

ГРАДЕЖЕН ФАКУЛТЕТ – СКОПЈЕ  
АРХИТЕКТОНСКИ ФАКУЛТЕТ - СКОПЈЕ

# Топлинско изолациони материјали

2014

д-р Ана Тромбева-Гаврилошка

м-р Маријана Лазаревска

д-р Мери Цветковска

**СОДРЖИНА:**

---

1. МАТЕРИЈАЛИ - ОПШТО, ВИДОВИ И СВОЈСТВА .....	5
2. Вид и својства на топлинско изолационите материјали.....	6
3. ВГРАДУВАЊЕ НА ТОПЛИНСКО ИЗОЛАЦИОНИ МАТЕРИЈАЛИ, СКЛОПОВИ И ЗАШТИТИ.....	14
3.1 Подови .....	15
3.2 КРОВОВИ .....	18
3.3 Сидови.....	21
ЛИТЕРАТУРА .....	24

ОРИГИНАЛ

## ЛИСТА НА СЛИКИ:

Слика 1	Традиционални материјали поврзани за микролокацијата на градење .....	5
Слика 2	Масивни носиви конструкции и позиција на топлинската изолација .....	7
Слика 3	Положба на топлинската изолација во градбата .....	8
Слика 4	Споредбена дебелина на топлинската изолација во однос на топлинските карактеристики на надворешен ѕид .....	9
Слика 5	Камена волна– најчесто користен материјал за топлинска изолација .....	10
Слика 6	Органски топлинско изолациони материјали – природни – плочи експандирана плута и памук филц.....	11
Слика 7	Органски топлинско изолациони материјали – природни – распрснати материјали - целулозни влакна и дрвена волна .....	11
Слика 8	Органски топлинско изолациони материјали – вештачки – тврди плочи – експандиран полистирен и екструдирани полистирен, структура на затворени ќелии - минимално впивање на вода .....	12
Слика 9	PUR – полиуретан во плочи и прскан полиуретан.....	12
Слика 10	Аноргански топлинско изолациони материјали .....	12
Слика 11	Експандиран перлит – гранули и пенесто стакло -CG .....	13
Слика 12	Топлинско изолациони материјали од сложено потекло “комби” плочи .....	13
Слика 13	Специјални топлинско изолациони материјали .....	13
Слика 14	Вакумско изолациони плочи од надворешна страна на ѕидот – заштита на плочите од надворешна страна .....	14
Слика 15	Вакумско изолациони плочи на внатрешна страна на ѕидот – споевите мора да се прилепат со самолепливи фолии поради постигнување на ефикасни парни брани, плочите треба да се заштитат од оштетувања (пробивање на фолијата) .....	14
Слика 16	Вакумско изолациони плочи во состав на лесна застаклена фасада и класична топлинска изолација со исти карактеристики на премин на топлина.....	14
Слика 17	Топлинска изолација на подна меѓукатна конструкција за звучна изолација т.н. пливачки под (пресек на изолација на под меѓу катови) .....	15
Слика 18	Карактеристични слоеви на под на тло - топлинска изолација во средина на конструкција .....	16
Слика 19	Карактеристични слоеви на под на тло - топлинска изолација од надворешна страна од конструкција .....	16
Слика 20	Карактеристични слоеви на под на тло - топлинска изолација од внатрешна страна од конструкција .....	16
Слика 21	Карактеристични слоеви на под над надворешен воздух или кон негреан простор	17
Слика 22	Карактеристични слоеви на под над надворешен воздух или кон негреан простор под обесна плафонска конструкција .....	17
Слика 23	Топлинска изолација на под кај негреано поткровје.....	18
Слика 24	Топлинска изолација на кос кров кај негреано поткровје.....	19
Слика 25	Правилна изведба на топлинска изолација на кос кров и спој со ѕидна изолација кај лесна кровна конструкција .....	19
Слика 26	Правилна изведба на топлинска изолација на плафон кон негреан таван и спој со ѕидна изолација.....	19

Слика 27	Правилна изведба на топлинска изолација на рамен кров и спој со сидна изолација .....	20
Слика 28	Правилна изведба на топлинска изолација на кос кров и спој со сидна изолација кај масивни кровни конструкции .....	20
Слика 29	Правилна изведба на топлинска изолација на рамен кров со вметнати готови елементи за прекин на топлински мост и спој со сидна изолација.....	20
Слика 30	Температурни криви за неизолиран и изолиран сид од цигли .....	22
Слика 31	Температурни криви за неизолиран и изолиран сид од армиран бетон .....	22
Слика 32	Топлинска изолација на лесни сидови кон негреан простор.....	22
Слика 33	Топлинска изолација на подножје на надворешен сид од пенесто стакло .....	23
Слика 34	Правилна изведба на топлинска изолација на надворешен сид кај вентилирана фасада .....	23
Слика 35	Правилна изведба на топлинска изолација на надворешен сид кај контактна фасада .....	23

ОРИГИНАЛ

## 1. МАТЕРИЈАЛИ - ОПШТО, ВИДОВИ И СВОЈСТВА

---

Материјалите во градежништвото може да се поделат на традиционални материјали, поврзани за микролокацијата на градење и на современи природни или вештачки материјали.



Слика 1 Традиционални материјали поврзани за микролокацијата на градење

Според намената материјалите во градежништвото се делат на:

- Конструктивни материјали, материјали за преградување, врзива
- Материјали за обложување и заштита

Конструктивните материјали и материјалите за преградување се делат на:

- Материјали за изведба на носива конструкција на зградата и носиви прегради-камен, тула, бетон, армиран бетон, дрво, челик
- Материјали за изведба на неносиви прегради-тула, бетон, дрво, гипскартон

Материјалите за обложување и заштита се делат на:

- Облоги во ентериер-материјали за облоги на подови, сидови, плафони
- Облоги во екстериер-материјали за фасадни облоги, кровни облоги, облоги на терен
- Изолациски облоги-материјали за хидроизолација, топлинска изолација, заштита од пожар, зрачење, бука

Материјалите се одбираат според намената за која се користат и според нивните својства.

Основните својства по кои се дефинирани материјалите се:

- Физички
- Механички
- Хемиски
- Технолошки

Основните својства по кои се одбираат материјалите се:

- Јакост
- Еластичност/пластичност
- Жилавост/кртост
- Трајност
- Хомогеност/хетерогеност

- Тежина
- Густина/порозност
- Променливост на волумен
- Проводливост на топлина
- Проводливост на звук
- Трајност/подложност на корозија и биолошки влијанија од околината
- Запаливост/огноотпорност
- Естетски критериум: текстура, структура, боја
- Финански критериум-обработливост, достапност, цена

Во денешно време важно својство на секој материјал станува и влијанието врз околината во тек на негово производство, како и во тек на експлоатацијата.

