

RJEŠAVANJE TOPLINSKIH MOSTOVA

Aktivni toplinski mostovi na toplinskoizolacijskom plaštu zgrade veliki su problem za udobnost stanovanja, a istodobno znatno povećavaju toplinske gubitke. Rješavanju toplinskih mostova kod vrlo dobrih niskoenergetskih i pasivnih kuća potrebno je pristupiti planski i već u samoj fazi izrade projektne dokumentacije. Veliku pozornost potrebno je posvetiti i nadzoru njihove izvedbe. Porasti je beton zbog svojih odličnih toplinskih karakteristika više nego pogodan kao masivni materijal za zidanje spomenutih građevina. Uporabom sustavnih elemenata od porastoga betona toplinski se mostovi rješavaju jednostavnije i brže te se njihov utjecaj znatno smanjuje već u samoj nosivoj konstrukciji zgrade.

jent linijske toplinske provodljivosti jest $\psi \leq 0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Propisani kriterij osigurava da se na spojevima površinski ne kondenzira vlaga iz zraka. Koliko je bolja kvaliteta toplinske izolacije, toliko se razmjerno povećava i značenje toplinskih mostova te njihov utjecaj na toplinsku bilancu. No isto tako, bez obzira što je zgrada vrlo dobro toplinski izolirana, a bez riješenih toplinskih mostova, može udio toplinskih gubitaka zbog toplinskih mostova predstavljati više od trećine svih transmisivskih gubitaka. Potrebno je posebno upozoriti na protok unutarnjeg, vlažnog zraka u konstrukcijski sklop što je uzrokovano propusnošću spojeva ili njihovim prekidanjem. Ta se pojava naziva konvek-

zgrade gdje mogu nastati toplinski mostovi, pažljivo ih planirati te precizno izvesti pri samoj gradnji.

Na primjeru gradnje dvolitarske niskoenergetske Ytong kuće *Moja* u Sloveniji prikazat će se pravilno projektiranje za rješavanje toplinskih mostova. Već je u fazi pripreme projektne dokumentacije posebna pozornost posvećena kritičnim mjestima gdje bi moglo doći do pojave toplinskih mostova. Nabrojiti ćemo samo neka mjesta: spoj vanjskog zida i ploče iznad kata, spoj vanjskog zida i trakastog temelja, spoj međukatne ploče i vanjskog zida, spoj terase i vanjskog zida, mjesto sidrenja kliznih sjenila na jugozapadnome pročelju, mjesto sidrenja segmentiranog žlijeba na istočnome i zapadnome pročelju građevine, mjesto ugradnje prozora po sustavu RAL. Navedeni toplinski mostovi nisu numerički obrađeni i termografski simulirani već je prikazan princip njihova planiranja i izvedbe.

Spoj trakastog temelja i vanjskog zida

Spoj trakastog temelja i vanjskog zida kod masivne je gradnje toplinski most. No, u slučaju gradnje porastim betonom ta je situacija drukčija. Naime, porasti beton kao konstrukcijski materijal ima odličnu toplinsku provodljivost, $\lambda = 0,096 \text{ W/m}^2\text{K}$, pri gustoći materijala $300\text{--}400 \text{ kg/m}^3$ i tlačnoj čvrstoći $2,5 \text{ MPa}$. Polaganjem prvog reda termobloкова na trakasti temelj prekida se toplinski most, odnosno postiže takozvana *toplinska peta*. U ekonomskom i tehničkom pogledu, to je najbrže i najjednostavnije rješenje spomenutog problema. U slučaju kuće *Moja* proveden je upravo takav postupak. Trakasti temelj izoliran je ter-



Slika 1. Niskoenergetska Ytong kuća *Moja*

Toplinski je most mjesto na plaštu zgrade gdje je prolaz topline povećan zbog promjene materijala, debljine ili oblika konstrukcije. Pri projektiranju i gradnji niskoenergetskih i pasivnih kuća potrebno je poštivati kriterije izvedbe vanjskog ovoja zgrade bez toplinskih mostova: koefici-

cijskim toplinskim mostom (opasnost kondenzacije vodene pare u konstrukcijskom sklopu zbog slabe zrakonepropusnosti spojeva).

