

OSNOVE ZGRADARSTVA IZVEDBA ZGRADA

Sadržaj:

1. Zgrade
2. Materijali u zgradarstvu
3. Toplinski mostovi u zgradarstvu
4. Primjeri
5. nZEB i integralno projektiranje
6. Zaključci

Predavač:

doc. dr. sc. Željka Jurković, dipl. ing. arh.

SVEUČILIŠTE
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU



JOSIP JURAJ STROSSMAYER
UNIVERSITY OF OSIJEK

1. ZGRADE

- Članak 3. Zakona o gradnji, točka 27:
Zgrada je zatvorena i/ili natkrivena građevina namijenjena boravku ljudi, odnosno smještaju životinja, biljaka i stvari. Zgradom se ne smatra pojedinačna građevina unutar sustava infrastrukturne građevine.



1. ZGRADE

- Članak 3. Zakona o gradnji, točka 28:

Zgrada javne namjene je zgrada ili dio zgrade koju koristi tijelo javne vlasti za obavljanje svojih poslova, zgrada ili dio zgrade za stanovanje zajednice te zgrada ili dio zgrade koja nije stambena u kojoj boravi više ljudi ili u kojoj se pruža usluga većem broju ljudi.



1. ZGRADE

- Na zgrade (zgradarstvo) otpada cca 40 % ukupne potrošnje energije s tendencijom rasta kao odrazom povećanja životnog standarda
- Na zgrade otpada cca 36% emisije CO₂
- Cca 80% stambenog fonda u RH je slabo ili nikako toplinski izolirano
- U RH udio obiteljskih kuća je cca 35%, višestambenih 65%
- Više od 70% stambenog fonda izgrađeno je od 50-ih do kraja 80-ih godina prošlog stoljeća



Novi zakon u proceduri

- **Zakon o energetskej učinkovitosti u zgradarstvu - dekarbonizacija i zeleni standardi**
- Novi zakon uređuje područje energetske učinkovitosti u zgradarstvu, uz fokus na:
 - Poboljšavanje energetske svojstava novih zgrada i zgrada koje se obnavljaju.
 - Usklađenost s temeljnim zahtjevima za građevinu u pogledu zdravlja, okoliša i održivosti.
 - Transpozicija Direktiva o energetske svojstvima zgrada u nacionalno zakonodavstvo - primjena pravne stečevine EU.



Novi zakon u proceduri

- Definiranje Nacionalnog plana obnove zgrada.
- Sustav energetskeg certificiranja, mjere energetske učinkovitosti i uštede energije.
- Reguliranje djelatnosti energetske usluge u zgradarstvu.
- Uvođenje pojma zgrade nultih emisija (Zero-Emission Buildings).

2. MATERIJALI U ZGRADARSTVU

Pod pojmom “materijali u graditeljstvu” (građevinski materijali) podrazumjevaju se svi oni materijali koji se koriste u graditeljstvu. Pod pojmom “materijali u zgradarstvu” podrazumjevaju se svi oni materijali koji se koriste u gradnji zgrada.

- 2.1. Materijali u zgradarstvu – općenito
- 2.2. Toplinsko-izolacijski materijali u zgradarstvu – vrste

2.1. Materijali u zgradarstvu – općenito

- Osnovna svojstva materijala:

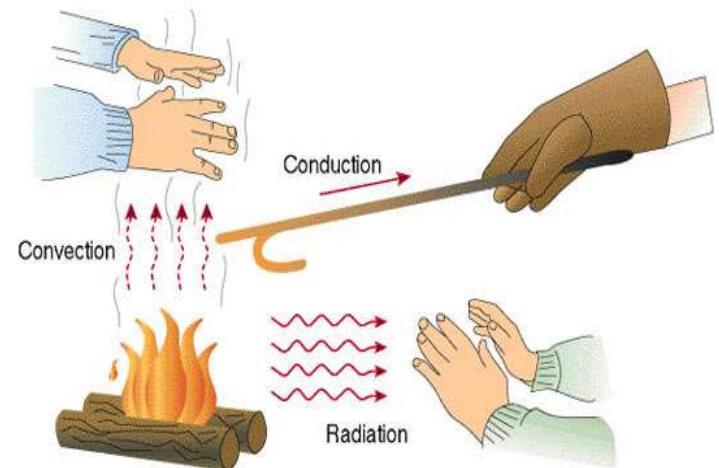
- Fizikalna (gustoća, masa, hidrofizička svojstva ...)
- Mehanička (čvrstoća, tvrdoća, žilavost, plastičnost ...)
- Kemijska (otpornost koroziji, kiselinama, lužinama ...)
- Tehnološka (zavarivost, otpornost trošenju ...)

U novije vrijeme:

- Optička (boja, sjaj, propusnost svjetla, tekstura ...)
- Ekološka (mogućnost razgradnje, recikliranja ...)

- Svojstva materijala ispituju se u ovlaštenim laboratorijima za ispitivanje materijala

- 2.2. Toplinsko-izolacijski materijali u zgradarstvu
 - Prenosjenje topline je prirodni proces koji postoji uvijek kada postoji razlika temperatura
 - Prenosjenje topline može biti na tri načina:
 - Strujanje ili konvekcija
 - u tekućim ili plinovitim sredstvima
 - Zračenje ili radijacija
 - u plinovitim sredstvima i vakumu
 - Vođenje ili kondukcija
 - u čvrstim, tekućim ili plinovitim sredstvima / materijalima



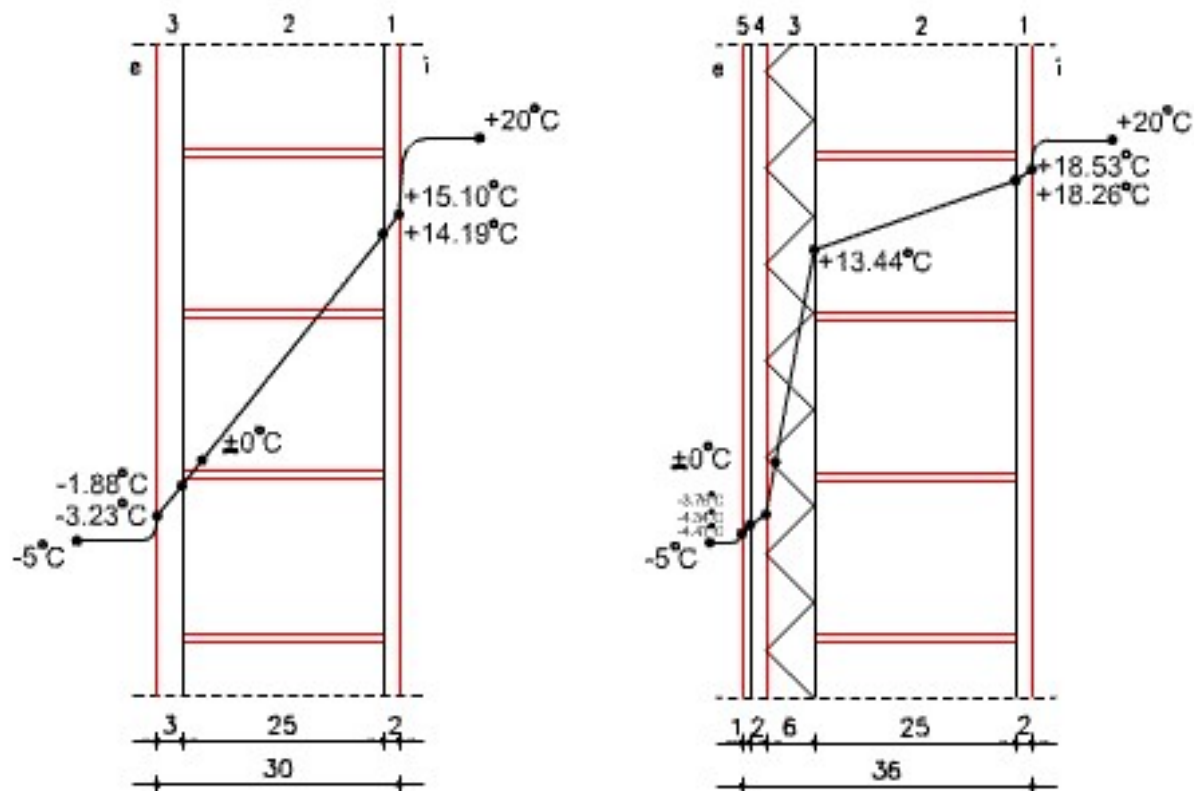
- Toplinska zaštita (zimsko razdoblje):
 - Smanjenje odvođenja topline iz zgrade (smanjenje toplinskih gubitaka)
 - Postizanje unutarnje površinske temperature iznad točke rošnja
- Toplinska stabilnost (ljetno razdoblje):
 - Zaštita konstruktivnih dijelova zgrade od velikih temperaturnih razlika, tj. toplinskih naprezanja
 - Postizanje ujednačene temperature unutarnjeg prostora, odnosno zaštite od pregrijavanja obodnih pregrada i zračenja topline u interijer

- Osnovni zahtjevi koji se postavljaju za suvremene toplinsko-izolacijske materijale u zgradarstvu:
 - Visoka toplinsko-izolacijska svojstva
(mala provodivost topline: $\lambda = 0.025 - 0.050 \text{ W/mK}$
već pri malim debljinama, mala gustoća)
 - Čvrstoća, postojanost oblika
(ne bubrenje, ne skupljanje)
 - Negorivost, netoksičnost pri gorenju
 - Vodoneupojnost
(ne upija npr. polistiren XPS)
 - Postojanost na starenje, truljenje
 - Paropropusnost (visoka paropropusnost)
 - Ekološka prihvatljivost, oporabljivost, carbon footprint

- Dodatni zahtjevi koji se postavljaju za suvremene toplinsko-izolacijske materijale u zgradarstvu:
 - Velika tlačna čvrstoća
(kod konstrukcija iznad kojih su ceste, parkirališta, skladišta ...)
 - Minimalna do srednja tlačna čvrstoća
(kod podova, ravnih krovova ...)
 - Minimalna tlačna i vlačna čvrstoća na kontaktnim pročeljima
(žbuka na toplinskoj izolaciji)
 - Negorivost ili slabogorivost
(kamena i staklena vuna)