Освен овие основни својства, од материјалот може да се бараат и други специфични својства, поврзани со областа на примена на материјалот, како што се:

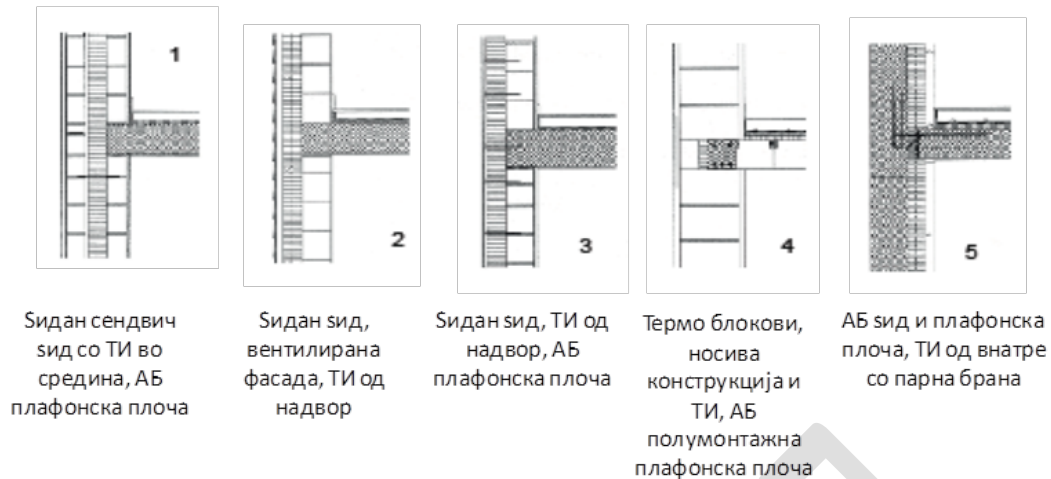
- Отпорност на различни видови на хемикалии
- Отпорност на абење
- Впивање на вода
- Отпорност на мраз
- Прозирност
- Рефлективност
- Електрична (не)проводливост
- Апсорпција/рефлексија на звук
- Отпор на премин на водена пареа
- Отпор на стужење на ветер итн.

Својствата на материјалите кои се применуваат во градежништвото се испитуваат во лаборатории за испитување на градежни материјали. Се испитуваат оние својства кои се важни за производителот, проектантот и изведувачот за конкретна примена на материјалот.

Испитувањата се обавезни за сите материјали кои се применуваат во градежништвото и се нудат на пазарот, а зачестеноста на испитувањата е одредена со норми и прописи за приемена на материјалот.

## 2. Вид и својства на топлинско изолациските материјали

Кога се зборува за топлинско изолациските својства на материјалите за носиви конструкции, може да се рече дека бетонот, армираниот бетон, каменот и челикот се изразито лоши топлински изолатори, додека дрвото и тулата се нешто подобри топлински изолатори, особено при поголеми дебелини.



Слика 2 Масивни носиви конструкции и позиција на топлинската изолација

Топлинските изолации се посебно развиени современи градежни материјали кои се вградуваат во конструкциите од следните причини:

- Топлинска заштита (зимски период)
  - Намалување на спроведување на топлина од зградата (намалување на топлинските губитоци)
  - Постигнување на внатрешна површинска температура над точка на росење
- Топлинска стабилност (летен период)
  - Заштита на конструктивните делови од зградата од големи температурни разлики, односно температурни напрегања
  - Постигнување на уедначена температура на внатрешниот простор, односно заштита од прегрејување на надворешните прегради и зрачење на топлина во ентериер

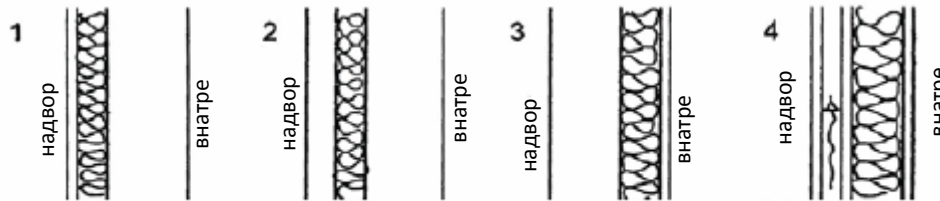
Најповолна положба на топлинската изолација е од надворешна страна, која во зима е поладната страна на конструкцијата. Положбата од внатрешна страна е неповолна за постигнување правилен физички процес. Ваквиот начин на поставување на изолацијата е поволен само за простори кои повремено се греат (театри и концертни сали, спортски сали и слично), каде е потребно брзо греење на волуменот без акумулирана енергија во масивната конструкција.

Барањата кои се поставуваат за современите топлинско изолациони материјали се:

- Високи топлинско изолациони својства
- Јакост и постојаност на обликот
- Негорливост, нетоксичност при горење
- Да не впиваат вода-само екструдирани полистирен XPS и пенасто стакло CG
- Постојаност на стареење, скапување, вибрации
- Висока паропропустливост-само некои
- Хемиска неутралност, еколошки прифатливи.

Положбата на топлинската изолација во градбата може да биде:

- Поблиску до надворешната страна на ѕидот
- Внатре во конструкцијата
- Поблиску до внатрешната страна
- По целата дебелина на градежниот елемент (вентилирана фасадна облога)



Слика 3 Положба на топлинската изолација во градбата

Топлинско изолационите материјали се карактеризираат со добра топлинска изолациона вредност и при мали дебелини, мала густина, како и мала проводливост на топлина 0,025 до 0,050 W/mK.

Услов за јакост на топлинско изолационите материјали се поставува само кај одредени конструкции и тоа:

- Голема јакост на притисок кај конструкции над кои се улици, паркинзи, магацински простори
- Определена минимална до средна јакост на притисок при изведба на подови, во рамнина на кров, зависно од положбата на топлинската изолација
- Определена минимална јакост на притисок и затегнување на контактни фасади

Кај топлинските изолации кои се применуваат како исполна на потконструкција не се поставува барање за јакост на притисок на материјалот.

Топлинско изолационите материјали често се изложени на промена на топлина и влага, при што не смеат да покажуваат промена на обликот (бубрење, собирање и слично).

Во зависност од местото на вградување во конструкцијата (изложеноста), како и барањата за пожарна заштита на градбата, во конструкциите може да се вградуваат негорливи и горливи материјали. Критериумите се одредени со намената на зградата и положбата на материјалот (изложеност на пожар). Негорливи или слабо горливи топлинско изолациони материјали се камената и стаклената волна и пробетонските плочи.