Navedene činjenice upozoravaju na to da je u fazi projektiranja građevine posebnu pozornost potrebno posvetiti kritičnim mjestima plašta

Gradevni elementi

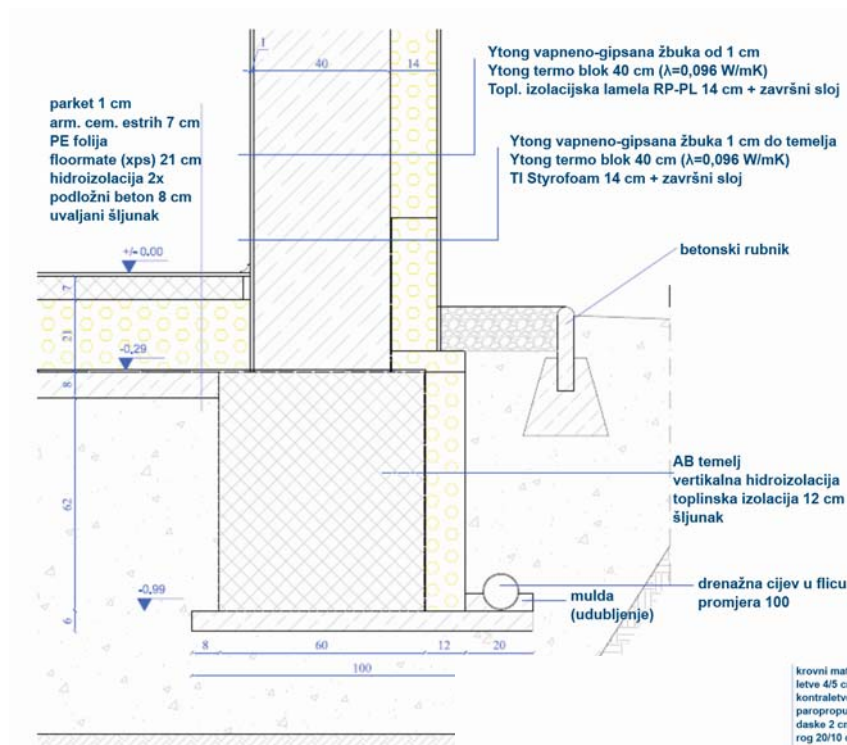
moizolacijskom oblogom od XPS-a (ekstrudiranog polistirena) debljine 12 cm, koja se produžuje u toplinsku izolaciju vanjskog zida debljine 14 cm. Podovi na tlu izolirani su toplinskom izolacijom od XPS-a koja je križno položena u četiri sloja, ukupne debljine 21 cm.

zgrade. Konstrukcijska osnova zgrade homogena je konstrukcija od porastoga betona koja prelazi iz vanjskih zidova u armiranoporastobetonu ploču koja graniči s negrijanim potkrovljem. Zbog vrlo dobrih toplinskoizolacijskih svojstava porastoga betona već sama nosiva kons-

trukcija osigurava osnovno smanjenje toplinskih mostova, naime sve vertikalne i horizontalne armiranobetonske veze obložene su porastim betonom. Vrlo dobra toplinska provodljivost nosive konstrukcije povećava se dodatnom toplinskom izolacijom do proračunskih vrijednosti. Toplinska izolacija vanjskih zidova završno prelazi u toplinsku izolaciju ploče iznad grijane etaže. Svi izračuni izrađeni su programskim paketom PHPP 2007 (*Passive House Planning Package 2007*).

Spoj terase s vanjskim zidom i trakastim temeljem

Jugozapadno pročelje s velikim staklenim površinama i prostornom terasom izloženo je suncu. Terasa, koja osim stambenog ugođaja kuću obogaćuje, odvojena je konstrukcijski i termički od toplinskoizolacijskoga plašta zgrade. Odvajanje terase izvedeno je prema detaljima sa slike 6. Za podlogu, na koju su ugrađeni klizni prozori, upotrijebljen je podložak od porastoga betona ($\lambda=0,096$