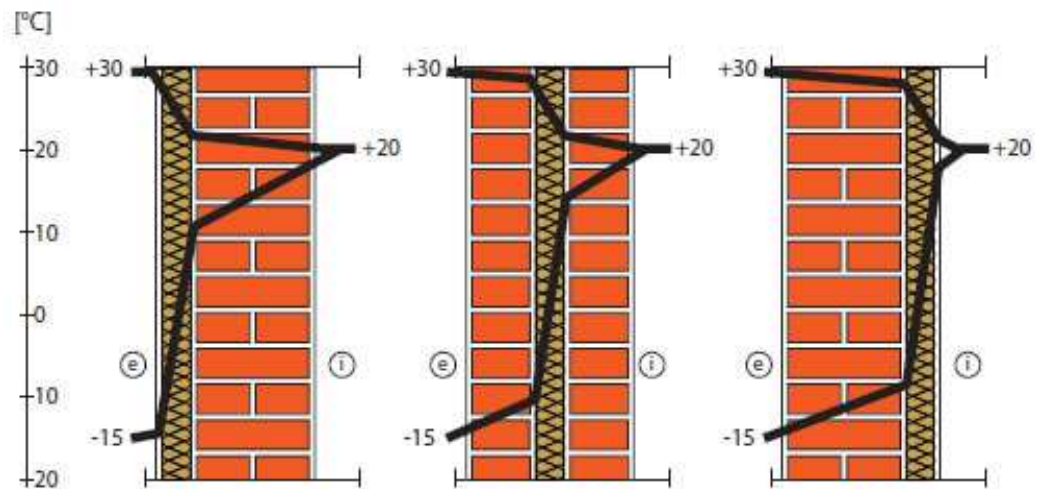
- Utjecaj toplinsko-izolacijskih materijala na izgled temperaturne krivulje

Zid bez toplinske izolacije Toplinska izolacija s vanjske strane zida



- Položaj toplinsko-izolacijskih materijala
 - Najpovoljniji položaj toplinske izolacije je s vanjske strane vanjskog zida (zimi hladnije strane konstrukcije)
 - Položaj s unutarnje strane povoljniji je samo za prostore koji se povremeno griju (dvorane, vikendice ...) gdje je potrebno brzo zagrijavanje volumena zraka bez akumuliranja topline u vanjskoj konstrukciji

- Tri načina postave toplinske izolacije:
 - s vanjske strane
 - u sredini zida
 - s unutrašnje strane



- Vrste toplinsko-izolacijskih materijala u zgradarstvu:

Toplinske izolacije izvode se od različitih materijala i na različite načine, ovisno o arhitektonskom konceptu, geometriji, toplinskim parametrima i sl. Uobičajene vrste toplinske izolacije:

1. Pjenobetoni i plinobetoni s laganim agregatima
2. Meke i krute izolacijske ploče i trake
3. Višeslojne izolacijske ploče
4. Profilirane izolacijske ploče
5. Tankoslojne izolacije
6. Toplinske pjene
7. Toplinske žbuke
8. Kompaktni toplinski sustavi (DEMIT)
9. Ostalo

1. Pjenobetoni i plinobetoni s laganim agregatima

Pjenobeton

- mješavina cementa, agregata, pjena
- lijeva se “in situ” ili u kalupe
- Betocel



Plinobeton

- mješavina kremenog pijeska, vode i stabilnih uz dodatak mljevenog Al praha koji uzrokuje stvaranje mjehurića vodika, kompaktan materijal
- dolazi u gotovim elementima
- Siporex, Ytong, Xella ...

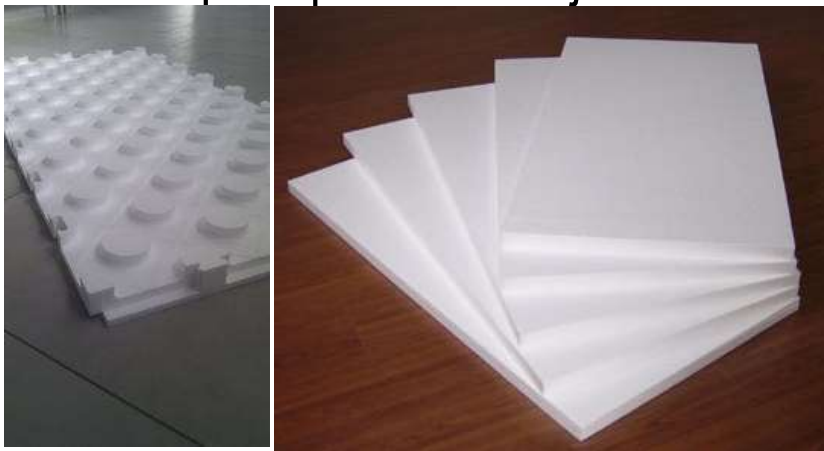


2. Meke i krute izolacijske ploče i trake

Ekspandirani polistiren (EPS)

$$\lambda = 0,035-0,045 \text{ W/mK}$$

- dobra mehanička i toplinska svojstva
- niska cijena
- jednostavna ugradnja
- slaba protupožarna svojstva



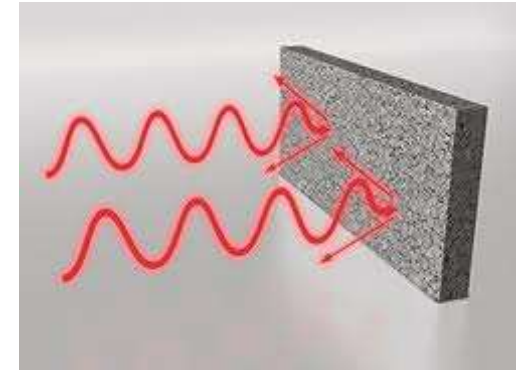
Ekstrudirani polistiren (XPS)

- za ekstremna tlačna opterećenja
- za vlažne uvjete (podrumi)
- velika mehanička čvrstoća
- postojanost, recikliranje



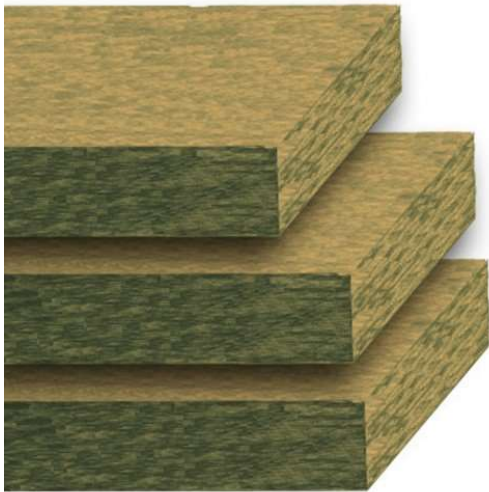
Ekspandirani “sivi” polistiren (EPS PLUS) - $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$

- sadrže grafit (grafitni stiropor)
- proizvodi se od specijalne sirovine koja sadrži infracrvene apsorbere i reflektore pomoću kojih je gotovo isključeno djelovanje toplinskog zračenja
- ušteda energije uz 20-25% veći učinak
- dugoročno smanjenje troškova grijanja i hlađenja
- stvaranje ugodnih temperatura u stambenim i poslovnim prostorima
- sprječavanje nastajanja kondenzata na zidovima i u pločama („toplinski mostovi“)
- jednostavna obrada i ugradnja
- aktivan doprinos zaštiti okoliša



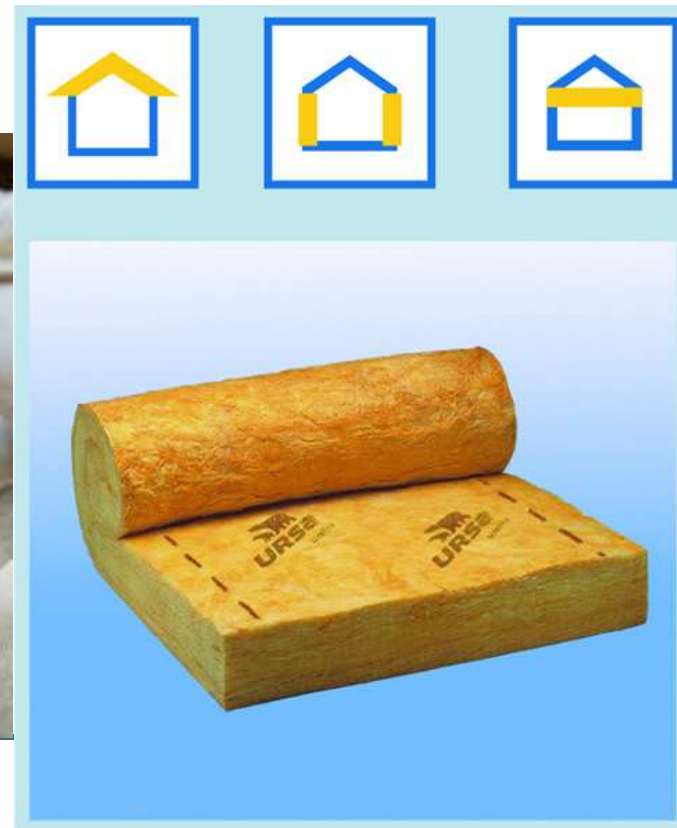
Mineralna vuna: Kamena vuna, $\lambda = 0,035-0,039 \text{ W/mK}$

- sirovina kamen: dolomit, bazalt, dodatak koksa
- višestruka primjena: otporna na starenje, raspadanje, kukce
- toplinska, zvučna i protupožarna zaštita
- izolacija zidova, ravnih krovova, cijevi
(ne podrumski zidovi)
- paropropusnost



Mineralna vuna: Staklena vuna, $\lambda = 0,032-0,044 \text{ W/mK}$

- sirovina: kvarcni pijesak s dodatkom recikliranog stakla
- dugačka izolacijska vlakna staklene vune isprepletena su u izolacijski filc
- upotrebljavaju se kao ispuna između rogova, tj. tamo gdje izolacija nije opterećena (elastičnost)
- negorivost



Staklena vuna

- $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$
- novi vezni materijal daje smeđu boju (obnovljivi bio materijali)
- nema umjetnih boja, bjelila
- ugodna na dodir, manje prašine
- ne svrbi, ne nadražuje kožu
- prirodni i reciklirani materijali
- izvrsna toplinska, zvučna i protupožarna svojstva



