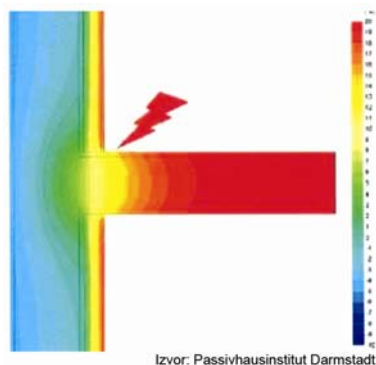


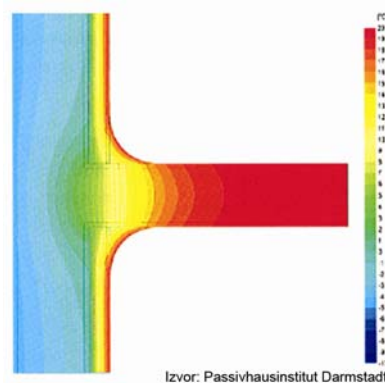
OBNOVA STANA U STANDARDU PASIVNE KUĆE

Opisuje se energetska obnova stana na četvrtome katu višestambene zgrade u Beču da bi se smanjili toplinski mostovi. Potpuna energetska obnova zgrade s izolacijom na vanjskoj strani, što je najučinkovitije, nije bila moguća zbog neslaganja stanara drugih stanova. Vlasnik stana odlučio je svoj stan toplinski izolirati s unutarnje strane, a obnovu je izveo u standardu pasivne kuće.

Kada je toplinska izolacija na unutarnjoj strani vanjskoga plašta, na spoju međukatne ploče i zida dolazi do sniženja temperature. Na tome mjestu može doći do kondenzacije i time do oštećenja građevne konstrukcije (slika 1.), posebno ako je ona drvena.



Slika 1. Loša izvedba konstrukcijskog detalja međukatna ploča – zid



Slika 2. Dobra izvedba konstrukcijskog detalja međukatna ploča – zid

Unutarnja izolacija vanjskih zidova stvara područja nižih temperatura na spoju zida i međukatne ploče. Samo dodatno izoliranje međukatne ploče sprječava kondenzaciju vlage.



Slika 3. Pročelje zgrade u kojoj je obnovljen stan

Projekt je izrađen stručno, proračunom PHPP (*The Passive House Planning Package*) i brojnim simulacijama optimiziranja toplinskih mostova koji bi se mogli pojaviti na konstrukciji. U svaki je prozorski otvor uz postojeće prozore s dvostrukim ostakljenjem ugrađen prozor s trostrukim ostakljenjem za dobru akustiku i odlično smanjivanje vanjske buke čak i nižih frekvencija. Ugrađen je suvremeni sustav ventilacije s izmjenom topline (otpadni zrak na izlazu iz sustava predaje svoju toplinu čistom zraku na ulazu u sustav) i zračno-vodena pumpa za grijanje prostora i tople vode. Zrakonepropusnost obnovljenog stana odgovara standardu pasivne kuće. Zahtjevi energije za grijanje smanjeni su s 126 kWh/m²a na 13,9 kWh/m²a.

Višekatna je stambena građevina izgrađena 1960. i ima šest katova zajedno s potkrovljem.

Stan koji se obnavljao na četvrtom je katu. Nad njim je, na petome katu, još jedan stan. Na sjevernoj su strani zidovi vertikalni, a na jugu je kosi krov s krovnim prozorima. Na istoku je stan povezan sa susjednom zgradom, a dijeli ih protupožarni zid. Na zapadnoj je strani stubište s dizalom i susjedni stan s ulaznim vratima. Na slici 4. prikazan je tlocrt stana na kojem je crvenom linijom označena granica toplinske obnove stana po standardu pasivne kuće. Prozori i vrata označeni su plavo, žuta linija pokazuje unutarnju toplinsku izolaciju.

