

TOPLINSKOIZOLACIJSKI MATERIJALI U GRADITELJSTVU

Kod današnjih uobičajenih postupaka gradnje, potrebno je ovoj zgradi dodatno toplinski izolirati jer osnovni konstrukcijski materijali, koji zgradi osiguravaju nosivost i krutost, provode previše topline nego li je prihvatljivo. Zadaća je toplinske izolacije smanjivanje toplinskih gubitaka, a posredno i troškova za energiju, ali i zaštita nosive konstrukcije od vanjskih vremenskih utjecaja (npr. kiša, intenzivne promjene temperature i Sunčevo zračenje) i njihovih posljedica (kao što su vlaženje konstrukcije, smrzavanje u unutrašnjosti nosivih zidova, pregrijavanje). Poboljšana toplinska izolacija ovoja zgrade također neposredno utječe na čovjekov osjećaj u prostoru boravljenja jer su unutarnje površine zidova toplije, što poboljšava toplinski ugođaj u zgradi.

Pri izboru primjerenog materijala za toplinsku zaštitu zgrade treba poštovati nekoliko kriterija. Glavna karakteristika za odabir materijala jest toplinska provodljivost λ [W/mK]. Što je manja toplinska provodljivost, to je bolji toplinskoizolacijski materijal. Na postignutu toplinsku zaštitu zgrade utječe debljina i toplinska provodljivost toplinskoizolacijskog materijala. Mjerilo za toplinske gubitke kroz element ovoja zgrade je koeficijent prolaska topline U [W/m²K], koji mora biti što manji za dobro toplinski izoliran ovoj zgrade.

Pri ocjenjivanju raspoloživih materijala, osim toplinske provodljivosti važno je poštovati i druge kriterije kao što su protupožarna otpornost, difuzijska propusnost, gustoća materijala, stišljivost, trajnost, osjetljivost na navlaživanje. Odluka o izboru materijala povezana je s predviđenim mjestom i načinom ugradnje. Često je važan faktor pri odlučivanju i cijena materijala.

Ponuda toplinskoizolacijskih materijala na tržištu posljednjih je godina vrlo bogata. Osim uobičajenih i iskušanih klasičnih toplinskoizolacijskih materijala na tržište dolaze i novi, tj. alternativni toplinskoizolacijski materijali koje proizvođači često predstavljaju kao ekološke materijale.

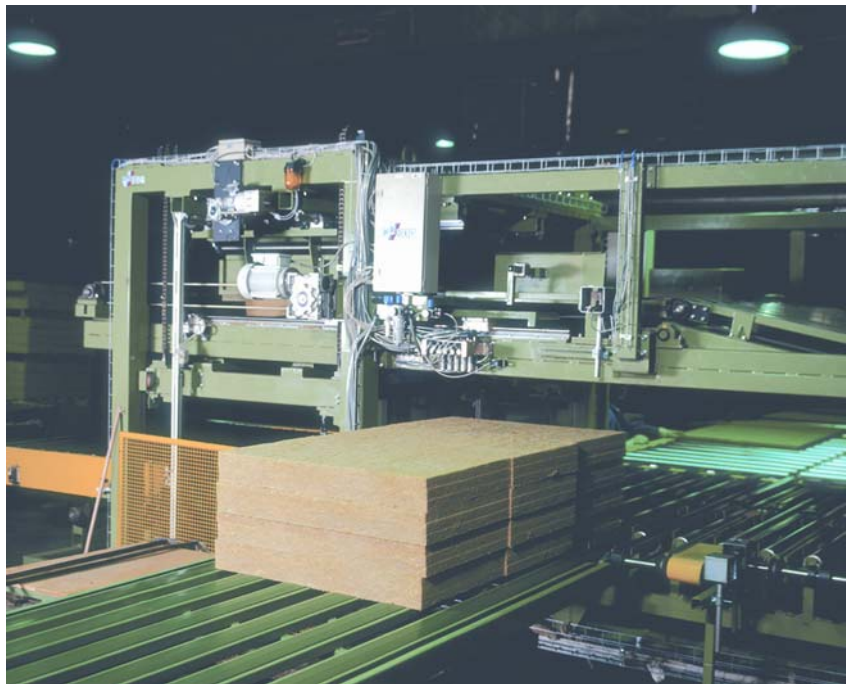
Podjela toplinskoizolacijskih materijala

Toplinskoizolacijski materijali mogu se podijeliti s obzirom na kemijski sastav i strukturu. Anorganski i organski materijali imaju predstavnika u skupini najčešće upotrebljivanih klasičnih toplinskoizolacijskih materijala. Od anorganskih materijala, na prvome je mjestu po opsegu uporabe toplinska izolacija od mineralnih vlakana, staklena i kamena vuna, od organskih materijala najvažniji su pjenasti materijali, na primjer ekspanzirani i ekstrudirani polistiren te pjenasti poliuretan.