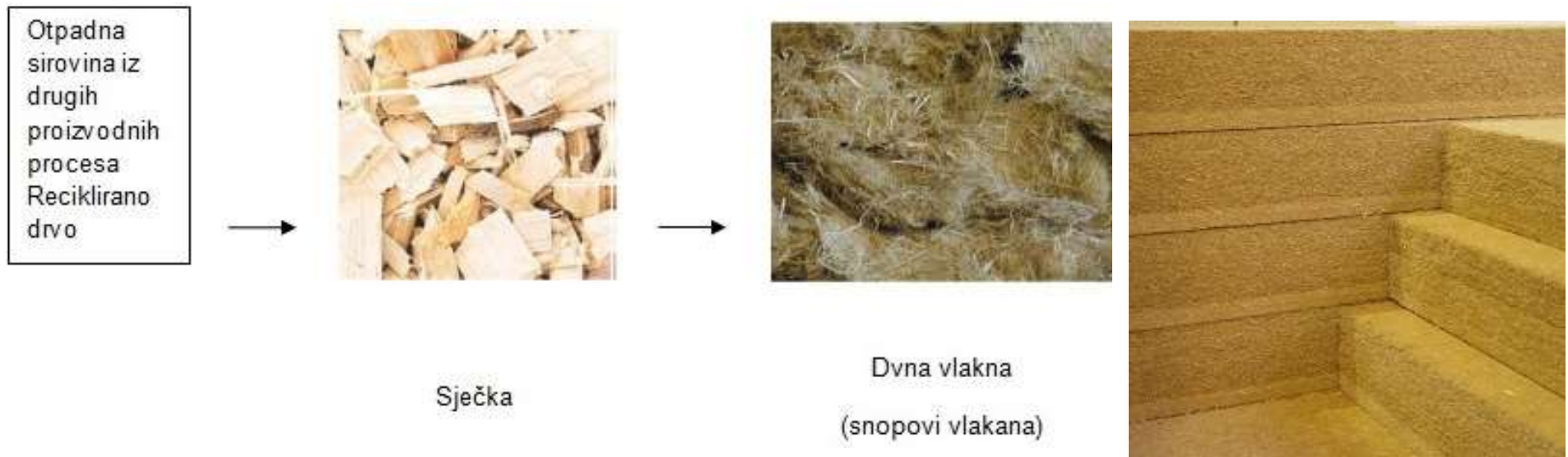
Drvena vuna

- proizvode se tako da se drvena vlakna spajaju cementom
- “drvolit” ploče lagane jer sadrže šupljine
- danas se često upotrebljavaju u kombinaciji sa nekom boljom toplinskom izolacijom kao tanka, tvrda kora (kombi ploče)
- za toplinsku izolaciju mogu se upotrebljavati i mješavine drvnih čestica (piljevine) i nekog veziva ili u vidu prešanih ploča ili lijevane “in situ”



Drvena vlakna – ploče vlaknatice

- drvena vlakna koja su osnovni materijal za ploče vlaknatice dobivaju se procesom razvlaknjivanja osnovnog materijala – drva nakon što je sirovo drvo pretvoreno u sječku
- dolazi do potpune dezintegracije prirodne strukture drva koje se pretvara u snopove vlakana koja se lijepe smolama



Drvena vlakna – ploče vlaknatice

- mogu biti: porozne (za manje vlažnu okolinu)
bitumenske – otporne na utjecaj vlage
prešane: tvrde, srednje tvrde



MDF ploče (mediapan)



Ovčja vuna

- $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$
- pere se, miješa s poliesterom (85% vuna, 15% poliester)
- prije ugradnje mora se učiniti inertnom za kukce i sl.
- apsorbira i oslobađa vodenu paru ne narušavajući toplinska svojstva
- zamotuljci, ispune
- zdrava, ekološka, samogasiva
- koristi 14% energije koju za proizvodnju koristi mineralna vuna



Pluto

- dobiva se od kore hrasta plutnjaka
- plutene ploče se proizvode mljevenjem kore i ekspaniranjem čestica pluta te rezanjem blokova u ploče raznih duljina
- drugi način proizvodnje ploča je prešanje plutenih čestica povezanih bitumenom ili drugim ljepilom.
- ploče, čestice, granule
- za oblaganje zidova, pa čak i podova (jako prešane ploče)
- toplinski, zvučni izolator, estetski element



3. Višeslojne izolacijske ploče: Kombi ploče - $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$

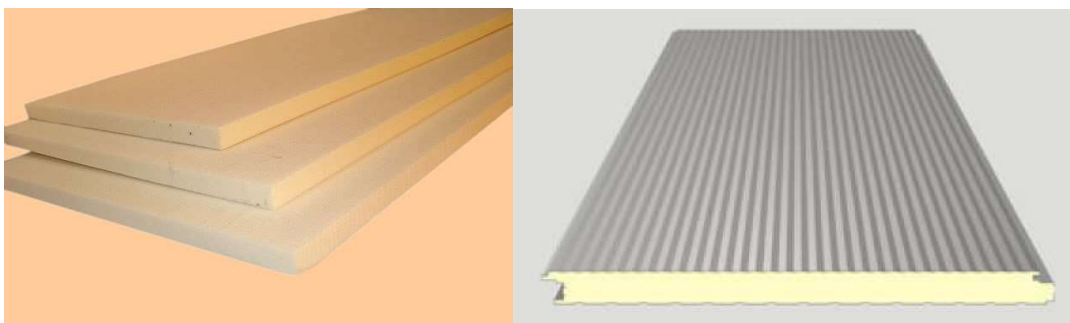
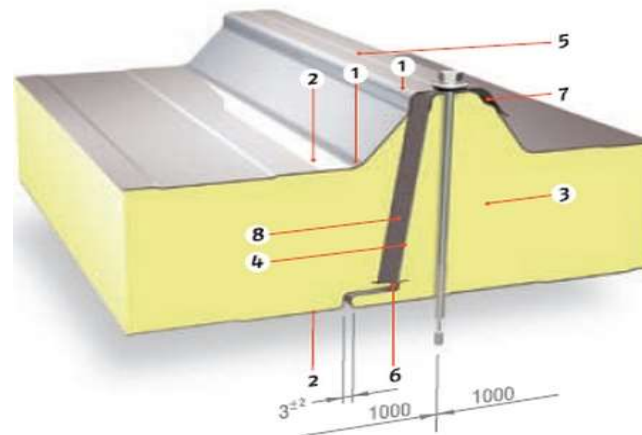
- kombi ploče - za izolaciju (oplate) betonskih stupova, greda, serklaža, nadvoja, zidova, betonskih stropova, izolacija zidova i stropova (građ. elemenata)
- Drvopor: troslojna kombi ploča s jezgrom od ekspandiranoga polistirena
- Drvoterm: troslojna kombi ploča s jezgrom od vlakana kamene vune



4. Profilirane izolacijske ploče

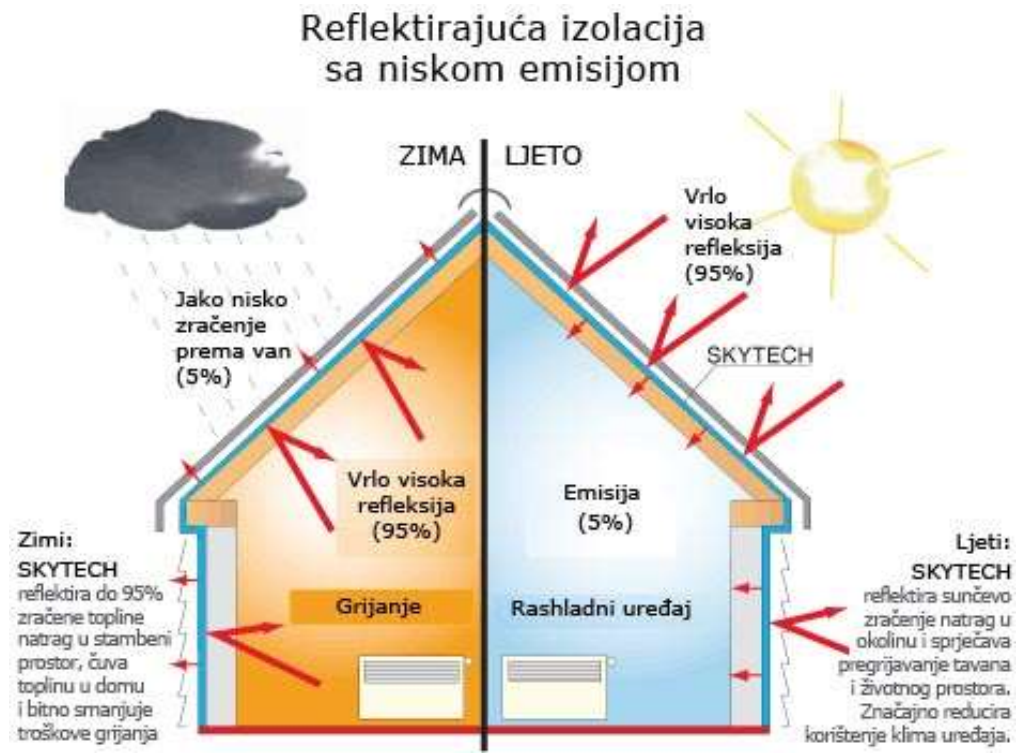
– s poliuretanom

- $\lambda = 0,020 - 0,035 \text{ W/mK}$
- otpornost na habanje, udar, abraziju
- radijaciju, UV zračenje, dobar TI
- tvrda pjena (raspon tvrdoća)
- koristi se često pri sanaciji krovova
- otrovna prilikom gorenja
- u pločama, često kaširana
Al folijama, limovima, ivericama



5. Tankoslojne izolacije – trake – npr. Skytech

- $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$
- toplinska izolacija i paropropusna folija
- koristi se 99% čistog aluminijsa i visoko kvalitetna staklena vuna
- visoka reflektivnost: 95 %
- nezapaljivost, vodootpornost, hermetičnost, zvučna izolacija, ne sadrži kancerogena vlakna, 100% se može reciklirati
- 1 cm = 24 cm mineralne vune
- hermetična izolacija



Skytech



6. Toplinske pjene

- uglavnom na bazi poliuretana (Purpen pjena)
- ekspandirajuće pjene
- apliciraju se u konstrukcije kroz male otvore



