

TOPLOTNI MOSTOVI

Raziskovalna naloga

Poklicna in tehniška gradbena šola

Šolski center Celje

AVTOR: Marko Vrtič

MENTORICA: Irena Posavec, univ. dipl. inž.

3. letnik

Celje, 10. marec 2006

KAZALO

1. POVZETEK	2
2. UVOD	3
2.1. O IZOLACIJAH	4
2.1.1. VRSTE IZOLACIJ	4
2.1.1.1. Toplotna izolacija	4
2.1.1.2. Zvočna izolacija	4
2.1.1.3. Hidroizolacija	5
2.1.2. TOPLOTNE IZOLACIJE	6
2.1.3. MATERIALI ZA TOPLOTNE IZOLACIJE	10
3. TOPLOTNI MOSTOVI	13
3.1. <i>Opredelitev toplotnih mostov</i>	13
3.2. <i>Toplotni mostovi v praksi</i>	15
3.3. <i>Posledice toplotnih mostov</i>	18
3.4. <i>Rešitve birojev</i>	21
3.5. <i>Kako smo se učili v šoli</i>	24
4. ANALIZA REZULTATOV	25
4.1. REŠITVE BIROJEV	26
4.2. DOPISNI LIST	31
5. ZAKLJUČEK	33
6. VIRI IN LITERATURA	34
7. PRILOGA	35
7.1. BETOMAX PRILOGE	35

1. POVZETEK

Vsak graditelj želi, da je njegov objekt posebno, če je to stanovanjski objekt, prijeten za bivanje in hkrati tudi energetsko varčen.

Ob prereza skozi nek objekt vidimo nosilno konstrukcijo in zunanji obod objekta, ki je obdan z različnimi materiali.

Kakšnimi, kako je odvisno od projektanta objekta in pravil, ki jih mora upoštevati, da je objekt zgrajen kakovostno.

V nalogi sem raziskal materiale za izvedbo zunanjega oboda - izolacijske materiale na našem tržišču, teoretične osnove pri izvedbi izolacij in »napak« - toplotne mostove v izvedbi oboda. Pregledal sem dostopno literaturo, kataloge proizvajalcev gradbenih materialov, obiskal zavod za raziskavo materiala in Agencijo za učinkovito rabo energije.

V nalogi so podani rezultati in ugotovitve raziskave ničina rešitve toplotnega mostu v primeru balkona, katerega so mi pomagali reševati tudi projektivni biroji po Sloveniji.

2. UVOD

Zunanji ovoj stavbe je sestavljen iz elementov, ki sodelujejo z notranjim in zunanjim okoljem in hkrati vplivajo drug na drugega. Šele usklajenost in pravilna zasnova vseh posameznih delov zagotavlja optimalno delovanje stavbe kot celote. Enako pravilo velja za toplotno zaščito stavb. Za kakovostno toplotno zaščito stavbe ne zadostuje le ustrezna toplotna izolacija posameznih zunanjih konstrukcijskih elementov (stene, streha, tla proti terenu,...). Enako pomembno je tudi skrbno načrtovanje in izvedba vseh detajlov, kot so stiki, priključki, preboji, križanja, odprtine in podobno. Njihovo zanemarjanje ali nepravilno reševanje lahko povzroči številne neprijetne posledice.

V prvem delu bomo spoznali izolacije, ki jih v Sloveniji uporabljamo oziroma so informacije dostopne v katalogih proizvajalcev gradbenega materiala in na njihovih spletnih straneh.

V osrednjem delu naloge pa bomo predstavili toplotne mostove v stanovanjskih objektih in konkretne rešitve toplotnega mostu.

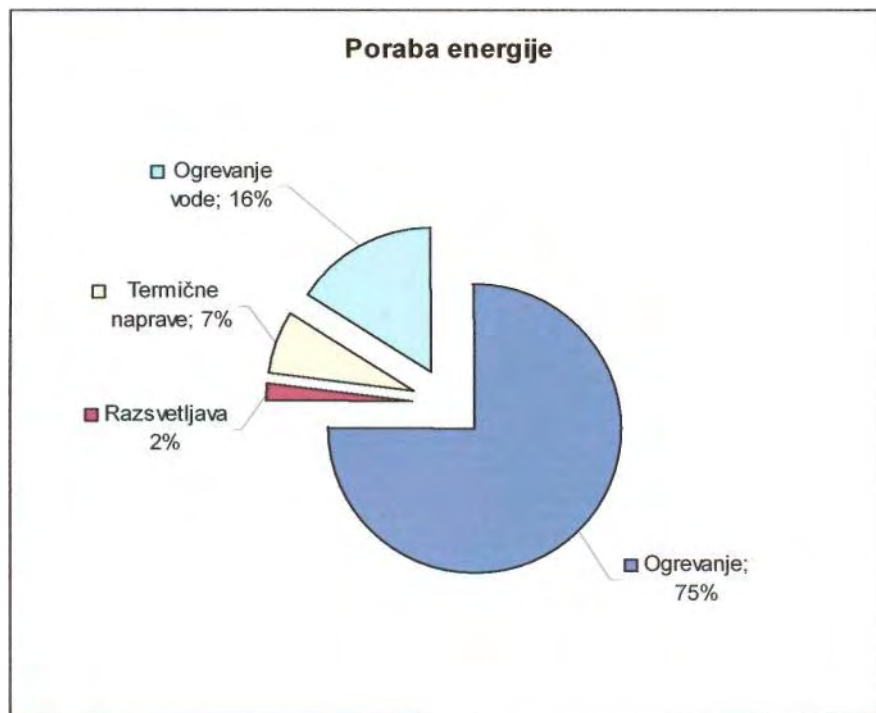
2.1. O IZOLACIJAH

2.1.1. VRSTE IZOLACIJ

Ločimo naslednje vrste izolacij:

2.1.1.1. Toplotna izolacija

Toplotna izolacija je oviranje pretoka toplotne energije, na primer med notranjim in zunanjim zrakom skozi steno zgradbe. Manjše so toplotne izgube in manj energije je treba za vzdrževanje določene temperature. Nasprotno deluje pri ohlajenih prostorih, na primer hladilne naprave so odvisne od toplotne prevodnosti. V osnovi se toplotna izolativnost povečuje, če je v izolacijskem materia-lu zrak , ker je slab toplotni prevodnik. Najslabše se toplota prevaja skozi vakuum.



Slika 1 - prikaz porabe energije v stanovanjskih objektih

Iz prikaza porabe energije (slika 1) v stanovanjski hiši vidimo, da je za ogrevanje porabljeno veliko energije.

2.1.1.2. Zvočna izolacija

Ob toplotni izolaciji je zelo pomembna tudi kakovostna zvočna izolacija bivalnih prostorov, saj stanovalcem pripomore k visokemu bivalnem ugodju in dobremu počutju. Eden od bolj motečih dejavnikov, ki negativno vplivajo na počutje ljudi, je hrup. Primerno zvočno zaščito

lahko dosežemo z izvedbo masivnih konstrukcij, medtem ko gole, lahke medetažne konstrukcije niso zadostna zaščita pred zvokom. Eden najučinkovitejših načinov za zmanjšanje zvočne prepustnosti medetažne konstrukcije oziroma zaščite pred udarnim zvokom je vgradnja plavajočega poda, kjer površino tal z ustreznim materialom ločimo od medetažne konstrukcije. Mnogo graditeljev napačno misli, da je namen plavajočega poda predvsem toplotna in ne protihrupna oziroma zvočna izolacija.

Pomembne lastnosti zvočne izolacije:

- visoko tesnenje za zmanjšanje prevoda hrupa preko stikov,
- povečana teža,
- različne debeline zunanjega in notranjega dela,
- zapolnitev medstekelnega prostora s težkimi plini,
- elastičnost materiala
- pravilna rešitev - preučitev problema

2.1.1.3. Hidroizolacija

Za preprečevanje vlaženja gradbenih materialov oziroma elementov proti zunanjim vplivom vlage (vlažnost tal, površinska voda, podtalnica, padavine, vlažnost zraka) se uporabljajo različne zaščitne plasti, tesnila in premazi, cementni ometi in za vodo neprepustni betoni.



Slika 2 - prikaz pritrditve bitumenske lepenke

Vplive notranje vlage (voda in vodna para v vlažnih prostorih, kot sta kuhinja in kopalnica, kondenzacija in rosenje) lahko preprečimo z zadostnim prezračevanjem, vgradnjo parne zapore ali uporabo za vodo neprepustnih premazov. Hidroizolativni materiali so materiali za zaščito gradbenih elementov pred vlago, organskimi in kemijskimi vplivi: bitumenske lepenke (slika 2) ali kovinske folije, ki jih vstavimo ali nalepimo na zid.

2.1.2. TOPLOTNE IZOLACIJE

Toplotna izolacija hiše

V nalogi sem se omejil na toplotno izolacijo in toplotne mostove v stanovanjskih hišah. Pravila oziroma predpisi za debelino toplotne izolacije se spreminjajo.

V nalogi so navedene izračunane vrednosti proizvajalcev toplotnih izolacij zidu, streh in tal. Toplotna izolacija debeline 5 cm (stiropor, tervol) za izolacijo opečnega zidu debeline 29 cm ne zadošča več glede na predpise, ki so v veljavi v zahodni Evropi in se pripravljajo tudi pri nas. Za naše področje (III. klimatska cona) se sedaj priporoča vgradnja izolacije debeline 8 do 12 cm za zunanje opečne zidove debeline 29 cm.



Slika 3 - prikaz izolacije stropa

Toplotna prehodnost "K", ki je merilo za vrednotenje toplotnih izgub pri zunanjem neizoliranem zidu iz opeke debeline 29 cm, znaša $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Če pa ta zid izoliramo s toplotno izolacijo debeline 10 cm, je toplotna prehodnost $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Toplotne izgube preko zunanjih zidov se zmanjšajo za 5 krat, kar pomeni, da se tudi poraba energije zmanjša. **Zunanji zidovi** pri neizoliranem objektu predstavljajo namreč približno 40 % toplotnih izgub celotnega objekta in imajo zato največji delež izgub med še preostalimi glavnimi segmenti objekta (okna, streha, tla).

Največkrat vgrajujemo premajhne debeline toplotne izolacije tudi na zadnji plošči proti prezračevanemu podstrešju in pri ravnih ter poševnih strehah nad ogrevanimi prostori. Potrebna debelina izolacije naj znaša od 15 do 25 cm (za ravne strehe nekoliko manj).

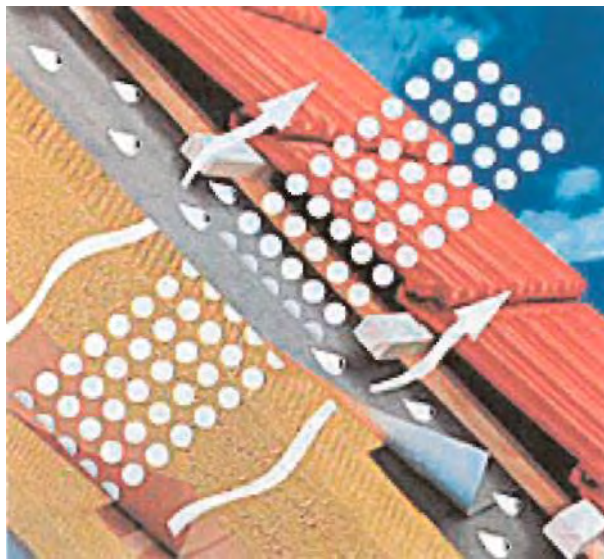
Pri izolaciji podstrešij (slika 4, 6, 14) se uporablja posebna folija. Tudi pri vgrajevanju the prihaja pogosto do nejasnosti. V primeru novogradnje je najbolj primerno, da ob postavitvi ostrešja preko špirovcev položimo specialno folijo, ki jo poznamo pod različnimi komercialnimi imeni.

Preko folije nato pritrdimo vzdolžne letve, nato prečne letve in položimo strešno kritino. S tem zagotovimo potrebno zgornjo prezračevano plast, pri čemer moramo paziti, da zagotovimo zajem zraka v zračno plast na napušču in izpust zraka na slemenu.

Specialna folija ima lastnost, da je s strani prostora paropropustna, s strani kritine pa vodonepropustna. Tako istočasno opravlja vlogo rezervne kritine, saj ob morebitni poškodbi strehe in njenem puščanju preprečuje, da bi voda prehajala v notranje plasti konstrukcije.

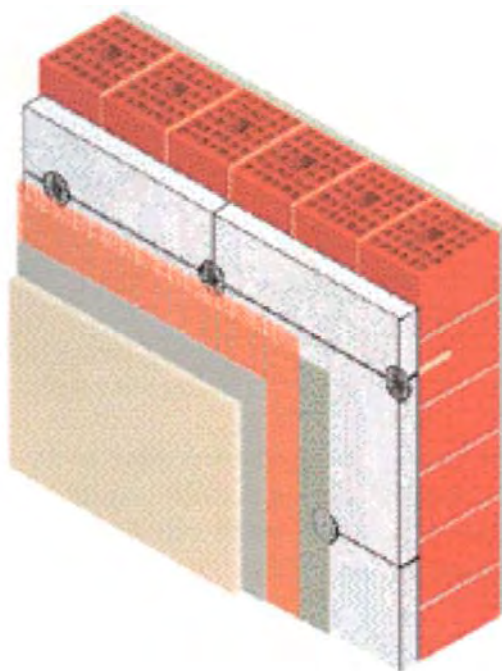
Raziskovalna naloga: TOPLOTNI MOSTOVI

Obenem omogoča, da vodna para, ki prehaja skozi stropno konstrukcijo zaradi difuzijskega navlaževanja, izpari. V vetrovnem vremenu folija prepreči vdor hladnega zraka v spodnje



Slika 4 - prikaz plasti ostrešja

plasti toplotne izolacije in s tem zagotovi, da se toplotna prehodnost konstrukcije ne zniža preveč. Na tak način odpade sicer potrebna spodnja prezračevana plast (med izolacijo in folijo), ki bi bila potrebna v primeru, ko za rezervno kritino uporabimo strešno lepenko ali njej podobne materiale. Za folijo sledi toplotna izolacija debeline 15 do 25 cm, ki jo ob uporabi specialne folije lahko položimo povsem do folije. Na toplotno izolacijo z notranje



Slika 5 - sestava fasade

strani položimo parno zaporo - polietilensko ali Al folijo. Temu nato sledi še zaključna stropna obloga (lesen opaz ali mavčno kartonske plošče).