Топлинско изолационите материјали повеќе или помалку впираат вода, а единствени материјали кои не впираат вода се екструдираниот полистирен XPS и пенастото стакло CG.

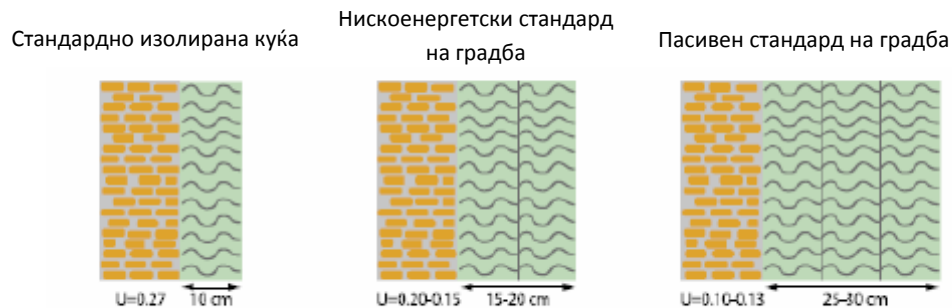
Топлинско изолационите материјали може да бидат повеќе или помалку паропропустливи (отпор на дифузија на водена пара). Високата паропропустливост на материјалот е посакувана карактеристика при вградување на материјал за топлинска заштита од надворешната страна. Висока паронепропустливост е пожелна при внатрешна положба на топлинско изолационите материјали.

Зависно од изборот на најповолен топлинско изолационен материјал за одредена конструкција, тој треба да биде вграден на начин кој одговара на неговите својства и да биде заштитен од можна деградација.

За да се задоволат денешните прописи и да се гради во согласност со современите насоки на



енергетска ефикасност, сите надворешни конструкции е потребно топлински да се заштитат. Топлинската изолација ги намалува топлинските губитоци во зима, прегрејувањето на просторот во лето, и ја штити носивата конструкција од надворешните услови и температурните напрегања. Топлински изолираната зграда е поудобна и се продолжува животниот век и допринесува кон заштита на околината.



Слика 4 Споредбена дебелина на топлинската изолација во однос на топлинските карактеристики на надворешен ѕид

Доброто познавање на топлинските својства на градежните материјали е еден од условите за проектирање на енергетски ефикасни згради. Топлинските загуби низ градежните елементи зависат од составот на елементот, ориентацијата и коефициентот на топлинска проводливост.

Коефициентот на топлинска проводливост е количина на топлина која поминува во единица време низ материјален слој со површина од  $1\text{m}^2$ , дебелина од 1m при разлика на температура од 1K. Вредноста на коефициентот е различна за различни материјали, а зависи од густината, големината и поврзаноста на порите и состојбата на влажност на материјалот.

Подобра топлинска изолација се постигнува со вградување на материјал со ниска топлинска проводливост, односно висок топлински отпор.

Топлинскиот отпор на материјалот се зголемува со дебелината на материјалот.

Колку коефициентот на премин на топлина е помал, толку топлинската заштита на зградата е подобра.

При изборот на материјал за топлинска заштита освен топлинската проводливост треба да се земат предвид и останатите карактеристики на материјалот како: пожарната отпорност, факторот на отпор на дифузија на водена пара, јакоста на притисок, стисливоста, трајноста, отпорноста на влага и слично. На изборот на материјал влијае и видот на конструкцијата на која се вградува, така да не е исто дали се работи за изолација на под, ѕид од визба, надземен ѕид, рамен или кос кров.

Основната поделба на топлинско изолационите материјали е на аоргански и органски материјали. Подетална поделба на топлинско изолационите материјали е:

- Органски топлинско изолациони материјали-природни
- Органски топлинско изолациони материјали-вештачки
- Аноргански топлинско изолациони материјали
- Топлинско изолациони материјали со сложено потекло (повеќеслојни)
- Специјални топлинско изолациони материјали се:

- Транспарентни топлински изолации за соларни колектори
- Рефлектирачки фолии за изолација на зрачна топлина (IC радијација)
- Вакумски изолациски плочи
- Наногел материјали
- Керамички термореклексни премази, итн.

Најпознат претставник на анорганските материјали се камената и стаклената волна, а од органските материјали полистирен-експандиран и екструдирани, како и полиуретан, односно полиуретанска пена.

Облиците во кои се произведуваат топлинско изолационите материјали се:

→ Плочи (тврди и полутврди)

- За топлинска изолација на сидови, подови и рамни кровови (каде топлинската изолација треба да има доволна јакост)

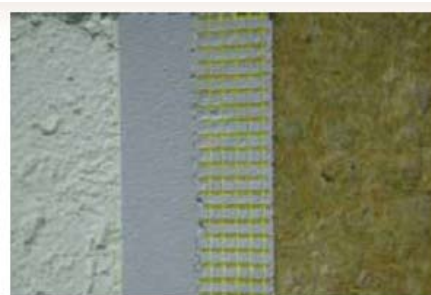
→ Ролни

- Помека структура на материјалот (но и помала јакост) за коси кровови, лесни конструкции и секаде каде просторот се исполнува со топлинска изолација, односно каде материјалот за изолација не е изложен на притисок.

→ Растресити материјали и посебни облици

- Топлинско изолациона смеса за вдување во затворен простор (шуплина помеѓу два зида)
- Топлинско изолациона пена за прскање на припрема на подлога која се запенува и стврднува
- Топлинско изолациона смеса со течна конзистенција за лиење во предвиден простор-калап (топлинско изолациони панели) која се запенува и стврднува
- Топлинско изолациони насипи (подни насипи-перлит или гранули од експандиран полистирен)

Минерална волна-камена и стаклена, е добар топлински изолатор со топлинска проводливост помеѓу 0,035 и 0,045 W/m<sup>2</sup>K, што го сврстува помеѓу најдобрите топлински изолатори. Тоа е изолационен материјал со минерално потекло за топлинска, звучна и противпожарна изолација во градежништвото и индустријата. Минералната волна има висока отпорност на пожар, паропропустливост и е делимично водоотпорна. Отпорна е на стареење и распаѓање, како и на микроорганизми и инсекти. Се користи кај сите надворешни конструкции за топлинска заштита и кај преградни сидови за звучна заштита. Единствено место каде не се препорачува за изолација се подрумски сидови под земја.



Слика 5 Камена волна— најчесто користен материјал за топлинска изолација

Освен камената и стаклената волна кај нас како термоизолационен материјал најчесто се применува полистирен, односно стиропор-комерцијално име, кој може да биде екструдирани или експандиран. Поради добрите изолациони својства  $0,035-0,040 \text{ W/mK}$ , ниската цена и едноставниот начин на вградување денес тоа е еден од најпопуларните изолациони материјали. Најповеќе се применува како топлинска заштита во сите надворешни конструкции, како пливачки под во подни меѓуклатни конструкции. Има далеку помали противпожарни својства од камената волна и не е отпорен на температури повисоки од  $80^\circ\text{C}$ . Екструдираниот полистирен по боја е плав, розов, портокалов зелен или жолт, зависно од производителот, за разлика од експандираниот полистирен кој е со бела боја.

