

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA,
MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

**SANACIJA TOPLOTNO IZOLACIJSKE FASADE S PREPREČITVIJO
NASTANKA TOPLOTNIH MOSTOV
NA OBJEKTU STUDENCI - MARIBOR**

Kandidat: Tomaž Tolić
Študent izrednega študija
Številka indeksa: 11190122806
Program: GRADBENIŠTVO
Mentor: Bojan Dapčević, u.d.i.g.
Somentor: Vladimir Dragorajac, u.d.i.g.

Maribor, februar 2012

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Tolič Tomaž, z vpisno številko 11190122806 izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom:

SANACIJA TOPLOTNO IZOLACIJSKE FASADE Z PREPREČITVIJO NASTANKA TOPLOTNIH MOSTOV

ki sem ga napisal pod mentorstvom g Bojana Dapčević, u.d.i.g.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predložena diplomska naloga izključno rezultat mojega dela;
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; Ur. l. RS št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom VSŠ Academia skladno z njenimi pravili;
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem VSŠ Academia objavo diplomske naloge na spletnem portalu šole.

Maribor,

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorjema g. Bojanu Dapčeviču, u.d.i.g. ter g. Vladimirju Dragorajacu, u.d.i.g. za pomoč ob nastanku mojega diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi predstavniku investitorja g. Vinku Škafar, da mi je omogočil vpogled v dokumentacijo o gradnji objekta.

Hvala tudi lektorici diplome Maji, ki je nalogo temeljito pregledala in popravila. Prav tako se zahvaljujem svoji ženi Špeli za vso izkazano podporo in pomoč.

Nobena stvar ne naredi človeka srečnejšega, kot njegovo lastno prepričanje, da je naredil najboljše, kar je mogel.

Mihailo Pupin

POVZETEK

Ovoj stavbe na zunanji strani je sestavljen iz elementov, ki sodelujejo z notranjim in zunanjim okoljem in vplivajo drug na drugega.

Pravilna in usklajena zasnova in uporaba le teh zagotavlja celovito in optimalno delovanje stavbe kot celote. To velja tudi za toplotno izoliranost hiše. Za kakovostno toplotno zaščito hiše ne zadostuje le pravilna izbira toplotne izolacije, ampak so enako pomembni tudi razni detajli, kot so razni stiki, priključki, preboji, odprtine, nenazadnje je pomembno tudi kvalitetno sidranje fasadnega sistema.

Ob neupoštevanju pomembnosti reševanja teh detajlov za pravilno izvedbo, nam lahko le ti povzročijo neprijetne posledice. Posledice, ki niso vidne takoj, ampak pridejo z leti.

Ta nepravilno izolirana mesta vplivajo na toplotno ugodje v prostoru ter včasih na higienske in zdravstvene razmere v zgradbi. Imenujemo jih toplotni mostovi.

Toplotni mostovi so po definiciji lokalno omejena mesta na elementih obodnih površin, na katerih je toplotni tok iz toplejše proti hladnejši strani povečan in obratno. Pri nepravilni vgradnji toplotno-izolacijskega sistema, pa se nam skozi leta pojavijo problemi. Ti problemi pa so npr. plesen na notranji strani špalet ipd...

Največji problem pri nepravilni vgradnji pa je odstopanje fasadnega sistema. Temu problemu bi posvetil svoje diplomsko delo. Opisoval bom sanacijo fasade iz heraklit plošč, ki je bila ometana z cca 4 - 5 cm klasičnim ometom in je odstopila od podlage zaradi uporabe nekvalitetnih fasadnih sider za ta sistem. Hkrati pa tudi zaradi prevelike obremenitve kg/m^2 teže ometa. Ob sanaciji je bil star fasadni sistem kompletno odstranjen ter nameščen novi toplotno – izolacijski sistem s stiroporjem. S tem so se preprečili toplotni mostovi, za razliko od starega izolacijskega sistema.

Ključne besede: toplotni most, fasada, sidranje, izolacija

ZUSAMMENFASSUNG

Sanitation of thermal insulation facade by preventing thermal bridges on the object

Die Gebäudehülle an der äußeren Seite des Objekts besteht aus Elementen, die mit dem inneren und äußeren Umfeld zusammenarbeiten und sich gegenseitig beeinflussen.

Der richtige und passende Entwurf und die Verwendung von solchen Elementen versichern dem Haus als einer Ganzheit eine ganzheitliche und optimale Funktion. Das gleiche gilt auch für die Wärmedämmung des Hauses. Für einen qualitativen und hochwertigen Wärmeschutz des Hauses genügen nicht nur die richtige Auswahl der Wärmedämmung, sondern auch die anderen wichtigen Details wie die verschiedenen Fugen, Anschlüsse, Durchbrüche und Öffnungen und nicht zuletzt auch eine qualitative Verankerung des Fassadesystems.

Wenn die Wichtigkeit dieser Details für die richtige Ausführung nicht berücksichtigt wird, können diese Entscheidungen unangenehme Folgen haben. Folgen, die nicht sofort erkennbar sind, die aber durch die Jahre auftauchen können.

Diese unkorrekt isolierten Stellen beeinflussen das Wärmebehagen in dem Raum und manchmal auch die hygienischen und gesundheitlichen Bedingungen in dem Objekt. Wir nennen sie Wärmebrücken.

Der Definition nach sind Wärmebrücken lokal begrenzte Stellen an den Elementen der Peripherieflächen, an denen der Wärmefluss von der wärmeren zu der kälteren Seite erhöht ist oder umgekehrt.

Bei dem falschen Einbau des Wärmeisolationssystems treten mit den Jahren viele Probleme auf. Diese Probleme sind z.B.: der Schimmelbelag an den inneren Seite der Laibung, usw.

Das größte Problem bei dem falschen Einbau ist aber die Ablösung des Fassadesystems und genau diese Problematik werde ich auch in meiner Diplomarbeit präsentieren und erforschen. In meiner Arbeit werde ich die Sanierung der Fassade aus Heraklitplatten, die mit einem klassischen 4–5 cm Putz verputzt wurde und die sich wegen der für diesen System nicht qualitativen Verwendung von Fassadeverankerungen und wegen der zu hohen Belastung kg/m^2 des Putzgewichtes , abgelöst hat, präsentieren. Im Laufe der Sanierung wurde das alte Fassadensystem komplett entfernt und ein neues Wärmeisolationssystem mit Styropor verwendet. Die Wärmebrücken, die bei dem alten Isolationssystem nicht verhindert wurden, wurden beim neuen System eingeplant und verhindert.

Schlüsselwörter: die Wärmebrücke, die Fassade, die Verankerung, die Isolation

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	10
1.1 Opredelitev obravnavane zadeve	10
1.2 Nameni, cilji in trditve diplomskega dela	10
1.3 Predpostavke in omejitve	11
1.4 Predvidene metode raziskovanja	11
1.5 Pogled na obravnavano tematiko	11
2 TOPLOTNE IZOLACIJE NEKOČ IN DANES	13
2.1 Plošče iz lesene volne	13
2.2 Steklена volna	14
2.3 Kamena volna	14
2.4 Pluta	15
2.5 Ekspandirani polistiren (stiropor)	15
2.6 Ekstrudirani polistiren (stirodur)	16
3 SANACIJA FASADE	18
3.1.1 Izbira optimalne toplotne izolacije kot nadomestilo stare	21
3.1.2 Izdelava terminskega plana za sanacijo fasade	24
3.1.3 Izračun primerne sidranja nove izolacije	24
3.1.4 Izračun potrebnega števila sider za stari odstranjeni tip izolacije	26
3.1.5 Vrste sider za sidranje Novolit plošč	27
4 OPIS PRIČETKA DELA	29
4.1 Optimalni način za odstranitev stare izolacije	29
4.2 Odstranjevanje stare toplotne izolacije z odvozom na deponijo	30
4.3.1 Odstranitev starih sider iz fasade	32
4.3.2. Odprašitev prahu nastalim z odstranjevanjem izolacije	33
4.3.3. Delna izravnava neravnin	33
5 IZDELAVA NOVE TOPLOTNE IZOLACIJE	34
5.1 Pravilno sidranje fasadnega sistema	35
5.3 Možni segmenti na fasadi za nastanek toplotnih mostov	36
6 PREPREČITEV TOPLOTNIH MOSTOV PRI IZVEDBI NOVE TOPLOTNE IZOLACIJE	37
6.1 Vrste toplotnih mostov	37
6.1.1. Konstrukcijski toplotni mostovi	38
6.1.2. Obstoječe zgradbe brez dodatne toplotne zaščite	38
6.1.3. Obstoječe zgradbe z dodatno toplotno izolacijo	40
6.1.4 Toplotni mostovi pri strehah	41
6.1.5 Toplotni most pod polico	41
6.2 Geometrično pogojeni toplotni mostovi	42
6.2.1 Konvekcijski toplotni mostovi	43

6.2.2 Točkovni toplotni most	44
6.3 Posledice toplotnih mostov	45
6.4 Predvidena sanacija	46
6.5 Vrste toplotnih mostov na objektu ter njihova preprečitev	47
7 FINANČNI PLAN IZVEDBE SANACIJE FASADE	48
7.1 Terminski plan izvedbe del	50
8 IZRAČUN TOPLOTNIH PREVODNOSTI.....	51
8.1 Stari fasadni sistem.....	52
Tabela 9: Izračun toplotnih prevodnosti – stari fasadni sistem.....	54
8.2 Novi fasadni sistem iz stiropora	55
Tabela 11: Izračun toplotnih prevodnosti –fasadni sistem 20 cm EPS	61
8.4 Detajl izvedbe toplotne izolacije 8 cm na fasadno steno	62
9 PRIHRANEK ENERGIJE GLEDE NA IZBIRO NOVEGA TOPLOTNO IZOLACIJSKEGA SISTEMA	63
9.1 Izražanje prihranka energije skozi manjšo porabo energentov	63
9.2 Prihranek energije zaradi preprečitve nastanka toplotnih mostov.....	64
10 ZAKLJUČEK.....	65
11 UPORABLJENI VIRI IN LITERATURA	68
11.1 Literatura	68
11.2 Internetni viri	69

KAZALO SLIK

Slika 1: Izolacija iz plute.....	15
Slika 2: Odstopljena fasada	18
Slika 3: Počena fasada	19
Slika 4: Sidranje z 8 sidri/m ² Slika 5: Sidranje z 10 sidri/m ²	25
Slika 6: Sidranje z 12 sidri/m ²	25
Slika 7: Uporabljen sidra.....	26
Slika 8: Pritrdilno sidro Novolit	28
Slika 9: Kosi odstranjene izolacije	29
Slika 10: Stena po odstranitvi izolacije	30
Slika 11: Čiščenje fasade	31
Slika 12: Stara sidra	32
Slika 13: Termovizijski posnetek toplotnih mostov	36
Slika 14: Izolacija balkona	39
Slika 15: Sanacija od zunaj	40
Slika 16: Sanacija od znotraj.....	40
Slika 17: Poševna streha	41
Slika 18: Vgradnja police	41
Slika 19: Črnenje vogalov v prostoru	42
Slika 20: Izolacija podstrešja.....	43
Slika 21: Točkovni most pri sidranju	44
Slika 22: Odstranjevanje stare TI	46
Slika 23: Neizolirana okenska špaleta.....	47
Slika 24: Detajli izvedbe	62
Slika 25: Prikaz dejanske izolacije okenske špalete	64

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Prihranek energenta glede na izolacijo.....	63
---	----

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerljivost lastnosti toplotno-izolacijskih materialov.....	17
Tabela 2: Lastnosti kombipor plošč.....	21
Tabela 3: Lastnosti eps plošč.....	22
Tabela 4: Sidra na m ²	24
Tabela 5: Primer izračuna za 8 mm odprtino.....	27
Tabela 6: Sanacija z sidranjem stare fasade.....	48
Tabela 7: Sanacija z kompletnim odstranjevanjem stare fasade ter ponovno izvedbo toplotne izolacije iz stiropora.....	49
Tabela 8: Terminski plan.....	50
Tabela 9: Izračun toplotnih prevodnosti – stari fasadni sistem.....	54
Tabela 10: Izračun toplotnih prevodnosti –novi fasadni sistem.....	57
Tabela 11: Izračun toplotnih prevodnosti –fasadni sistem 20 cm EPS.....	61

1 UVOD

1.1 Opredelitev obravnavane zadeve

Stavba je na zunanji strani sestavljen iz elementov, ki sodelujejo z notranjim in zunanjim okoljem ter medsebojno vplivajo. Pravilna zasnova ter uporaba le teh zagotavlja celovito, hkrati pa optimalno delovanje stavbe kot celote.

Ob neupoštevanju pomembnosti reševanja teh detajlov za pravilno izvedbo, nam lahko le ti povzročijo neprijetne posledice.

Posledice, ki niso vidne takoj, ampak pridejo z leti. Ta nepravilno izolirana mesta vplivajo na toplotno ugodje v prostoru ter včasih na higienske in zdravstvene razmere v zgradbi. Imenujemo jih toplotni mostovi. Toplotni mostovi so po definiciji lokalno omejena mesta na elementih obodnih površin, na katerih je toplotni tok iz toplejše proti hladnejši strani povečan in obratno. Pri nepravilni vgradnji toplotno-izolacijskega sistema, pa se nam skozi leta pojavijo problemi. Ti problemi pa so kot npr. plesen na notranji strani špalet ipd...