Dosti nejasnosti je tudi pri izvedbi prezračevanih fasad (obzidava z silikatno opeko, položene marmornate ali betonske plošče, pločevina, itd.). Te obloge nimajo izolacijskih lastnosti. Namenjene so samo zaščititi toplotne izolacije pred vremenskimi vplivi. Tu moramo posebej

paziti, da omogočimo dotok zraka s spodnje strani ter da na vrhu - zaključku fasade – zračna plast ni zaprta. Z namestitvijo posebne folije, ki je paropropustna in vodonepropustna, tudi rešimo težave zaradi slabe zračne tesnosti v vetrovnem vremenu. Istočasno tudi zaščitimo toplotno izolacijo pred kondenzno ali meteorno vodo, ki se lahko pojavi na notranji strani obloge.

Glede **kontaktnih fasad** (slika 5) je razvidno, da se ljudje poleg debeloslojnih kontaktnih fasad, primernih za novogradnje, najbolj zanimajo za sistem tistih kontaktnih tankoslojnih fasad, ki imajo pridobljen sistemski atest Zavoda za gradbeništvo Ljubljana in so primerne tako za novogradnje in sanacije obstoječih zidanih objektov iz različnih materialov.

Veliko napak nastaja zaradi neustrezne izolacije pri izvedbi tal. Posledica so neprestano hladna tla, zaradi nizke temperature tal pa se lahko pojavi tudi kondenzacija vlage na talnih površinah. Dodatna nevarnost, ki se pojavi predvsem na mokri podlagi, je prehod vlage iz zemlje v talno konstrukcijo tam, kjer ni izvedena hidroizolacija.

Pri izvedbi tal (slika 7) med prostori je, poleg toplotne, pomembna še zvočna izolacija. Če so namreč spodnji in zgornji prostori ogrevani, je temperaturni nivo v obeh etažah enak in toplotna izolacija izgubi svoj prvotni namen. Pomembna pa postane zvočna izolacija tal zaradi preprečevanja prenosa udarnega zvoka (hoja, premikanje predmetov, itd.). V tem primeru je pomembna debelina izolacije ter vgradnja dilitacijskih lamel, s čimer preprečimo prenos udarnega zvoka.



Slika 6 - prikaz izolacije ostrešja

S stališča toplotnih izgub je slaba rešitev tudi vgradnja energetsko neprimernih oken, npr. kovinskih oken z dvojno zasteklitvijo, takoimenovani "termopan", ki jih vidimo na mnogih novih zgradbah in izgledajo zelo moderno. Malo boljša so vezana okna, zelo primerna pa so okna z lesenim okvirjem in izolacijskimi stekli, kjer je medstekelni prostor napolnjen z inertnim plinom (kripton, argon).

Pomemben in odločilen napredek za povečanje toplotne izolativnosti oken pomeni tanek nizko emisivni nanos na tisti površini notranjega stekla, ki gleda v medstekelni prostor. Taka izolacijska stekla sicer nekoliko manj prepuščajo kratkovalovno sončno sevanje, intenzivno pa ovirajo prehod dolgovalovnemu toplotnemu sevanju iz zgradbe v okolico. Takšne izvedbe oken imajo do dvakrat manjše toplotne izgube od klasičnih izvedb, vendar se jih graditelji bolj malo poslužujejo, saj so nekoliko dražja. V razvitem svetuje to že pravilo, sicer ni možno zadovoljiti strogim predpisom. Do tega bo prišlo tudi pri nas, saj se ustrezni predpisi že pripravljajo.

Toplotna izolacija tal

Kadar ***tla proti zemlji*** niso ustrezno zaščitena, so hladna, na njih se pogosto pojavlja vlaga in talne obloge hitreje propadajo. Zato je poleg ustrezne hidroizolacije nujna tudi dobra toplotna



Slika 7 - toplotna izolacija tal

izolacija. Slednja pa ni pomembna zgolj zaradi boljšega počutja v prostoru in ohranjanja kakovosti talnih oblog, ampak tudi zmanjševanja toplotnih izgub. Ker stroški ogrevanja vsako leto hitreje naraščajo, ustrezna toplotna izolacija z ekološkega vidika pomembno pripomore k zmanjševanju rabe energije, s tem pa predvsem k nižjim stroškom bivanja.

Toplotna izolacija strehe

Če nameravamo prostor pod streho izkoristiti za stanovanje, mora predvsem zagotavljati bivalno ugodje: primerno temperaturo in relativno zračno vlago. Ena najpomembnejših predpostavk za doseganje ugodne bivalne klime v prostoru je pravilna sestava strehe (slika 8).

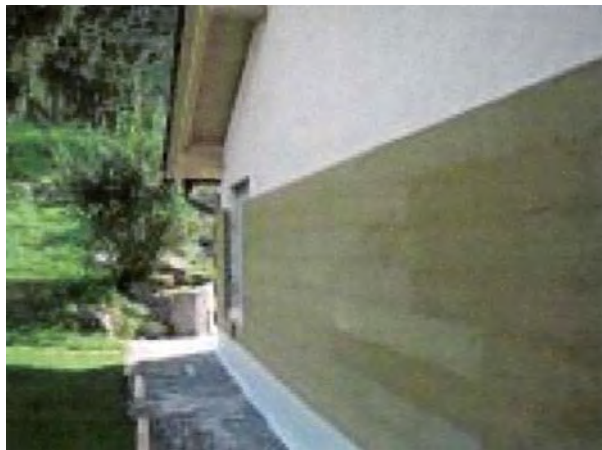


Slika 8 - plasti ostrešja

Gradbeno fizikalno napačno zaporedje gradbenih plasti lahko povzroči poškodbe, odpravljanje težav pa je zelo drago.

Toplotna izolacija fasade

Vsi izbrani materiali imajo pri določeni debelini in temperaturi enakovredne toplotnoizolativne lastnosti in so primerni za izvedbo tankoslojnih fasad. Se pa razlikujejo v nekaterih drugih značilnostih in na podlagi teh se investitor mora odločiti, katera toplotna izolacija je najbolj primerna za njegov objekt.



Slika 9 - izolacija fasade

Ne glede na izbrani material pa se zaradi energijskih prihrankov in prijetnosti bivanja smiselno odločiti za debelino najmanj 60 mm.

2.1.3. MATERIALI ZA TOPLOTNE IZOLACIJE

Toplotna izolacija mora biti izbrana preudarno in vgrajena pravilno, saj na ta način lahko zmanjšamo energetske izgube celo do 40%. Dobri in pravilno vgrajeni izolacijski materiali pozimi preprečujejo izgubo toplote, poleti zmanjšujejo pregrevanje prostorov, hkrati pa prostor tudi zvočno izolirajo. Na tržišču obstajajo številna toplotno izolacijska gradiva:

- Ekspandirani polisturen
- Ekstrudirani polistiren
- Kamena volna
- Steklена volna
- Celulozni kosmiči
- Lesna vlakna
- Pluta
- Kokosova vlakna
- Bombaž
- Konoplja
- Lan
- Ovčja volna

Ekspandirani polistiren

Ekspandirani polistiren je veliko bolj znan pod imenom stiropor. Trda pena, sintetični produkt iz polistirena, ima dobre toplotno izolacijske lastnosti ($K = 0,040 \text{ W/mK}$). Stiropor je kemično nevtralen in brez vonja. Zaradi zaprte celične strukture ne vpija vode, zato ne potrebuje parne zapore na notranji strani.

Ekstrudirani polistiren

Toplotno izolacijsko gradivo iz ekstrudiranega polistirena, ki ima zelo dobre fizikalne lastnosti: odlično toplotno izolativnost ($K = 0,024 - 0,033 \text{ W/mK}$), visoko tlačno trdnost, ne vpija vode, odporen je na staranje.



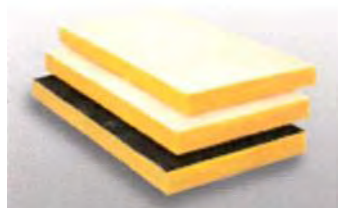
Kamena volna

Toplotno izolacijsko gradivo iz dveh kamenin, diabaza in dolomita, ki se jih najprej raztali, nato pa z razvlaknjevanjem mase nastane kamena volna ($K = 0,038 \text{ W/mK}$). Stisnjena v plošče ima kamena volna lahko različne gostote.



Steklena volna

Toplotna izolacija je sestavljena iz steklenih vlaken, stisnjenih v plošče različne gostote in trdnosti. Je ena izmed najpogostejše uporabljenih toplotnih izolacij, tako v svetu, kot pri nas.



Celulozni kosmiči

Celulozna toplotna izolacija se pridobiva iz starega časopisnega papirja ($K = 0,0333 \text{ W/mK}$). Zmlete drobne časopisne kosmiče se impregnira z borovo soljo. S tem postane gradivo odporno proti ognju, škodljivcem in plesnijo.

Lesna vlakna

Les je naravno gradivo, ki ima zelo dobre izolacijske sposobnosti ($K = 0,040 \text{ W/mK}$). Tako ima npr. 10 cm masivnega lesa iglavcev enako toplotno izolativnost, kot jo lahko dosežemo pri 160 cm debeli betonski steni.



Pluta

Pluto pridobivajo z mletjem lubja hrasta plutovca. Je lahka in elastična, ni občutljiva za vlago in zmrzal, ne trohni in ne gnije. Je lahko vnetljiva, vendar pri gorenju ne nastajajo strupeni plini.



Kokosova vlakna

Vlakna, ki obdajajo kokosov oreh, so votla, izredno obstojna, žilava in elastična, zato so izdelki iz njih odlični toplotni izolator. Faktor toplotne prevodnosti: $K = 0,045 \text{ W/(mK)}$.

Bombaž

Toplotna izolacija iz bombaža je novejša naravno gradivo, ki ima dobre toplotno izolacijske lastnosti s faktorjem toplotne prevodnosti $K = 0,040 \text{ W/mK}$.



Konoplja

Surovina za toplotno izolacijo iz konoplje so vlakna iz stebel konoplje. Pridelava te kulture se v EU vsako leto povečuje in s tem tudi njena uporaba za izdelavo izolativnih materialov.

Lan

Lan je prastara, hitro rastoča kmetijska rastlina, ki raste tudi pri nas. Iz njegovih vlaken nastane zelo učinkovita toplotna izolacija. Pri izdelavi toplotnoizolacijskih plošč ni odpadkov ali umazanih odpadnih vod.



Ovčja volna

Toplotna izolacija iz ovčje volne je edina živalskega izvora v tej skupini gradiv. Proizvodnja zahteva minimalne količine energije. Strižena volna se opere z milom in sodo, obdelava z naravnimi borovimi solmi in sečninskimi derivati. Uporablja se v obliki kosmičev ali blazin, ki so ojačane s polipropilensko mrežo.

3. TOPLOTNI MOSTOVI

Toplotni mostovi so mesta v zunanjem ovoju stavbe, kjer je toplotni upor bistveno manjši od toplotnega upora na sosednjih mestih. Glede na vzrok nastanka delimo toplotne mostove na konstrukcijske, geometrijske in konvekcijske. V praksi zelo pogosto naletimo na kombinacijo konstrukcijskih in geometrijskih in jih zato imenujemo kombinirani toplotni mostovi.

3.1. OPREDELITEV TOPLOTNIH MOSTOV

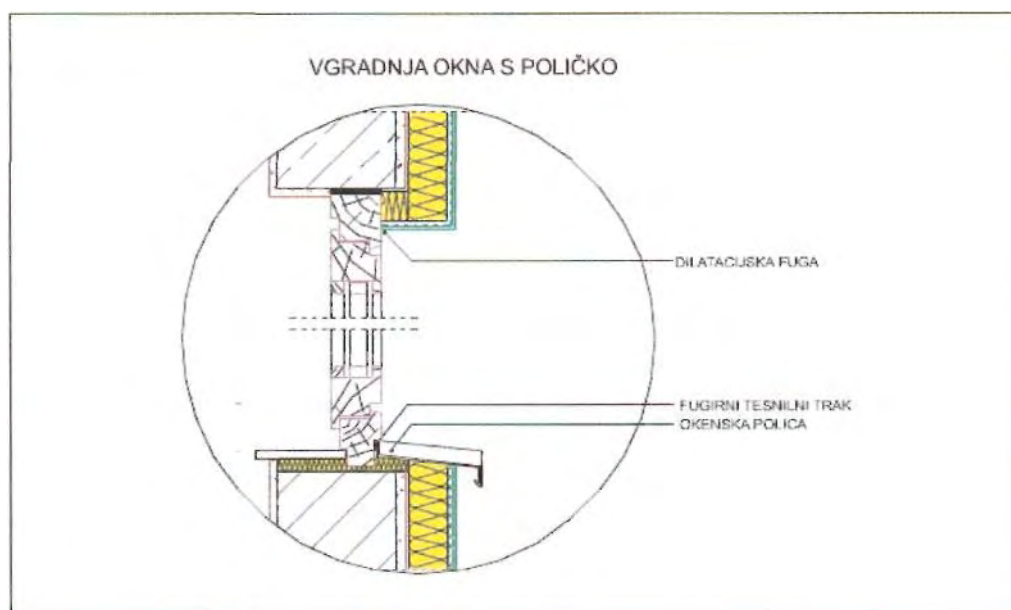
Splošno

Toplotni mostovi so mesta v zunanjem ovoju stavbe, kjer je toplotni upor bistveno manjši od toplotnega upora na sosednjih mestih. To pomeni, da je na toplotnem mostu v zimskem času toplotni tok iz notranjega, ogrevanega okolja v zunanje okolje močno povečan. Na takem mestu je zato tudi temperatura notranje površine ovoja stavbe znižana (v tuji literaturi zasledimo včasih tudi izraz hladni mostovi). Literatura navaja tudi toplotne mostove zaradi netesnosti (konvekcijski toplotni mostovi) ter zaradi bistveno različnih notranjih površinskih temperatur (na primer pri namestitvi grelnega telesa ob zunanji steni).