S obzirom na fizikalno-kemijske karakteristike toplinskoizolacijski materijali mogu se podijeliti na vlaknaste i porozne materijale. Među vlaknaste materijale spadaju tvari od (umjetnih) mineralnih vlakana, biljnih i životinjskih vlakana. Poroznim materijalima pripadaju anorganske tvari, prirodne organske i sintetičke organske tvari.

S uporabnog stajališta važna je podjela na "tradicionalne" i tzv. "ekološke" ili "alternativne" toplinskoizolacijske materijale, koja je dosta uobičajena u praksi, iako nije najsretnija i mjestimično se može opovrgnuti.

Kao ekološki toplinskoizolacijski materijal označuje se materijal odnosno proizvod koji se odlikuje po tom da u cijelom životnom krugu, od proizvodnje preko uporabe do odstranjenja, što manje zagađuje okoliš. Energija potrebna za proizvodnju toplinskoizolacijskih materijala razlikuje se ovisno o materijalima. Nis-



Slika 1. Iz Termikine tvornice za proizvodnju kamene vune Tervol

Tablica 1. Podjela toplinskoizolacijskih (TI) materijala po kemijskom sastavu i strukturi

Anorganski TI materijali		Organski TI materijali	
TI materijali od mineralnih vlakana	Pjenasti TI materijali	TI materijali od biljnih i životinjskih vlakana	Pjenasti TI materijali
staklena vuna	penasto staklo	kokosova vlakna, slama	ekspand. i ekstrud. polistiren
kamena vuna	vermikulit	TI materijali od drvenih vlakana	anorganski TI materijali
	perlit	pamuk, ovčja vuna, celulozna TI, papirna TI	anorganski TI materijali
	ekspandirana glina	pluto	prozirne TI

ke vrijednosti odnosa potrebne energije u proizvodnji i postignute toplinske vrijednosti postižu mineralna vuna, celuloza, pluto, kokos, srednju vrijednost ima ekstrudirani i ekspanzirani polistiren, drvene ploče od strugotina i perlit, među energetski rasipne u fazi njihove proizvodnje pripadaju penasto staklo i drvene vlaknate.

I nakon uklanjanja toplinskoizolacijski materijali moraju što manje zagađivati okoliš, dobro je ako se mogu odložiti na odlagališta bez opasnosti emitiranja štetnih tvari u površinu zemlje. Mogućnost reciklaže, djelomične ili u cijelosti, dodatna je prednost.

Klasični toplinskoizolacijski materijali

Mineralna vlakna

Izolacija od mineralnih vlakana (kamena i staklena vuna) kemijski je neutralna, ne mrvi se, ne stari, pos-



Slika 2. Rezanje i oblaganje stropa staklenom vunom

tojana je pri visokim temperaturama. Kamena se vuna proizvodi od bazalta i diabaza s dodanim koksom pri temperaturi taljenja oko 1600°C, staklena vuna nastaje pretežno iz kvarcnog pijeska s mogućnošću dodavanja recikliranog stakla u elektropečima pri temperaturama oko 1350°C. Raspuhavanjem nastaju vlakna koja se povezuju dodavanjem veziva. U toj fazi mineralna vuna dobiva karakterističnu boju, staklena je vuna žuta, a kamena sivozelena.

Mineralna se vuna proizvodi u obliku ploča, u rolama, kašira se na različite nositelje (stakleni voal, ljepenuku, aluminijsku foliju). Toplinska provodljivost mineralne vune je dobra, u području između 0,03 i 0,045 W/mK, što je uvrštava u najbolje toplinske izolatore. Teškoću predstavlja brzi rast toplinske provodljivosti pri navlaživanju, stoga je potrebno posebnu pozornost posvetiti skladištenju, kvalitetnoj izvedbi par



nih brana i zapora i spriječiti ulaz vode u konstrukciju ovoja zgrade.

