

TOPLINSKA IZOLACIJA ZGRADA

Sve skuplja energija za grijanje i hlađenje, novi tehnički propisi i norme, zamjetne klimatske promjene s nepredvidljivim tijekom, bolja obaviještenost investitora, projekatana i kupaca razlogom su i većeg interesa za što učinkovitijom toplinskom zaštitom. U zemljama EU potrošnja energije za grijanje zgrade niža je od 100 kWh/m² na godinu, a u Hrvatskoj je dva do tri puta veća. Potrošnja energije za grijanje mora biti što manja, a postiže se punom toplinskom izolacijom obodnih građevnih dijelova zgrada (zidova, podova, krovova).

Donesen je *Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama* (Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva 1.7.2005.), s prijelaznim razdobljem i obveznom primjenom od 1. srpnja 2006.

Preuzete su europske norme HRN EN za izradu građevno-fizikalnih proračuna iz područja toplinske zaštite, uštede energije, difuzije i kondenzacije vodene pare.

Jedna od novina jest *Iskaznica potrebne energije za grijanje zgrade*, sastavni dio dokumentacije o održavanju i unapređivanju bitnih zahtjeva za građevinu. Iskazana je najveća dopuštena godišnja potrebna toplina za grijanje po jedinici ploštine uporabne površine zgrade (kWh/m²a) i obujma grijanog dijela zgrade (kWh/m³a). Obvezatno se prilaže dokumentaciji potrebnoj pri tehničkom pregledu zgrade, a potvrđuju je svojim žigom projektant i izvođač zgrade. Iskaznica mora biti dostupna kupcima, najmoprimcima i drugim ovlaštenim korisnicima zgrade ili njezina dijela.

Na taj se način uspostavlja jednostavan kriterij jasne komparacije između pojedinih zgrada što se tiče potre-

bne energije za grijanje i izravno uz to povezanim kakvoćom izvedbe i udobnosti uporabe zgrade.

Iz tablice 1. može se izračunati kolika će biti prosječna godišnja potrošnja energenata za 1 m² vanjskog zida izrađenog od različitih građevnih materijala s toplinskom izolacijom i bez nje. Vrijednost koeficijenta prolaza topline U (W/m²K) pomnožena sa 100 približno pokazuje koliko će se potrošiti kWh na godinu, a pomnožena sa 10 kolika će biti potrošnja u m³ zemnog plina odnosno litara loživoga ulja.

Oznakom U označuje se koeficijent toplinske provodljivosti koji je definirani kao količina topline koja u jedinici vremena prolazi jedinicu kroz površine pri temperaturnoj razlici 1 K.

Kondenzacija vodene pare

Vanjski građevni dijelovi zgrade (zidovi, podovi, krovovi) bez toplinske izolacije ne zadovoljavaju tehničke propise glede kondenzacije vodene pare i sprječavanja nastanka građevinske štete.

Vanjske građevne dijelove grijane zgrade treba toplinski izolirati najmanje toliko da zbog kondenzacije vodene pare nastale difuzijom unutar građevnog dijela ne nastane oštećenje, a isto tako da temperatura unutrašnje površine građevnog elementa bude viša od temperature rosišta zraka u prostorijama (100% vlažnost), a poželjno je da radi sprječavanja razvoja mikroorganizama ne prelazi ni razinu od 80% vlažnosti na unutrašnjoj površini građevnog elementa.

Tablica 1. Vrijednosti koeficijenta prolaza topline U (W/m²K) i približan izračun utroška energenata

Vanjski zid	Topl. prov. λ W/(mK)	Deb.zida (cm)	Bez ETICS sust. (W/m ² K)	Vanjski zid s ugrađenim ETICS* sustavom sa STIROPOR EPS-F. U (W/m ² K)			
				5 cm	6 cm	8 cm	10 cm
Beton	2,50	16	4,27	0,65	0,55	0,43	0,35
		18	4,13	0,64	0,55	0,43	0,35
		20	4,00	0,64	0,55	0,42	0,35
Šuplji blokovi od gline (blok opeka)	0,48	19	1,77	0,53	0,47	0,37	0,31
		25	1,45	0,50	0,44	0,36	0,30
		29	1,29	0,48	0,42	0,35	0,29
Puna opeka od gline	0,68	25	1,86	0,54	0,47	0,38	0,32
		38	1,37	0,49	0,43	0,35	0,30
Šuplji blokovi od betona (blokete)	1,10	19	2,92	0,60	0,52	0,41	0,34
		25	2,52	0,58	0,51	0,40	0,33
		29	2,31	0,57	0,50	0,39	0,33
Porobeton	0,18	20	0,78	0,39	0,35	0,30	0,26
		25	0,64	0,35	0,32	0,27	0,24
		30	0,54	0,32	0,29	0,25	0,22

* Povezani sustav za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) na osnovi Novolit STIROPORA EPS-F

Zimi je u grijanim prostorijama parcijalni tlak vodene pare veći od parcijalnog tlaka vodene pare vanjskog zraka. Vodena para zato prelazi iz područja višeg u područje nižeg tlaka. U slučaju nedovoljno toplinski izoliranih vanjskih zidova ili stropova, u kontaktu ohlađene unutrašnje površine s toplim unutrašnjim zrakom vodena se para može kondenzirati na unutrašnjoj površini građevnog elementa (površinska kondenzacija).

Kod nepovoljnog postavljanja toplinske izolacije, s unutrašnje, toplije strane zida ili stropa prema negrijanom ili vanjskomu prostoru, moguća je i pojava kondenzacije vodene pare unutar konstrukcije. Pri tome nastaju građevinske štete i unutar građevnog elementa (truljenje, navlaženost slojeva, opadanje toplinskoizolacijskih svojstava).