1.2 Nameni, cilji in trditve diplomskega dela

Opisoval bom sanacijo fasade iz heraklit plošč, ki je bila ometana z cca 3 – 4 cm klasičnim ometom in je odstopila od podlage zaradi uporabe nekvalitetnih fasadnih sider za ta sistem, ter zaradi prevelike obremenitve kg/m² ob teži ometa. Ob sanaciji je bil star fasadni sistem kompletno odstranjen, ter nameščen nov toplotno – izolacijski sistem s stiroporjem. S tem smo preprečili toplotne mostove, ki so se pri starem izolacijskem sistemu redno pojavljali.

1.3 Predpostavke in omejitve

Največji problem pri nepravilni vgradnji je odstopanje fasadnega sistema. Temu problemu bi posvetil svoje diplomsko delo. Omejil se bom na objekt, kjer smo izvajali dela.

1.4 Predvidene metode raziskovanja

Diplomska naloga je tako teoretičnega kot praktičnega značaja. Prakso bom poskušal povezati s teorijo, ki velja pri tovrstnih primerih in sem jo črpal iz prospektov ter spletnih strani proizvajalcev fasadnih sistemov. Z mojim sodelovanjem pri sanaciji omenjenega objekta sem na podlagi določenih izkušenj napisal to diplomsko delo.

1.5 Pogled na obravnavano tematiko

Fasada daje hiši lepotni izgled iz vizualnega stališča in funkcionalni izgled iz stališča ohranjanja toplote v notranjosti objekta oz. pri prehajanju toplote skozi zidove od znotraj navzven (pozimi) in od zunaj navznoter (predvsem poleti).

Pri omenjeni tematiki in omenjenem objektu so se na prvi pogled kazale vizualne napake na stenah objekta, kot so: razpoke, odpadli deli fasade in podobno. Na posebej nevarnih mestih je fasadni sistem odstopil od zidu tudi do 10 cm in visel vezan na drugo steno, tako da je bilo samo vprašanje časa in vremenskih pogojev, kdaj bo odstopil oz. odpadel.

V takšnih primerih je pristop k sanaciji nujna zadeva, saj več kot čakamo, bolj nam propadajo stene pod izolacijo (zatekanja). S tem povzročamo tudi večje tveganje za nastanek poškodb mimoidočih ob morebitnem odpadlem delu fasade.

Ob takšnih situacijah, ko nam odpada fasadni sistem, prihaja tudi do zatekanja vode pri policah ob razpokah fasadnih plošč. Sanacija je tukaj neizbežna.

2 TOPLOTNE IZOLACIJE NEKOČ IN DANES

Toplotne izolacije se spreminjajo tudi s časom. Vedno znova prihajajo novejši materiali, ki so lažji, boljši in bolj izolativni. Ker pred nekaj desetletji ni bilo možnosti za tako kvalitetne in preizkušene materiale, so uporabili tisto kaj je pač bilo na razpolago in njim poznano. Uporaba takšnih nepreizkušenih materialov pa se je kasneje izkazala kot slabost oz. ne dovolj testirana zadeva. Posledica teh izvedb pa so kasnejše sanacije, ki so z vidika ekonomičnosti objekta zelo neupravičene, saj moramo take sisteme običajno sanirati na zelo drag način oz. ponovno izvesti toplotnoizolacijske fasade.

Pri materialih, ki se uporabljajo v malo manjši meri še danes za toplotne izolacijske fasade.

2.1 Plošče iz lesene volne

Les se predela v lesena vlakna, ki se jih veže z mineralnimi vezivi in se in jih pri visoki temperaturi oblikuje v plošče različnih debelin in dimenzij. Ima široko področje uporabe, kjer ni strožjih zahtev po toplotni izolaciji. Lahko je kombinirana s stiroporjem – sendvič plošča – kombi plošča. Uporablja se tudi za akustične plošče. So trdne in jih je možno ometati z ometom.

GOSTOTA: od 100 – 500 kg/m³

TOPLOTNA PREVODNOST: od 0,075 – 0,090 W/mK

RAZRED GORLJIVOSTI: B,C,D

TEMPERATURA TALIŠČA: /

DIFUZIJSKA UPORNOST VODNI PARI: od 2 – 5

RELATIVNI TEMPERATURNI RAZTEZEK: /

2.2 Steklena volna

Izdeluje se s taljenjem kremenčevega peska in dodatkov (apnenec, steklo). V proizvodnem procesu se vlaknom doda vezivo ter vodoodbojno in protiprašno steklo. V osnovi je bele barve, vendar veziva obarvajo v živo rumeno barvo. Uporabna je predvsem pri poševnih strehah kot izolacija pod mavčno kartonskimi ploščami ter pri predelnih stenah in prezračevanih fasadah.

GOSTOTA: od 14 – 85 kg/m³

TOPLOTNA PREVODNOST: od 0,032 – 0,039 W/mK

RAZRED GORLJIVOSTI: A1

TEMPERATURA TALIŠČA: manj kot 450°C

DIFUZIJSKA UPORNOST VODNI PARI: od 1,0 – 1,3

RELATIVNI TEMPERATURNI RAZTEZEK: 0

2.3 Kamena volna

Izdeluje se s taljenjem kamenin vulkanskega izvora (diabaz, amfibolit, bazalt) in raznih dodatkov pri temperaturi 1650°C. Pri proizvodnem procesu se vlaknom dodaja vezivo, vodoodbojno in protiprašno sredstvo. Je sivo-zelene barve. Uporabna predvsem tam, kjer se zahteva toplotna, zvočna ali požarna zaščita. Ob izpolnjevanju vseh treh pogojev zaščite je uporabna povsod, kjer so te zahteve (plavajoči podi, predelne stene, zunanje stene, poševne strehe, ravne strehe, balkone, požarna zaščita v industriji in energetiki).

GOSTOTA: od 30 – 200 kg/m³

TOPLOTNA PREVODNOST: od 0,033 – 0,039 W/mK

RAZRED GORLJIVOSTI: A1

TEMPERATURA TALIŠČA: več kot 1000°C

DIFUZIJSKA UPORNOST VODNI PARI: od 1,0 – 1,4

RELATIVNI TEMPERATURNI RAZTEZEK: 0

2.4 Pluta

Pridobiva se iz lubja španskega hrasta. Z mletjem lubja dobimo granulat, z dodajanjem veziv pa se iz granulata lahko oblikujejo izolacijske plošče različnih dimenzij. Uporabne so predvsem pri toplotni izolaciji sten, stropov in kleti. So neobčutljive na vlago, odporne na gnitje in trohnenje. Imajo veliko elastičnost in so odporne na zmrzal.

GOSTOTA: od 120 – 160 kg/m³

TOPLOTNA PREVODNOST: od 0,040 – 0,045 W/mK

RAZRED GORLJIVOSTI: E

TEMPERATURA TALIŠČA: /

DIFUZIJSKA UPORNOST VODNI PARI: od 10

TEMPERATURNNA OBSTOJNOST: do 150 °C



Slika 1: Izolacija iz plute

Vir: <http://products.roefix.com/si/Produkti-in-resitve/Toplotno-izolacijski-sistemi/Izolacijske-plosce/ROeFIX-CORKTHERM-040-Izolacijska-plosca-iz-plute->

ICB, dne 15.12.2010

2.5 Ekspandirani polistiren (stiropor)

Izdeluje se iz zrn polistirena izpostavljenih nasičeni vodni pari pri temperaturi 110° - 120°C. Pri tem zrna nabreknejo in se med seboj zlepijo. V modelih se izdelujejo vnaprej narejene oblike, iz blokov pa se režejo izolacijske plošče različnih debelin. Pri ekspandiranem polistirenu so zrnca okroglih oblik. Je dimenzijsko nestabilno gradivo in mora pred uporabo odležati, dokler ne dobi končne dimenzije. Zaradi lastnosti, kot so paronepropustnost, dimenzijska nestabilnost, neodpornost na kemijske vplive, ima dokaj omejeno področje uporabe.

GOSTOTA: od 11 – 30 kg/m³

TOPLOTNA PREVODNOST: od 0,32 – 0,039W/mK

RAZRED GORLJIVOSTI: E

TEMPERATURNNA OBSTOJNOST: manj kot 100 °C

DIFUZIJSKA UPORNOST VODNI PARI: od 20 – 100

RELATIVNI TEMPERATURNI RAZTEZEK: 6mm/m pri 100°C

2.6 Ekstrudirani polistiren (stirodur)

Pri postopku ekstrudiranja dobimo plošče z gladko površino in ostrimi robovi. Posamezne celice so zelo majhne in popolnoma zaprte, zato imajo visoko tlačno trdnost in ne vpijajo vode. Običajno so obarvane modro, zeleno ali roza. Je nepogrešljiv pri uporabi toplotne izolacije, kjer je toplotna izolacija v stalnem stiku z vodo – kletni zidovi, tla na terenu, fasadni podstavek – cokel, obrnjene ravne strehe. Zaradi visoke tlačne trdnosti, pa je uporaben tudi pri toplotni izolaciji zelo obremenjenih tlakov, predvsem v industriji.

GOSTOTA: od 20 – 60 kg/m³

TOPLOTNA PREVODNOST: od 0,030 – 0,040 W/mK

RAZRED GORLJIVOSTI: E

TEMPERATURNNA OBSTOJNOST: manj kot 75°C

DIFUZIJSKA UPORNOST VODNI PARI: od 80 – 200

TLAČNA TRDNOST: do 70 N/mm²

(Žitnik in drugi, 2008, 230-235)

GRADIVO	Gosto ta kg/m³	Toplotna prevodno st W/mK	Razred negorljiv osti	Temperatur a tališča	Specifičn a toplota J/kgK	Difuzijski a upornost vodni pari
STEKLENA VOLNA	14-85	0.032- 0,038	A1	DO 450	840	1,0-1,3
KAMENA VOLNA	30- 200	0,033- 0,039	A1	VEČ KOT 1000	840	1,0-1,4
LESNA VLAKNA	400	0,075- 0,090	B,C,D	/	1400- 2100	2-5
PLUTA	120- 160	0,040- 0,045	E	DO 150	1670	10
EKSPANDIRA NI POLISTIREN	11-30	0,032- 0,039	E	DO 100	1260	20-100
EKSTRUDIRA NI POLISTIREN	20-60	0,030- 0,040	E	DO 75	1500	80-200

Tabela 1: Primerljivost lastnosti toplotno-izolacijskih materialov

Vir: Žitnik in drugi, 2008, 235

3 SANACIJA FASADE

Do sanacije fasade pride običajno, ko se star izolacijski sistem ne obnese več, je dotrajan, poškodovan ali kakorkoli drugače neuporaben oz. nekoristen. Večkrat prihaja do sanacij, ko ugotovimo, da star toplotnoizolacijski sistem ni narejen popolno ali pa na njem obstajajo mesta, kjer imamo večje toplotne izgube ali prehode. Ta mesta je potrebno sanirati z dodatno toplotno izolacijo, kar privede do obnovitve kompletne fasadne obloge ali zaključnega sloja.

V našem primeru smo sanirali fasado, ki je bila narejena iz kombi plošč iz lesenih vlaken in stiropora ter ometana z apneno cementnim ometom. Fasadna obloga je od zidu odstopila v kompletu, tako da je med fasadno oblogo in med izolacijskim slojem nastal votel prostor do približno 8 cm.



Slika 2: Odstopljena fasada

Vir: Lasten

3.1 Odločitev za sanacijo fasade iz perspektive naročnika del

Odločitev za sanacijo fasade je sprejel investitor, ko je opazil, da se na fasadi pojavljajo razpoke, kjer zateka voda in posledično zamaka zidove na notranji strani izolacije. Prvotno je bil načrt izvesti sanacijo kot preplastitev z fasadno mrežico in malto ter dodatnim sidranjem toplotno izolacijskega sistema.

Po pričetku del in preizkušanju načina dela in najboljše optimalne sanacije, smo po nekaj kratenem točkovnem sondiranju ugotovili, da je komplet fasadni sistem odstopil od podlage in da stara fasadna sidra nimajo več prvotne funkcije sidranja sistema v zid, ker jih je sama teža fasadnega sistema izpulila iz zidu. Tako je fasadni sistem visel sam na sebi povezan le z rabicirno kovinsko mrežico v ometu.



Slika 3: Počena fasada

Vir: Lasten

Po pregledu strokovnjakov, smo ugotovili, da prvotna sanacija z dodatnim sidranjem ne bo uspešna, ker fasadnega sistema ne bomo mogli dovolj približati k sami zidani steni, in bo še naprej odmaknjen od stene, pod fasado pa se bodo nabirale same nečistoče ter mrčes.

Investitor se je odločil, da kompletan stari fasadni sistem odstranimo ter naredimo fasadni sistem iz stiropora, ki je lahek, bolj toplotno izolativen in ima večjo odpornost na udarce, kot so toča in podobni vremenski vplivi. Ta sistem se imenuje Rofix UniStar Light.