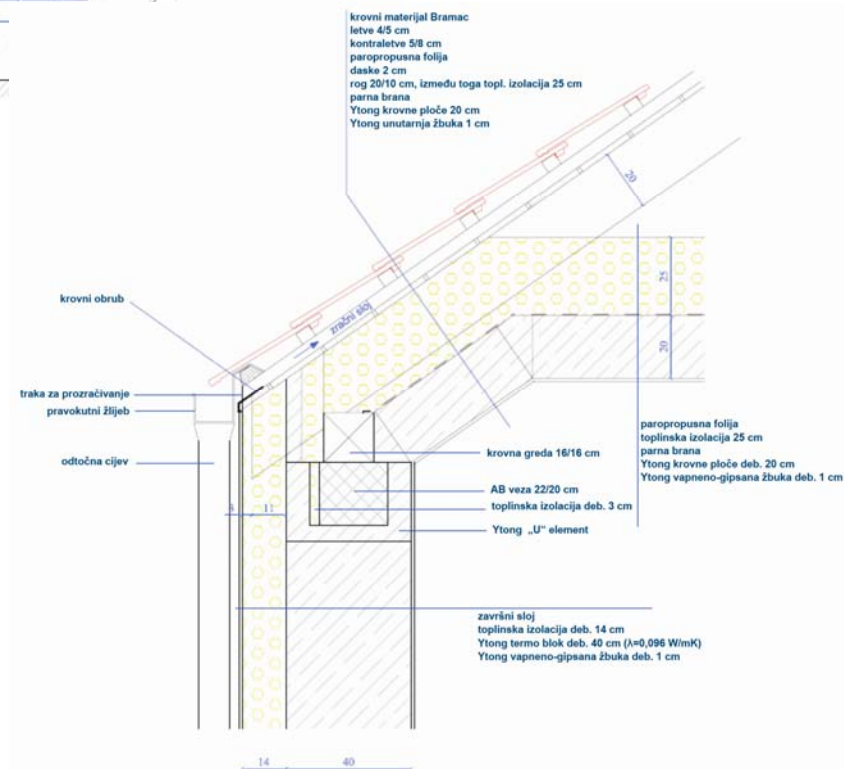
Slika 2. Detalj trakastog temelja i vanjskog zida



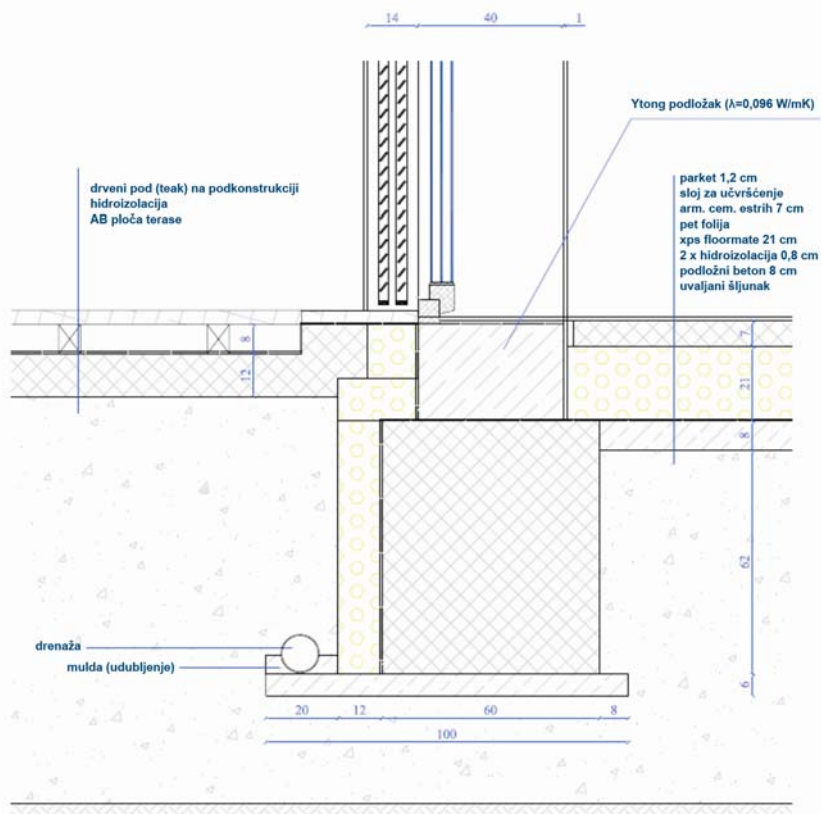
Slika 3. Izvedba toplinske izolacije trakastog temelja

Spoj vanjskog zida i krova

Za vrlo dobru niskoenergetsku kuću *Moja* karakterističan je oblik bez izraženih streha što je uobičajeno za pasivne i niskoenergetske kuće. Takav oblik zgrade olakšava izradu završnog toplinskoizolacijskog ovoja



Slika 4. Detalj krovnog spoja



Slika 5. Spoj terase i vanjskog zida

W/m¹K) u cijeloj debljini vanjskog zida do kojeg se ugradio i estrih. Podložak porastoga betona u širini prozorskog otvora obložen je keramičkom podnom oblogom, a prethodno je izravnjan masom za izravnavanje.

