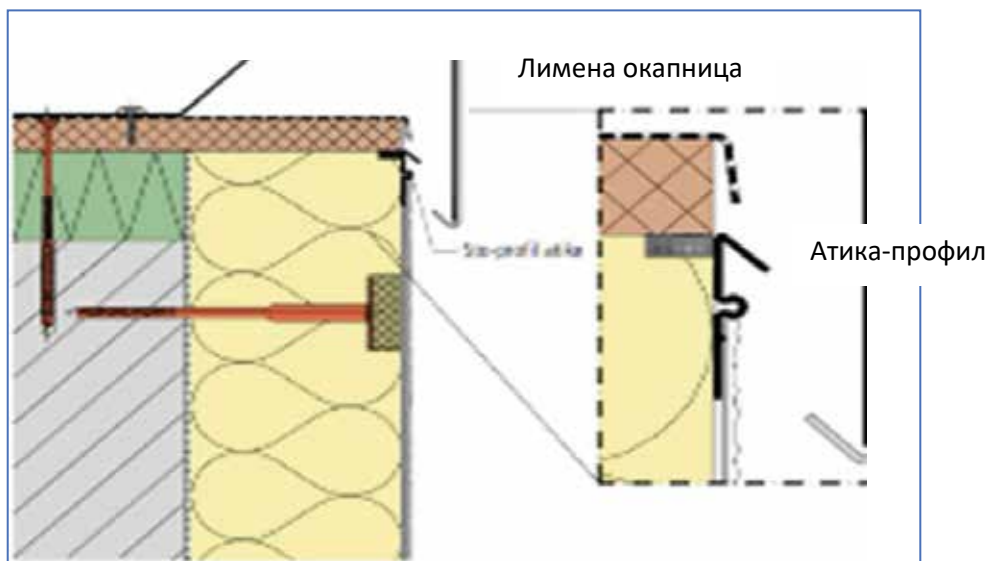
Слика 89 Поравнавање завршног реда топлотноизолационих плоча

Препоручује се да се при уградњи арматурног слоја на споју ETICS-а са кровом по могућности угради такозвани атика-профил.



Слика 90 Уградња атика-профила за спој ETICS-а са невентилисаним косим кровом

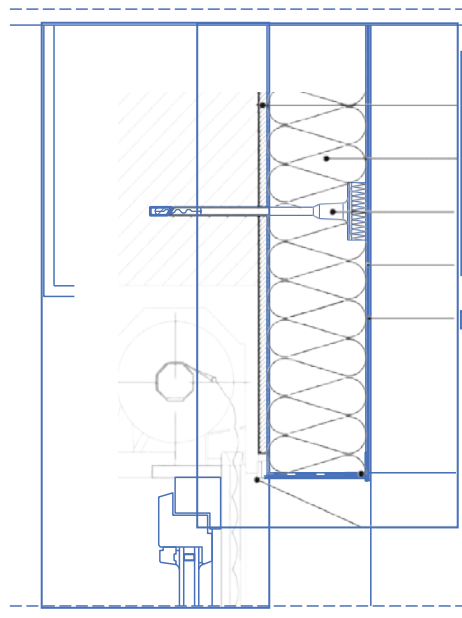
Код извођења споја ETICS-а са равним кровом такође је најважније спријечити продор воде у ETICS систем. Постоји читав низ завршних и спојних профила који олакшавају ово извођење.



Слика 91 Детаљ споја ETICS-а са равним кровом

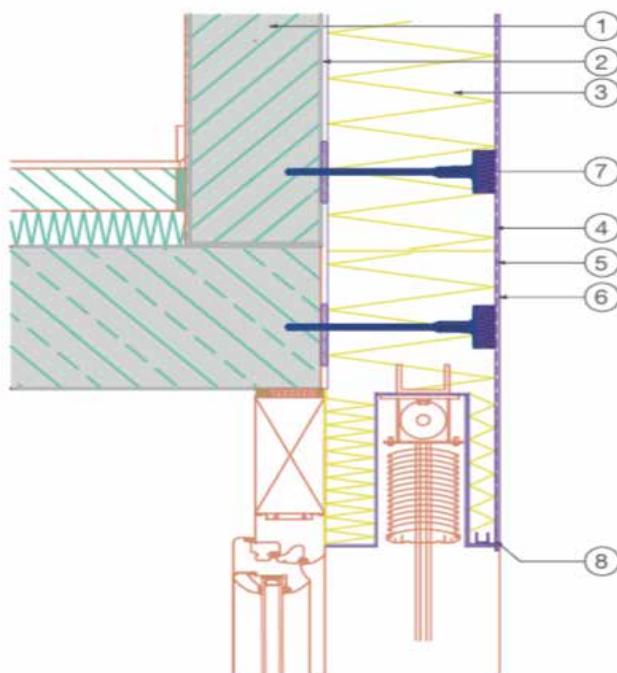
1.2.12.4 Спој са кућијом за ролетне

1. Зид
2. Малтер за лијепљење
3. Топлотноизолациони слој
4. Типл
5. Арматурни слој
6. Завршни слој
7. Угаоно профил
8. Спојни профил



Слика 92 Детаљ уградње споја ETICS-а са кућијом за ролетне - варијанта 1

Код споја кућије за ролетне са ETICS системом потребно је да се води рачуна о томе да се топлотноизолациони слој препусти у цијелој дебљини или дјелимично преко кућије, а за сам спој са кућијом потребно је да се користе намјенски профили и спојни елементи.



Легенда:

1. Зид
2. Љепило
3. Фасадна изолациона плоча (EPS/MW)
4. Арматурни слој са стакленом мрежицом
5. Предпремаз (зависно од система)
6. Завршни малтер
7. Системска причврсница (рондела у равни са површином)
8. Окапни профил (опција)

Слика 93 Детаљ уградње кућије за ролетне - варијанта 2

1.2.12.5 Изолација за подручја фасаде у додиру са тлом, изложена прскању водом

Подножја и подручја прскања водом обухваћају дио фасаде вањског зида изложеног прскању водом, висине најмање 30 см од висине околног терена или облога. С побзиром на већу изложеност подножја влази и механичким оптерећењима, приликом извођења ETICS-а у овом подручју потребно је примјењивати посебне мјере.

При извођењу ових елемената фасаде потребно је обратити пажњу на евентуалне посебне механичке захтјеве и захтјеве условљене влагом. У тим се подручјима смију користити искључиво међусобно усклађене компоненте ETICS-а које је одредио произвођач система.

Топлотна изолација дијелова зграде у додиру са тлом назива се периметарна изолација. При извођењу периметарне изолације топлотноизолациони материјал поставља се на вањској страни тог дијела зграде (нпр. зида подрума). У подручју подножја се у читавој висини примјењују топлотноизолациони материјали које је прописао произвођач.

Топлотноизолациони материјал треба да мањим дијелом улази испод нивоа тла и не смије бити виши од 1 метра изнад нивоа тла. Овај материјал се у подручју подножја механички причвршћује типловима.

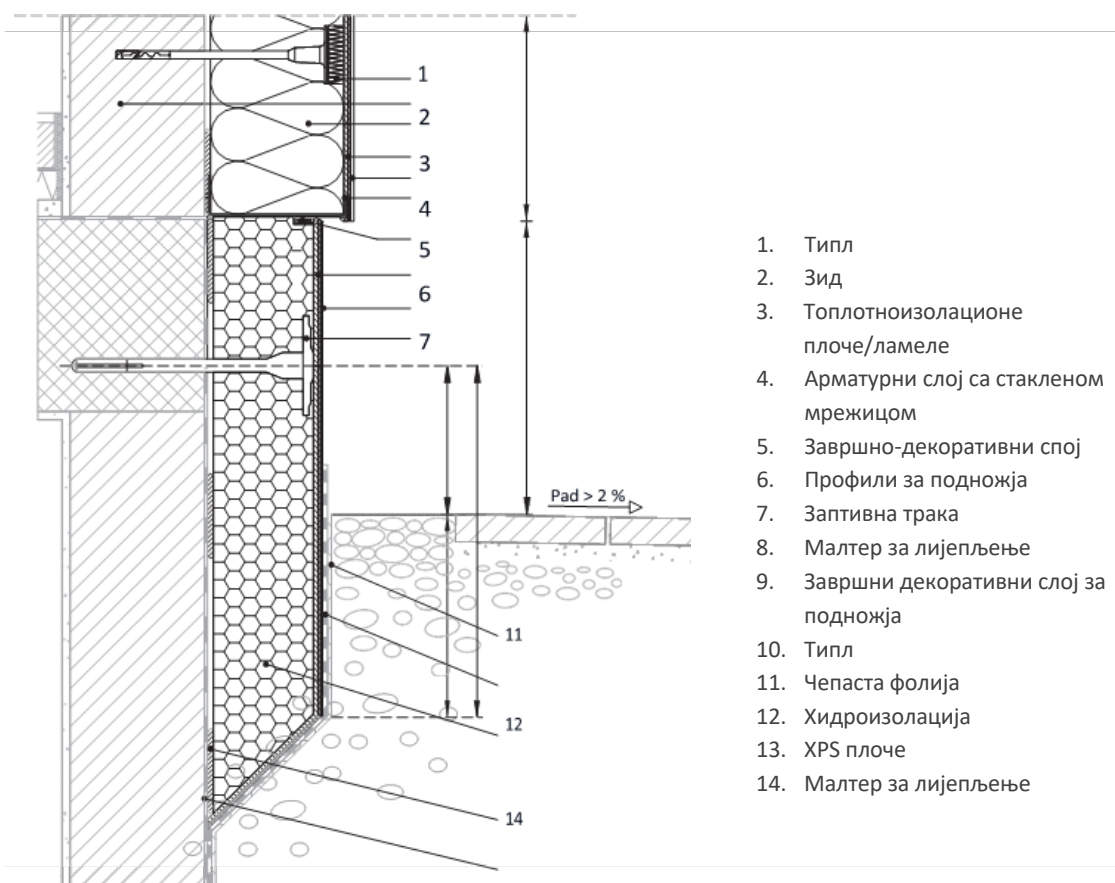
Код увученог подножја доњи завршетак EPS дијела ETICS-а изводи се примјеном U-профила намијењеног за подножје без перфорација на доњој страни. Профил за подножје причвршћује се на подлогу одговарајућим типловима на размаку од око 30 см, као и на крајевима. Неравнине подлоге изједначавају се дистанцерима, а спојеви изводе одговарајућим спојним елементима. Размаци између зида и профила за подножја затварају се одговарајућим материјалима (нпр. љепилом, тракама за заптивање, и сл.) како би се осигурала непропусност ваздуха кроз фасаду. Потребно је примјењивати искључиво профиле за подножја које је прописао произвођач система.

Топлотноизолациони материјал који се поставља на подручју подножја и улази испод нивоа тла (на пријелазно подручје) урезује се укосом на доњој страни и обрађује арматурним слојем до краја подлоге те завршно-декоративним слојем најмање 15 см испод нивоа тла.

Топлотноизолациони материјал који се поставља на подручју подножја улази испод нивоа тла најмање 20 до 30 см. Ако су дебљина топлотноизолационог материјала подножја и дебљина периметарне изолације различите, потребно их је уједначити косим резом у циљу осигурања непропусности споја. Након одређивања будућег нивоа тла све дијелове система у додиру с тлом потребно је обрадити водоотпорним слојем (нпр. маса за хидроизолацију, битуменски премаз, и сл.) и заштитити чепастом фолијом.

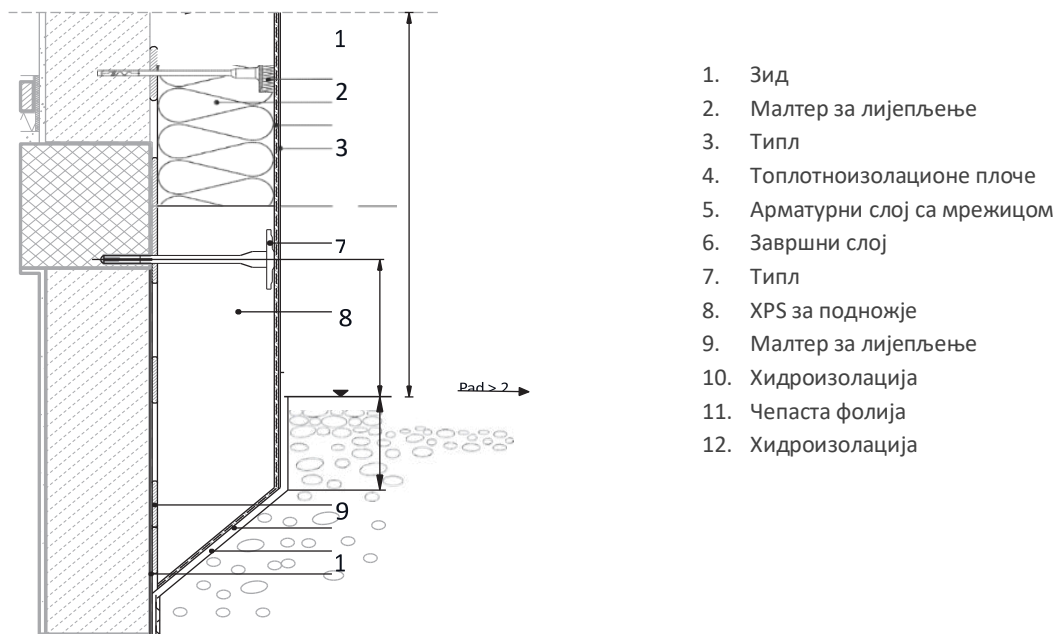
Правилно извођење топлотноизолације вањског зида у подручју споја са тлом изложеним прскању водом, важно је из сљедећих разлога:

- **Ако се топлотна изолација у подручју споја са тлом не постави правилно, то може да доведе до цурења воде и до настанка влаге у зиду. Таква ситуација може да проузрокује оштећења зидова и појаву плјесни, што може да негативно утиче на здравље људи који живе у згради.**
- **Правилно постављена топлотна изолација у подручју споја са тлом доприносиће спречавању губитка топлоте из зграде кроз тло. То ће да резултира нижим трошковима грјања и хлађења и осигураће угоднију температуру у згради.**



1. Типл
2. Зид
3. Топлотноизолационе плоче/ламеле
4. Арматурни слој са стакленом мрежицом
5. Завршно-декоративни спој
6. Профили за подножја
7. Заптивна трака
8. Малтер за лијепљење
9. Завршни декоративни слој за подножја
10. Типл
11. Чепаста фолија
12. Хидроизолација
13. XPS плоче
14. Малтер за лијепљење

Слика 94 Детаљ извођења подножја на споју са тлом – фасада није у истој равни са подножјем

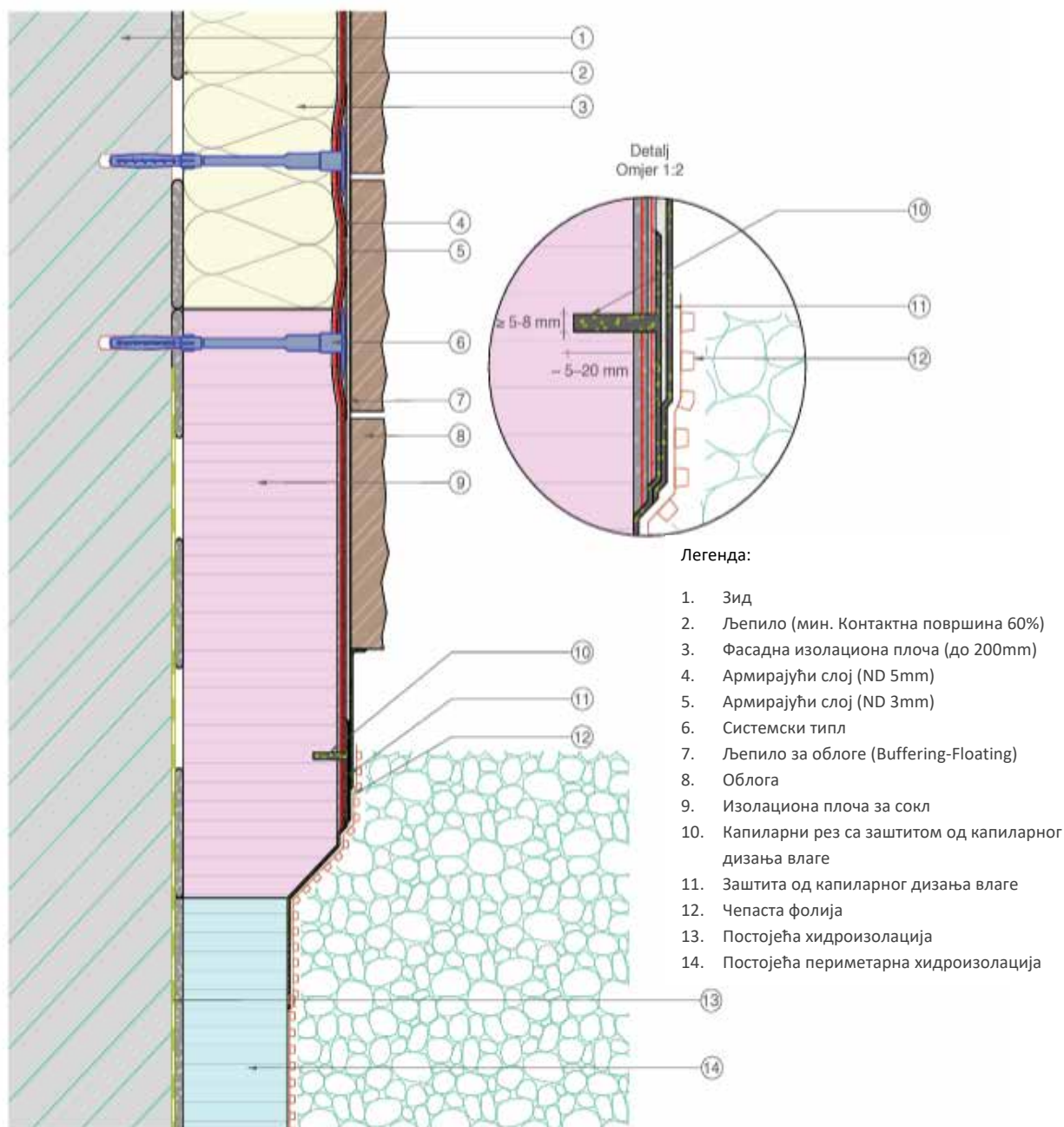


1. Зид
2. Малтер за лијепљење
3. Типл
4. Топлотноизолационе плоче
5. Арматурни слој са мрежицом
6. Завршни слој
7. Типл
8. XPS за подножје
9. Малтер за лијепљење
10. Хидроизолација
11. Чепаста фолија
12. Хидроизолација

Слика 95 Детаљ извођења подножја на споју са тлом – фасада је у истој равни са подножјем

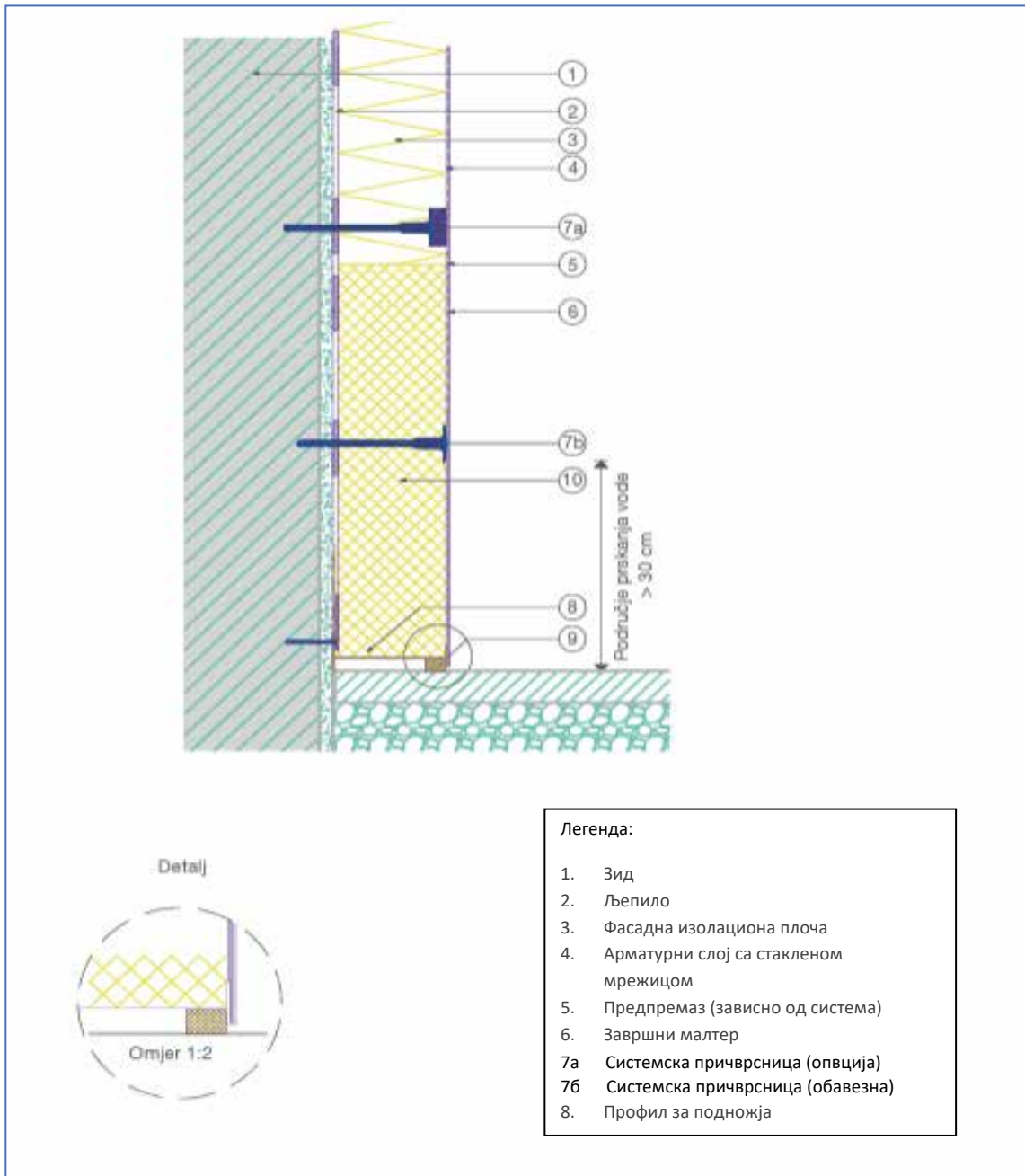
При извођењу подножја у равни са фасадом и завршно-декоративним слојем истим као што је такав слој на фасади, тоplotноизолациони материјал за подножје спаја се са термоизолационим слојем фасаде у истој равни.

Арматурни слој изводи се преко оба материјала. Осим обезбјеђења дренажног слоја, врло битно је да се спријечи капиларно дизање влаге из подножја у завршни слој.



Слика 96 Деталј извођења подножја на споју са тлом са детаљем уградње траке за спречавање капиларног дизања воде

Завршни слој ETICS-а изводи се и у подручју подножја. При овом извођењу потребно је да се осигура што мања могућност прскања водом. Код извођења слоја у зони прскања водом на бетонском плочнику, битно је да се фасадни систем одвоји од плочника и да се изолационом траком за фуге спријечи улаз воде и инсеката испод фасадног система.



Слика 97 Детаљ извођења зоне прскања на саставу са бетонским плочником и слојем ETICS-а до дна

1.2.12.6 Детаљи дилатационих спојница

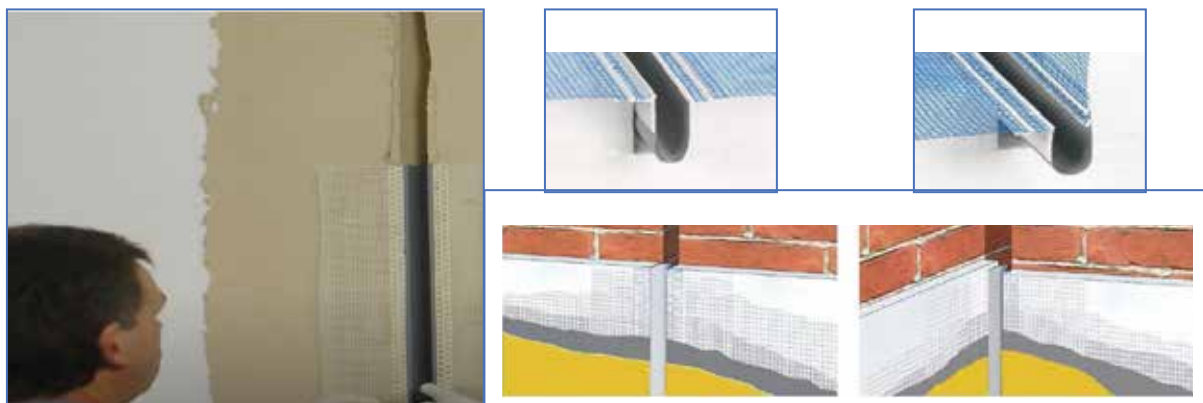
Уграђивање дилатационих спојница у ETICS системе у случају када се у подлози спајају двије различите површине, веома је важно због сљедећих разлога:

- **Кретање конструкције:** Конструкције зграда крећу се током времена због промјена температуре и влаге или из неких трећих разлога (слијегање, сеизмичко дјеловање, итд.). Ако се двије површине споје без дилатационих спојница, то може да доведе до преоптерећења спојева и оштећења ETICS система. Дилатационе спојнице омогућују кретање конструкције које не доводи до оштећења система.
- **Спречавање напона:** Ако се двије површине споје без дилатационих спојница, то може да доведе до напрезања спојева и оштећења ETICS система. Дилатационе спојнице помажу у расподјели напона на што већи дио спојева, што смањује ризик од оштећења.
- **Побољшање естетике:** Ако се двије површине споје без дилатационих спојница, то може да доведе до формирања пукотина и неправилности на површини ETICS система. Дилатационе спојнице омогућују да се кретање конструкције оствари, а да се пукотине које при томе настају на површини не виде, што побољшава естетику система.

Било какве спојнице на подлози, спојеви различитих материјала, спојеви монтажних плоча и сви спојеви гдје може да дође до различитог рада једне и друге спојне површине не смију се премошћавати ETICS системом без уградње дилатационих спојница, како би се спријечило преношење напона у ETICS систем и тиме довело до стварања пукотина у систему те продора воде у ETICS, као и до могућег лома и падања дијелова или цјелокупних површина ETICS-а.

Постоји читав низ готових профила који се уграђују у ETICS са циљем формирања дилатационих спојница. Основна сврха ових дилатационих спојница је да омогуће различит и несметан механички рад различитих површина, без преношења механичких сила са једне површине на другу. Истовремено, ове спојнице морају да спријече продирање воде у ETICS систем и стварање топлотних мостова.

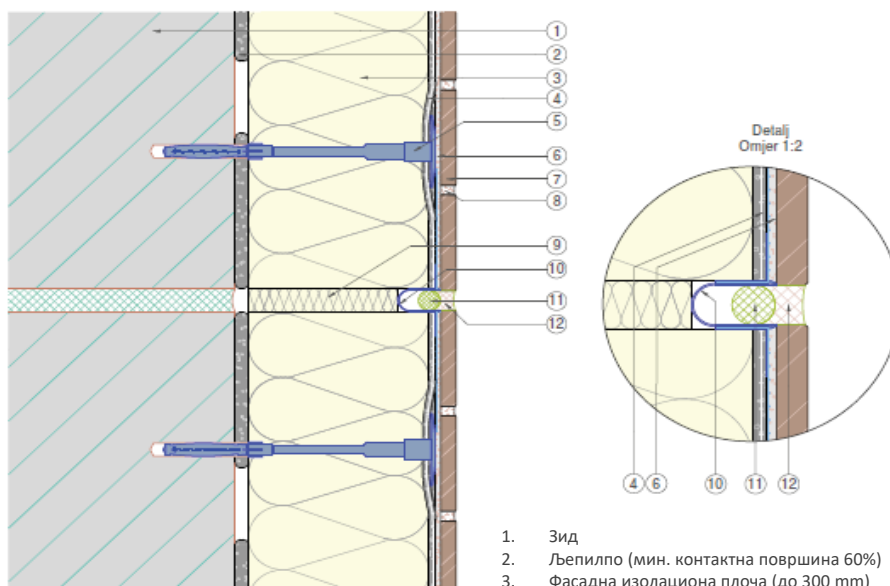
Ове дилатационе спојнице могу да буду примијењене када су двије површине у равнини или под одређеним углом.



Слика 98 Постављање профила за дилатациону спојницу

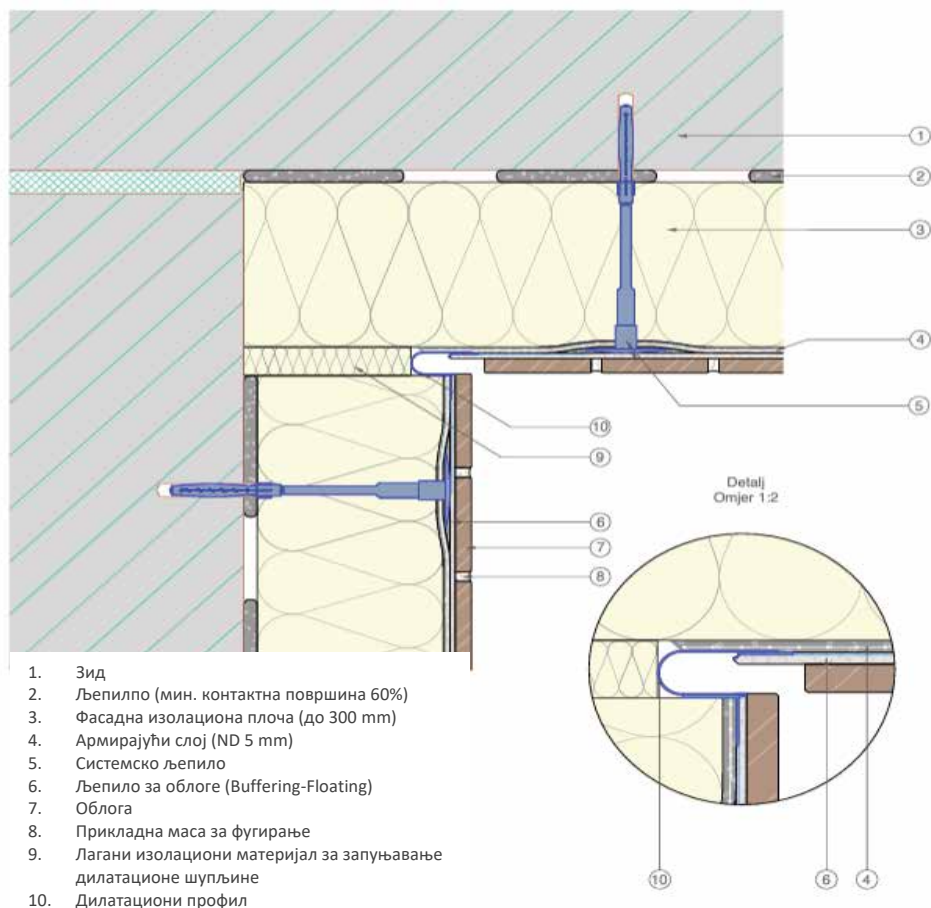
Основни принципи уградње дилатационих спојница у ETICS су сљедећи:

- Дилатационе спојнице морају се уграђивати на мјестима гдје се на подлози спајају двије површине од различитих материјала.
- Дилатационе спојнице требају да буду постављене тако да омогућавају слободно кретање конструкције у свим смјеровима. То се постиже тако да се дилатационе спојнице поставе у одговарајућим интервалима и да се за сваки поједини слој користе одговарајуће врсте дилатационих спојница.
- Дилатационе спојнице требају бити уграђене тако да се током уградње не оштећују, и да се остали радови на ETICS систему не ометају. То се постиже тако да се дилатационе спојнице уграђују прије него што се постави топлотноизолациони слој.
- Дилатационе спојнице требају да буду уграђене тако да се током времена не оштећују, и да омогућавају слободно кретање конструкције. То се постиже тако да се дилатационе спојнице бирају према врсти материјала са којим се спајају, да се њихово спајање врши на одговарајући начин, и да се дилатационе спојнице редовито прегледавају и замјењују ако је потребно.
- Дилатационе спојнице требају да буду уграђене тако да не утичу на естетику зграде. То се постиже тако да се оне бирају према боји и облику зграде, те да се користе одговарајуће врсте дилатационих спојница које су мање видљиве.



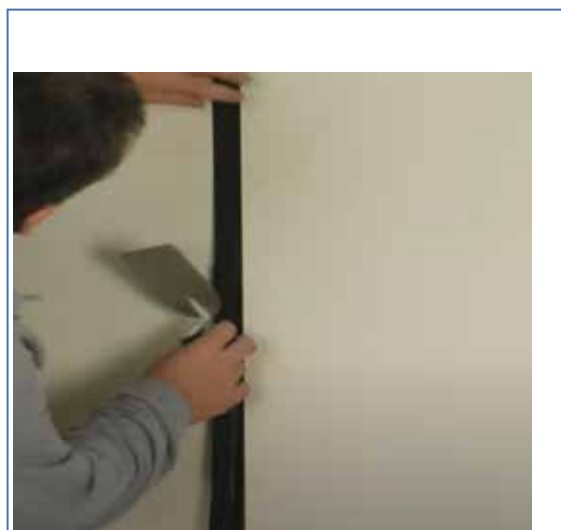
1. Зид
2. Љепило (мин. контактна површина 60%)
3. Фасадна изолациона плоча (до 300 mm)
4. Армирајући слој (ND 5 mm)
5. Системско љепило
6. Љепило за облоге (Buffering-Floating)
7. Облога
8. Прикладна маса за фугирање
9. Лагани изолациони материјал за запуњавање дилатационе шупљине
10. Дилатациони профил (опција за фуге које се морају често одржавати)
11. PE-кабл (опција)
12. Еластична маса за запуњавање фуга (опција)

Слика 99 Деталј рјешавања дилатационих спојница у истој равни



Слика 100 Детаљ извођења дилатационе спојнице у унутрашњем углу

Дилатационе спојнице такође је могуће рјешавати помоћу дилатационих експандирајућих трака.

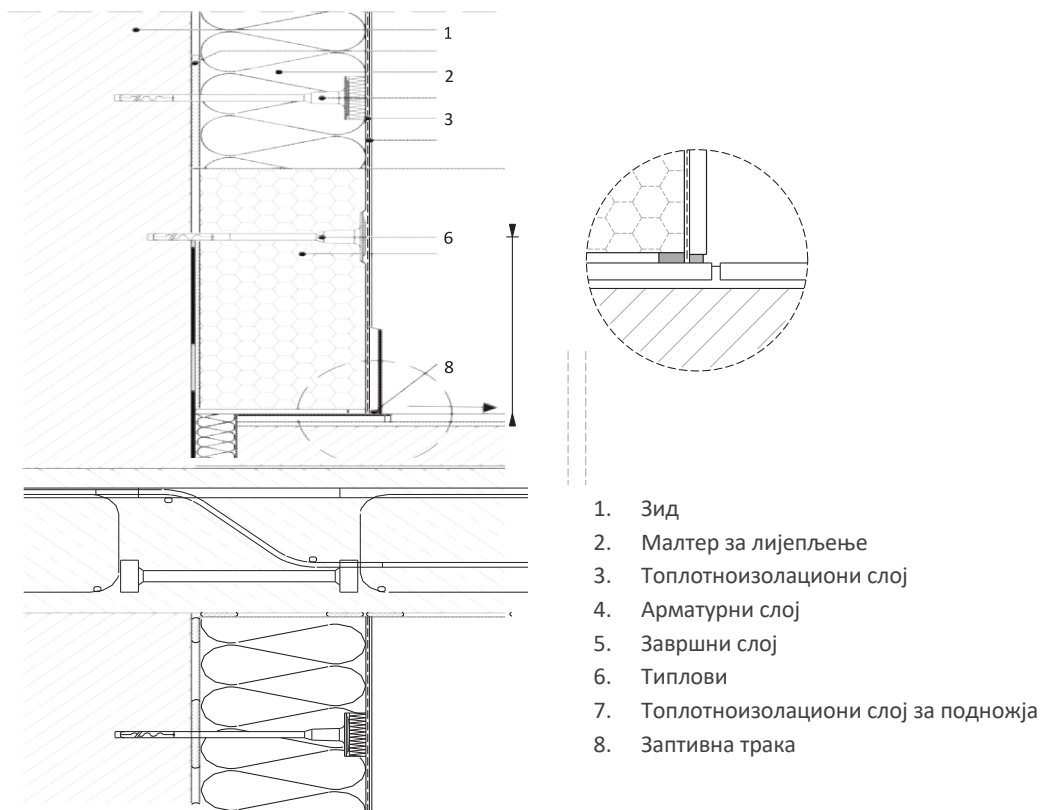


Слика 101 Постављање дилатационих трака

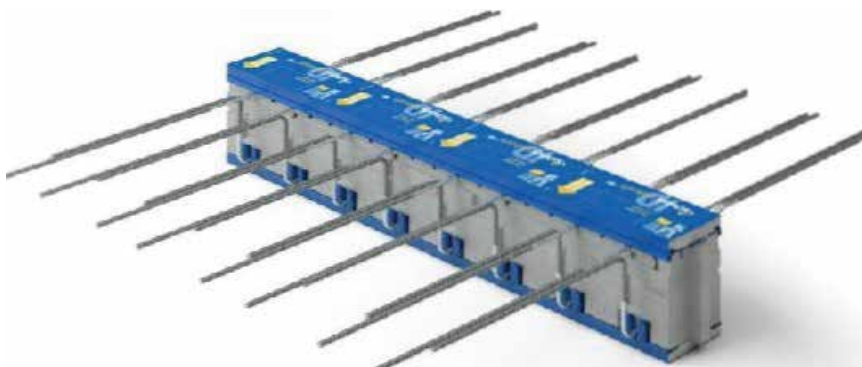
На крају је битно напоменути да се дилатационе спојнице морају извести у повезаном ETICS систему (без прекида термоизолационог слоја на мјестима дилатација), тј. морају изнутра да се попуне прикладним топлотноизолатором како би се спријечило стварање топлотних мостова.