Aerogel

- umjetna tvar s najnižom gustoćom
- tekući sastojak gela zamijenjen plinom
- više od 90% zraka
- dobar, lagan izolator
- “smrznuti dim”, “sivi dim”



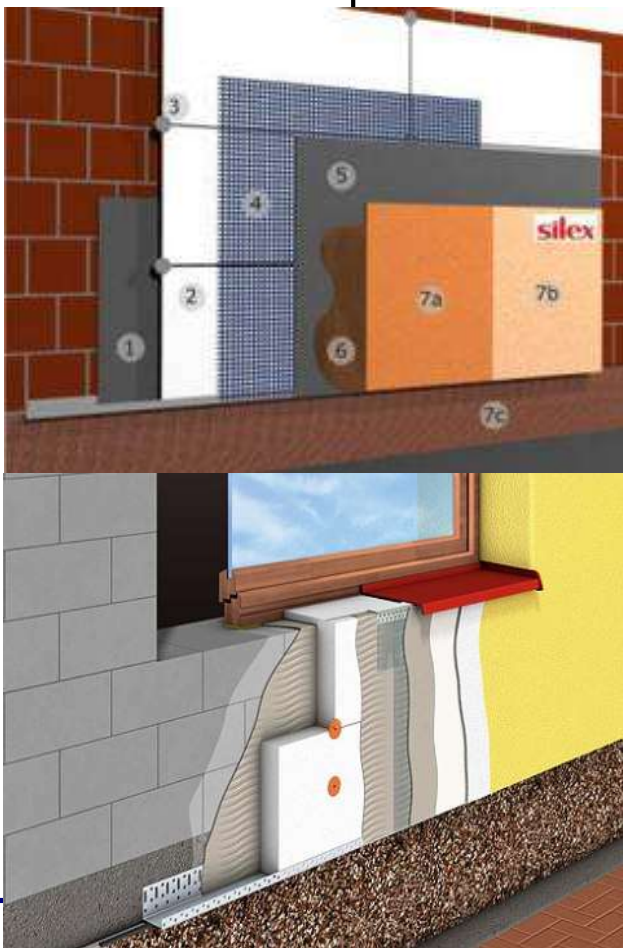
7. Toplinske žbuke

- sastoje se od laganih materijala u česticama ili ekspaniranim granulama s cementom ili ljepilom kao vezivnim sredstvom
- mogu biti: toplinska žbuka na bazi mineralnih vlakana
 - perlit žbuka
 - žbuke s granulama od ekspaniranog polistirena
 - žbuke s plutenim česticama
- ugradnja: ručno ili strojno žbukanje



8. Kompaktni toplinski sustavi – Demit fasada (Stiropor fasada)

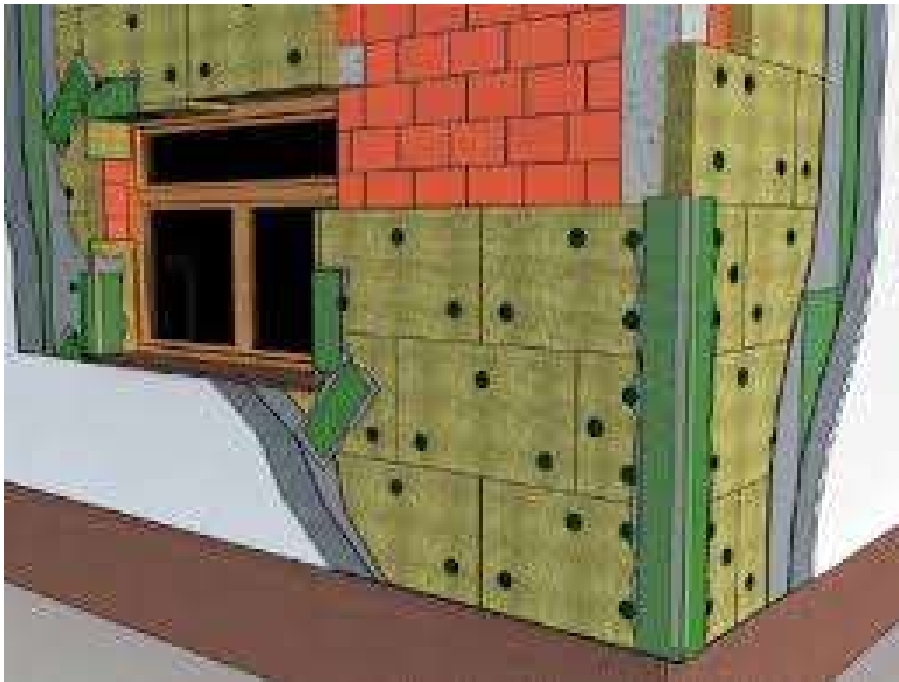
- višeslojni sustavi, složene toplinske izolacije koje sadržavaju i vanjsku kontinuiranu površinsku zaštitu (bez reški)



1. Građevinsko ljepilo
2. Stiropor ili kamena vuna
3. Tiplovi
4. Staklena mrežica
5. Glet masa
6. Podloga za akrilni sloj
7. Akrilni sloj – završna žbuka

- princip je kod različitih proizvođača isti

- izvedba fasade je brza, trajnost (ukoliko se pravilno izvede) i do 30 godina
- pogodna za sanaciju starih zgrada kao i za novu gradnju
- omogućen izbor raznih završnih boja u raznim dekorativnim nijansama i granulacijama



9. Ostalo - slama

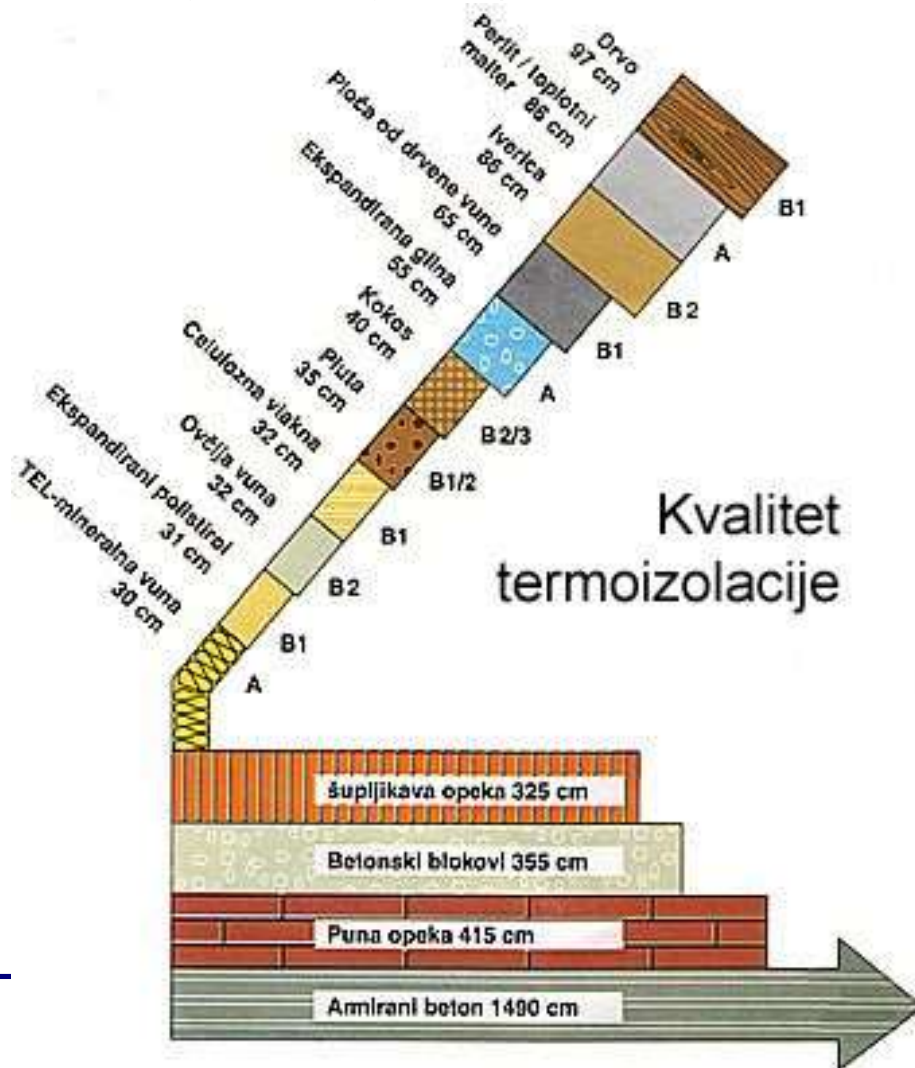
- $\lambda = 0,090 - 0,130 \text{ W/mK}$
- zdravo životno okruženje
- u RH ne postoje propisi za bale slame kao certificirani građevinski materijal
- ne sadrži pelud pa ne uzrokuje alergije
- slamnati zidovi “dišu”, paropropusni su
- dostupna: cijena 3-10 kn po bali
- zidovi od slame moraju se žbukati



- Vrste i svojstva toplinsko-izolacijskih materijala u zgradarstvu:

TOPLINSKO IZOLACIJSKI MATERIJAL	TOPLINSKA PROVODLJIVOST (W/mK)	POTREBNA DEBLJINA (cm) ZA $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
KAMENA VUNA	0,035 do 0,050	9 - 11
STIROPOR	0,035 do 0,040	9 - 10
EKSTRUDIRANA POLISTIRENSKA PJENA	0,030 do 0,040	8 - 10
TVRDA POLIURETANSKA PJENA	0,020 do 0,040	7 - 9
DRVENA VUNA	0,065 do 0,09	16 - 20
EKSPANDIRANI PERLIT	0,040 do 0,065	10 - 16
EKSPANIDIRANI PLUTO	0,045 do 0,055	11 - 14
OVČJA VUNA	0,040	10 - 11
SLAMA	0,090 do 0,130	20 - 35

- Vrste i svojstva toplinsko-izolacijskih materijala (komparacija toplinsko izolacijskih svojstava):