3.1.1 Izbira optimalne toplotne izolacije kot nadomestilo stare

Star izolacijski sistem: Kombipor plošče

Tehnične lastnosti:

Lastnosti	simbol	Vrednost				EM	STAND.
Deklarirana toplotna prevodnost za stiropor	λ_D	0,039				W/mK	EN 12667
Dolžina	l	2000 (+3,-5)				mm	EN 822
širina	b	500 (± 3)				mm	EN 822
Debelina	d	d (+3,-2 in +4,-3 za d>100)				mm	EN 823
Debelina	d	25	35	50	75	mm	
Debelina slojev plošče		5-15-5	5-25-5	5-40-5	5-65-5	mm	
Deklarirana toplotna upornost	R_D	0,45	0,70	1,10	1,75	m ² K/W	EN 13168
Površinska masa		8,2	8,4	8,6	9	kg/m ²	EN 1602
Količina v paleti		150	110	80	50	m ²	
Debelina	d	100	125	150		mm	
Debelina slojev plošče		5-90-5	5-115-5	5-140-5		mm	
Deklarirana toplotna upornost	R_D	2,35	3,00	3,65		m ² K/W	EN 13168
Površinska masa		9,4	9,8	10,2		kg/m ²	
Količina v paleti		40	32	26		m ²	
Gostota (za Stiropor)	ρ	15				kg/m ³	EN 1602
Specifična toplota	c_p	1450 za stiropor, 1470 za lesno volno - Novolit				J/kgK	
Difuzijska upornost vodni pari, za stiropor. Ne računa se obloga iz lesne volne	μ	<50					EN 12086
Tlačna trdnost pri 10% deformaciji	σ_{10}	≥ 75				kPa	EN 826
Natezna trdnost	σ_{mt}	≥ 50				kPa	EN 1607
Gorljivost (CE)		Evrorazred E					EN 13501-1
Gorljivost		B1					DIN 4102
Masna ravnotežna vlažnost	X'_r	20				%	

Tabela 2: Lastnosti kombipor plošč

Vir: <http://www.novolit.si/slo/kombipor.html>, dne 13.1.2011

Novi izolacijski sistem: NOVOLIT STIROPOR EPS F – fasadni
Tehnične lastnosti: rōfix

Navedeni EN standardi so prevzeti tudi kot SIST!

Lastnosti	simbol	Vrednost				EM	STAND.
širina	b	500 ± 2				mm	EN 822
Deklarirana toplotna prevodnost	λ_D	0,039				W/mK	EN 12667
Dolžina	l	1000 ± 2				mm	EN 822
Debelina	d	d ± 1				mm	EN 823
Debelina	d	40	50	60	80	mm	
Deklarirana toplotna upornost	R _D	1,00	1,25	1,5	2,05	m ² K/W	EN 13163
Količina v zavoju		12	10	8	6	plošč	
Količina v zavoju		6	5	4	3	m ²	
Debelina	d	90	100	110	120	mm	
Deklarirana toplotna upornost	R _D	2,30	2,55	2,80	3,05	m ² K/W	EN 13163
Količina v zavoju		5	5	4	4	plošč	
Količina v zavoju		2,5	2,5	2	2	m ²	
Debelina	d	140	150	180	200	mm	
Deklarirana toplotna upornost	R _D	3,55	3,80	4,60	5,10	m ² K/W	EN 13163
Količina v zavoju		4	3	2	2	plošč	
Količina v zavoju		2	1,5	1	1	m ²	
Gostota	ρ	15-17				kg/m ³	EN 1602
Specifična toplota	c _p	1450				J/kgK	
Difuzijska upornost vodni pari	μ	20-40 odvisno od debeline plošče, za večje debeline večja vrednost					EN 12086
Tlačna trdnost pri 10% deformaciji	σ_{10}	≥70				kPa	EN 826
Upogibna trdnost	σ_b	≥115				kPa	EN 12089
Natezna trdnost	σ_{mt}	≥100				kPa	EN 1607
Gorljivost (CE)		Evrorazred E					EN 13501-1
Gorljivost		B1					DIN 4102
Dimenzijska stabilnost - normalni pogoji		± 0,2				%	EN 1603
Modul elastičnosti		4				MPa	
Linearni razteznostni koeficient		0,06				mm/mK	
Masna ravnotežna vlažnost	X' _r	20				%	
Maksimalno dovoljena vlažnost	X' _{max}	40				%	

Tabela 3: Lastnosti eps plošč

Vir: http://www.novolit.si/slo/eps_f.html, dne 15.12.2010

Iz teh dveh tabel vidimo, da so toplotnoizolacijski pogoji in vrednosti približno enaki oziroma so pri stiroporu nekoliko boljši. Ob pogoju, da je stiropor lažji ter ne vpija vlage.

3.1.2 Izdelava terminskega plana za sanacijo fasade

Investitor je želel, da se dela opravijo čim prej, torej pred pričetkom zime. Ker pa smo se pričeli dogovarjati o delih v začetku meseca avgusta, smo se dogovorili, da se bodo dela izvedla kot bo dopuščalo vreme, zato smo pristopili k izvedbi dela po etapah ali segmentih fasade.

Z deli smo pričeli v mesecu septembru, ko je bilo vreme še znosno za izvajanje del. Dela smo morali ustaviti v mesecu oktobru, zaradi prenizkih temperatur. Optimalne temperature za izvedbo fasadnega sistema so od + 5°C navzgor in do temperature okrog 30°C. V našem primeru smo uporabili Röfixov sistem EPS z lepilno in armirno malto Unistar LIGHT, ki je tudi bolj odporna na udarce toče in podobne vremenske vplive.

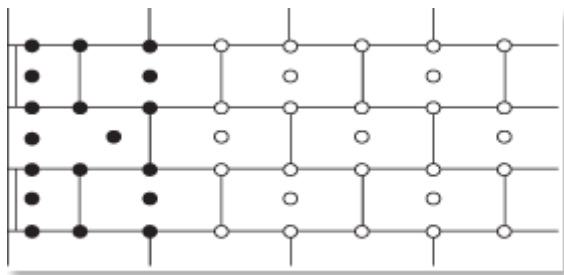
3.1.3 Izračun primernega sidranja nove izolacije

Pri izbiri sider moramo paziti, da so narejena in odobrena za posamezni fasadni sistem, ustrezajo podlagi in da lahko dokažejo zahtevano kategorijo rabe. Pri votli opeki je geometrija sider odločilna za izbor sider. Sidra morajo segati preko zunanjega ovoja opeke. Splošno velja, da je dovolj pritrditi fasadni sistem z minimalno 6 sidri/m², za robne cone pa proizvajalec Röfix priporoča 12 kom/m².

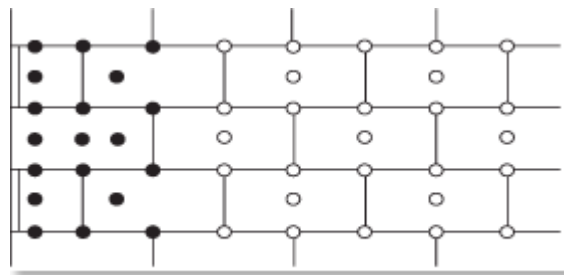
hitrosti vetra (km/h)	pokrajina v okolici zgradb								
	vetrovna pokrajina			pokrajina z ovirami za veter			pokrajina, ki ni izpostavljena vetru		
	<10m	10-25m	25-50m	<10m	10-25m	25-50m	<10m	10-25m	25-50m
do 85	6	6	6	6	6	6	6	6	6
od 85 do 115	8	8	10	6	6	8	6	6	8
od 115 do 135	10	12	12	8	10	10	6	8	10

Tabela 4: Sidra na m²

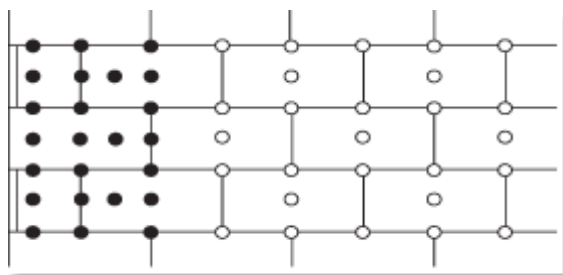
Vir: <http://www.weber-terranova.si/fasadni-sistemi-in-fasadni-materiali/weber-sistemi-in-materiali/izdelava-fasad/sidranje-izolacijskih-plosc.html>, dne 20.12.2010



Slika 4: Sidranje z 8 sidri/m²



Slika 5: Sidranje z 10 sidri/m²



Slika 6: Sidranje z 12 sidri/m²

Vir slik 4, 5 in 6: <http://www.weber-terranova.si/fasade-in-fasadni-sistemi/weber-proizvodi/kako-izdelati-fasado/navodila-za-vgradnjo/sidranje-izolacijskih-plosc.html>



Slika 7:Uporabljena sidra

Vir:<http://products.roefix.com/si/Produkti-in-resitve/Toplotno-izolacijski-sistemi/Mehansko-pritrjevanje-sidra/ROeFIX-STR-8Z-SMALL-Potopno-vijacno-sidro>,
dne 10.1.2011

Univerzalno potopno vijačno sidro za beton, polne zidake, modularne bloke in luknjaste zidake za mehansko pritrdjevanje TIS v novo in starogradnji.

Tip: Ejothem STR U. Možnost potopne in površinske montaže.

Za poglobljanje sidra pri TIS ploščah in zapiranje z izolacijskimi ploščicami.

Za površinsko izravnavo pri montaži vseh vrst TI materialov pri TIS.

Pri porobetonu je treba predvideti globino sidranja 65 mm.

3.1.4 Izračun potrebne števila sider za stari odstranjeni tip izolacije

Pri odstranjevanju stare toplotne izolacije smo ugotovili, da sidra niso bila več sidrana v opečni zid, ampak jih je teža izolacije in ometa na njej potegnili iz sidrišča v opeki ven. Tako niso služila več svojemu namenu. Fasada pa je le čakala, da dokončno odstopi, saj jo je skupaj držal le armirni sloj v ometu.

Plošče se pritrdjujejo na podlago z NOVOLIT PRITRDILNIMI SIDRI ZA KOMBI PLOŠČE PS70, PS90, PS110, PS130, PS160...s ploščico za pritrditev pocinkane mrežice. Pritrdilno sidro - vložek mora biti izdelano iz poliamida, premera najmanj 8 mm, s premerom glave 50 mm. Jekleni klin s križno glavo mora biti antikorozijsko

zaščiten. Globina vrtanja luknje mora biti najmanj 5 mm daljša od predvidene dolžine vložka pritrdilnega sidra.

Dolžina sidranja za beton in polno opeko je najmanj 5.0 cm, za votlo opeko pa najmanj skozi dve notranji steni opeke ali najmanj 8 cm. Luknje vrtamo skozi plošče najprej v sredini, nato pa takoj vstavimo vložek s podložko. V beton in polno opeko pribijemo jekleni klin v vložek, v votle opeke pa je vijak potrebno priviti, ker lahko pride do lomljenja opeke. Pri votli opeki ne smemo uporabljati udarnih vrtalnikov. Premer vrtine mora biti 8 mm.

Sveder za vrtanje mora biti najmanj 10 mm daljši od predvidene dolžine pritrdilnega sidra (debelina plošče + globina vrtine). Pri pritrdjevanju plošč na že ometane površine se sidrna dolžina podaljša še za debelino ometa. Plošče lepimo na zid samo na špaletah in jih pritrdimo z dvema pritrdilnima sidroma na 1 m².

3.1.5 Vrste sider za sidranje Novolit plošč

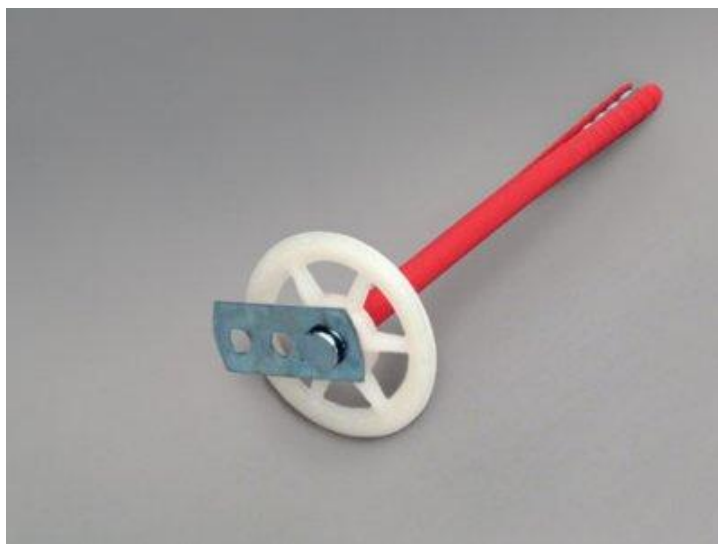
Premer vrtanja je 8 mm

Poraba : okrog 8 kom/m²

TIP	PS70	PS90	PS110	PS130	PS160	PS180
Dolžina (mm)	70	90	110	130	160	190
Za debelino plošče (mm)	15	25,35	50	75	100	125

Tabela 5: Primer izračuna za 8 mm odprtino

Vir: <http://www.novolit.si/slo/>, dne 13.1.2011



Slika 8:Pritrdilno sidro Novolit

Vir: http://www.novolit.si/slo/sidro_kp.html, dne 11.1.2011

Namenjeno je za pritrjevanje KOMBI plošč in NOVOLIT plošč na masivne gradbene elemente (AB, polno in votlo opeko ...). Izdelano je iz poliamidnega vložka premera 8 mm, rebraste glave premera 50 mm, pocinkane perforirane ploščice in antikorozijsko zaščenega jeklenega klina s križno glavo.