Orijentacija stana je jug – jugozapad što omogućava ugradnju sunčane elektrane snage 2 kW u skoroj budućnosti. Stan ima 70 m² uporabne stambene površine i faktor oblika A/V



Slika 4. Tlocrt stana

0,37 (odnos oplošja zgrade (A) i grijanog volumena zgrade (V)). Takav faktor izražava dobru kompaktnost stana.

Konstruktivni elementi

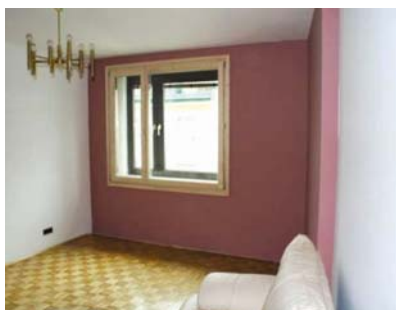
Zgrada je izgrađena od opeke, bez toplinske izolacije. Zid jug – jugozapad je od armiranoga betona deblji-

ne 22 cm prekrivenog s 5 cm debelim panelima heraklita na kojima je 2 cm pročeljne žbuke. Međukatne ploče su od betona. Dnevni prostor i prostor za spavanje su na strani sjever – sjeverozapad, a kuhinja i kupionica su orijentirani na jug – jugozapad. Stan su grijala tri plinska konvektora na vanjskim zidovima. Za pripremu tople vode upotrebljavali su se protočni grijači.

Tablica 1. Prikaz U-vrijednosti prije i poslije obnove

Građevni element	U-vrijednost [W/m ² K]	
	prije obnove	poslije obnove
Vanjski zid	2,69	0,13
Kosi krov	1,18	0,11
Krovni zid	1,18	0,078
Strop	1,62	0,086
Zid prema stubištu	2,15	0,49
Prozori prema sjeveru na vertikalnome zidu	2,00	0,80
Krovni prozori na južnom kosom krovu	2,50	0,87
Ulazna vrata	2,00	0,72

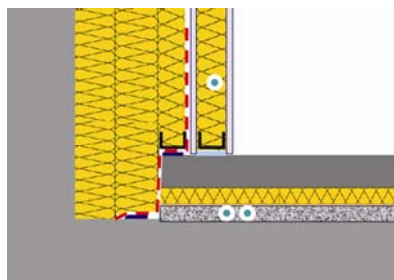
Izolacija vanjskog zida sastojala se od 25 cm unutarnje izolacije s *Difunorm VARIO* klimatskom membranom (parna brana). Uz postojeće dvostruke prozore dodani su novi s trostrukim ostakljenjem čije su šupljine ispunjene plemenitim plinom argonom. Na bočne je zidove postavljena unutarnja izolacija od 10 cm.



Slika 5. Izolacija zida s novim prozorom

Zid prema krovu – plivajući estrih ne dodiruje vanjske zidove tako da

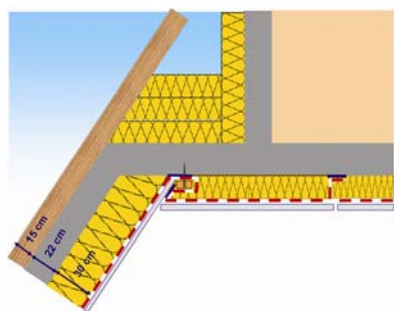
unutarnja izolacija bolje izolira kritični spoj (slika 6.)



Slika 6. Prikaz izolacije zida prema krovu

Parna je brana pričvršćena na nosivi zid i osigurava zrakonepropusnost. Zatim je postavljena toplinska izolacija između zida i plivajućega estriha. Za sprječavanje toplinskoga mosta prema kosom zidu uz krov zid je trebalo izrezati tako da sloj toplinske izolacije ostane neprekinut.

Kosa krovna ploča toplinski je most kosoga krova odozgo prekriven s 30 cm toplinske izolacije, a na donju je stranu spušenoga stropa ugrađeno 6 cm toplinske izolacije.