Slabost jest razmjerno mnogo energije potrebne u proizvodnji, oko 460 kW na kubični metar, iako iskorištavanje primarne energije često odstupa. Razgradivost materijala je slaba, stoga struka zahtijeva uvođenje postupaka recikliranja. Mineralna vuna, zbog sićušnih vlakana od kojih je sastavljena, može utjecati na zdravlje ljudi. Stoga se pri radu s mineralnom vunom treba pridržavati zaštitnih mjera. Ugrađuje li se na unutarnjoj strani zida, sićušna vlakna mogu se odstraniti dobrim prozračivanjem prostora. Mineralna vuna je široko rabljen i ekonomičan materijal.

Ekspandirani polistiren

Ekspandirani polistiren ima toplinsku provodljivost između 0,035 i



Slika 3. Oblaganje pročelja kamenom vunom

0,04 W/mK. Pravilno ugrađen to je postojan materijal, neutrovan, otporan na anorganske kiseline i soli, no ne na organska otapala te na ultraljubičasto zračenje i temperature više od 80°C. Dodaci mu smanjuju gorivost tako da se plamen po njemu ne širi. Svježe proizveden materijal dimenzijski je nestabilan i prije upotrebe mora odležati. Vodoupojnost je mala, osim u slučajevima kad je izložen dugotrajnom djelovanju vodene pare pri promjeni temperature i tlaka. S ekološkog stajališta potreb-

no je znati da je sirovina naftni derivat. Noviji proizvodni postupci ekspandiranja ne temelje se više na okolišu štetnim plinovima (CFC, HCFC) već na pentanu. Ekspandirane granule povezuju se u prisutnosti zasićene pare pri 110-120°C u blokove. Recikliranje za sada još nije uvedeno. Za proizvodnju kubičnog metra materijala potrebno je 400 do 1000 kWh energije. Prednost materijala je njegova niska cijena.

Ekstrudirani polistiren

Materijal, zbog drugačijeg postupka proizvodnje, ima zatvorene stanice i praktički ne upija vodu. Stoga je, unatoč većoj cijeni u usporedbi s ekspan-diranim polistirenom, gotovo nepogrešiv izbor na mjestima gdje je toplinska izolacija u neposrednom do-diru s vodom (toplinska zaštita pod-rumskih zidova, obrnuti ravni krov).

Proizvodni postupak je manje ugo-dan za okoliš nego proizvodnja eks-pandiranog polistirena, potrebno je nešto više energije, a u proizvodnji se rabe ozonskim slojevima štetni plinovi. Ekstrudirani polistiren je za razliku od uobičajeno bijeloga eks-pandiranoga polistirena obojen (svijetloplavo, svijetlozeleno, ružičasto) u karakterističnu boju pojedinog proizvođača.

Poliuretanske pjene

Poliuretanske pjene imaju nekoliko boljih toplinskoizolacijskih karakteristika, između 0.02 i 0.035 W/m²K. Sirovina za proizvodnju dolazi iz naftnoprerađivačke industrije, pri čemu kao nusprodukt nastaju otrovni plinovi (fosgen, isooktan). Done-davno su se u proizvodnji tvrdih pje-na rabili potisni plinovi štetni za ozonski plašt. U novijim postupcima za proizvodnju tvrdih pjena upotre-bljavaju se potisni plinovi pentan i izopentan te CO₂ kao potisni plin za proizvodnju mekih pjena. Ispuštanje štetnih kemijskih tvari nakon ugrad-nje je zanemarivo; slabost je razvijanje otrovnih plinova pri gorenju. Pri-



Slika 4. Izvedba izolacije ravnog krova ekstrudiranim polistirenom

marna energija za proizvodnju je između 750 i 1030 kWh/m³. Cijenom se poliuretanska pjena svrstava u skuplje materijale, u skupinu ekstrudiranog polistirena ili pjenastog stakla. Poliuretanska pjena upotrebljava se, prije svega, u industriji i kod nekih postupaka sanacije krovova. Otporna je na temperaturne promjene (do 100-150°C), vlagu i plijesan, ali i na ultraljubičasto zračenje. Zbog načina ugradnje i spajanja s drugim materijalima ili slojevima problematično je njezino uklanjanje.