Žična – rabić mrežica se s pomočjo pocinkane perforirane ploščice pritrdi na sidro, tako da se zavije in podvleče za žico. V betonske in stene iz polne opeke klin zabijemo, v votlo opeko pa ga vijačimo.

4 OPIS PRIČETKA DELA

Vsak pričetek del mora biti skrbno načrtovan in terminsko opredeljen. Kot sem že omenil, smo z deli pričeli v mesecu septembru, ko so bile temperature še dovolj visoke za izvajanje del. Pri prvi aktivnosti smo začeli z ureditvijo in zavarovanjem gradbišča. Postavili smo gradbiščno ograjo, gradbiščno tablo ter pričeli z montažo fasadnega odra.

Odpadke, ki so nastali z odstranjevanjem stare toplotno izolacijske fasade, smo deponirali v poseben zabojnik podjetja Snaga d.o.o., ki jih je odpeljalo tudi na trajno deponijo.



Slika 9: Kosi odstranjene izolacije

Vir: Lasten

4.1 Optimalni način za odstranitev stare izolacije

Za odstranitev stare izolacije smo potrebovali osnovno zidarsko orodje, s katerim se odbijajo klasični ometi, brusilnik, udarni vrtni stroj ter kovinski drog ali kovinsko palico.

Vsako delo si moramo optimizirati tako, da ga opravimo hitro, varno in kvalitetno. Tako smo se odločili za sistem odstranjevanja, da si najprej izberemo steno fasade, si jo razdelimo na segmente, jo z brusilnikom razrežemo po njeni globini na pravokotnike približno 1,0m x 1,0m ter jih začnemo odstranjevati od zgoraj navzdol.

4.2 Odstranjevanje stare toplotne izolacije z odvozom na deponijo

Z odstranjevanjem smo pričeli prej, po postavitvi gradbenega odra in narejenih točkovnih sondažah, kjer smo videli, da moramo staro toplotno izolacijo v celoti odstraniti. Najprej smo odstranili kovinske police, nato kovinske križe iz oken, šele nato smo se lotili fasade. Z brusilko in rezalko za kamen smo začeli rezati pravokotnike na približno 1,0 m x 1,0 m. Nato smo jih z kovinsko palico odtrgali od podlage, oziroma smo s silo odstranili še mogoče kakšno dobro pričvrščeno sidro v opeki.



Slika 10: Stena po odstranitvi izolacije

Vir: Lasten

4.3 Priprava podlage za izdelavo novega sistema toplotne izolacije

Po odstranitvi stare toplotne izolacije smo izvedli pranje celotne fasade, kjer smo prej odstranili toplotno izolacijo. Stene smo oprali pod pritiskom 120 barov z visokotlačnim čistilcem. S tem smo dosegli, da se je prah in umazanija, ki se je nabrala z odstranjevanjem prejšnjega sistema, oprala iz površine sten, na katere bomo lepili fasadni stiropor.

Kontaktna površina med stiropor ploščo in podlago mora biti najmanj 40% površine plošče. Trdota na razslojevanje med stiroporom in podlago po SIST EN 13494 ne sme biti nižja od 80 kPa.



Slika 11:Čiščenje fasade

Vir: www.mihelak.si, dne 23.12.2010

4.3.1 Odstranitev starih sider iz fasade

Stara fasadna sidra, ki se niso odstranila sama v smislu, da so bila sprijeta z odstranjenim delom stare fasade, smo morali ročno izpuliti iz zidu ali pa jih odtrgati v ravnini zidu, tako da niso bila ovira za kasnejšo obdelavo površine.

Sidra se enostavno izvlečejo s pomočjo klešč ali pa se z ročnim orodjem kot je zidarska sekira odseka ali odlomi.



Slika 12: Stara sidra

Vir: Lasten

4.3.2. Odprašitev prahu nastalim z odstranjevanjem izolacije

Prah, ki je nastal z odstranjevanjem stare izolacije (kombipor plošč in apneno cementnega ometa), smo odstranili s kompresorjem za zrak (razpihali smo področja okrog oken), nato pa smo celotno fasado oprali pod pritiskom. Površine smo pustili, da se posušijo do zračne vlažnosti. Le suha površina ter površina brez prisotnosti prahu in ostalih nečistoč je pravilna podlaga za kasnejše lepljenje izolacijskih plošč stiropora.

4.3.3. Delna izravnava neravnin

Zidanje objekta, ki je star že preko 30 let in je bil grajen s pomočjo ljudi, ki so takrat priskočili na pomoč, ni bil grajen kot objekt, kakšnih smo vajeni danes. Zidovi imajo neravninska odstopanja na razdalji 3m tudi do ± 4 cm. Tudi preklade, ki se danes vgradijo kot prefabricirani elementi, so na tem objektu narejene na licu mesta kot preklade iz betona. Tudi tukaj se pojavljajo neravnine tudi do ± 2 cm na stiku med preklado in zidano steno. Te neravnine nastanejo zaradi razširitve opaža ali podobnih dejavnikov.

Delno lahko te neravnine saniramo z rezanjem stiropora po debelini z žarilno nitko, tako da ploščo stanjšamo (ni priporočljivo, ker s tem stanjšamo izolativen sloj) ali pa na mestih, kjer je potrebna večja debelina, dodamo dodatno plast stiropora.

Za normativno porabo lepila mora biti fasadni zid raven do odstopanja $\pm 0,5$ cm na dolžini 3 m. Pri odstopanju do $\pm 1,0$ cm se poraba lepila in časa za lepljenje poveča za 15%. Površine z večjimi neravninami je potrebno predhodno izravnati z grobo apneno cementno malto. (www.fragmat.si, dne 3.1.2011)

5 IZDELAVA NOVE TOPLOTNE IZOLACIJE

Ker je bila sanacija zgradbe opravljena pred veljavo in uporabo pravilnika Pures 2010, se nismo mogli držali tega pravilnika. Zato nismo ugodili zahtevam o toplotni prehodnosti stavbe, kot jo omenjeni pravilnik narekuje.

Po pregledu objekta se odločimo, da se izvede fasada iz stiropora debeline 8 cm. Takšna debelina se izvede zaradi obstoječih nadstreškov ter nadstrešnih obrob. Debelejši sloj izolacije ne pride v poštev, ker je premalo prostora. Za omenjeno debelino izolacije investitorju tudi izdelam izračun toplotne prevodnosti stavbe s programom URSA Gradbena fizika 3, ki je bil takrat v veljavi. Omenjeni izračun izdelan na strani 52 - 61, kjer je navedena tudi razlika v porabi energenta v objektu.

Investitor se odloči, da se izvede izolacijska fasada sistema Rofix z malto Unistar Light, ki vsebuje tudi majhne koščke stiropora, le ti pa dodatno izolirajo in utrdijo omet ali malto, tako da je fasada bolj odporna na mehanske udarce od zunaj.

5.1 Pravilno sidranje fasadnega sistema

Število pritrdilnih sider določi projektant oz. izvajalec v skladu s Önorm B 6400.

Število pritrdilnih sider je odvisno od višine, namena in položaja stavbe, vpliva vetra, oprijemljivosti na podlago in podobno (v praksi 1 – 6 kos/m²).

Za manjše družinske stavbe in stavbe do 8 m višine ni potrebno mehansko pritrdjevanje za izolacijo iz stiropor plošč.

Za mehansko pritrdjevanje stiropor EPS F plošč uporabljamo pritrdilna sidra za stiropor, izdelana iz polietilena (PE) v sestavi: vložek premera min. 8 mm z okroglo perforirano glavo premera 50 mm in klinom (trnom) iz enakega materiala. Na zahtevo pa lahko za pritrditev uporabimo tudi kovinska pritrdilna sidra, ki pa niso priporočljiva zaradi točkovnega toplotnega mostu, kateri se pojavi zaradi spremembe materiala na toplotnem ovoju kovina – eps.

Globina vrtanja v kompaktnih materialih (polna opeka, beton, penobeton) je najmanj 50 mm. Za votlo opeko pa je potrebno vrtanje skozi dve steni med prekat. Debelina starega ometa se ne upošteva kot nosilni del konstrukcije oz. zidu. Sidramo na mestih, kjer je med ploščo in zidom lepilo.

Najprej s svedrom predremo ploščo, nato zavrtamo v nosilno konstrukcijo. Udarne vrtalne stroje uporabljamo le pri betonu, polni opeki ipd. Sidro s posebnim nastavkom privijemo v steno, tako da je sidro 2cm pod nivojem zunanjega dela stiropora. Nato zapolnimo to okroglo izvrtino, ki nastane s sidranjem z okroglim čepi izdelanimi iz stiropora za vsako vrsto sider posebej. Po tem sistemu sidranja preprečimo točkovne toplotne mostove, ki nastanejo s sidranjem.

Vse eventualne poškodbe med stiki stiropor plošč, ki nastanejo med vgrajevanjem, je potrebno popraviti z manjšimi kosi, listi stiropora ali pa z montažno izolacijsko peno namenjeno posebej za zapolnjevanje reg na izolacijskih ploščah, nikakor pa ne z gradbenim lepilom.

5.3 Možni segmenti na fasadi za nastanek toplotnih mostov

Toplotni mostovi nastanejo na mestih, kjer je toplotna izolacija stanjšana, je ni ali pa je izvedljiva pomanjkljivo. Največkrat je to na mestih, kjer nismo dovolj pozorni oziroma mislimo, da toplotne izolacije ne potrebujemo. Največkrat se nam pojavijo toplotni mostovi pri:

- balkonih,
- okenskih špaletah,
- raznih nosilcih.

Slika prikazuje posnetek z termografsko kamero, iz katere je razvidno, da je vsak stik med opekama že majhen toplotni most.



Slika 13: Termovizijski posnetek toplotnih mostov

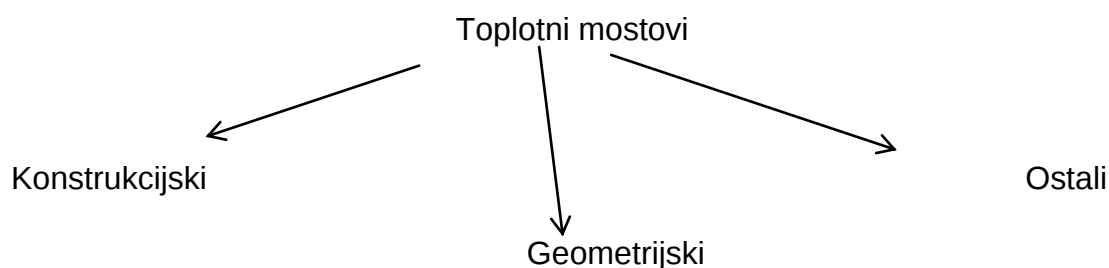
Vir: www.romb.si, dne 3.1.2011

6 PREPREČITEV TOPLOTNIH MOSTOV PRI IZVEDBI NOVE TOPLOTNE IZOLACIJE

Toplotni mostovi so po definiciji lokalno omejena mesta na elementih obodnih površin, na katerih je toplotni tok iz toplejše proti hladnejši strani povečan in obratno.

6.1 Vrste toplotnih mostov

Toplotni most je del zidu, kjer je toplotni upor dosti manjši kot drugje na steni. Vedno se nahaja v zunanjem delu stavbe. To pomeni, da na mestu, kjer je nastal toplotni most prihaja do uhajanja toplote iz prostora, ko je zunaj hladno oz. vdora hladnega zraka v prostor, kjer je toplo. Posledica tega pa je nastanek kondenziranja, zidne plesni... Poznamo več vrst toplotnih mostov. Konstrukcijske in geometrijske toplotne mostove – ti nastajajo glede na vrsto nastanka.



6.1.1. Konstrukcijski toplotni mostovi

Ta vrsta toplotnih mostov nastane v primeru, da nimamo sklenjene toplotne izolacije – zaščite. Do tega pride, ko predremo ovoj stavbe z materialom, ki ni toplotno izoliran. Lep primer je balkon, ki se stika z steno. Balkon je v večini primerov iz armiranega betona. Če balkon ni ustrezno toplotno izoliran, oziroma če ni prekinjen toplotni most, se nam pojavijo v notranjosti vlažni madeži, ki kasneje preidejo v zidno plesen. Prav tako lahko pride do pojava napihovanja parketa oz. lesenih talnih oblog, ki so hidroskopične.