3. TOPLINSKI MOSTOVI U ZGRADARSTVU

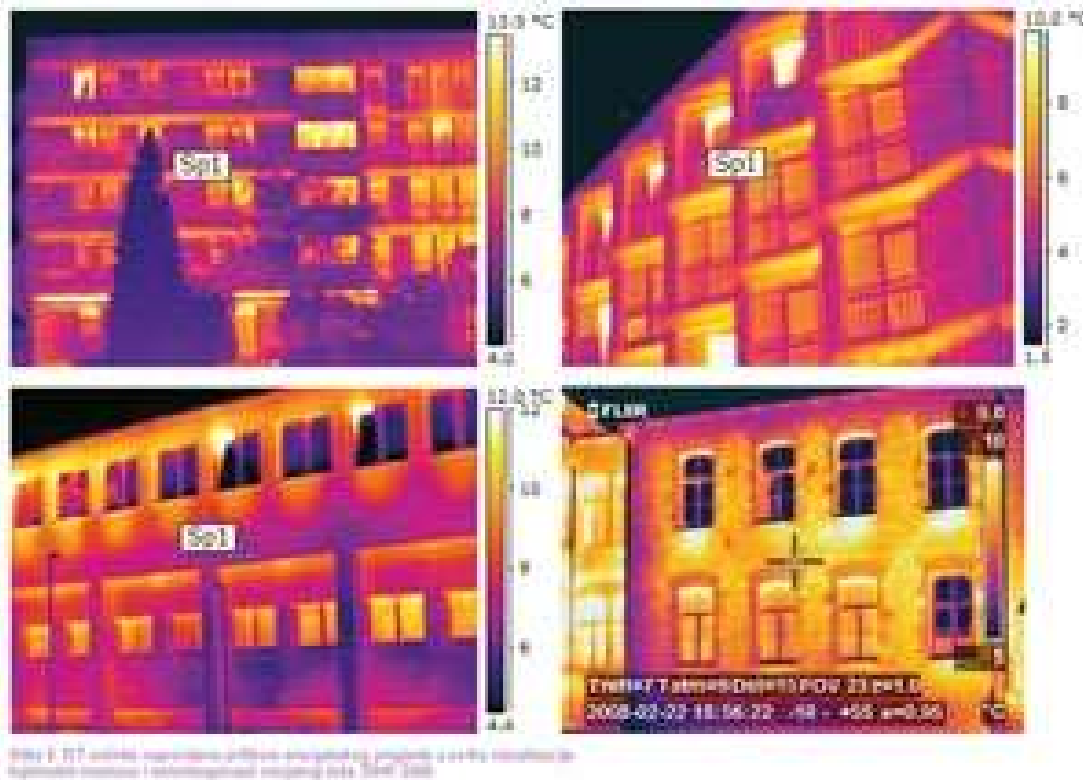
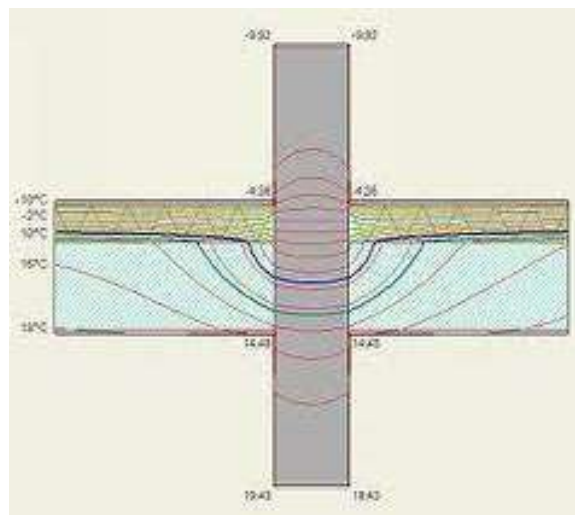
“Toplinski most” je mjesto smanjenog otpora prolasku topline od osnovne konstrukcije zgrade u kojoj se nalazi.

Kako djeluju toplinski mostovi u zgradarstvu/izvedbi zgrada?

- Toplinski mostovi su ograničena područja s gustoćom toplinskog toka koja je veća u odnosu na druga područja građevinskih elemenata.
- Uslijed lokalno povećanog odvoda topline pada temperatura površine na unutarnjoj strani građevinskog elementa.
- Rizik povećanja vlažnosti jer je temperatura površine unutarnje strane građevinskog elementa pala ispod temperature rošenja zraka pa nastaje kondenzat.

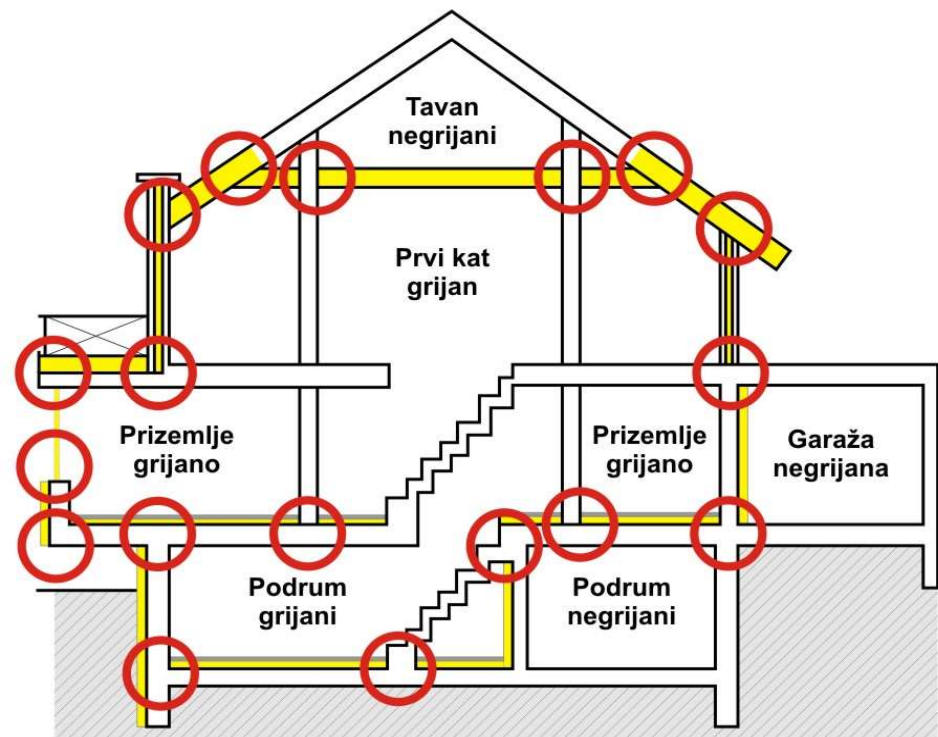
Ovisno o obliku razlikujemo dva osnovna tipa lokaliziranih toplinskih mostova:

- Točkasti toplinski mostovi
- Linearni toplinski mostovi
(u praksi su česte kombinacije)

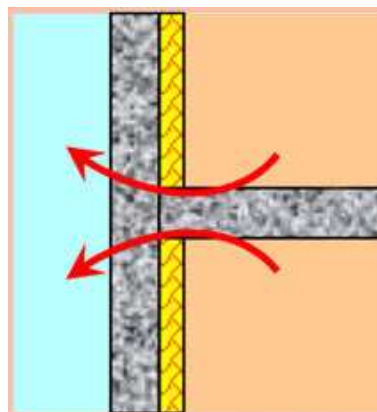


Tipična mjesta pojave toplinskih mostova u zgradarstvu (spojevi):

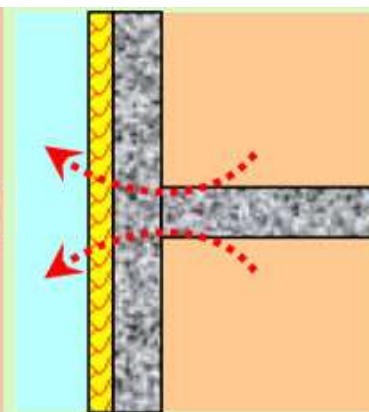
- uglovi zgrada
- spojevi unutrašnjih i vanjskih zidova
- spoj drvenih podrožnica i rogova s AB serklažima
- spoj stropa i vanjskog zida
- spoj zida i krova
- spoj zida i plohe poda/stropa podruma
- spojevi prozora i vrata (nadvoji, ograde i sl.)
- proboji izolacijskih slojeva



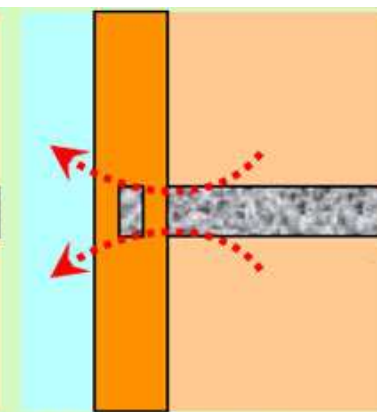
toplinski most



1 - Interior Thermal Insulation



2 - Exterior Thermal Insulation

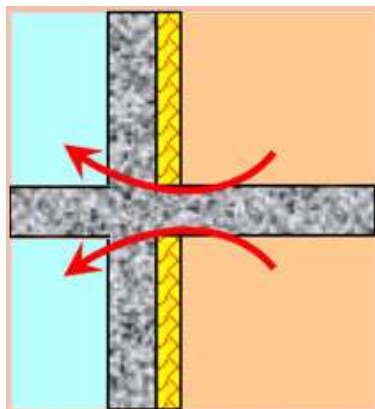


3 - Clay blocks with Thermal Insulation (such as Wienerberger POROTHERM)