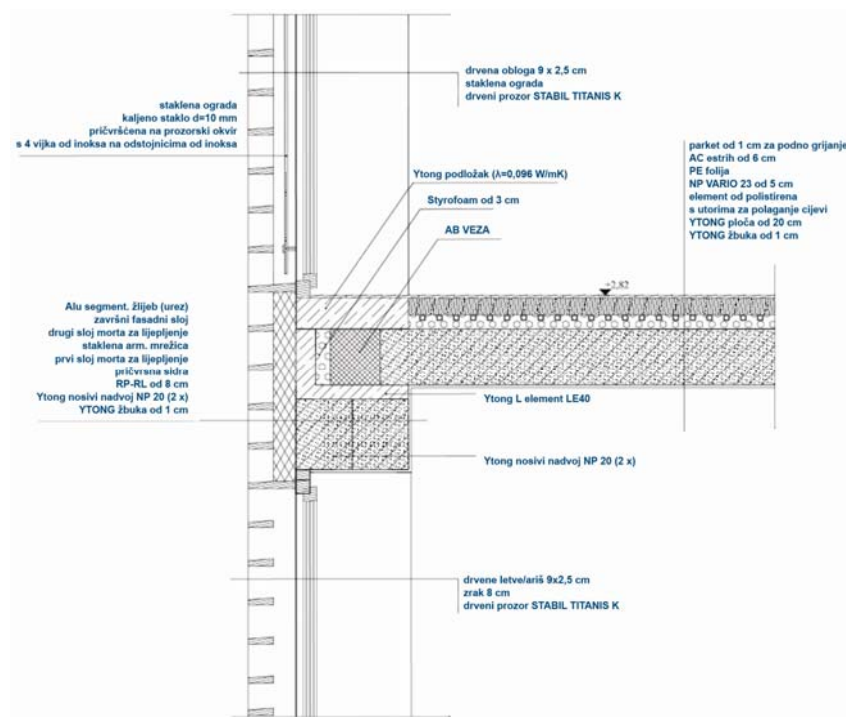


Slika 6. Izvedba terase

Spoj međukatne ploče i vanjskog zida

Spoj međukatne konstrukcije i vanjskog zida također je toplinski most koji je potrebno pažljivo planirati. Spomenuti detalj u slučaju kuće

Moja riješen je pomoću sustavnih prefabriciranih elemenata od poras-



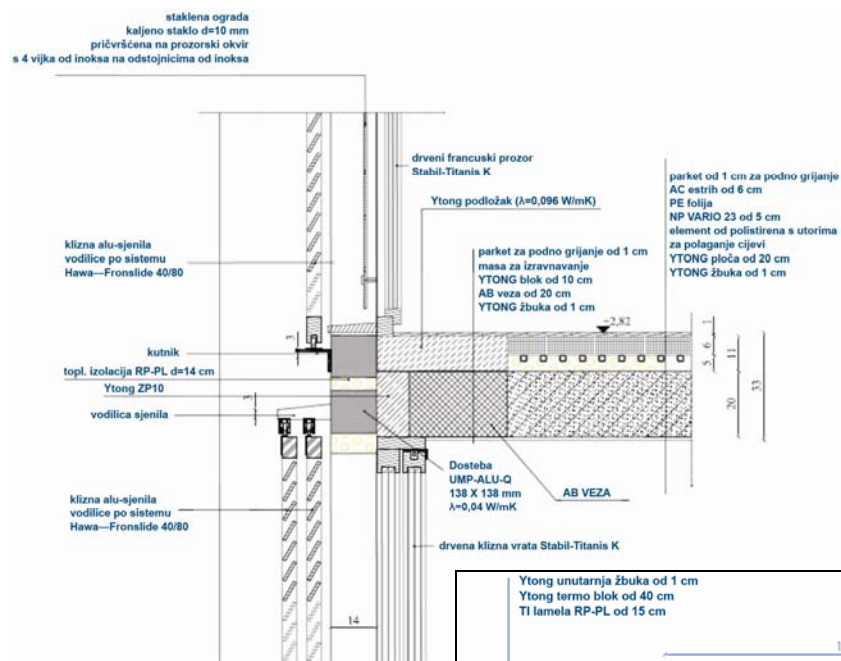
Slika 7. Detalj spoja međukatne konstrukcije s vanjskim zidom

tog betona. Iz detalja na slici 7. vidi se da su se za međukatnu konstrukciju rabili armirana ploča, nosivi nadvoji te L elementi za izvedbu oplata horizontalne veze između kojih je ugrađena i dodatna toplinska izolacija. Kao podloga za pravilnu montažu opreme zgrade upotrijebljen je podložak od porastog betona ($\lambda=0,096$ W/m¹K).