1.2.12.7 Детаљи балкона и тераса

Балконе је најбоље изоловати на такав начин да се комплетна балконска плоча са свих страна (горња, доња и чеона) обложи са одговарајућим термизолационим материјалом, или да се за балконске плоче користе посебни елементи са прекинутим топлотним мостом. У овом посљедњем случају није потребно да се поставља изолација са доње стране.

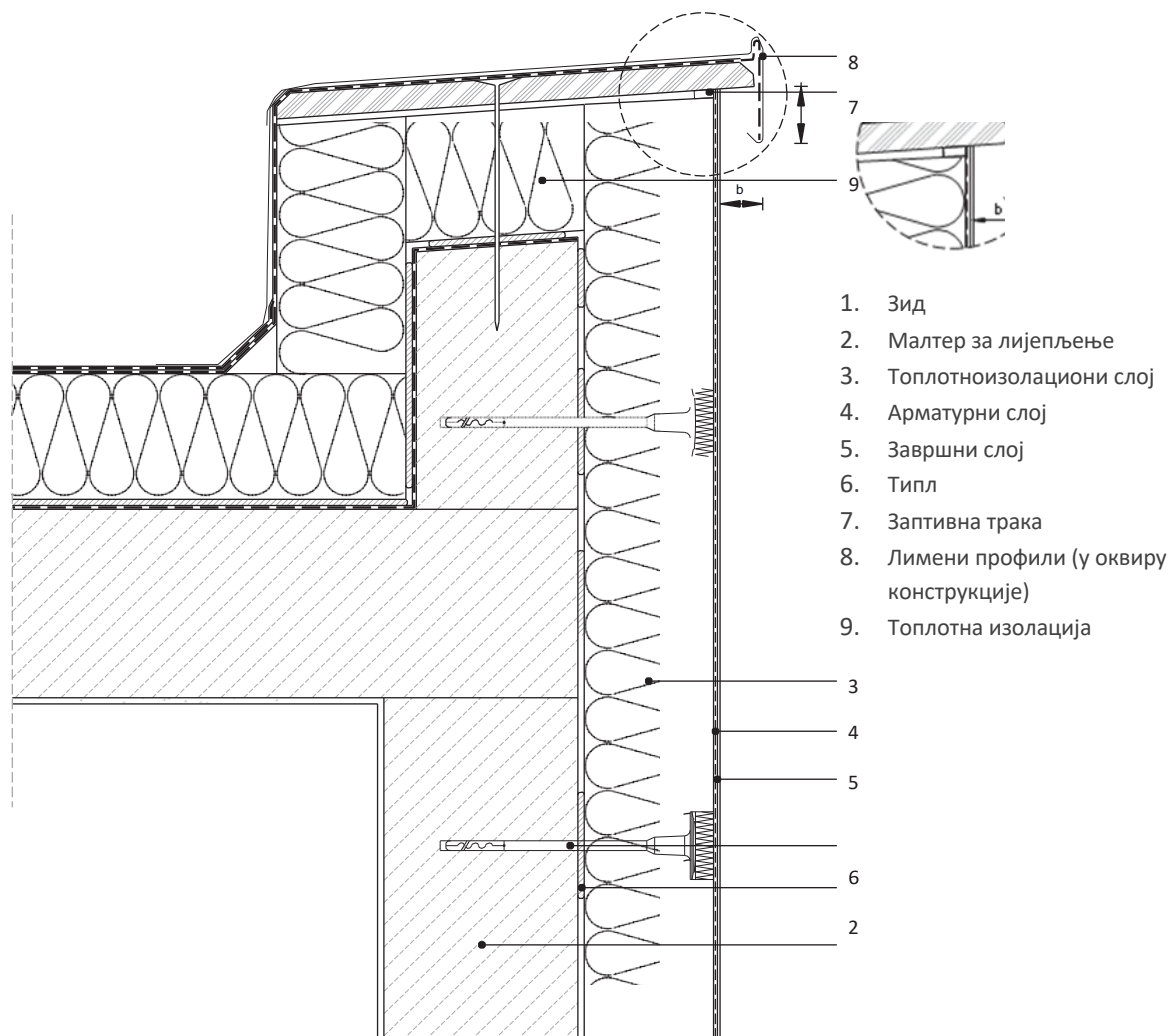


Слика 102 Детаљ извођења зоне прскања на саставу са бетонским плочником и слојем ETICS-а до дна



Слика 103 Елемент за извођење балкона са прекинутим топлотним мостом

Уколико су балкони отворени односно изложени падању кише или прскању, мора да се примијени топлотноизолациони материјал за подножја, који треба уградити по принципу рјешавања подножја.

1.2.12.8 Детаљи атике


Слика 104 Детаљ топлотне изолације атике

Висина зграде	$\geq 8 \text{ m}$	8-15 m	$\geq 15 \text{ m}$
Висина вертикалног препуста	$>5 \text{ cm}$	$>10 \text{ cm}$	$>15 \text{ cm}$
Ширина хоризонталног препуста	$\geq 3 \text{ cm}$	$\geq 3 \text{ cm}$	$\geq 3 \text{ cm}$

Табела 14 Величина препуста лимене оокнице на атици

Правилно извођење споја топлотне изолације равног крова и вањског зида преко атике подразумијева правилно спајање ова два слоја топлотне изолације, те прекривање горњег руба атике са одговарајућим лименим профилима који имају задатак спречавање уласка влаге у топлотниизолациони слој. Због тога величина препуста лимених профила треба да задовољи вриједности приказане у горњој табели.

1.2.12.9 Детаљи рјешавања инсталација, продора и носача фасадних уређаја и елемената

При извођењу ETICS система, врло је важно пажљиво ријешити све продоре кроз фасаду, попут инсталација за водовод, гријање, електричну енергију, климатизацију, свјетло, пошту, сателитске антене, заставе, надстрешнице, тенде и слично. Ако се ти детаљи не изведу правилно, могу да се појаве топлотни мостови, што значи да топлота лако може да прође кроз фасаду, а то доводи до повећања трошкова гријања и веће емисије угљендиоксида те појаве конденза и плијесни. Такође, ако се статичка носивост ових спојних елемената не размотри у довољној мјери, може да дође до оштећења фасаде или чак до пада појединих фасадних елемената. Ово је често проблем код постојећих зграда, гдје се извођачи труде да сачувају старе носаче, чак и онда када се дебелина зида повећава због дебелине ETICS-а. ETICS систем омогућава да се такве ситуације превазиђу коришћењем различитих типова елемената који спречавају појаву топлотних мостова и осигуравају довољну статичку носивост. Важно је да се приликом извођења ETICS система поштује стручност и искуство извођача радова, као и да се користе квалитетни елементи и материјали како би се постигла жељена изолативност и носивост.

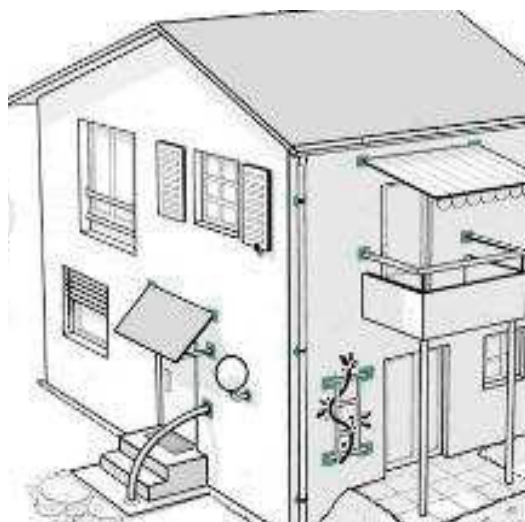
Јако је битно да се оваква мјеста и детаљи ријеше у фази пројектовања фасаде, јер само тако је извођач радова у ситуацији да избјегне разне импровизације.



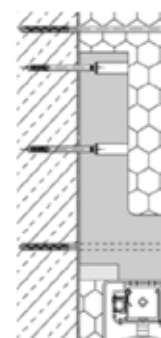
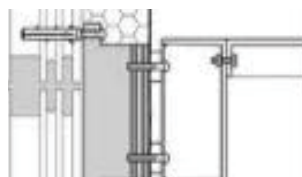
Слика 105 Детаљ вјешања вањских елемената примјеном вијчаног система са прекидом топлотног моста



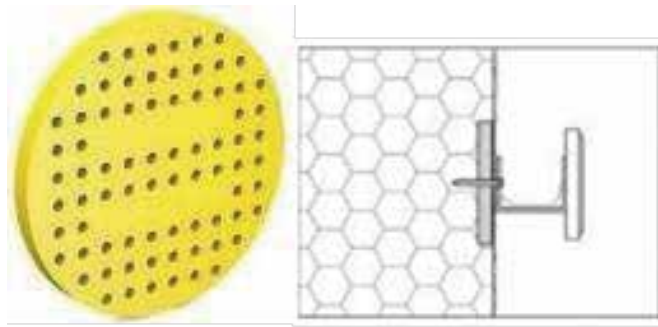
Слика 106 Детаљ прикључења носача тенди и вањске свјетилке типским елементом за прекид топлотног моста



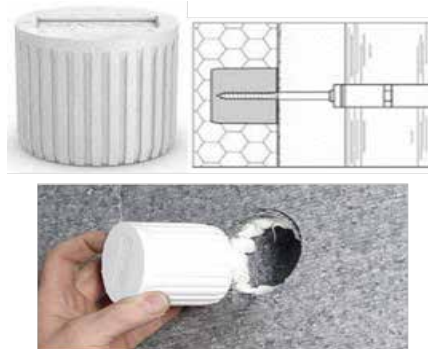
Слика 107 Прикључивање додатних елемената на ETICS системе



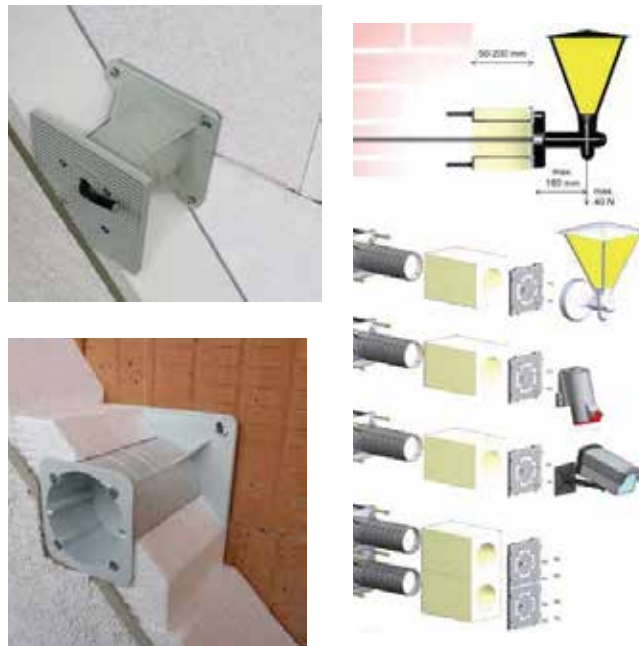
Слика 108 Коришћење монтажних елемената од тврде полиуретанске пјене и пјенасто обликованих металних плоча



Слика 109 Монтажна плоча од полипропилена у коју се може директно прчврстити вијак, за лакше предмете



Слика 110 Монтажни цилиндар од врло чврстог полистирена



Слика 111 Примјери монтажних елемената за лагане предмете



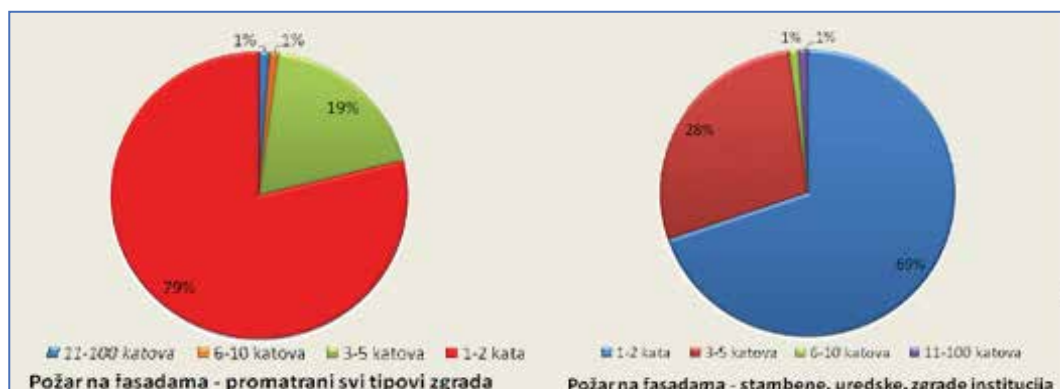
Слика 112 Примјери прикључења електричних уређаја

1.2.13 Отпорност на пожар

Противпожарна заштита вањских зидова на зградама врло је важна јер помаже у спречавању ширења пожара на друге дијелове зграде. Ако пожар настане на вањским зидовима зграде, а вањски зидови нису на одговарајући начин заштићени, пожар може лако да се прошири на друге дијелове зграде и да доведе до великих губитака материјалних добара па чак и до губитка живота. Противпожарна заштита вањских зидова такође помаже у смањењу времена потребног за гашење пожара и доприноси смањењу штете уколико пожар ипак настане. То је врло важно за зграде у којима бораве људи, као што су стамбене зграде, школе, вртићи, болнице и слично. Противпожарна заштита вањских зидова такође је важна за пословне зграде, јер пожар може узроковати велике губитке у пословању и отежати наставак пословања.

Неколико статистичких података које подцртавају значај заштите од пожара:

- 30% смрти и озледа повезаних са пожаром у свијету везано је за дјецу;
- 80% смрти и озледа повезаних са пожаром догодило се због удисања отровних димних гасова; 50% компанија које су погођене пожаром банкротира у периоду до 3 године након пожара;
- 50% грађана у Европи ће током свог живота бити изложено пожару;
- 70000 озбиљних озледа повезаних са пожаром, које требају болничко лијечење, годишње догоди у Европи.

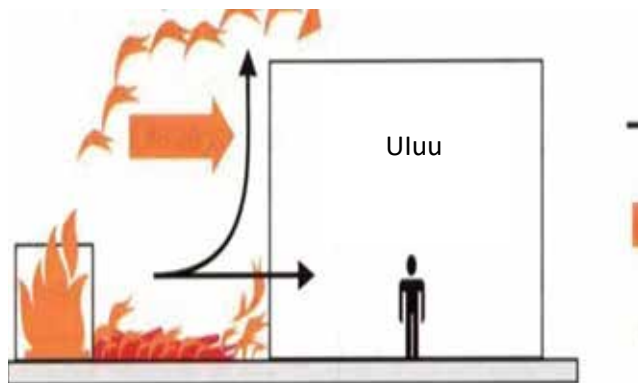


Слика 113 Учесталост пожара на разним типовима и висинама зграда

Да би настао пожар, морају истовремено да постоје следећа 3 фактора: горива материја, кисеоник, и температура паљења гориве материје.

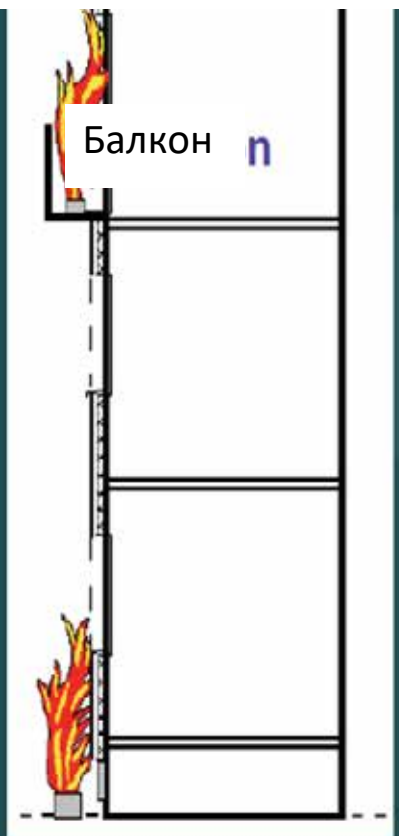
Постоји више начина настанка пожара на зградама, и то:

- пожар донешен вјетром,
- пожар настао паљењем предмета у близини зграде,
- пожар пренесен радијацијом,
- пожар настао усљед унутрашњег извора.



Слика 114 Пожар донешен вјетром на угрожену зграду

Могући вањски извори пожара код фасада од горивих материјала пожар могу да пренесу на цијели објекат

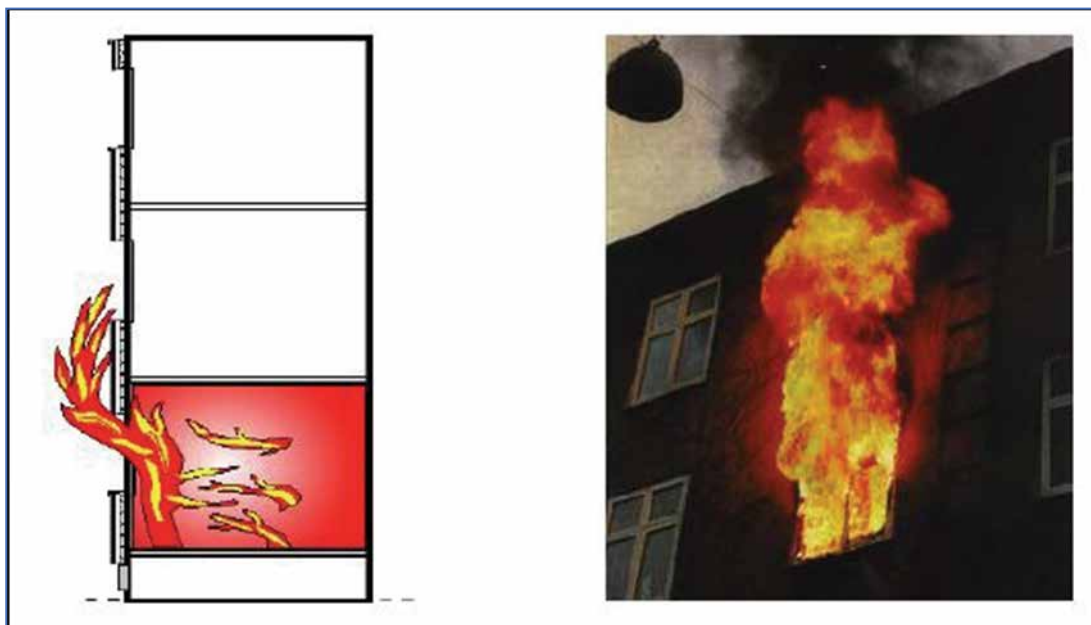


Слика 115 Вањски извори пожара (запаљен контејнер, запаљен ауто, пожар настао на балкону)

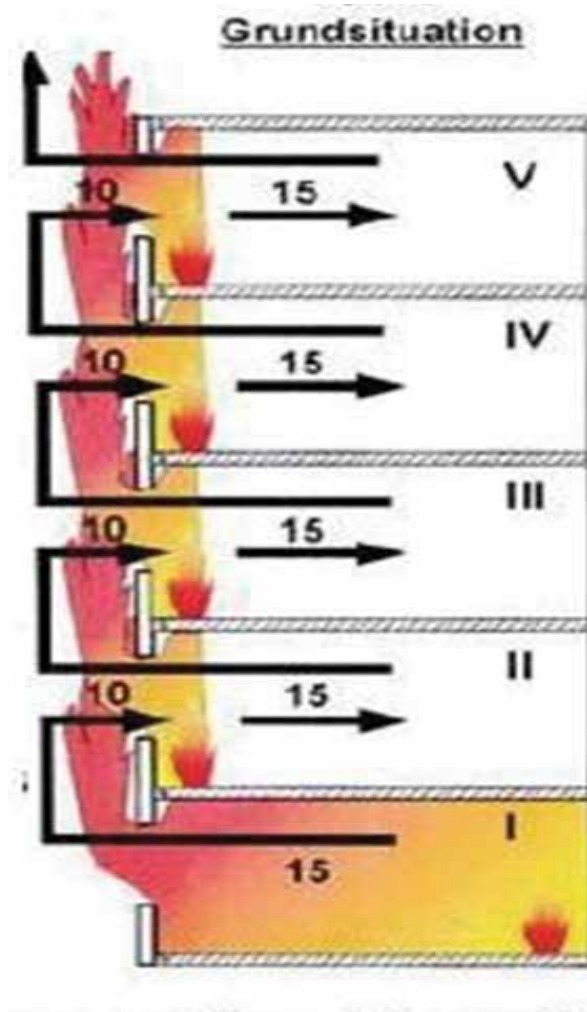


Слика 116 Пренос пожара радијацијом са сусједне зграде

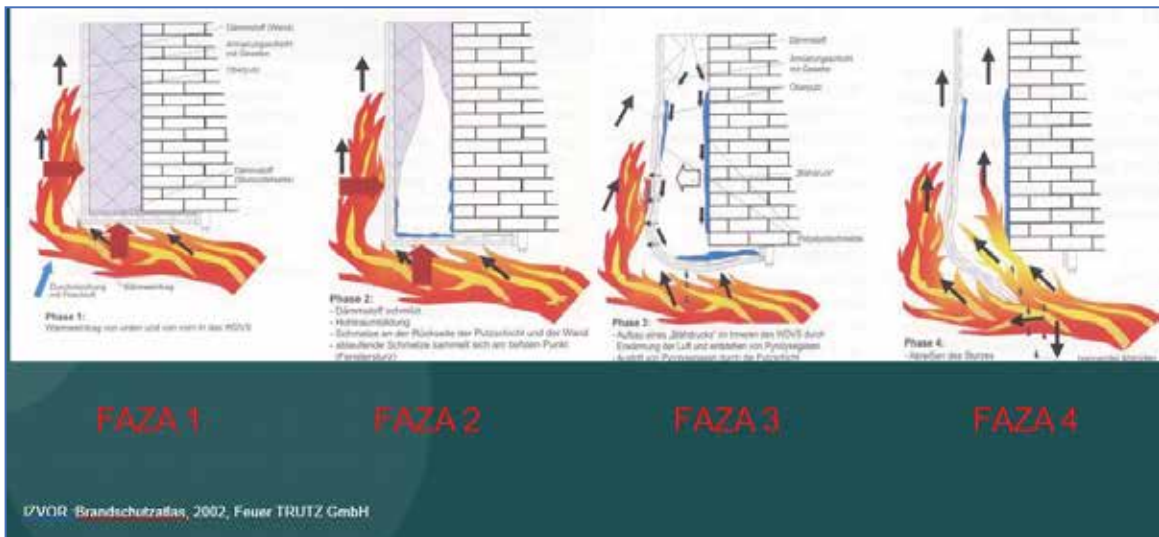
Појаву и ширење пожара на појединој згради може да проузрокује пожар из сусједне зграде (пријенос горућим капљицама или радијацијом топлоте), вањски пожар (када се извор пожара налази у непосредној близини зграде, што може нпр. бити запаљен контејнер за отпад или запаљено возило), или пожар у унутрашњости саме зграде (у њеним просторијама).



Слика 117 Унутрашњи узроци пожара



Слика 118 Пријенос пожара преко фасаде



Слика 119 Фазе преноса пожара преко фасаде од горивог материјала



Слика 120 Брзина преноса пожара преко фасаде



Слика 121 Развијање температуре у средишту пожара

Данас се зграде граде од неких врло запаљивих материјала, па због тога треба пуну пажњу усмјерити на заштиту од пожара током градње, као и касније током коришћења зграде. Грађевински материјали разврставају се на незапаљиве и запаљиве према њиховој реакцији на пожар. Ова класификација материјала у обзир узима њихов допринос развоју пожара прије појаве распламсавања (енгл. "flashover") и њихов допринос пожарном оптерећењу просторије у потпуно развијеном пожару. Ова класификација укључује сљедеће класе грађевинских материјала:

- **Класа А1** – ни у којој фази пожара, чак ни у потпуно развијеном пожару, производ не подстиче ширење пожара и не повећава пожарно оптерећење. Примјери: камен, опека, метали, аноргански материјали са мање од једног процента органске материје, производи за изолацију од минералних влакана.
- **Класа А2** – производ испуњава исте критеријуме као класа Б, али мање строге критеријуме него А1. У потпуно развијеном пожару производ не повећава пожарно оптерећење нити убрзава ширење пожара. Примјери: сендвич-панели од камене минералне вуне, гипс-картонске плоче.
- **Класа В** – исто као и класа С, осим што производ испуњава и неке више критеријуме. Примјери: дрво-цементне плоче, дрвене плоче обрађене успоривачима ширења пламена, сендвич-панели са полиизоцијануратном пјеном.
- **Класа С** – исто као и класа D, осим што производ испуњава више захтјеве те приликом примјене SBI8 методе испитивања нема ширења пламена. Примјери: фенолна пјена, сендвич-панели с полиуретанском пјеном.
- **Класа D** – производи испуњавају критеријуме за класу Е. Дуго одолијевају запаљењу slabим пламеном и не резултирају знатним ширењем пламена. Чак и приликом SBI испитивања појединог горућег предмета, стварање топлоте успорено је и ограничено. Примјери: различите врсте дрвета, производи од дрвета.
- **Класа Е** – производи кратко одолијевају запаљењу slabим пламеном и не производе велико ширење пламена. Примјери: мекане влакнасте плоче, експандирани полистирен, полиуретан, обоје с успоривачима ширења пламена.
- **Класа F** – производи без спецификованих противпожарних карактеристика или производи који не задовољавају критеријуме за класу Е. Уградња тих материјала није допуштена ако нису потпуно прекривени другим грађевинским материјалима, чиме је цијели производ сврстан барем у класу Е. Примјери: експандирани полистирен, полиуретан, боје без успоривача ширења пламена.

Негориви грађевински материјали су они материјали који под прописаним условима испитивања не могу горјети или допринијети развоју пожара. Према квалификацији *Европског стандарда за испитивање грађевинских материјала на запаљивост и отпорност на пожар EN 13501-1*, то су материјали класа А1 и А2. Треба напоменути да је неки материјал класе А2, чак и ако није дословно негорив, сврстан у исту макрокласу А1 јер му је допринос развоју пожара и ослобађању топлотне енергије врло ограничен.

Гориви грађевински материјали су они материјали који се под прописаним условима испитивања запале. Обзиром на њихов допринос развоју пожара, подијељени су на запаљиве (класе В и С), нормално запаљиве (класе D и Е) и лако запаљиве материјале (класа F).

Razred reakcije na požar građevinskih



А1 – камена вуна

Е – експандирани полистирен (EPS)

Е – екструдирани полистирен (XPS)

Слика 122 Класе реакције грађевинских материјала на пожар

⁸ SBI (engl. Single Burning Item) је нова метода испитивања грађевинских материјала у сврху одређивања њихове реакције на пожар односно на изложеност пламену, прихваћена 2001. године, којом се у Европи тестира и квалификује већина грађевинских производа. Реакција материјала на пламен праћена је визуелно и помоћу инструмената. Физичке карактеристике процјењују се опажањем док се брзина отпуштања топлоте и дима мјери инструментима. Материјал је изложен термичком оптерећењу од појединачног горућег елемента. Оцјењује се могући допринос неког грађевинског производа развоју пожара у пожарној ситуацији којом се симулира горење појединачног предмета у углу просторије у близини тог производа. Ватра се стимулира гријачем од 30 kW. Анализирају се производи горења. С обзиром на брзину ширења ватре и количину произведене топлотне енергије, материјали се сврставају у класе запаљивости.. Додатне подкласификације утврђују се на основу количине произведеног дима

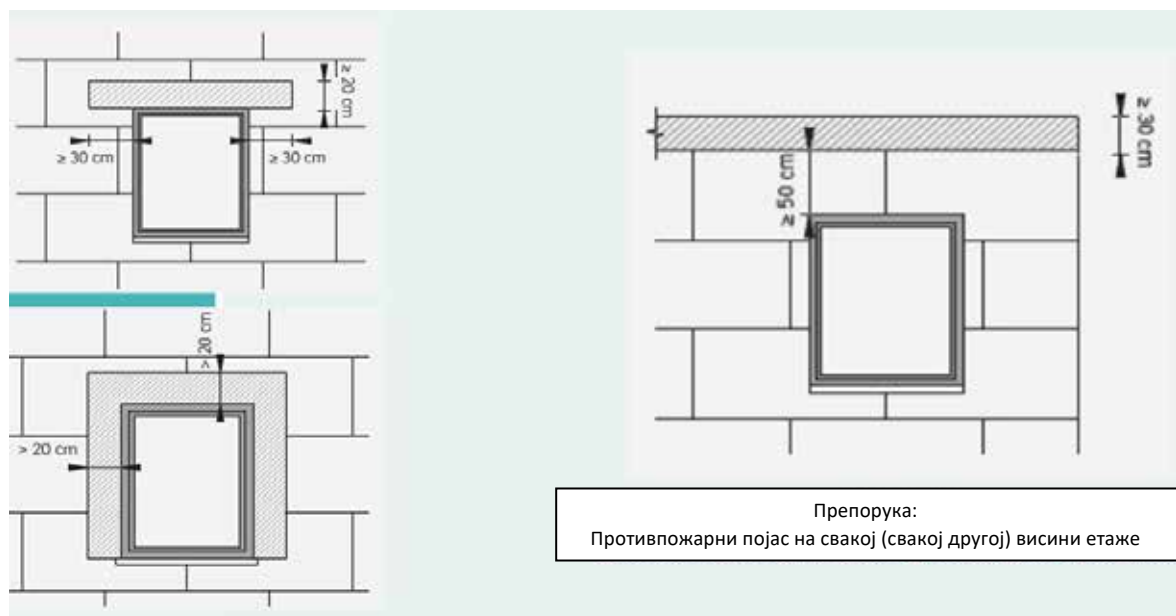
Гориви топлотноизолациони материјали уграђени у омотач зграде, као што је нпр. експандирани полистирен (EPS), могу битно повећати пожарно оптерећење и ризик да ће се пожар проширити по згради, и то због карактеристика таквих материјала у смислу њихове реакције на пожар.

Очигледно је да се заштита од пожара и енергетска ефикасност међусобно не искључују, па стога строжи захтјеви у погледу енергетске ефикасности зграда морају да се примијене паралелно са строжим противпожарним прописима.

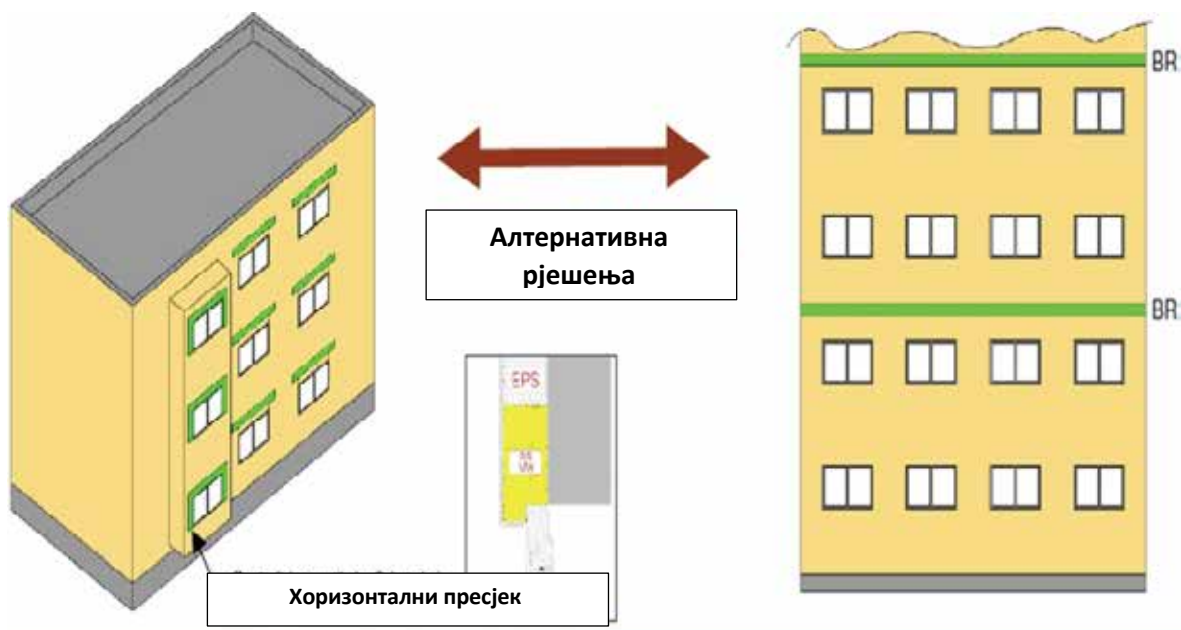
Зграде морају бити пројектоване и изграђене тако да је у случају избијања пожара:

- **носивост зграде осигурана у току одређеног периода,**
- **настанак и ширење пожара и дима у унутрашњости зграде су ограничени,**
- **ширење пожара на околне зграде је ограничено,**
- **станари и/или корисници зграде могу напустити зграду или на неки други начин бити спашени,**
- **у обзир је узето и осигурање сигурности спасилачких екипа.**

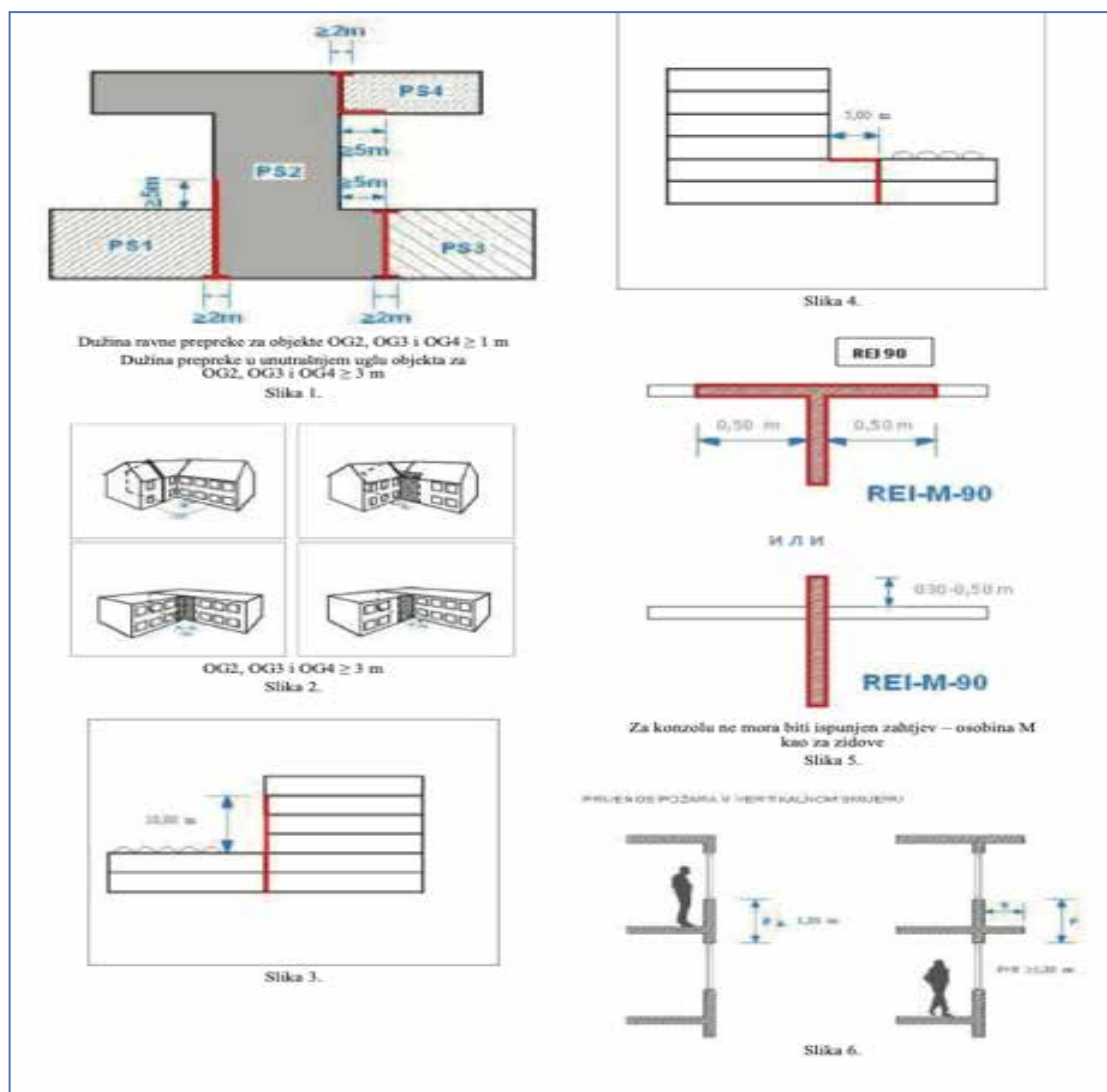
Сврха противпожарне заштите на зградама је спречавање брзог ширења пожара преко више од 2 етажe изнад или испод мјеста иницијације пожара прије реакције ватрогасних јединица (које у већини случајева долазе 15-20 минута након појаве пожара), и спречавање опасности од падања великих дијелова фасаде. При самом извођењу противпожарне заштите на фасадама зграда потребно је придржавати се неколико правила и типских рјешења.



Слика 123 Детаљ постављања противпожарних баријера од негоривог материјала на фасаде од горивог материјала



Слика 124 Типична рјешења противпожарних баријера



Слика 125 Мјеста и величина противпожарних баријера



Слика 126 Хоризонталне и вертикалне противпожарне баријере

Нашим правилницима о противпожарној заштити се између осталог прописују захтјеви за отпорност на пожар конструкције и елемената зграда те реакција на пожар уграђених грађевинских производа, и њима се мора руководити код разматрања избора грађевинских производа који ће бити уграђени, те код рјешавања детаља противпожарне заштите.

1.2.14 Одржавање и поправке ETICS система

ETICS системи су вањски системи који су у сталном додиру са околином, те су због тога током времена изложени различитим врстама оптерећења као што су:

- властита тежина,
- оптерећење вјетром,
- промјене температуре и влаге,
- механички удари,
- напони носиве конструкције.