Alternativni toplinskoizolacijski materijali

Suvremenim trendovima u graditeljstvu ne želi se samo smanjiti upora-ba energije u zgradi te tako manje opterećivati okoliš, već se ujedno želi ugrađivati okolišu ugodne ma-terijale. Tako su na tržištu na raspo-laganju različiti toplinskoizolacijski materijali od više ili manje prirodnih sirovina i recikliranih proizvoda.

Kod tih je proizvoda, uz prednosti vezanih na okoliš, u obzir potrebno uzeti i određene slabosti u usporedbi s klasično korištenim materijalima. Toplinska izolacija od celuloze, starog papira, drvenih otpadaka, ekspan-dirane gline, perlita, trstike, lana, slame, kokosa, pluta, pamuka ili ovčje vune ima uobičajeno nešto slabiju toplinsku provodljivost od klasičnih materijala. Isto tako još nema pouz-danih podataka o trajnosti svih tih materijala. Kod nekih su, posebno organskih materijala, potrebni dodaci za poboljšavanje protupožarne otpornosti iako, unatoč tome, ti mate-rijali ne postižu protupožarne otpor-nosti klasičnih izolacijskih materi-jala. Obično je cijena alternativnih materijala viša od uobičajenih pro-izvoda.

Celulozni pramčići

Među tzv. ekološkim toplinskoizo-lacijskim materijalima najpopular-niji su celulozni pramčići. Njihova



Slika 5. Ugradnja izolacije na osnovi celuloze

je prednost u tome što su reciklirani proizvod koji se dobiva preradom starih novina. Toplinskoizolacijske karakteristike izolacije od starog papira su odlične, cijena umjerena. Celulozni pramčići obrađuju se borovim smolama, što treba poštivati pri izboru odlagališta. Kemikalije koje se rabe u suvremenim tiskarskim procesima ne predstavljaju spomena vrijedno onečišćenje okoliša.

Mnogi se alternativni materijali, prije svega organskih izvora, obrađuju borovim vezivima, kako bi se smanjila njihova gorivost. Borovi spojevi su otrovni, stoga se pri radu s njima treba koristiti zaštitnim sredstvima. To je i razlog da ih ne valja kompostirati kao što to preporučuju neki proizvođači.

Pluto

Pluto i ekspanzirano pluto su toplinskoizolacijski materijali s dužom tradicijom uporabe. Njihova prednost su dobre izolacijske karakteristike, ne mrve se i ne gnjiju, rad s njima je jednostavan. Slabost su dugi transporti jer se pluto uvozi iz Portugala, Španjolske, Afrike. Za dobivanje pluta potrebne su velike plantaže, zbog 10-godišnjega vremenskoga razmaka između dvaju ljuštenja plute. U nekim se slučaje-

vima radi o recikliranim čepovima od pluta. Teškoću predstavlja dimenzijska nestabilnost proizvoda. Cijena proizvoda povezana je s kakvoćom.

Ovčja vuna

Ovčja se vuna može rabiti u starijim konstrukcijama, podovima i kao izolacija cijevi. Njezina je slabost pomanjkanje osnovne sirovine za širu uporabu. Velik se dio vune uvozi s

Novog Zelanda, što znači dugotrajan transport. Po izolacijskim karakteristikama ovčja se vuna može uspoređivati s tradicionalnim materijalima. Potrebni su dodaci za smanjenje gorivosti, tj. posebna obrada vlakana za postizanje samogasivosti. Nije preporučljivo izabrati ovčju vunu koja se obrađuje s borovom soli.

Pamuk

Pamuk je kao toplinskoizolacijski materijal na tržištu tek nekoliko godina. Dobar je toplinski izolator i cjenovno prihvatljiv. Za poboljšanje protupožarne otpornosti dodaju mu se borove soli. Tradiciju uporabe ima u Pakistanu i Egiptu, jer je tamo kao materijal jeftin i dostupan.

Materijalima od organskih prirodnih vlakana životinjskog ili biljnog izvora dodaju se biocidi za zaštitu od gamadi, što kod osjetljivih ljudi uzrokuje alergije. Zbog spomenutih dodataka ti materijali nisu primjereni za kompostiranje. I organska prirodna vlakna mogu, kao mineralna, prodrijeti u pluća i štetiti zdravlju,



Slika 6. Izolacija od ovčje vune

no zbog ograničenog opsega uporabe organskih vlaknastih materijala još nema odgovarajućih podataka o posljedicama.