Во праксата исто така доста се применува полиуретанска пена, особено при санација на кровови. Има уште подобри топлинско изолациони својства од  $0,020$  до  $0,035 \text{ W/mK}$ , како и доста добри својства на влага и температурни промени. Меѓутоа е значително поскапа од претходните материјали, слаба отпорност на пожар и е изразито отровна при горење, поради што не е во широка примена.

Денес на пазарот се појавуваат нови изолациони материјали како: целулоза, глина, перлит, памук, лен, слама, овча волна итн. Тоа се материјали кои се применуваат локално, според потеклото и изворот на сировина за производство. Имаат послаби изолациони својства, поради што при вградување во конструкција е потребно да бидат со поголеми дебелини.

За правилен избор на материјал за топлинска изолација потребно е да се познаваат добро неговите физички и хемиски својства, како и неговите предности и недостатоци при негова примена.



Слика 6 Органски топлинско изолациони материјали – природни – плочи експандирана плута и памук филц



Слика 7 Органски топлинско изолациони материјали – природни – распрснати материјали - целулозни влакна и дрвена волна



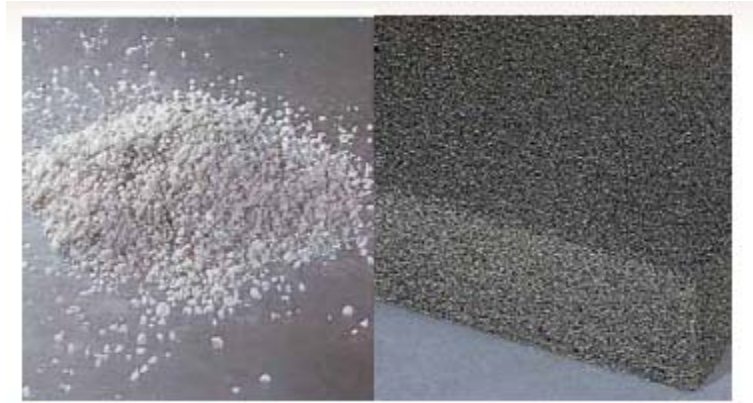
Слика 8 Органски топлинско изолациони материјали – вештачки – тврди плочи – експандиран полистирен и екструдирани полистирен, структура на затворени ќелии - минимално впивање на вода



Слика 9 PUR – полиуретан во плочи и прскан полиуретан



Слика 10 Аноргански топлинско изолациони материјали филц стаклена волна и плочи камена волна



Слика 11      Експандиран перлит – гранули и пенесто стакло -CG



Слика 12      Топлинско изолациони материјали од сложено потекло “комби” плочи  
јадро од минерална волна и јадро од полистирен



Слика 13      Специјални топлинско изолациони материјали  
транспарентни капиларни плочи за впивање на топлина и вакумско изолациони плочи

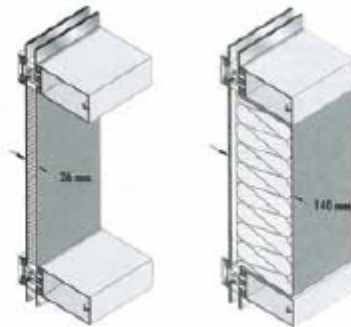
Кај конвенционалната топлинска изолација добрите изолациони својства се постигнуваат со помош на воздухот кој се наоѓа во порозниот материјал. Ако се отстрани воздухот од материјалот, изолационите својства ќе се зголемат благодарение на вакумот, поради што се користи стисната стаклена волна или полистиренска пена. Вакумската изолација се работи во модуларни панели, а поради одличните изолациони својства потребни се многу помали дебелини за исти топлинско изолациони својства.



Слика 14 Вакумско изолациони плочи од надворешна страна на сидот – заштита на плочите од надворешна страна



Слика 15 Вакумско изолациони плочи на внатрешна страна на сидот – споевите мора да се прилепат со самолепливи фолии поради постигнување на ефикасни парни брани, плочите треба да се заштитат од оштетувања (пробивање на фолијата)



Слика 16 Вакумско изолациони плочи во состав на лесна застаклена фасада и класична топлинска изолација со исти карактеристики на премин на топлина

### 3. ВГРАДУВАЊЕ НА ТОПЛИНСКО ИЗОЛАЦИОНИ МАТЕРИЈАЛИ, СКЛОПОВИ И ЗАШТИТИ

---

За правилно вградување на топлинско изолационите материјали, како и за самиот избор на материјалот, потребно е добро познавање на изолационите материјали, нивните својства и можности, како и предности и недостатоци на вградување во поделни конструкции. Ниту еден изолационен материјал не е погоден за сите надворешни конструкции.

### 3.1 Подови

Подните конструкции се делат спрема положбата во зградата на подови на тло и плафони над надворешен воздух или према негреан простор.

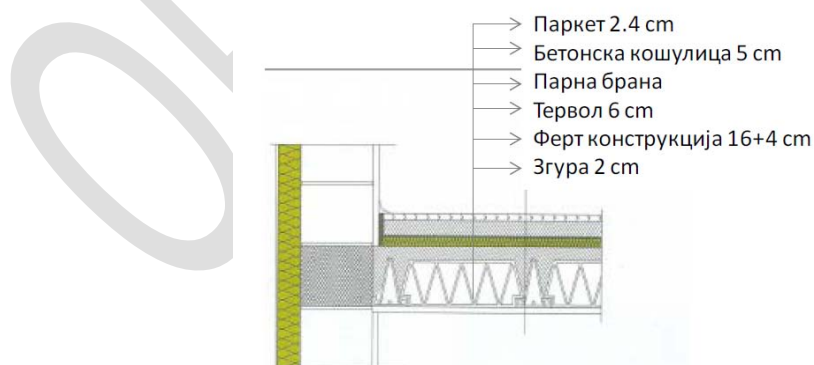
Подот на тло покрај бараната механичка јакост и стабилност, барањата поврзани со користењето на просторот (трајност, абење, отпорност на хемиски влијанија), звучна изолација од пренос на бука од и према просторот, мора да задоволи и барања за топлинска изолација спрема тло, како и хидроизолација од влага од тло.