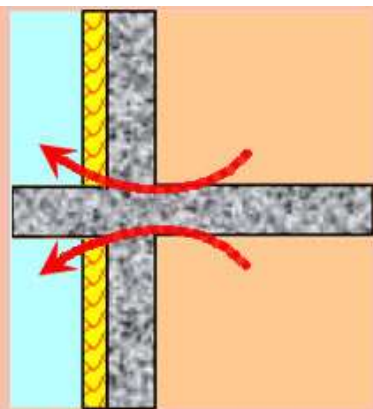
Thermal bridge

No thermal bridge

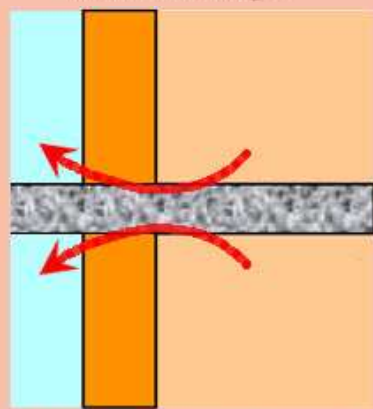
nema toplinskog mosta



1 - Interior Thermal Insulation



2 - Exterior Thermal Insulation



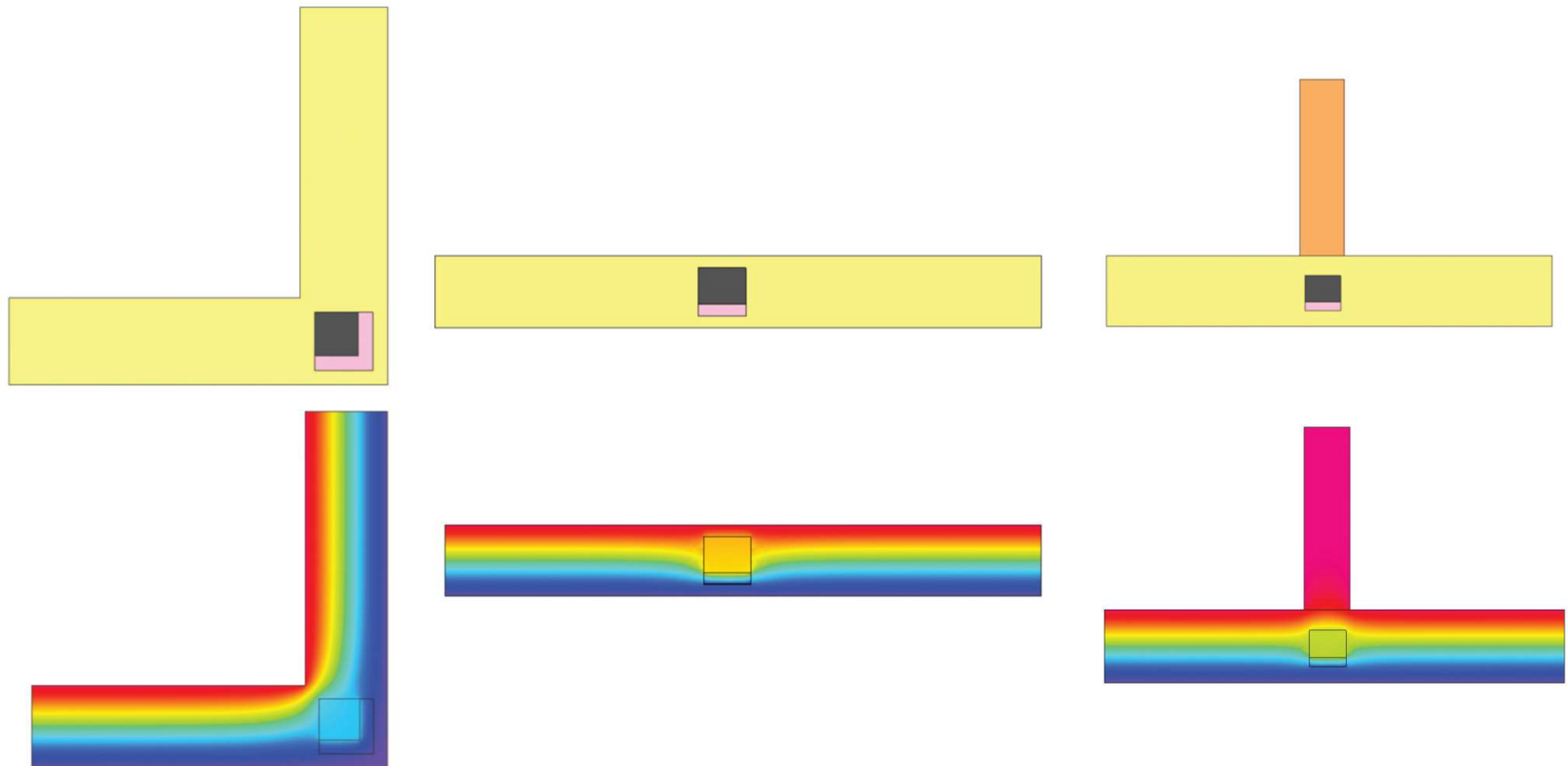
3 - Clay blocks with Thermal Insulation (such as Wienerberger POROTHERM)

Thermal bridge in all 3 cases

Posljedice toplinskih mostova u zgradarstvu/izvedbi zgrada:

- Povećanje toplinskih gubitaka
- Povećanje potrošnje energije u zgradama
- Slabljenje toplinske ugodnosti boravka u zgradi
- Promjene unutrašnje površinske temperature (npr. unutrašnje plohe zidova stropova, podova)
- Temperatura unutrašnje pregrade manja je nego na preostaloj površini pa je povećana opasnost od pojave kondenzata vodene pare (gljivice, plijesan), manjkava stambena higijena
- Nepredvidivi tok topline i temperature unutar konstrukcije
- Oštećenja konstrukcije uslijed vlage i gljivica
- Narušavanje mehaničke stabilnosti (zbog smrzavanja), ugrožavanje građevnog elementa

- Preporuke za smanjenje posljedica toplinskih mostova u zgradarstvu/izvedbi zgrada: NE PROJEKTIRATI TOPLINSKE MOSTOVE!
- “OBUĆI” GRIJANI DIO ZGRADE U TOPLINSKU IZOLACIJU!



- Toplinski mostovi mogu se izbjeći projektiranjem (projektiranjem detalja), npr:
- Nosivi termoizolacijski element za termičko odvajanje isturenih građevinskih dijelova, bez obzira radi li se o konstrukciji beton-beton, beton-drvo, beton-čelik ili čelik- čelik
- Smanjuje se djelovanje toplinskih mostova i time sprječava nastajanje kondenzata i plijesni



- Nosivi termoizolacijski element za termičko odvajanje isturenih građevinskih dijelova zgrade (konzole, balkoni, nadstrešnice ...):

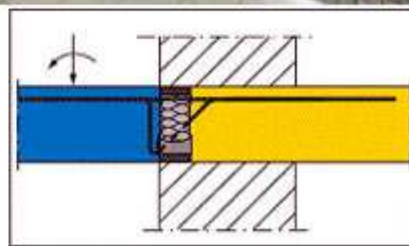
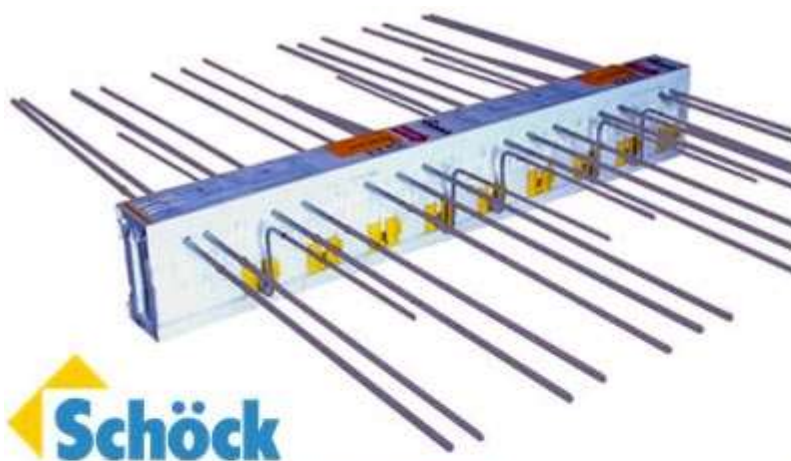
- Jednostrano izolirani balkoni:
toplinski most



- Dvostrano izolirani balkoni: istovremeno nosivi i izolirajući element, kontinuitet toplinskog plašta:
nema toplinskog mosta
(prekinut je)



- Nosivi termoizolacijski element za termičko odvajanje isturenih građevinskih dijelova zgrade (konzole, balkoni, nadstrešnice ...):

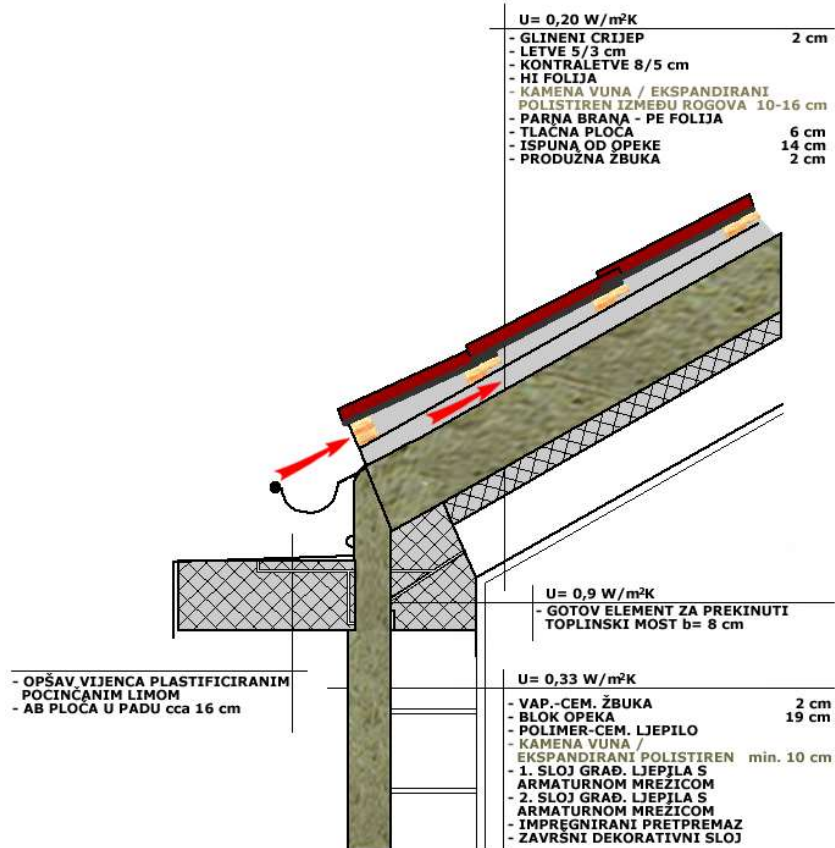


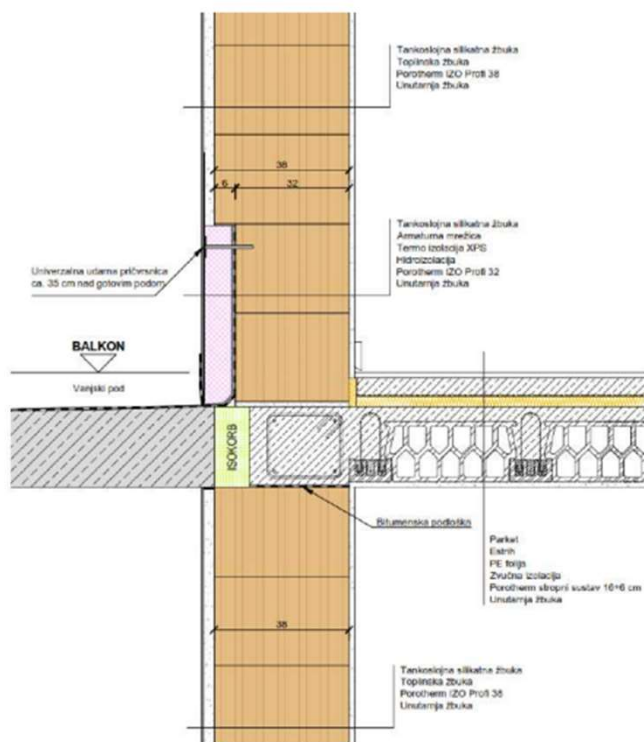
- Nosivi termoizolacijski element za termičko odvajanje isturenih građevinskih dijelova zgrade (konzole, balkoni, nadstrešnice ...):