Trstika

Trstika je u prošlosti služila kao toplinskoizolacijski materijal, a danas se od nje oblikuju izolacijske ploče.



Slika 7. Toplinska izolacija od kokosovih vlakana

Trstika se najčešće rabi za obnovu zgrada graditeljske baštine. Na sličan način upotrebljava se i slama, lan te izolacija od kokosovih vlakana. Izolacija od kokosovih vlakana po toplinskim karakteristikama pripada boljim materijalima, ne gnjili te obrađena s dodacima pripada normalno zapaljivim materijalima.

Drvena vlakna

Od drvenih vlakana s dodatkom mineralnih veziva oblikuju se izolacijske ploče. Unatoč nešto slabijoj toplinskoj provodljivosti ti proizvodi imaju veliku čvrstoću, negorivi su, lako se omotavaju i stoga imaju široko



Slika 8. Polaganje izolacija od drvenih vlakana



područje primjene. Preradom drvenih otpadaka i dodavanjem ljepila izrađuju se drvene vlaknate, tvrde ili meke ploče koje se često upotrebljavaju u kombinaciji s nasutim izolacijskim materijalima.

Perlit, vermikulit i ekspandirana glina

Perlit, vermikulit i ekspandirana glina su nasipni toplinskoizolacijski materijali. Ekološki nisu sporni, njihova je prednost negorivost. Za proizvodnju je potrebno mnogo energije. Pri ugradnji u vertikalne konstrukcije dolazi do slijeganja nasutog ma

terijala. Takvi se materijali mogu upotrebljavati kao punila toplinskoizolacijskih žbuka.

Pjenasto staklo

Pjenasto staklo je dobar toplinski izolator, paropropustan je, ne upija vodu, postojan na kemikalije, negoriv i ima visoku tlačnu čvrstoću. Za njegovu je proizvodnju potrebno mnogo energije i cijena mu je visoka.

Novu generaciju toplinskoizolacijskih materijala predstavljaju prozirne toplinske izolacije. Osim male toplinske provodljivosti, koja smanjuje toplinske gubitke, omogućavaju iskorištavanje Sunčeva zračenja za grijanje masivnog zida iza prozirne toplinske izolacije i tako doprinose poboljšanju toplinske bilance zgrade.

Zaključak

Smjer razvoja u 21. stoljeću pokazuje da je i pri razvoju oblikovanja izgrađenog okoliša važan trajan pristup naglašenoj brizi za okoliš i čovjeka. Područje toplinskoizolacijskih materijala jest s gledišta uključivanja tzv. ekoloških materijala u zgradu posebno zanimljivo, jer se u posljednje vrijeme na tržištu pojavljuju novi, alternativni izolacijski materijali. Pri odluci o izboru materijala, osim osnovnih karakteristika i cijene važno je poznavati njegov utjecaj na okoliš. Optimalni toplinskoizolacijski materijal ne postoji, stoga se odluka o izboru materijala mora temeljiti na svakidašnjoj prosudbi prednosti i slabosti.

T. Vrančić

Izvor: Informativni list
Za učinkovito rabo energije,
Gradbeni inštitut ZRMK

SIGURNOST OD POŽARA

Osiguravanje od požara u fazi idejnog projekta zgrade bitna je i vrlo često zakonska obveza.

Glavna je mjera pasivna konstrukcijska zaštita od požara koja uključuje bitne izolacijske proizvode. U smislu reakcije na požar, *Isover* mineralna vuna pripada proizvodima vrhunskih svojstava, a u smislu otpornosti na požar sustavi zadovoljavaju sve zahtjeve.

Propisi

Sigurnost od požara jedan je od osnovnih zahtjeva za sve vrste gradnje. Na nju se poziva na različitim razinama, počevši od općenite ocjene izvedbe konstrukcije do svojstava svakoga uporabljenoga proizvoda. U EEC zemljama definirana je kao bitan zahtjev u Smjernicama za građevinske proizvode (*Construction Product Directive* - CPD). Požarna svojstva konstrukcijskih dijelova karakterizirana su reagiranjem na požar (za proizvode) i otpornošću na požar (za sustave).