Keramičke su pločice spriječile pojavu gljivica ali nastaju na stropu

Difuziju vodene pare i unutrašnju ili površinsku kondenzaciju treba proračunati za svaki grijani građevni dio zgrade koji graniči s vanjskim zrakom ili negrijanim prostorom.



Primjer unutrašnje kondenzacije zbog neispravno izoliranoga vanjskog zida

Kada je površinska temperatura zida/stropa niža od temperature točke rošenja zraka u prostoriji, već i za najmanje povećanje vlažnosti iznad normalne na površini se u dodiru s toplim i vlažnim zrakom iz prostorije kondenzira vodena para i nastane kondenzat. Taj je problem posebno prisutan kod toplinski neizoliranih područja u vanjskim obodnim pregradama, takozvanim konstruktivnim toplinskim mostovima (primjerice: toplinski neizolirani armiranobetonski serklaži u zidovima od blok opeke). Na ovaj proces utječe i prozračivanje prostorija. Česti su slučajevi ugradnje PVC ili metalne stolarije koja ne zadovoljava propise glede dozvoljenih izmjena zraka.

Posljedice su dobro poznate, ali često nisu prepoznate. To je nastanak mikroorganizama (gljivica i plijesni), bubrenje i otpadanje boje i žbuke sa zidova, nedozvoljeno vlaženje građevnog elementa. U takvim je mikroklimatskim uvjetima boravak u prostorijama nezdrav i neudoban. Razlog za nastanak površinskog kondenzata, pa tako i razvoja mikroorganizama, su građevni vanjski elementi nezadovoljavajućega toplinskog otpora, toplinski mostovi, nedovoljno izolirani ili neizolirani betonski nadvoji iznad prozora, stupovi na uglovima zgrade, serklaži, vijenci, a pogotovo istake balkona i zidova i dr. Kad jednom nastanu, gljivice i plijesni ne mogu se trajno ukloniti bez dodatne toplinske izolacije vanjskih građevnih dijelova zgrade. U takvim je slučajevima toplinsku izolaciju potrebno ugraditi s vanjske strane.

Premazi i slični proizvodi neće spriječiti nastanak površinske kondenzacije, mogu samo na kratko djelovati na nastale produkte kondenzacije (mikroorganizme), bez učinka na udobnije i zdravo stanovanje i uštedu energije. Potrebno je obratiti pozornost i na kemizam ovih proizvoda.

Povezani sustav za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) na osnovi Stiropora EPS-F

Za pročeljne toplinskoizolacijske sustave na ekspaniranom polistirenu Hrvatska je preuzela europsku normu HRN EN 13499:2004 – Povezani sustavi za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) na osnovi ekspaniranog polistirena (*External Thermal Insulation Composite Systems* (ETICS) based on expanded polystyrene).

Ova norma upućuje na zahtjeve koje u vezi s toplinskom zaštitom trebaju ispuniti toplinskoizolacijski građevni proizvodi za zgrade.

Sustav čine:

- toplinskoizolacijske ploče ekspaniranog polistirena STIROPOR EPS - F zalijepljene i prema potrebi mehanički pričvršćene na vanjski zid kao građevni element zgrade
- armirajući sloj s alkalno postojanom staklenom mrežicom utisnutom u cementnom građevinskom ljepilu
- završno-zaštitna dekorativna žbuka ("fasada").

Brojne građevine diljem svijeta, raznih namjena, oblika i površina obloženi su ovim vodećim sustavom u toplinskoj izolaciji vanjskih zidova. Nakon 40 godina primjene i uvođenja novih materijala svih slojeva sustava, praktične provjere načina i detalja ugradnje, sa sigurnošću se može jamčiti njegova dugogodišnja trajnost i učinkovitost.

Značajke sustava čini ravna površina bez vidljivih obrisa ploča. Ploče se ugrađuju na novim i starim zgradama. Sustav sprječava nastajanje šteta zbog kondenzacije vodene pare koja difuzijom ulazi u građevni dio zgrade te kondenzaciju vodene pare i nastanak uvjeta za razvoj gljivica i plijesni na unutrašnjoj površini građevnih elemenata grijanih prostorija. Primjenom sustava nepotrebna je dodatna toplinska izolacija stupova,

nadvoja, serklaža i dr. Osigurana je toplinska stabilnost građevnog elementa ljeti i zaštita od prevelikoga dilatacijskog rada te stabilnost u uporabi i dugogodišnje ugodno i zdravo stanovanje zimi i ljeti. Sustav je optimalna i najekonomičnija toplinska zaštita vanjskih zidova. Ovisno o debljini izolacijskih ploča i klimatskim uvjetima, uložena se sredstva za toplinsku izolaciju vraćaju već nakon 3 godine.

Lijepljenje stiropor EPS-F ploča na podlogu

Izolacijske se ploče ekspaniranog polistirena stiropor EPS F, dimenzija ploča 100 cm x 50 cm, polažu na rubni početni profil ravno postavljen i zalijepljen građevinskim ljepilom na zid, te mehanički učvršćen plastičnim tiplama s čeličnim vijkom. Rubni se profil postavlja najmanje 30 cm od razine tla.

Ploče se polažu odozdo prema gore, a postavljaju se najprije na uglovima zgrade.

U svakom sljedećem redu postavljaju se s izmaknutim sljubnicama (fugama) za 1/2 ploče. Na uglovima se ploče moraju sudarati naizmjenično. Oko otvora se ne smiju koristiti ploče uže od 50 cm, a isto tako i na uglovima. Treba izbjegavati ugradnju ploča užih od 20 cm. Prije polaganja na rubni početni profil, na donji duži rub prve ploče potrebno je nanijeti građevinsko ljepilo da bi se sustav zaštitio od prodora vlage, insekata, vatre i dr.