Ови системи подложни су старењу и промјенама, али ако су изведени у складу са правилима струке, промјене које се догађају у току дугог низа година биће углавном естетске природе и неће нарушавати функционалност фасаде. Промјене које настају на завршном слоју ETICS-а умногоме зависе и од конструкције зграде, климатског подручја и локације зграде те од правилног извођења детаља.

ETICS системи захтијевају и одређене мјере редовног одржавања. Повремено периодично пребојавање се подразумева, и сматра се редовним одржавањем фасаде. Ако је извођење ETICS-а било технички коректно, без нарушавања функционалности система и потреба за озбиљнијим захватима у смислу реновирања, трајност система износи двадесет пет година. Пребојавање има естетску и заштитну функцију којом се побољшава водоодбојност завршног слоја. У ту сврху могуће је извести сљедеће мјере:

а. хидрофобирање фасаде безбојном импрегнацијом

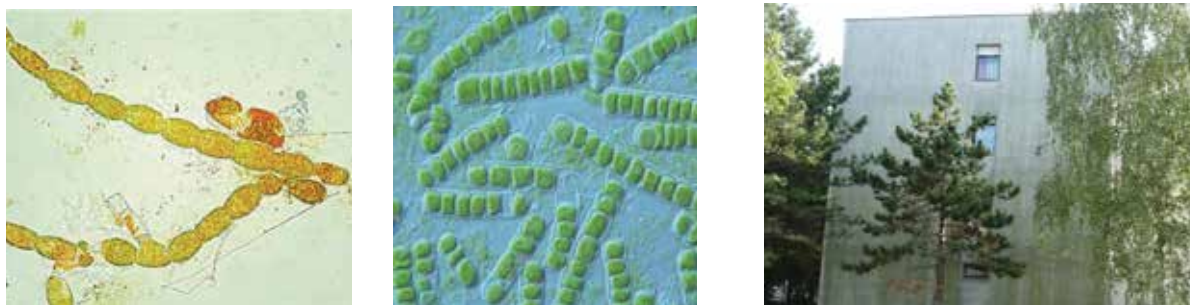
У ту сврху користе се безбојне силиконске импрегнације које се наносе на суву фасаду, и то обилно, до засићења. Импрегнисане површине у периоду сушења потребно је заштитити од утицаја кише како се импрегнација не би испрала.

б. пребојавање фасаде

У сврху одржавања ETICS-а пребојавање фасаде изводи се сваких неколико година (у правилу сваких 5 – 10 година), зависно од изложености фасаде вањским утицајима. Прије сваког пребојавања фасаду треба опрати те на осушену и чисту површину нанијети одговарајући предпремаз, према потреби и у складу са упутствима произвођача. Препоручује се коришћење боје која садржи додаток против појаве микроорганизама (биоцидно средство).

1.2.14.1 Алге и гљивице – узроци и отклањање

На фасадама на којима је постављен ETICS систем често се појављују алге и гљивице, које се обично јављају у црвеној, плавој или зеленој боји (алге) или у црној и сивој боји (гљивице). Ова појава представља само естетски проблем и не утиче на функционалност фасаде.



Слика 127 Алге на фасадама вањских зидова



Слика 128 Гљивице на фасадама вањских зидова

Да би се на фасади појавиле алге и гљивице, потребне су одговарајуће микробиолошке околности укључујући присуство влаге. Влага на површини ETICS система обично се појављује на температури росишта⁹, најчешће у прољеће или јесен, услед великих температурних осцилација током дана и ноћи. Боје свјетлијих тонова (бијела) су корисне због високог степена рефлексије и смањења напона ETICS система при високим вањским температурама, али могу довести до појаве росишта због хладне површине и стварања услова за развој алги и гљивица. То се обично догађа због мале дебљине арматурног и завршног слоја, односно ниског топлотног капацитета тог слоја и његовог брзог хлађења током ноћи. Како би се спријечило појављивање алги и гљивица, може да се користи дебљи арматурни слој или савремени завршни слојеви са уграђеном биоцидном заштитом. Међутим, вријеме дјеловања биоцидне заштите може бити ограничено.

Осим влаге настале као посљедица росишта, узрок појаве алги и гљивица су сљедећи фактори:

- **карактеристике завршног слоја:** водоупојност, паропропусност, карактеристике површине (глаткоћа, структура), ниска рН-вриједност, осјетљивост на прљање;
- **климатски услови:** нижи садржај сумпордиоксида (SO₂) тј. мање киселих киша, већи садржај азотних оксида, мања потрошња пестицида, јаче UV зрачење, повећање влаге у ваздуху, глобално загријавање, погодан климатски период;
- **локација зграде:** близина дрвећа и грмља, близина воде (ријеке, потоци, језера), рурална подручја, географска позиција (подручја с учесталим кишама и маглама, ниским температурама, надморска висина), оријентација зграде;
- **конструктивни детаљи:** лоше изведено подножје, премалене стрехе, конденз на фасади (прозорске шпалете, роло кутије), лоше изведени детаљи (прозорске клупице, вијенци и сл.), лоше изведена одводња и хидроизолација, недовољне мјере заштите.

⁹ **Росиште** је температура до које се влажан ваздух мора хладити (100% релативне влаге ваздуха), при константном притиску, да почне кондензација воде. Та се температура може постићи тако да се, уз непромијењену количину водене паре, ваздух хлади до zasiћења. Тада стварни притисак водене паре постане једнак равнотежном притиску. При температури росишта или нижој температури, кондензацијом се стварају капљице воде, на биљкама се појављује роса или мраз, зависно од тога да ли је температура росишта виша или нижа од 0 °С.

	Podnožje bez izvedene zone prskanja (sa šljunkom) ili u neposrednom kontaktu sa zemljom gdje je povećano opterećenje vlagom ili usporeno sušenje		Loše izvedeni detalji npr. prozorske klupčice, vijenci i sl. Ako su ovi elementi izvedeni bez odgovarajućeg pača prema van, s premalim prepustom ili bez okapnog ruba, dolazi do zadržavanja vlage ili njezinog probijanja u građevinski element.
	Premale strehe povećavaju opterećenje fasade oborinama.		
	Loše izvedena odvodnja		Neizolirane prozorske špalete, rolo kutije i sl.
	Loše izvedena hidroizolacija		

Слика 129 Најчешћи узроци појаве алги и гљивица



Слика 130 Механизми преношења алги и гљивица

Прије свега треба са сигурношћу утврдити да на површини фасаде имамо појаву алги или гљивица, а не запрљање фасаде. То је могуће утврдити на два начина:

- **Визуелно:** ако је промјена настала на површинама које су у значајној мјери изложене влаги и падавинама – нпр. сјеверне површине фасаде - онда се вјероватно ради о алгама и/или гљивицама;
- Узимањем узорка путем бриса и праћење промјена на узорку.

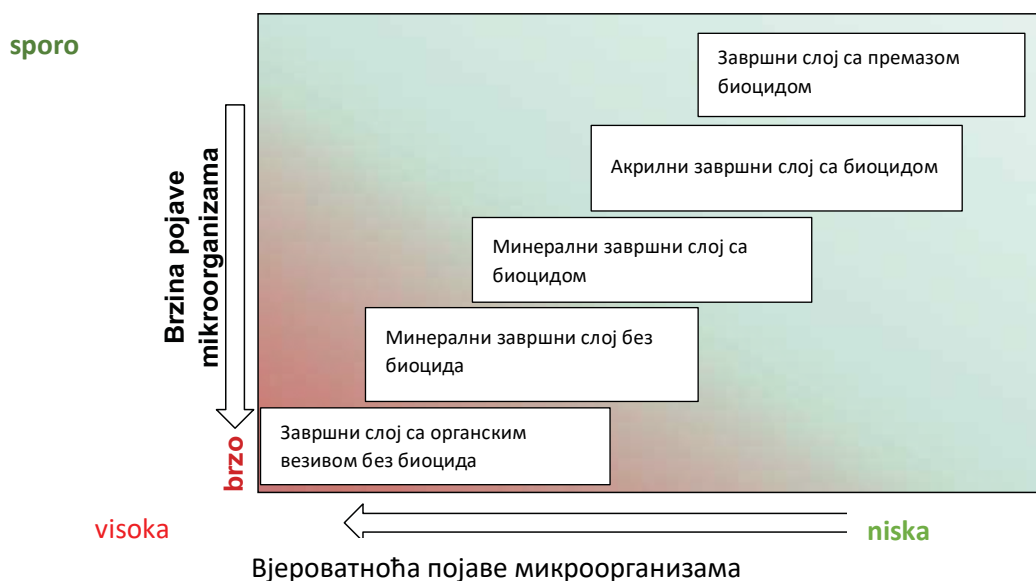


Слика 131 Узимање узорка (лијево), почетак заразе (у средини), јака зараза (десно)

О могућем проблему појаве алги и гљивица потребно је водити рачуна у старту, односно прије почетка извођења радова на фасади. При томе је потребно водити рачуна о избору завршног слоја ETICS-а и о његовим сљедећим карактеристикама:

- **рН-вриједност** - Завршни слојеви нижег алкалитета (са органским везивом) погоднији су за раст микроорганизама од оних са високим алкалитетом (минерални и силикатни завршно-декоративни малтери и премази).
- **Ниска акумулација топлоте** - Танки арматурни слој са мањим топлотним капацитетом током дана је дуже у зони росишта.
- **Додаци (биоциди)** - Завршно-декоративни слојеви са органским везивом без додатака биоцида погодују за раст алги и гљивица.
- **Нијанса завршног слоја** - Свијетли тонови с високим степеном рефлексије свјетла чине погоднију подлогу за њихов развој.
- **Водоупојност** - На завршним слојевима фасада који имају јачу водоупојност влага се задржава дуже па је и већи ризик од појава микроорганизама.
- **Паропропусност** - Лошија паропропусност завршног слоја проузрокује спорије исушивање дијела влаге која је продрла у тај слој или се налази заробљена у подлози.
- **Карактеристике површине (глаткоћа, структура)** - Грубе структуре знатно дуже задржавају влагу и склоније су прљању него глатке. Посебно неповољне су жљебасте структуре са хоризонталним жљебовима.

Све наведене карактеристике су битне, али не и пресудне за појаву алги и гљивица, будући да на њихову појаву често утичу и други фактори, као што су положај зграде и локални микробиолошки и климатски услови.



Слика 132 Вјероватноћа и брзина појаве микроорганизама

Редовним мјерама одржавања зграда могуће је задржавање влаге и прљање фасаде свести на минимум, што смањује ризик од појаве гљивица и алги. Ове мјере укључују:

- одводњу површинских вода са зграде,
- редовно чишћење кровних жљебова,
- редовну контролу дренажа,
- чишћење снијега,
- редовно чишћење фасаде (нпр. уређајем за чишћење воденом паром под притиском).

Конзервирајући слојеви и хидрофобно дјеловање завршног слоја с временом се смањују, тако да је фасаду потребно заштитити, односно периодично обнављати премазе са додатком биоцидних средстава.

Ако су се гљивице и алге већ појавиле, процес њиховог уклањања укључује следеће кораке:

- прање и чишћење, апаратима за прање и четкама за уклањање тврдокорних мјеста,
- сушење,
- наношење основног премаза (са биоцидом),
- сушење,
- наношење нове боје (са додатком биоцида).

Иако су биоцидна средства врло ефикасна, не може се гарантовати да се инфекција неће поновити након одређеног времена. Међутим, исправан поступак санације и поштивање свих корака у поступку санације осигуравају дуготрајнију заштиту. Произвођачи биоцидних средстава у техничким упутствима наводе начин третирања заражених површина, које приликом санације треба да се слиједе.

1.2.14.2 Пукотине - узроци, врсте, и мјере смањења ризика за њихову појаву



Слика 133 Пукотине на фасади

Постоји неколико узрока настанка пукотина на фасадама:

- **Недовољно квалитетна градња:** Пукотине могу да настану ако су материјали или технике градње лошег квалитета или ако су прописи изградње недовољно поштовани.
- **Климатске промјене:** Фасаде могу да пуцају због високих температура, промјена влажности и других климатских промјена.
- **Контракције и дилатације:** Фасаде могу пуцати због контракције и дилатације материјала који се користи за изградњу.
- **Оптерећење:** Пукотине могу да се појаве на фасадама ако се на њих постави превише оптерећења, као што су надзиђивање тераса или додатни слојеви материјала.
- **Поремећаји у темељима:** Пукотине се могу појавити ако су темељи зграде поремећени или ако постоје проблеми са тлом на коме је зграда изграђена.

У најчешће узроке настанка пукотина у ETICS-у спадају неправилно извођење система или вањски механички и хигротермички утицаји.

Најчешће погрешке које се јављају током извођења ETICS-а и које доводе до појаве пукотина су:

- **неправилно лијепљење плоча, посебно EPS плоча (нпр. само тачкасто лијепљење, премала контактна површина, предебели слој љепила),**
- **грешке код извођења детаља (окапнице, прозори, прозорске клупице, терасе, подножја, уградња разних носача итд.),**
- **прешироке фуге између плоча,**
- **погрешно извођење арматурног слоја без или уз недовољно преклапање стаклене мрежице,**
- **изостанак дијагоналног армирања,**
- **премала дебљина арматурног слоја**
- **непрописни положај стаклене мрежице у арматурном слоју,**
- **стаклена мрежица која не одговара захтјевима квалитета,**
- **недовољно сушење арматурног слоја,**
- **мијешање компоненти ETICS система различитих произвођача.**



Слика 134 Пукотине на фасади настале као посљедица непостојања дијагоналне арматурне мрежице

Приликом појаве пукотина на ETICS-у, тачан узрок њиховог настанка мора да утврди стручна особа. При томе у обзир мора да се узму ширина, изглед и вријеме њиховог настанка.

Функционалност ETICS-а може насталим пукотинама бити угрожена. Начин њихове санације зависи од резултата процјене узрока њиховог настанка, и од ширине пукотина.



Слика 135 Утврђивање величине (ширине) пукотина

У зависности од ширине пукотина, санација се изводи на више начина, и то:

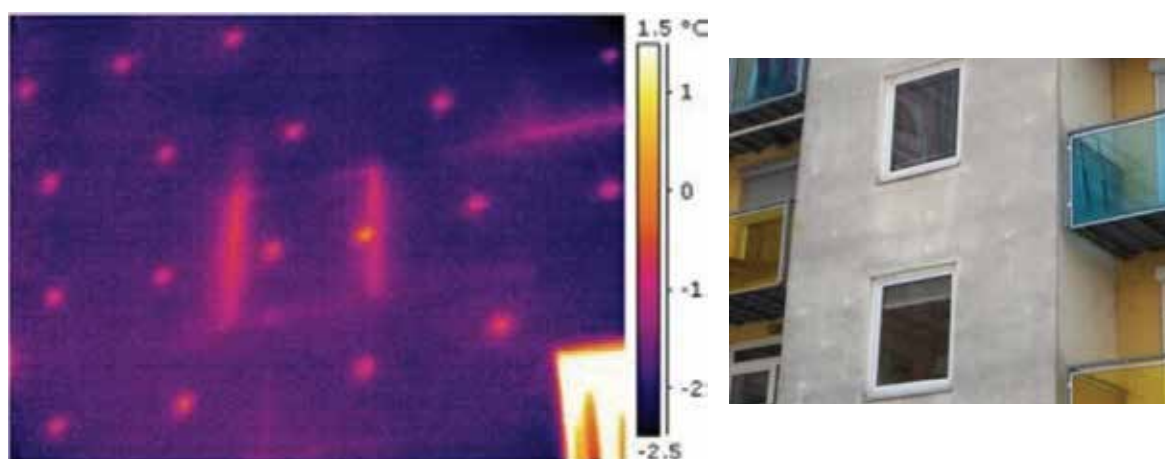
- **ширина пукотина је до 0,3 mm – санација се изводи пребојавањем посебним премазима који су предвиђени за ту намјену;**
- **ширина пукотина је изнад 0,3 mm - уз услов да је систем стабилан, потребно је:**
 - *извођење новог завршно-декоративног слоја, и*
 - *извођење новог арматурног и завршно-декоративног слоја.*

У случајевима грубог кршења правила извођења, санација може подразумијевати и извођење новог ETICS система на постојећи систем, уз обавезну примјену посебних типлова (нпр. на плочама које су лијепљене само тачкасто, температурне осцилације проузрокују превелике напоне које нови арматурни слој не може да премости). Ако приликом извођења ETICS-а није изведено дијагонално армирање, потребно је углове дијагонално армирати те цијелу површину изравнати малтером за арматурни слој. Дјеломично поправљање проузрокује нове видљиве неправилности, као и естетске недостатке кроз разлике у нијанси завршног слоја.

1.2.15 *Најчешће грешке при извођењу ETICS-а*



Слика 136 Одвајање фасадне облоге усљед дејства вјетра



Слика 137 Неквалитетно затварање рупа од постављања типлова и спојница топлотноизолационих плоча



Слика 138 Неправилно постављање топлотноизолационих плоча



Слика 139 Неквалитетно изведени детаљи одводње



Слика 140 Неправилно изведена тераса и зона прскања (лијево) и неправилна уградња прозора (десно)



Слика 141 Неквалитетна уградња прозорских клупица

2 ИЗОЛАЦИЈА СТРОПА ПРЕМА ТАВАНУ

Топлотна изолација стропа према тавану важна је због сљедећих разлога:

- **Ефикасније гријање и хлађење:** Ако је строп добро топлотно изолован, мање топлоте ће бити изгубљено кроз строп и у таван, што значи да ће се простор испод стропа брже и ефикасније гријати или хладити.
- **Уштеда енергије:** Ако је строп добро топлотно изолован, потрошња енергије за гријање или хлађење простора испод стропа биће мања. То значи да ће да се уштеди новац на рачунима за струју или гас.
- **Смањење буке:** Топлотноизолационе плоче, које се често користе за изолацију стропа, имају изврсне звучне изолационе способности. Ако се користе за изолацију стропа према негријаном тавану, могу допринијети смањењу буке која долази кроз таван.
- **Побољшање квалитета живота:** Ако је строп добро топлотно изолован, простор испод стропа ће бити угодније мјесто за живот зими и љети, што ће побољшати квалитет живота.

Поткровља често служе као сервисни или складишни простори. У таквим случајевима гријање поткровља је бесмислено, и зато се изолација не уграђује у кров него у задњу конструкцију која се граничи са негријаним простором.

Уградња изолације пода на поткровљу сматра се најједноставнијим и истовремено најефикаснијим изолационим захватом на омотачу зграде. Било да се ради о новоградњи или о санацији зграде, увијек се сусрећемо са релативно великим површинама преко којих прелази топлота и гдје је релативно једноставно уградити топлотну изолацију.

Према начину коришћења поткровља разликујемо:

- **поткровља која се не користе односно нису проходна,**
- **поткровља која се користе и која су проходна,**
- **поткровља која се дјеломично користе односно дјеломично су проходна.**

У поткровљу које се уопште не користи за ходање, једноставно по поду положимо мекани изолациони филц. У случају дрвеног крова испод изолације положимо још и парну брану.

У пракси се најчешће сусрећемо с комбинацијом, при којој се поткровље не користи али дио тавана мора да буде проходан. У дијеловима у којима је таван проходан потребно је поставити топлотну изолацију од тврдих полистирена, као подлогу проходној подној равни. Дакле, у стварности често комбинујемо описане варијанте - дио за ходање обложен са чврстим топлотноизолационим плочама и слојем за ходање, а некоришћени дио (по којему се не хода) са меканим топлотноизолационим плочама. У том случају увијек претходно по цијелој површини положимо парну брану.



Слика 142 Једно од често примјењиваних рјешења – пливајући под тавана

Ако нам је поткровље по цијелој површини проходно, морамо га направити прикладним за ходање. На под најприје положимо парну брану, након тога тврде изолационе плоче, и преко њих сувомонтажне плоче за ходање.



Слика 143 Посебну пажњу треба обратити извођењу рубова због звучне изолације

У односу на врсту просторија изнад или испод стропних плоча, разликујемо сљедеће случајеве:

- **стропне конструкције испод вентилисаних поткровља,**
- **стропне конструкције изнад негријаних простора (подрума),**
- **стропне конструкције у мокрим просторима,**
- **стропне конструкције изнад отворених пролаза.**

Сваки од ових случајева изолује се на различите начине, па тако:

Стропне конструкције испод вентилисаних поткровља најбоље је изоловати са горње стране. Испод топлотне изолације углавном није потребна уградња парне бране, али код лакших стропних конструкција са лакшим монтажним стропним облогама парна брана је потребна. Битно је да се тај слој угради уз потпуну ваздушну заптивеност.

Стропне конструкције изнад негријаних простора (подрума): Постоји више рјешења. Могућа је топлотна изолација састављена од два слоја, доњег који је тврђи и горњег који је мекши, како би се спријечио пријенос звука по конструкцији. Топлотна изолација може да буде у једном слоју, али је битно да њена стишљивост не прелази 5 мм. Могућа су и рјешења подних конструкција изведених "сувим" поступком. У том случају подну облогу је потребно одвојити од доњих слојева са одговарајућим раздјелним слојем.

Стропне конструкције у мокрим просторима: У саставу слојева ове конструкције су подна облога до носиве стропне конструкције, те обавезни хидроизолациони и топлотноизолациони слој за заштиту конструкције и ободних зидова. Осим ових слојева, код ових конструкција постоји и слој којим се спречава пренос ударног звука по конструкцији. Пошто је тешко добро извести битуменске хидроизолације испод пливајућих естриха, у овом случају се користи "алтернативна" хидроизолација која се из водотијесног тањег слоја превлачи по пливајућем естриху. Тај слој мора бити водотијесно спојен на подне пробоје (сифоне и изљеве) и зидове с посебном еластичном заптивном траком. На такав слој лијепе се керамичке плочице.

Стропне конструкције изнад отворених пролаза: Стропне конструкције које се граниче са спољашњим ваздухом захтијевају јако добру топлотну изолацију. Најбоље је уградити топлотну изолацију на доњој страни стропа. Дио топлотне изолације може послужити као звучно-изолациони слој испод пливајућег естриха. Топлотну изолацију дрвеног стропа могуће је извести са неvezаним насипом у празном простору. Обично се користи експандирана глина или неки други рифузни изолациони материјал као топлотни изолатор. Насип се изводи у висини греда без звучне изолације или са звучном изолацијом која опет може бити прекинута односно непрекинута.



Слика 144 Топлотна изолација дрвеног стропа са експандираном глином између греда

Код суве надградње код стропа са дрвеним гредама, уз пуњење простора између греда стропне конструкције истовремено се изводи конструкција пода са топлотном изолацијом. Код таквог начина извођења потребно је да се изврши следеће:

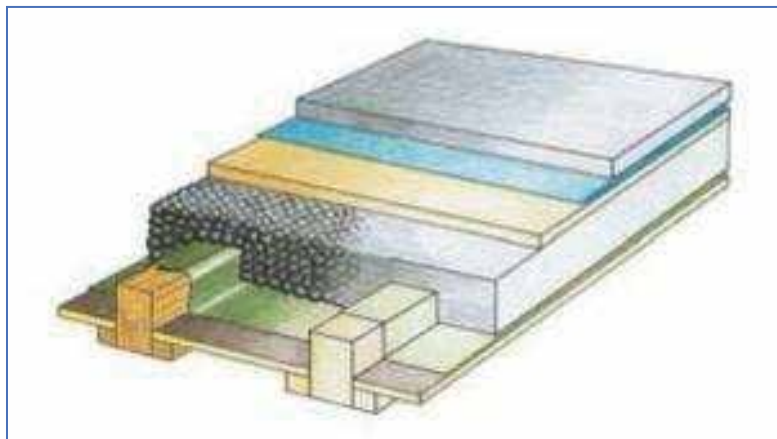
- Провјерити стање стропа са дрвеним гредама, нарочито код старијих конструкција. Оштећења која се евентуално установе потребно је отклонити.
- Све инсталације стручно поставити и у довољној мјери заштитити од пропадања.
- Поставити парну брану и заштиту од пропадања. Уколико код стропа са дрвеним гредама постоји опасност да би насип могао да процури кроз пукотине или процјепе, или касније сушењем дрвеног плафона, неопходно је преко калупа и дрвених греда поновити заштиту од пропадања која уједно служи и као парна брана. Заштиту од пропадања треба повући од горњег руба пода дрвене решетке, како би се осигурали углови.
- Поставити пуњења за празне просторе. Насип са експандираном глином између греда потребно је поравнати летвом. Постојеће инсталационе цијеви биће аутоматски равномјерно и потпуно обавијене.



Слика 145 Једноставно поравнање између дрвених елемената стропа

- Дрвене плоче закуцати или зашарафити за греде. Ударе који иду у правцу греде потребно је изводити на њеној средини. Неопходно је задржати најмање 1 cm размака од готовог зида.
- Поставити рубне траке, како би се избјегли звучни мостови. Потребно их је поставити 2 до 3 cm изнад горњег руба готовог пода и одсјећи тек након постављања финалног слоја горњег пода. Плоче за звучну изолацију хода морају бити припојене сасвим уз рубну траку и међусобно. Кружне фуге треба избјегавати.

Термообетон од експандиране глине користи се као термоизолација код дрвених стропова, кад се под оптерећењем слојеви могу накнадно слегнути или збити. Има одличну топлотну и звучну изолацију, и представља сигурну, чврсту и лагану подлогу.



Слика 146 Примјена лаганих бетона код изолације стропова

3 ИЗОЛАЦИЈА КОСОГ КРОВА

Кровови на стамбеним зградама су грађевински елемент најизложенији вањским утицајима. Зато је веома важно велику пажњу обратити како извођењу основне конструкције крова, тако и извођењу разних детаља као што су спојеви са зидовима, детаљи продора кроз кровну конструкцију, кровни прозори, итд.

Улога топлотне изолације је да смањи топлотне губитке кроз кров зграде у зимском периоду, те да осигура топлотну стабилност крова љети. Постоји неколико начина на које се коси кров може изолирати:

- **Унутрашња изолација – постиже се постављањем изолационих материјала испод кровне конструкције, на унутрашњој страни крова. Ово је једноставан и јефтин начин изоловања, али може довести до смањења простора у тавану.**
- **Вањска изолација – постиже се постављањем изолационих материјала између кровне конструкције и кровног покривача. Ово је ефикасан начин изоловања, али је скупљи и захтијева демонтажу постојећег кровног покривача.**
- **Комбинована изолација – постиже се комбиновањем претходна два начина.**

Топлотна изолација може бити постављена у, изнад, или/и испод кровне конструкције. При томе треба додатно пазити да не дође до појаве топлотних мостова (најчешће на споју изолације крова и зида), што се осигурава континуитетом топлотне изолације крова и зида.

Коси кровови најчешће се примјењују код породичних кућа, али све чешће и код зграда колективног становања. У погледу примијењених материјала разликујемо:

- **косе кровове са дрвеном конструкцијом, и**
- **косе кровове са бетонском плочом.**

У новије вријеме све више се препоручује извођење косе кровне плоче од бетона и постављање топлотне изолације преко плоче. Предност оваквог рјешења је у коришћењу топлотног капацитета бетона у загријавању поткровља и смањењу годишње потребне топлотне енергије. Ово рјешење је оправдано за поткровља која се користе за стални континуирани боравак, због чињенице да, када бетонску плочу која је изолована са вањске стране једном загријемо, она дуго акумулише топлотну енергију. Овакво рјешење није погодно за поткровља која се не користе континуирано него само повремено, као нпр. викенд-куће и слично, због тога што је за прво загријавање бетонске плоче потребно више топлотне енергије. У ситуацијама када се поткровље користи за повремену боравак, боље је извести дрвену конструкцију са топлотном изолацијом која може бити постављена изнад, између или испод дрвене конструкције.

При извођењу термозолације косог крова, посебну пажњу потребно је обратити на спречавање улаза и задржавање воде и влаге у самој топлотној изолацији, јер то за посљедицу може имати пропадање изолације и губитак њених топлотноизолационих карактеристика, труљење дрвене конструкције, те појаву алги и гљивица и стварање нездравих услова боравка. Из наведених разлога користе се два јако битна заштитна слоја за топлотноизолацију и то:

- **са горње стране топлотне изолације: паропропусно-водонепропусна фолија,**
- **са доње стране: топлотноизолативна парна брана.**

Паропропусно-водонепропусна фолија има сљедеће функције:

- спречавање продора воде и влаге из околине у топлотну изолацију и конструкцију крова,
- пропуштање укупне количине водене паре која и поред парне бране уђе у топлотну изолацију са доње стране односно из простора за боравак.



Слика 147 Паропропусно-водонепропусна фолија



Слика 148 Постављање паропропусно-водонепропусне фолије

Паропропусно-водонепропусна фолија поставља се паралелно са окупницом. Сусједне траке се међусобно преклапају (величина преклопа мора бити у складу са упутствима произвођача), а сви продори на паронепропусно-водонепропусној фолији (димњак, цијеви за инсталације или вентилацију, и сл.) морају бити заптивени.



Слика 149 Правилно извођење продора кроз паропропусно-водонепропусну фолију

Парна брана или баријера је мембрана која се користи у конструкцији зграде како би се спријечило или смањило продирање влаге и паре у зграду. Функције парне бране су:

- **Спречавање продирања влаге:** парна брана спречава продирање влаге из унутрашњег простора у топлотноизолациони слој, што помаже да се спријечи кондензација влаге у топлотноизолацији.
- **Смањење топлотних губитака:** парна брана помаже да се смање топлотни губици.
- **Смањење буке:** парна брана има изврсне звучноизолационе карактеристике и помаже у смањењу буке која у зграду улази из спољашњег окружења.

Извођење квалитетне парне бране врло је важно, нарочито код разних спојева и пробоја за инсталације, причвршћења унутрашње оплате и слично, јер код неправилног извођења долази до продора влаге из просторије.

Ниједна парна брана не зауставља пролаз водене паре у потпуности, него пропушта мање количине водене паре чија је динамика пролаза кроз кровну конструкцију таква да је савремене паропропусне кровне фолије постављене на вањској страни кровне конструкције без проблема пропуштају, а вентилирајући слој испод самог покрива водену пару односи изван зграде прије него дође до стварања кондензата. На тај начин одвија се измјена водене паре између унутрашњости зграде и околине, без штетних посљедица за кровну конструкцију и топлотноизолацију.



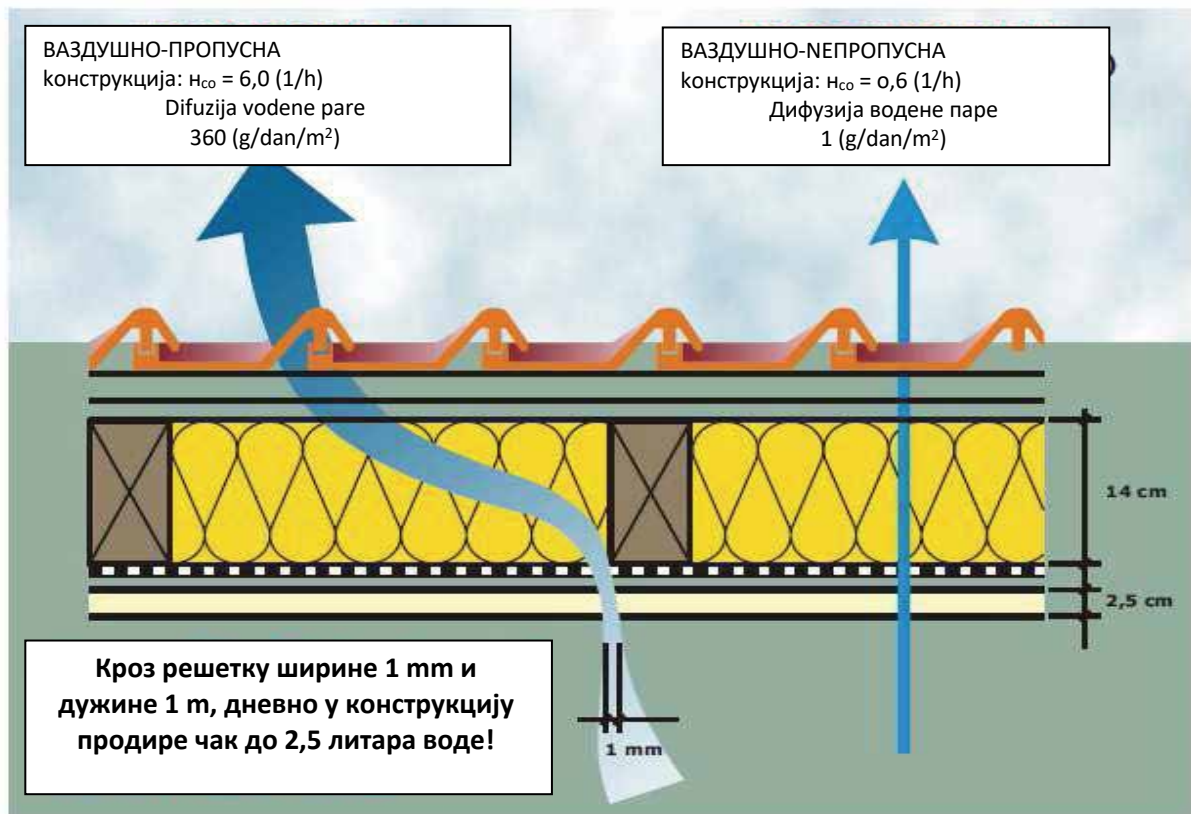
Слика 150 Парне бране

Зависно од положаја топлотне изолације, парне бране могу да буду постављене испод или изнад конструкције крова, али у сваком случају треба водити рачуна о томе да се мора осигурати да је парна брана постављена непрекинуто.

Непрекинуто постављање парне бране подразумијева правилно извођење преклопа и међусобно лијепљење фолија, као и лијепљење фолија парне бране за граничне елементе и продоре цијеви и инсталација кроз парну брану.