Za potrebe računske analize toplotnega odziva stavbe toplotne mostove idealiziramo. Tako poleg omenjene delitve uporabljamo tudi izraza točkovni in linijski toplotni mostovi, s katerima ponazorimo obliko oziroma prevladujoče dimenzije pojava.

Konstrukcijski toplotni most

Sprememba sicer enakomernega toplotnega upora (na primer nesklenjenost toplotne zaščite) na ovoju stavbe je osnovni vzrok za konstrukcijski (včasih zasledimo tudi izraz materialni) toplotni most. Do njega pride, ko je ovoj stavbe prekinjen ali predrt z materialom, ki ima



Slika 10 - vgradnja okna

veliko toplotne prevodnost (na primer armirani beton ali jeklo) ter ni toplotno zaščiten ne z zunanje ne z notranje strani. S preiščljeno zasnovo ovoja stavbe se lahko konstrukcijskim toplotnim mostovom praktično povsem izognemo. To pomeni, da je potrebno s pravilnim

načrtovanjem in izvedbo zagotoviti povezanost in enakomernost sloja toplotne zaščite ter po potrebi namestiti dodaten sloj toplotne zaščite na toplotno šibkih mestih.

Poseben primer te vrste toplotnega mostu je navlažen del konstrukcije, še posebej materiala za toplotno zaščito; tudi navlažen material namreč predstavlja toplotni most, saj se mu zaradi vsebnosti vlage oziroma vode toplotna prevodnost poveča.

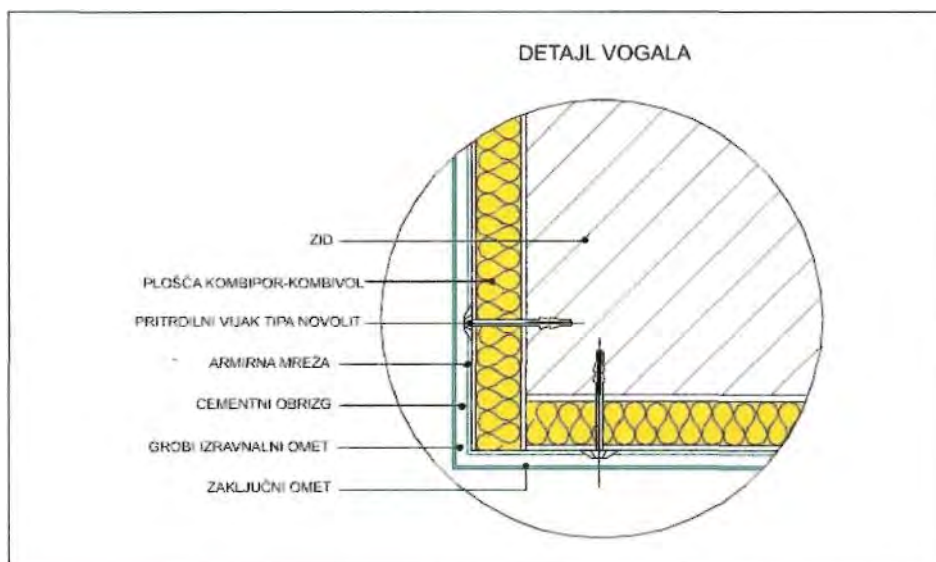
Konstruktivski toplotni mostovi imajo lahko (glede na njihovo število in velikost) velik vpliv na toplotne izgube, zato je potrebno pri računu toplotne bilance stavbe precej strokovnega znanja. Prepričati se je potrebno, kdaj jih moramo upoštevati in kdaj jih lahko zanemarimo.

Potencialna mesta konstrukcijskih toplotnih mostov so na vseh križanjih konstrukcijskih sklopov, tako pri prebojih zaradi dimnikov in zračnikov, pri napuščih, pri vogalnih vertikalnih protipotresnih vezen, pri okenskih špaletah in omaricah za roloje, ob ležiščih betonskih plošč, pri neposrednih nadaljevanjih armiranobetonskih plošč in zidov v balkonske plošče in stene, pri cevni napeljavah v stenah in v območju zidnih podstavkov ("coklov") ter temeljev.

Geometrijski toplotni most

Geometrijski toplotni most nastopi na delu ovoja stavbe, pri katerem je zunanja površina, preko katere toplota prehaja iz ogrevanega prostora v zunanje okolje, precej večja od notranje (naprimer vogal).

Geometrijskim toplotnim mostovom se v praksi ne moremo izogniti, lahko pa njihov vpliv močno omilimo. Kot osnovno pravilo velja, da se je potrebno izogibati stikom pod kotom manjšim od 90° , ukrivljeni elementi ali sklopi pa naj imajo čim večji radij. Tudi tu gre za povečan toplotni tok, ki pa je pogojen z razliko med velikostjo zunanje in notranje površine takega elementa. Tipičen primer geometrijskega toplotnega mostu je ***zunanji vogal stavbe*** (slika 11), to je toplotno neizoliran stik dveh zunanjih sten.



Slika 11 - način izolacije vogala

Če bi strogo in brez razmisleka izhajali iz definicije geometrijskega toplotnega mostu, bi lahko povsem napačno sklepali, da pomeni toplotna zaščita ovoja stavbe slabo ali nepravilno dejanje. Z dodajanjem plasti toplotne zaščite na zunanji strani oziroma z večanjem njene

debeline razliko med velikostjo na primer zunanje in notranje vogalne površine res povečamo, vendar pa je pomembnejše, da se temperatura notranje površine zviša, kar pri običajni temperaturi, vlažnosti in gibanju notranjega zraka povsem prepreči nevarnost površinske kondenzacije.

Pomen geometrijskih toplotnih mostov, tako relativni kot absolutni, se manjša z debelino toplotne zaščite na zunanji strani ovoja stavbe. Pogoj je seveda, da so detajli skrbno načrtovani in izvedeni in da ni prekinitev plasti toplotne zaščite. V tem primeru lahko projektant vpliv te vrste toplotnih mostov v računskem preverjanju toplotne bilance stavbe brez škode zanemari.

Geometrijski toplotni most pogosto nastopa hkrati s konstrukcijskim, na primer:

- armiranobetonska protipotresna vogalna vez,
- nosilni armiranobetonski steber v zunanji steni, ki sega preko zunanje ravnine zidu,
- prej omenjena armiranobetonska balkonska plošča in balkonska stena,
- toplotno neizoliran stik dveh zunanjih sten ter
- armiranobetonske plošče proti neogrevanemu podstrešju oziroma ravne strehe in podobno.

V takih primerih govorimo o kombiniranem toplotnem mostu. Te vrste toplotni mostovi zahtevajo se posebej skrbno obravnavo in iskanje najustreznejše rešitve.

Konvekcijski toplotni most

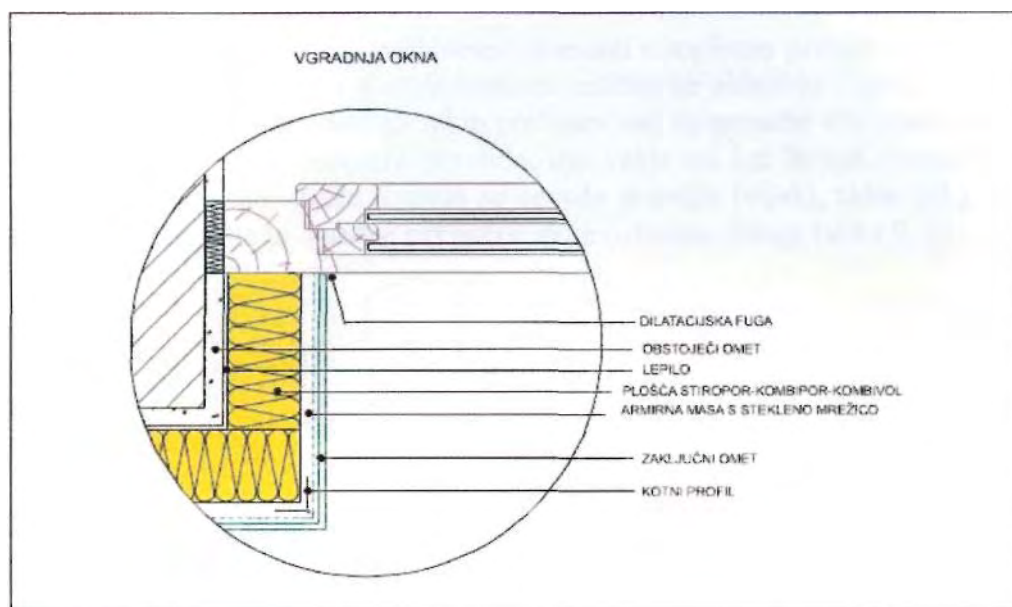
Mesto v ovoj stavbe, kjer je zaradi prekinitev ali netesnosti omogočen pretok notranjega, navlaženega zraka v konstrukcijski sklop, imenujemo konvekcijski toplotni most. Nevarnost kondenzacije vodne pare znotraj konstrukcijskega sklopa zaradi slabe zrakotesnosti stikov je za nekaj velikostnih razredov večja od nevarnosti kondenzacije zaradi ovirane difuzije vodne pare. Medtem ko je difuzija vodne pare počasen in dolgotrajen proces, lahko skozi slabo izveden stik v konstrukcijski sklop hitro prodre znatna količina zraka z veliko vsebnostjo vodne pare iz notranjega prostora (t.i. konvekcija vodne pare). Največje težave v praksi povzroči **toplotna izolacija strehe** (poševne, pa tudi ravne) nad ogrevanim prostorom. Dosledno je potrebno zatesniti oziroma zalepiti stike vetrne oziroma parne zapore na notranji strani. Enako velja za izolacijo zidov z notranje strani, posebej se, če obstaja verjetnost, da so se med slojem toplotne zaščite in zidom ustvarili zračni žepi zaradi nepopolnega prileganja obeh slojev.

3.2. TOPLOTNI MOSTOVI V PRAKSI

Ukrepi toplotne zaščite so učinkoviti le takrat ko število, izrazitost in skupno površino toplotnih mostov zmanjšamo v največji možni meri. Zato je dolžnost projektanta, da se že v osnovi izogiba takemu načrtovanju detajlov, ki bi v praksi predstavljali toplotni most. Zunanji ovoj stavbe mora načrtovati tako, da je njegova toplotna izolativnost kar najbolj enakomerna (ti. "reševanje" toplotnih mostov). Enako pomembni sta seveda tudi skrbnost in kakovost gradnje. Tako lahko nepravilna ali površna izvedba, na primer hidroizolacije ali zaključnega fasadnega sloja, poleg drugih, z vlago povezanih problemov, povzroči tudi nastanek toplotnih mostov, saj vemo, da navlaženi deli konstrukcije predstavljajo toplotni most. Posebej je potrebno paziti na zasnovo in izvedbo križanj konstrukcijskih sklopov in delov konstrukcije, to je prebojev, priključkov, vogalov in stikov. Obstoječe toplotne mostove, nastale zaradi

pomanjkljivega načrta in nenatančne ali celo napačne izvedbe, je zelo težko, včasih pa celo nemogoče odpraviti. Naknadni posegi v ovoj stavbe tudi povsem nepotrebno povečajo stroške.

Sklenjena plast toplotne zaščite enake debeline po celotnem zunanjem ovoju stavbe je idealna rešitev. Takrat ostanejo le geometrijski toplotni mostovi (robovi, vogali in podobno). V praksi pa velikokrat pride do nujnih odstopanj od tega pravila.



Slika 12 - izolacijska sestava vgradje okna

Eden od najobičajnejših primerov takega odstopanja je **okno v zunanji steni** (slika 12, 10). Najpogostejša napaka se zgodi na območju špalet, ki ostanejo toplotne neizolirane, ali pa so stiki in priključki netesni. Nasploh velja kot idealna lega položaj okenskega okvira na sredini plasti toplotne zaščite, kadar pa to ni izvedljivo, ali pa tik ob njej, da se lahko toplotna izolacija zaključi na okvir. Če je okvir okna umaknjen od sloja toplotne zaščite, je potrebno detajl špalete tako zasnovati, da jo je mogoče zadostno toplotno izolirati.

Kritično mesto predstavlja tudi ležišče **armiranobetonske plošče** v zunanjem zidu. V območju, ki je približno štirikrat širše od toplotnega mostu, je toplotni tok skozi obodni element stavbe močno povečan. Običajen poseg, kot je na primer izolacija betonske stropne plošče samo na njenem obodu, povzroči le znižanje konice toplotnega toka in njegovo prerazporeditev v območje stene tik ob toplotni izolaciji oboda plošče. Primernejša, a hkrati izvedbeno neugodna rešitev, je namestitev sloja toplotne zaščite še v pasu vsaj 30 cm pod in nad ležiščem plošče.