Na svim krajevima sustava koji ne završavaju profilima, stiropor ploče treba zaštititi od utjecaja vlage, kukaca, vatre i dr. Prije postavljanja stiropora EPS - F, na podlogu se građevinskim ljepilom zalijepe trake alkalno postojane staklene mrežice u širini 10 cm i još ostavi nezalijepljene mrežice 10 cm + debljina izolacijskih ploča. Nakon punoplošne ugradnje ploča gladilicom se na rub ploče i 10 cm po dužini ploče nane-



Početni se profil zalijepi i mehanički pričvrsti na zid

se ljepilo, mrežica se preklopi preko ruba ploče utisne u ljepilo i zagladi gladilicom.

Građevinsko ljepilo je gotovo, tvornički pripremljeno, dovoljno paropropusno i vodoodbojno, praškasto ljepilo za ručno nanošenje. Potrošnja ovisi o ravnosti podloge, a prema normativu za lijepljenje ploča na podlogu iznosi 4,5 do 5,5 kg/m².

Kontaktna površina između ploča i podloge mora biti najmanje 40% površine ploče. Čvrstoća na raslojavanje između stiropora i podloge prema HRN EN 13494 ne smije biti niža od 80 kPa.

Ljepilo se nanosi naokolo uz rub ploče u širini od 5 cm i po sredini ploče najmanje tri točke (mrlje) oko 10 cm promjera. Nanos ljepila na



Ploče se pritisnu na podlogu odmaknute od susjednih ploča i zatim uz njih tijesno priljube

Toplinska izolacija

ploču ne smije biti deblji od 2 cm. Kod potpuno ravnih podloga ljepilo može se nanositi po cijeloj površini ploče i punoplošno, paralelno s dužom stranicom ploče u debljini od 1 cm.

Ploče se postavljaju na podlogu tako da su malo odmaknute od susjednih ploča i zatim se pritisnu uz podlogu i priljube uz susjedne ploče. Ljepilo ne smije ući u sljubnice ploča, a kada i uđe treba ga skinuti lopaticom.

Pošto se pritisnu uz podlogu i poravnaju laganim pritiskom ruke ili letve, ploče se više ne smiju dirati najmanje 24 sata nakon lijepljenja. Ako se ploče nakon ravnjanja i postavljanja pomiču, može se očekivati slabija veza ploča i podloge.

Ploče ekspanziranoga polistirena često se samo točkasto lijepe na podlogu. Slobodno strujanje zraka između ploča i podloge ne pridonosi poboljšanju toplinske izolacije. Zato se i preporučuje nanošenje ljepila oko rubova ploča, kako bi se strujanje zraka svelo na minimum.

Ovisno o ravnosti i kvaliteti podloge, vještini i iskustvu izvođača radova, nije nužno ugrađivati ploče s preklapom.

Ploče trebaju biti tijesno priljubljene jedna uz drugu. U fuge šire od 2 mm mora se bez lijepljenja utisnuti traka ekspanziranoga polistirena ili PU pjena i poravnati s pločama.

Kod izbočina na površini podloge izolacijske se ploče s unutrašnje strane moraju stanjiti, rezanjem vrućom žicom ili struganjem. Isto tako za prevladavanje većih neravnina, kada nije izvršeno ravnjanje grubom žbukom, režu se ploče manjih debljina i lijepe na podlogu po istom pravilu.

Za rezanje i obradu ploča preporučuju se jednostavni alati s vrućom žicom. Tako obrađene ploče imaju zatvorenu čelijastu strukturu.

Spojevi (sudari) sustava s neizoliranim građevnim dijelovima zgrade: balkoni, parapeti, stupovi, strehe i

dr. trebaju se odvojiti reškama ili odgovarajućim profilima jer na tim spojevima može doći do odvajanja žbuke.



Na uglovima i kutovima ploče se moraju sudarati izmjenično u svakom sljedećem redu



u sljubnice ploča, jedan od razloga ocrtavanja obrisa ploča na pročelju.

Špalete se izoliraju nakon punoplošne ugradnje stiropora EPS – F. Trake izrezane iz ploča stiropora, obično manjih debljina utisnu se i zalijepje na špaletu. Punoplošne ploče Stiropora - F pokrivaju čelo (rub) ploče špalete. Najranije 24 sata nakon lijepljenja ploča poravna se (odreže i prebrusi) kut špalete. Na spojevima s doprozornicima i dovratnicima moraju se postaviti nepropusne trake za brtvljenje ili se izvede reška i ispuni trajnoelastičnim akrilatnim kitom.



Alkalno otporna staklena mrežica uvijek se postavlja u istome smjeru, utisne se u svježe ljepilo i odmah zagladi od sredine prema krajevima

Za izvedbu zaobljenih površina zgrade kao što su: balkoni, erkeri, stubišta i dr. ploče se s pomoću uređaja s vrućom žicom pod kutom režu na manje dijelove.