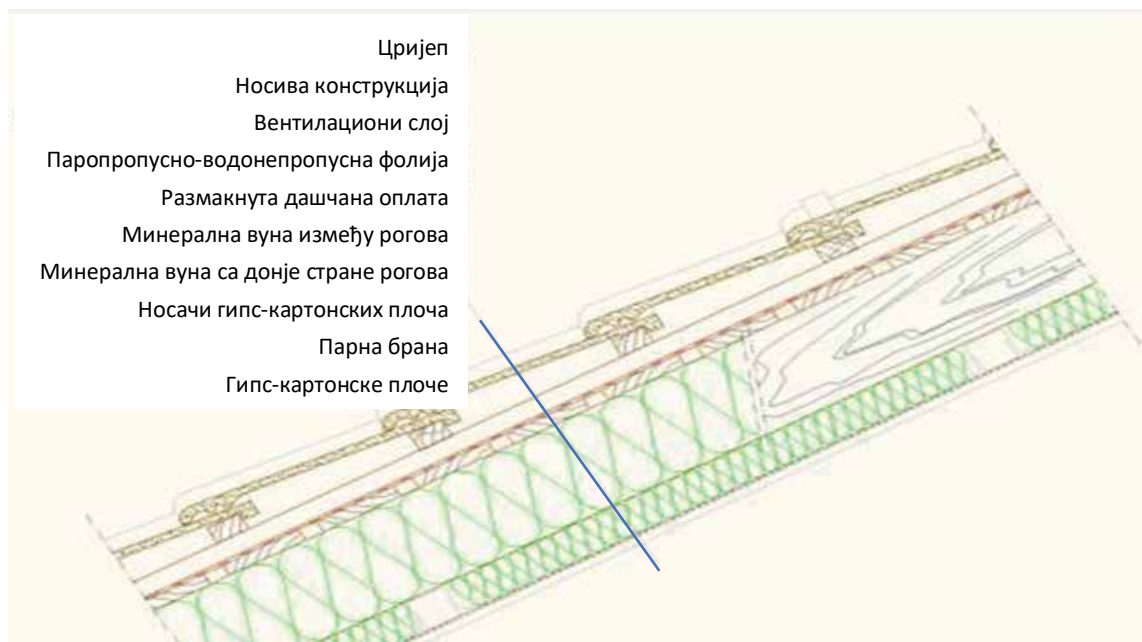
Слика 151 Постављање и лијепљење парне бране



Слика 152 Важност постизања ваздушне заптивености кровне конструкције

У наставку је дато неколико могућих варијанти постављања топлотне изолације косих кровова:

- 1. Варијанта – коси кров са топлотном изолацијом између и испод рогова и са секундарним покровом од размакнутих дрвених елемената преко рогова**

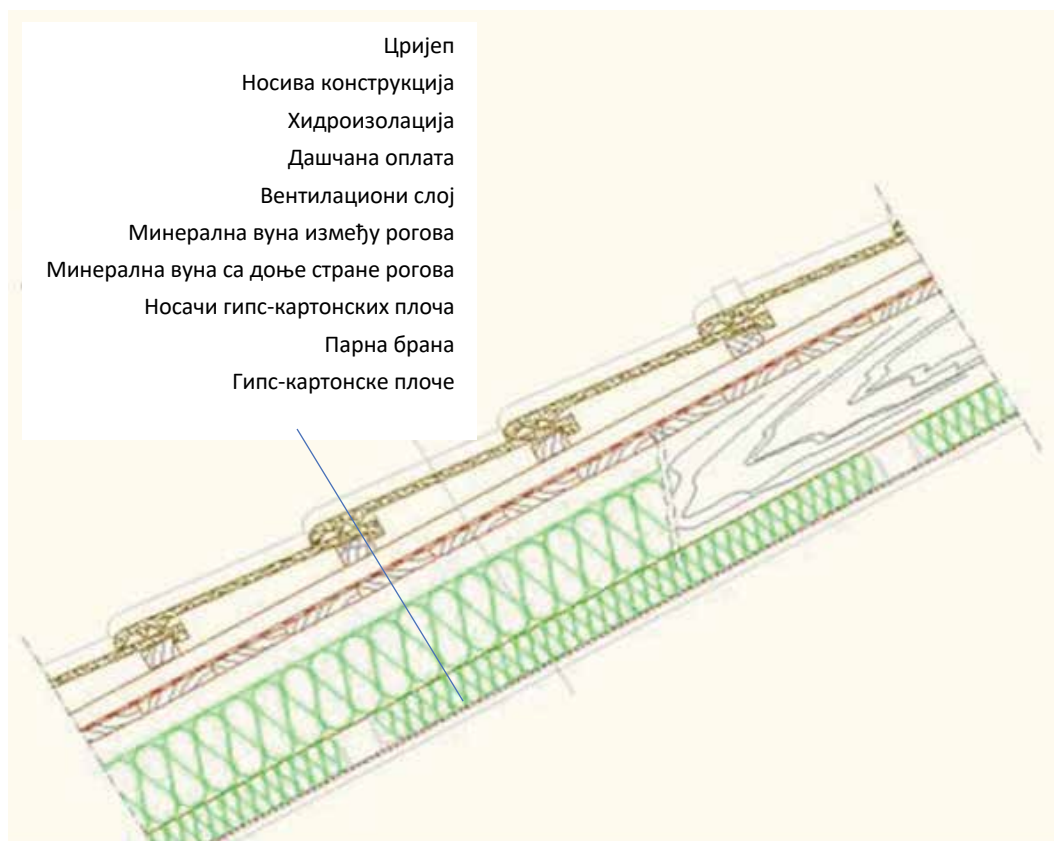


Слика 153 Детаљ топлотне изолације косог крова са топлотном изолацијом између и испод рогова и са секундарним покровом од размакнутих дрвених елемената преко рогова



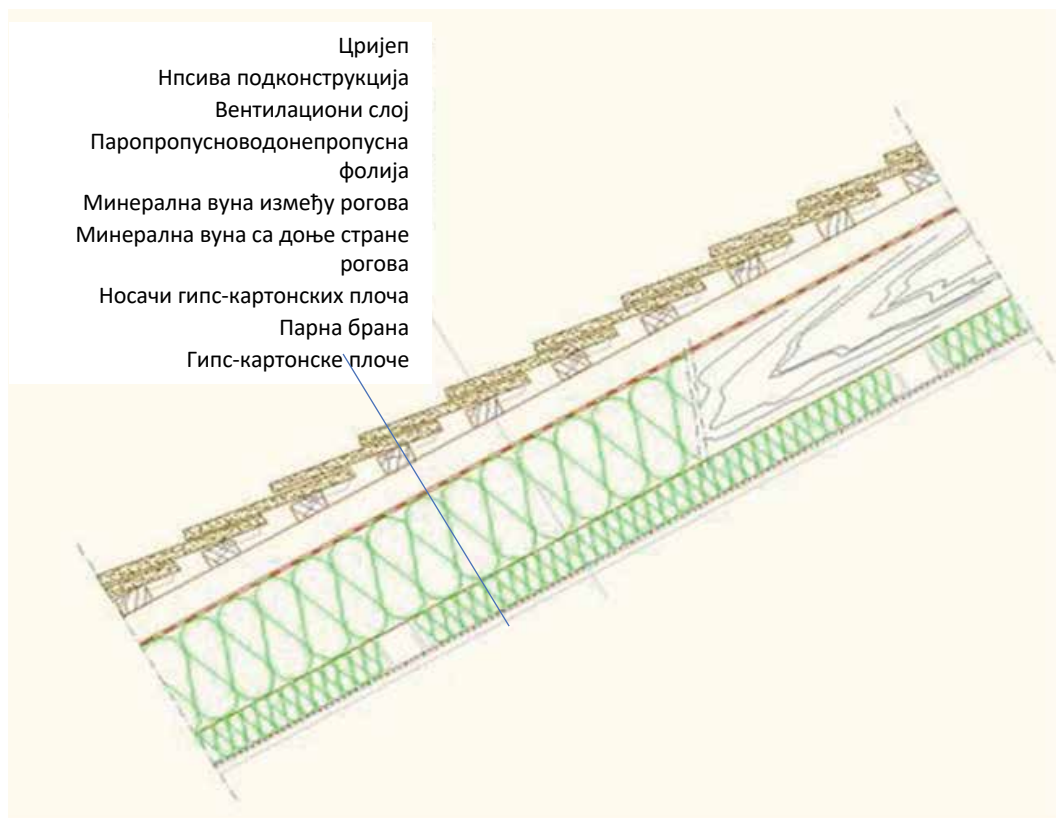
Слика 154 Коси кров са топлотном изолацијом између и испод рогова и са секундарним покровом од размакнутих дрвених елемената преко рогова

2. Коси кров са секундарним покровом од дасака и кровне љепенке



Слика 155 Детаљ косог крова са секундарним покровом од дасака и кровне љепенке

3. Коси кров са секундарним покровом од паропропусно-водонепропусне фолије

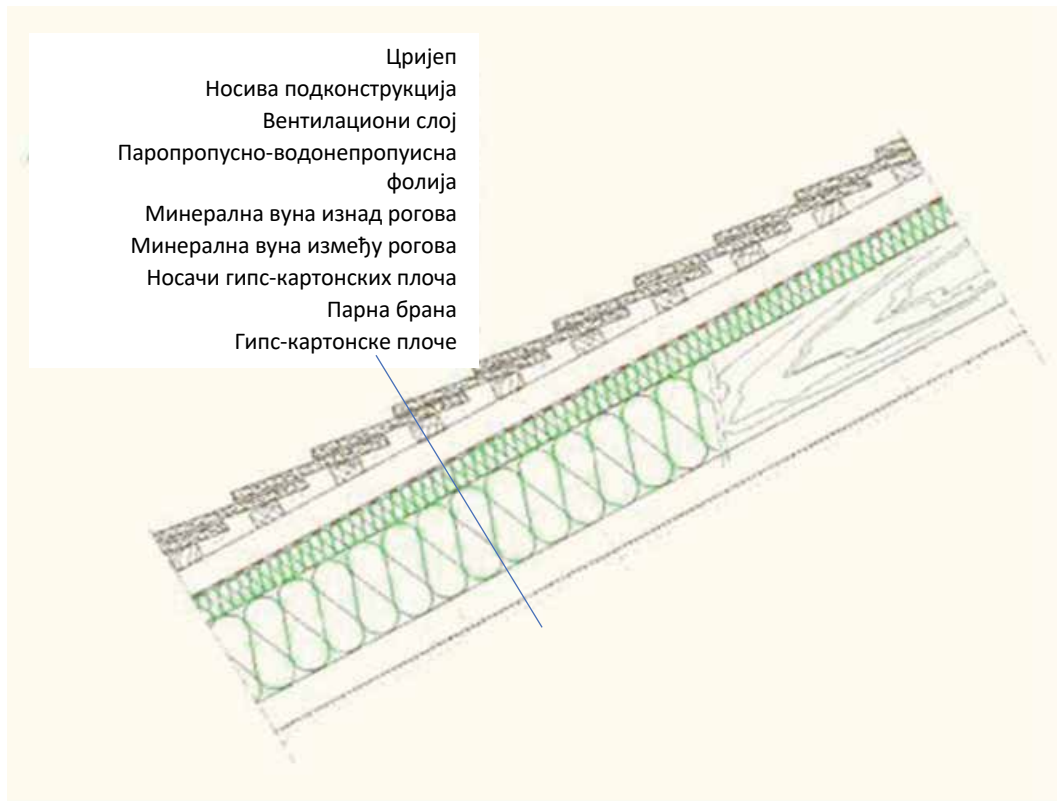


Слика 156 Детаљ косог крова са секундарним покровом од паропропусно-водонепропусне фолије



Слика 157 Коси кров са секундарним покровом од паропропусно-водонепропусне фолије

4. Коси кров са секундарним покровом од додатне топлотне изолације са горње стране рогова и паропропусно-водонепропусне фолије

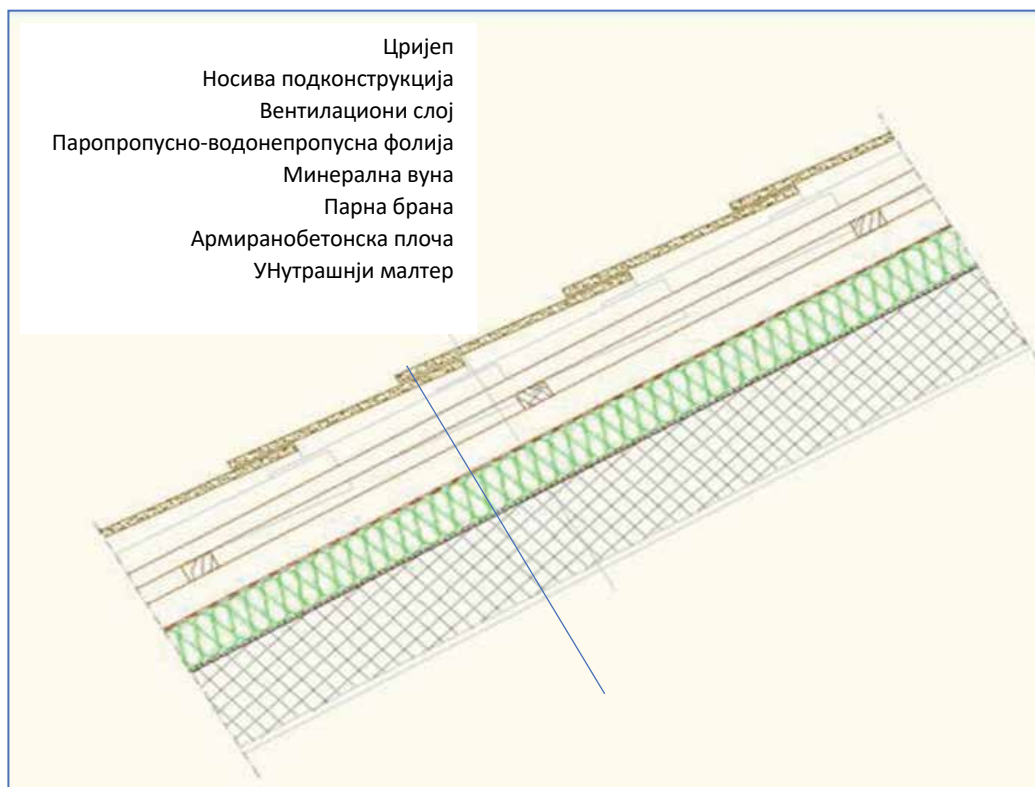


Слика 158 Детаљ косог крова са секундарним покровом од додатне топлотне изолације са горње стране рогова и паропропусно-водонепропусне фолије



Слика 159 Коси кров са секундарним покровом од додатне топлотне изолације са горње стране рогова и паропропусно-водонепропусне фолије

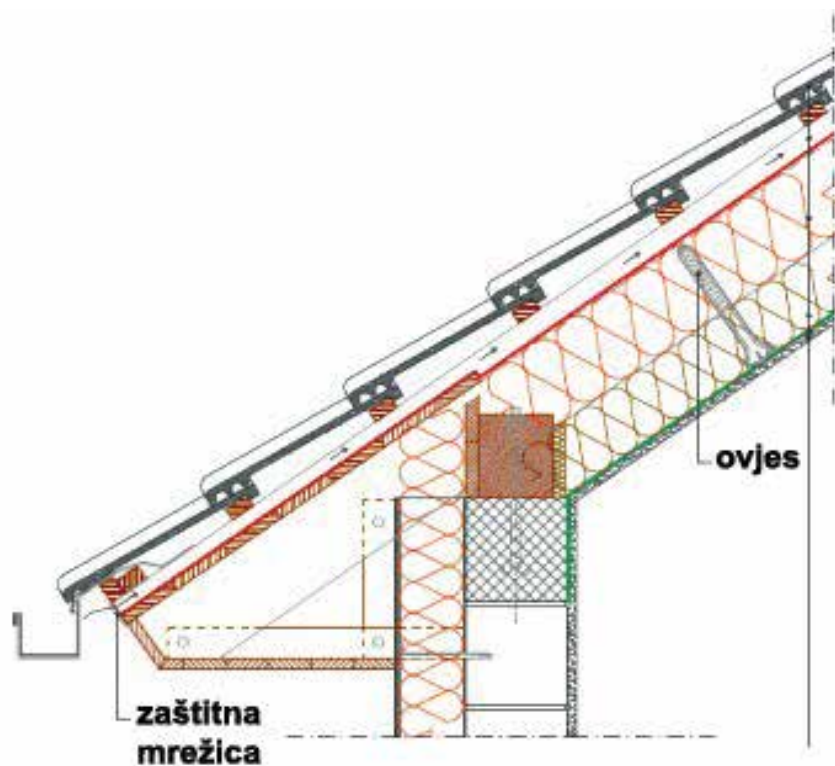
5. Kosi krov od armiranobetonskih ploča



Слика 160 Детаљ косог крова од армиранобетонских плоча



Слика 161 Коси кров од армиранобетонских плоча



Слика 162 Обезбеђење континуитета топлотне изолације зида и крова

4 ИЗОЛАЦИЈА РАВНОГ КРОВА

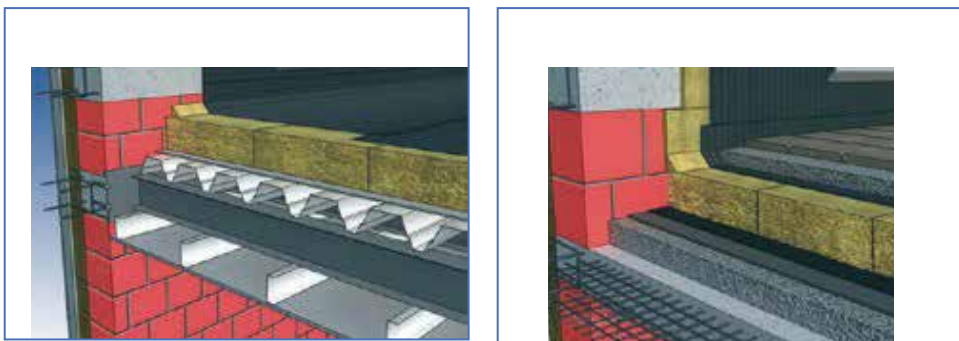
Равни кровови су врло битан дио зграде, јер имају функцију да заштите унутрашњост зграде од вањских утицаја као што су падавине (снијег, киша, град), температурних утицаја (високе температуре љети и ниске температуре зими), да омогуће одводњу воде са кровова, спречавају губљење топлоте, спречавају продор влаге и конденза у унутрашњост конструкције а тиме спречавају појаву алги и гљивица, те да омогуће одводњу вишка водене паре из просторија. Равни кровови такође често служе као проходан простор за боравак људи и њихове потребе. На равним крововима често су смјештени и уређаји попут антена, пробоја вентилација, довода електричне енергије, итд. Специфичност правилног извођења равних кровова је у томе што они требају истовремено обезбиједити добру хидроизолацију и добру топлотну изолацију, уз обезбјеђење свих горе наведених функција.

Конструкције слојева равних кровова састављене су од низа различитих материјала са различитим функцијама. Осим улоге стропне плоче, посљедње етаже такође морају заштитити зграду од вањских утицаја као што су падавине, врућина, хладноћа, вјетар, итд.

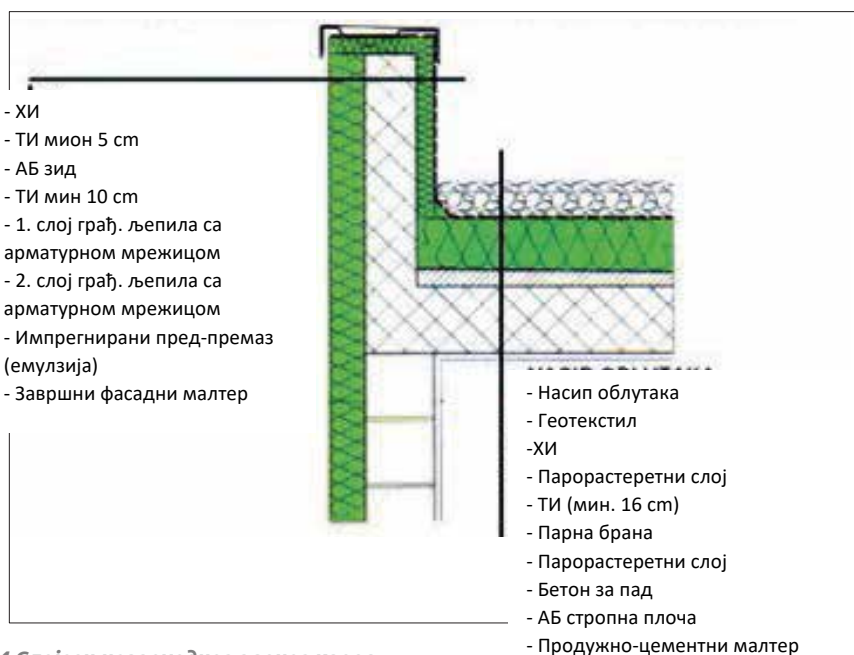
Нагиб кровних равни износи 1,5 – 5 %, у зависности од конструкцијског рјешења и врсте система који је потребно извести. Сврха овог нагиба је осигурање одводње.

У односу на намјену равни кровови могу бити:

- **Непроходни** (шљунак или изолација као задњи слој),
- **Проходни** (терасе, балкони, итд.)



Слика 163 Непроходан раван кров (лијерво), проходан раван кров (десно)



Слика 164 Слојеви непроходног равног крова

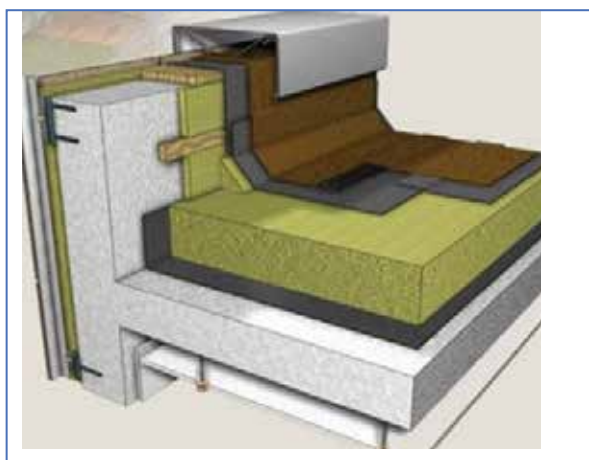


Слика 165 Слојеви проходног равног крова

У зависности од распореда слојева равни кровови могу бити:

Класични равни кровови – кровови код којих су сви слојеви крова заштићени завршним хидроизолативним слојем. Код класичног равног крова хидроизолација је најчешће завршни слој, те је механички причвршћена на носиву конструкцију.

Обрнути равни кровови – кровови код којих се слој топлотне изолације (екструдирани полистирен) налази изнад хидроизолације. Код ових кровова слојеви се замјењују тако да термоизолација долази на хидроизолацију, чиме она добива заштиту од екстремних температурних и механичких оштећења, заштиту од UV зрачења, те се продужење вијека трајања хидроизолације.



Слика 166 Класични и обрнути равни кров

Према нагибу, равни кровови могу бити:

- кровови са малим нагибом (0,5 до 1 %)
- кровови са нормалним нагибом (1 до 2,5 %)
- кровови са већим нагибом (2,5 до 4 %)
- кровови са великим нагибом (4 до 15 %)
- нагнути кровови (15 до 40 %)

Равни кровови садрже сљедеће слојеве у различитим распоредима:

- **Бетон за нагиб** - осигурава најмање нагибе кровних равни према мјестима за одводњу оборинских вода. Изводи се од обичног или лаганог бетона.



Слика 167 Извођење нагиба равне крова

- **Слој за изједначење** - има задатак да заштити парну брану од оштећења, али и могућих хемијских реакција са материјалима из подлоге у контакту. Осим тога, премоштава мале пукотине настале у носивој конструкцији. За ту сврху се користи синтетички воал – геотекстил.



Слика 168 Слој за изједначење на равном крову

- **Парна брана** - спречава продирање водене паре из простора зграде кроз кровну плочу у слој топлотне изолације до хидроизолације. Парну брану би требало увијек поставити изнад нивоа топлотне изолације и прекрити слојем хидроизолације. Парну брану треба тијесно повезати на све вертикалне дијелове крова као што су пробоји, инсталације, прикључци, завршеци, и др. Парна брана се састоји од полимерима модификованих битуменских изолационих трака са улошком од алуминијумске фолије или дебље полиетиленске фолије са хемијски завареним преклопима.



Слика 169 Парна брана од битуменске траке (лијево) и панел брана од РЕ фолије

- **Топлотна изолација** са тврдим синтетским пјенама (полистиреном, полиуретаном) и плочама од камене вуне, итд. Препоручује се извођење у два слоја са међусобним преклапањем плоча, како би се избјегла појава топлотних мостова.
- **Хидроизолација** - водонепропусна мембрана. Изложена је механичким оштећењима, деформацијама кровне плоче, високим и ниским температурама, те утицају вјетра, UV зрака и свих врста падавина. Зависно од врсте материјала хидроизолације могу да буду:
 - Синтетичке кровне мембране – PVC, FPO, PUR, PE, PP, PVA, TP, EPDM, итд. Слободно се полажу, фиксирају се механички, лијепе или оптерећују баластом (шљунак, кулир);
 - Хидроизолационе кровне траке на бази битумена – с разним количинама битуменске масе по m^2 . Због своје кртости и непостојаности на ниским температурама и при старењу, на равним крововима немају већу примјену.



Слика 170 Заваривање хидроизолационог слоја са врућим ваздухом



Слика 171 Лијепљење битуменских хидроизолације

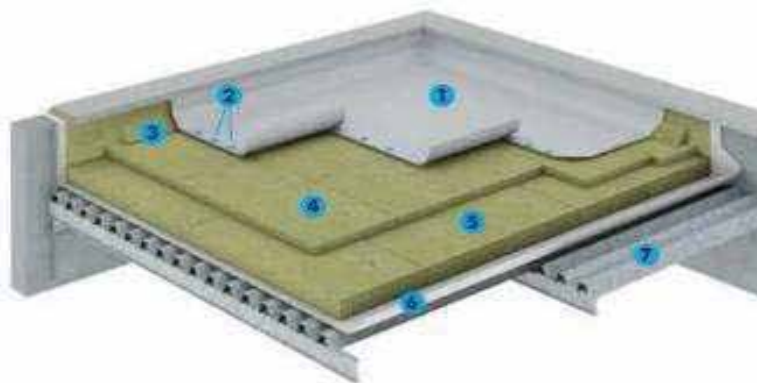
- Заштитни слој - чији је задатак да штити слојеве равног крова, а најчешће и највише хидроизолациони слој, од механичког дјеловања и утицаја инсолације и топлотних осцилација. Заштитни слој зависно од проходности крова може да буде:

- За непроходан кров: од насипа облутака (16-32 мм) дебљине слоја најмање 5 см,
- За проходан кров – од камених плоча (на слоју пијеска или на подлошцима од гуме или пластике) или керамичких плочица у цементном марту на бетонској подлози.



Слика 172 Заштита хидроизолације

Топлотноизолациони слој на равним крововима може да буде класичан - од једне врсте материјала, или комбинација више врста топлотноизолационог материјала.



1. Хидроизолација
2. Телескопски типлови
3. Рубни профил од MW
4. Слој од MW
5. Слој од MW
6. Парна брана
7. Конструкција од челичног лима

Слика 173 Класичан раван кров



1. Хидроизолација
2. Телескопски типлови
3. Парорастеретни слој – стаклени воал
4. Рубни профил од MW
5. XPS
6. Слој од MW
7. Слој за изједначавање izjednačavanje
8. АБ-носива плоча

Слика 174 Раван кров – топлотна изолација од комбинације MW и XPS

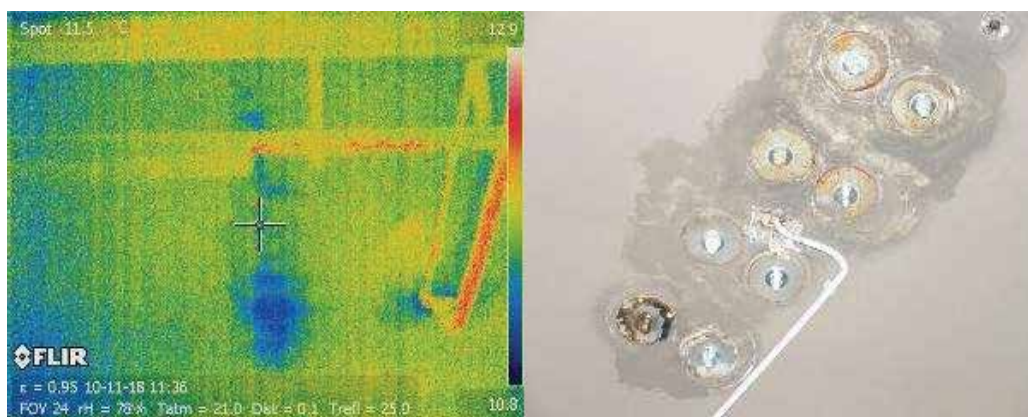
Врло често појављује се потреба за **санацију равних кровова**, и то из сљедећих разлога:

- због застарјелих технологија уградње,
- због дотрајалих кровних система,
- због различитих оштећења слојева хидроизолације и посљедичне појаве цурења воде,
- због неприкладних активности на крововима, као што су уградња сателитских, радијских и TV антена, импровизованих сушила, роштиља, и конструкција којима се оштећују кровне мембране.

Све посљедице оваквих активности тешко могу да се исправе без већих захвата. Слојеви за изолацију равног крова су - осим завршног заштитнога слоја - збијени и неприступачни, па је контрола појединих слојева и утврђивање оштећења врло тешко, готово немогуће. Када се недостаци открију, треба да се обави детаљан преглед и установи њихов узрок, те након тога изради пројекат санације.

Појаве гљивица и плијесни на унутрашњим површинама рубних дијелова крова резултат су кондензације водене паре на подручјима топлотних мостова или повећане влажности материјала због оштећења хидроизолације крова.

Најчешћа је **појава пропуштање воде**. Ово оштећење уочавамо тек у тренутку када је вода продрла кроз све слојеве равног крова и почела дац влажи унутрашњу површину стропа. Мјесто продора воде кроз хидроизолациони слој готово је немогуће установити. Вода уласком испод завршног хидроизолационог слоја тражи и налази пут и кроз остале слојеве. На свом путу овлажи и топлотноизолациони слој коме се у том случају смањује предвиђена улога (осим екструдираног полистирена), а велики проблеми су и са исушивањем овог слоја након изведене санације хидроизолационог слоја. Проблем може да се ријеша извођењем одзрачника који ће омогућавати исушивање конструкције и након санације, односно правилније измјеном свих оштећених слојева крова па тако и навлажене топлотне изолације у којој се задржава највећи дио воде. За откривање мјеста цурења воде најбоље је да се користе IC-камере.



Слика 175 Откривање мјеста цурења воде на равном крову коришћењем IC-термографије

5 ИЗОЛАЦИЈА СТРОПА ПОДРУМА И ГАРАЖА

Топлотна изолација стропа подрума и гаража, односно стропа према негријаном простору са доње стране може да се изведе на два начина:

- као дио топлотне изолације пода,
- као топлотна изолација са доње стране плоче.

У оба случаја потребно је водити рачуна о спречавању топлотних мостова.

Под изнад негријаног подрума изводи се исто као и сваки пливајући под, само што обавезно мора да садржи слој топлотне изолације дебљине 10 см. У случају примјене подног гријања, дебљина топлотне изолације испод слоја у којем се налазе цијеви гријања мора бити већа од 8 см.

Уколико у поду постојеће зграде изнад негријаног подрума нема топлотне изолације, стропови подрума изолују се причвршћивањем плоча топлотне изолације са доње стране стропа лијепљењем и типлањем у стропну плочу подрума у дебљини мин 10 см.

6 ИЗОЛАЦИЈА ПОДА НА ТЛУ

Топлотни губици пода према тлу износе просјечно до 10% укупних топлотних губитака. Код новоградњи под на тлу треба да се топлотно изолује са топлотном изолацијом што веће дебљине, док је код постојећих зграда таква мјера углавном економски неисплатива због већих грађевинских захвата који је прате.

Иако су топлотни губици кроз под на тлу релативно мали у поређењу са губицима других дијелова конструкције, температура подне равни има велики утицај на угодност боравка. Зато под на тлу треба да се изолује са топлотном изолацијом минималне дебљине 10 см.

7 ИЗОЛАЦИЈА ЗИДОВА СА УНУТРАШЊЕ СТРАНЕ

Топлотна изолација зидова са унутрашње (топле) стране најчешће се примјењује код следећих врста зграда:

- **Зграде које се користе ријетко и/или краткотрајно**, односно зграде код којих је битно да се унутрашњи простори брзо загрију, без непотребног трошења топлотне енергије за акумулацију топлоте (као нпр. Кино дворане, позоришта, вјерски објекти, викендице, и сл.);
- **Код зграда заштићене културне баштине** гдје топлотна изолација не може да се изведе са вањске стране зида.

Овај начин извођења топлотне изолације има низ недостатака, и то:

- брз губитак топлоте након престанка гријања, због чега је обавезна примјена парне бране (паронепропусност грађевинског дијела);
- честа појава конденза на зидној равни са унутрашње стране испод слоја топлотне изолације, и то због неповољног положаја топлотне изолације и у љетном и у зимском периоду;
- опасност од појаве бројних топлотних мостова;
- зими нема акумулације топлоте, а присутни су велики напони у грађевинском дијелу, што погодује њеном убрзаном пропадању; а љети долази до прекомјерног загријавања зидова, што доприноси појачаном и продуженом отпуштању топлоте током ноћи.

Главни технички изазов уградње топлотне изолације са унутрашње стране своди се на рјешавање система који спречава продирање водене паре из унутрашњег у вањски простор у зимском периоду. Врло често се продор водене паре спречава постављањем парне бране директно испод слоја унутрашњег малтера, на слој топлотно изолације, тако да су и слој топлотне изолације и носиви слој заштићени од продора (и посљедично кондензације) водене паре.

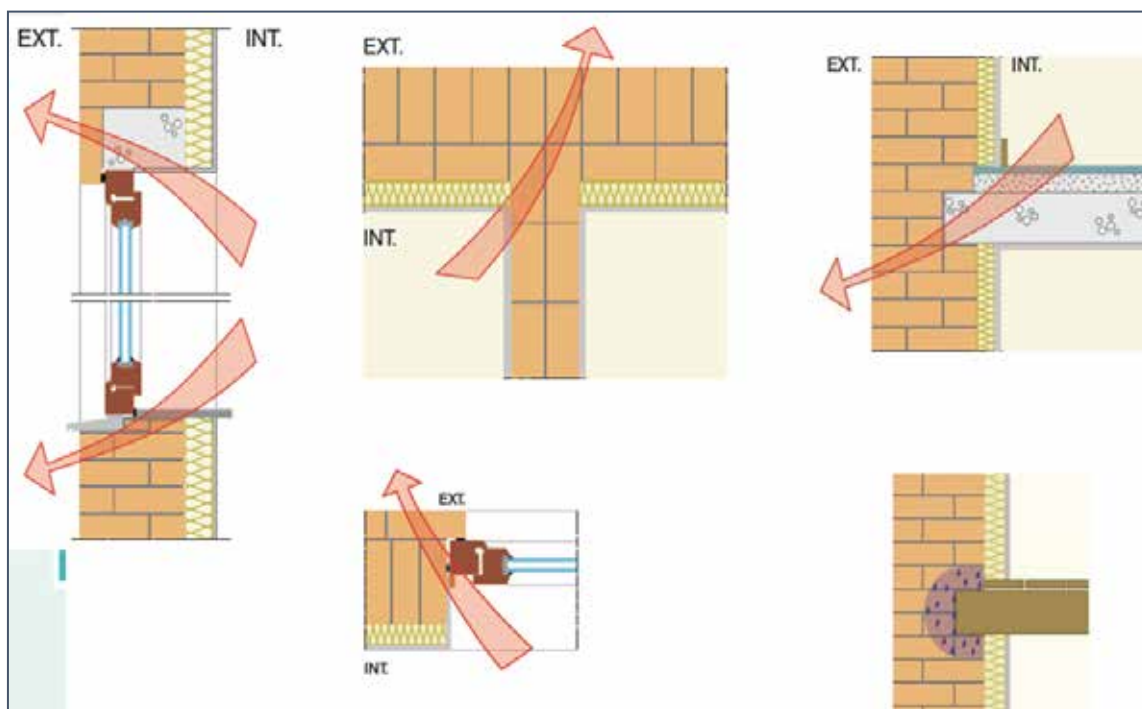
Извођење парне бране у облику специјалних фолија теоретски је врло добро рјешење, али у пракси се врло тешко постиже заптивање односно избјегавање механичких оштећења парне бране. Међутим, чак и када се одлично функционирање парне бране постигне, искуство показује да врло често долази до непожељног повећања релативне влажности унутрашњег ваздуха и погоршања унутрашње микроклиме простора, због недостатка система за одвођење вишка водене паре у зимском раздобљу, када је природна вентилација ограничена.

У подручјима са хладним климатским условима, температура зидова ће током сезоне гријања бити знатно нижа ако је зид изолован са унутрашње стране, у односу на ситуацију када је изолован са вањске стране или када је изолација у средини.

Паронепропусни слој посљедично ће да спријечи и исушивање конструкције према унутра (у простор зграде), што ће уз влагу проузроковану кишом (са вањске стране) проузроковати повећање садржаја влаге у вањском зиду. Паронепропусни слој може да се изведе на два начина:

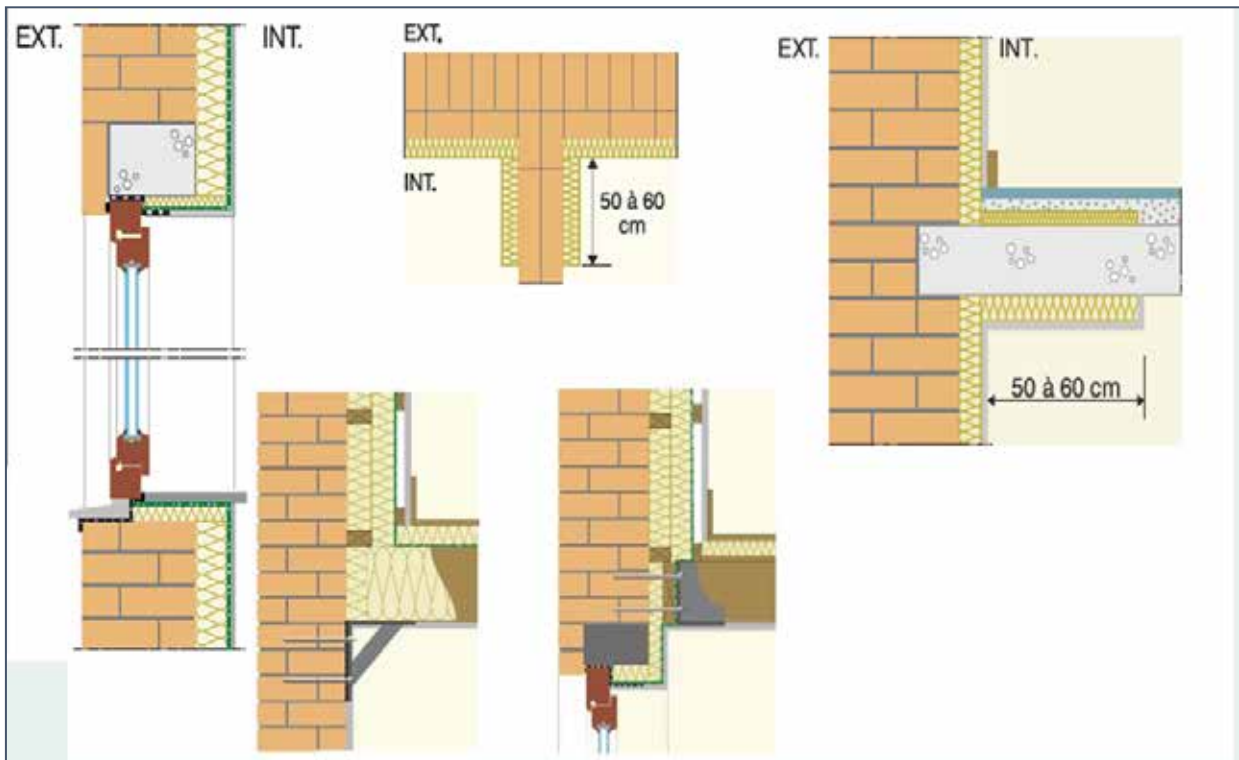
- коришћењем паропропусног топлотноизолационог материјала (нпр. минералне вуне, природних материјала као што је овчја вуна, производи од аерогела, итд.) у комбинацији са парном браном (паронепропусним фолијама);
- коришћењем паронепропусног топлотноизолационог материјала (нпр. PUR, XPS, ћелијасто стакло, VIP панели¹⁰, итд.)

У случајевима система топлотне изолације са унутрашње стране, постоји проблем појаве топлотних мостова на сударима унутрашњих и вањских зидова те вањских зидова, подова и стропова. Како би се смањила штета на грађевинским дијеловима зграде, развијени су бројни детаљи који смањују утицај топлотних мостова, уз услов да се правилно изведу.