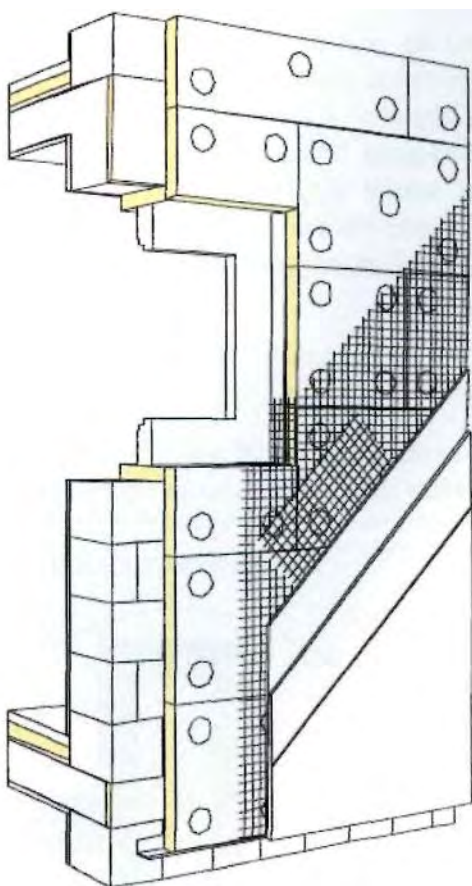
Posebno pozornost je potrebno posvetiti zadostni toplotni zaščiti vogalne **vertikalne zidne armiranobetonske protipotresne vezi**. Tu pride do neugodnega kombiniranega toplotnega mostu, saj se toplotni upor ovoja spremeni zaradi uporabe materiala z večjo toplotno prevodnostjo (materialni oziroma konstrukcijski toplotni most) in zaradi razlike med velikostjo notranje in zunanje površine ovoja (geometrijski toplotni most) na tem mestu.

Za balkonske plošče velja enako pravilo kot za vse preboje: prebojem nosilnih, močno toplotno prevodnih elementov skozi zunanji ovoj in s tem prekinitvam toplotne zaščite se je potrebno že pri načrtovanju izogibati oziroma predvideti izvedbo, ki ne povzroči toplotnega

mostu. Ena od možnosti je na primer namestitev toplotne zaščite po celotni površini takega elementa. Elegantnejša pa je gotovo njegova fizična prekinitev s plastjo toplotne zaščite in vložkom posebnega nosilnega elementa.

Manj primerni so tudi fasadni sistemi, ki zahtevajo izdatnejše mehansko **pritrjevanje plasti** toplotne zaščite ali fasadne obloge na nosilni zid s pomočjo masivnejših in številnejših pritrdil, kar ima za posledico veliko število in gostoto točkovnih toplotnih mostov.

Stroka je postavila pravilo, da naj posamezni elementi s toplotno prevodnostjo večjo od 0,3 W/mK ne prebadajo ovoja oziroma sloja toplotne zaščite na območju s presekom, večjim od približno 25x25 cm. Skupna površina takih prebojev naj ne preseže 4% površine zunanjega ovoja. Če gre za elemente s toplotne prevodnostjo večjo od 1,0 W/mK, potem ti sploh ne smejo popolnoma prebadati ovoja. Izjema so seveda pritrdila (vijaki, sidra ipd.) za običajne toplotnoizoladjske sisteme in fasadne zaključne sloje oziroma obloge (slika 9, 13).



Slika 13 - oblaganje fasade

V primeru, da se večjim prebojem ni mogoče izogniti, imamo na voljo ukrepe, s katerimi preprečimo nastanek izrazitega toplotnega mostu. Glede na dejanske možnosti lahko uporabimo materiale z majhno toplotne prevodnostjo in majhnim presekom ali pa prebadajoče elemente dodatno toplotne izoliramo v določeni dolžini, kar sicer pogosto povzroči izvedbene, funkcionalne in estetske probleme. Zelo primerna rešitev je t.i. toplotna ločitev s posebnimi prefabriciranimi elementi, ki zagotovijo kontinuiteto toplotne zaščite in prevzamejo obremenitve na mestu prekinitev.

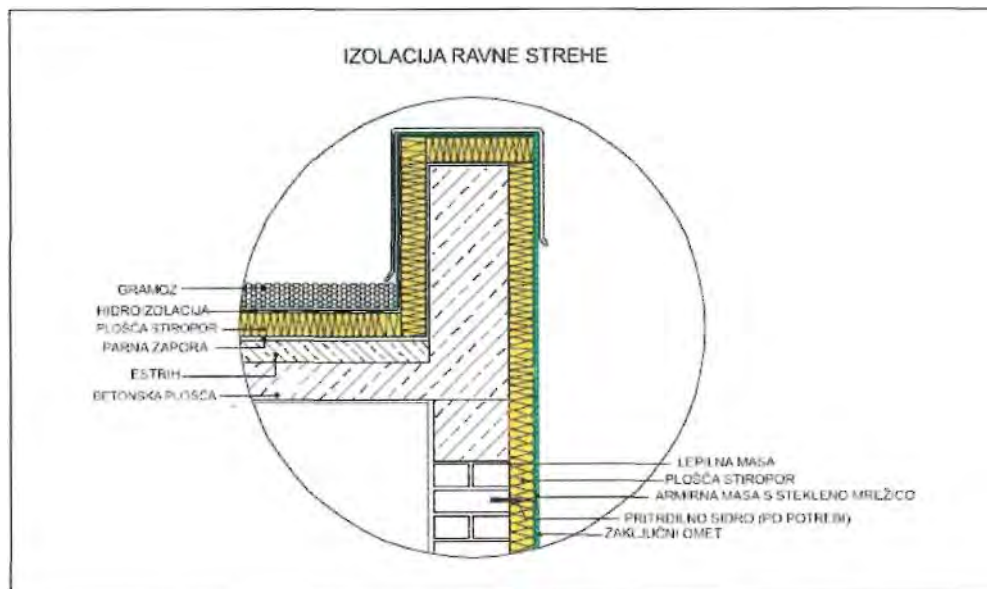
Posebno opozorilo pa velja za primer, ko se iz kateregakoli razloga odločimo za izvedbo toplotne zaščite stavbe z notranje strani. Čeprav navadno mislimo, da je edina gradbeno-fizikalna posledica takega ukrepa nevarnost, da pride do oviranja difuzije vodne pare in posledično do možnosti kondenzacije znotraj konstrukcijskega sklopa, nastopi precej večji problem v območju obstoječih konstrukcijskih oziroma materialnih, pa tudi geometrijskih toplotnih mostov (na primer večkrat omenjena armiranobetonska plošča z ležiščem v zunanjem zidu, priključek notranje stene na obodni zid in podobno). Če nanje pozabimo in jih ne saniramo, se zaradi sicer dobronamernega posega (toplotna izolacija ovoja stavbe) razmere na in ob takih toplotnih mostovih zelo poslabšajo. V primerjavi z obstoječim stanjem brez toplotne zaščite z notranje strani pride namreč do močno povečanega toplotnega toka in znižanja površinskih temperatur na takih mestih. Prej našteje posledice toplotnih mostov so zato še izrazitejše.

3.3. POSLEDICE TOPLOTNIH MOSTOV

V uvodu je bilo opozorjeno, da toplotni mostovi vplivajo na toplotno bilanco stavbe in na kakovost bivalnega okolja. Čeprav v določenih primerih delež toplotnih izgub skozi toplotne mostove pomeni le majhen del celotnih toplotnih izgub, je negativen učinek toplotnih mostov še vedno izrazit zaradi znižanih notranjih površinskih temperatur na teh mestih in s tem povezane nevarnosti lokalne površinske kondenzacije vodne pare iz zraka, kar povzroči poškodbe materiala, estetske probleme in celo zdravstvene težave zaradi razvoja plesni. Toplotnih mostov zato ne smemo gledati le skozi energijske količine, ampak se moramo zavedati celovitosti pojava in njegovih posledic.

Vpliv na toplotno bilanco

Negativen energetski učinek toplotnih mostov lahko opazujemo na dveh ravneh, neposredno in posredno. Ker je v območju toplotnega mostu toplotni tok povečan, so tudi toplotne izgube



Slika 14 - izolacija ravne strehe

večje, s tem rastejo tudi stroški za ogrevanje. Zaradi neznanja marsikdo podcenjuje dejanski pomen toplotnih mostov. Popolnoma napačno je mnenje, da naj bi podrobnejše ukvarjanje s toplotnimi mostovi ne bilo potrebno, ker je delež toplotnih izgub zaradi toplotnih mostov v

večini primerov obstoječih stavb razmeroma majhen glede na celotne toplotne izgube. Tako enostransko razmišljanje je značilen primer nepoznavanja in neupoštevanja celovitega delovanja stavbe in odziva uporabnikov na bivalne razmere.

Precej izrazit je namreč lahko posreden vpliv toplotnih mostov na toplotno bilanco stavbe. Za preprečevanje površinske kondenzacije poznamo dva učinkovita ukrepa; zvišanje temperature notranjega zraka ali/in izdatnejše prezračevanje. Če ta ukrepa uporabimo za preprečevanje površinske kondenzacije v območju toplotnih mostov, do katere pride zaradi lokalno znižane temperature notranje površine, potem hkrati močno povečamo toplotne izgube. Ob tem se moramo zavedati, da to ob korektno zasnovani in izvedeni toplotni zaščiti ter sestavi posameznih konstrukcijskih elementov in običajni temperaturi ter relativni vlažnosti notranjega zraka sploh ne bi bilo potrebno. Zaradi odpravljanja posledic lokalnega pojava lahko torej bistveno povečamo rabo energije za ogrevanje, pri čemer so toplotne izgube skozi sam toplotni most sicer morda relativno majhne.

Pomen toplotnih mostov v smislu slabše toplotne bilance se izrazito poveča pri nizkoenergijskih stavbah. S kakovostjo toplotne zaščite določene površine namreč raste tudi negativen vpliv in pomen toplotnega mostu na ali ob tej površini. Dokazano je, da pri dobro toplotno zaščiteneh stavbah, vendar brez rešenih toplotnih mostov, delež toplotnih izgub zaradi toplotnih mostov predstavlja celo več kot tretjino vseh transmisijskih toplotnih izgub. Možnosti relativnih prihrankov energije so zato tu, ob pravilni zasnovi stavbe, zelo velike.

Vpliv na kakovost bivalnega okolja

V območju toplotnih mostov se temperatura notranje površine precej zniža. Prva posledica nižje temperature je povečano odlaganje prahu na takih mestih. Ob določenih neugodnih razmerah v prostoru (nizka temperatura in visoka relativna vlažnost ob sočasnem nezadostnem prezračevanju) v zimskem času je lahko temperatura notranje površine nižja od temperature rosišča, posledica pa je površinska kondenzacija vodne pare. Če se to dogaja pogosto, lahko pride do pojava plesni. Temne lise plesni, na primer v vogalih sten, niso le neestetske, ampak imajo lahko pri občutljivejših ljudeh tudi zdravstvene posledice v obliki respiratornih in drugih alergij, ki jih povzročajo trosi. Tudi razvoj lesne gobe in fizičen propad lesenih delov konstrukcije zaradi površinske kondenzacije ob ali na teh delih je lahko posledica (konvekcijskega) toplotnega mostu.

Pomembno pa je vedeti, da je nevarnost površinske kondenzacije kot posledica toplotnih mostov precej odvisna od vlažnosti notranjega zraka. Z ustrezno "uporabo" bivalnih prostorov, to je z zadostnim in predvsem s pravilnim prezračevanjem, lahko problem vsaj omilimo.

Ugotovitve

Toplotni mostovi so negativen pojav na zunanem ovoju stavbe, ki povzroči večjo rabo energije za ogrevanje in s tem večje stroške uporabnika, nevarnost površinske kondenzacije vodne pare in s tem nastanka plesni, slabše toplotno ugodje v prostoru, estetske nevšečnosti ter celo zdravstvene težave. Toplotnim mostovom se je potrebno izogniti že med izdelavo projekta ter med gradnjo skrbno izvesti vse detajle. Najustreznejši način, da se izognemo toplotnim mostovom, je namestitev toplotne zaščite brez prekinitev oziroma prebojev na zunanji strani ovoja stavbe. Zagotoviti je potrebno tudi popolno zrakotesnost spojev (zlasti pri toplotni zaščiti z notranje strani), da ne pride do konvekcijskih toplotnih mostov. Sanacija

toplotnih mostov, s katero naknadno popravljamo napake projektanta ali izvajalca, je pogosto težko izvedljivo in zahtevno, predvsem pa drago delo, ki ga ne moremo ekonomsko upravičiti. Izvedbeno lažja, v nekaterih primerih edina mogoča in običajno cenejša sanacija z namestitvijo dodatne toplotne zaščite v določeni dolžini na notranji strani elementov, ki povzročajo toplotni most, je lahko problematična v gradbeno fizikalnem smislu, ker ovira difuzijo vodne pare (nevarnost kondenzacije), v prostoru pa deluje pogosto moteče. Povzroči lahko tudi težave pri izdelavi notranjih ometov, saj pride do spremembe nosilnega materiala ometa in možnosti razpok. Take ukrepe, posebej še izbiro materialov, naj predlaga in preveri strokovnjak, da ne povzročijo dodatne škode. Tudi ekonomičnost sicer ustrezne toplotne zaščite celotne stavbe je slaba, če so prisotni toplotni mostovi. Zgraditi hišo brez toplotnih mostov je nemogoče, s pravilno gradnjo pa lahko njihovo število in velikost zmanjšamo na minimum. Vse to vpliva na podaljševanje roka vračila investicije in stroške vzdrževanja stavbe.

3.4. REŠITVE BIROJEV

Poleg dosedaj naštetih teorije, ki sem jo strnil iz različne literature, katalogov, informacij proizvajalcev toplotnih izolacij, v nalogi želim prikazati rešitev za konkreten detajl rešitve toplotnega mostu.

Za analizo detajla toplotnega mostu sem izbral detajl plošče s previsom. V šoli smo omenili eno vrsto rešitve, mene pa je zanimalo ali med projektanti oziroma v praksi obstajajo še druge rešitve. Zato sem skico poslal na 37 različnih naslovov zanih projektivnih birojev v Sloveniji. Z nekaj biroji sodeluje tudi šola (projekti, opravljanja prakse dijakov).