Najranije 24 sata nakon lijepljenja, ravnom letvom dužine 4 metra valja provjeriti ravnost površine ploča. Daskom za brušenje na kojoj je brusni papir nalijepljen s jedne strane, veličine 30 cm x 40 cm, bruse se neravnine okomito na sljubnice ploča. Nakon brušenja ploča moraju se ukloniti sitne čestice i granule stiropora. Ako se brusi manjim komadima brusnog papira, koji nije na podlozi, a još i paralelno sa sljubnicama ili kružno, učinak je redovito nastanak valova na pločama, što je, uz ulazak ljepila



Završna se 100 postotna akrilna žbuka na Color Prime nanosi najranije nakon dva sata

Toplinska izolacija vanjskih zidova s unutrašnje strane

Kondenzat na unutrašnjim površinama vanjskih zidova ili stropova redovito je uzrokom nastanku gljivica. Rješenje je dodatna toplinska izolacija. U praksi je ponekad nemoguće dodatnu toplinsku izolaciju izvesti s vanjske strane, posebice kada se radi o višekratnim zgradama. U tim se slučajevima toplinska izolacija izvodi s unutrašnje strane, bez obzira što se ne rješavaju problemi ljetne toplinske stabilnosti i akumulacije topline.

Izvedba *Novolit Stiroporom EPS 200* je jednostavna. Potkonstrukcija (metalne ili drvene gredice) se mehanički pričvrsti na zid, a između se utisnu ploče *Novolit Stiropora EPS-200* (ploče ekspaniranoga polistirena – EPS prema HRN EN 13163) debljine 4 – 5 cm.

Završni se sloj najviše izvodi gipsanim kartonskim pločama, mehanički pričvršćenim na potkonstrukciju. Prije izvedbe završnog sloja punoplošno se između stiropora i gipsanih ploča mora postaviti PE folija debljine 0.2 mm preklopima 20 cm.

Umjesto gipsanih kartonskih ploča završna se obloga može izvesti i drvenim daščicama (lamperija). Jednaki se postupkom obrade i špaleta oko vanjskih otvora.

Završna se obrada gipsanim kartonskim pločama izvodi tako da se fuge premoste samoljepljivim trakama, površina pregleta i nanese boja za unutrašnje radove. Mogu se zalijepiti i zidne tapete.

U slučaju kada su serklaži i stupovi s vanjske strane toplinski izolirani (kombi ploče u izgubljenj oplati) uglavnom nije potrebno toplinsku izolaciju nastaviti na susjedne unutrašnje građevne elemente (najmanje 30 cm). Nastavak se toplinske izolacije može izvesti s istim stiropor pločama, debljine najmanje 3 cm. Na zalijepljene se ploče može nanijeti staklena mrežica u sloju građevnog

ljepila i poravnati gladilicom. Završno se obradi bojom za unutrašnje radove.

Procjena o potrebi ovakve dodatne izolacije i izvedbi donosi se za svaki slučaj posebno, ovisno o zatečenom stanju, nastaloj šteti, presjeku konstrukcije, iskustvu korisnika tih prostora i dr.

Mogući razlozi štete na vanjskim žbukama

Ljeti se, kroz povezane sustave za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) na ekspaniranom polistirenu (stiroporu), ili mineralnoj vuni, ili sustavima za vanjsku toplinsku izolaciju s kombi pločama i višeslojnom žbukom, toplina slabo prenosi na masivni građevni dio zgrade (vanjski zid, strop iznad otvorenog prolaza i dr) jer su između vanjske žbuke i masivnog zida ugrađene toplinskoizolacijske ploče velikoga toplinskog otpora (stiropor, kombi ploče, kamena vuna). Radi toga su i naprezanja u svim vanjskim slojevima žbuke višestruko veća nego u žbuci izravno nanesejoj na masivne građevne dijelove zgrada.

Zato se i razlikuju svojstva sustava žbuke koja se izravno nanosi na masivne vanjske građevne dijelove zgrade od sustava žbuke na toplinskoizolacijskim materijalima.

Ako izbor svih slojeva sustava nije sukladan i kompatibilan doći će do šteta, tj. nastanka pukotina i u krajnjem slučaju otpadanja žbuke. Povezani sustavi za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) moraju biti tako formulirani da gledajući iznutra prema van otpor difuziji vodene pare svakog sloja treba biti sve manji.

Preporučuje se ugrađivati provjereni i normama sukladne sve slojeve žbuke od jednog dobavljača, što je i jedan od bitnih zahtjeva Tehničkog propisa o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (MZOPUG, NN 79/05).

Primjerice, tradicionalno miješanje žbuke na gradilištu, prema iskustvenim omjerima, u ovim se sustavima

nikako ne smiju primijeniti, a česte su štete i poradi primjene neodgovarajućih građevnih ljepila (ljepilo za keramiku umjesto odgovarajućeg polimer cementnog ljepila).

Armaturni slojevi na toplinskoizolacijskim pločama (alkalno otporna staklena mrežica + ljepilo) i završne dekorativno - zaštitne žbuke (pročelje) ne smiju biti deblji od propisanih. S tim se slojevima ne smiju ni izravnavati neravnine površina na koje se sustav ugrađuje. Isto vrijedi i za lake žbuke armirane žičanom mrežicom (rabic). Što su slojevi deblji, akumuliraju više topline, a ako je njihova debljina nejednolika, različito se stežu i rastežu, što je također jedan od razloga šteta na sustavu.

Građevinske su štete na žbuci u pročeljnim povezanim toplinskim sustavima vidljive. Nije svejedno kako se izvode ovi sustavi. Kada se ne poštuju procedura, preporuke proizvođača i hrvatske norme, velika je vjerojatnost nastanka građevinske štete. Uz pogrešnu izvedbu, kondenzacija je vodene pare u slojevima sustava žbuke čest uzrok šteta koje se očituju u bubrenju, vlaženju i otpadanju žbuke. Zato se i ustraje na provjeri difuznog tijeka i vremena isušavanja kondenzata u pojedinim slojevima. Nestručni odabir materijala također je jedan od uzroka šteta.