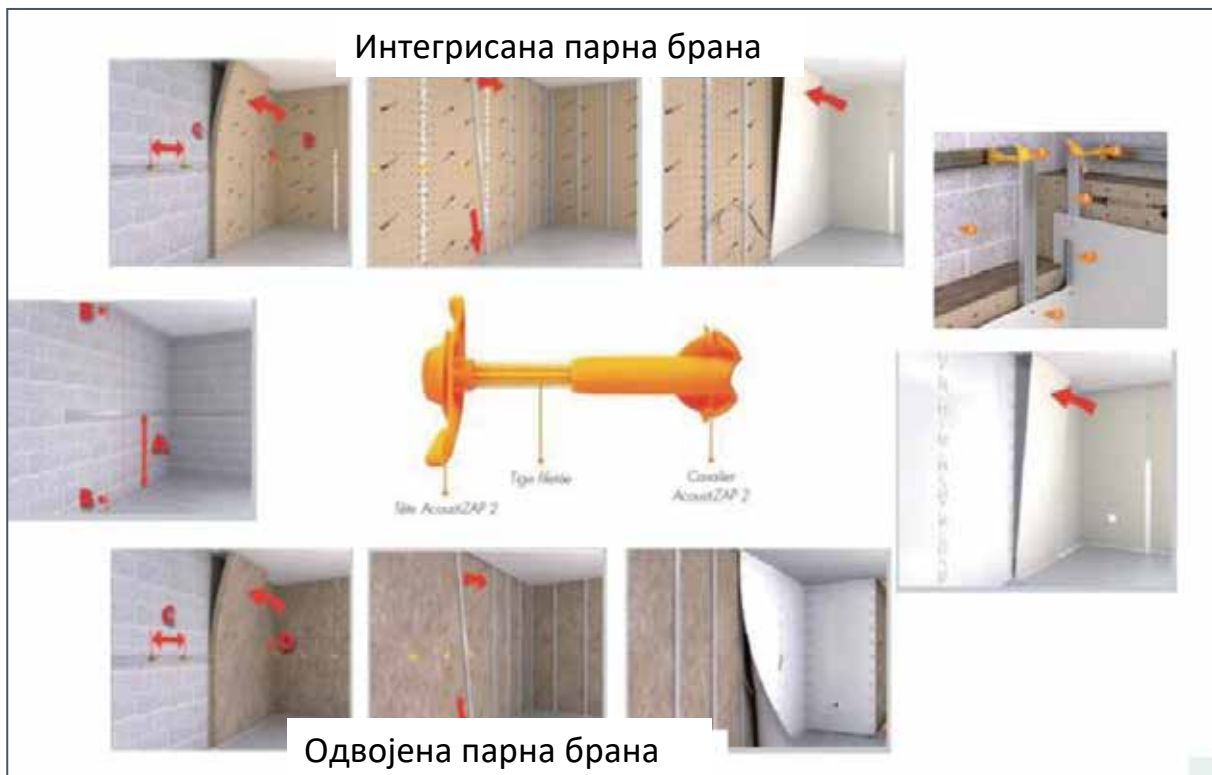


Слика 176 Примјери појаве топлотних мостова код изолације зидова са унутрашње стране

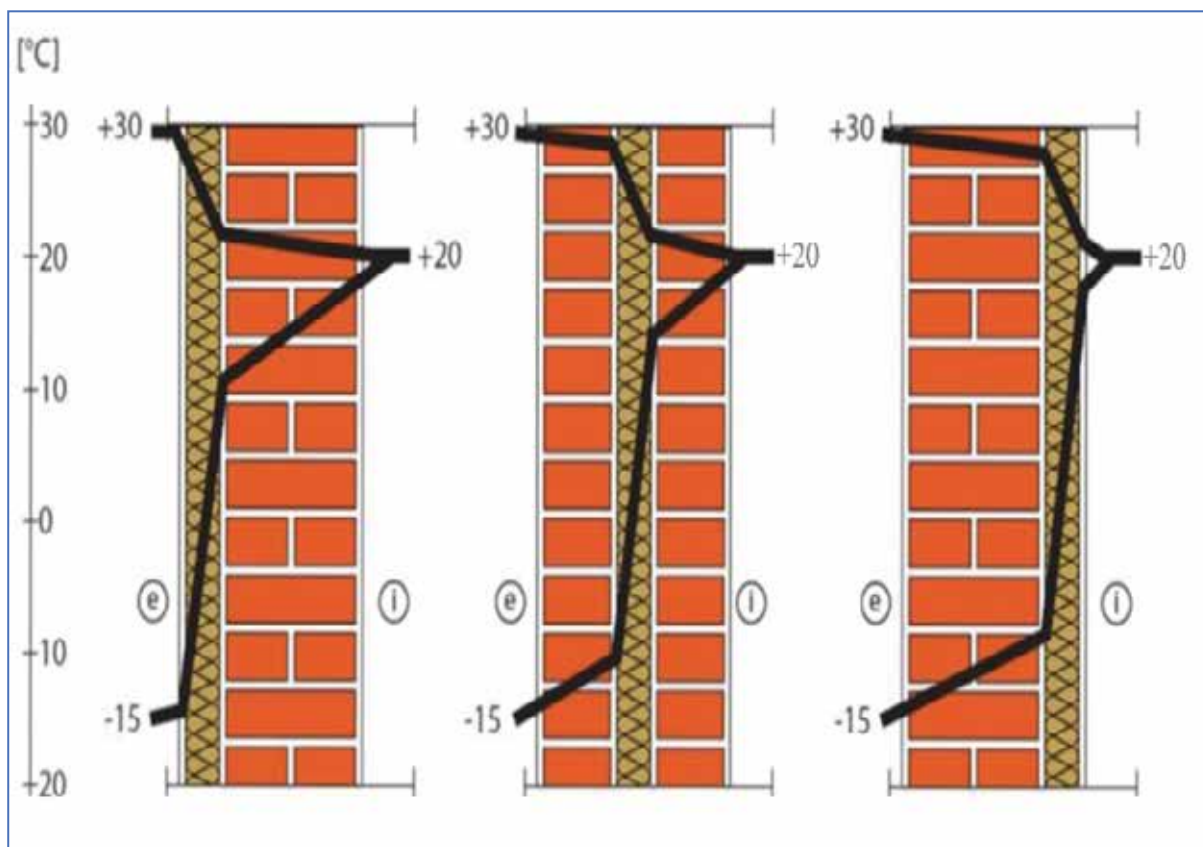
¹⁰ Вакумски изолациони панели функционишу по принципу термос боце, односно за низак коефицијент топлотне проводљивости заслужан је вакуум, а не порозна ваздушаста структура као код стандардних изолационих материјала. Ови панели производе се од порозних материјала попут плоча од пресованих прашкастих материјала, стаклених влакана или органских пјена. Ове плоче се потом обавијају запечаћеном непропусном фолијом, уз претходно вакумирање.



Слика 177 Примјери правилног рјешавања детаља изолације са унутрашње стране у сврху избјегавања топлотних мостова



Слика 178 Различити начини постављања парне бране



Слика 179 Температуре слојева зида код различитих положаја топлотне изолације



Слика 180 Примјери лошег рјешења детаља изолације зида са унутрашње стране

Код извођења изолације са унутрашње стране зидова, осим наведених проблема треба да се води рачуна и о сљедећим потенцијалним проблемима:

- Инфилтрација ваздуха који улази иза слоја топлотно изолације кроз пукотине и шупљине носивог вањског зида, као и кроз незаптивене дијелове система унутрашње топлотне изолације, може значајно повећати коефицијент проласка топлоте (U) односно повећати топлотне губитке зграде. Због тога се изводи ваздушно непропусна брана и то у облику:
 - *репаратурног малтера са унутрашње стране вањског зида;*
 - *континуираног заптивања самољепљивим тракама свих спојева облоге гипскартонских плоча, постављеним на слој чврсте топлотно изолације (међусобно и са зидовима, строповима, подовима, отворима и свим продорима);*
 - *континуираног заптивања самољепљивим тракама свих спојева завршне облоге гипскартонских плоча (међусобно и са зидовима, строповима, подовима, отворима и свим продорима);*
 - *одвојеног слоја парне бране заптивеног на свим спојевима и контактима са околним грађевинским елементима.*

- Како би се смањило ризик од кондензације водене паре на хладним површинама вањских зидова, потребно је на топлој страни топлотне изолације свакако извести слој за контролу пролаза водене паре кроз конструкцију. Смањење количине топлог ваздуха иза слоја топлотне изолације, а тиме и водене паре у конструкцији, може да се постигне на сљедеће начине:
 - обавити заптивање свих спојница између гипс-картонских плоча облоге и околних зидова, стропова и подова;
 - свести број продора инсталација на минимум;
 - извести заптивање око пробоја, као што су канализационе и водоводне цијеви, коришћењем експандирајућих пјена.

Апсолутно није препоручљиво да се термоизолација уграђује са унутрашње стране зидова ако ти зидови:

- имају проблеме са кондензацијом водене паре и/или растом гљивица и плијесни. **Свако постојање влаге у постојећим зидовима потребно је ријешити (санирати) прије уградње топлотне изолације;**
- имају проблеме због капиларног упијања (подземне воде) или цурења крова или жлијебова и олука, или друге проблеме везане уз влагу.

Уградња топлотне изолације са унутрашње стране може да се спроведе тек након потпуног исушивања влажних мјеста и одстрањивања гљивица или плијесни. У супротном се због изведене парне бране конструкција неће моћи исушити према унутрашњем простору, па ће се проблем пренијети и на новоизведене слојеве унутрашње изолације.

Поступак односно кораци које је потребно извести прије уградње унутрашње изолације зидова су сљедећи:

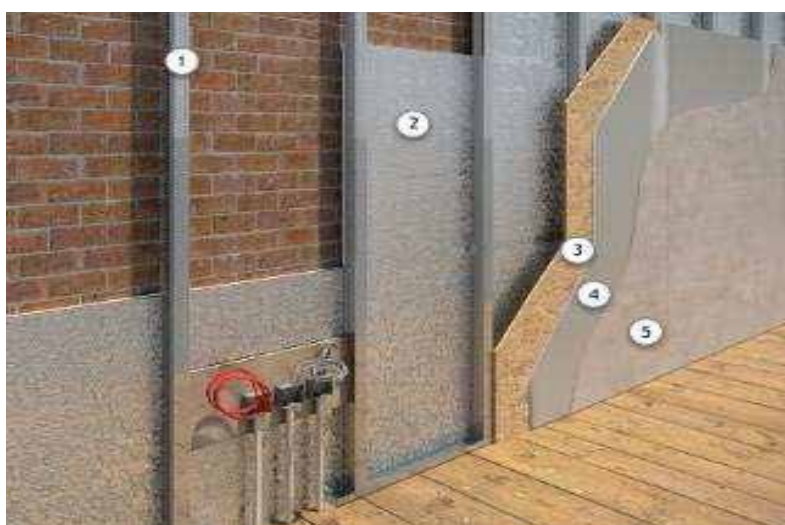
- уклањање прозора,
- уклањање радијатора,
- запуњавање нише радијатора ако је могуће и потребно,
- уклањање тапета,
- обијање малтера ако је у лошем стању,
- уклањање постојеће боје у случају да се ради о уљаној боји (паронепропусној боји),
- уклањање гипсаних облога,
- побољшање карактеристика подлоге (адхезије на подлогу) са "пример" премазима,
- продужење инсталација (електричних, водоводне, канализационих),
- изоловање цијеви развода гријања ако нису изоловане или се не мијењају приликом обнове зграде,
- рјешавање детаља спојева вањског зида и стропа (нарочито ако се ради о пробоју дрвених греда или челичних греда),
- рјешавање детаља састава унутрашњих и вањских зидова односно два вањска зида.



Слика 181 Примјер постављања унутрашње изолације од минералне вуне на дрвену подконструкцију



Слика 182 Специјалне топлотноизолационе плоче са интегрисаним завршним слојем



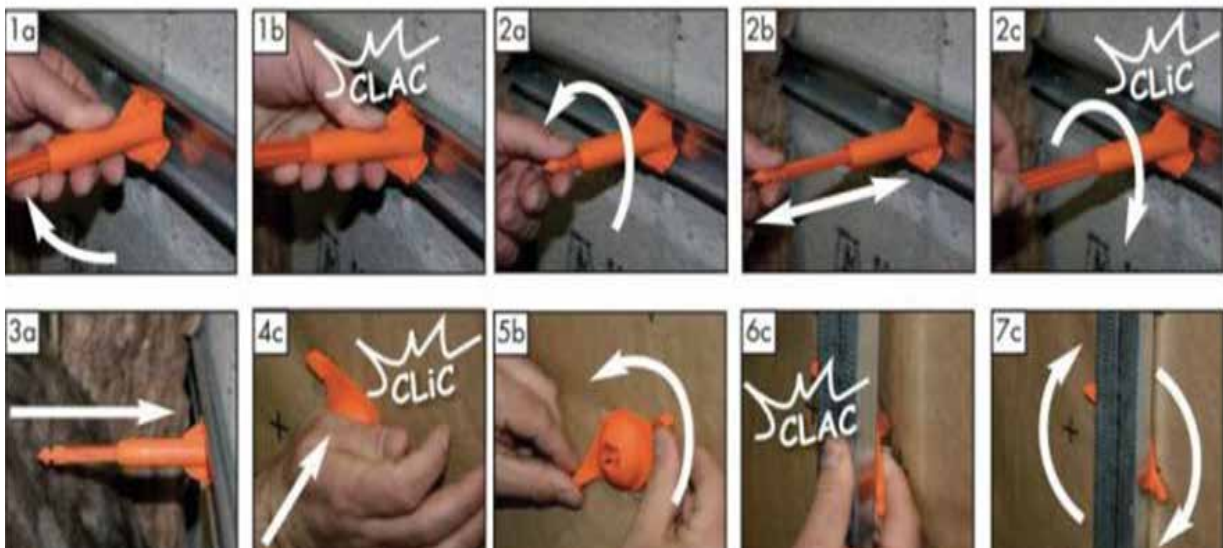
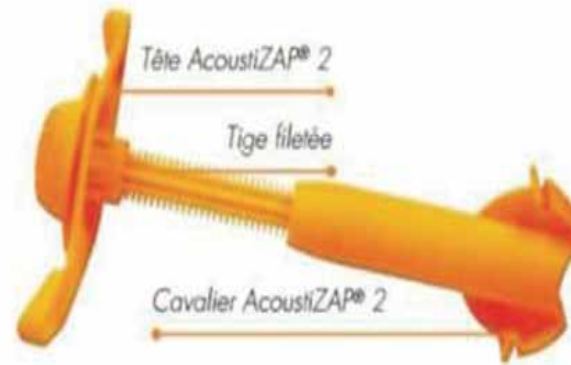
Слика 183 Примјер унутрашње изолације зидова са вакум-изолационим плочама на металној подконструкцији

На тржишту постоје и готове топлотноизолационе плоче које имају интегрисану завршну обраду, као нпр. интегрисане гипскартонске плоче. Код оваквих плоча обично су ријешени типски елементи за наставак односно преклоп ових плоча.

У новије вријеме развијени су системи унутрашње топлотне изолације који омогућују једноставније извођење, и то у случајевима и мекане и круте изолације с интегрисаном парном браном, али и одвојеном парном браном (фолијом). Ради се о систему пластичних телескопских дистанцера који омогућују брзу уградњу, директно на постојећи зид или у металне водилице.

AcoustiZAP® 2	
Nom	Variation de l'épaisseur du doublage en mm
AcoustiZAP 2 85-100	de 95 à 115
AcoustiZAP 2 120-180	de 110 à 200

Unité de vente : la boîte de 50 pièces



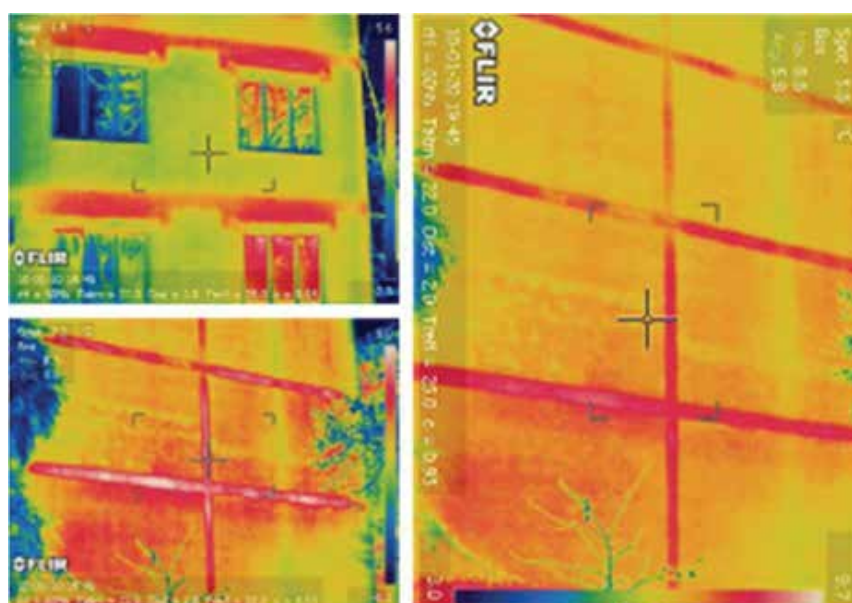
Слика 184 Извођење унутрашње изолације примјеном телескопских клик-клак дистанцера

8 ТОПЛОТНИ МОСТОВИ

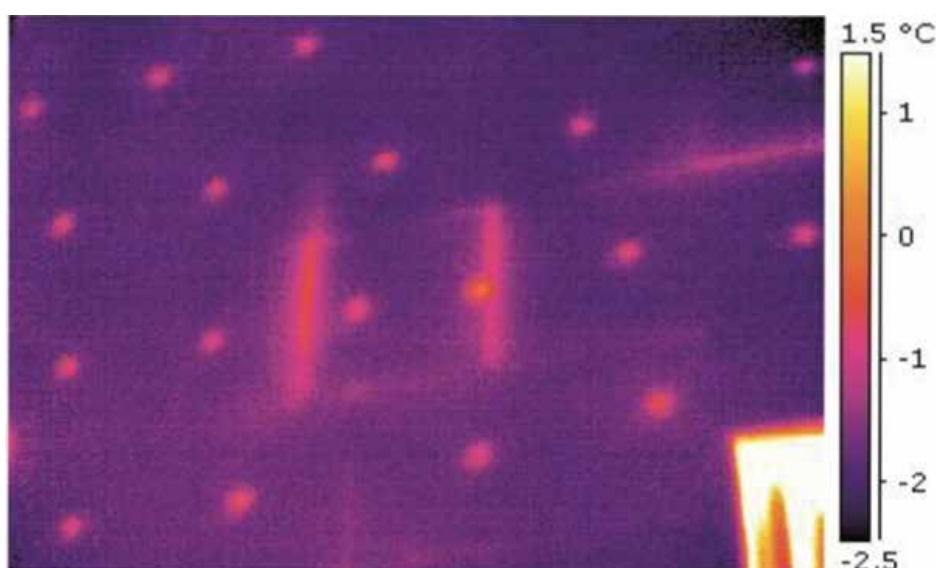
Топлотни мостови су мања подручја у омотачу гријаног дијела зграде кроз које је топлотни ток у односу на друге дијелове омотача повећан, због промјене материјала, дебљине или геометрије грађевинског дијела. Појављују се на граничним подручјима, прегибима, тачкастим пробојима и другим неубичајеним дијеловима омотача зграде.

Топлотни мостови представљају додатне топлотне губитке и називају се линијским и/или тачкастим топлотним губицима. Уз то, у подручјима топлотних мостова јављају се топлотна ослабљења омотача зграде, што може довести до орошавања и потенцијалних грађевинских штета, а у условима додатне влаге може доћи до појаве плијесни и гљивица у просторијама за боравак, што ствара нездраву микроклиму за људе.

Топлотне мостове на већ изведеним фасадама најлакше је открити снимањем уз примјену ИС-термографије.



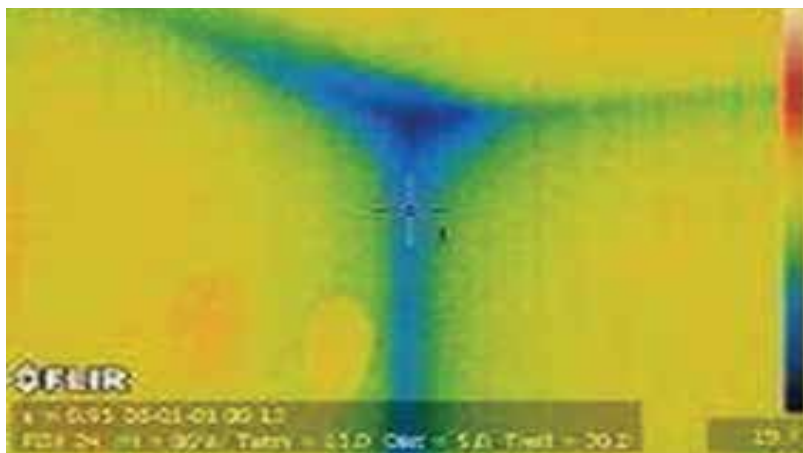
Слика 185 Примјер линијских топлотних мостова



Слика 186 Примјер тачкастих топлотних мостова

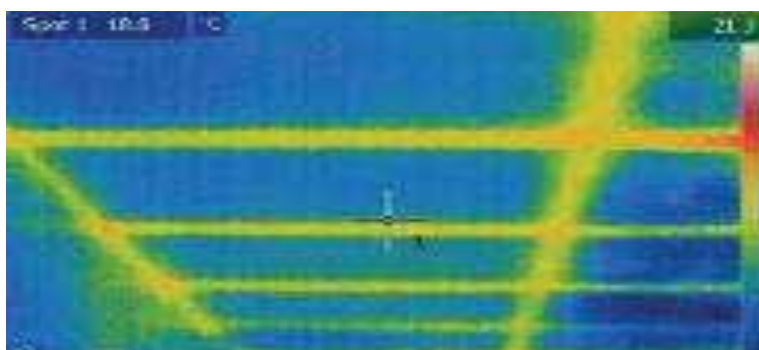
Топлотне мостове можемо подијелити и према подручјима зграде на којима настају:

- **геометријски топлотни мостови** који су условљени нетипичним обликом, а обично се јављају на угловима зграда и мјестима промјене дебљине грађевинских елемената;

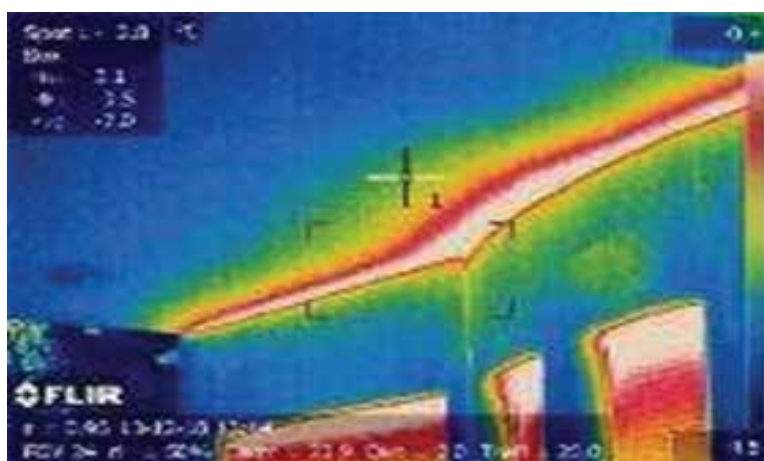


Слика 187 Геометријски топлотни мост

- **топлотни мостови условљени материјалом**, настали на подручјима гдје се спајају и састављају различити материјали;
- **Комбиновани топлотни мостови** који настају на дијеловима зграда гдје се сједињују промјене облика и материјала, конзолни балкони, и слична “хладна ребра” која продиру кроз топлотни омотач;



Слика 188 Топлотни мостови настали због сучељавања различитих материјала



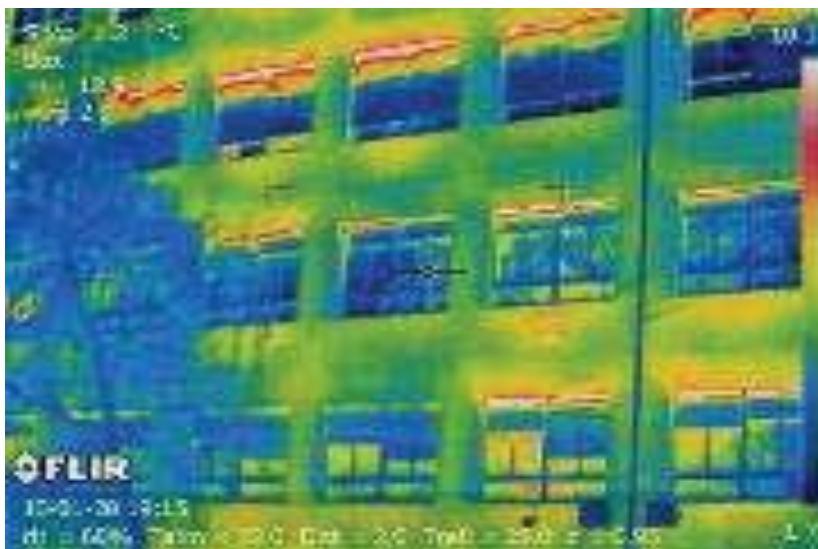
Слика 189 Комбиновани топлотни мост

- **конструктивни топлотни мостови** код којих се омотач зграде прекида због пробоја носиве конструкције, нпр. прекид извана постављене топлотне изолације ободног зида и изнутра постављене топлотне изолације пода на тлу. Могу да се се сматрају и подврстом комбинованих топлотних мостова.



Слика 190 Конструктивни топлотни мостови

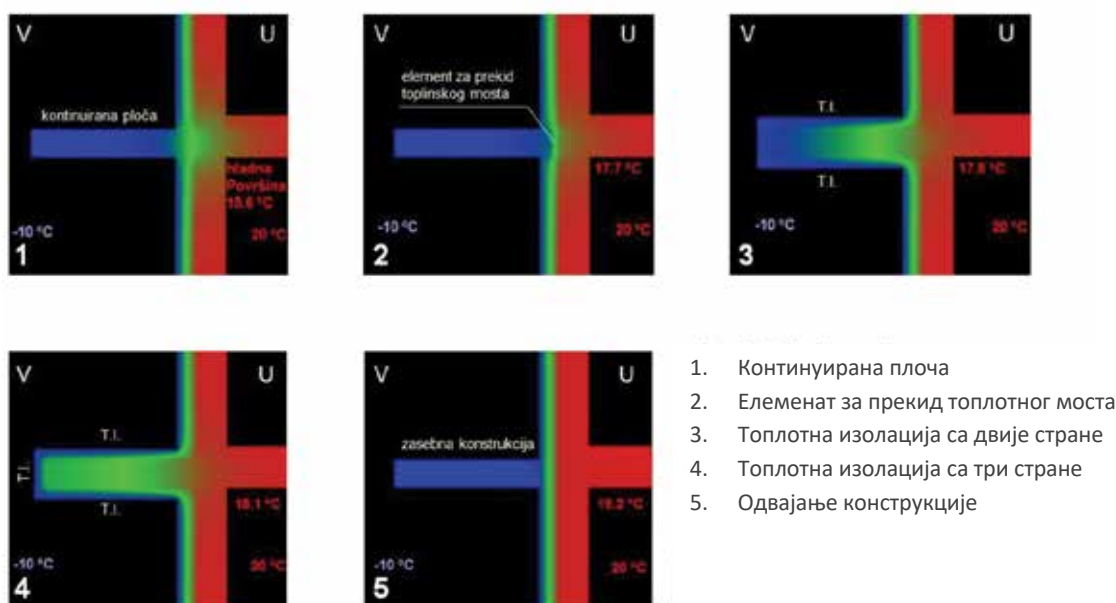
- **ваздушни (конвективни) мостови** који се односе на губитке топлоте усљед неконтролисаног пропухавања кроз зазоре прозора;



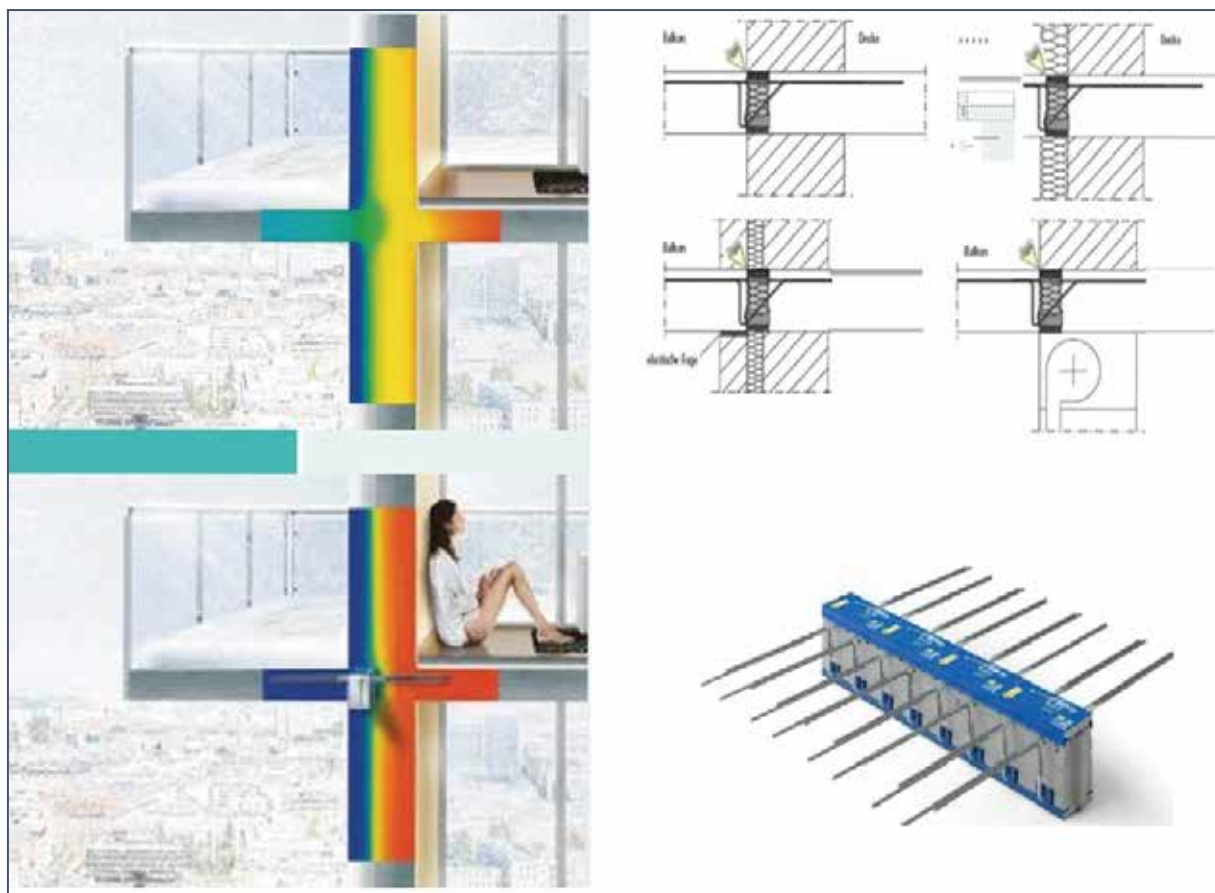
Слика 191 Ваздушни топлотни мостови

- **топлотни мостови условљени унутрашњом околином** код којих су губици топлоте условљени појачаним загријавањем појединих мјеста на омотачу зграде (нпр. радијатор испод прозора).

Једно од најчешћих мјеста за појаву топлотних мостова су балкони или истурене терасе. Код новоградњи је најбоље одмах примијенити елементе за прекид топлотног моста на балконима, док је код постојећих зграда нову топлотну изолацију најбоље извести са три стране балконске плоче и повезати је са топлотном изолацијом зидова.

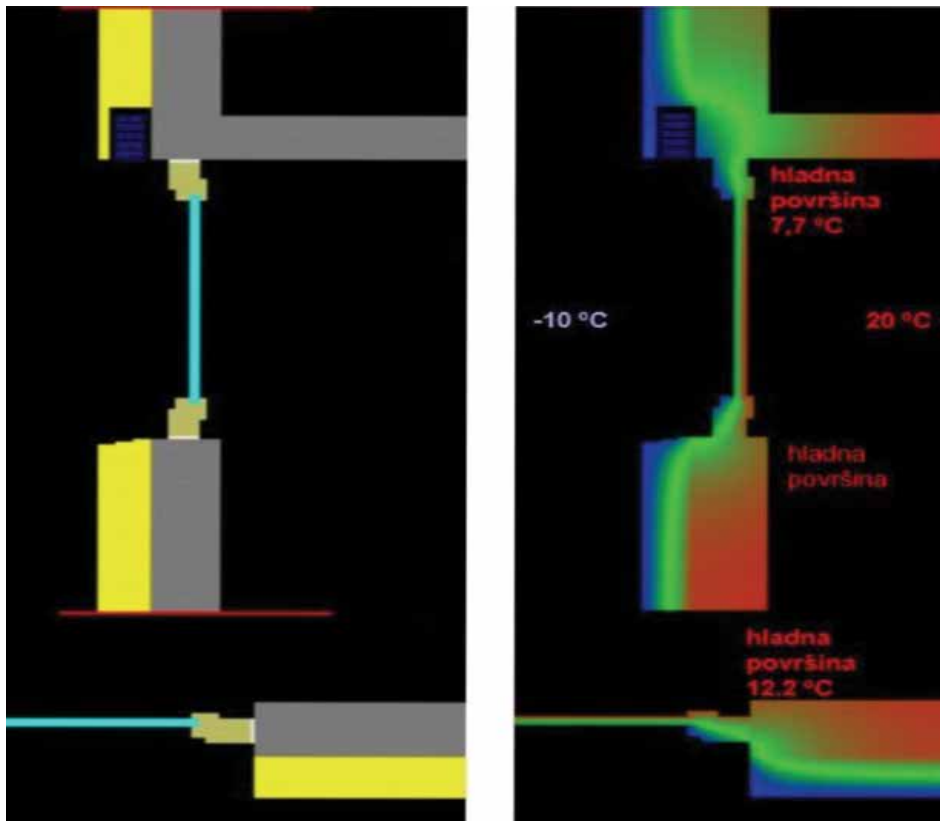


Слика 192 Термографија различитих рјешења топлотних мостова код балкона

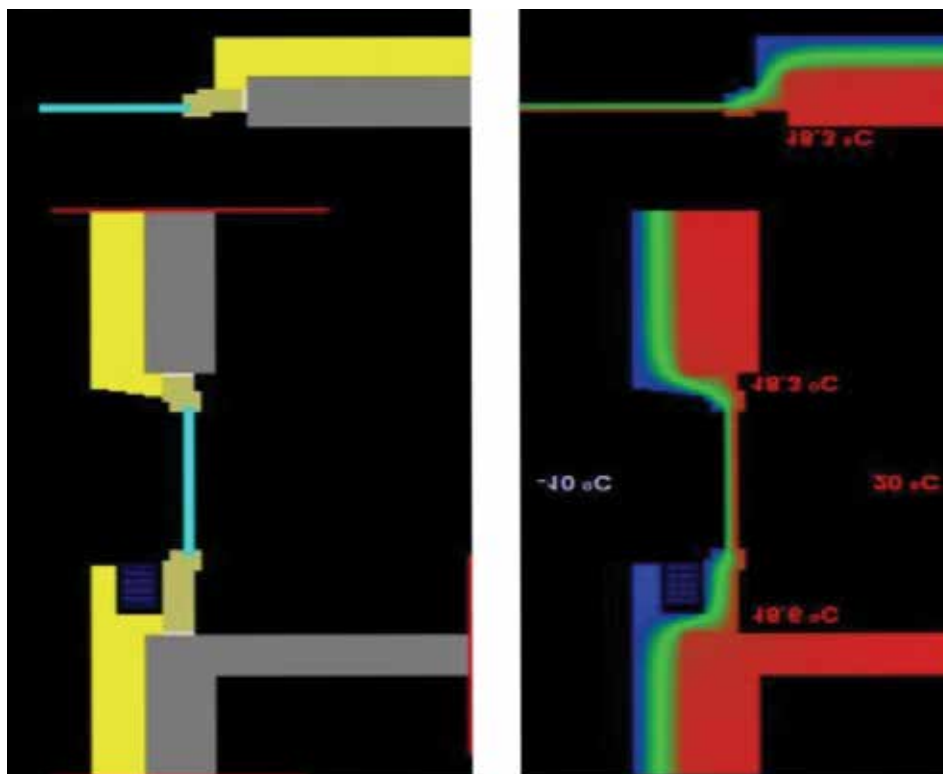


Слика 193 Примјена елемената за прекид топлотних мостова на балконима

Разлог појаве топлотних мостова може бити неправилно изведена веза различитих отвора (prozора, врата).



Слика 194 Топлотни мост због неправилне уградње прозора и везе са зидом

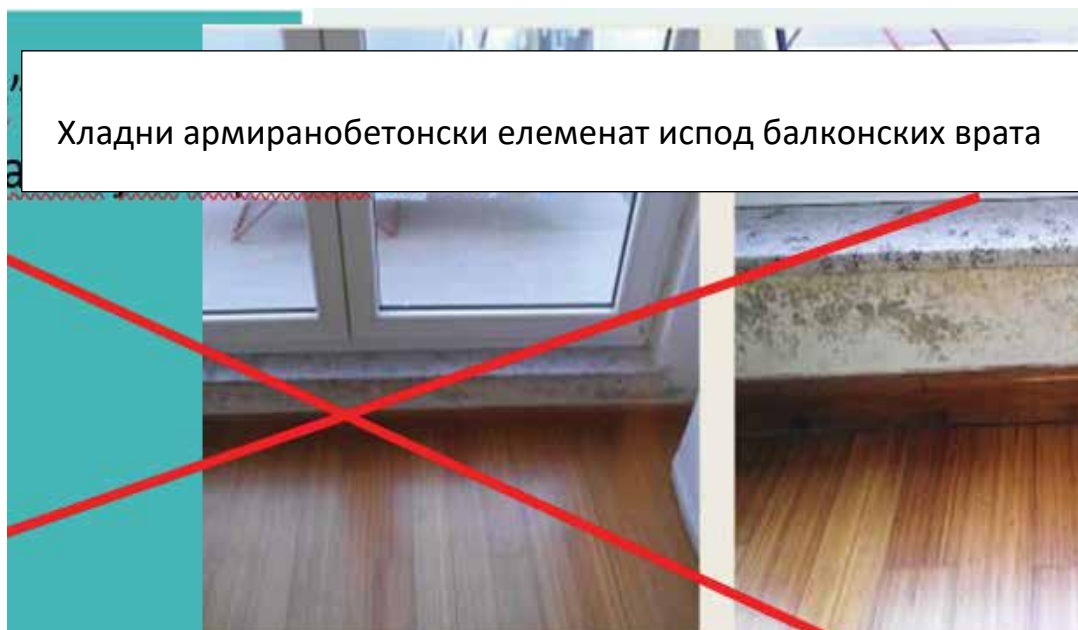


Слика 195 Правилна уградња прозора и избјегавање појаве топлотног моста

Зграда која се загријава на температуру вишу од 12°C мора бити пројектована и изграђена на такав начин да утицај топлотних мостова на годишњу потребну топлотну енергију за гријање буде што мањи, те да не долази до појаве грађевинских штета у виду унутрашње или вањске површинске кондензације у пројектним условима коришћења простора зграде.