Tudi če ta mesta izoliramo enako debelo, kot smo izolirali opečno steno, nam prihaja do toplotnega mostu. Rešitev je v optimalni toplotni izolaciji, kjer moramo na takih mestih namestiti debelejši sloj izolacije. Izoliramo ga lahko tudi na notranji strani, kar je slabša varianta, ker s tem preprečimo, da pozimi zid akumulira toploto in jo kasneje oddaja. Seveda mora biti mesto, kjer je nastal toplotni most prekrito s toplotno izolacijo, a ne samo na mestu nastanka, ampak tudi v njegovi okolici.

6.1.2. Obstoječe zgradbe brez dodatne toplotne zaščite

Večina obstoječih hiš je izdelanih iz opeke in betona. Ta dva materiala se bistveno razlikujeta po svoji toplotni prevodnosti. Prevodnost opečnega zidu je 3-4 x manjša od armiranega betona.

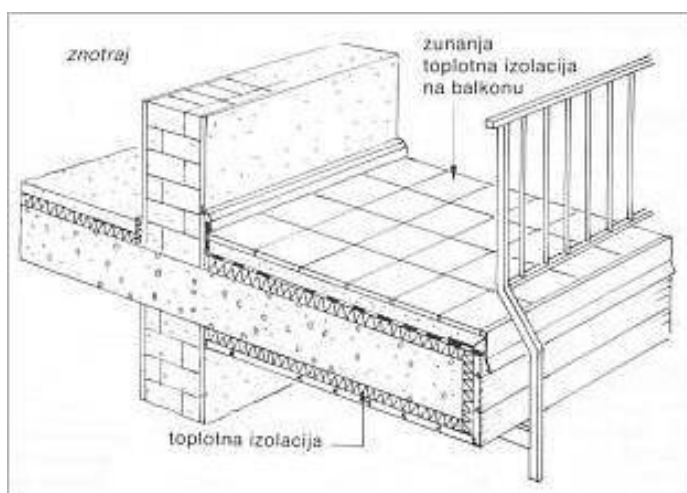
Ti toplotni mostovi so po navadi pasovni in tečejo po celotnem obodu zgradbe. Toplotna izguba pri tej vrsti toplotnega mostu je precej velika, ker je velika tudi površina. Problemi nastajajo tudi v notranjosti prostora, ker se pričnejo pojavljati vlaga in plesen.

Da bi rešili ta problem estetsko, moramo na celotno površino fasade izdelati toplotno izolacijsko fasado po sistemu, ki ga uporabljamo pri novozgrajenih hišah.

Toplotne mostove predstavljajo tudi AB balkoni. Tudi če celotno površino zgradbe izoliramo, ne moremo v popolnosti rešiti problema toplotnega mostu, ki nastane v stiku balkon – stena. Da bi preprečili uhajanje toplote, bi tako morali izolirati balkon iz zgornje in spodnje strani vsaj 50 cm vstran od stene. Ker pa je to precej tehnično zahtevno, se moramo tega lotiti že v fazi načrtovanja. Sicer lahko balkon izoliramo s

toplotno izolacijo v celotni površini od spodaj in od zgoraj, kar pa za seboj potegne tudi določene stroške. Rešitve, ki se jih lahko poslužimo, so sledeče.

- Balkon postavimo na konzolnih nosilcih, pri katerih nam se pojavi točkovni toplotni most, ki pa ga dosti lažje saniramo in odpravimo kot linijskega.
- Za balkon uporabimo material, ki je dokaj lahek in ima dobro toplotno izolativnost.. Ti materiali so npr. les. Toplotni most, ki nastane v tem primeru je skoraj zanemarljiv.
- Balkon postavimo ločeno od zgradbe, tako da ne prekinemo ovoja toplotne izolacije.
- Uporabimo posebni dilatacijski element, ki zagotavlja statično in toplotno dobro rešitev



Slika 14:Izolacija balkona

Vir: <http://www.gradimo.com/gradnja/4575/o-no>, dne 23.12.2010

Pri obstoječih objektih se toplotni most pojavi tudi nad okni ali vrati, kjer je prostor za rolete slabo izoliran. Ker so te škatle narejene večinoma iz tankih lesenih plošč, jih moramo dodatno toplotno izolirati ali pa jih zamenjati z manjšimi, da si pridobimo prostor za izvedbo toplotne izolacije.

Včasih se odločimo za sanacijo toplotnega mostu iz notranjosti prostora, a se moramo zavedati, da izolacija na notranji strani zidu pomeni, da se nam toplota ne bo akumulirala v zidu. Tako hitro kot se bo prostor segrel, se bo tudi ohladil. Če se

odločimo za to rešitev, moramo prostor izolirati vsaj 50 cm čez predelni zid, ker že vemo, da nekje v takšnem obsegu še deluje izmenjava hladnega in toplega. Ker pa je to bolj neestetska rešitev, je bolje, da prostor izoliramo v celoti.



Slika 15: Sanacija od zunaj

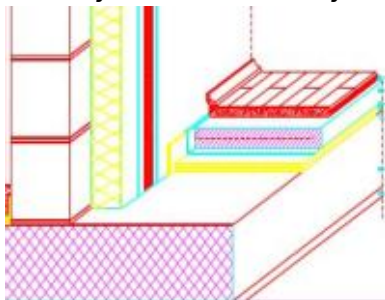
Vir: <http://www.remmers.de/iQ-Therm-System-Textbausteine.869.0.html>, dne 3.1.2011

Če imamo naše zidove zgrajene iz siporeksa pomeni, da ima siporeks boljšo izolativnost kot AB plošča. Tukaj moramo še posebej paziti, že v konstrukcijski zasnovi, da preprečimo toplotni most.

6.1.3. Obstoječe zgradbe z dodatno toplotno izolacijo

To vrsto najdemo pri zgradbah, ki že imajo narejeno toplotno izolacijo na zunanji strani zidov, vendar ne po celem delu. Se pravi, da ima zgradba nekje prekinjeno izolacijo, kjer nastajajo toplotni mostovi. Mesta za tak nastanek so:

- Fasada je na spodnji strani končana v višini kleti, ki ni toplotno izolirana in ni ogrevana. Ta toplotni most saniramo tako, da izoliramo klet na zunanji strani do višine obstoječe fasade.
- Ponekod najdemo balkone, ki imajo ob robovih narejene stene. Te prebadajo toplotno izolacijo in niso toplotno izolirane. To saniramo tako, da te zidove toplotno izoliramo v pasovih vsaj 50 cm od obstoječe fasade ali pa v celoti.

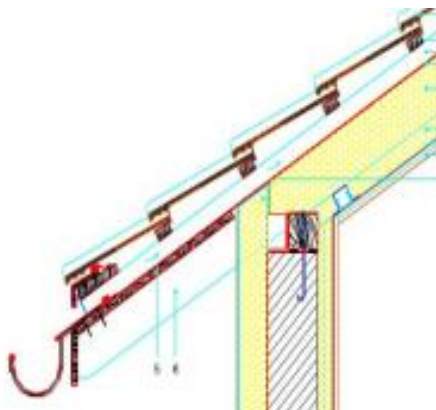


Slika 16: Sanacija od znotraj

Vir: <http://www.novolit.si/slo/notranji.html>, dne 3.1.2011

6.1.4 Toplotni mostovi pri strehah

Najpogosteje nam problem delajo toplotni mostovi na ravnih strehah. Nastajajo na AB vencih, ki so brez toplotne izolacije ali pa je ta le enostranska. Toplotni most odpravimo z obojestransko izolacijo.



Slika 17: Poševna streha

Vir: <http://www.novolit.si/slo/posevni.html>, dne 3.1.2011

6.1.5 Toplotni most pod polico

Za nekatere mogoče zanemarljiv toplotni most, ki pa le ni tako nedolžen. Ob vgradnji zunanjih polic je ovoj toplotne izolacije zgradbe prekinjen prav pod polico. Hladen zrak vdira k toplemu in obratno skozi ta neizoliran del. Pojavi se plesen in vlaga pod polico. Ker pa se v večini primerov toplotna izolacija pod polico ne da narediti v debelini izolacije stene, lahko vsaj malo omilimo ta toplotni most, da pod polico nalepimo tanjšo plast ekstrudiranega polistirena – styrodurja ali pa ležišče za polico naredimo iz Termoputz malte. (Baumit)



Slika 18: Vgradnja police

Vir: Lasten

6.2 Geometrično pogojeni toplotni mostovi

Ta vrsta toplotnega mostu nastane takrat, ko je zunanja površina gradbenega elementa, ki se ohlaja večja od njegove notranje površine, ki se ogreva. To je po navadi vogal hiše. V kotu na notranji strani so površinske temperature nižje od površinskih temperatur stene, ki je oddaljena od kota. Kot nam tako prične kondenzirati, ker je njegova temperatura manjša od preostalega dela zidu. Pogosto se nam tukaj pojavi plesen. V primeru, da nimamo izolirane plošče proti podstrešju, pa se težave še povečajo, ker je tukaj toplotni most še večji in odprt še v tretjo stran.

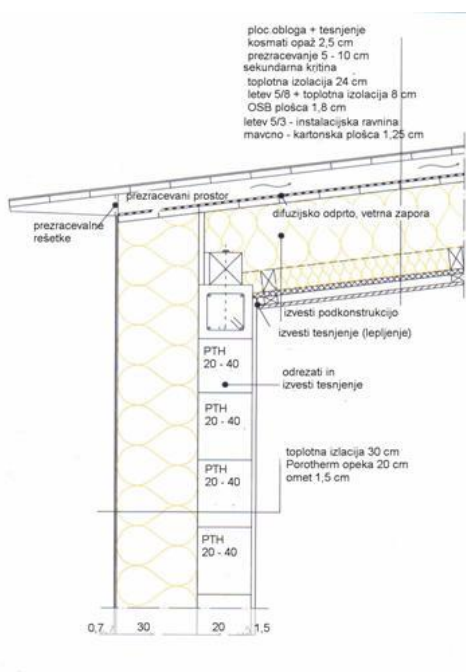


Slika 19:Črnenje vogalov v prostoru

Vir: <http://gcs.gj-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT291.htm>, dne 15.1.2011

6.2.1 Konvekcijski toplotni mostovi

To vrsto toplotnega mostu imenujemo na mest, kjer je zaradi prekinitve ali netesnosti omogočen pretok notranjega in zunanjega zraka. Tukaj nastane nevarnost kondenzacije vodne pare znotraj konstrukcijskega sklopa. Izraziteje se nam to dogaja na poševnih strehah nad ogrevanim prostorom. Dosledno je potrebno zlepiti vetrno oz. parno zaporo, da ne prihaja do vdora zraka od zunaj. (Rockwool)



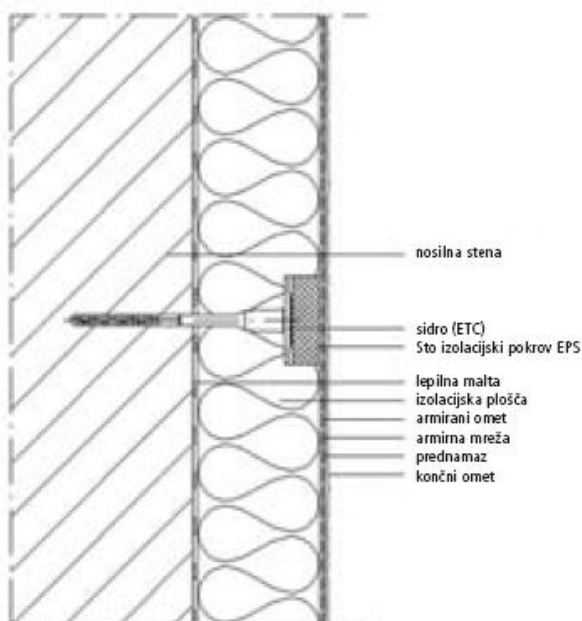
Slika 20:Izolacija podstrešja

Vir: <http://gcs.gj-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT291.htm>, dne 15.1.2011

6.2.2 Točkovni toplotni most

Pri tej vrsti toplotnih mostov nam že ime pove, da nastajajo v obliki točk. To so razni preboji toplotne izolacije, ko nekaj pritrjujemo na fasado. Do njih v največji meri prihaja, ko sidramo kakšen fasadni sistem v zid. Ker so ta sidra po navadi kovinska, imajo veliko toplotno prevodnost, ki se nam kasneje kaže na zunanjem delu fasade ali pa v notranjosti nastajajo črne pike, ki so posledica plesni od kondenza. Boljša izbira so plastična sidra, ki boljše toplotno izolirajo kot pa kovinska. Imajo pa kovinska boljšo pritrdilno funkcijo. Novejša sidra imajo že izolacijske pokrove, ki preprečujejo oz. omilijo nastanek toplotnega mostu. (povzeto iz kataloga za izvedbo fasad STO, podjetja STO Ges.m.b.h.)

Toplotnizolacijski sistem, lepljen in sidran



Slika 21: Točkovni most pri sidranju

Vir: http://www.sto.com/evo/web/sto/32331_EN-Products-Products_ystems.htm, dne 20.12.2010

6.3 Posledice toplotnih mostov

Že v uvodu sem opozoril, da toplotni mostovi vplivajo na toplotno bilanco stavbe in na kakovost bivanja v njej. Na toplotni most ne smemo gledati le iz vidika izgube toplote, ampak ga moramo videti kot pojav, ki nam bo kasneje prinesel neke posledice.