Završne žbuke moraju biti dovoljno vodoodbojne. U protivnom se zbog upijanja vode u zimskom razdoblju voda smrzne i, povećavajući svoj obujam degradira žbuku. Rezultat su pukotine na žbuci i u krajnjem slučaju njezino otpadanje. Zbog razlika dnevnih temperatura na površini žbuke skuplja se rosa. Preporučljivo je ugrađivati vanjske žbuke s antifungicidnim dodacima.

Nastanak pukotina na žbuci može se potpuno izbjeći pravilnom ugradnjom.

Najuočljiviji je dio svake zgrade njezino pročelje, obilježje je kvalitete i skladnosti.

Obodni građevni dijelovi zgrade, pa tako i vanjski zidovi, najviše utječu na mikroklimatske uvjete boravka u

prostorima zgrada. Kroz vanjske se zidove i otvore gubi polovina energije za grijanje, a njihova je nedovolj

na toplinska izolacija uzrokom neudobnim i nezdravim uvjetima boravka u zgradi zimi i ljeti.

Ivo Poparić i Mateo Biluš

PRIMJENA MATERIJALA TOPLINSKE IZOLACIJE U HRVATSKOJ

Osnovna je funkcija vanjskog zida stambene građevine kao konstruktivnog elementa ograđivanje prostora od raznih utjecaja kao što su atmosferski utjecaji (kiša, vjetar...), zatim gubitak topline u razdoblju grijanja i pregrijavanja prostora zgrade ljeti te sprječavanje prijenosa zvukova. Parametar koji karakterizira gubitke topline kroz zidove jest koeficijent prolaska topline U (W/m^2K) koji ovisi o toplinskoj provodljivosti λ . Ako se koeficijent prolaska topline pomnoži s 10, dobiva se veličina koja pokazuje koliko je energenta potrebno za grijanje po m^2 vanjskog zida na godinu.

Osim koeficijenta prolaska topline, za vanjski je zid vrlo važno da ne dolazi do kondenzacije vodene pare koja može uzrokovati pogoršanje toplinske izolacije zida te razaranje strukture zida povećanjem obujma kondenzirane vodene pare zbog smrzavanja. Ljeti su važne dinamičke toplinske karakteristike vanjskoga zida koje pridonose smanjenju zagrijavanja zraka u zgradi, a time i potrošnje energije koja je potrebna za rashlađivanje (klimatizaciju).

Stručna je ugradnja toplinske izolacije veoma važna jer se pravilnom ugradnjom sprječava mogućnost brojnih toplinskih mostova koji se u graditeljstvu često pojavljuju. Toplinski su mostovi mjesta gdje dolazi do povećanih toplinskih gubitaka radi zahtjeva konstrukcijske izvedbe gradnje (betonske ploče za balkon ili kao podloga za vanjsku opeku ventiliranog pročelja i sl.).

Toplinski mostovi ne uzrokuju samo veće toplinske gubitke građevine, već slabo utječu na ugodaj i mikroklimu (pojavu plijesni u uglovima, na

pregradama prozora, na balkonsko-me tlu...). Odgovarajućom upotrebom izolacijskih materijala i pravilnim projektiranjem, problem toplinskih mostova u većini se slučajeva može izbjeći.

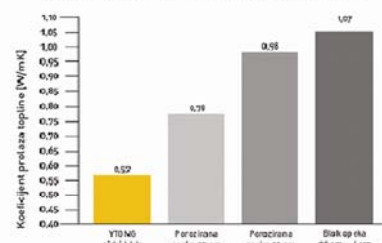
Unutarnja toplinska izolacija gipsanim sustavima

Toplinska izolacija umanjuje gubitak topline. Osim prozora i vrata koji se neispravno zatvaraju ili su nedovoljno izolirani, veliki gubitak topline uzrokuju neispravno izvedeni građevni elementima na građevinama. Visoke prostorije i nedovoljno izolirani podovi kritična su mjesta koja se mogu i naknadno toplinski izolirati primjenom unutarnje izolacije. Takvi su postupci bez teškoća tehnički izvedivi i istodobno financijski prihvatljivi. Unutarnja je toplinska izolacija gipsanim sustavima za današnje uvjete dobro rješenje. Velika se većina prostorija upotrebljava individualno i samo u kratkom vremenskom razdoblju. Prostore u kojima se boravi ili radi treba brzo zagrijati, a regulacija topline valja biti jednostavna i precizna. U prostoriji koja je toplinski izolirana iznutra sva se energija za zagrijavanje troši na grijanje zidnih površina i zraka prostorije - to je brzo i štedljivo, jer se energija ne gubi odnosno nema nepotrebne akumulacije topline u okolnim građevnim elementima.

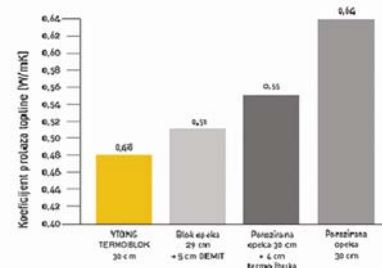
Toplinska izolacija s porobetonom kao građevnim materijalom

Osnovna odlika i posebnost građevnog materijala od porobetona odlična je toplinska izolacija, koja se postiže već s jednoslojnim zidom. Visoka toplinska izolacija jednoslojnog

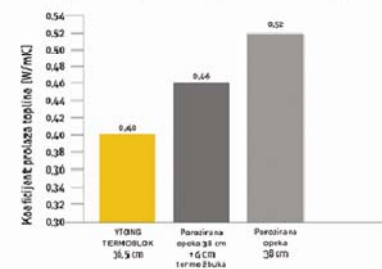
Usporedba toplinske vodljivosti za zidove 25 cm