Слика 196 Примјер топлотног моста код балкона



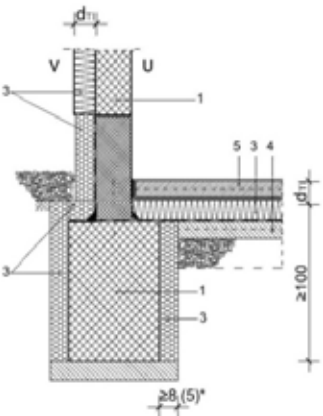
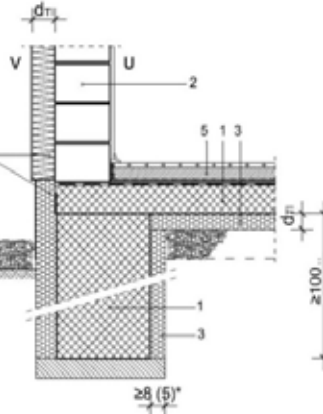
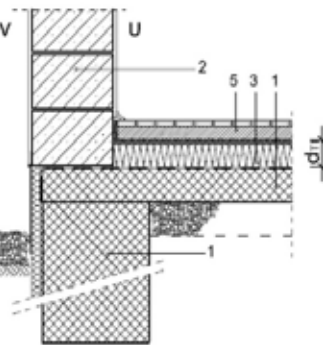
Слика 197 Примјер топлотног моста код балконских врата

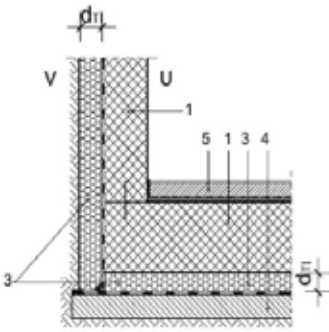
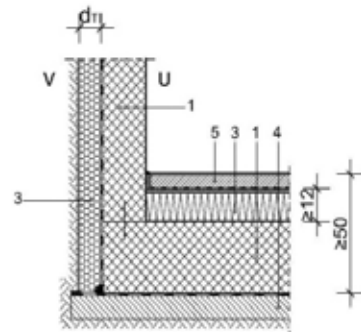
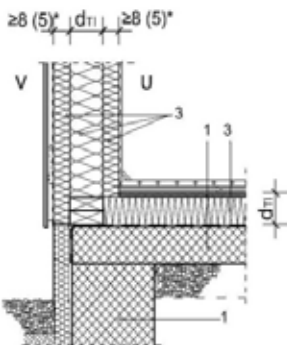
Како би се избјегли топлотни мостови, у ентитетским правилницима о минималним техничким захтјевима за енергетске карактеристике зграда дат је каталог добрих рјешења топлотних мостова. Овај каталог приказан је у наставку текста.

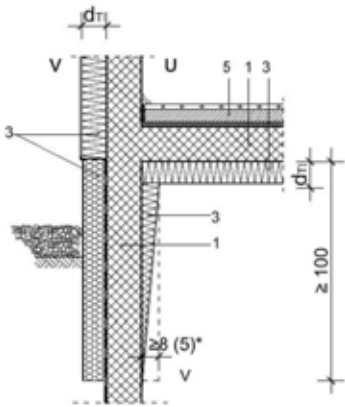
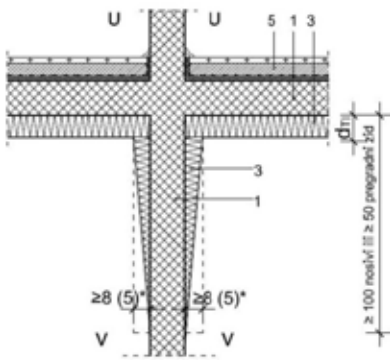
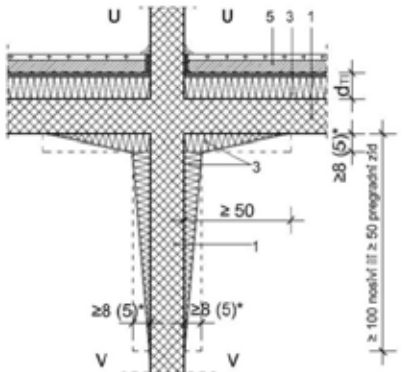
Tablica 1. Grafički prikaz materijala na prikazima detalja u Tablici 2. PRILOGA D.

Redni broj	Materijal	Grafički prikaz materijala na prikazima detalja u Tablici 2. PRILOGA D	Projektne vrijednosti toplotne provodljivosti, λ (W/(m·K)), iz Tablice 5. PRILOG B ovoga Pravilnika
1	Armirani beton		1,35 – 2,60
2	Puna i šuplja opeka i bokovi od opeke / termoblokovi od laganog betona ili opeke		puna i šuplja opeka i blokovi 1,35 – 2,60 termoblokovi 0,16 – 0,22
3	Toplotna izolacija		0,023 – 0,070
4	Nearmirani ili minimalno armirani beton		1,35 – 2,60
5	Cementni estrih		1,60 – 2,60
-	Hidroizolacija		-
-	PE folija / parna brana		-
6	Drvo		0,13 – 0,18
7	Ploče od prerađenog drveta ili daske		0,09 – 0,24
-	Zemlja		-
-	Šljunak		-

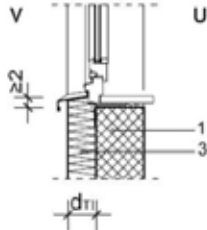
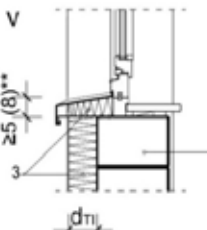
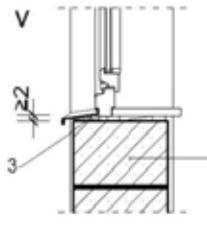
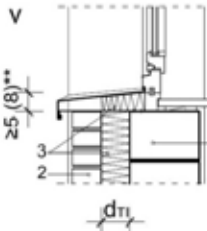
Tablica 2. Grafički prikazi detalja

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja s dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
1.	<p>Spoj temeljne trake i masivnog zida</p> <p>- toplotna izolacija poda sa unutrašnje (gornje) strane</p>		<p>V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)</p> <p>d_{T1} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika</p>
2.	<p>Spoj temeljne trake i masivnog zida</p> <p>- toplotna izolacija poda sa vanjske (donje) strane</p>		<p>* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade sa: $\Theta_i \geq 18\text{ °C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3\text{ °C}$,</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18\text{ °C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3\text{ °C}$</p>
3.	<p>Spoj temeljne trake i masivnog zida od termoblokova</p> <p>- toplotna izolacija poda sa unutrašnje (gornje) strane</p>		<p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p> <p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
4.	<p>Spoj temeljne ploče i masivnog zida</p> <p>- pod toplotno izoliran sa vanjske (donje) strane</p>		<p>d_{T1} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika</p> <p>V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)</p>
5.	<p>Spoj temeljne ploče i masivnog zida</p> <p>- pod toplotno izoliran sa unutrašnje (gornje) strane</p>		<p>* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa: $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$,</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$</p>
6.	<p>Spoj temeljne trake i zida lagane nosive konstrukcije sa ventiliranom fasadom</p> <p>- pod izoliran s gornje (unutrašnje) strane</p>		<p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p> <p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
7.	<p>Vanjski zid i stropna ploča između grijanog i negrijanog prostora</p> <p>- toplotno izolirano sa vanjske strane (donje) negrijane strane</p>		<p>d_{T1} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika</p> <p>V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)</p> <p>* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa: $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$,</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p> <p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>
8.	<p>Unutrašnji zid i stropna ploča između grijanog i negrijanog prostora</p> <p>- toplotno izolirano sa vanjske – negrijane (donje) strane</p>		<p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p> <p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>
9.	<p>Unutrašnji zid i stropna ploča između grijanog i negrijanog prostora</p> <p>- toplotno izolirano sa unutrašnje (gornje) grijane strane</p>		<p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>

Слика 198 Каталог добрих рјешења топлотних мостова

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
10.	Prozorska klupica, pozicija prozora djelomično ispred vanjske ravnine masivnog dijela zida		<p>d_{T1} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika</p> <p>V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)</p>
11.	Prozorska klupica, pozicija prozora iza vanjske ravnine masivnog dijela zida		<p>* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa: $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$,</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$</p>
12.	Prozorska klupica prozora u zidu od termoblokova		<p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p>
13.	Prozorska klupica u višeslojnom zidu sa masivnim vanjskim obzidom, pozicija prozora iza vanjske ravnine masivnog dijela zida		<p>** - 8 cm je minimalna debljina toplotne izolacije kada je nosivi dio zida od armiranog betona</p> <p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>

Слика 199 Каталог добрих рјешења топлотних мостова

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
14.	Prozorska klupica u višeslojnom ventilisanom zidu sa masivnim vanjskim obzidom, pozicija prozora iza vanjske ravnine masivnog dijela zida		<p>d_{T1} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika</p> <p>V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)</p>
15.	Prozorska klupica u višeslojnom zidu sa masivnom vanjskom oblogom, pozicija prozora djelomično ispred vanjske ravnine nosivog dijela zida		<p>* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa: $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$,</p>
16.	Prozor sa toplotno izoliranom kutijom za roletne, pozicija prozora djelomično ispred vanjske ravnine masivnog dijela zida		<p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p>
17.	Prozor sa toplotno izoliranom kutijom za roletne, pozicija prozora iza vanjske ravnine masivnog dijela zida		<p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>

Слика 200 Каталог добрих рјешења топлотних мостова

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
18.	Prozor sa toplotno izoliranom kutijom za roletne u zidu od termo blokova		<p>d_{T1} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika</p>
19.	Prozor sa toplotno izoliranom kutijom za roletnu u višeslojnom neventilisanom zidu sa masivnom vanjskom oblogom, pozicija prozora iza vanjske ravnine nosivog dijela zida		<p>V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)</p> <p>* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa:</p>
20.	Prozor sa toplotno izoliranom kutijom za roletnu u višeslojnom ventilisanom zidu sa masivnom vanjskom oblogom, pozicija prozora iza vanjske ravnine nosivog dijela zida		<p>$\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$,</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zgradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa</p>
21.	Prozor sa toplotno izoliranom kutijom za roletne u višeslojnom neventilisanom zidu sa masivnom vanjskom oblogom, pozicija prozora djelomično ispred vanjske ravnine nosivog dijela zida		<p>$\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p>
22.	Prozor na poziciji djelomično ispred vanjske ravnine masivnog dijela zida		<p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>
23.	Prozor na poziciji vanjske ravnine masivnog dijela zida		

Слика 201 Каталог добрих рјешења топлотних мостова

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
24.	Prozor na poziciji iza vanjske ravnine masivnog dijela zida		d_{TI} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika
25.	Prozor u zidu od termoblokova		V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)
26.	Prozor u višeslojnom neventilisanom zidu sa masivnom vanjskom oblogom, pozicija prozora iza vanjske ravnine nosivog dijela zida		* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa: $\Theta_i \geq 18^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3^\circ\text{C}$,
27.	Prozor u višeslojnom neventilisanom zidu sa masivnom vanjskom oblogom, na poziciji vanjske ravnine nosivog dijela zida		- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3^\circ\text{C}$
28.	Prozor u višeslojnom neventilisanom zidu sa masivnom vanjskom oblogom, pozicija prozora djelomično ispred vanjske ravnine nosivog dijela zida		- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima
29.	Prozor u višeslojnom ventilisanom zidu sa masivnom vanjskom oblogom, na poziciji vanjske ravnine nosivog dijela zida		- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)

Слика 202 Каталог добрих рјешења топлотних мостова

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
30.	Vanjski zid između dvije lode – rješenje vanjskog istaka zida od betona sa umetkom za konstrukcijski prekid toplotnog mosta		<p>d_{T1} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika</p>
31.	Vanjski zid između dvije lode – rješenje vanjskog istaka zida od betona sa oblaganjem zida toplotnom izolacijom obostrano (u slučaju zida istaknutog ≥ 100 cm)		<p>V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)</p> <p>* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa:</p>
32.	Vanjski zid između dvije lode – rješenje vanjskog istaka zida od betona sa oblaganjem zida toplotnom izolacijom sa svih strana (u slučaju zida istaknutog ≤ 100 cm)		<p>$\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$,</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$</p>
33.	Balkon ili loda – rješenje sa izvedbom umetka za konstrukcijski prekid toplotnog mosta		<p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p>
34.	Balkon ili loda – rješenje sa oblaganjem armiranobetonske ploče balona/lode toplotnom izolacijom sa gornje i donje strane		<p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>

Слика 203 Каталог добрих рјешења топлотних мостова

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
35.	Rubni završetak ravnog krova – nadzid visine < 100 cm – rješenje sa oblaganjem cijelog nadzida toplotnom izolacijom		d_{TI} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika
36.	Rubni završetak ravnog krova – nadzid visine \geq 100 cm – rješenje sa obostranim oblaganjem nadzida toplotnom izolacijom		V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano) * - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa: $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$,
37.	Rubni završetak ravnog krova – bez nadzida		- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zgradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$
38.	Kosi krov – ventilisano negrijano krovšte		- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima
39.	Kosi krov – neventilisano negrijano krovšte		- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)

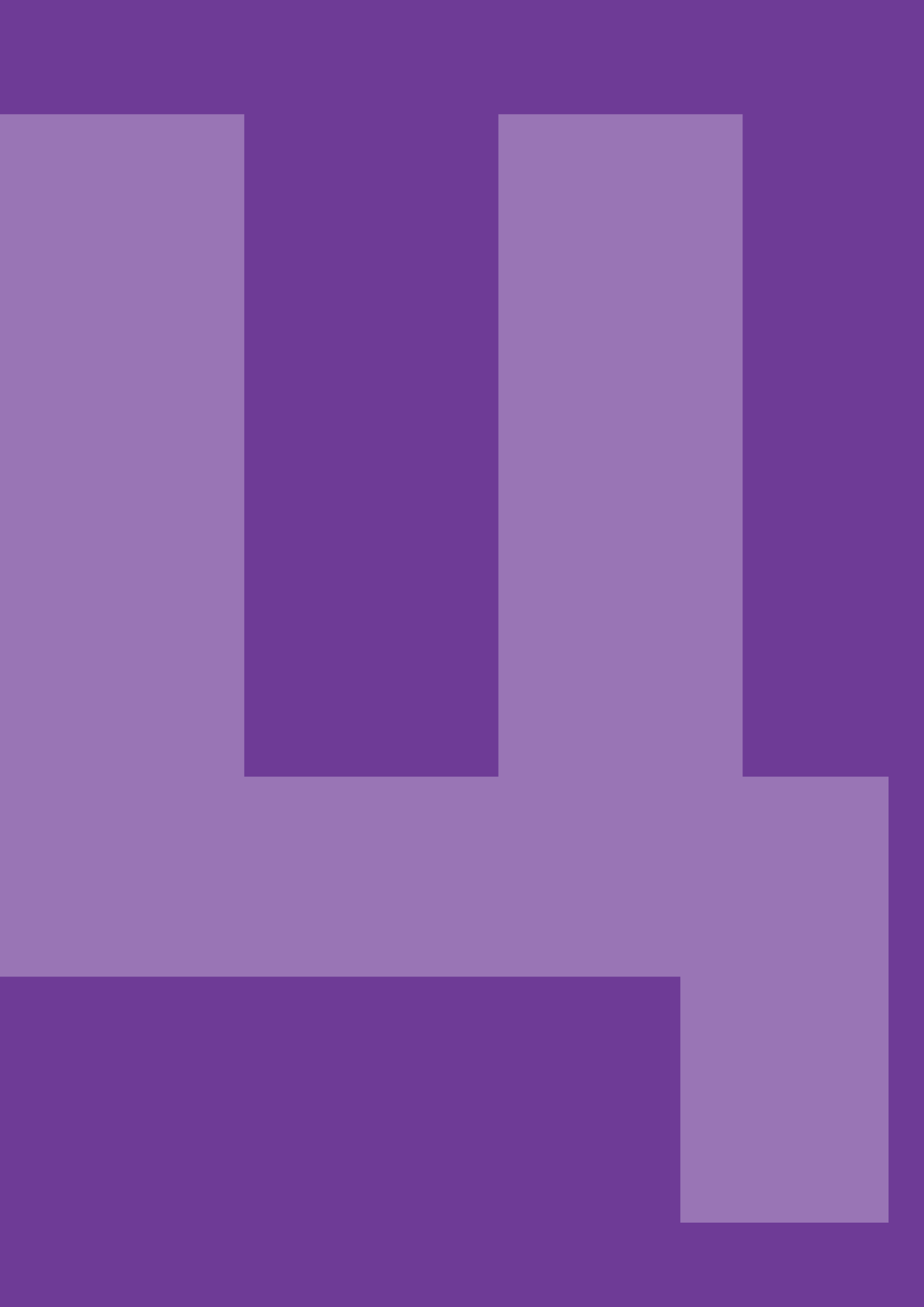
Слика 204 Каталог добрих рјешења топлотних мостова

Redni broj	Naziv detalja	Grafički prikaz detalja sa dobro riješenim toplotnim mostovima	Napomene
40.	Vijenac kosog krova iznad grijanog prostora		<p>d_{T1} – debljina toplotne izolacije u skladu sa zadovoljenjem zahtjeva iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> iz ovoga Pravilnika</p> <p>V – vani ili negrijano U – unutra (zimi grijano)</p>
41.	Vijenac kosog krova iznad grijanog prostora – lagana nosiva konstrukcija sa ventilisanom fasadom		<p>* - dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene bez zagrada odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa: $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$,</p> <p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije navedene u zagradama odnose se na zahtjeve iz <i>Tablice 1. PRILOG B</i> ovoga Pravilnika za odgovarajuću vrstu građevinskog dijela zgrade, za zgrade sa $\Theta_i \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $\Theta_{e,mj,min} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$</p>
42.	Kosi krov iznad grijanog prostora poprečni presjek		<p>- dimenzije debljina slojeva toplotne izolacije odnose se na minimalne debljine materijala za toplotne izolacije toplotne provodljivosti: $\lambda \leq 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ili ekvivalentne manje debljine materijala za toplotnu izolaciju sa povoljnijim (nižim) λ vrijednostima</p>
43.	Kosi krov iznad grijanog prostora presjek kroz zabat		<p>- sve označene dimenzije izražene su u centimetrima (cm)</p>

Слика 205 Каталог добрих рјешења топлотних мостова

**Ц.
4.**

**МЈЕРЕ НА
ТЕХНИЧКИМ
СИСТЕМИ
ЗГРАДЕ**



1 УВОД

Угодно угријане просторије и расположивост потрошне топле воде су неопходни елементи успостављања одговарајућег топлотног комфора. Како би се топлотни комфор обезбиједио на најповољнији и околишки прихватљив начин, потребно је да се уграде савремени системи гријања којима је потребно много мање енергената у односу на старе неекономичне системе. На тај начин постижу се значајне уштеде у новцу уз већи топлотни комфор, мање емисије загађујућих материја и поврат инвестиције након неколико година.

Систематска замјена постојећих система гријања налаже свеобухватну санацију цјелокупне зграде. Тек након тога се нови котло димензионира, за топлотне потребе зграде након санације. Дозвољене вриједности емисија чврстих честица у ваздух једном годишње провјерава димњачар. Вриједности параметара добивене приликом поређења старог и новог котла показују исплативост замјене старог котла са новим.

2 ЗАМЈЕНА ПОСТОЈЕЋЕГ КОТЛА СА НОВИМ ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНИЈИМ КОТЛОМ

Замјеном постојећег, старог котла са новим могу се уштедјети велике количине енергије. У стамбеним јединицама постоје тзв. стандардни котлови који енергенте недовољно ефикасно искоришћавају, те су због тога превазиђени. Збирни информативни преглед енергетске ефикасности различитих котлова и пећи дат је у наредној слици, гдје су степени ефикасности котлова исказани у односу на доњу топлотну моћ горива. Савремени котлови су мањи, чистији и не стварају буку при раду.

Гориво	Котлови	Ефикасност (Hd)
Чврста горива	Котлови без регулације	65%
	Котлови до 50 kW са ручном регулацијом	68%
	Котлови преко 50 kW са добром ручном изолацијом	72%
	Котлови до 175 kW са механичком регулацијом	75%
	Котлови преко 175 kW са добром механичком регулацијом	83%
	Котлови на различите врсте биомасе	82% - 92%
Течна горива	Котлови до 50 kW са ручном регулацијом	81% - 85%
	Котлови преко 50 kW са аутоматском регулацијом	83% - 90%
Гасна горива	Котлови до 100 kW са природном промајом	80% - 88%
	Котлови преко 100 kW са принудном промајом	88% - 94%
	Нискотемпературни котлови	95% - 98%
	Кондензациони котлови	До 108%

Табела 15 Преглед степена ефикасности котлова у односу на доњу топлотну моћ горива

Препоруке:

- Потребно је одабрати котлао који оптимално искоришћава дати енергент (нпр. Кондензациони котлао).
- Потребно је провјерити могућност коришћења обновљивих извора енергије, или локално даљинско гријање из когенерације (ако таква могућност постоји).
- Уколико се на згради утопле поједини елементи омотача (фасада, кров, итд.) или се замијене прозори, систем гријања не мора да ради пуним капацитетом. Ову чињеницу треба имати на уму приликом замјене постојећег котла.
- Минимална дебљина топлотне изолације око грејних инсталација у негријаним просторијама, према захтјевима правилника, треба да буде једнака попречном пресеку цијеву око које се омотава. Код тањих цијеву би дебљина топлотне изолације требала да износи минимално 20-30 мм.
- Не смије да се заборави потреба за оптимизацијом система гријања, тзв. "хидраулично балансирање мреже", које осигурава правилан проток и правилну разлику притиска, и које се сматра предусловом за снабдијевања грејних тијела са одговарајућом количином топле воде.
- Треба имати у виду да код погрешног димензионисања цијеву и пумпи може да дође до појаве ометајуће буке.
- Осим замјене котла, у мјере повећања енергетске ефикасности треба да се укључи и санацију димњака.
- На списак потенцијалних захтјева побољшања енергетске ефикасности треба да се уврсти и уградња аутоматског регулатора којим би се такође побољшале перформансе гријања.
-

2.1 Димензионисање и контрола димњака

Обавеза корисника система гријања јесте да приликом замјене постојећег котла изврши и санацију димњака. Приликом санације у димњак се може поставити издувна цијев од метала, керамике, и других сличних материјала отпорних на високу температуре, и на корозију која може настати дјеловањем атмосферских утицаја и димних гасова који се ослобађају при изгарању енергента намијењеног за загријавање простора. Бројни су проблеми због којих димњак и ложиште не раде исправно. Понекад су они банални и могу лако да се отклоне, али у неким случајевима ти проблем могу бити веома озбиљни. За њихово рјешавање потребан је озбиљан ангажман стручног лица (квалификованог димњачара). У наставку су описани проблеми који могу да се јаве приликом ложења било којег енергента, као и савјети који могу да помогну у њиховом рјешавању.

• Нагомилана чађ у димњаку

Чађ нагомилана у димњаку може да негативно утиче на његову функционалност. Дебели слојеви чађи физички ограничавају димне гасове, јер смањују слободан простор за вентилисање ложишта. Наслаге чађи дебљине од само 1 см могу да смање промају у димњаку за читавих 15% код зиданог димњака, а код уобичајених префабрикованих димњака и до невјероватних 30%.

Савјет: Потребно је вршити професионално чистење димњака, берем једанпут годишње.

• Загушење димњака

Загушење настаје услед неодржавања димњака, и јасно је да при томе димњак губи своју функцију. Загушење може да настане гомилањем депозита сагоријевања, али и гомилањем других страних тијела које је нанио вјетар. Такође, птице, пчеле, стршљенови и друге мале животиње гледају на димњак као на шупље дрво и потенцијално уточиште, поготово ако се димњак не користи дуже вријеме. Димњачари често наилазе на случај "насељених димњака" пуних лишћа, гранчица па и младунаца разних животиња.

Савјет: Не покушавајте сами да прочепите димњак, јер можете да направите још већи проблем.

• Влажан енергент

Димњак функционише тако што се топао (лакши) ваздух подиже. Ако је енергент влажан, производиће се много више димних гасова него топлоте, те због тога ни димњак неће имати добар пропук.

Савјет: Потребно је набављати сува дрва или угља и при складиштењу их заштитити од влаге, кише и снијега.

• Неприкладна висина димњака

Да би димњак нормално функционисао, мора да има одређену висину која је условљена висином крова и ближег окружења (нпр. друге зграде, дрвета, итд.). Димњак који је од сљемена крова удаљен мање од 150 см, треба да надвиси сљеме за најмање 50 см. Уколико је та удаљеност већа од 300 см, димњак може да буде и нижи од највише тачке крова. Проблем мале висине димњака је још израженији када пуше вјетар. Међутим, и превелика висина димњака може да буде проблем, јер смањује његову статичку стабилност. Ефикасност димњака расте са повећањем његове висине, али само док силе трења не постану толико јаке да тај ефекат пониште.

• Недовољан пречник димњака

Фактори који утичу на одређивање потребног пречника димњака су његова намјена, висина, врста ложишног уређаја, врста горива, итд. Недовољан отвор димњака отежава транспорт димних гасова, а тиме и сагоријевање. Уобичајене димензије отвора димњака су 14 x 14 см за кућна ложишта попут шпорета на дрва или пећи за гријање, односно 20 x 20 см за камине и димњаке за централно гријање. Када је отвор димњака превелик јавља се ковитлац и поврат димних гасова.

Савјет: Пошто не постоји практичан начин да се пречник постојећег димњака повећа, рјешење може да буде у корекцијама отвореног дијела ложишта.

• Хладан димњак

Температурна разлика спољашњег ваздуха и димних гасова представља основни "мотор" рада димњака. Ако је димњак на спољашњој фасади куће, при веома ниским спољашњим температурама зидови димњака се хладе, а тиме и ваздух у њему. Ово може да се деси и два до три дана након отопљења. Код оваквих димњака је тешко упалити ватру, јер је смјер кретања ваздуха у димњаку обрнут.

Савјет: Потребно је изоловати димњаке који се налазе на вањском дијелу фасаде.

• Недостатак ваздуха у просторији гдје се налази камин

Камин захтијева велику количину ваздуха за сагоријевање. Док ватра гори, кроз димњак константно излази значајна количина ваздуха. Тај ваздух који излази из просторије мора да се замијени са новим вањским ваздухом. Посвећеност енергетској ефикасности довела је до тога да су многе куће изоловане и заптивене, како би се смањио продор спољашњих утицаја па тако и промаје. То међутим изазива непожељан споредни ефекат, јер се сав изгубљени ваздух који излази из куће не може надокнадити. То проузрокује спорије горење ватре, што може да доведе до слабијег и недовољног загријавања просторија.

Савјет: Привремено решење овог проблема јесте да се мало отвори прозор (по могућности у правцу вјетра) како би се у просторију пустио нови ваздух.

• Неприкладна намјена

Конструкција димњака условљена је његовом намјеном. Уколико се на постојећем димњаку отварају нови прикључци за које димњак није пројектован, његов ефекат се смањује.

Савјет: Пројектовање димњака и прикључивање ложишта треба да изврше професионална лица.

• Неповољна конструкција објекта

Породичне куће које напоље испуштају ваздух, а поготово вишеспратне зграде које испуштају ваздух у горње етаже, стварају сопствену промају или тзв. ефекат димњака, који је довољно јак да ослаби функцију димњака на који је прикључено ложиште, нарочито уколико се оно налази на нижим етажама.

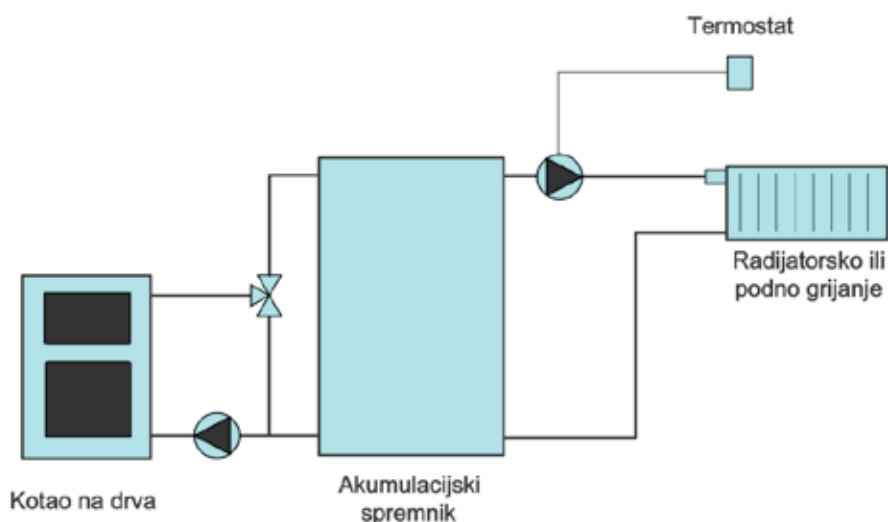
Савјет: Потребно је смањити извлачење ваздуха из горњих етажа затварањем прозора.

2.2 Димензионисање и контрола димњака (“пуффера”)

Акумулациони spremник топле воде један је од савременијих елемената у системима централног гријања. Примјењује се за акумулацију вишка топлотне енергије (која настаје процесом ложења крутих горива као што су дрва, угаљ, итд.) у односу на потребе за гријање у датом тренутку.

Препоручује се да се у све системе централног гријања у којима је уграђен котлоу на крута горива, угради акумулациони spremник топле воде. Овај систем неопходно је уградити у случају када је у оквиру енергетске обнове зграде извршено њено утопљавање, а при томе је задржан котлоу на чврсто гориво чије су карактеристике дефинисане у односу на потребе зграде прије него што је топлотно изолована. У том случају би котлоу био предимензионисан, што би довело до многих проблема, као што је појава киселинског кондензата у унутрашњости котла и димњака, чиме се значајно скраћује вијек трајања котла и димњака.

Осим овог проблема, значајно би се смањила и ефикасност котла (због много више несагорјелог материјала у ложишту) те би се погоршала могућност регулисања температуре у гријаном простору. Поред свега наведеног, битно би се смањило и осјећај угодности боравка у тако гријаном простору (најчешће због прегријавања). Због тога је потребно да се угради акумулациони spremник у који се спрема вишак топлотне енергије, а касније се та акумулирана енергија из spremника равномерно одводи у потрошњу.



Слика 206 Шема спајања акумулационог spremника

С обзиром на то да spremници могу да имају више прикључака, на такве spremнике може да се споји више независних система за догријавање воде, гријање простора и припрему потрошне топле воде (PTV), што их чини врло прихватљивим у енергетском смислу и у погледу заштите животне средине. Нарочито је значајно што постоје таква извођења која омогућују спајање више извора обновљиве енергије (соларни колектори, топлотне пумпе, итд.).

Савјети:

1. Препоручује се да се запремина акумулационог spremника прорачуна тако да се на 1 kW капацитета котла осигура барем 50 l воде. Могуће је спајање више јединица у сет, како би се постигао одговарајући капацитет с обзиром на снагу котла. Ови spremници су углавном изоловани топлотном изолацијом дебљине 100 mm, чиме су топлотни губици смањени на минимум.
2. Такође се препоручује и уградња одговарајуће котловске регулације која управља процесом довођења топлотне енергије у акумулациони spremник, као и регулацијом гријања односно потрошњом топлотне енергије. Уградњом система са акумулационим spremником смањује се број опслуживања односно ложења котла.

2.3 Уградња котла на пелет

Котлови на пелет

Котао на пелет је конвенционалан уређај чија улога је загријавање околног простора, било директно (помоћу топлог ваздуха) или индиректно (при чему се загријава вода која се шаље у централни систем загријавања, односно у радијаторе и бојлере). Његова ефикасност се креће у распону од 82% до 92%.

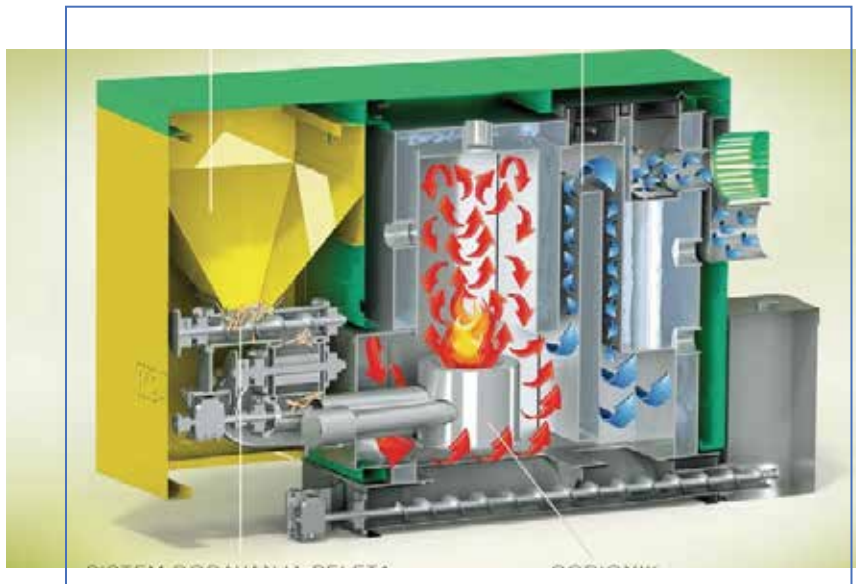
Овај систем гријања је у задњих петнаестак година постао изразито популаран због тога што је чишћи, ефикаснији, и – као најбитније - мање загађује животну средину, за разлику од система гријања на угаљ и дрва. Дозирање пелета и контролу рада котла обавља аутоматски регулатор који је интегрисан у котао.

Дрвни пелет

Дрвни пелет се производи пресовањем уситњеног дрвета или пиљевине, ваљкастог је облика пречника 6 до 8 mm и дужине 10 до 30 mm. Под изразито високим притиском подиже се температура дрвета и ствара се природно "љепило" (лигнин) те пелет успијева да задржи облик ваљка и након хлађења. Компактност пелета се види и код транспорта, гдје се појављује тек око 0,5% дрвне прашине.

Пелет се пресује из чисте, неконтаминиране дрвне пиљевине, без икаквих хемијских везивих средстава, са високом топлотном концентрацијом од око 5 kWh/kg или 18 MJ/kg. Има врло низак садржај влаге (испод 10%) што омогућује врло високу ефикасност сагоријевања.

Пелет се користи у пећима за гријање стамбених зграда или за производњу електричне енергије као замјена за угаљ. Према својим топлотним карактеристикама, 2 kg дрвног пелета замјењује сса 1 литар лож уља, или 1.85 kg пелета замјењује 1 m³ природног гаса. Пелет је CO₂-неутралан и спада у обновљиве изворе енергије. Као и остале врсте дрвне биомасе, пелет знатно мање загађује ваздух и животну средину јер су његове граничне вриједности емисија CO, NO_x и прашине мање од дозвољених.



Слика 207 Пресјек котла на пелет

Димензионисање снаге котла

Неки од најважнијих критеријума у избору котлова на пелет свакако би требали бити квалитет, сигурност и поузданост производа. Осим тих критеријума изузетно је важна правилна монтажа котла, у складу са важећом законском регулативом, прописима и правилима струке, те уз поштивање упутстава самог произвођача. Нестручна или половична монтажа може лако довести до проблема у раду и нарушавања сигурности производа. Како би се осигурао правилан рад котла, те како би се осигурала заштита од различитих непредвиђених ризика код монтаже котла и при руковању њиме, потребно је придржавати се одређених услова и правила.

Јако важно је имати правилан пројекат система гријања. Тип и снага котла који би задовољио потребе гријања простора првенствено се одређује према географској позицији омотача зграде (термоизолација зида, стропа и пода, вањска столарија), врсти подсистема предавања енергије, и његовој инсталисаној снази. У случајевима да ипак нема никакве могућности за израду пројектне документације, снага котла може да се одреди на основу позитивних искустава.

Препорука за димензионисање котла:

- **Староградња:** 125 W/m² (зидови без изолације, дрвена старија столарија, неизоловани кровови, итд.);
- **Примјер:** кућа 250m²: 250m² x 125W/m² = 31.250 W односно 32 kW.
- **Новоградња:** 80-100 W/m² (демит фасаде, сендвич зидови, изоловане зграде, новија PVC или Al столарија, итд.);
- **Примјер:** кућа 250m²: 250m² x 90W/m² = 22500 W односно 25 mW.

Пуштање котла у рад

Кључни елемент правилног загријавања зграде је правилно пуштање котла у рад, које се састоји од бројних корака који морају да се изврше у правилним редосљеду. То подразумијева подешавање софтвера и електронике, прилагођавање рада пећи топлотним потребама зграде, прегледа компоненти, и испитивања цјелокупног система. Погрешно програмирање техничких параметара, посебно оних заштићених сервисном шифром (намијењеној овлашћеном техничком особљу) може да доведе до неправилног рада производа и напосљетку до његовог квара.

Због свега наведеног, а и због задржавања **права на творничку гаранцију, овај дио посла обавезно треба да се препусти сервисеру који је од стране произвођача овлашћен за пуштање котла у рад.**

Одвод димних гасова

За одвод димних гасова из котла до димњака користе се искључиво димне цијеве $\varnothing 80$, $\varnothing 100$, и $\varnothing 120$ са силиконским гумицама. Максималне количине димоводних цијеве за повезивање котла са димњаком су:

- **Т елемент – 1 комад,**
- **Праве (равне) цијеве од 1000 mm или 500 mm – максимално 3 m,**
- **Кољено 90° – 1 до 2 комада.**

У случају да се користе два кољена од 90°, дужина правих (равних) цијеве може да буде максимално 2 m. Хоризонтално постављене димоводне цијеве не смију да буду дуже од 1 m, са обавезним падом према котлу од 3-5 %. На крају инсталације димоводних цијеве за котлове на пелет, мора бити изоловани димњак. Минимални пречник димњака је $\varnothing 130$ mm.