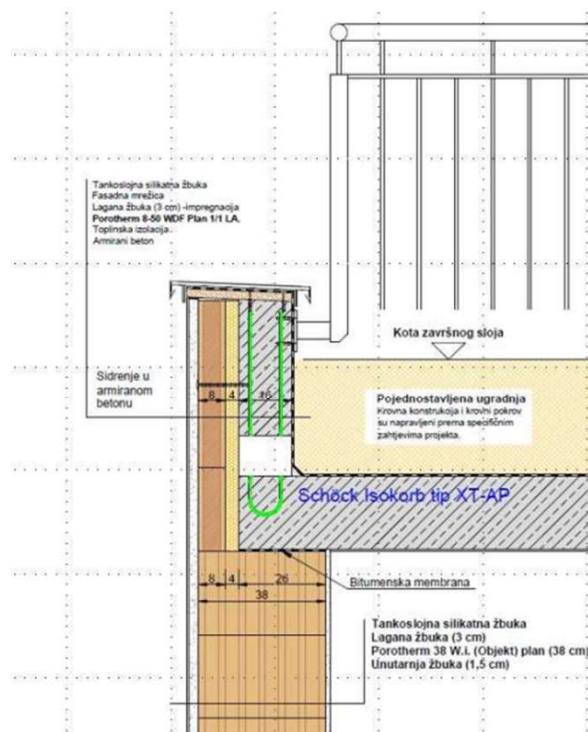
- Toplinski mostovi mogu se izbjeći projektiranjem (projektiranjem detalja):

TOPLINSKA IZOLACIJA MASIVNE KROVNE KONSTRUKCIJE

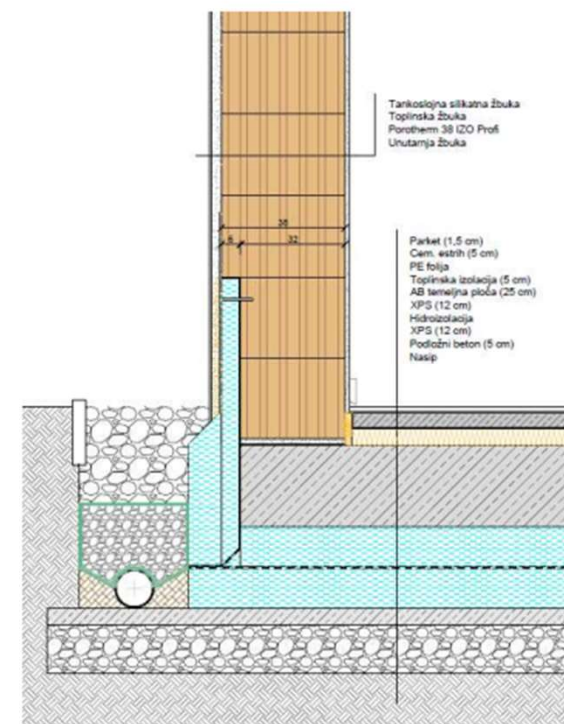




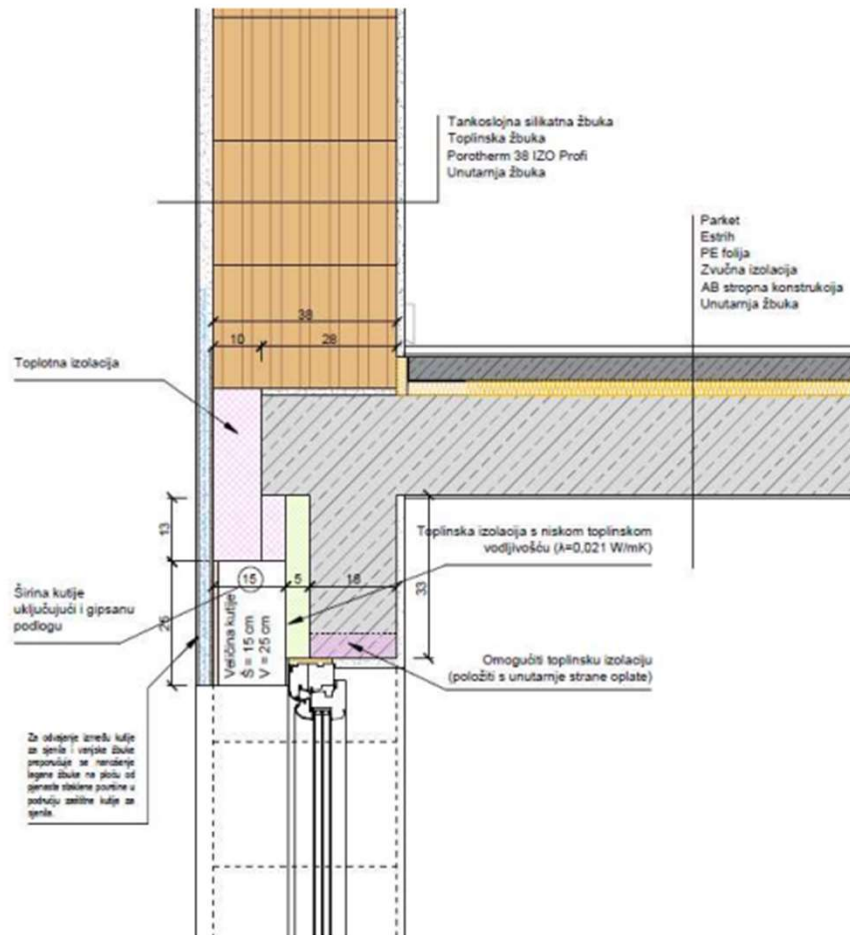
konzolni istak balkona



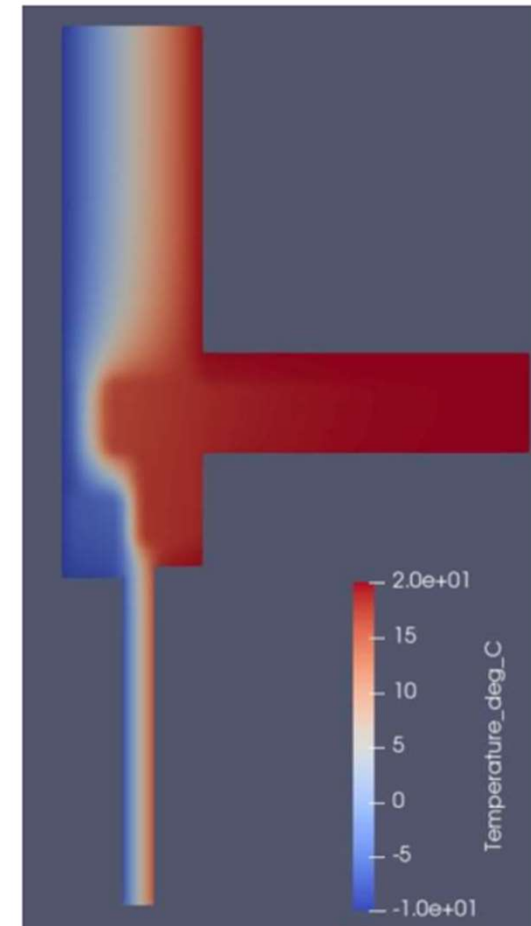
krovni nadozid



pod na tlu



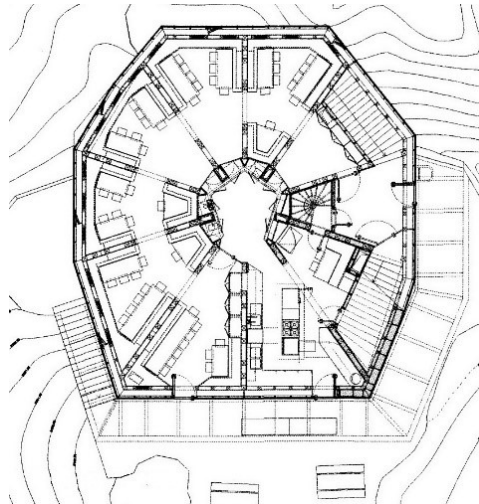
izolirana kutija za rolete



distribucija topline

4. PRIMJERI (aktivne i pasivne mjere energetske koncepta)

- Monte Rosa-Hütte, 2009., arh. Bearth & Deplazes, Chur



- Primjer integralnog projektiranja u ekstremnoj klimi
- Zgrada je odgovor na topografsku i klimatsku situaciju
- Minimalni volumen zgrade za doobivenu površinu (120 ležaja)
- Optimizirana geometrija zgrade: kompaktni volumen
- Zajednički prostori u prizemlju, stepenište prati putanju sunca, mali prozori na spavaonicama (Velux)
- Prefabricirani drveni okviri (lagana konstrukcija), 5 etaža
- 35 cm mineralna vuna kao izolacija + ventilirana Al fasada
- Samoodrživa zgrada 90%, autonomna, fotonaponske ćelije 85 m², solarni paneli 35 m², spremnici kišnice
- 2.883,5 mnv, površina pročelja 1.108 m², 4.3 mil E, 3.750 E/m² (6,5 mil. švicarskih franaka)

- Unilever Headquarters, 2009. Behnisch Architekten, Hamburg (Hafen City)



- Poligonalna struktura, P-2+P+6, središnji atrij osvijetljen prirodnom svjetlošću, krov optimiziran za propuštanje svjetlosti
- Vanjska “koža” zgrade ETFE membrana iza koje su prozori
- ETFE membrana: UV stabilna, 95% transparentna
- Aktivne betonske jezgre hlade uredske prostore
- LED rasvjeta, temperatura tla + voda
- „Ručna” kontrola grijanja i hlađenja: svatko može optimizirati svoje radno mjesto, prirodna i mehanička ventilacija



5. nZEB (nearly Zero Energy Building)

- Zakon o gradnji:

Zgrada gotovo nulte energije (nZEB, nekada u literaturi i G0EZ) je zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva.