Negativen učinek toplotnega mostu nam povzroča tudi rast stroškov ogrevanja. V nekaterih primerih prihaja do zanemarjanja preprečitve toplotnih mostov, ker gre za sorazmerno majhen delež toplotne izgube v primerjavi s celo stavbo. Vendar se to kasneje odraža na bivalnih razmerah. Črne lise, ki pomenijo plesen in alge, pa na nas lahko vplivajo še iz zdravstvenega vidika, saj nam prinašajo alergije, ki jih povzročajo trosi. Če želimo, da se nam kondenz na določenih mestih ne nabira, moramo prostor dodatno zračiti ali pa ga izdatno bolj ogrevati. S tem ukrepom samo omilimo nastanek alg. Že tukaj pa se zavedamo, da rabimo energijo po nepotrebnem. Vidimo, da nam pravilno zasnovana konstrukcija tako prispeva k ohranitvi energije in k energijskim izgubam.

6.4 Predvidena sanacija

Vsaka naknadna sanacija toplotnega mostu je običajno dražja, kot če bi na to pomislili že ob sami izvedbi izolacije. V tem primeru, ko vidimo, da sanacija ni več možna z vidika popravila stare toplotne izolacije, ker je le ta preveč poškodovana oziroma odstopljena od stene in potencialno nevarna za ljudi ter so njene poškodbe tako velike, da propadajo tudi notranji deli zgradbe (zatekanje na razpokah in ob stavbnem pohoštvu), se je najboljšje odločiti za odstranitev stare toplotne izolacije. S tem pa namestiti novo izolacijo v skladu s predpisi in pravilniki za tovrstna dela.



Slika 22:Odstranjevanje stare TI

Vir: Lasten

6.5 Vrste toplotnih mostov na objektu ter njihova preprečitev

Kot sem že omenil, se je na omenjenem objektu odstranila kompletna toplotna izolacija, ker ni bila primerna za sanacijo. Pri odstranjevanju smo naleteli na veliko mest, kjer ni bilo pod ometom vstavljenе toplotne izolacije in so nastajali toplotni mostovi.

Ta mesta so bila predvsem:

- Pod okenskimi policami ni bilo toplotne izolacije, narejen je bil samo klasičen omet, na katerega je bila vstavljena kovinska polica.
- Okenske ter vratne špalete so bile narejene samo iz ometa in brez toplotne izolacije. Kot smo lahko na mestih videli, so se na oknih že začeli pojavljati sledovi propadanja lesa zaradi kondenziranja okenskih okvirjev ob prehodu toplote.
- Podstavek fasade (cokel) ni bil izoliran, ampak je bil narejen samo iz ometa. Ta pa ne prenaša nobene toplotne izolativnosti
- Razni betonski nosilci nadstreškov so bili samo prebarvani in nič toplotno izolirani.
- AB plošče balkonov so bile samo obdelane z fasadnim zaključnim slojem brez TI.



Slika 23: Neizolirana okenska špaleta

Vir: Lasten

7 FINANČNI PLAN IZVEDBE SANACIJE FASADE

Za primerjavo glede stroškov izvedbe sem naredil kalkulacijo v dveh smereh.

Prvi način je sanacija fasade brez odbijanja ometa, ampak samo s ponovnim sidranjem obstoječe fasade, preplastitev s fasadno mrežo in malto ter ponovno izdelavo zaključnega sloja.

Drugi način pa je odbijanje ometa, odvoz na trajno deponijo, čiščenje fasade ter ponovna izvedba toplotno izolacijske fasade iz stiropora.

Post.	Opis post.	količina	Cena/enoto	Znesek skupaj
1	Sidranje stare obstoječe fasade z sidri za tovrstne omete (8 kom/m ²)	741,00	0,70 €	518,70 €
2	Obdelava celotne fasade z fasadno mrežico in malto	741,00	12,00 €	8.892,00 €
3	Izdelava akrilnega zaključnega sloja	741,00	11,50 €	8.521,50 €
4	Delno odstranjevanje starega ometa in izolacije na mestih, kjer je sanacija z sidranjem nemogoča, ter kompletna izvedba nove toplotne izolacije iz stiropora deb. 8cm, z vsemi fazami dela.	200,00	36,20 €	7.240,00 €

Skupaj: 25.172,20 €

Tabela 6: Sanacija z sidranjem stare fasade

Vir: Lasten

Opomba:

V tem primeru sanacije ne pride do sanacije nobenega toplotnega mostu zaradi načina izvedbe. Vsi toplotni mostovi ter vsa neizolirana mesta tako še naprej ostanejo izpostavljeni.

post	Opis post.	količina	Cena/enoto	Znesek skupaj
1.	Odstranjevanje obstoječe fasade ter odvoz na trajno deponijo	741,00	5,80 €	4.297,80 €
2.	Čiščenje fasade (odprašitev, prašnih delcev ter ostanka starega izolacijskega sistema)	741,00	1,30 €	963,30 €
3.	Dobava in izdelava toplotno izolacijske fasade (isto kot sistem demit) debeline 8 cm, z vsemi potrebnimi deli ter transporti, vsem pritrdilnim materialom, sidranjem, vogalniki in akrilnim zaključnim slojem 1,5 mm	741,00	34,50 €	25.564,00 €

Skupaj: 30.825,10 €

Tabela 7: Sanacija z kompletnim odstranjevanjem stare fasade ter ponovno izvedbo toplotne izolacije iz stiropora

Vir: Lasten

Moj predlog glede sanacije je bil, da je bolje izvesti kompletno sanacijo z odstranitvijo starega fasadnega sistema in ga nadomestiti z novim. Kot prvo je dejstvo, da bo tako fasada imela lepši izgled in bo dalj časa trajala, kot drugo dejstvo pa je to da se v novem fasadnem sistemu skriva tudi prihranek na energentu, ki bo porabljen skozi leta in se nam bo strošek tako povrnil. Investitor je k sreči sprejel slednji predlog, saj smo ga iz strani našega podjetja in iz strani nadzora, ki je dela tudi nadziral, prepričali, da se za bistveno razliko v izolativnosti zgradbe splača dati nekaj več in kasneje tudi veliko več prihraniti na energiji.

7.1 Terminski plan izvedbe del

Zap. št.	OPIS DELA	SEPTEMBER 2009							OKTOBER 2009							NOVEMBER 2009								
		7	10	14	17	21	24	28	30	1	5	8	13	16	21	26	30	2	5	11	17	23	27	30
A.	PRIPRAVA GRADBIŠČA																							
1	postavitev gradbiščne ograje																							
2	postavitev gradbenega odra																							
B	RUŠITVENA DELA																							
1	Odstranjevanje stare toplotne izolacije																							
2	Odstranjevanje starih kov. Polic																							
C	PRIPRAVLJALNA DELA																							
1	Odstranjevanje starih fasadnih sider																							
2	Pranje fasade																							
3	Izravnava večjih neravnin na zidovih																							
D	IZDELAVA TOPLOTNE IZOLACIJE																							
1	Lepljenje EPS plošč																							
2	Brušenje plošč																							
3	Izolacija špalet																							
4	vtiskovanje armirne mrežice																							
5	Izdelava PVC vogalnikov																							
6	vgradnja okenskih polic																							
7	2. kitanje fasade																							
8	Izdelava osnovnega premaza																							
9	izdelava zaključnega ometa																							
E	SLIKOPLESKARSKA DELA																							
1	Brušenje in oplesk lesenih oken																							
2	Brušenje in oplesk kov. Križev																							
3	Barvanje napuščev																							
F	DEMONTAŽA FASADNEGA ODRA																							
G	ČIŠČENJE ZUNANJOSTI OBJEKTA																							

Tabela 8: Terminski plan

Vir: Lasten

8 IZRAČUN TOPLOTNIH PREVODNOSTI

Izračun toplotnih prevodnosti je narejen s programom Ursa gradbena fizika 3. S tem praktičnim programom lahko izračunamo toplotne prehodnosti in toplotne bilance zgradb in prikažemo porabo energije, ki bo porabljena za ogrevanje prostora zelo nazorno. Veliko lažje je narediti toplotno bilanco zgradbe, če gre za novogradnjo kot pa starejši objekt.

8.1 Stari fasadni sistem

Stari fasadni sistem je bil sestavljen iz 3 cm kombi plošč, ki so bile sidrane v opečni zid, nato pa ometane s 5 centimetrov apneno cementnega ometa z armirno mrežico.

PODATKI O OBJEKTU:

Kraj: **2000 Maribor**

Katastrska **STUDENCI**

Parcelna številka: **.153 ;**

Namembnost: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**

Etažnost: **K+P**

Celotna zunanja površina stavbe $A \text{ (m}^2\text{)}$	1.711,8 m^2
Ogrevana prostornina stavbe $V_e \text{ (m}^3\text{)}$	2.654,5 m^3
Oblikovni faktor $f_0 = A/V_e \text{ (m}^{-1}\text{)}$	0,640 m^{-1}
Neto uporabna površina stavbe $A_u \text{ (m}^2\text{)}$	849,44 m^2

Temperaturni primanjkljaj DD (K dni)	3.300 K dni
--------------------------------------	--------------------

TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE

NEPROZORNI ELEMENTI

Oznaka elementa	Orient.	Naklon	Površina (m ²)	U _i (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)
POŠEVNA STREHA	V	45	85,0	0,167	0,250
FASADNA STENA	S	90	248,8	0,640	0,600
FASADNA STENA	V	90	155,9	0,640	0,600
FASADNA STENA	Z	90	160,5	0,640	0,600
FASADNA STENA	J	90	261,2	0,640	0,600
POŠEVNA STREHA	S	30	150,1	0,167	0,250
POŠEVNA STREHA	J	45	150,2	0,167	0,250
POŠEVNA STREHA	Z	45	65,6	0,167	0,250
strop nad neogrevano kletjo - NEOGREVANA KLET			350,5	0,217	0,500

PROZORNI ELEMENTI

Oznaka elementa	Orient.	Naklon	Površina (m ²)	U _{elem} (W/m ² K)	Fakt.preh. celot.sonč. sevanja: g
OKNA-FASADA	S	90	20,5	1,380	0,550
OKNA-FASADA	Z	90	12,2	1,380	0,550
OKNA-FASADA	J	90	28,5	1,380	0,550
VRATA	Z	90	3,8	2,500	0,550
OKNA-FASADA	V	90	12,9	1,380	0,550
VRATA	S	90	4,2	2,500	0,550
VRATA	J	90	2,0	2,500	0,550

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov (8. člen)	po drugem odstavku 8. člena ✓	po četrtem odstavku 8. člena
--	----------------------------------	------------------------------

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunano	(10. člen)
	$H_T' = 0,491 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H_{T' \max} = 0,533 \text{ W/m}^2\text{K}$

Predvidena izmenjava zraka pri naravnem prezračevanju n (h^{-1})	$n = 0,00 \text{ h}^{-1}$
Izkoristek sistema za pridobitev odpadne toplote pri prezračevanju η	$\eta = 0,00$

Tip in površina SSE ter upoštevani letni dobitki sončnega obsevanja	ploščati SSE	vakuumski SSE
		$0 \text{ m}^2 \quad 0 \text{ kWh}$

Vrsta stavbe (po 6. členu): 1 - stanovanjske stavbe, ki se pri namenski uporabi ogrevajo na najmanj 18°C ✓ 2 - nestanovanjske stavbe, ki se pri namenski uporabi ogrevajo na najmanj 18°C 3 - nestanovanjske stavbe, ki se ogrevajo na temperaturo med 12°C in 18°C ter športni objekti, občasno ogrevani nad 15°C		
--	--	--

Letna potrebna toplota za ogrevanje (7.člen)	$Q_h = 54.783 \text{ kWh}$
---	----------------------------

Specifična letna toplota za ogrevanje	Izračunana	Največja dovoljena (6.člen)
Vrsta stavbe 1:	$Q_h/A_u = 64,49 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_h/A_u)_{\max} = 70,80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Vrsta stavbe 2 in 3:		

Tabela 9: Izračun toplotnih prevodnosti – stari fasadni sistem

Vir: Program URSA, gradbena fizika

8.2 Novi fasadni sistem iz stiropora

Novi fasadni sistem je bil narejen iz stiropora debeline 8 cm s sidranjem v opečni zid in tankoslojno obdelavo z mrežico in malto Rofix uni star Light ter zaključnim slojem. Tukaj so bili preprečeni tudi vsi nastanki toplotnih mostov na zunanosti zgradbe.