Подот на тло е карактеристичен по дополнителниот слој хидроизолација, со кој се поврзани слоеви кои служат за изведба на хидроизолациониот слој и негова заштита. Кај старите конструкции проблемот со хидроизолација најчесто се решавале со подигнување на подот над нивото на околното тло, изведба на слоеви со поголем дел шуплини и слоеви за намалување на капиларноста. Битуменските хидроизолации почнале да се применуваат покасно. Современите склопови битуменски хидроизолации, полимерни варени ленти, полимер цементни премази или водонепропусни носиви конструкции (темелни плочи) бараат специфични мерки на заштита при вградување.

Вградувањето на слој топлинска изолација во под према тло е дополнително отежнато поради малата носивост на топлинско изолационите материјали, па специфичниот товар на топлинската изолација е потребно да се одржи во дозволени распони кај кои нема да дојде до деформации на подот и/или изолациониот материјал.

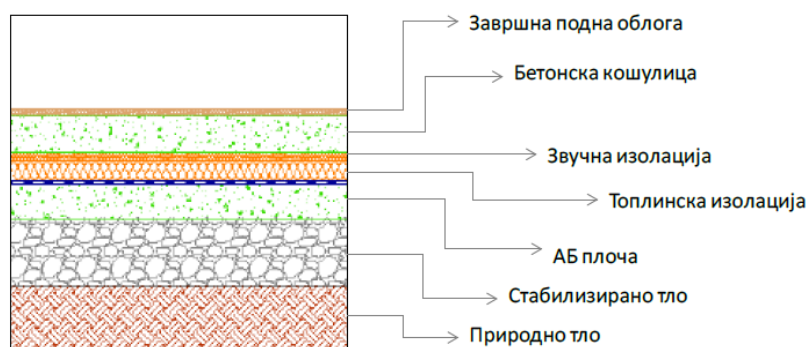
За топлинска изолација на под на тло и под спрема негреан простор најчесто се користат плочи EPS-експандиран полистирен, XPS-екструдирани полистирен, полиуретански плочи, како и многу тврди плочи минерална волна добро заштитени од влага.

За топлинска, односно првенствено звучна изолација кај меѓукатните подни конструкции, се поставуваат еластифицирани плочи EPS-експандиран полистирен, тврди плочи минерална волна, а никако тврди плочи EPS-експандиран полистирен или XPS-екструдирани полистирен, одвоени со слој изолација од сидот-т.н. пливачки под.

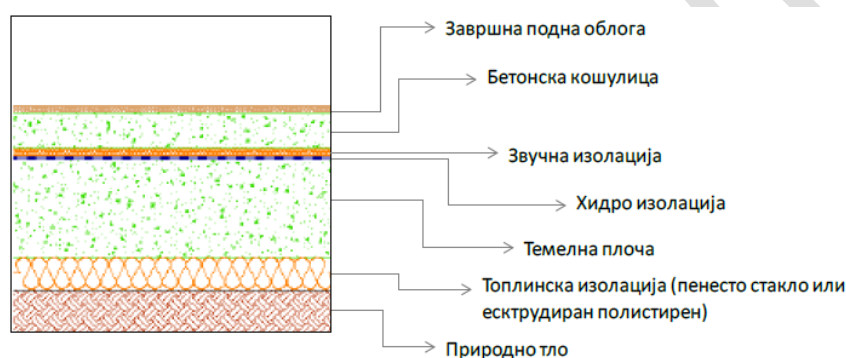


Слика 17 Топлинска изолација на подна меѓукатна конструкција за звучна изолација т.н. пливачки под (пресек на изолација на под меѓу катови)

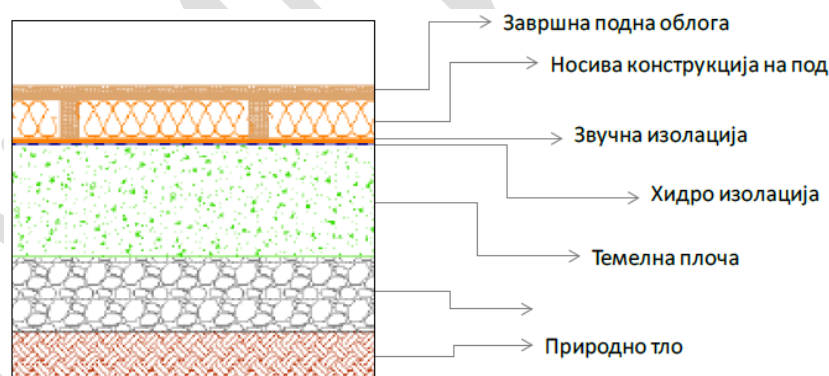
Распонот на материјал за топлинска изолација дозволува вградување на топлинска изолација во готово сите положби и состави на подната конструкција (од надворешна страна, во конструкцијата или од внатрешна страна на конструкцијата).



Слика 18 Карактеристични слоеви на под на тло - топлинска изолација во средина на конструкција



Слика 19 Карактеристични слоеви на под на тло - топлинска изолација од надворешна страна од конструкција



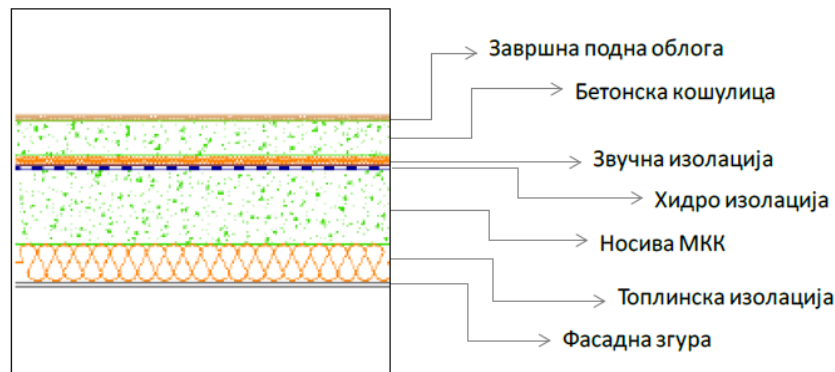
Слика 20 Карактеристични слоеви на под на тло - топлинска изолација од внатрешна страна од конструкција

Распоредот на слоеви во подот треба да се прилагоди според применетите материјали за хидроизолација, топлинска и звучна изолација, како и останатите барања за подната конструкција.