Naslovi podjetji katerim sem poslali prošnje

Studio Modul
Projektivni biro d.o.o.
Zaloška cesta 165
1000 Ljubljana

A.B. Sibila d.o.o.
Arhitekturni biro
Ulica bratov Učakar 42
1000 Ljubljana

Projektivni biro Kontura d.o.o.
Črtomirova ulica 6a
4260 Bled

AB arhitekturni biro
Levstikova ulica 3
1000 Ljubljana

Pro 55 biro za projektiranje in inženiring
d.o.o.
Ziherlova ulica 2
1000 Ljubljana

Tipski projekti Nardin Marija s.p.
Biro za projektiranje in dela v gradbeništvu
Jarška cesta 36
1000 Ljubljana

Arhiplan d.o.o. arhitekturni biro
Slovenska ulica 39
2000 Maribor

Arhitekturni biro Soršak
Soršak Marko s.p.
Oblakova ulica 4
2000 Maribor

Invest & Trade biro d.o.o.
Sokolska ulica 46
2000 Maribor

KO - biro d.o.o. projektiranje in inženiring
Mlinska ulica 32
2000 Maribor

Proen projektivni biro
Betnavska cesta 6
2000 Maribor
Projektivni biro 91 d.o.o.
Sodna ulica 25
2000 Maribor

Trasa d.n.o.
Biro za projektiranje
Kettejeva ulica 16
2000 Maribor

Ingrad projektivni biro in inženiring d.d.
Lava 7
3000 Celje

Arhitekturni biro Kranj d.o.o.
Maistrov trg 12
4000 Kranj

Elf d.o.o. projektivni biro
Poštna ulica 3
4000 Kranj

Elf d.o.o. projektivni biro
Prešernova ulica 2
4000 Kranj

Raziskovalna naloga: TOPLOTNI MOSTOVI

Projektivni biro Osterman
Trg Zbora Odposlancev 59
1330 Kočevje

Tibet projektivni biro
Glavnem trgu 17 b
2000 Maribor

Mobile-Arch d.o.o.
Trg celjskih knezov 2
3000 Celje

VEGRAD Projektivni biro d.d.o.
Stari trg 35
3320 velenje

BPJMkonstrukcijski biro Skornšek d.o.o.
Efenkova 45
3320 Velenje

SAD AR VUGA ARHITEKTI d.o.o.
Cankarjevo Nabrežje 11
1000 Ljubljana

Tovarna izolacijskega
materiala d.d.
Spodnja Rečica 77 3270 Laško

PROJEKTNI ATELJE
Brečko Janez s.p.
Ulica XIV divizije 14
3000 Celje

Juričan Branko s.p.
Projektiranje in izvajanje
Ulica XIV divizije 14 "
3000 Celje

SCHLAUS arhitekturni studio d.o.o.
Stari trg 15
3210 Slovenske Konjice

ARTECO d.o.o.
Ulica Ivanke Uranjek 3
3310 Žalec

SYNTHESING d.o.o.
Koroška cesta 56b
3320 Velenje

B.R.C. d.o.o.
Ulica heroja Staneta la
3310 Žalec

Studijo Modul
Projektivni biro d.o.o.
Zaloška cesta 165
1000 Ljubljana

AR PROJEKT projektiranje
in gradbeni inženiring d.o.o.
Planinska cesta 5
8290 Sevnica

NAVOR projektiranje,
storitve in raziskave
Ulica XIV divizije 12
3000 Celje

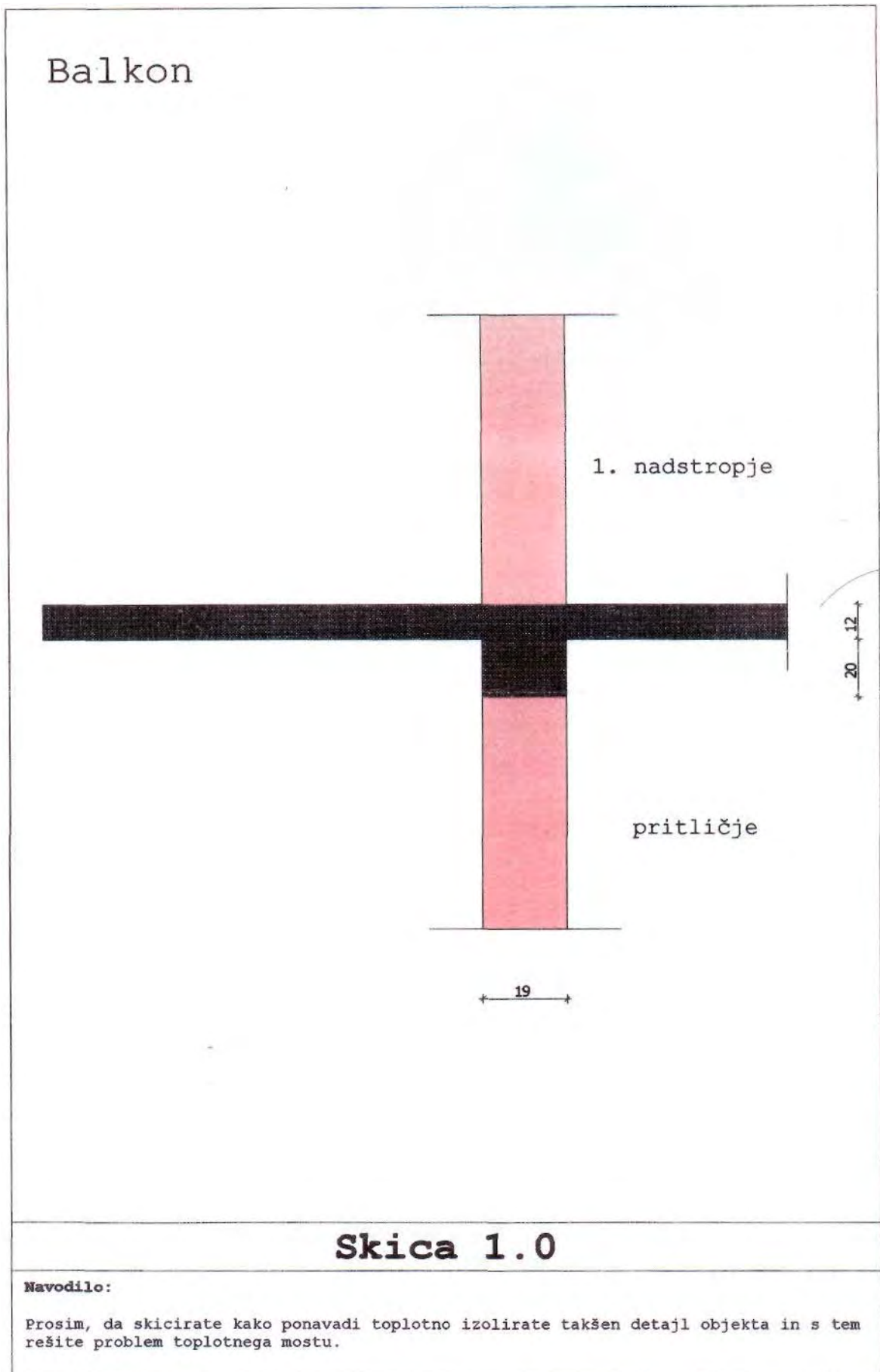
Projektivni biro Velenje
Prešernova cesta 8
3320 Velenje

HIDROSVET d.o.o.
Lava 11
3000 Celje

ABN d.o.o.
Projektiranje in inženiring
Ljubljanska cesta 20a
3000 Celje

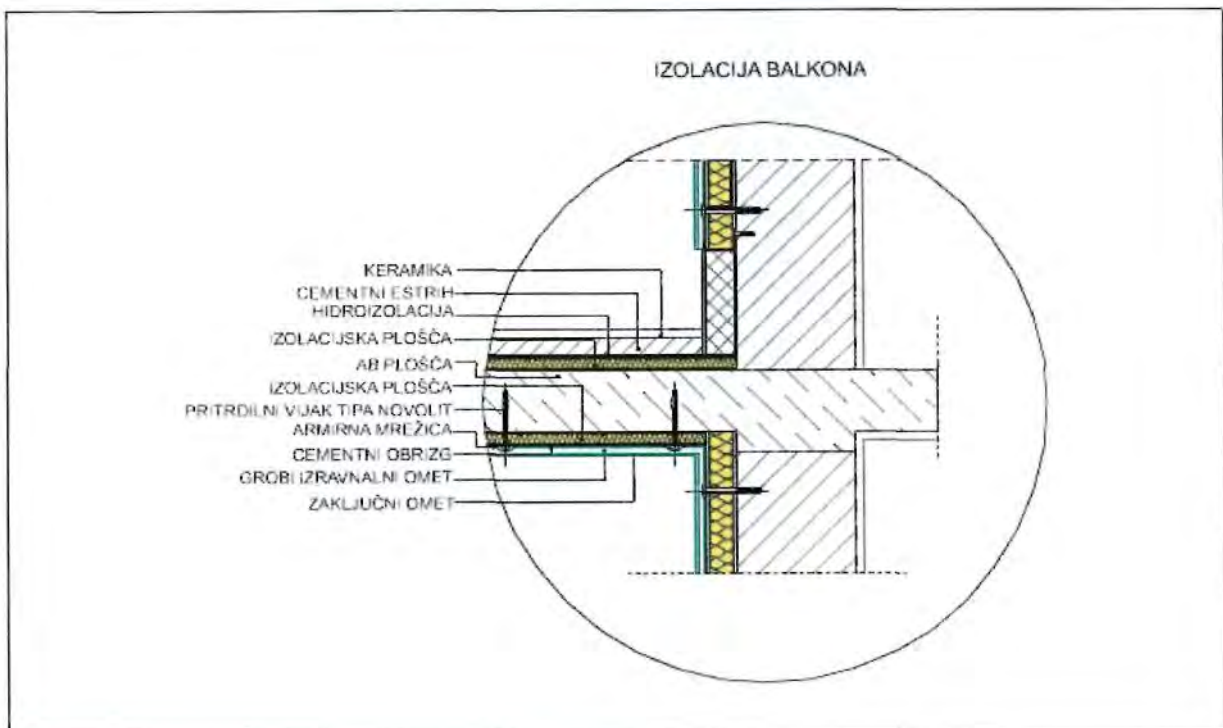
ARHITEKT ERNST d.o.o.
Projektiranje interier
Ulica XIV divizije 14
3000 Celje

Primer poslane skice



3.5. KAKO SMO SE UČILI V ŠOLI

Spodnja slika prikazuje način izolacije balkona, na način, ki je bil podan v šoli in pri pouku predmeta visoke zgradbe.



4. ANALIZA REZULTATOV

Na mojo prošnjo je odgovorilo 8 podjetji oziroma projektivnih birojev. Pričakoval sem več odziva, vendar sem bil vesel, da so se le - ti zelo potrudili in so mi nekateri poleg detajla poslali še kopije iz literature in prospekte. Odgovori se ponavljajo, zato lahko menim, da bi tudi več odgovorov prineslo enake rezultate.

Naslovi podjetji ki so odgovorili

KO - biro d.o.o. projektiranje in inženiring
Mlinska ulica 32
2000 Maribor

BRP-konstrukcijski biro Skornšek d.o.o.
Efenkova 45
3320 Velenje

SYNTHESING d.o.o.
Koroška cesta 56b
3320 Velenje

Trasa d.n.o.
Biro za projektiranje
Kettejeva ulica 16
2000 Maribor

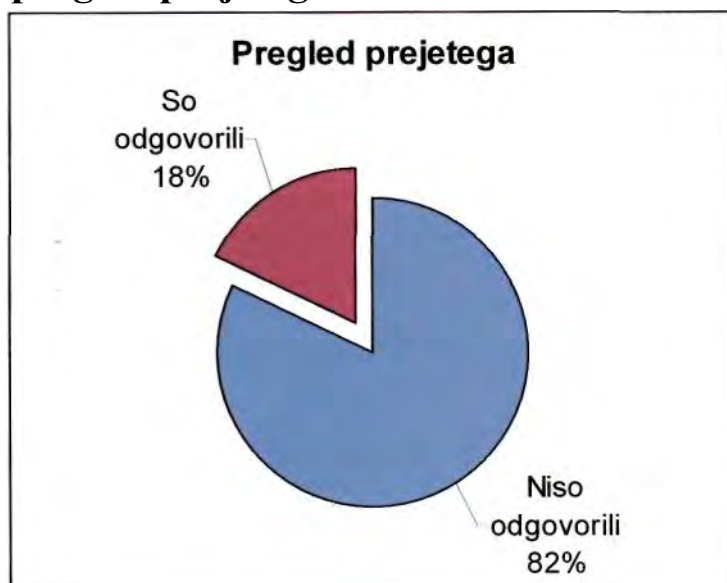
NAVOR Projektiranje,
sroritve in raziskave
Ulica XIV divizije 12
3000 Celje

Studijo Modul
Projektivni biro d.o.o.
Zaloška cesta 165
1000 Ljubljana

Tipski projekti Nardm Marija s.p.
Biro za projektiranje in dela v gradbeništvu
Jarška cesta 36
1000 Ljubljana