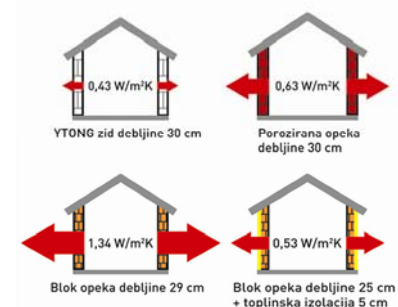
Usporedba toplinske vodljivosti za zidove 30 cm



Usporedba toplinske vodljivosti za zidove > 36 cm



Prolaz topline kroz zidove



Usporedba prolaza topline kroz zidove od različitih materijala

zida znači niže troškove i kvalitetnu zaštitu - zimi od hladnoće, ljeti od vrućine. Osnova za nju je posebna

struktura materijala. Svaki element sustava gradnje od porobetona sadrži na tisuće malih zatvorenih zračnih pora. Budući da je zrak najbolji toplinski izolator, zračne pore osiguravaju dovoljne vrijednosti prenošenja topline (λ , lambda) već s osnovnim građevinskim materijalom.

Zidni blokovi imaju vrijednost λ 0,14-0,20 W/mK. Time postižu U - vrijednost zida 0,43 W/m²K već kod debljine zida od 30 cm. Stoga se već s jednoslojnim zidom debljine 30 cm udovoljava kriterijima o toplinskoj zaštiti u zgradama, a za postizanje optimalnih ušteda zbog sve skuplje energije za zagrijavanje i hlađenje, najpovoljnije je rješenje vanjski zid od termoblokova debljine 36,5. Iste vrijednosti daje zid od opeke debljine 38 cm s 6 cm dodatne toplinske izolacije, ili zid od opeke debljine 30 cm s 9 cm dodatne toplinske izolacije.

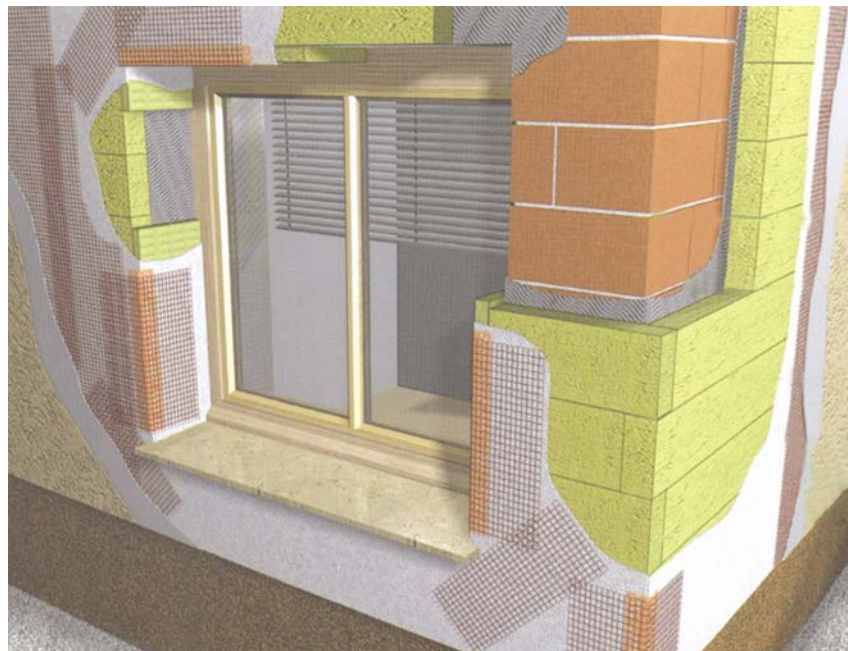
Blok porobetona od 30 cm rješenje je za vanjski zid kojim će se štedjeti energija i ujedno zadovoljiti novi Tehnički propisi o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama čija je primjena obvezatna u Hrvatskoj od 1. srpnja 2006.

Izolacija vanjskih zidova - Fasaterm

Fasaterm je sustav izolacije zida s lamelama od kamene vune TERVOL® DP-9 LAM, koji zbog svojih svojstava osigurava toplinsku, zvučnu i protupožarnu zaštitu. Predviđen je za novogradnju i dodanu izolaciju kod postojećih neizoliranih građevina. Zbog dimenzija i dobre vitkosti

lamelle su pogodne za obradu zaobljenih dijelova građevine.

Na samom početku izvođenja sustava pregleda se kvaliteta podloge (ravnost i neravnine). Ukoliko su odstupanja veća od 1 cm na 4 m, potrebno je neravnine izravnati žbukanjem. Ako se radovi izvode na betonskom zidu i ukoliko su na zidu ostaci ulja



Prikaz potrebnih ojačanja na rubovima i kutovima



Faze izvođenja sustava Fasaterm

s oplata, potrebno ih je isprati vodom. Ukoliko je podloga postojeća žbuka (staro pročelje), potrebno je provjeriti nosivost. Staro pročelje nije nosivo ako se osipa. Mehanički čekićem ili strugačem skidaju se svi nenosivi dijelovi, a nosivi se očiste i s njih se ukloni prašina.

Nakon pripreme podloge određuje se visinu osnovnog sokl - profila koji se pričvršćuje pričvršćnicama do 3 kom/m. Lijepljenje lamela izvodi se polimerno - cementnim ljepilom nanesenim na zid ili na lamelu nazubljenim gleterom ili strojno. Bolja prionjivost se postiže nanošenjem, tj. utiskivanjem ljepila gleterom direktno na lamelle. Visina zubaca gletera mora iznositi najmanje 12 mm. Lamelle se postavljaju s pomakom u odnosu na prethodni red te tako da u spojeve lamela ne ulazi ljepilo.