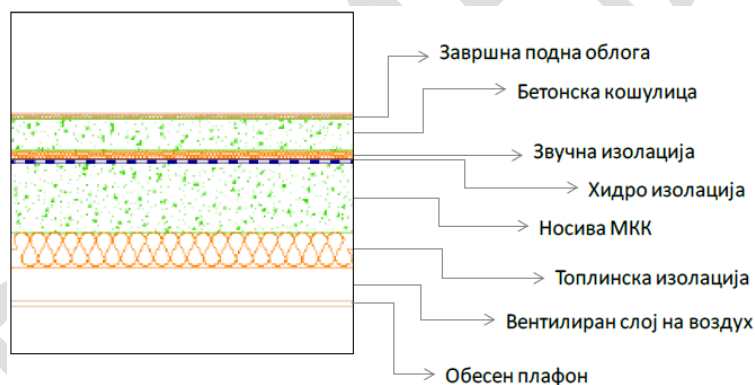
Плафони над надворешен воздух или спрема негреан простор се конструкциски многу слични на меѓукатни конструкции, со дополнителен слој топлинска изолација во заштитните слоеви. Како топлинската изолација се поставува најчесто од надворешната страна на конструкцијата, составот на слоеви зависи пред сè од решението на плафонот и можноста за зацврстување на



топлинска изолација. За разлика од подовите на тло, кај плафоните над негреан простор и надворешен простор, потребно е да се одрати внимание и на појава на дифузија на водена пара низ конструкцијата. Кај неправилно конструкциско решение сигурна е појава на штети поради кондензација на водена пара во конструкцијата, штета поради замрзнување како и високи трошоци за одржување и поправка на конструкцијата.



Слика 21 Карактеристични слоеви на под над надворешен воздух или кон негреан простор



Слика 22 Карактеристични слоеви на под над надворешен воздух или кон негреан простор под обесна плафонска конструкција

Топлинските губитоци кон теренот изнесуваат до 10% од вкупните топлински губитоци. Иако губитоците низ под кон тло се релативно мали во споредба со губитоците од другите делови на конструкцијата, ако температурата на подната плоча е блиска до температурата на внатрешниот простор е многу покомфорна за престој.

Кај новите градби подот на тло треба топлински да се изолира со што подебела топлинска изолација, додека кај постоечките згради при енергетска обнова таквата мерка е воглавно економски неисплатлива, поради големите градежни зафати кои ја пратат.

Меѓутоа економски се исплатливи мерките за топлинска изолација на плафонска конструкција спрема негреан таван, како и подна конструкција спрема негреан подрум. Исто така, потребно е топлински да се заштитат и подни конструкции над отворени пролази. За да се намали влијанието на топлинските мостови на минимум при поставување на топлинската изолација важно е топлински да се изолира целата надворешна обвивка без прекин на изолацијата.

## 3.2 КРОВОВИ

Иако делот од кровот е застапен со вкупно околу 10 до 20% од вкупните топлински губитоци во зградата истиот има посебно важна улога во квалитетот и стандардот на домување. Тој ја штити градбата од дожд, снег, студ и жештина. Најчест облик на кров кај семејни и помали стамбени згради е кос кров, при што многу често просторот под косиот кров е наменет за домување, иако не е адекватно топлински изолиран. Кај таквите ситуации се појавуваат големи топлински губитоци во зима, но и уште поголемо прегрејување во лето. Ако кровот не е топлински изолиран низ него може да се изгуби и до 30% топлина. Дополнителната топлинска изолација на кров е едноставна и економски многу исплатлива, бидејќи повратниот период на инвестицијата е од 1 до 5 години. За топлинска изолација на коси кровови треба да се користат незапаливи и паропропустливи материјали, како на пример минерална волна, при што спојот на топлинската изолација на надворешен ѕид и кров треба да се реши без топлински мостови. Ако просторот под кровот не се грее, односно просторот не е наменет за домување, тогаш топлинската изолација треба да се постави на плафонот од последниот кат кон негреаниот таван.

Рамните кровови се најмногу изложени на атмосферски влијанија од сите надворешни елементи на градбата, поради што е важно квалитетно да се изолираат топлински, како и правилно да се реши одводнувањето. Истиот може да биде решен како прооден, непрооден или зелен кров, а во согласност со тоа се изведува неговата завршна обработка.

Топлинската изолација на рамен масивен прооден или непрооден кров најчесто се изведува со тврди плочи EPS-експандиран полистирен, XPS-екструдирани полистирен, CG-пенасто стакло, PUR-полиуретан, а минералната волна се применува само кај непроодни кровови и тоа исклучиво тврди плочи камена волна. За топлинска изолација на рамен кров се применуваат истите материјали. За топлинска изолација на под во поткровје без натоварување може да се применуваат помекки плочи или филц минерална волна или насип на топлинско изолационен материјал во растресита состојба. Најчесто применувани материјали за топлинска изолација на рамни кровови изведени над хидроизолација, т.н. инверзен кров, се плочи XPS-екструдирани полистирен или пенасто стакло. За класична изведба се применуваат останатите вообичаени топлински изолации со акцент на јакоста на плочите кои се поставуваат, особено на проодни рамни кровови и тераси.



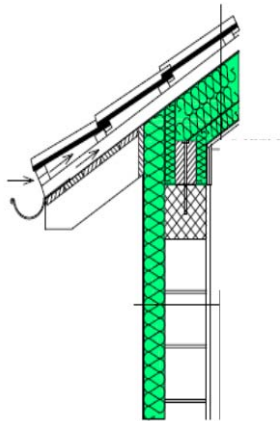
Слика 23 Топлинска изолација на под кај негреано поткровје

Топлинска изолација на кос кров со греано поткровје се изведува најчесто од меки плочи минерална волна. Тврдите плочи EPS-експандиран полистирен и XPS-екструдирани полистирен не се соодветни поради тешкото ракување при вградување во кровната конструкција.

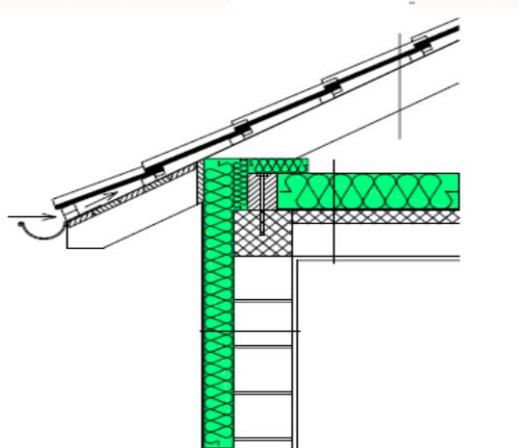
Топлинската изолација на поткровје секогаш се изведува во два слоја, слој помеѓу рогови, како и под рогови со обавезна парна брана од внатрешната потопла страна на конструкцијата.