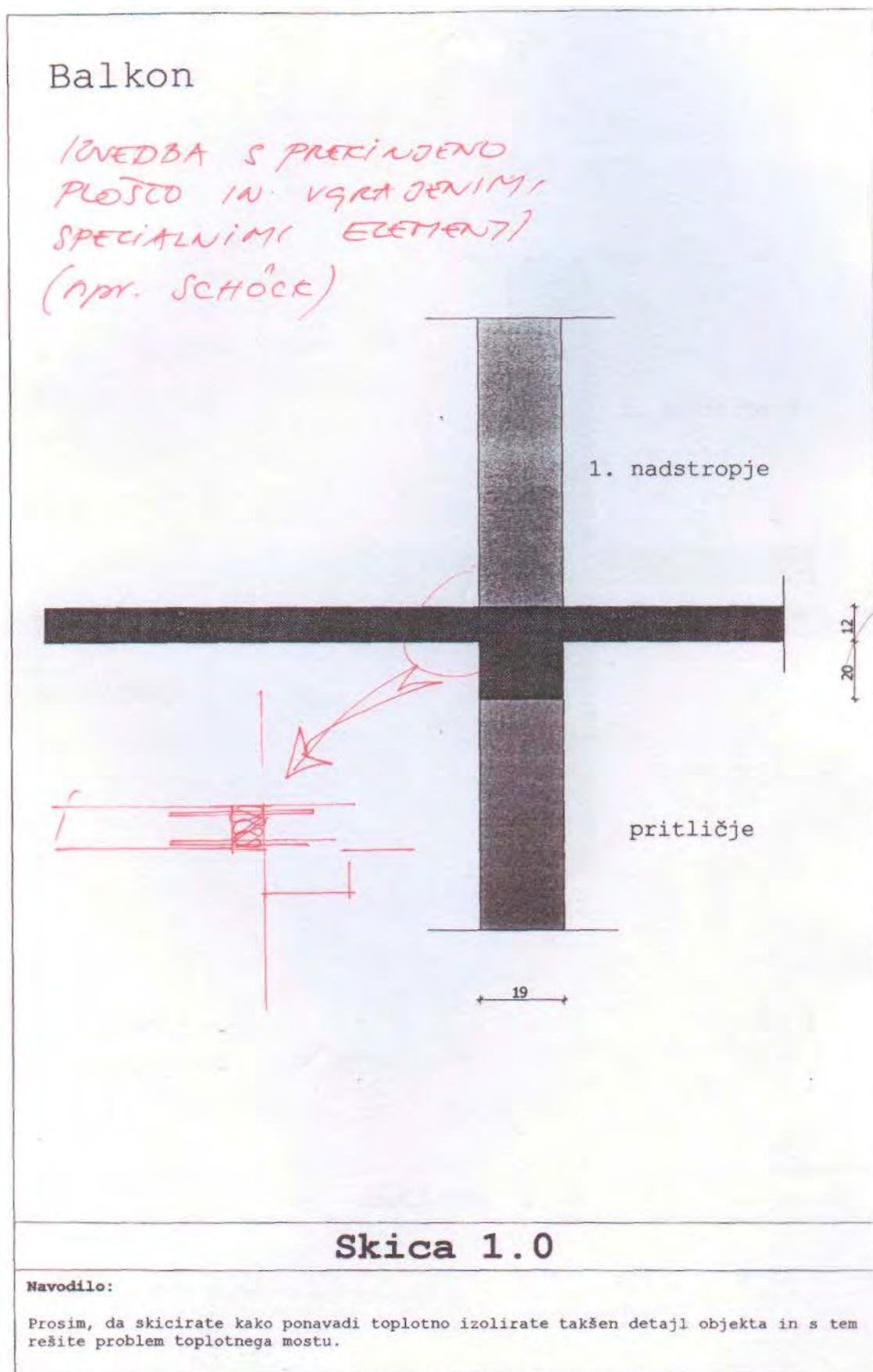
TIM Laško
Spodnja Rečica 77
3270 Laško
Slovenija