Минимални временски интервал за чишћење димњака је једном годишње. Димњаци квадратног облика и малих димензија ометају правилан рад котла. На димњак на који се повезује котао, не смије да буде повезан ниједан други потрошач (други котао, пећ или неко друго гријно тијело).

Минимална висина вањског изолованог димњака је 3 m од мјеста прикључка димоводних цијеве. Након позиционисања, котао обавезно треба изравнати подешавањем стопица. Минимална удаљеност котла од незапаљивих и слабо запаљивих материјала мора да буде 50 cm (пожељно и већа), а 100 cm од лако запаљивих материјала.

У случају спровођења димоводних цијеве кроз запаљиве материјале, као што је дрвени зид или дрвена конструкција, потребно је да се димоводне цијеве на одговарајући начин изолују. Уколико се котао инсталише на поду од запаљивог материјала, потребно је испод котла направити подлогу од незапаљивог материјала, димензија већих од димензија котла (минимално 50 cm са задње и бочних страна, а најмање 100 cm са предње стране котла).

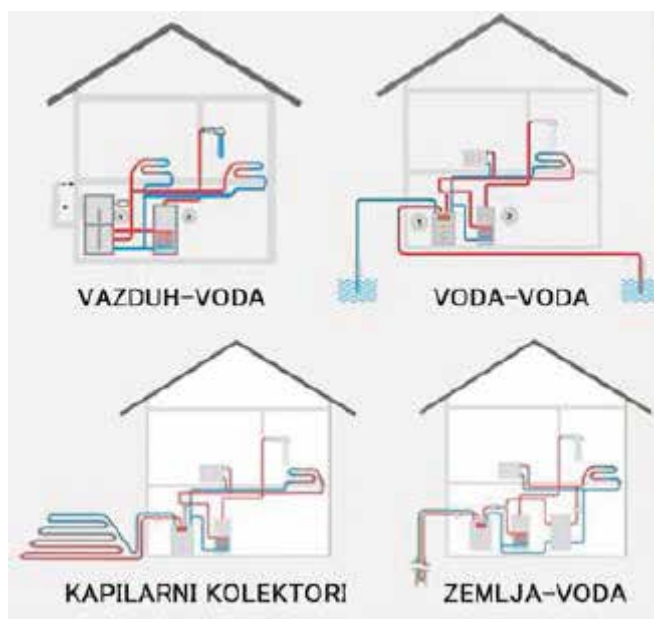


Слика 208 Примјери исправне монтаже димњака

2.4 Уградња топлотне пумпе

Савремене технологије за гријање и хлађење стамбених зграда

За производњу 1kWh електричне енергије потребно је сса 3kWh енергије у облику угља, лож уља или другог доступног енергента. Вишеструко ефикасније раде топлотне пумпе, које уз помоћ електричне енергије у употребу уводе расположиву топлоту тла, околног ваздуха или подземних вода. Осим тога, након санације индивидуалне куће или стамбене зграде, извршене у складу са принципима енергетске ефикасности, може да се размишља и о уградњи топлотне пумпе. Прављење бушотина за потребе уградње топлотне пумпе захтјеван је поступак (и финансијски и технички), па због тога кућа или зграда мора да буде добро топлотно изолована како би топлотна пумпа оптимано функционисала. У кућама и зградама са добрим топлотним карактеристикама, поврат инвестиције уградње топлотне пумпе ће да износи око 10 година - уз претпоставку да ће се цијене електричне енергије годишње повећавати за 6%.



Слика 209 Различита извођења система гријања и хлађења помоћу топлотних пумпи

Димензионисање топлотне пумпе

Кућа се обично прави једном у животу, па тако и инсталације централног гријања (ако се централно гријање уводи), што значи да ће инсталације гријања да трају 30 - 40 година. Сва лоша техничка рјешења саме инсталације, као и лоша изолација зграде, резултираће повећаним трошковима гријања у току цијелог животног вијека инсталације гријања. Наравно, већина грађана те проблеме не може да сама препозна. Они само виде да ће пред крај зиме да им недостаје угља, дрва или пелет, те да морају да купе додатне количине тих енергената. Зато је потребно израдити пројекат гријања, што представља улагање од 2% - 3% од вриједности инвестиције.

Куповина топлотне пумпе превелике или премалене снаге може да има озбиљне посљедице. Ако топлотна пумпа не даје довољно топлоте, зими ће бити хладо упркос њеном раду. Топлотна пумпа превелике снаге значајно смањује исплативост. Зато димензионисање топлотне пумпе увијек треба да врше стручњаци, а не да се процјена врши на основу површине гријаног простора. Такође, ако се са високотемпературног прелази на нискотемпературни режим рада гријања (имали сте котао на угља или пелет, а сада намјеравате да уградите топлотну пумпу) потребно је провјерити ефекат грејних тијела на нови режим рада те извршити провјеру постојеће цијевне мреже и циркулационе пумпе.

Величина топлотних пумпи у породичним кућама у просјеку се креће између 5 и 14 kW. У сваком случају, увијек је за правилан избор топлотне пумпе потребно да се контактира стручна особа специјализована за ову област. Најважнији критеријум за одређивање снаге топлотне пумпе је оптерећење гријања, које се мјери у киловатима (kW) и означава снагу коју топлотна пумпа мора

произвести како би покрила потребе за гријањем куће. Овај критеријум не треба мијешати са захтјевом за гријањем, који показује колико топлоте годишње је потребно објекту да би се загријао на фиксну собну температуру. Потреба за гријањем мјери се у киловат часовима по квадратном метру за годину дана ($\text{kWh/m}^2 \times \text{година}$). Оптерећење гријања треба да се рачуна према норми EN 12831, а у тај прорачун укључена је и локација зграде, јер у зависности од климатских услова потребан је већи или мањи излаз топлоте из топлотне пумпе. На оптерећење система гријања утичу и положај и изолација зграде. Постоје различити програми за прорачун теермотехничких инсталација, као нпр. HANIBALSOFT (<https://hanibalsoft.com/>).

Све фирме или појединци који се озбиљније баве пројектовањем, посједују неки од софтвера са којим брзо и прецизно може да се изради комплетан пројекат гријања и хлађења зграде.

Потреба за топлотном водом

Осим одређивања грејног оптерећења куће или зграде, мора да се одреди и потреба за топлотном водом у домаћинству, за коју угрубо може да се предвиди додатни ефекат гријања од 0,1 – 0,3 kW по особи.

Уколико за рад топлотних пумпи желе да се искористе повољне тарифе за електричну енергију коју нуде снабјевачи енергијом, потребно је рачунати на евентуална искључења струје која при димензионисању топлотне пумпе треба да се узму у обзир. У периодима вршних оптерећења, када се троши много електричне енергије, неекономично је да добављачи енергије и даље испоручују електричну енергију по сниженим цијенама, па они повремено из мреже могу да искључују поједине потрошаче. Напајање електричном енергијом може да буде прекинуто највише три пута дневно по два до три часа. Како би се осигурало несметано гријање и у таквим случајевима, топлотна пумпа треба да се димензионише на нешто већу снагу. У комбинацији са одговарајућим спремником топле воде за међуускладиштавање топлоте, периоди искључења се тада могу премостити.

Температура полазног вода система гријања

Температура полазног вода система гријања такође утиче на димензионисање топлотне пумпе. Када су температуре полаза високе, топлотна пумпа мора стално рда ради и зато мора да буде димензионисана на већу снагу. У том контексту, подно гријање је идеално, при чему је температура полазног вода од 35°C најбоља. Овдје топлотне пумпе аутоматски постижу боље перформансе.

Особе недовољно упућене у ову област обично сматрају да треба да све иде са што вишом температуром полазног вода. Међутим ситуација је обрнута - треба да се иде са што нижом температуром како би имали већи коефицијент ефикасности (COP). За подно гријање та температура би тебала да буде 35°C - 40°C, за вентилконвекторско гријање 40°C - 45°C, а за радијаторско гријање 45°C - 50°C. Идеално топлотно оптерећење за топлотне пумпе износи 50 W/m² и мање; 60 - 80 W/m² је још исплативо, а практично искуство показује да је специфично топлотно оптерећење веће од 100 W/m² за топлотне пумпе неекономично. Код нас, у Босни и Херцеговини, то је чест случај – код неизолованих зграда, зграда са лошом столаријом и слабом изолацијом, итд., - што се може и рачунски доказати.

Режим рада топлотне пумпе

Топлотна пумпа може да се прикључи на различите начине рада (моновалентни, моноенергетски или двовалентни рад). У зависности од начина рада, топлотна пумпа се различито димензионише.

У моновалентном раду, топлотна пумпа у потпуности покрива оптерећење гријања објекта, и додатни генератор топлоте није потребан.

Моноенергетски рад значи да се топлота обезбјеђује од два генератора топлоте. Други генератор топлоте такође користи електричну енергију, нпр. у облику интегрисаног гријача. Потреба коришћења другог генератора јавља се само неколико хладних дана у години, када топлотна пумпа није довољна. Топлотна пумпа се стога може димензионисати и на мању снагу.

Трећа варијанта је бивалентан (двовалентан) систем. Топлотна пумпа је подржана са другим системом гријања који као извор енергије не користи електричну енергију. У већини случајева ради се о постојећем конвенционалном систему гријања, као што је котлоу на пелет. Овај котлоу се укључује када се достигне такозвана тачка двоструког начина рада (бивалентна тачка) када топлотна пумпа више не може сама да обезбјеђује потребну топлоту. У бивалентном раду, топлотна пумпа може да буде димензионисана на знатно мању снагу, и тада се укључује само када може да ради у оптималном опсегу перформанси.

У новим зградама са подним гријањем обично је могућ моновалентни рад топлотне пумпе. У старим зградама са нижим енергетским стандардом често је препоручљиво да се размотри моноенергетски или бивалентан рад умјесто опремања куће огромном топлотном пумпом, која онда ради неекономично због захтјева високих перформанси.

2.5 Уградња гасног кондензационог котла

Замјена постојећих котлова новим кондензационим котлом је идеално рјешење за гријање.

Гасни кондензациони котлови су котлови који се користе за централно гријање и за загријавање потрошне топле воде. Као енергент најчешће користе гас, а назив "кондензациони котло" дат је јер се водена пара која се ствара током сагоријевања кондензује. За разлику од стандардних котлова, кондензациони котлови из конденза преузимају додатну топлотну енергију која би иначе била избачена у атмосферу. На овај начин постиже се већа ефикасност котла, чиме се смањују и трошкови за гријање.

Произвођачи ових котлова тврде да може да се постигне ефикасност од 98% у односу на горњу огревну моћ гаса, или 109% у односу на доњу огревну моћ гаса.

Доња огревна моћ представља количину топлоте која може да се добије сагоријевањем одређеног енергетског извора, али без настанка кондензације. Она одражава само дио укупне енергије горива. Насупрот доњој, горња огревна моћ укључује и количину топлоте садржане у воденој пари димних гасова, што значи да је додатна количина топлоте већ урачуната. Због тога произвођачи декларишу ефикасност кондензационих котлова чак и до 109%.

У истраживању које је спровео Building Research Establishment, највећа истраживачка установа Велике Британије у грађевинској индустрији), наводи се сљедеће:

- **Кондензациони котлови су поуздани у раду;**
- **Кондензациони котлови нису компликовани за одржавање, и није потребно њихово често сервисирање (свега два пута годишње), а једини додатни задатак је провјера исправности рада одвода кондензата;**
- **Кондензациони котлови су једноставни за уградњу и замјену;**
- **Под истим условима рада, кондензациони котлови увијек су ефикаснији од стандардних котлова.**

Према наводима ове установе, кондензациони котлови бољи су од стандардних, јер под истим условима рада показују бољу ефикасност, што значи да штеде енергију и смањују рачуне за струју и гас. Кондензациони котлови могу да санитарну топлу воду загријавају у издвојеним акумулационим спремницима за потрошну топлу воду. Али, постоје и котлови који имају уграђен измјењивач, и у том случају се потрошна топла вода се припрема у самом котлу.

У комбинацији са топлотним пумпама и соларним колекторима, могу да се креирају системи гријања који енергетску ефикасност доводе до највишег могућег нивоа, а трошкове за енергенте до најнижег.

3 ЦИЈЕВНИ РАЗВОД (ПОД-СИСТЕМ ПРЕНОСА ТОПЛОТНЕ ЕНЕРГИЈЕ)

Термоизолација цијевног развода

Уколико се цијевни систем протеже кроз негријане просторе, потребно га је на одговарајући начин топлотно изоловати. Минимална дебљина топлотне изолације око грејних инсталација у негријаним просторијама би по правилу требала да буде једнака попречном пресеку цијевни око које се омотава. Код тањих цијевни дебљина топлотне изолације требала би да износи минимално 20 – 30 mm.

4 ЗАМЈЕНА ОГРЕВНИХ ТИЈЕЛА (ПОД-СИСТЕМ ЗА ПРЕДАЈУ ЕНЕРГИЈЕ)

Топлотна енергија може да се уштеди и замјеном грејних тијела. Осим конвенционалних система, постоји зидно и подно гријање које преко велике грејне површине и ниске радне температуре ослобађа потребну количину топлотне енергије. Такође постоје и веома ефикасни радијатори који за разлику од стандарних радијатора имају уграђене вентилаторе намијењене за принудну измјену ваздуха. Препоручује се да се сви ови системи комбинују са кондензационим котловима, соларним колекторима и топлотним пумпама.

4.1 Подно и зидно гријање

Подно гријање

Подно гријање је одлична алтернатива радијаторима, јер пружа угоднији осјећај топлоте него било које друго гријање. Подним гријањем рјешавамо се алергена који се иначе размножавају на поду. Овај систем гријања има и визуелну предност, јер више нема радијатора на којима се скупља прашина и који заузимају простор. Са друге стране, овакав систем гријања захтијева мало веће почетне трошкове.

Начин на који овај систем функционише сличан је начину рада радијаторског система. Водени систем састоји се од цијевни кроз које протиче топла вода која загријава просторију својом температуром, само што су код подног система те цијевни поредане у спиралу у поду испод паркета, плочица или камена. Због тога је потребна температура воде нижа јер се топлота подиже према горе, и тиме у односу на радијаторско гријање добивамо бољу расподелу топлоте.

Предности

Свако начин гријања има своје предности и недостатке, па тако и подно гријање. Предности таквог принципа гријања су сакривеност угријаних дијелова који загријавају под, па је тиме смањена могућност озледа. Подно гријање је јако погодан систем гријања ако се гради нова кућа. Расподјела топлоте је боља и здравија јер се топлота подиже према горе па нам ствара бољу равнотежу између топлог и хладног ваздуха.

Недостаци

Један од недостатака подног гријања састоје се у чињеници да одређене ствари не смију бити у контакту са загријаним подом, да не би дошло до оштећења. Осим тога, инсталација подног гријања у постојећу кућу или стан захтијева пуно посла и трошкова за подизање постојећих подова. Такође, загријавање пода може да потраје мало дуже него код радијатора пошто је топлота којом се загријава под знатно мања. Али, када се под угрије просторија не губи топлоту тако лако, чак ни поред отвореног прозора. Као и свака модерна технологија, подно гријање захтијева доста велику почетну инвестицију, нарочито ако се намјерава да се тренутни систем гријања промијени.

Зидно гријање

Према неким прорачунима, зидно гријање омогућава уштеду на трошковима гријања и до 30%. Док подно гријање рјешава проблем гријања простора путем једне равни, зидно гријање је четвороструко ефикасније. Комбинацијом оба система може да се од укупно шест равни у просторији добије пет гријаних равни, а такво се рјешење најчешће примјењује у купатилима обложеним зидним и подним плочицама. Осим тога, овај начин гријања рјешава проблем прашине проузроковане конвекцијом топлог ваздуха из радијатора, што је посебно значајно за особе алергичне на кућну прашину.

Да би у простору било угодно, температура воде у систему гријања не треба да буде висока. За уједначену топлоту у унутрашњости просторије довољно је да се вода у систему централног гријања загрије на 30°C. Предности гријања путем зидова очитују се и у константном запреминском гријању простора између пода и стропа. Тиме се у цијелој просторији ствара равномјерна угодна температура. Примјеном клима система, односно пуштањем хладне воде у систем током љета, системи зидног и подног гријања могу да буду изнимно ефикасни и у смислу расхлађивања простора.

4.2 Вентилоконвектори

Како би се повећала ефикасност конвектора, развијени су конвектори са вентилаторима, уређаји који раде по принципу присилне измјене ваздуха који се називају вентилоконвектори. Ови уређаји имају већи коефицијент пролаза топлоте, а тиме и већу ефикасност. Предност вентилоконвектора су разноврсне могућности уградње, због њихових малих димензија и мале масе, што до изражаја долази нарочито код подних вентилоконвектора који се често користе у модерној архитектури. Њихова одлика је неупадљивост, јер не ометају кретање и не одузимају користан простор. С друге стране, недостаци могу да се односе на њихово отежано чишћење због густих ламела, између којих може да се накупи прашина која смањује површину за пренос топлоте. Према начину уградње, вентилоконвекторе можемо подијелити на:

- **подне вентилоконвекторе,**
- **стропне вентилоконвекторе,**
- **зидне вентилоконвекторе.**

5 УПРАВЉАЊЕ СИСТЕМОМ ЦЕНТРАЛНОГ ГРИЈАЊА (ПОДСИСТЕМ ЗА УПРАВЉАЊЕ)

Аутоматска регулација система за гријање регулише температуру у инсталацијама грејних тијела у зависности од спољашње температуре и периода дана. У периоду одсуства корисника у просторији која се грије, потребно је да се одржава што нижа температура. Код енергетски ефикасних зграда са добром топлотном изолацијом омотача, котлоу чак може да се периодично искључује и укључује, зависно од потреба. Програмирана регулација са индивидуалним периодима укључивања и искључивања, посебно викендима, данас је пракса.

Диференцијална аутоматика има могућност спајања дигиталних и аналогних сензора и протокомјера, тако да може да управља са циркулационим пумпама, топлотним пумпама, електромагнетним вентилима, подним гријањем, прекретним вентилима, котловима на текуће и гасно гориво, базенском аутоматиком (догријавање базена), рецикулацијом санитарне воде, радијаторским гријањем, итд.



Слика 1 Модуларна диференцијална аутоматика

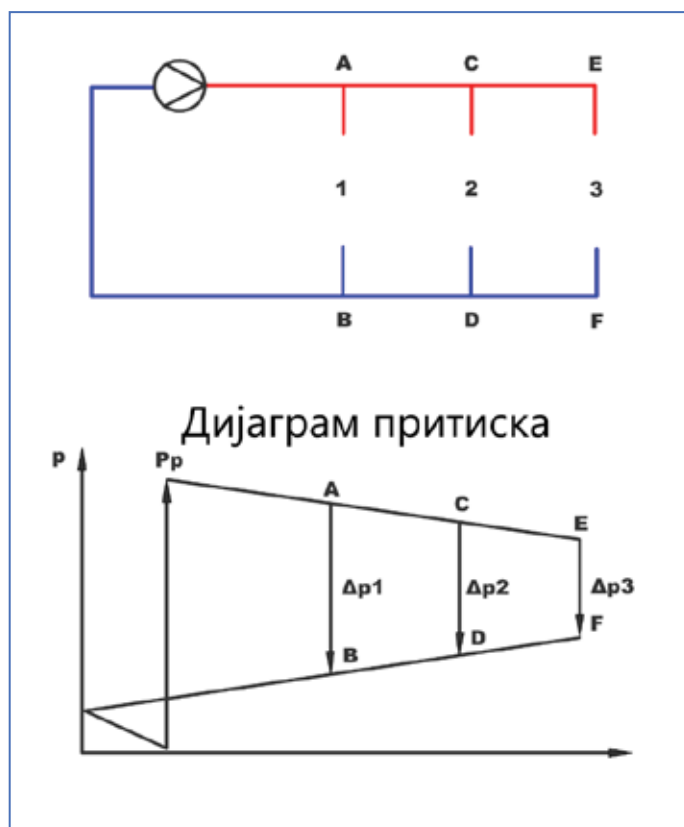
6 ХИДРАУЛИЧКО БАЛАНСИРАЊЕ

Приликом пројектовања термотехничког постројења, циљ је да се осигурају тражени услови топлотне угодности у простору и да се ти услови постигну уз што мању потрошњу енергије. Да би се ови услови испунили, потребно је израдити прорачун потребних ефеката, димензионирати цјевоводе и пумпе, те извршити хидрауличко уравнотежење (балансирање) комплетног система. Хидрауличко уравнотежење термотехничког постројења је кључни фактор за квалитетан погон цјелокупног система. Осим већ наведених разлога, уравнотежењем се позитивно утиче на и на рад регулационих вентила.

Без обзира на извор топлоте који се користи, у системима централног гријања често се јавља проблем да су поједина грејна тијела млака, а друга ужарена. Главни разлог томе је удаљеност грејног тијела од извора топлоте. Што је грејно тијело удаљеније, слабије ће одавати топлоту, док ће оно које је најближе извору топлоте бити вруће. Зато је систем гријања потребно балансирати како би се постигла једнака температура свих радијатора у унутрашњости система, независно од тога које је тијело ближе, а које удаљеније од извора топлоте. То ће да смањи укупне трошкове гријања, елиминираће могуће звукове и шумове који долазе из радијатора, те ће сваку просторију учинити угоднијом за боравак. Процијенено је да хидрауличким уравнотежењем може да се постигне уштеда енергије у распону од 14,6 % до 23,8 %, у зависности од типа уграђених регулационих вентила и њихове комбинације.

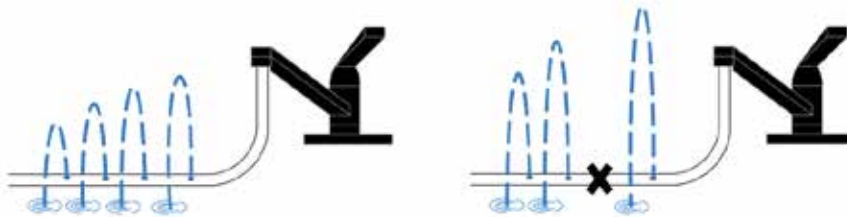
6.1 Хидраулички неуравнотежени системи

Приликом рада циркулационе пумпе у цијевној мрежи јављају се отпори струјању. Што је потрошач удаљенији од пумпе, то је отпор струјању већи, односно на располагању је мањи ниво притиска. Обратно вриједи за потрошаче који се налазе ближе пумпи. Како вода слиједи пут мањег отпора, односно проток воде је пропорционалан разлици притисака, ако се у сврху изједначавања пада притиска не пгедузму никакве мјере, кругови потрошача ближе пумпи ће имати веће протоке од потребних, а они на крају развода мање.



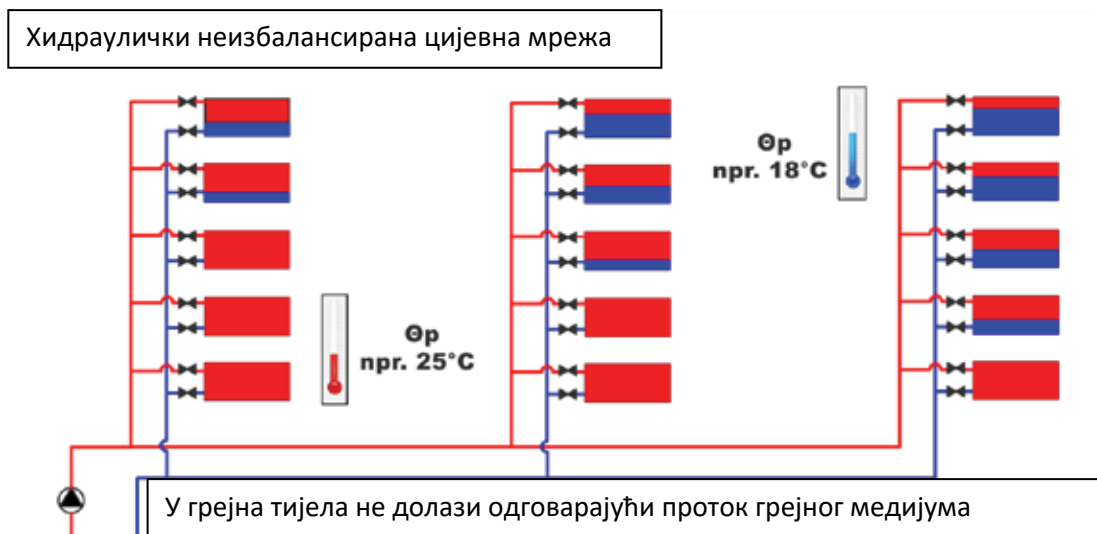
Слика 211 Расподјела притиска у једноставном двоцијевном систему

Ова појава најлакше може да се објасни помоћу наредне слике, на којој видимо да је постигнута висина млаза на првој рупи највећа, те да се висина сваког сљедећег млаза постепено смањује удаљавањем од славине. То се дешава зато што је свака рупа изложена различитом притиску воде. Како вода пролази одређену удаљеност, она до сљедеће рупе губи енергију односно долази до губитка притиска при струјању, те је зато домет млаза из сваке сљедеће рупе мањи од претходног. Такође се може видјети да се затварањем појединих рупа утиче на остале млазове, како је приказано на десном дијелу слике.



Слика 212 Приказ утицаја отпора на струјање воде у цијеви

Исто вриједи и за цијевну мрежу термотехничког постројења. У том случају ће потрошачи најближи пумпи преузимати више топлоте због вишка протока, док ће најудаљенији потрошачи услед мањка протока имати на располагању мање топлоте. Без обзира на то да ли се ради о једноставном систему са пар потрошача или о сложеном систему којег чини више вертикала, вриједиће иста правила. У случају сложеног система приказаног на наредној слици, потрошач на почетку вертикале најближе пумпи преузимаће највише топлоте, а потрошач на крају вертикале која је најудаљенија од пумпе најмање. Овим је описано стање у хидраулички неуравнотеженом систему.



Слика 213 Хидраулички неуравнотежен систем

При пројектовању топоводног система централног гријања или хлађења обавезно морају да се задовоље сљедећа два критеријума:

- **топлотна угодност, и**
- **енергетска ефикасност.**

Иако не представљају главне критеријуме код пројектовања система, ништа мање нису важни ни проблеми који се односе на буку у регулационим вентилима и на њихов неправилан рад, што су код неуравнотежених или неправилно уравнотежених система честе појаве. Дешавају се најчешће код дјеломичном оптерећења, кад се повећава разлика притисака на вентилима, и тиме повећава неугодност боравка у простору. Тиме се повећава потрошња енергије, јер уређаји не могу да правилно регулишу захтјеве комфора за поједине просторе или просторне зоне.

6.1.1. Неефикасна рјешења проблема неуравнотежених система

Да би се осигурала потребна топлота у најкритичнијем простору (у којем се очекују највећи проблеми), у пракси се често примјењују рјешења којима се не постиже хидраулично уравнотежење, чиме се додатно смањује ефикасност система. Најчешће се прибјегава повећању снаге пумпе или повећању температуре полазног вода. Уз наведена рјешења, проблем такође покушава да се ријеши додавањем пумпе на крају развода или коришћењем додатне опреме за гријање или хлађење у најкритичнијим просторијама. Оваква рјешења заправо проузрокују прекомјерну потрошњу топлотне и електричне енергије.

Повећање снаге циркулационе пумпе

Повећањем снаге пумпе повећава се и проток воде кроз најудаљеније потрошаче, како би се постигле пројектом захтијеване вриједности. Овакво рјешење је неефикасно јер тада долази до повећања протока у цијелом систему, односно до пораста протока у потрошачима који због неуравнотежености система већ имају проток већи од потребног. Тиме ће се постићи топлотна угодност у критичним просторима, али ће они простори који се налазе на почетку развода бити прегријани.

Повећањем протока директно се повећава и потрошња електричне енергије за погон пумпе. Како повећањем протока долази и до пораста пада притиска у мрежи, потребна је и већа висина добаве пумпе. Повећањем протока за нпр. 25%, потребно је повећати висину добаве пумпе за 56%, односно доћи ће до пораста потребне снаге пумпе од 95% што је скоро двоструко више. Очигледно је да се повећањем протока знатно повећавају трошкови за погон пумпе.

С обзиром на то да су димензије цјевовода непромјениве, а да долази до повећање протока, доћи ће и до повећања брзине струјања воде кроз цјевовод. Примјеном овог рјешења, у случају ако пад притиска достигне одређену вриједност, могућа је појава горе описаног проблема појаве буке у појединим дијеловима система. То се дешава зато што је пад притиска пропорционалан квадрату брзине струјања воде.

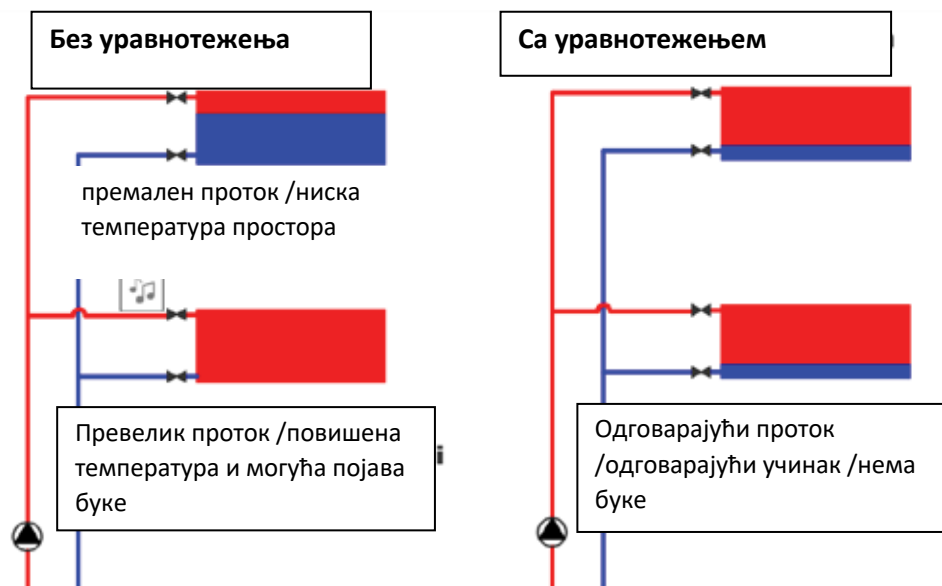
Повећање температуре полазног вода

Друго, врло често рјешење које се примјењује у пракси како би се постигла топлотна угодност у најудаљенијим просторијама је повећање температуре полазног вода. У овом случају такође долази до додатног прегријавања просторија ближих пумпи. Потрошња електричне енергије за пумпу се не мијења, али зато долази до пораста потрошње топлотне енергије. Искусствено је утврђено да:

- **прегријавање простора само за 1°C током године, резултира повећањем укупне годишње потрошње енергије за ≈ 5% у гријању;**
- **потхлађење простора само за 1°C током године резултира повећањем укупне годишње потрошње енергије за ≈ 10% у хлађењу.**

6.2 Хидраулички уравнотежени системи

У претходном тексту приказани су начини на које се може ријешити проблем топлотне угодности у најудаљенијим просторијама, али њиховом реализацијом доћи ће до појаве других проблема. Једини начин којим могу да се испуне главни критеријуми пројектовања, без појаве проблема, је хидраулично уравнотежење (балансирање) система. Хидрауличким уравнотежењем цијевне мреже изједначиће се падови притисака у систему, те ће доћи до правилне расподјеле протока у потрошачима. На овај начин ријешитиће се и правилна расподјела енергије која је потребна за покривање топлотног оптерећења.



Слика 214 Поређење хидраулички уравнотеженог и неуравнотеженог система

6.3 Основе и врсте хидрауличног балансирања

Више од 80% свих постојећих система гријања садржи огроман потенцијал за оптимизацију. Хидраулично балансирање осигурава оптималну расподјелу протока у унутрашњости система гријања, што значи да је права количина воде доступна на правом мјесту у право вријеме. Оптимална расподјела протока није само питање проналаска одговарајућих компоненти, већ она такође захтијева и добро познавање система гријања. Систем гријања треба да се добро анализира, прорачуна, прилагоди, и оптимизира. Основне варијанте хидрауличног уравнотежења (балансирања) су:

- статичко уравнотежење,
- динамичко уравнотежење, и
- аутоматско уравнотежење.

6.3.1. Статичко хидрауличко балансирање

Код статичког хидрауличког балансирања проток се регулише ручно, преко вентила зависних од притиска. Овдје се протоци прорачунавају и постављају искључиво за случајеве пуног оптерећења, јер је циљ оптимизована дистрибуција воде за гријање за максималну ефикасност система гријања. То значи да се случај дјелимичног оптерећења или промјенивих односа оптерећења не може остварити овим рјешењем, због чега је оно познато као статичко балансирање. Када се у топлотни прорачун укључи оптерећење гријања на просторију, статичко балансирање нуди најбољи однос цијене и користи између рјешења балансирања самостојећих породичних кућа и двојних или вишепородичних зграда са малим стамбеним јединицама. Разлог за то је у томе што су термостатски или балансни вентили који зависе од притиска, а који су потребни за његову имплементацију, већ присутни у већини постојећих система или се, ако је потребно, могу накнадно да уграде по ниским цијенама. Чак и код система подног гријања, статичко балансирање довољно је за мање стамбене јединице, јер динамичко балансирање нуди само незнатне предности због инерције система. Статичко предбалансирање у комбинацији са адаптивном оптимизацијом гријања на основу собне температуре овдје постиже најбоље резултате.

Недостаци статичког хидрауличког балансирања

Пошто су масени протоци оптимално уравнотежени само у случају пуног оптерећења, бука се често јавља код дјелимичног оптерећења, проузрокована повећаним протоком у термостатским вентилима. Стање пуног оптерећења јавља се само неколико дана у години и због тога систем гријања није оптимално уравнотежен током остатка године. Ипак, спровођење једноставног статичког балансирања енергетски је ефикасније од потпуног напуштања хидрауличког балансирања.

Савјет: *Комбинација статичког балансирања са високоефикасном циркулационом пумпом са најнижом могућом и константном висином притиска, представља најбољу варијанту за готово сваку малу стамбену јединицу.*

Компоненте за провођење статичког хидрауличког балансирања:

Прикладне компоненте за статичко хидрауличко балансирање су термостатски радијаторски вентили типа RA-N или RA-UN или уградбени вентили, у комбинацији с механичким радијаторским термостатским вентилима типа RA2000.

Ручни баланс вентили

Ручни баланс вентили пружају статичко, основно рјешење за балансирање за многе HVAC примјене. Вентили ограничавају проток кроз различите дијелове у системима за гријање, хлађење и припрему потрошне топле воде. С обзиром на то да ручни баланс вентили не могу да реагују на промјениве услове, њихово коришћење се препоручује у системима са константним протоком.



Слика 215 Ручни балансни вентил

6.3.2. Динамичко хидрауличко балансирање

За разлику од статичког балансирања, у варијанти динамичког балансирања разматра се и случај дјелимичног оптерећења. Да би се диференцијални притисак на радијатору или у цјевоводу одржавао константним у цијелој згради и у свим условима оптерећења, потребно је да се уграде динамички баланс вентили или термостатски вентили који не зависе од притиска. Тада се масени токови правилно одржавају чак и са дјелимичним оптерећењем или у промјенивим условима оптерећења. Због тога се овај поступак и назива динамичко балансирање система.

Предности динамичког хидрауличког балансирања

Иако је систем дизајниран за рад под пуним оптерећењем као и код статичког балансирања, одговарајућа дистрибуција топле воде осигурана је чак и у условима дјелимичног оптерећења. То значи да систем гријања такође омогућава знатно веће уштеде енергије током цијеле године, упркос промјенивим захтјевима за гријање (нпр. за промјене поставки термостата специфичне за одређеног корисника). Бука која настаје због струјања а која се често јавља у току статичког балансирања, у динамичкој верзији готово да у потпуности нестане. Бука се појављује само ако се на радијатору умјесто регулатора диференцијалног притиска или термостатског вентила који не зависи од притиска користи граничник протока. Ако се диференцијални притисци додатно смање на потребни минимум, бука ће нестати.

Примјене динамичког балансирања

У већим стамбеним зградама и зградама посебне намјене, ова варијанта балансирања је једина исплатива опција, с обзиром да статичко балансирање овдје није баш практично због величине система. Динамичко балансирање је такође енергетски ефикасније од статичке верзије. Међутим, трошак компоненти у динамичком балансирању је већи, јер су потребни вентили који не зависе од притиска. Што се тиче односа цијене и ефекта, статичко балансирање је најбоље рјешење код самостојећих и двојних породичних кућа, јер су термостатски радијаторски вентили са предподешавањем често већ уграђени. Балансирање може да се изведе брзо и исплативо једноставним "поновним прорачуном" (нпр. с апликацијом "Danfoss Installer"). Исто вриједи и за подно гријање јер због инерције оваквих система, динамичким уравнотежењем не постижемо значајне предности.

С друге стране, у радијаторским системима комбинација аутоматског и динамичког балансирања даје најбоље резултате и због промјенивог понашања корисника. Како би се искористио потенцијал уштеде енергије у великим системима, исплати се инвестирање у висококвалитетне вентиле као што су дигитални актуатори, који омогућују интегрисање система гријања у надређени систем аутоматизације зграде.

Компоненте за спровођење динамичког хидрауличког балансирања:

Компоненте за динамичко хидрауличко балансирање су:

- **термостатски вентили који не зависе од притиска, као што је Danfoss тип RA-DV или уграђени вентили са блоком вентила RLV-KDV, у комбинацији са механичким радијаторским термостатима као што је RA2000;**
- **електронички радијаторски термостати са аутоматским сензором као Danfoss Ally™; и**
- **регулациони вентили диференцијалног притиска, као што су Danfoss ASV-PV и партнерски вентил ASV-BD.**

За рјешења подног гријања препоручује се уградња раздјелника подног гријања са Danfoss Icon™ регулацијом и регулационим вентилом диференцијалног притиска као што је Danfoss AB-PM прије сваког раздјелника.

За системе потрошне топле воде препоручује се употреба MTCV вентила (у зависности од температуре). Тиме ће систем бити енергетски ефикаснији, а повећава се и сигурност корисника од инфекције легионелом и од опасности од озледа због превисоке температуре воде.