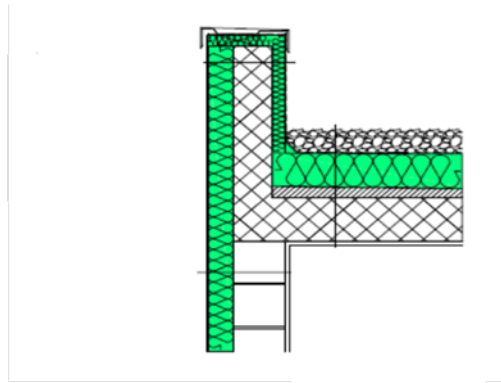
Слика 24 Топлинска изолација на кос кров кај негреано поткровје



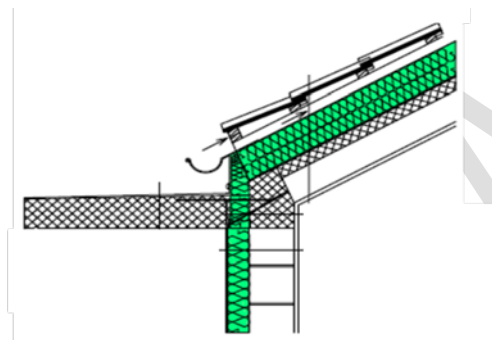
Слика 25 Правилна изведба на топлинска изолација на кос кров и спој со сидна изолација кај лесна кровна конструкција



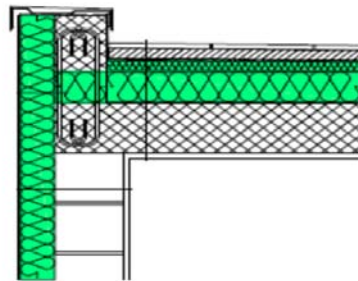
Слика 26 Правилна изведба на топлинска изолација на плафон кон негреан таван и спој со сидна изолација



Слика 27 Правилна изведба на топлинска изолација на рамен кров и спој со ѕидна изолација



Слика 28 Правилна изведба на топлинска изолација на кос кров и спој со ѕидна изолација кај масивни кровни конструкции



Слика 29 Правилна изведба на топлинска изолација на рамен кров со вметнати готови елементи за прекин на топлински мост и спој со ѕидна изолација

Истотака, тераса може да биде изведена со зелен кров, соодветно хидро и топлински изолирана кон стамбениот простор од долната страна. Зелениот кров добро ја задржува топлината, истата ја акумулира во слоевите земја и на тој начин се постигнува постојана температура во завршниот слој, лето и зима. Кај ваквото решение се зголемува бројот на потребни слоеви и нивната вкупна дебелина. Во зависност од растенијата се одредува потребната дебелина на слојот земја, а битно е да се спречи продирање на корењата до слојот хидроизолација, а влагата до топлинската изолација.

### 3.3 СИДОВИ

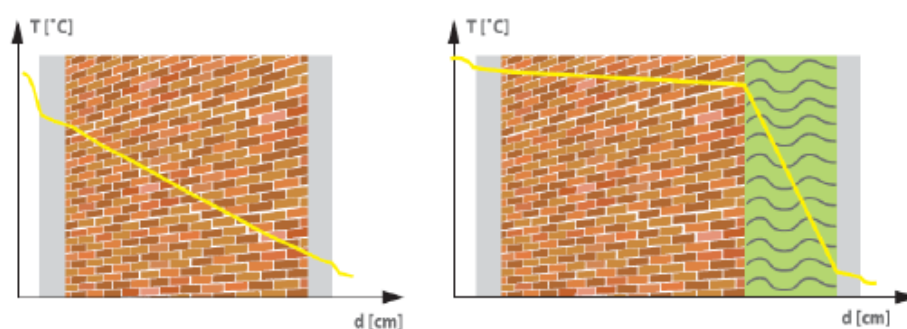
Топлинска изолација на надворешен сид, по правило, треба да се изведе со додавање на нов топлинско изолационен слој од надворешната страна на сидот, а во исклучителни случаи од внатрешната страна на сидот. Изведбата на топлинска изолација од внатрешна страна на сидот е неповолна од градежно-физички аспект, а често е и поскапа поради потребата од дополнително решавање на проблемот на дифузија на водена пареа, построгите барања во поглед на сигурност против пожар, губиток на корисен простор и слично. Со ваквото поставување на изолација иако се постигнува подобрување на изолациската вредност на сидот значајно се менува топлинскиот ток во сидот, со што основниот носив сид станува поладен. Поради тоа посебно внимание треба да се посвети на изведба на парна брана како би се избегнало настанување на кондензат и појава на мувла. Исто така топлински треба да се изолира и делот од преградата која се спојува со надворешниот сид. Санација на постоечки надворешен сид со изведба на изолација од внатрешна страна се изведува само кај згради кои се под заштита на споменици, кога мора да се избегнат промените на надворешната фасада поради нејзината историска вредност.

При изведба на топлинска изолација од надворешна страна на сидот можни се две решенија на завршниот слој кој го штити топлинско изолациониот слој и остатокот од сидот од надворешните атмосферски влијанија. Првото решение се карактеризира со изведба на надворешен заштитен слој плочи кои се лепат на топлинско изолациониот слој. Кај второто решение заштитниот слој е во облик на поединечни елементи прицврстени на соодветна подконструкција на начин да помеѓу заштитната облога и топлинската изолација остане воздушен слој кој се вентилира према надвор (вентилирана фасада). Делотворниот топлинско изолационен слој завршува со слој за проветрување низ кој треба да циркулира воздух и да ја суши влагата.

Во зависност од гипсот фасадите може да бидат тенкослојни и дебелослојни. Топлинско изолациониот материјал се лепи на подлогата со полимерноцементно лепило, а по потреба (плочите обавезно, ламелите по потреба), дополнително се прицврстуваат на механички начин. Плочите или ламелите се поставуваат со хоризонтално поместување во однос на претходниот ред, а аглите и отворите е потребно внимателно да се обработат, како и целокупната надворешна површина така што се нанесува полимерно цементно лепило и се втиснува текстилно-стаклена мрежичка(алкално отпорна). Повторно се загладува полимерно цементното лепило. После сушењето се нанесува импрегрирачки премаз како би се воедначила вливоста на површината. Како завршен слој за тенкослоен состав се користат силикатни, силиконски, силиконско-силикатни или акрилатни завршни слоеви со минимална дебелина на зрната од 1,5 до 4 mm. Кај дебелослојниот состав се користи минерален гипс со дебелина од 15 mm и завршно декоративен слој со дебелина до 5 mm. Потребно е да се нанесе цементен шприц како врзен слој помеѓу топлинско изолациониот материјал и лесниот минерален гипс.