Procentualni pregled prejetega

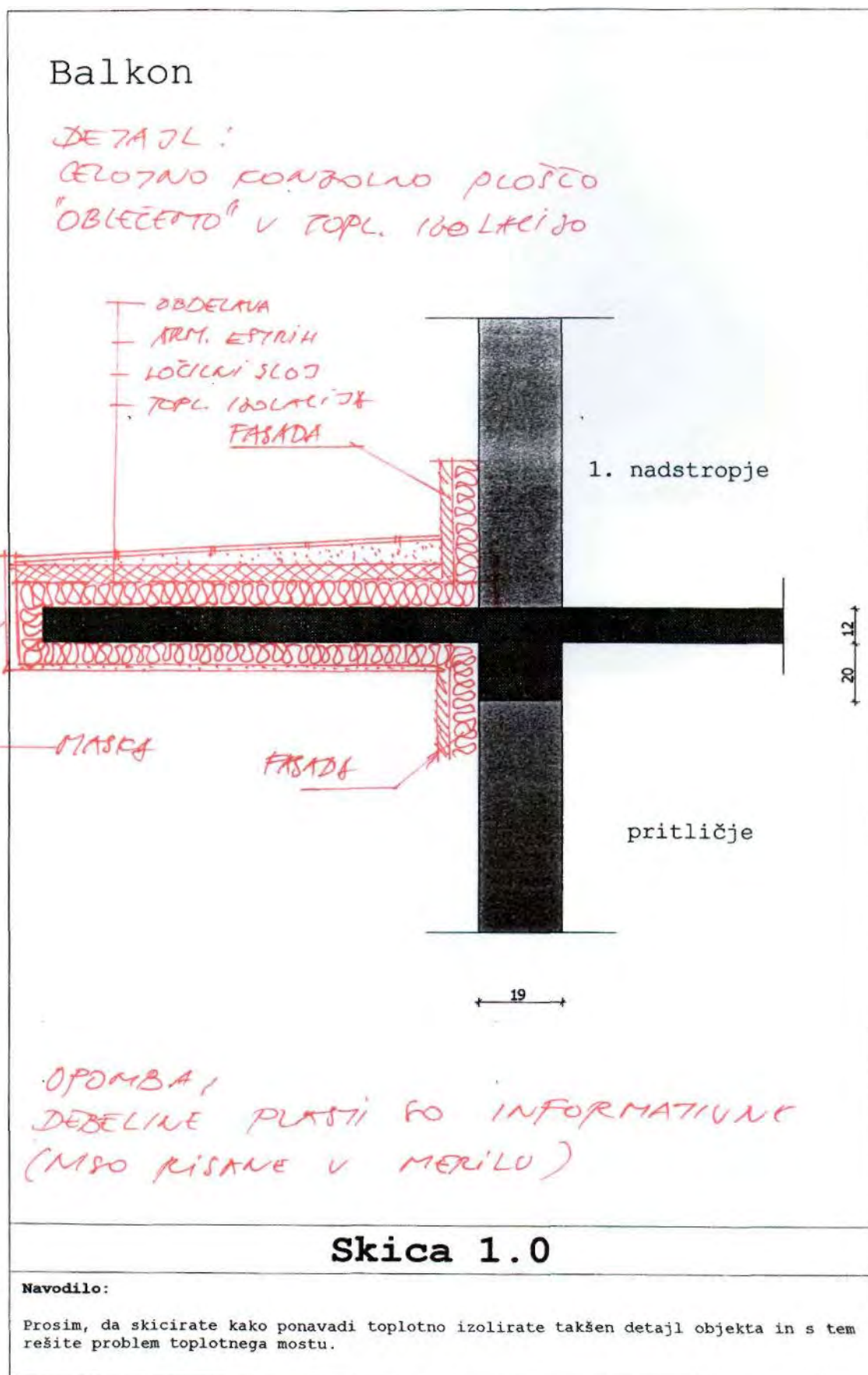


4.1. REŠITVE BIROJEV

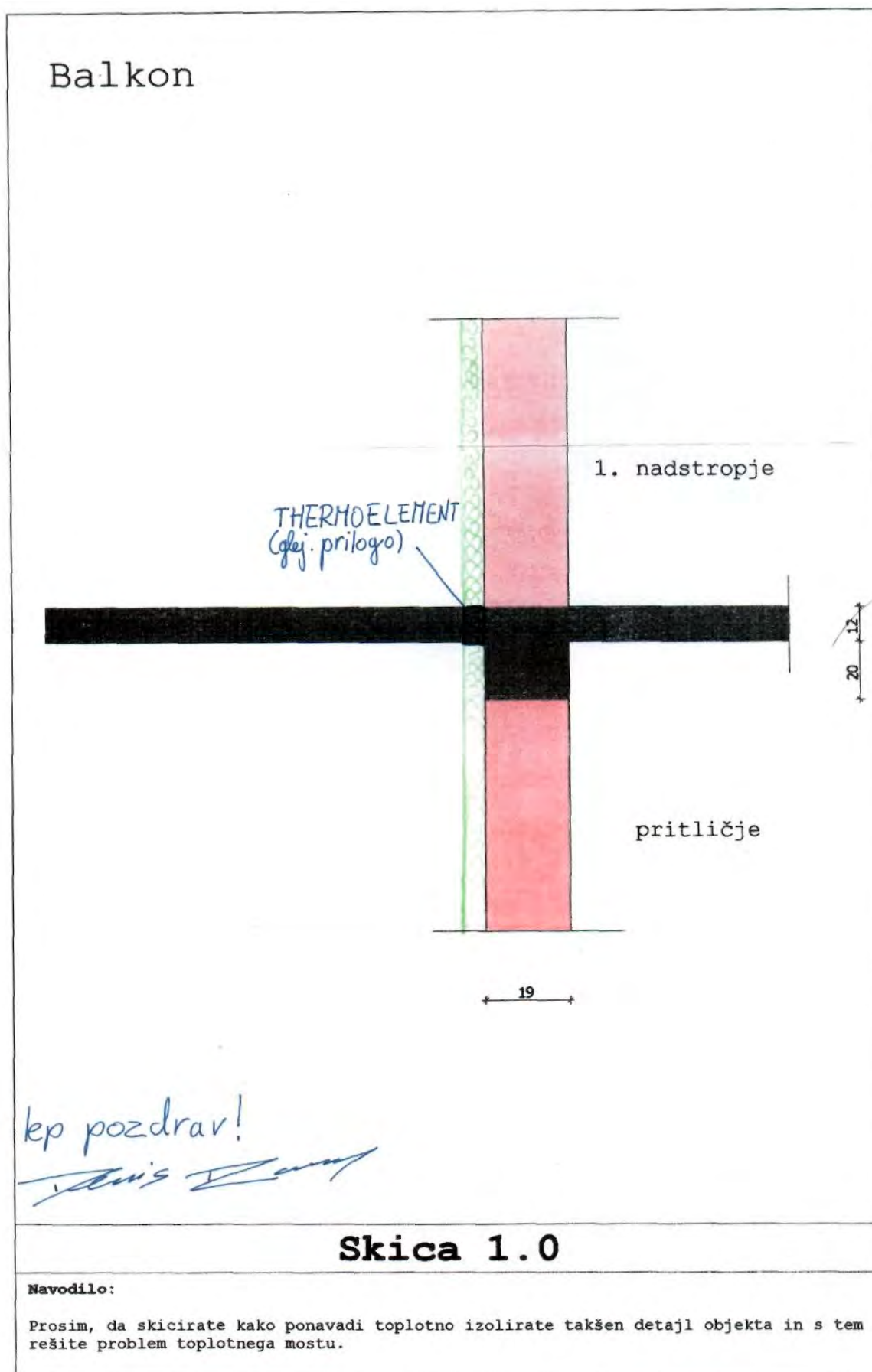
a) REŠITEV KO - BIRO - ja 1



b) REŠITEV KO - BIRO - ja 2

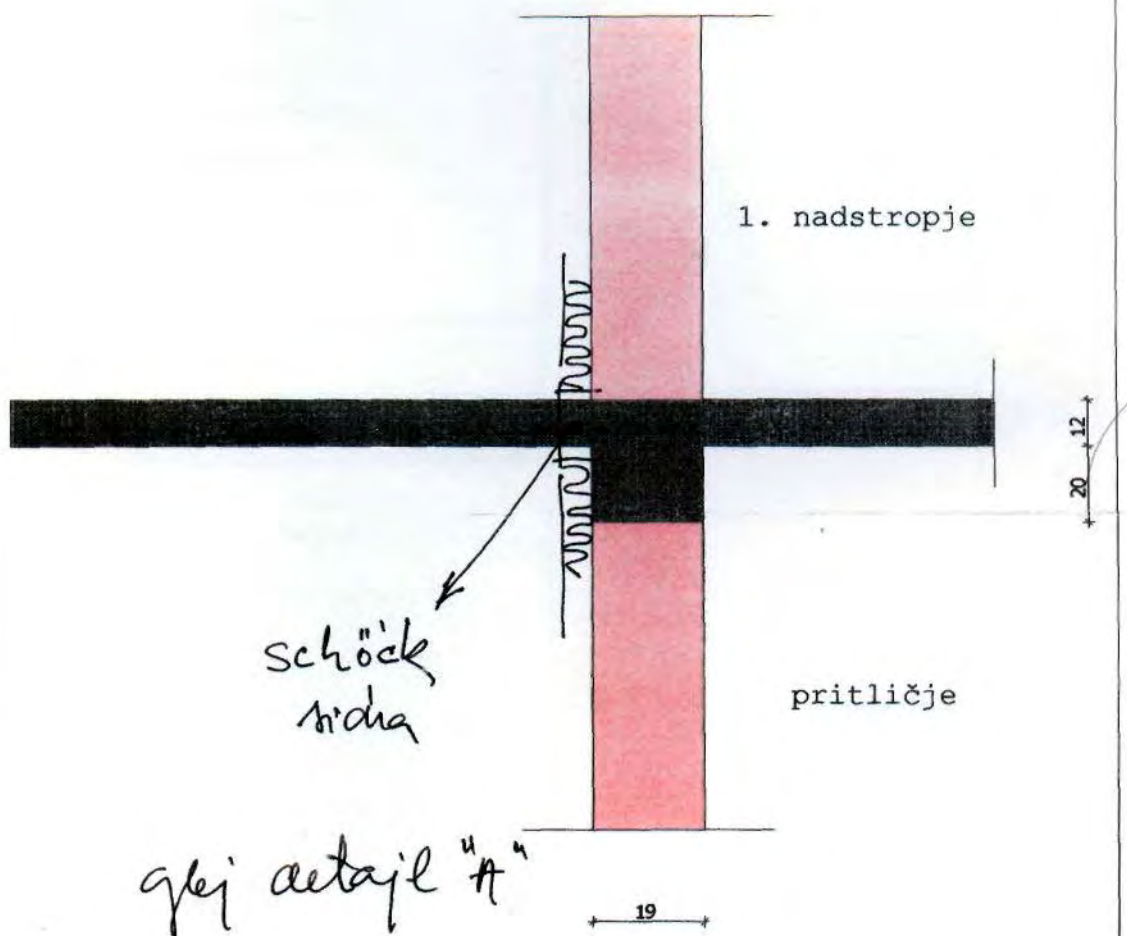


c) REŠITEV NAVOR - a



Balkon

d) REŠITEV MODUL - a

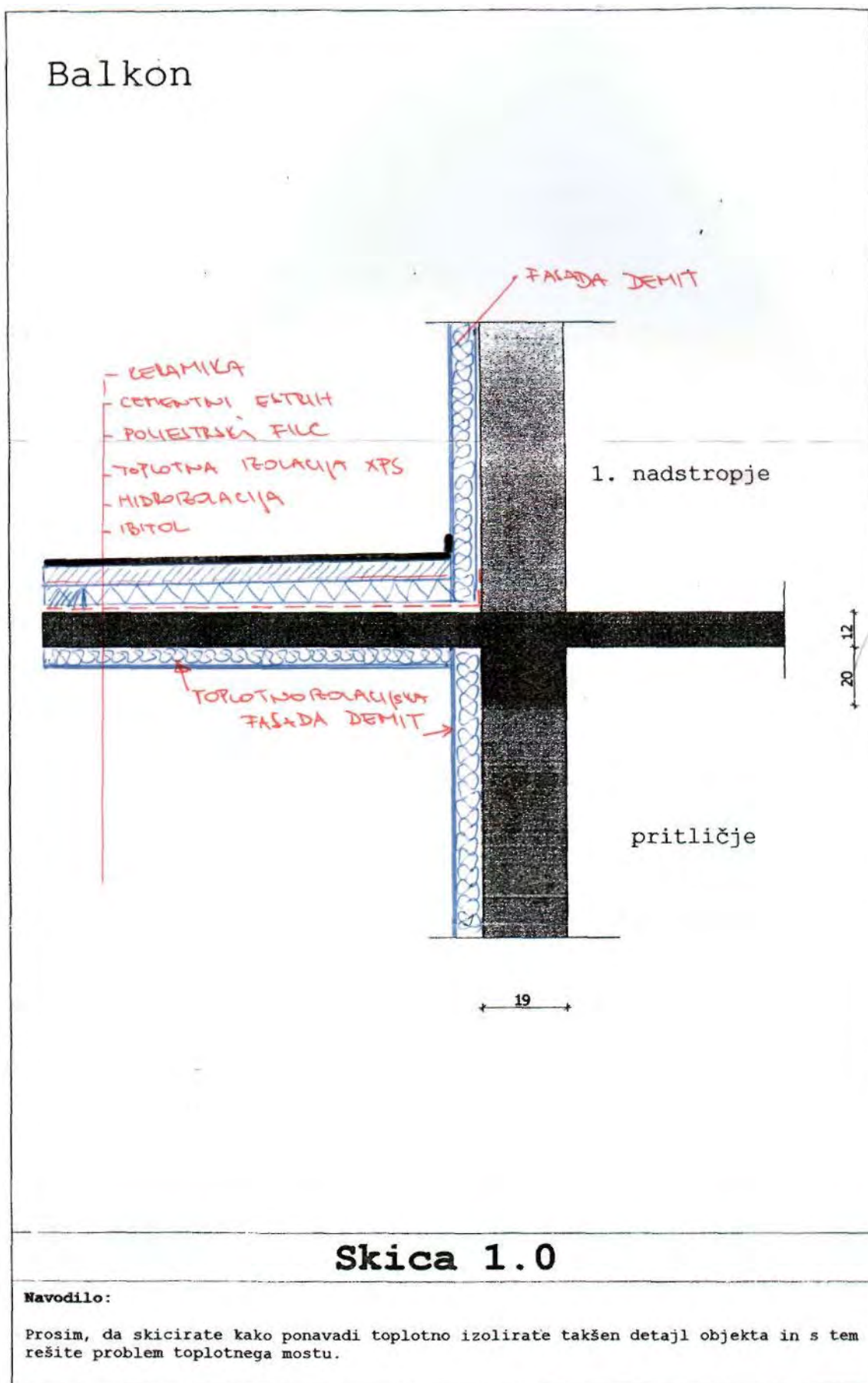


Skica 1.0

Navodilo:

Prosim, da skicirate kako ponavadi toplotno izolirate takšen detajl objekta in s tem rešite problem toplotnega mostu.

e) REŠITEV TIM Laško



4.2. DOPISNI LIST

Marko Vrtič
Naselje Heroja Maroka 14
8290 Sevnica

BRP-konstruktorski biro
Skornšek d.o.o. Efenkova
45 3320 Velenje

PROŠNJA

Spoštovani!

Sem Marko Vrtič, dijak Poklicne in tehniške gradbene šole Šolskega centra Celje. V šolskem letu 2005/2006 sem se odločil za raziskovalno nalogo s področja toplotnih mostov. Prosil bi Vas, če mi pri tem pomagate in poskušate toplotno izolirati detajl objekta, tako kot ga Vi ponavadi izolirate oziroma rešite ta detajl.

V nalogi bi rad predstavil različne rešitve tega detajla.

Za vašo pomoč se Vam iskreno zahvaljujem.

Mentorica:
Irena Posavec, uni. dipl. inž.

Marko Vrtič


Priloga:

- Detajl objekta

Sevnica, 13. 12.2005

4.3. ANALIZA POSLANEGA

Na podlagi prejetega lahko podam lastno mnenje o tem kateri način je najprimernejši za preprečitev toplotnih mostov, v primeru katerega so reševali projektivni biroji. Iz raziskave lahko rečem, da projektanti detajl rešujejo v glavnem na dva načina.

- Z oblaganjem, »zapakiranjem« kot rečejo nemško govoreči inženirji gradbeništva, celotne konzolne plošče (vseh lic) z izolacijskim materialom ali
- Z vgradnjo specialnih premostitvenih materialov (SCHOCK, BETOMAX itd.), ki jih različni proizvajalci proizvajajo za reševanje predmetnega detajla in so na našem trgu v zadnjih letih že na razpolago. Za tuje naročnike so slovenki projektanti tovrstni element projektirali že pred 20 leti.

4.3.1. Mnenje o tem ali v šoli dovolj slišimo o toplotnih izolacijah

O koncu naloge, ko sem se oširno seznanil s kompleksnostjo problema in na njegove posledice, mislim da nas v šoli kot bodoče gradbenike, ki se bodo s tem problemom srečevali skoraj vsak dan, ne opozarjajo dovolj ter temu problemu ne posvečajo dovolj velike pozornosti.

Dijakom bi lahko problem bolj nazorno opisali in navedli več možnih rešitev. Res je, da gradbeni tehniki nismo projektanti (arhitekti), moramo pa kot bodoči vodje del detajle znati skrbno in natančno izvesti. Ob navedbi specialnih premostitvenih materialov sem tudi sam poiskal proizvajalce le - teh in sicer BETOMAX.

Zastopnico ga. Anito Šnajder sem prosil za kataloge in promocijski material, ki mi ga je z veseljem poslala. Karakteristike in detajle izvedbe sem pustil kar v kataloški obliki v prilogi.

5. ZAKLJUČEK

Na podoben način konkretne obdelave detajlov toplotnih mostov, bi se lahko lotil vseh detajlov v neki stanovanjski zgradbi ali celo v drugih objektih (trgovskih, poslovnih, javnih). Vendar bi bila naloga preobsežna.

Enako bi lahko naredil še izračune izolativnosti, prevodnosti. Vsi ti podatki so navedeni v številnih katalogih proizvajalcev toplotno izolacijskih materialov in so dostopni tudi na spletnih straneh proizvajalcev.

Cilj naloge oziroma raziskovanja je bil dosežen:

- Preštudiral sem teoretične osnove in praktične dileme toplotnih mostov v stanovanjskih objektih
- Bistveno teorijo tudi krajše zapisal
- Poiskal 37 projektantov za konkretno raziskavo
- Analiziral dobljene rezultate
- Spoznal nov material
- Navezal stike s proizvajalcem gradbenega materiala

Koristnost naloge

Skozi celotno raziskovalno nalogo sem spoznal resničen problem toplotnih mostov v vsakdanjih zgradbah. Temu problemu se na žalost ne da izogniti, lahko pa se ga omili skoraj da zanemarljive vrednosti v smislu toplotnih izgub.

Zahvala projektivnim birojem

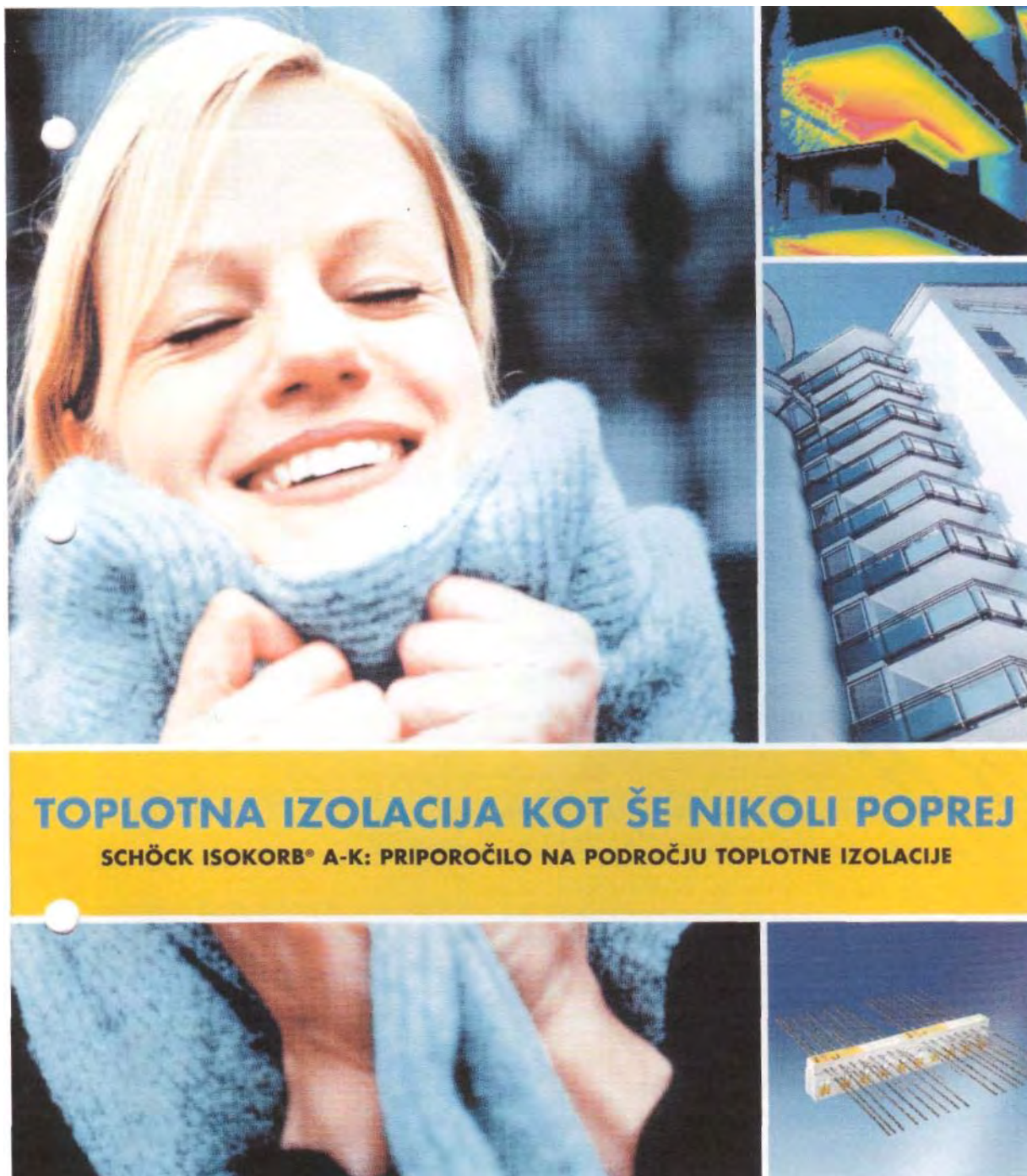
Resnično bi se rad zahvalil projektivnim birojem in podjetjem, ki so sodelovali ter mi pomagali pri izdelavi raziskovalne naloge. Še posebej bi izpostavil KO - BIRO za projektiranje in inženiring iz Maribora in TIPSKE PROJEKTI NARDIN MARIJA iz Ljubljane, ker so se resnično potrudili in zbrali veliko koristnih informacij ter mi jih posredovali.