Регулациони вентили диференцијалног притиска

Регулациони вентили диференцијалног притиска могу да се користе за динамичко балансирање у свим HVAC апликацијама. Вентили уклањају колебање притиска који се јавља у системима са промјењивим протоком (нпр. двоцијевни радијаторски системи, у условима дјеломичног оптерећења). Ове врсте вентила такође могу да се користе за подно гријање и угодно хлађење.



Слика 216 Регулациони вентили протока, температуре и диференцијалног притиска

Регулациони вентили диференцијалног притиска MTCV са CCR2+

Вентили за топлотно балансирање MTCV пружају динамичко рјешење за балансирање базирано на температури за системе са питком водом. У комбинацији са CCR2+ успоставља се паметно и енергетски ефикасно електроничко управљачко рјешење за надзор и дезинфекцију система за припрему потрошне топле воде.

6.3.3 Аутоматско хидраулично балансирање

Аутоматско хидраулично балансирање може да се користи као додаток или као алтернатива статичком или динамичком балансирању. Рјешења за аутоматско балансирање користе интелигентну дигиталну контролу система за идеалну имплементацију потпуног хидрауличног балансирања без сложених пред-прорачунавања. Danfoss-ово рјешење прикладно је за системе који имају до 20 радијатора или кругова гријања, тј. углавном за самостојеће куће и двојне куће.

Аутоматско хидраулично балансирање није независна верзија балансирања, већ додаток или алтернативна имплементација статичком и динамичком хидрауличком балансирању. Масени протоци се континуирано прорачунавају и подешавају - као што име говори - путем аутоматског система (или тачније: путем интелигентног електронског управљања системом). Тиме се прилагођава расподјела протока кроз систем радијатора, осигуравајући да је права количина воде увијек доступна у право вријеме и на правом мјесту.

Централна контролна варијабла аутоматског балансирања је собна температура. Интелигентни систем управљања детектује потребне протоке при којима се постиже жељена собна температура и према томе прилагођава проток. У кућама гдје су диференцијални притисци врло ниски, то је довољно да се осигура идеалан рад система гријања. У већим зградама аутоматизација се комбинује са регулацијом диференцијалног притиска. Регулација заснована на температури такође оптимизира рад регулационих вентила који не зависе од притиска и омогућава оптималну регулацију протока у случајевима пуног и дјелимичног оптерећења.

Предности аутоматског балансирања

Техничари обично не воле дуготрајне прорачуне који често доводе до нетачних резултата због непознатих параметара. Концепт аутоматског балансирања те прорачуне елиминише и на тај начин омогућава правилно хидрауличко балансирање чак и у лоше документованим постојећим системима.

Највећа предност аутоматског балансирања састоји се у томе што аутоматика не прозрачунава масене протоке само једном него стално, тако да се поставке редовно прилагођавају. Захваљујући регулацији заснованој на температури, у обзир се могу узети врло промјенљиви радни параметри и непредвидљива динамика система. Једноставно покретање такође штеди вријеме и не захтијева обнављање система гријања.

Високоефикасна рјешења за аутоматско балансирање укључују TÜV сертификоване Smart Heating системе за радијаторске системе: Danfoss EcoTM или Danfoss AllyTM, а за хидрауличко подно гријање препоручује се Danfoss IconTM рјешење.

6.4 Уградња термостатских вентила

Умјесто обичних вентила препоручљиво је да се на радијаторе уграде термостатски вентили са термостатским главама помоћу којих се могу лакше намјестити жељене температуре у просторијама. Овом мјером постиже се потрошња топлотне енергије мања чак за 15% па и више. Термостатски вентил држи у равнотежи проток топле воде у радијатору. Ако је температура у просторији виша од температуре одабране на термостатској глави, вентил затвара доток топле воде у радијатор. Ако је нижа, пропушта воду и радијатор се опет загријава.

За намјештање жељене температуре потребно је да се термостатска глава намјести на одређени број, и она ће сама аутоматски да отвара или затвара радијатор. Када се у просторији постигне намјештена температура, термостатска глава ће аутоматски да затвори радијатор, а радијатор ће у том тренутку престати да емитује топлоту и зато ће да се охлади. Када температура у просторији падне испод намјештене вриједности, термостатска глава ће аутоматски да отвори вентил, због чега ће радијатор почети поновно да се загријава и емитује топлоту у просторију. На тај начин омогућава се угодна температура у просторијама уз истодобно коришћење топлоте коју ослобађају остали извори попут сунчеве свјетлости, уређаја за домаћинство, ТВ уређаја, компјутера, или људи који бораве у просторији.

Položaj ventila	Referentna temperatura	Preporučeno za
*	6°C	Zaštita od smrzavanja
0-1	12°C	Podrum, Stepenište
1	15°C	Praonica
2	17°C	Hodnik
2-3	18°C	Spavaća soba
3	19-20°C	Kuhinja
3-4	20-21°C	Dnevni boravak, Dječja soba
4	22°C	Kupaonica
5	max.	Potpuno otvoren ventil

Табела 16 Препоручене вриједности за одржавање температуре

Како технологија напредује, тако су дизајниране и термо главе нове генерације за управљање гријањем. Дигиталне термо-главе за радијаторе ефикасном контролом енергије могу да смање

трошак за енергију чак и до 30% годишње. Помоћу паметних дигиталних контрола гријања, са било којег мјеста на свијету гдје постоји интернетска веза могуће је појединачно управљање и надзор потрошње енергије у свакој просторији у којој је инсталисан паметни дигитални термостатски вентил. На овај начин може да се регулише распоред гријања у свакодневном животу те тако да се избјегне непотребна потрошња, мање трошкови и уштеди новац.

Препоруке за коришћење вентила са термостатским главама:

- *Не препоручује се инсталисање термостатског вентила у простор у коме је постављен главни термостат гријања. Главни термостат гријања директно је повезан са топоводним котлом те се тако нехотице ствара конкуренција између термостатског вентила и главног термостата. Термостатски вентил ће у тој соби да се бори за контролу. Ако термостатски вентил „побједи“ главни термостат, гријање ће се искључити.*
- *Ако желимо да прозримо просторију, прије тога је потребно термо-главу поставити у нулти положај, сачекати да се радијатор охлади, па тек онда отворити прозор, иначе ће проток хладног вањског ваздуха аутоматски да покрене загријавање радијатора и повећа потрошњу енергије.*
- *У просторијама у којима се не борави током дана термостатске главе треба поставити у положај 0, а почети их загријавати на жељену температуру пола часа прије почетка коришћења просторије.*
- *Прије напуштања стана, пожељно је да се температура радијатора постави на минимални потребни ниво.*
- *Када је вањска температура зими нижа од -5°C , у просторијама у којима се не борави термостатску главу треба поставити у положај *, како би се одржала минимална температура и спријечило смрзавање.*
- *Треба уклонити све препреке са површине радијатора (намјештај, засторе, завјесе, итд.) јер би због онемогућавања нормалног протока радијатори трошили више енергије како би загријали просторију.*
- *Не препоручује се сушење рубља прекривањем радијатора.*
- *Помоћу кључића за одзрачивање радијатора прије почетка сезоне гријања треба уклонити вишак ваздуха поступком одзрачивања радијатора.*
- *Уколико стан није окружен другим становима већ је изложен вањским утицајима (нпр. ако је на сјеверној страни, изнад подрума или пролаза), утрошиће се пуно више енергије како би се постигла жељена температура.*

7 ПРИПРЕМА ПОТРОШНЕ ТОПЛЕ ВОДЕ

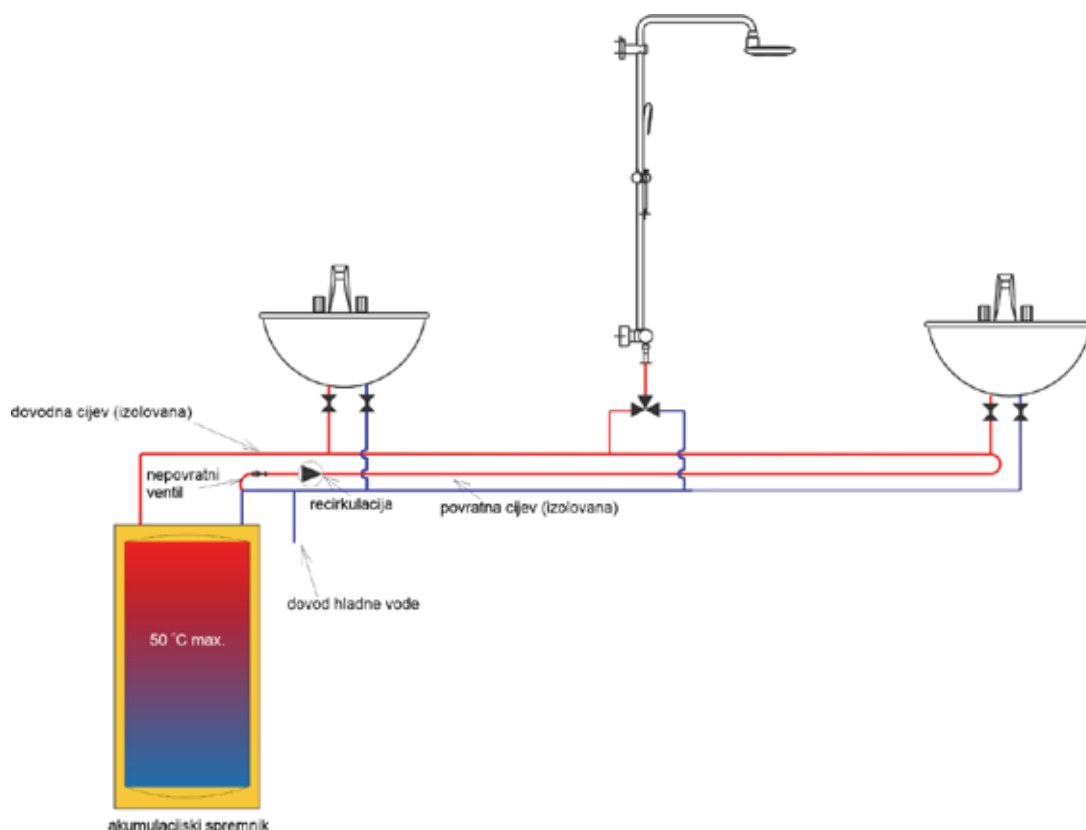
У кухињи и у купатилу енергија може да се уштеди а да се при томе не одриче топлотног комфора. За уштеду енергије потребне за припрему потрошне топле воде (PTV) постоји више могућности. Количина енергије и новаца која се потроши за загријавање воде не зависи искључиво од утрошене количине воде, него и од начина њеног загријавања. Постоје два основна начина припреме потрошне топле воде:

- **Централизовани систем за припрему потрошне топле воде, и**
- **Децентрализовани систем за припрему потрошне топле воде.**

7.1 Централизовани систем за припрему потрошне топле воде

Централна припрема потрошне топле воде у савременом бојлеру финансијски и енергетски је веома исплатива. Приликом санације система за гријање простора односно замјене котла, препоручује се да се истовремено санира и систем припреме потрошне топле воде. Ова санација би подразумијевала инсталацију новог цијевног развода којим би се омогућила дистрибуција потрошне топле воде од бојлера за припрему воде до свих мјеста у стану или кући гдје се топла вода користи. Осим тога морало би да се инвестира и у spremник/бојлер нешто већег капацитета, у коме би се потрошна топла вода загријавала. За један индивидуални стамбени објекат потребан је spremник запремине од 100 - 300 литара, у зависности о броју чланова породице. Овакви spremници могу бити опремљени са више топлотних спиралних измјењивача који су уроњени у њихов унутрашњи простор. Предност оваквог система је у томе што се, осим комбинације загријавања путем топловодног котла и електрогријача, он може лако комбиновати са системом загријавања воде путем соларних колектора.

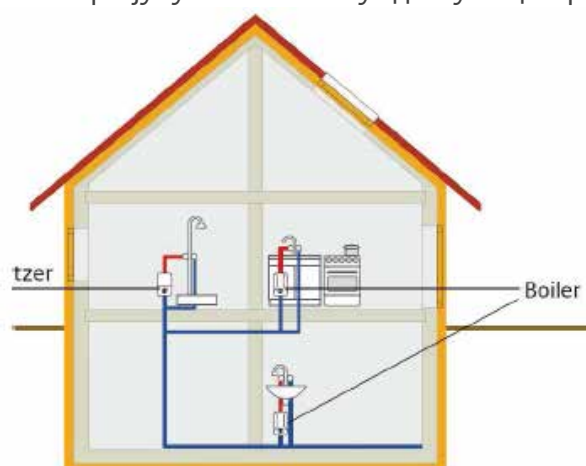
Ако су цијеви за дистрибуцију потрошне топле воде од бојлера до славине дуже од 10 м, потребно је више времена да топла вода доспије до славине. Док доспије до славине, топла вода мора да потисне већ охлађену воду која се налази у цијевима а која се најчешће некоришћена испушта (баца) у одвод. Због тога се трошкови за потрошњу воде повећавају. У том случају препоручује се уградња додатне цијеви од бојлера до спојног мјеста, на удаљености до 80 см прије славине. Такође се поред ове цијеви мора да угради и пумпа за рецикулацију топле воде. Приликом употребе пумпе за рецикулацију потребно је да се угради систем аутоматског искључивања те да се води рачуна о топлотном изоловању цијеви како би се смањили губици.



Слика 217 Централизовани систем за припрему PTV са пумпом за рецикулацију

7.2 Децентрализовани систем за припрему потрошне топле воде

На мјестима на којима потреба за потрошном топлим водом није честа, нпр. у тоалетима угоститељских објеката или у викендицама, прихватљиво је инсталисање децентрализованог система за припрему потрошне топле воде. У случају примјене овог система, свакој славини је потребан бојлер који ће да загријава воду по потреби. Трошкови инвестиције за децентрализовани систем су нижи, а трошкови за енергију су знатно виши у односу на централизовани систем.



Слика 218 Децентрализовани систем припреме потрошне топле воде

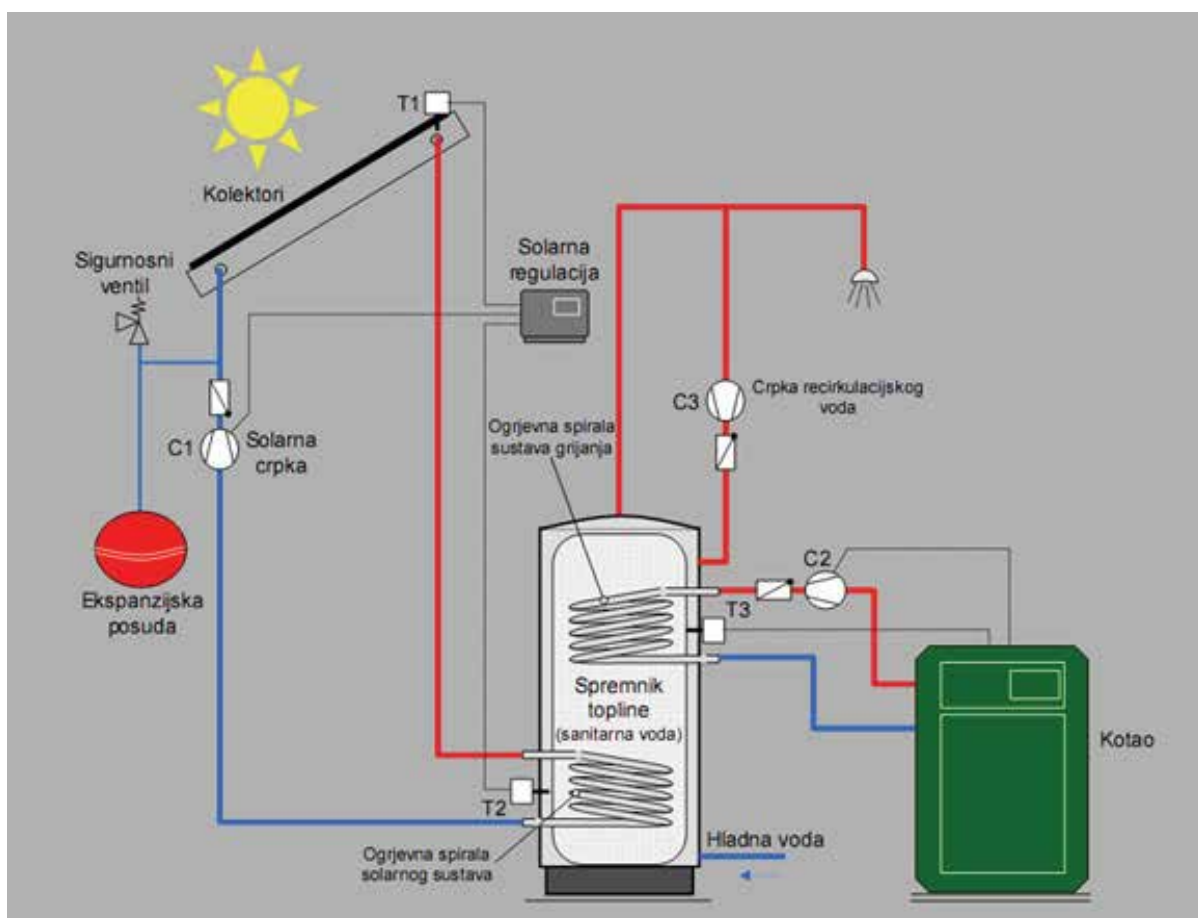
Прикључење термалних соларних колектора у овом случају није исплативо, али умјесто тога може да се користи соларни фотонапонски систем за загријавање воде. Овај начин припреме потрошне топле воде је постао исплатив јер је дошло до великог пада цијена фотонапонске опреме. Без обзира на који начин се остварује припрема потрошне топле воде, штедљива потрошња снижава енергијске трошкове.

8 ИНСТАЛИСАЊЕ СОЛАРНИХ СИСТЕМА

Сунчева енергија је повсуда доступна, и веома је прихватљива за производњу топлотне енергије путем соларних колектора те за производњу електричне енергије путем фотонапонских соларних система. Сунчева енергија је бесплатна и представља најчистију енергију коа може да се користи.

8.1 Соларни термални систем за припрему потрошне топле воде

Соларни колектори за припрему потрошне топле воде користе се за загријавање потрошне топле воде. При томе инсталисани соларни колектор постављен на кров куће трансформише сунчеву енергију у корисну топлоту коју - путем преносног медија - кроз цијевни систем одводи у spremник топле воде. На овај начин потреба за потрошном топлим водом током љета може потпуно да се покрије. Такође, соларни колектори за припрему већих количина потрошне топле воде у прелазним периодима те за вријеме сунчаних зимских дана могу значајно да допринесу постојећем систему гријања просторија, као вид допуне. Овакви комбиновани системи постају све траженији, јер штеде енергенте и снижавају постојеће трошкове за гријање. Изразита предност овог система видљива је у добро утопљеној кући малих топлотних потреба. Савремени колектори са високоселективним премазима испоручују годишње и до 600 kWh по m² површине колектора. У зависности од самог инсталисаног система гријања, годишње се може уштедјети и до 50 литара лож уља или 50 m³ земног гаса. Финансијски трошкови за њихово инсталисање су значајно нижи него што се сматра. Постројење соларних колектора за припрему потрошне топле воде за једну четворочлану породицу кошта од 4.000 до 5.000 KM.



Слика 219 Соларни систем за припрему потрошне топле воде (PTV)

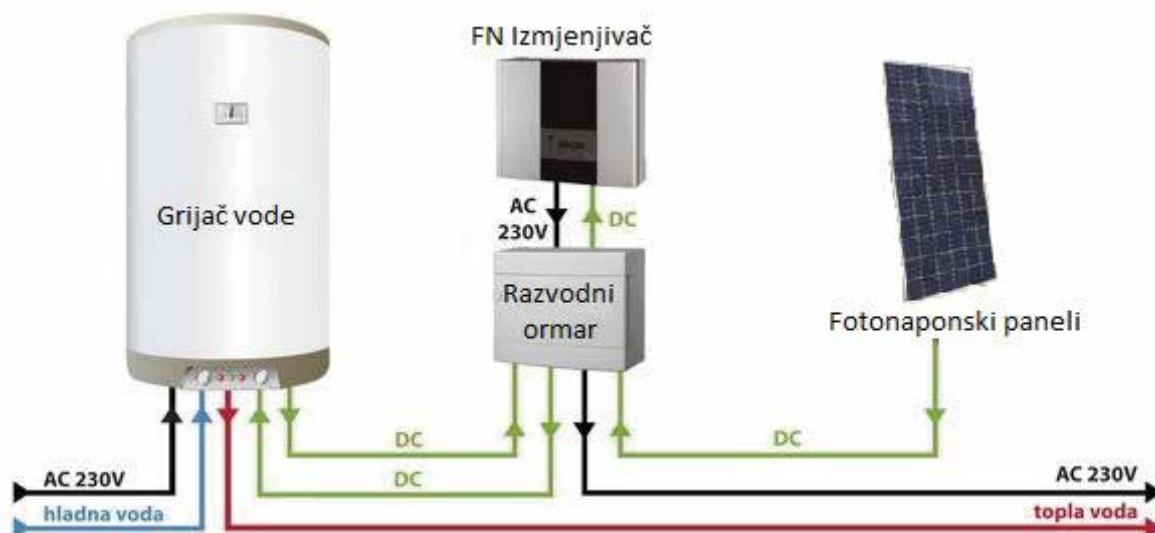
8.2 Фотонапонски систем за припрему потрошне топле воде

За разлику од термалног соларног система, фотонапонски систем за загријавање потрошне топле воде као резултат претварања енергије нема директно гријање воде. У фотонапонском систему сунчева енергија најприје се претвара у електричну енергију, која затим покреће електрични гријач који загријава воду. Фотонапонски систем је нешто једноставнији од соларног термалног система. Он садржи само четири елемента:

- фотонапонске модуле,
- разводни ормар,
- измјењивач (инвертер), и
- електрични гријач воде.

Истосмјерна струја са фотонапонских модула шаље се у разводни ормар са којег се преусмјерава на измјењивач који је прикључен на електродистрибутивну мрежу.

На овај начин се, осим загријавања воде у бојлеру, обезбјеђује и напајање других електричних уређаја који се налазе у унутрашњости зграде или куће. У случају недовољне количине сунчеве енергије, гријач воде ће директно да се напаја из мреже.



Слика 220 Фотонапонски систем за загријавање потрошне топле воде

Препоруке

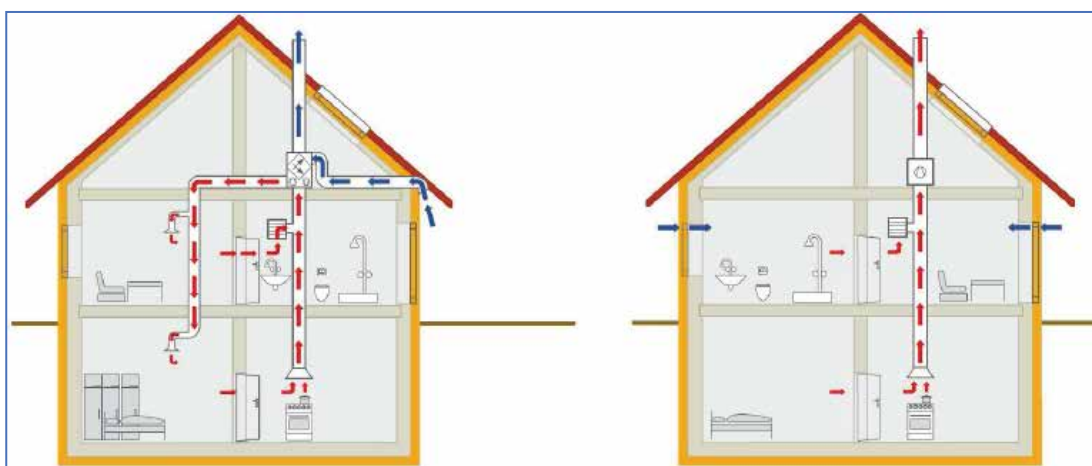
- Приликом инсталације система неопходно је да се посвети пажња квалитетном изоловању спремника за топлу воду (бојлера) и пратећих инсталационих цијеви.
- У складу са могућностима, препоручује се димензионисање већег система соларних колектора за потребе домаћинства.

9 ВЕНТИЛИСАЊЕ ПРОСТОРА

Здрава микроклима просторија не захтијева само угодну температуру, већ и одговарајућу влажност ваздуха. Кувањем, купањем или држањем биљака у просторији, у трочланом домаћинству и на дневној бази настаје и до 8 литара кондензата. Без одговарајуће вентилације, влага се кондензује на хладним површинама и проузрокује неугодну микроклиму која може да резултира појавом плијесни. Како би се избјегле штете, потребно је да се просторије редовно вентилишу (провјетравају).

Уколико корисник жели већи комфор уз једнаку уштеду енергије, потребна је и одговарајућа технолошка подршка. Кориштењем савременим вентилационих система појава плијесни може да се искоријени. Ови системи функционишу аутоматски са могућношћу филтерисања прашине и полена уз минимално емитовање буке, сасвим другачије него у случају отворених прозора. На овај начин могућа је значајна уштеда енергије. Систем функционише тако да апсорбује засићен ваздух и влагу из просторије и одводи их напоље. Како би се остварио проток ваздуха у просторији, неопходно је да столарија и браварија унутрашњег простора није потпуно дихтована.

Енергија може додатно да се уштеди и употребом система за вентилацију са рекуперацијом, при чему топао ваздух загријава свјежи који улази у систем. На овај начин могу да се умање трошкови за гријање. За потребе рада вентилатора неопходно је сса 2-3 kWh/(m²a) електричне енергије. Трошкови система за вентилацију са рекуперацијом износе између 10.000 - 20.000 KM по стамбеној јединици.



Слика 221 Систем за вентилацију са рекуперацијом (лијево) и ALD систем вентилације (десно)

Технички параметри неопходног инсталационог простора за вентилациони систем зависе од диспозиција простора као конструктивног система зграде.

Препоруке:

- У случају било каквих техничких измјена на систему вентилације, DIN 1946-6 из 2009. године налаже израду техничког рјешења које захтијева истовремену замјену 1/3 вањске столарије или утопљавање више од 1/3 стропа према тавану. Овим рјешењем димензионише се доток свјежег ваздуха системом вентилације, остваривање одговарајуће свјежине простора као и додатне мјере вентилисања простора.
- Уколико у стамбеном објекту систем вентилације не постоји, проток ваздуха остварује се отварањем прозора (2-3 пута дневно; зими сса 5-10 пута по 10 минута, у прољеће и јесен сса по 15-30 минута).
- Потребно је да се избјегава остављање отворених прозора "на авентос" дужи временски период. На тај начин не само да се губе велике количине топлоте, него постоји могућност хлађења зидова и појаве кондензата и плијесни.
- У случају постављања аутоматског система за вентилацију, у сезони гријања би такав систем требао да ради минимално 12 часова дневно, док у љетном периоду може и да се искључи.
- Систем за вентилацију требао би да има регулатор како би се приликом кувања или купања подесио на виши радни ниво.



Слика 222 Запрљани филтер (лијево) и очишћени филтер (десно)

Појединачне просторије, попут кухиње или купатила могу да се опреме децентрализованим вентилационим уређајима који се најчешће постављају на прозорима. У овом случају постоји и могућност додатне уградње рекуператора. С обзиром на то да су децентрализовани уређаји за вентилацију генератори буке, нису пожељни у улози централизованих система, али су обавезни у просторијама без природне вентилације. Повремено одржавање система – које може предузети и сам корисник - је неизоставно, нарочито замјена филтера (2 - 6 пута годишње).

Препоруке:

- Потребно је провјерити да се након уградње система вентилације не јављају ометајући звукови у инсталационом систему.
- Класични систем вентилације и систем вентилације са рекуперацијом штедљиви су уколико се прозори у сезони гријања отварају у најмањој могућој мјери.
- Посебна пажња треба да се посвети редовном одржавању и чишћењу система вентилације.

ЛИТЕРАТУРА

За израду поглавља А и В:

Штампане публикације, брошуре и презентације:

1. *European guideline for the application of ETICS*; European Association for External Thermal Insulation Composite Systems (EAE), 2011.;
2. *Smjernice za izradu ETICS sustava*; Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava (HUPFAS), Krešimir Stunja, dipl.ing.građ., Davorka Vilenica dipl.ing.kem.tehn., Ljerka Karač dipl.ing.kem.tehn., Ivica Prskalo dipl.ing.građ., Lorena Gobo ing.građ., Jasna Šimunec dipl.ing.arh., Miro Matanović, Tomislav Preglej, 2022.;
3. *Kreiranje baze znanja tipskih i ostalih rješenja u energetskej obnovi zgrada*; Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2019.;
4. *Priručnik za radnike (zajednički dio, ETICS sustavi i ugradnja stolarije)*; Graditeljska škola Čakovec, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2017.;
5. *Suvremeni građevinski toplotnoizolacioni materijali*; Silvio Novak, dipl.ing.građ., 2018. godina;
6. *Povećanje sigurnosti ETICS sustava pomoću pričvrstivača*; Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava (HUPFAS), Radna grupa Tehnika, Krešimir Stunja dipl.ing.građ., Miomir Matanović, Opatija 2013.;
7. *Fasadni zidovi*; Tehnička škola Pula, Jasna Marjančević-Dubinović, dipl.ing.građ.; 2020. godina;
8. *Alge i gljivice na fasadama*; Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava (HUPFAS), Krešimir Stunja, dipl.ing.građ., Davorka Vilenica dipl.ing.kem.tehn., Ljerka Karač dipl.ing.kem.tehn., 2016.;
9. *Procjena stanja fasada*; Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava (HUPFAS), Krešimir Stunja, dipl.ing.građ., Davorka Vilenica dipl.ing.kem.tehn., Ljerka Karač dipl.ing.kem.tehn., Lorena Gobo ing.građ., mr.sc. Goran Marinić dipl.ing., Vladimir Lovrić, ing.građ.; 2016.;
10. *Smjernice za postavljanje novog ETICS fasadnog sustava na postojeći ETICS fasadni sustav*; Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava (HUPFAS), Dario Henezi, ing.građ., Romana Vrca mag.ing.aedif., Igor Kemenović, dipl.ing.građ., Tomislav Golubić dipl.ing.građ., Tihomir Vujašinović dipl.ing.građ., Nikola Majhen struč.spec.ing.aedif., Vladimir Lovrić ing.građ., Krešimir Dobranić građ.tehn., 2022.;
11. *Priručnik za radnike - građevinsko zanimanje krovopokrivač*; Graditeljska škola Čakovec, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2017. godina;
12. *Priručnik za radnike – zajednički dio, ETICS sustavi i ugradnja stolarije*; Graditeljska škola Čakovec, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2017. godina;
13. *Priručnik za trenere - fasader*; Graditeljska škola Čakovec, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2017. godina;
14. *Правилник о минималним захтјевима за енергијским карактеристикама зграда*; Федерација БиХ, 2018.;
15. *Правилник о минималним захтјевима за енергетске карактеристике зграда*; Република Српска, 2015.;
16. *Правилник о техничким захтјевима безбједности од пожара спољних зидова и зграда*; Република Српска, 2018.;
17. *Проблематика пожара у вањској овојници зграде*; Бојан Миловановић, 2014.;
18. *Zaštita od požara pročelja, trenutno stanje u svijetu i pravci razvoja regulative u tom području*; Hrvatska udruga proizvođača toplinsko-fasadnih sustava (HUZOP), Prof.dr.sc. Dubravka Bjegović dipl.ing.građ., Milan Carević dipl.ing.arh., Marina Bagarić mag.ing.aedif.;
19. *Usporedba ponašanja različitih ETICS sustava u uvjetima požara ispitivanjem u stvarnoj veličini*; Prof.dr.sc. Dubravka Bjegović, Prof.dr.sc. Ivana Banjad, Dr.sc. Bojan Milovanović, Dr.sc. Marija Jelčić, Marina Bagarić dipl.ing.građ.,

Веб-странице произвођача топлотноизолационих система грађевинских производа и материјала:

<https://baumit.ba/>
<https://www.roefix.ba/>
<https://www.sto.hr/>
<https://www.rs.weber/weber-predstavništvo-bih>
www.jub.ba/fasadni-sistemi-i-energetska-rjesenja/
<https://www.bekament.com/hr/toplotnoizolacioni-fasadni-sistemi/rjesenja-sustava/58>
<https://www.ceresit.ba/>
<https://knauf.ba/>
<https://www.austrotherm.ba/>
<https://epslastro.com/index.php/en>
<https://terrasit.com/>
<https://dooherceg.ba/>
<https://www.yavuz.ba/>

Видео материјали:

STO смјернице за уградњу ETICS-а:

1. Лијење EPS-а као топлотне изолације:
<https://www.youtube.com/watch?v=Hw1eCcYl63o>
2. Лијење топлотне изолације (камене вуне):
https://www.youtube.com/watch?v=NsevDKb_Ldq
3. Изведба углова: <https://www.youtube.com/watch?v=Tpkq18mopdw>

4. Изведба дилатационе фуге: <https://www.youtube.com/watch?v=fjR85edsFvM>
5. Спој са невентилисаним кровом: <https://www.youtube.com/watch?v=3-PgE6OtB28>
6. Причвршћивање топлотне изолације типловима: <https://www.youtube.com/watch?v=xEKoTPJK0iU>
7. Изведба подножја (сокла) у истој равни са фасадом: <https://www.youtube.com/watch?v=XlnRHQJuuGA>
8. Спој подножја и фасаде без топлотног моста: <https://www.youtube.com/watch?v=wwL4CK1fUqw>
9. Спајање прозора и врата помоћу профила за спој жбуке и столарије: <https://www.youtube.com/watch?v=vYX7Ujuqb9Y>
10. Уградња профила за завршетак жбуке: <https://www.youtube.com/watch?v=RkTPtr8uY-0>
11. Уградња профила за окапни руб: <https://www.youtube.com/watch?v=b8bxTRaBuiq>
12. Уградња прозорске клупице: <https://www.youtube.com/watch?v=lpNiqRPMJSE>
13. Армирање шпалета: <https://www.youtube.com/watch?v=YvjjbTP6fz4>
14. Наношење завршне жбуке: <https://www.youtube.com/watch?v=BzAlAJppq4s>

Bekament:

15. Како правилно уградити топлотноизолациони фасадни систем: <https://www.youtube.com/watch?v=4cDWuyLSTfQ>
16. Стиропор фасада - корак по корак: https://www.youtube.com/watch?v=Gbgynltx_xg

Baunit ETICS:

17. Арматурни слој на EPS: <https://www.youtube.com/watch?v=hv9TyxquB9A>
18. Подножје зграде: <https://www.youtube.com/watch?v=KoP0lWJNhv0>
19. Завршно декоративна жбука: <https://www.youtube.com/watch?v=c40rmcx6qvM>
20. Обрада око увучених прозора: <https://www.youtube.com/watch?v=MUTuquFbVn0>
21. Увучено подножје: <https://www.youtube.com/watch?v=k0GOnOHR6uU>
22. Фасадни системи EPS: <https://www.youtube.com/watch?v=k0GOnOHR6uU>
23. Прикључак ETICS-а на прозорски оквир: <https://www.youtube.com/watch?v=dFKfSTClemo>

Причвршћивање носача на ETICS фасаде:

24. Фиксирање и причвршћивање на демит фасаде: https://www.youtube.com/watch?v=SdEsZ_21AG8

RAL уградња столарије:

25. RAL монтажа PVC столарије WURTH: <https://www.youtube.com/watch?v=l3Y3Gnm34ew>
26. RAL монтажа прозора за бољу енергетску ефикасност: https://www.youtube.com/watch?v=ksQ_6qb-xH4
27. RAL монтажа: <https://www.youtube.com/watch?v=WfruV4by3xA>

За израду поглавља С:

1. ВОДИЧ ЗА РАЦИОНАЛНО КОРИШЋЕЊЕ ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДАРСТВУ „Побољшање квалитета зрака рационалним коришћењем енергије у зградарству у Кантону Сарајево“ Кантон Сарајево Министарство просторног уређења, грађења и заштите околиша
2. СФ клима, Гријање Кутина <https://www.sf-klime.hr/kotao-na-drva-i-akumulacijski-spremnik/>
3. Центрометал д.о.о. https://www.centrometal.hr/akumulacijski-spremnici/?qclid=EAAlaQobChMI98iEorL5_AIVDaWyCh39bQ32EAAYASADEqL0Tfd_BwE
4. Базгин д.о.о. <http://www.pelet.hr/peci-kotlovi-kamini-pelet-drvo-o-nama.html>
5. Schiedel UNI*** PLUS Системи димњака на чврста, течна и гасовита горива (pdf.)
6. Димензионисање топлотне пумпе Адем Карић, дипл.инг.маш. <http://www.nkp.ba/dimenzionisanje-toplotne-pumpe-ni-premala-ni-prevelika-procijenu-potrebne-pumpe-uvijek-traziti-od-profesionalca/>
7. ENERGY NET Нови Сад <https://www.energy.net.rs/novost/sve-sto-treba-da-znas-kondenzacioni-gasni-kotlovi>
8. LASER-БИ Бихаћ <https://laserbi.ba/2017/12/06/zidno-grijanje-da-ne/>
9. https://www.alfatherm.com/hr/Automatska_regulacija
10. Filip Patrčević, ZAVRŠNI RAD - SVEUČILISTE U ZAGREBU FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE „Utjecaj hidrauličkog uravnoteženja cijevne mreže na energetsку učinkovitost termotehничког постројења“
11. Danfoss Hrvatska <https://store.danfoss.com/hr/hr/Climate-Solutions-za-grijanje/Hidrauli%20ko-balansiranje-i-regulacija/c/4025>
12. Exterim d.o.o. Osijek <https://exterim.hr/blog/imate-centralno-grijanje-ne-znate-koje-su-prednosti-termostatskih-glava-25/>

ТЕХНИЧКИ ПРИРУЧНИК ЗА ПРОВОЂЕЊЕ МЈЕРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ
НА СТАМБЕНИМ ЗГРАДАМА

Декарбонизација енергетског сектора у Босни и Херцеговини

Фебруар, 2023.