PODATKI O OBJEKTU:

Kraj: **2000 Maribor**

Katastrska **STUDENCI**

Parcelna številka: **.153 ;**

Namembnost: **stanovanjska stavba (45 + 40 fo)**

Etažnost: **K+P**

Celotna zunanja površina stavbe $A \text{ (m}^2\text{)}$	1.711,8 m^2
Ogrevana prostornina stavbe $V_e \text{ (m}^3\text{)}$	2.654,5 m^3
Oblikovni faktor $f_0 = A/V_e \text{ (m}^{-1}\text{)}$	0,640 m^{-1}
Neto uporabna površina stavbe $A_u \text{ (m}^2\text{)}$	849,44 m^2

Temperaturni primanjkljaj DD (K dni)	3.300 K dni
--------------------------------------	--------------------

TOPLLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE

NEPROZORNI ELEMENTI

Oznaka elementa	Orient.	Naklon	Površina (m ²)	U _i (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)
POŠEVNA STREHA	V	45	85,0	0,167	0,250
FASADNA STENA	S	90	248,8	0,354	0,600
FASADNA STENA	V	90	155,9	0,354	0,600
FASADNA STENA	Z	90	160,5	0,354	0,600
FASADNA STENA	J	90	261,2	0,354	0,600
POŠEVNA STREHA	S	30	150,1	0,167	0,250
POŠEVNA STREHA	J	45	150,2	0,167	0,250
POŠEVNA STREHA	Z	45	65,6	0,167	0,250
strop nad neogrevano kletjo - NEOGREVANA KLET			350,5	0,217	0,500

PROZORNI ELEMENTI

Oznaka elementa	Orient.	Naklon	Površina (m ²)	U _{elem} (W/m ² K)	Fakt.preh. celot.sonč. sevanja: g
OKNA-FASADA	S	90	20,5	1,380	0,550
OKNA-FASADA	Z	90	12,2	1,380	0,550
OKNA-FASADA	J	90	28,5	1,380	0,550
VRATA	Z	90	3,8	2,500	0,550
OKNA-FASADA	V	90	12,9	1,380	0,550
VRATA	S	90	4,2	2,500	0,550
VRATA	J	90	2,0	2,500	0,550

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov (8. člen)	po drugem odstavku 8. člena	po četrtem odstavku 8. člena ✓
--	-----------------------------	-----------------------------------

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunano	(10. člen)
	$H_T' = 0,408 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H_{T' \max} = 0,533 \text{ W/m}^2\text{K}$

Predvidena izmenjava zraka pri naravnem prezračevanju n (h^{-1})	$n = 0,00 \text{ h}^{-1}$
Izkoristek sistema za pridobitev odpadne toplote pri prezračevanju η	$\eta = 0,00$

Tip in površina SSE ter upoštevani letni dobitki sončnega obsevanja	ploščati SSE	vakuumski SSE
		$0 \text{ m}^2 \quad 0 \text{ kWh}$

Vrsta stavbe (po 6. členu): 1 - stanovanjske stavbe, ki se pri namenski uporabi ogrevajo na najmanj 18°C ✓ 2 - nestanovanjske stavbe, ki se pri namenski uporabi ogrevajo na najmanj 18°C 3 - nestanovanjske stavbe, ki se ogrevajo na temperaturo med 12°C in 18°C ter športni objekti, občasno ogrevani nad 15°C		
--	--	--

Letna potrebna toplota za ogrevanje (7.člen)	$Q_h = 43.430 \text{ kWh}$
---	----------------------------

Specifična letna toplota za ogrevanje	Izračunana	Največja dovoljena (6.člen)
Vrsta stavbe 1:	$Q_h/A_u = 51,13 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_h/A_u)_{\max} = 70,80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Vrsta stavbe 2 in 3:		

Tabela 10: Izračun toplotnih prevodnosti –novi fasadni sistem

Vir: Program URSA, gradbena fizika

8.3 Fasadni sistem po veljavni zakonodaji PURES iz 20 cm stiropora

IZKAZ ENERGIJSKIH LASTNOSTI STAVBE

Investitor	
Stavba	
Lokacija stavbe	
Katastrska občina	STUDENCI
Parcelna(e) številka(e)	.153 ;
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	X = 157626 km Y = 547646 km
Vrsta stavbe	Š0ifra: 11100 Enostanovanjske stavbe
Etažnost	K+P

Projektant	
Odgovorni vodja projekta	
Izdelovalec izkaza	Tomaž Tolič
Izdelano na podlagi elaborata	, 30.09.2010
Datum izdelave izkaza	01.07.2011
Izjavljam, da iz izkaza energijskih lastnosti stavbe izhaja, da stavba dosega predpisano raven učinkovite rabe energije. Podpis izdelovalca izkaza:	

Neto uporabna površina stavbe	$A_u = 849,44 \text{ m}^2$
Kondicionirana prostornina stavbe	$V_e = 2.654,50 \text{ m}^3$
Površina toplotnega ovoja stavbe	$A_o = 1.361,40 \text{ m}^2$
Oblikovni faktor	$f_o = A_o/V_e = 0,51 \text{ m}^{-1}$

Temperaturni primanjkljaj (za ogrevanje)	$DD = 3.300,00 \text{ K dni}$
Temperaturni presežek (za hlajenje)	$DH = 0,00 \text{ K ur}$
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka T_L	$T_L = 10,0 \text{ }^\circ\text{C}$

Toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe					
Neprozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m ²)	U(W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	
POŠEVNA STREHA	V, 45	85,00	0,17	0,20	
FASADNA STENA	S, 90	248,80	0,18	0,28	
FASADNA STENA	V, 90	155,90	0,18	0,28	
FASADNA STENA	Z, 90	160,50	0,18	0,28	
FASADNA STENA	J, 90	261,20	0,18	0,28	
POŠEVNA STREHA	S, 30	150,10	0,17	0,20	
POŠEVNA STREHA	J, 45	150,20	0,17	0,20	
POŠEVNA STREHA	Z, 45	65,60	0,17	0,20	
strop nad neogrevano kletjo - NEOGREVANA KLET		350,45	0,32	0,35	
Prozorni elementi					
Oznaka elementa	Orientac., naklon	Površina (m ²)	U (W/m ² K)	U _{max} (W/m ² K)	Faktor prehoda celotnega sončnega sevanja; g
OKNA-FASADA	S, 90	20,50	1,38	1,30	0,50
OKNA-FASADA	Z, 90	12,20	1,38	1,30	0,50
OKNA-FASADA	J, 90	28,50	1,38	1,30	0,50
VRATA	Z, 90	3,80	2,50	1,30	0,50
OKNA-FASADA	V, 90	12,90	1,38	1,30	0,50
VRATA	S, 90	4,20	2,50	1,30	0,50
VRATA	J, 90	2,00	2,50	1,30	0,50

Način upoštevanja vpliva toplotnih mostov	- EN ISO 13789, SIST EN ISO 14683 - SIST EN ISO 10211 - s katalogi, računalniškimi simulacijami - na poenostavljeni način
--	---

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub stavbe	Izračunani	Največji dovoljeni
	$H'_T = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$	$H'_{Tmax} = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$
Letna raba primarne energije	$Q_p = 0,00 \text{ kWh}$	$Q_{pmax} = 228.637,38 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje	$Q_{NH} = 34.174,31 \text{ kWh}$	$Q_{NHmax} = 42.211,36 \text{ kWh}$
Letni potrebni hlad za hlajenje	$Q_{NC} = 0,00 \text{ kWh}$	$Q_{NCmax} = 59.460,80 \text{ kWh}$
Letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane prostornine	Izračunana	Največja dovoljena
1 - stanovanjska stavba	$Q_{NH}/A_u = 40,23 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$(Q_{NH}/A_u)_{max} = 49,69 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
	$Q_{NH}/V_e = 12,87 \text{ kWh/m}^3\text{a}$	
2 - nestanovanjska stavba		
3 - javna stavba		

Zagotavljanje obnovljivih virov energije		
	Doseženo (%)	Izpolnjeno (DA/NE)
Osnovni pogoj		
najmanj 25% celotne končne energije je zagotovljeno z uporabo obnovljivih virov	Vir: Vir: Vir: Skupaj: 0	NE
Izjeme, ki nadomeščajo osnovni pogoj		
najmanj 25% potrebne energije je iz sončnega obsevanja		
najmanj 30% potrebne energije je iz plinaste biomase		
najmanj 50% potrebne energije je iz trdne biomase		
najmanj 70% potrebne energije je iz geotermalne energije		
najmanj 50% potrebne energije je iz toplote okolja		

najmanj 50% potrebne energije je iz naprav SPTE z visokim izkoristkom		
stavba je najmanj 50 % oskrbovana iz energetske učinkovitega sistema daljinskega ogrevanja/hlajenja		
letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto uporabne površine, je najmanj za 30 % manjša od mejne vrednosti	81	NE
vgrajenih je najmanj 6 m ² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m ² a)		

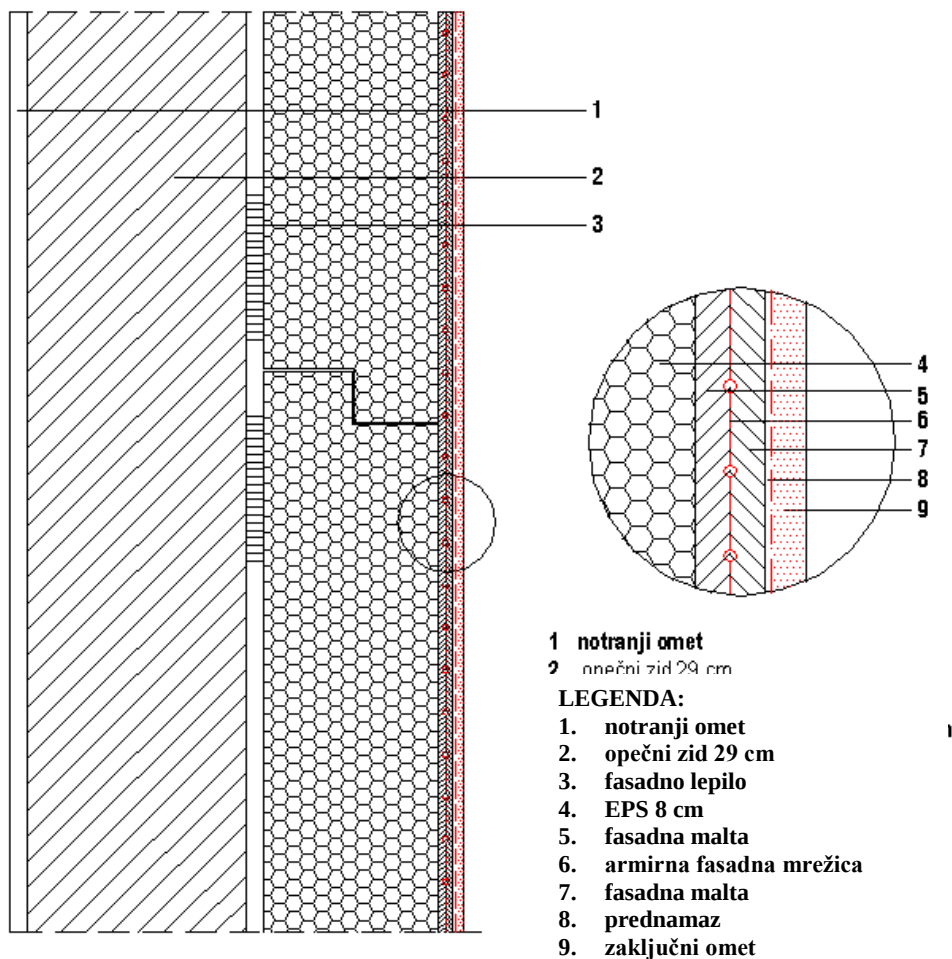
Kazalniki letne rabe primarne energije za delovanje sistemov	
Letna raba primarne energije na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba):	$Q_p/A_u = 0,00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Letna raba primarne energije na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	

Kazalniki letnih izpustov CO₂ zaradi delovanja sistemov	
Letni izpusti CO ₂ :	0,00 kg
Letni izpusti CO ₂ na enoto uporabne površine stavbe (1- stanovanjska stavba)	0,00 kg/m ² a
Letni izpusti CO ₂ na enoto kondicionirane prostornine stavbe (2 – nestanovanjska stavba; 3 – javna stavba):	0,00 kg/m ³ a

Tabela 11: Izračun toplotnih prevodnosti –fasadni sistem 20 cm EPS

Vir: Program URSA, gradbena fizika

8.4 Detajl izvedbe toplotne izolacije 8 cm na fasadno steno



Slika 24:Detajli izvedbe

Vir: <http://www.novolit.si/slo/fasadnisis13.html>, dne 20.12.2010

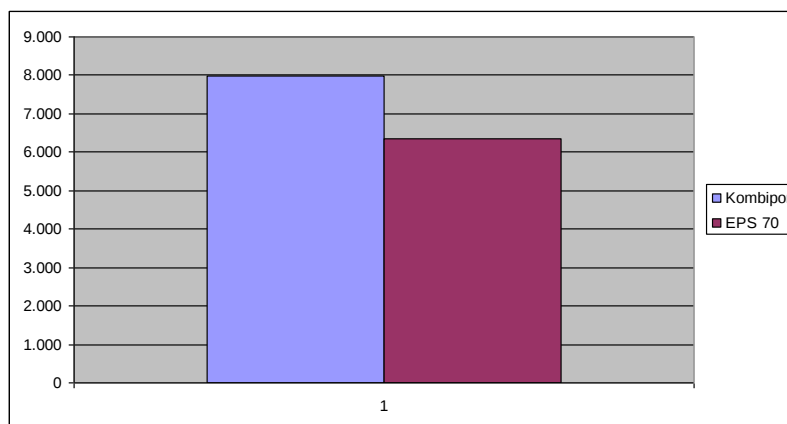
9 PRIHRANEK ENERGIJE GLEDE NA IZBIRO NOVEGA TOPLOTNO IZOLACIJSKEGA SISTEMA

Najprej naj spomnim, da je naročnik želel adaptirati fasado, ker je že bila v fazi, da sama od sebe odpade iz stene zaradi prevelike teže ometa na kombipor ploščah. Razlika v sami adaptaciji stare fasade s sidranjem (kot smo kasneje ugotovili ni bilo možno izvesti) in novo fasado je bila 5.652,90 €

Že ob vidnem dejstvu, da smo zamenjali toplotno izolacijo, ki je bila v debelini tri centimetre in smo jo zamenjali z debelino osem centimetrov, vidimo, da se bo adaptacija kar močno poznala in se odražala na porabi energije. Razlika, ki smo jo dobili po izračunu s programom Ursa gradbena fizika, znaša kar 20,71 odstotka ali 13,36 kWh/m² manj energije na neto površino objekta.