Toplinska izolacija

Prije nanošenja polimerno – cementnog ljepila i utiskivanja tekstilno – staklene mrežice (otporne na alkali-je) veličine oka 4x4 mm, potrebno je obraditi uglove i otvore. Nakon toga se armaturna mrežica postavlja odozgo prema dolje utiskivanjem u polimerno - cementne ljepilo čeličnom nehrđajućom gladilicom. Slijedi pregletavanje drugim slojem polimerno - cementnog ljepila tako da je položaj armaturne mrežice u sredini ili vanjskoj trećini polimerno – cementnog ljepila.

Nakon sušenja od najmanje 7-10 dana (ovisno o vremenskim uvjetima, završnom sloju i preporukama pojedinih proizvođača ljepila i završnih

slojeva) potrebno je najprije nanijeti na zidove impregnirajući premaz kako bi se ujednačila upojnost površine. Kao završni sloj preporučuje se silikatni, silikonski i silikonsko – silikatni završni slojevi minimalne debljine zrna 1,5 mm, a ukoliko se upotrebljava mineralni završni sloj, valja upotrijebiti žbuku koju preporučuje proizvođač za sustave pune toplinske zaštite s kamenom vunom.

Sustav je ispitan i certificiran u Institutu građevinarstva Hrvatske.

Kamena vuna *Rockwool*

Toplinski gubici kroz konstrukciju ovisni su o debljini pojedinih elemenata konstrukcije i njihove toplinske

prohodnosti λ (W/mK). Kamena vuna *Rockwool* pa radi svojih odličnih izolacijskih osobina i niske vrijednosti toplinske provodljivosti (0,035 do 0,040 W/mK) pridonosi snižavanju toplinske provodljivosti konstrukcije. Time se smanjuju i toplinski gubici građevine i uvjetuje da toplina ostaje u njoj. Sličan učinak ima toplinska izolacija u slučaju primjene ploče od kamene vune debljine 10 cm, u razredu toplinske provodljivosti 040 koja u toplinskoizolacijskom smislu ima jednak učinak masivni betonski zid debljine 2 m.

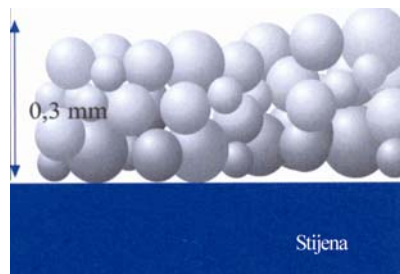
Pripremila: T. Vrančić

IZVOR web stranice raznih proizvođača

TERMOSHIELD –TEHNOLOGIJA ZA ZAŠTITU KUĆE

TermoShield je skupina proizvoda visoke tehnologije za pročelja, krovove i unutarnje prostore. Značajke *TermoShielda* osiguravaju ugodnu klimu u svim građevinama, uštedu troškova grijanja i hlađenja, zaštitu pročelja i krova od štetnih utjecaja okoliša te propadanja.

TermoShield je razvila NASA u okviru projekta *Space Shuttle* početkom sedamdesetih godina 20. stoljeća za zaštitu materijala i života astronauta u svemiru. Uporabom vakuumiziranih keramičkih dijelova (*Ceramic Bubbles*) veličine nekoliko djelića milimetra, inženjerima NASE uspjelo je da je *Space Shuttle* izdržao promjene temperature veće od 2000 °C.



Shematski prikaz sloja mjehurića

To pionirsko otkriće koje je unatoč ubrzanju višekratne brzine zvuka ostalo na svojoj podlozi i danas služi

kao zaštitni štít svemirskoga broda. U kombinaciji s vezivom koje vrlo dobro prijanja nastala je *tekuća keramička pločica*.

Prilagodbom za civilnu uporabu, termokeramički premaz je dalje razvijan i obogaćivan drugim važnim značajkama za uporabu u graditeljstvu. Osnova slična boji ovog proizvoda danas predstavlja sustav uštede energije i dugotrajnu zaštitu.

TermoShield u proljeće i ljeti odvodi vlagu koju je zid primao tijekom vlažnog razdoblja. Tako se površina koja je njime presvučena ponaša kao ljudska koža koja se znoji. Površina se ishlapljivanjem hladi i time učinkovito odstranjuje neugodnu toplinu iz unutrašnjosti zgrade. Pri tom se namaz sam štiti od raspadanja refleksijom štetnog dijela sunčeva zračenja. Protiv neželjenog pregrijavanja površine pročelja, koje uzrokuje sunčevo zračenje, djeluju mjehurići zajedno s vezivom, neovisno o tonu boje. Time se znatno snižava temperatura u zgradi te šteti energija potrebna za hlađenje.

Istodobno *TermoShield Exterior* ljeti priprema zgradu za nastupajuću zimu. Zid postaje suši i time odličan sprem-

nik topline, samo suhi plašt grije. Zgradu će stoga trebati manje grijati jer je zidni spremnik napunjen i polako se prazni. U unutrašnjosti zgrade stanari se ugodno osjećaju zbog povišene temperature unutarnjih površina zidova. Dakle, postiže se veća stambena ugodnost s manje grijanja.



Prikaz multifunkcijskoga djelovanja *TermoShielda*

Navedeni se procesi ponavljaju iz godine u godinu. Ako se ljeti izvadi staklenka iz hladnjaka i ostavi vani,

na njezinoj se vanjskoj stijenci pojavljuje kondenzat. Ista se pojava primjećuje kad nakon zimskih mjeseci postaje toplije i zračna vlaga kondenzira na hladnim vanjskim stijenama zgrade, gdje odmah zatim ispari. Tako je osiguran proces hlađenja zgrade ljeti i suhi zidovi zimi.