Slika 7. Prikaz izolacije kosoga zida prema stropu

Otvor ispod krova gotovo je sasvim ispunjen izolacijom. Krov je bio djelomično otkriven za lakši pristup i mogućnost postavljanja toplinske izolacije u otvore ispod krova. Zamijenjeni su i svi krovni prozori stana novima s trostrukim ostakljenjem. Vlasnik je stana želio na južnom kosom krovu postaviti veće prozore između kojih bi bili sunčani kolektori. Nažalost, konstrukcija je betonska te bi izvedba novih otvora zahtijevala predugi rad pneumatskim čekićem, što bi stvaralo preveliku bu-

ku ostalim stanarima, pa se od te ideje moralo odustati.

Većina plašteva građevina ima toplinske mostove, mjesta gdje toplina prolazi kroz građevne elemente zgrade zbog konstrukcijskih ili oblikovnih razloga. Uobičajeni toplinski mostovi nastaju pri spojevima čelika, betona ili drva, kod žljebova, spojeva međukatnih ploča i zidova, kod balkona i drugih istaka, kod okvira vrata i prozora. Ti toplinski mostovi povećavaju prijenos topline kroz plašt zgrade, na njima može doći do kondenzacije vlage. Toplinski su mostovi pri smanjivanju potrošnje energije za grijanje vrlo važni. Pasivne kuće moraju biti bez toplinskih mostova jer proračuni pokazuju da je na taj način moguće uštedjeti do 60 posto svih toplinskih gubitaka. Većina je projekatana svjesna značenja smanjivanja toplinske provodljivosti vanjskoga plašta, rizika od kondenzacije te nastanka plijesni. Za sprječavanje toplinskih mostova najučinkovitiji je toplinskoizolacijski sloj na vanjskoj strani plašta zgrade izveden bez prekida. Iako, posebno pri sanacijama, ugradnja toplinske izolacije na vanjskoj strani zida nije uvijek moguća. Toplinska se izolacija stoga ugrađuje s unutarnje strane, a vrlo je važno da su parne brane i zrakonepropusni slojevi dobro promišljeni i odgovarajuće planirani te odlično izvedeni.

Geometrijski toplinski most nastaje na mjestima gdje se debljina zidova smanjuje zbog istaka. Toplinski gubici nastaju na rubovima i uglovima. Toplinsku je izolaciju potrebno izvesti bar na 30 cm više zida od veličine istaka.

Toplinski mostovi nastaju pri probojima slojeva toplinske izolacije zbog spojeva različitih instalacija (na slici 8. prikazani su novoizvedeni odvod i dovod zraka za uređaj za prozračivanje prostora i grijanje) i građevnih elemenata. Sve je potrebno odgovarajuće izolirati.



Slika 8. Detalj odvoda i dovoda zraka na krovu

Toplinski je most i sidro za potkonstrukciju obješenoga stropa. Da bi se takvi toplinski mostovi izbjegli, pot

rebno je plastičnim elementom fizički odvojiti metalno sidro za unutarne konstrukcije.

Zbog zrakopropusnih mjesta u plaštu zgrade dolazi do konvekcije toplinskih gubitaka. Plašt zgrade stoga mora biti zrakonepropustan što se ispituje *Blower Door* testom. *Blower Door* test služi za mjerenje propusnosti zraka u građevini tako da se na vrata ugrađuje ventilator koji stvara razliku tlaka od 50 Pa u odnosu na vanjski zrak. Sva vrata i prozori moraju biti zatvoreni da bi se dobilo stvarno stanje propusnosti građevine. Kroz konstrukciju građevine zrak prodire van zbog razlike u tlakovima te se označava s n50 (n je broj količine zraka koji se izmijeni pri razlici tlaka 50 Pa u jednome satu).

Robert Schild, Tanja Vrančić