9.1 Izražanje prihranka energije skozi manjšo porabo energentov

Torej se je ob zamenjavi toplotne izolacije poraba energenta zmanjšala za kar 20,71 odstotka. Ob predvideni letni porabi 7.990 litrov ekstra lahkega kurilnega olja ali 9,46 litra na m² pri starem tipu toplotne izolacije, izračunamo, da se nam ob zamenjavi toplotne izolacije poraba ekstra lahkega kurilnega olja zmanjša za 20,71 odstotka na 6.335 litrov. Ob izračunu, da ima zgradba 844, 49 m² neto uporabne površine, zaključimo z manjšo porabo 7,46 litra po prenovi fasadnega sistema. Na leto tako porabimo 1.655 litrov kurilnega olja manj, kar je ob veljavnih cenah, ki so na voljo v tem obdobju kar 1.239,60 € prihranka.



Graf 1: Prihranek energenta glede na izolacijo

Vir: Lasten

9.2 Prihranek energije zaradi preprečitve nastanka toplotnih mostov

Na objektu smo se največkrat srečevali z linijskimi toplotnimi mostovi, ki so nastajali okrog okenskih špalet, kjer se s toplotno izolacijskim sistemom iz kombipor plošč ni dalo špaleta toplotno izolirati. Prav tako so nastajali tudi toplotni mostovi pod zunanjimi pločevinastimi policami, ki so bile položene direktno na opeko in na AB nosilcih nadstreška.

Z novim toplotno izolacijskim sistemom, smo te navedene toplotne mostove v celoti odpravili, saj smo v celoti izolirali okensko špaleta na zunanji strani ter pod polico z izolacijo iz stiropora debeline 3 cm. AB nosilce pa smo izolirali v celoti s stiroporjem debeline 5 cm.



Slika 25: Prikaz dejanske izolacije okenske špaleta

Vir: Lasten

10 ZAKLJUČEK

Skozi proces odkrivanja dobre izoliranosti hiše oziroma objekta sem spoznal, da se nam investicija v dobro izolacijo kmalu obrestuje. Sprva zgleda, kot nepotrebno zapravljanje denarja ali kot oteževanje postopka izvedbe del. Ker sem celoten postopek spremljal kot izvajalec del, sem se zavzemal za čim večjo možno debelino izolacije, ki bi prišla v poštev. Ker pa se investitor, kljub trdemu prigovarjanju naj premisli o svoji odločitvi glede debeline toplotno izolacijskega sistema, ni odločil za rešitev z debelejšo izolacijo, smo morali izvesti debelino po njegovem naročilu. Naj takoj na začetku spomnim, da se je objekt saniral pred uvedbo PURES. Za to adaptacijo objekta prav tako ni bila vložena vloga za subvencijo eko sklada zaradi nezadostne debeline toplotne izolacije. Če se bi ta objekt saniral po uvedbi PURES, bi morali poiskati bolj konkretne rešitve glede debeline izolacije, ker bi bila takšna izvedena fasada praktično nezadostno izolirana za zahteve Puresa. Pravilnik Pures bi morali upoštevati, če bi bil že v veljavi, ker smo sanirali površino večjo od 25 % celotnega toplotnega ovoja. Postopek adaptacije te fasade sem tudi osebno spremljal in vodil dela kot delovodja, tako da sem se še posebej zavzemal za dobro izvedbo detajlov raznih odprtín, podzidja ter betonskih nosilcev.

Zaradi problematike odstopanja fasadnega sistema, ki je nastal na tem objektu sem si zadal cilj, da širšemu občinstvu predstavim problem nestrokovno izvedenega dela ter neproporcionalno izolacijo glede na debelino zunanje stene in zunanjega ometa. Prav tako sem želel s svojim delom opozoriti na nepravilen pristop k reševanju problemov nastalih z nepravilno izvedbo izolacijskega sistema. Če bi izvajalec zdaj že odstranjene fasade, ki je izvajal dela na tem objektu poznal nekatera osnovna pravila, katera so potrebna pri izvedbi teh del, do takšnih poškodb fasadnega sistema ne bi prišlo. Celotna stara fasada je bila tako že kar ena grožnja za mimoidoče ljudi. Največjo grožnjo pa je predstavljala za otroke, ki so se vsak dan sprehajali mimo. Do kakšnih posledic bi lahko prišlo, si lahko sami predstavljamo, če vemo da je 1 m² starega fasadnega sistema tehtal okrog 85 kg.

Pri adaptaciji smo tako reševali postopoma toplotne mostove, ki so nastajali ob sami izvedbi ali niso bili pravilno izvedeni že v prvem izolacijskem sistemu.

Seveda nismo ob sanaciji fasade sanirali še ostalih toplotnih mostov, ki so na tem objektu, ampak samo tiste, ki so se nam pokazali skozi proces adaptacije fasade. Tako so ostali še toplotni most, ki je na podstrešju in ni dobro izolirano ter toplotni most na delih, kjer ni dostopnosti do izvedbe. To so razni nadstreški, kjer so tramovi sidrani direktno v steno in bi bila potrebna kompletna odstranitev le teh.

Na celotnem objektu tako niso preprečeni vsi nastali toplotni mostovi. Če bi hoteli preprečiti vse toplotne mostove, bi se investitor moral podati v bolj temeljito obnovo. Omenjeni objekt nima urejene mansarde, stavbno pohištvo je staro že preko 20 let, estrihi so pretanki in s tem premalo izolirani. S tem pa sem mi zdi, da se tukaj pojavljajo skoraj večje toplotne izgube kot pa na fasadi. Seveda pa bi taka sanacija objekta stala precej več in bila preveč zakomplicirana, ker je objekt tako javnega kot stanovanjskega značaja. Seveda do te sanacije fasade ne bi prišlo, če se ne bi ob začetku del, ko je bila mišljena samo obnova stare fasade, pokazale prevelike poškodbe starega sistema. Tako se je opravilo delo, ki sprva ni bilo pričakovano in s tem se je izboljšala tudi toplotna izolativnost te zgradbe.

Probleme, ki so nastali (slike), pa so predstavljala predvsem nepravilno izbrana in izvedena fasadna sidra, ki so bila vgrajena. Že popolnemu laiku, ki ni imel nikoli opravka z izdelavo fasade, bi bilo jasno, da teže okrog 85 kg za 1m² ne more prenesti na zid s 5 kom plastičnih sider, ki pa so sidrana v zid samo 3 cm.

Tudi nam, izvajalcu del, odstranjevanje stare fasade ni predstavljalo nobene ovire. Le postavljen gradbeni oder je predstavljal manjšo težavo, saj se je zanj nakopičil odstranjen material, ki smo ga nato morali čistiti izpod cevi ter lesenih plohov gradbenega odra.

Težave so se pokazale po odstranitvi stare fasade. To so bile neravne stene, na katere smo kasneje, ko smo jih zidarsko izravnali, lepili EPS plošče. Po normativih za zvitost sten, na katere se lepijo EPS plošče, je dovoljeno odstopanje maksimalno 3 cm/4m. Če ta pogoj ni izpolnjen, se izolacijskih plošč ne more lepiti na steno, oziroma je potrebna predhodna zidarska izravnavna sten z ometom.

Seveda smo ob adaptaciji fasade izvedli še ostala slikopleskarska dela na objektu, ki nekako sodijo k obnovi fasade. Tako smo na novo pobarvali vsa lesena okna in vrata, obnovili oplesk kovinskih križev na oknih ter prebarvali napušče z lazurno barvo.

Iz podatkov, ki sem jih izračunal za vgrajeni fasadni sistem s programom Ursa – gradbena fizika sem dobil, da bo letni prihranek zaradi nove toplotne izolacije kar 11,35 kWh/m²a za debelino izolacije 8 cm.

Kot sem že v začetku omenil se je sanacija fasade izvajala še pred sprejetjem novega pravilnika Pures

- Nov pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, UL RS, št. 93/2008). Usmeritve in priporočila o učinkoviti rabi energije so predlagani z učinkovitejšo izolacijo stavb, uporabo učinkovito vgrajene opreme (okna, vrata) ter vključevanjem obvezne uporabe obnovljivih virov energije. Po novem naj bi bile za 30 % zaostrene minimalne zahteve glede celotne rabe energije in seveda tudi potrebna večja debelina toplotne zaščite. Toplota, potrebna za segrevanje, naj ne bi presegala 60 kWh/m²leto. Postavljeno je načelo, da se mora v vsaki stavbi nadomestiti najmanj 25 % vgrajene moči naprav za gretje, prezračevanje, hlajenje in toplo vodo z obnovljivimi viri energije.

Eko sklad Republike Slovenije zahteva toplotno izolacijo EPS s toplotnim faktorjem 0,039 W/mK v debelini vsaj 14 cm, kar naj bi bila optimalna debelina za izolacijo stanovanjskih zgradb. Za omenjeno debelino je možno tudi pridobiti sredstva iz eko sklada v višini do 25% investicije.

Letni prihranek pri debelini izolacije 20 cm, za katero sem naredil izračun s programom Ursa gradbena fizika 4.0, pokaže letni prihranek energije kar 24,26 kWh/m²a, to pa je zadosten razlog za adaptacijo take fasade z debelejšo izolacijo, saj vemo da so med največjimi onesnaževalci prav majhni objekti, ki po številu enot bolj onesnažujejo okolje s porabo goriva kot večji industrijski objekti s svojim delovanjem.

11 UPORABLJENI VIRI IN LITERATURA

11.1 Literatura

1. Žitnik in drugi: *Gradbeniški priročnik*, TZS, Ljubljana, 2008.
2. Brezar, V.: *Stavbarstvo : Fakulteta za gradbeništvo*, Maribor 1995.
3. *Rofix gradbeni priročnik*, lastna založba, Nemčija, 2008.

11.2 Internetni viri

1. <http://products.roefix.com/si/Produkti-in-resitve/Toplotno-izolacijski-sistemi/Izolacijske-plosce/ROeFIX-CORKTHERM-040-Izolacijska-plosca-iz-plute-ICB>, dne 15.12.2010
2. <http://products.roefix.com/si/Produkti-in-resitve/Toplotno-izolacijski-sistemi/Mehansko-pritrjevanje-sidra/ROeFIX-STR-8Z-SMALL-Potopno-vijacno-sidro>, dne 10.1.2011
3. <http://www.weber-terranova.si/fasadni-sistemi-in-fasadni-materiali/weber-sistemi-in-materiali/izdelava-fasad/sidranje-izolacijskih-plosc.html>, dne 20.12.2010
4. http://www.novolit.si/slo/eps_f.html, dne 15.12.2010
5. <http://www.novolit.si/slo/kombipor.html>, dne 13.1.2011
6. <http://www.novolit.si/slo/>, dne 13.1.2011
7. http://www.novolit.si/slo/sidro_kp.html, dne 11.1.2011
8. www.mihelak.si, dne 23.12.2010
9. <http://www.novolit.si/slo/fasadnisis13.html>, dne 20.12.2010
10. www.romb.si, dne 3.1.2011
11. <http://www.novolit.si/slo/notranji.html>, dne 3.1.2011
12. <http://www.remmers.de/iQ-Therm-System-Textbausteine.869.0.html>, dne 3.1.2011

13. <http://www.gradimo.com/gradnja/4575/o-no>, dne 23.12.2010

14. <http://gcs.gj-zrmk.si/Svetovanje/Clanki/Grobovsek/PT291.htm>, dne 15.1.2011

15. http://www.sto.com/evo/web/sto/32331_EN-Products-Products_ystems.htm,
dne 20.12.2010

16. <http://www.weber-terranova.si/fasade-in-fasadni-sistemi/weber-proizvodi/kako-izdelati-fasado/navodila-za-vgradnjo/sidranje-izolacijskih-plosc.html>
dne 15.01.2011