TermoShield se nanosi kao boja na osnovne slojeve žbuke, betona ili metala. Nije potrebna nikakva posebna oprema ili priprema. Nanosi se valjkom ili četkom, za veće površine rabe se *Airless* uređaji za špricanje (*Airless* znači bezzračno). Zaštitna membrana se odmah suši. Za izvođenja ili nakon izvođenja ne oslobađaju se za zdravlje štetna otapala ili njihove pare.

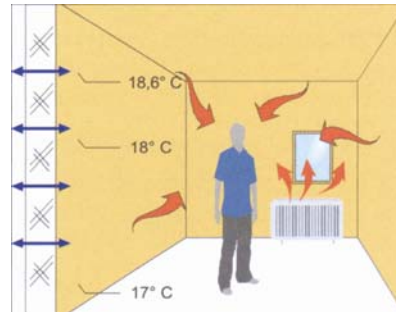
TermoShield Interieur

Osjećaj ugodnosti pitanje je klimatskih odnosa. Vanjski je zrak ljeti vlažniji nego zimi. *TermoShield* usisava vlažan zrak koji zatim ispari u smjeru zida koji je zimi postao suh i može bez opasnosti preuzeti zračnu vlagu. Keramički premaz tako hladi zidove. Zidovi zrače ugodnu hladnoću te je boravak u zgradi, unatoč visokim vanjskim temperaturama, ugodniji.

Membrana u keramičkom premazu jednakomjerno raspoređuje toplinu u prostoru. Temperaturna razlika između poda i stropa je manja od 1 °C. Ujedno sprječava pojavu kondenzata i plijesni bez dodatnog pozračivanja koje proizvedenu toplinu doslovce ispuhuje kroz prozor.

Zidovi premazani *TermoShield Interieur*om tvore veliku keramičku površinu i djeluju u hladnim mjesecima kao kaljeva peć koja svoju ugodnu toplinu zrači u prostor. Keramičke šupljikave kuglice koje tvore premaz munjevito provode toplinu od izvora preko površina zidova i stropova. Oni zatim zrače toplinu jednakomjerno u prostor. Istodobno premaz preuzima prekomjernu vlagu iz zidova i ispušta je u zrak. Time nastupa izo-

lacijski učinak jer suhi zidovi izoliraju bolje od vlažnih. Ohlađeni će se prostori brže zagrijavati. Dugoročno se štedi energija. U praksi je dokazano da se uštedi 30 posto energije za grijanje.



Nastajanje ugodnog zračenja topline

TermoShield Exterieur

Nakon nanosa *TermoShield Exterieura* topli zrak i sunce pomažu brzo stvaranju učinkovite zaštite od padalina. Prekomjerna vlaga u zidu zbog membranske tehnologije brzo isparava. Otporne, guste keramičke kuglice pomiču se i time sprječavaju prodor vode. Otpornost na opterećenja iz okoline, kao npr. smog, kiseline, soli, ozon, ultraljubičasto zračenje, omogućava visoka elastičnost koja sprječava pojavu pukotina koje nastaju zbog krhkosti i starenja materijala u duljim vremenskim razdobljima. Mnogo je manje i pukotina zbog napetosti jer termička zaštita osjetno smanjuje utjecaj različitih rastezanja u građevnim materijalima.

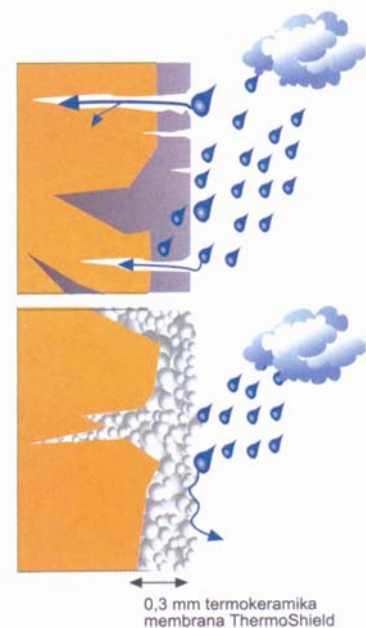
TermoShield je otporan na vremenske promjene poput pljuska, tuče ili snijega. Kako materijali ostaju suhi smanjen je rizik od neželjenoga zelenog proćelja što je često sporedna pojava stvaranja kondenzatne vode. Zbog visokog sadržaja keramike i sprječavanja stvaranja vlage na površinama nema plijesni, lišajeva ni mahovine te nikakvih uvjeta za njihov razvoj.

Premaz *TermoShield* povećava izolacijske sposobnosti zida a da ga ne zatvara i omogućuje dovoljno propuštanje zraka.

Koristi i uštede

Temeljna su ishodišta uštede energije otpornost na utjecaje okoline i hidrotermičke procese moderne okoline. Spriječeni nastanak pukotina, otpornost na zračenje, smanjena konvekcija i kontrolirano zaustavljanje tvorbe kondenzata ne pripomažu samo lijepom izgledu već i energetske učinkovitosti.

Kvalitetu *TermoShielda* određuju dvije odlične komponente: keramičke šupljikave kuglice (klimakeramika) i vezivu dodani fakultativno sinkronizirani aktivatori. Robusna kuglična struktura i specijalno vezivo daju *TermoShieldu* neobično dug životni vijek. Oblikuje se stalna zaštita od vlage koja je paropropusna.



Prikaz zaštite od sunca sa solarnim dobitkom

Građevnim materijalima tako povećava izolacijsku sposobnost i nanovo omogućava akumulaciju topline (solarni dobitak).

Tanja Vrančić