Ta gotovo nulta, odnosno vrlo niska količina energije trebala bi se u vrlo značajnoj mjeri pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini, a za koju su zahtjevi utvrđeni posebnim propisom.

Na taj način je u HR zakonodavstvo prenesena: Direktiva 2010/31/EU o energetskom svojstvu zgrade (EPBD).

Konačna definicija nZEB je na svakoj državi članici.

Neobnovljivi izvori energije, zvani još i fosilna goriva, jesu izvori energije koji se ne mogu ponovno obnoviti, poput ugljena, nafte i prirodnog plina.

Obnovljivi izvori energije (OIE) jesu izvori energije koji se dobivaju iz prirodnih procesa i koji se stalno obnavljaju. U zgradama najčešće koristimo energiju sunca, energiju vode (podzemne vode, more, rijeke, jezera,...), energiju zemlje te biomasu.

Smjernice za projektiranje: gotovo nula energetska zgradu potrebno je projektirati: s povoljnim faktorom oblika i u skladu s bioklimatskim uvjetima, primijeniti optimalne materijale, elemente i toplinsku izolaciju, projektirati detalje s minimalnim toplinskim mostovima i za osiguranje niske zrakopropusnosti, osigurati rješenja za kontrolu insolacije, koristiti prirodno svjetlo, predvidjeti mehaničku ventilaciju s rekuperacijom te također predvidjeti dostupne i izvedive termotehničke sustave velike učinkovitosti ili s visokim udjelom obnovljivih izvora energije.

https://mgipu.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/EnergetskaUcinkovitost/Smjernice_2_dio_nZEB_mgipu.pdf

- Zgradu je poželjno projektirati na način da njezine energetske potrebe budu što niže.
- Ne postoje univerzalna rješenja za postizanje nZEB standarda. Potreban je koordiniran integralni pristup svih struka koje sudjeluju u projektiranju zgrade (projektanata arhitekture, fizike zgrade, termotehničkih sustava i elektroinstalacija, konstruktera) od koncepta i idejnog projekta zgrade, pa sve do izvedbenog projekta te stručna i pažljivo kontrolirana (nadzirana) izvedba.

Za zgrade gotovo nulte energije obavezno je ispitivanje zahtjeva zrakopropusnosti (engl. Blower door test) koje se provodi prema propisanoj normi prije tehničkog pregleda zgrade. Za stambene zgrade koje imaju više od jednog stana, zahtjev o zrakopropusnosti mora biti ispunjen za svaki stan.

Energetski certifikat nove zgrade izdaje se na temelju podataka iz glavnog projekta u odnosu na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu zgrade, pisane izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja zgrade, vizualnog pregleda zgrade i završnog izvješća nadzornog inženjera o izvedbi ukoliko je postojala obveza njegove izrade. U energetski se certifikat upisuje oznaka nZEB. Energetski certifikat izrađuje se elektronički i ispisuje isključivo putem Informacijskog sustava energetskih certifikata (IEC).

Faktor oblika zgrade predstavlja odnos oplošja i obujma grijanog dijela zgrade, $f_o = A/V$ (m⁻¹).

Oplošje grijanog dijela zgrade, A (m²), jest ukupna ploština građevnih dijelova koji razdvajaju grijani dio zgrade od vanjskog prostora, tla ili negrijanih dijelova zgrade (ovojnica grijanog dijela zgrade).

Obujam grijanog dijela zgrade, V_e (m³), jest bruto obujam, obujam grijanog dijela zgrade kojemu je oplošje A (m²).

Gubici topline kroz oplošje grijanog dijela zgrade bit će to manji što je ploština oplošja grijanog dijela zgrade A (m²) manja u odnosu na obujam grijanog dijela zgrade V_e (m³).

Oblikovanje zgrade ima važnu ulogu u postupku projektiranja energetske učinkovitosti zgrade jer direktno utječe na vrijednost faktora oblika.

Povoljniju, nižu vrijednost, faktora oblika imaju „kompaktne“ i veće zgrade.

Za postizanje standarda zgrade gotovo nulte energije (nZEB ili nZEB standard) potrebno je ispuniti određene zahtjeve ovisno o vrsti (namjeni) zgrade, lokaciji zgrade i o faktoru oblika zgrade.

Zahtjevi za zgrade gotovo nulte energije određeni su ovisno o vrsti zgrade: obiteljska kuća, višestambena zgrada, uredska zgrada, zgrada za obrazovanje, zgrada trgovine (na veliko i malo), hotel i restoran, bolnica, sportska dvorana, ostale nestambene zgrade.

Osim o vrsti zgrade, zahtjevi ovise o lokaciji zgrade (kontinent ili primorje) kao i o faktoru oblika zgrade f_o [m⁻¹].

Zahtjevi za zgradu gotovo nulte energije određeni su:

- godišnjom potrebnom toplinskom energijom za grijanje po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade, $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m²·a)],
- godišnjom primarnom energijom po jedinici ploštine korisne površine grijanog dijela zgrade E_{prim} [kWh/(m²·a)] koja ovisno o namjeni, a uključuje energiju za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu potrošne tople vode i rasvjetu,
- minimalnim udjelom isporučene energije podmirenim iz obnovljivih izvora energije,
- ispunjavanjem zahtjeva o zrakopropusnosti koji se dokazuje ispitivanjem na zgradi prije tehničkog pregleda zgrade.

Uvjeti koje treba realizirati u projektiranju i izvedbi za G0EZ (nZEB) standard

- niska primarna energija $E_{\text{prim}} / \text{m}^2 A_K$ (A+ energetski razred prema E_{prim})
- udio OIE > 30% u potrebnoj E_{del} (isporučenoj energiji)
- niska zrakopropusnost provjerena nakon izvedbe zgrade, prije uporabne dozvole

ID TPRUETZZ NN 70/18 - definira dopuštene vrijednosti $Q_{H,nd} / \text{m}^2$ i $E_{\text{prim}} / \text{m}^2$ (ukinuto je ograničenje za E_{del})

Tablica 8. – Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade i zgrade gotovo nulte energije zgrade grijane i/ili hlađene na temperaturu 18 °C ili više

ZAHTJEVI ZA NOVE ZGRADE i G0EZ	$Q_{H,nd} [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$						$E_{\text{prim}} [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$			
	NOVA ZGRADA i G0EZ						NOVA		G0EZ	
	kontinent, $\theta_{mm} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$			primorje, $\theta_{mm} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$			kont $\theta_m \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$	prim $\theta_{mm} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$	kont $\theta_{mm} \leq 3 \text{ }^\circ\text{C}$	prim $\theta_{mm} > 3 \text{ }^\circ\text{C}$
VRSTA ZGRADE	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$				
Višestambena	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	120	90	80	50
Obiteljska kuća	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$17,16 + 38,42 \cdot f_0$	57,50	115	70	45	35
Uredska	16,94	$8,82 + 40,58 \cdot f_0$	51,43	16,19	$11,21 + 24,89 \cdot f_0$	37,34	70	70	35	25
Obrazovna	11,98	$3,86 + 40,58 \cdot f_0$	46,48	9,95	$4,97 + 24,91 \cdot f_0$	31,13	65	60	55	55
Bolnica	18,72	$10,61 + 40,58 \cdot f_0$	53,21	46,44	$41,46 + 24,89 \cdot f_0$	67,60	300	300	250	250
Hotel i restoran	35,48	$27,37 + 40,58 \cdot f_0$	69,98	11,50	$6,52 + 24,89 \cdot f_0$	32,65	130	80	90	70
Sportska dvorana	96,39	$88,28 + 40,58 \cdot f_0$	130,89	37,64	$32,66 + 24,91 \cdot f_0$	58,82	400	170	210	150
Trgovina	48,91	$40,79 + 40,58 \cdot f_0$	83,40	13,90	$8,92 + 24,91 \cdot f_0$	35,08	450	280	170	150
Ostale nestambene	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	150	100	/	/

6. ZAKLJUČCI

- Zgradarstvo ima veliki potencijal energetske i ekološke uštede!
- Zbog dugog životnog vijeka zgrade imaju dug i kontinuiran utjecaj na potrošnju energije i okoliš!
- Cilj EU je smanjenje emisije CO₂ od čak 80-95% do 2050. godine (prema dugoročnoj viziji za klimatski neutralnu Europu do 2050. godine) koja će se etapno provoditi!
- Konačni cilj Europske unije je klimatski neutralna Europa do 2050. godine, a gradnja zgrada gotovo nulte energije u velikoj mjeri tome doprinosi!

https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/eu_strategy_2021.pdf

https://ec.europa.eu/clima/news_hr

-
- Podsjećamowww.gfos.hr... Direktiva EU 20/20/20 nije se ostvarila!

6. ZAKLJUČCI

Da bi se postigli navedeni ciljevi u projektiranju zgrada gotovo nulte energije potrebna je koordinacija svih struka čija projektna rješenja utječu na realizaciju zgrade (projektanata arhitekture, fizike zgrade, termotehničkih sustava i elektroinstalacija, konstruktera).

Koordinirani integralni pristup (holistički pristup zgradi kao jedinstvenoj cjelini) potreban je od idejnog rješenja i energetskega koncepta do rješenja izvedbenih detalja i kontrole izvedbe.

Zaključak: INTEGRALNO PROJEKTIRANJE!!!

Suradnja svih struka od početka rada na idejnom projektu!!!

(uz pomoć BIM softwara)

HVALA NA PAŽNJI!
zjurkovic@gfos.hr