Индустријата на градежни материјали нуди многу варијанти на состави на овие два начина на топлинска изолација на сидот, при што за двете решенија дебелината на топлинско изолациониот слој не треба да биде помала од 10 до 12 cm, со што вредноста на коефициентот на премин на топлина на сидот би се намалила на 0,25 до 0,35 W/m<sup>2</sup>K. За нискоенергетски и пасивни куќи дебелината на топлинската изолација треба да биде значително поголема,

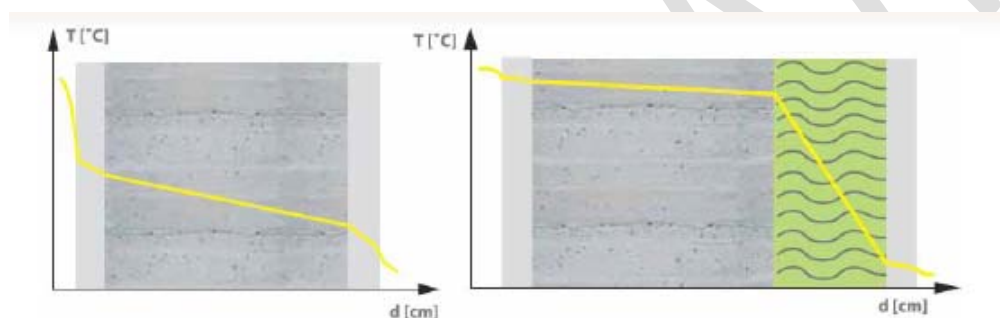
зависно од климатските услови и саканиот степен на енергетска потрошувачка.



Слика 30 Температурни криви за неизолиран и изолиран ѕид од цигли

Во случај на неизолиран ѕид од шуплива тула со дебелина 19 cm,  $U=1,67$  [W/m<sup>2</sup>K],

Во случај на изолација од камена волна од 10 cm на ѕид од шуплива тула со дебелина 19 cm,  $U=0,32$  [W/m<sup>2</sup>K].



Слика 31 Температурни криви за неизолиран и изолиран ѕид од армиран бетон

Во случај на неизолиран АБ ѕид со дебелина од 20 cm,  $U=3,20$  [W/m<sup>2</sup>K].

Во случај на АБ ѕид изолиран со 10 cm камена волна,  $U=0,35$  [W/m<sup>2</sup>K].

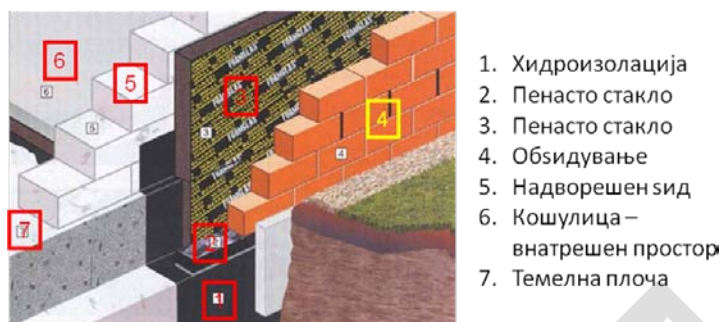
За топлинска изолација на лесни ѕидови спрема негреан простор може да се применат меки плочи.



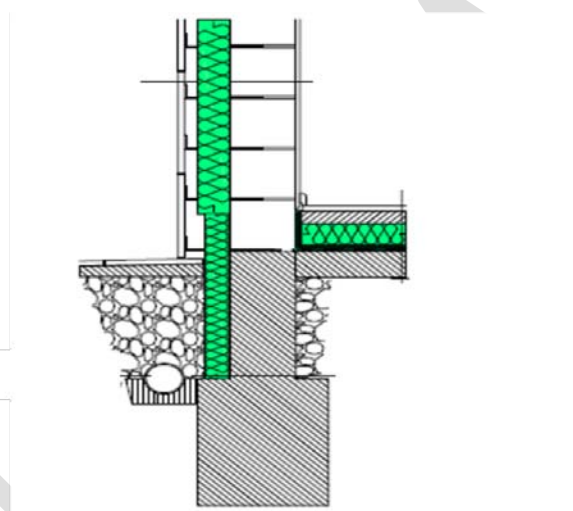
Слика 32 Топлинска изолација на лесни ѕидови кон негреан простор

Топлинска изолација на подножје на надворешен ѕид се изведува со тврди фасадни плочи минерална волна, полистирен, како и со ламели минерална волна. Најчесто се изведува контактна тенкослојна фасада. Се поставува надворешна топлинска изолација на основа на

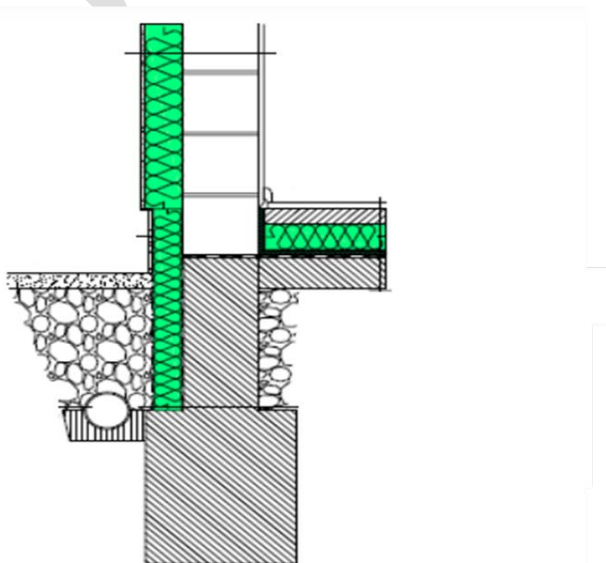
експандиран полистирен или минерална волна. При тоа подножјето на ѕидот мора да се изведе со водонепроводливи материјали за топлинска заштита, односно XPS-екструдирани полистирен.



Слика 33 Топлинска изолација на подножје на надворешен ѕид од пенесто стакло



Слика 34 Правилна изведба на топлинска изолација на надворешен ѕид кај вентилирана фасада



Слика 35 Правилна изведба на топлинска изолација на надворешен ѕид кај контактна фасада

## ЛИТЕРАТУРА

---

- [1] Правилник за енергетска контрола, бр. 94, Службен весник на Република Македонија, 4 јули 2013 год.
- [2] Правилник за енергетски карактеристики на зградите, бр. 94, Службен весник на Република Македонија, 4 јули 2013 год.
- [3] Закон за енергетика, Службен весник на Република Македонија бр. 63/2006, 36/2007, 106/2008
- [4] Metodologija provođenja energetskog pregleda zgrada, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Zagreb, 2009
- [5] Metodologija provođenja energetskog pregleda građevina, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Zagreb, 2012
- [6] Priručnik za energetska certificiranje zgrada, ISBN: 978-953-7429-25-6, Zagreb, 2010
- [7] Priručnik za energetska certificiranje zgrada, Dio 2, ISBN: 978-953-7429-40-9, Zagreb, 2010