CPD (89/106/EEC) teži uspostavi ujednačenoga europskoga tržišta za građevinske proizvode uklanjanjem svih tehničkih prepreka u trgovini. Građevinski proizvodi i građevinski radovi trebaju ispuniti šest bitnih zahtjeva za građevine:

- mehaničku čvrstoću i stabilnost
- sigurnost u slučaju požara
- higijenu, zdravlje i okoliš
- sigurnost u uporabi
- zaštitu od buke
- energetska ekonomičnost i zadržavanje topline

Drugi zahtjev koji se odnosi na sigurnost od požara traži da rad mora biti projektiran i izveden na takav način da u slučaju požara:

- kapacitet nosivosti – opterećenja zgrade bude zajamčen u određenom vremenu

- nastanak i širenje požara i dima unutar zgrade bude ograničen
- širenje požara na okolinu zgrade bude ograničeno
- stanari mogu napustiti zgradu ili biti spašeni na drugi način
- sigurnost spasilačkih ekipa bude zajamčena.

Navedeni su minimalni zahtjevi koje moraju zadovoljiti proizvodi kako bi nosili CE oznaku proizvoda.

CE oznaka

CE oznaka je obvezatna pri puštanju proizvoda na europsko tržište. Ona pokazuje da su proizvodi ispitani u suglasnosti s europskim ispitnim metodama za određeni proizvod. Popis usklađenih tehničkih podataka daje tehničke podatke u obliku deklariranih vrijednosti proizvođača, uključujući važne reakcije na klasifikaciju požara.

Tablica 1. Podjela na protupožarne klase

Požarna klasa	Vrijeme do razbuktavanja	Doprinos povećavanju požara
A ₁	nema razbuktavanja	nema
A ₂	nema razbuktavanja	nema
B	nema razbuktavanja	XS
C	nakon 10 minuta	M
D	2 – 10 minuta	L
E	prije 2 minute	
F	nije A1 -E	

Klasifikacijski sustav zasnovan je na odluci komisije 2000/147/EC. Reagiranje na požarna ispitivanja dopušta ocjenu kako materijal vlastitim raspadanjem doprinosi požaru. Glavni relevantni parametri su sposobnost zapaljenja materijala, širenje plamena, količina proizvedenog dima, količina čestica oslobođenih vrućinom i pojavljivanje ili nerazbuktavanje vatre.

Klasifikacija je zasnovana na novoj europskoj reakciji na požarna ispitivanja koja su:

- EN ISO 1182 ispitivanje nezapaljivosti, objavljeno u veljači 2002.
- EN ISO 1716 određivanje ukupne kalorične vrijednosti, objavljeno u veljači 2002.
- EN ISO 11925-2 zapaljivost, objavljeno u veljači 2002.
- EN 13823 ispitivanje na gorenje (SBI), objavljeno u veljači 2002.

Ovisno o njihovim performansama građevinski materijali podijeljeni su u Euroklase.

Euroklase uvedene odlukom komisije (2000/147/EC) od 8. veljače 2000. daju zajedničku osnovu za usporedbu na reagiranje na požar za gotovo sve građevinske proizvode. Građevinski materijali podijeljeni su u klase, ovisno o tome kako utječu na početak požara, širenje požara i nastajanje dima. Izolacija od staklene

vune neće podržavati gorenje i ima najveću moguću klasifikaciju Euroklasa A (A1 & A2)

Otpornost na požar

Ispitivanje građevinskih proizvoda, dijelova ili sustava na otpornost na požar bit će u suglasnosti s novim europskim normama koje su zasnovane na međunarodno dogovorenim konceptima.

Na području otpornosti na požar klasifikacije su:

R – kapacitet opterećenja – nosivosti – sposobnost građevinskog elementa da izdrži izlaganje požaru bez ikakva gubitka stabilnosti	kao rezultat prolaza značajnih količina plamena ili vrućih plinova	Oznake R, E, I, prikazuju značajke (klasifikacije) proizvoda, dijela ili sustava nakon ispitivanja i mogu se rabiti u više dopuštenih kombinacija, nakon čega slijedi vrijeme klasifikacije (npr. R60, REI30).
E – integritet požara – sposobnost građevinskog elementa da izdrži izlaganje požaru bez prijenosa požara na stranu bez vatre,	I – požarna izolacija - sposobnost građevinskog elementa da izdrži izlaganje požaru bez prijenosa požara, kao rezultat značajnog prolaza topline s izložene strane na neizloženu stranu	

T. Vrančić
Izvor: *Isoverov* priručnik za arhitekta