6. VIRI IN LITERATURA

- VELIKI SPLOŠNI LEKSIKON v osmih knjigah; tretja knjiga Gh - Ka str. 1482 - 1483
- VELIKI SPLOŠNI LEKSIKON v osmih knjigah; osma knjiga Tž - Ž str. 4420 - 4421
- Gradbeni priročnik (izpis koeficientov posameznih materialov)
- Prospekti in dopisi birojev ki so odgovorili
- Obisk Zrmk-ja
- Internetne skrani: <http://izolacija.slonep.net>, <http://www.novolit.si>, <http://www.topdom.si>, <http://www.tim.si>, <http://www.ketex-tk.si/katalogtoplotnaizolacija.html>, <http://www.termo.si/slo/tervol.htm>
- Prispevek agencije za učinkovito rabo energije

7. PRILOGA

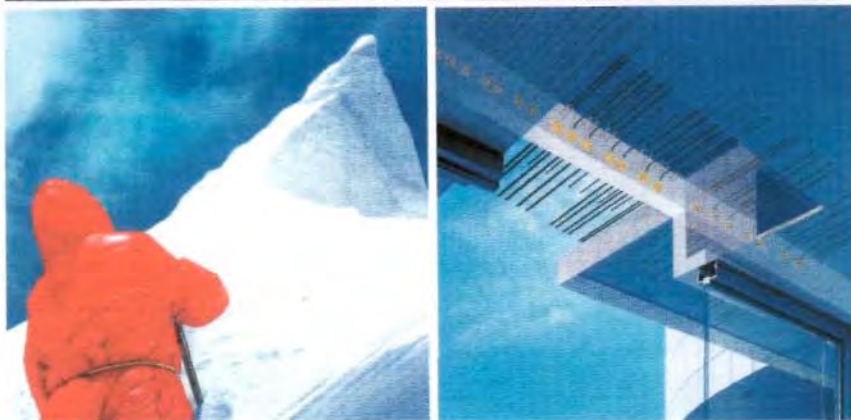
7.1. BETOMAX PRILOGE



TOPLOTNA IZOLACIJA KOT ŠE NIKOLI POPREJ
SCHÖCK ISOKORB® A-K: PRIPOROČILO NA PODROČJU TOPLOTNE IZOLACIJE



VRHUNSKI DOSEŽEK: NOVA IZOLACIJSKA KOŠARA



► Graditi je potrebno tako, da kar se da zmanjšate vpliv toplotnih mostov. Nova izolacijska košara Schöck Isokorb® A-K s HTE modulom poskrbi za vse. In še mnogo več! Najboljšo toplotno izolacijo, preverjeno varnost in večjo gospodarnost. ◀

Izolacijska košara Schöck Isokorb® A-K s HTE modulom – novo tlačno oporo iz visoko zmogljivega finega betona z mikro ojačitvami.



Visoko zmogljivemu finemu betonu se primešajo mikroskopsko majhna jeklena vlakna, ki omogočajo dobre raztezne lastnosti. Pri prenosu sil preprečuje plašč iz umetne mase trenje finega betona z okoliškim.

- Napredna tehnologija priprave
- Izredne lastnosti materiala
- Superiorna trdnost
- Višja stopnja varnosti
- Edinstvena toplotna izolacija
- Oplaščenje iz umetne mase za prosto raztezanje

HTE
MODULOM



SCHÖCK ISOKORB® A-K S HTE MODULOM

Najboljša toplotna izolacija

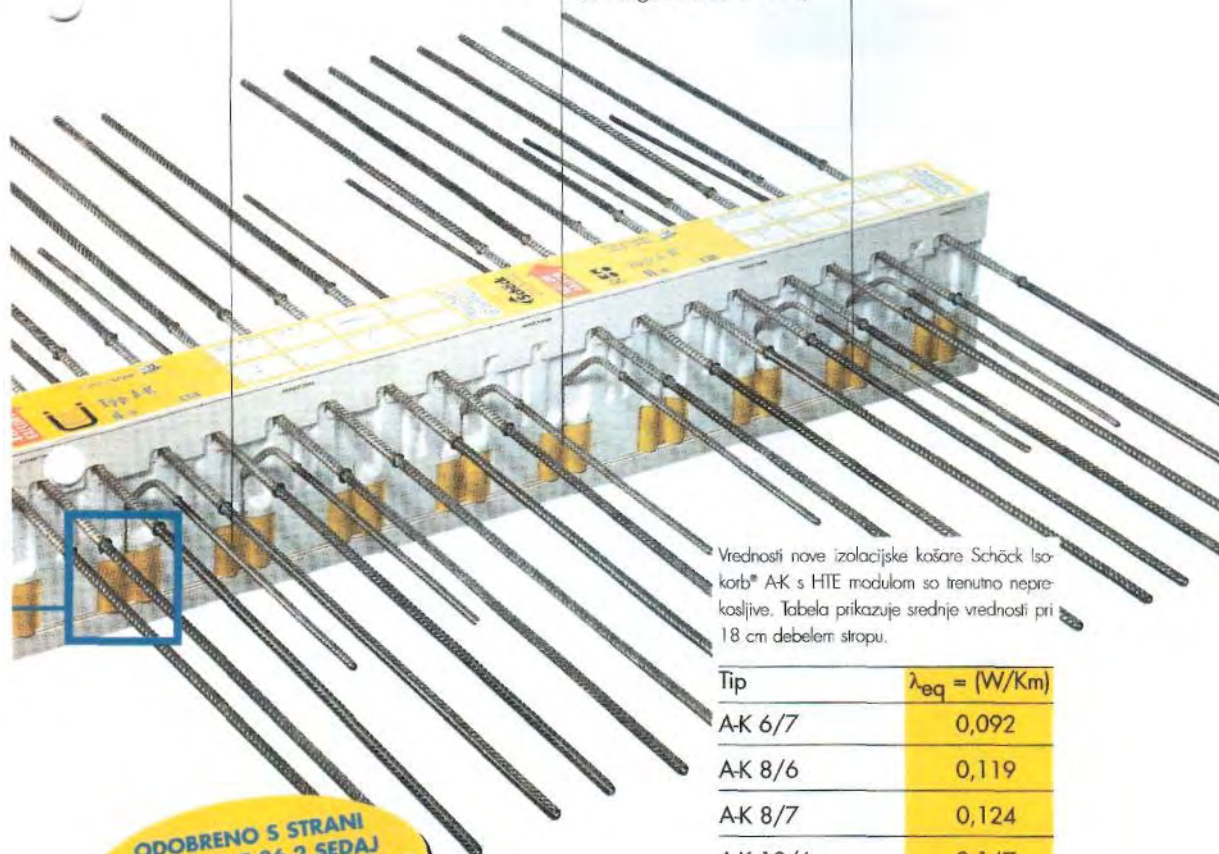
Nova izolacijska košara Schöck Isokorb® A-K s HTE modulom dosega do sedaj nepresegljivo učinkovitost izvajanja toplotne izolacije. Zato je gradnik razvoja.

Zajamčena varnost

Novi HTE modulom iz finega betona, ojačanega z jeklenimi mikro vlakni, se je v obdobju 3 let koval in izboljševal na podlagi neštetihih statičnih, dinamičnih in gradbeno fizikalnih poskusov. Njegovo varnost jamči tudi DIBt (nemški institut za gradbeno tehniko).

Visoka stopnja gospodarnosti

Vezivna integrirana tlačna opora. Nič se ne ukrivlja. Zmanjšana teža. Za hitro gradnjo in najboljšo toplotno izolacijo.



Vrednosti nove izolacijske košare Schöck Isokorb® A-K s HTE modulom so trenutno neprekosljive. Tabela prikazuje srednje vrednosti pri 18 cm debelem stropu.

Tip	$\lambda_{eq} = (W/Km)$
A-K 6/7	0,092
A-K 8/6	0,119
A-K 8/7	0,124
A-K 10/6	0,147
A-K 10/7	0,173
A-K 12/6	0,197
A-K 12/7	0,207

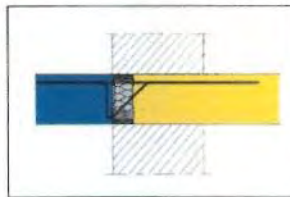
ODOBRENO S STRANI
DIBt, Z-15.7-86.2 SEDAJ
TUDI ZA STOPNJE NOSILNOSTI
DO A-K/A-KF 14/10.

SCHÖCK ISOKORB® - ZA VSE PRILOŽNOSTI



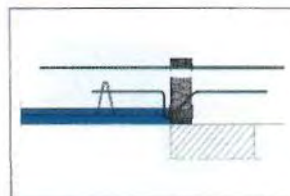
Schöck Isokorb® Tip A-K

Prenosno termno izolacijski element za previsne balkone. Element prenaša upogibne momente in prečne sile. Serijsko integrirana obesna armatura in robna natezna armatura prihranita sicer za balkon potrebno armirno streme, oz. ukrivljeno armirno ploščo.



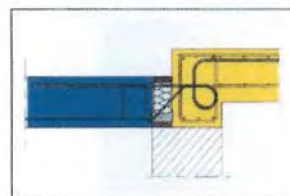
Schöck Isokorb® Tip A-KF

Za prosto previsne balkone iz montažnih elementov. Deljena izvedba posebej za zahteve v kovanih.



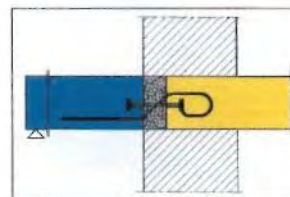
Schöck Isokorb® Tip A-KHV

Za prosto previsne balkone z dvignjenim stropom. Balkonska obesna armatura se vgradi pri gradnji.



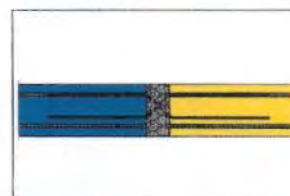
Schöck Isokorb® Tip A-Q

Za prenos prečnih sil, prav tako pa tudi za visoke in točkovne obremenitve.



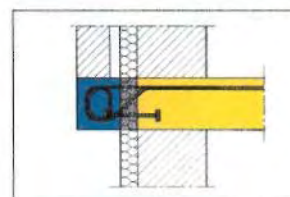
Schöck Isokorb® Tip A-D

Za izolacijo betonskih plošč, vpetih v stropna polja. Prenaša pozitivne in negativne upogibne momente in prečne sile.



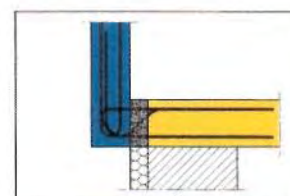
Schöck Isokorb® Tip A-O

Za izolacijo stropnih konzol kot ležišče pri zazidavah. Točkovna uporaba. Razmik med elementi v skladu s statičnimi zahtevami.



Schöck Isokorb® Tip A-F

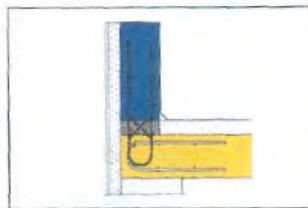
Za izolacijo med vstavljeno balustrado in stropno ploščo. Točkovna uporaba. Razmik med elementi glede na statične zahteve.





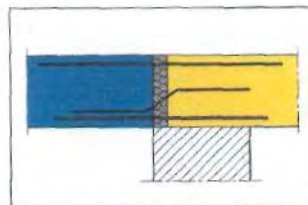
Schöck Isokorb® Tip A-A

Za izolacijo med atiko in stropno ploščo. Točkovna uporaba. Razmik med elementi glede na statične zahteve.



Schöck Isokorb® Tip A-S

Za izolacijo stenskih konzol in konzolnih nosilcev. Točkovni prenos visokih upogibnih momentov in prečnih sil. Dimenzioniranje glede na statične zahteve.



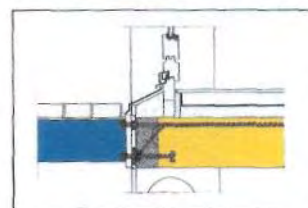
Schöck Isokorb® Tip A-W

Za izolacijo nadstropnih stenskih plošč. Upogibni momenti in prečne sile se prenašajo v vodoravni in navpični smeri. Dimenzioniranje glede na statične zahteve.



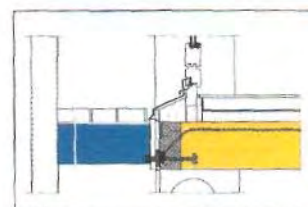
Schöck Isokorb® Tip A-KS

Toplotno izolativni priključek na železobetonske konstrukcije za jeklene konzole.



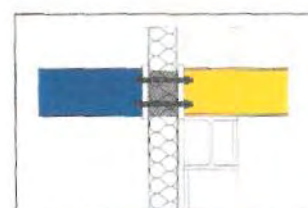
Schöck Isokorb® Tip A-QS

Toplotno izolativni priključek na železobetonske konstrukcije s podprto konzolo.



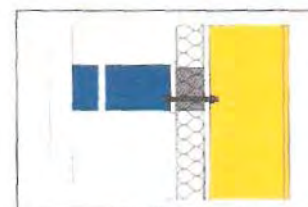
Schöck Isokorb® Tip KST

Toplotno izolativni element za priključke železobetonskih konstrukcij, ki so obremenjeni z večjimi momenti in prečnimi silami.



Schöck Isokorb® Tip QST

Toplotno izolativni element za priključke železobetonskih konstrukcij, ki so obremenjeni z običajnimi momenti in prečnimi silami.



ŽELITE ŠE VEČ INFORMACIJ?

**PREPROSTO PREKOPIRAJTE, IZPOLNITE IN POŠLJITE PO
TELEFAKSU NA ŠTEVILKO 0043/1/7865760-20**

Da, ZANIMAJO ME NASLEDNJE INFORMACIJE:

- ☐ Tehnične informacije v zvezi z izolacijsko košaro Schöck Isokorb®
- ☐ Tehnične informacije v zvezi z izolacijsko košaro Schöck Isokorb® za železobetonske konstrukcije KST/KS
- ☐ Cenik izdelkov podjetja Schöck za leto 2004

Pošiljatelj: ☐ Statik ☐ Arhitekt ☐ Gradbeno podjetje

Podjetje

Kontaktna oseba:

Cesta/ulica

Kraj:

Telefon:

Telefaks:

Elektronski naslov:



Schöck Bauteile Ges.m.b.H · Geyschläggasse 14/Stg. 10/2 · A-1150 Wien
Telefon 0043/1/7865760 · Telefax 0043/1/7865760-20 · Internet: www.schoeck.at · E-mail: office@schoeck.at