Sidrenje kliznih sjenila na jugozapadnom pročelju

Sukladno smjernicama pasivne i niskoenergetske gradnje, jugozapadno je pročelje kuće u velikim staklenim površinama. Taj dio pročelja potpuno je otvoren i bez nadstrešnica. U ljetnom razdoblju teško bi se bez prikladnog zasjenjenja sačuvala ugodna klima stanovanja u unutrašnjosti kuće. Za sprječavanje ljetnog pregrijavanja na pročelju su ugrađena klizna sjenila na vodilicama kojima se automatski upravlja motorom.

Klizna sjenila kreću se po posebnim vodilicama koje su kutnicima sidrene u zid. Kutnici su pričvršćeni na posebne kockaste elemente koji su

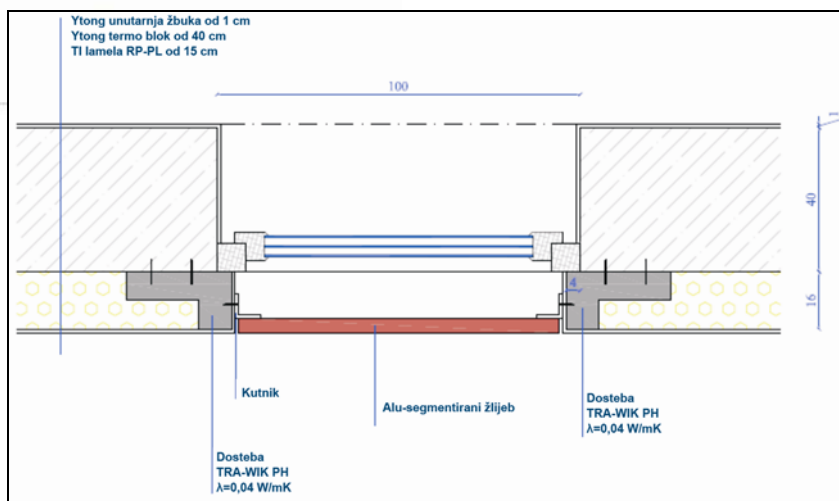


Slika 8. Detalj sidrenja kliznih sjenila na jugozapadnom pročelju

ugrađeni istodobno s izradom pročelja. Ti sidreni elementi imaju jednaku toplinsku provodljivost ($\lambda = 0,096 \text{ W/m}^1\text{K}$) kao i sama toplinska izolacija. Na taj je način spriječen nastanak točkastih toplinskih mostova kojih bi inače na tom pročelju bilo čak trideset. Na slici 8. prikazano je kako su riješeni ti ključni detalji.

Sidrenje segmentiranog žlijeba (ureza) u vanjski zid zapadnoga i istočnog pročelja

Tlocrtno je kuća podijeljena na stambeni, komunikacijski i servisni dio. Arhitektonski taj je plan raščlanjen s



Slika 9. Detalj sidrenja segmentiranog alužlijeba

isticanjem istočnog i zapadnog pročelja sa segmentiranim žlijebom od alu-prečki. Sidreni elementi s kojima se segmentirao žlijeb pričvršćen je na pročelje u obliku slova L i ima jednaku toplinsku provodljivost kao

i materijal za toplinsku izolaciju ($\lambda=0,04 \text{ W/m}^1\text{K}$).



Slika 10. Pričvršćivanje sidrenih elemenata

Milan Černjak,
Xella Porobeton Slovenija

IZVORI

- [1] Černjak M., 2007-2009. Spletni dnevnik, blog <http://hisaytong.wordpress.com/>.
- [2] Pavčič V., D.i.a.log, 2007. Projektna dokumentacija PGD, PZI Nizkoenergijska Ytong hiša »Moja«.
- [3] <http://www.dosteba.de/>