

Енергетска оптимизација зграда у контексту одрживе архитектуре

део 2

Могућности унапређења енергетских карактеристика грађевинског фонда

6.95%

1940

1945

11.7%

1950

25.07%

1960

1967

13.04%

1970



Архитектонски факултет
Универзитета у Београду

Научно истраживачки пројекат:

ЕНЕРГЕТСКА ОПТИМИЗАЦИЈА ЗГРАДА У КОНТЕКСТУ ОДРЖИВЕ АРХИТЕКТУРЕ

Део 2

МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА ЕНЕРГЕТСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ГРАЂЕВИНСКОГ ФОНДА

| | |
|-----------------------------|---|
| Руководиоц пројекта: | Др Милица Јовановић Поповић, дипл.инж. арх |
| Радни тим: | Др Милица Јовановић Поповић, дипл.инж. арх Др Мирјана Михајловић Ристивојевић, дипл.инж. арх. Др Александра Крстић, дипл. инж. арх. Др Ана Радивојевић, дипл. инж. арх. Др Гордана Ћосић, дипл.инж.арх. Др Лидија Ђокић, дипл. инж. арх. Мр Милица Пејановић, дипл. инж. арх. Душан Игњатовић, дипл. инж. арх. Љиљана Ђукановић, дипл. инж. арх. Наташа Ђуковић Игњатовић, дипл. инж. арх. Ана Богданов, дипл. инж. арх. |
| Рецензент: | Др Мила Пуцар, дипл. инж. арх. |
| Издавач: | Архитектонски факултет Универзитета у Београду Булевар краља Александра 73/ 2 |
| Корице: | Наташа Д. Ђуковић Игњатовић, диа |
| Тираж: | 200 примерака |
| ISBN | 86-80095-74-5 |
| Штампа: | Чигоја штампа, Београд |
| Место и година издавања: | Београд 2005. године |

Научно истраживачки пројекат:

**ЕНЕРГЕТСКА ОПТИМИЗАЦИЈА ЗГРАДА У КОНТЕКСТУ
ОДРЖИВЕ АРХИТЕКТУРЕ**

ФАЗА 2

**МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА
ЕНЕРГЕТСКИХ
КАРАКТЕРИСТИКА
ГРАЂЕВИНСКОГ ФОНДА**

Београд 2005.

САДРЖАЈ

| | |
|--|-----------|
| Анализа ограничења у контексту могућих нивоа енергетске оптимизације | 1 |
| Планска и имовинска ограничења..... | 5 |
| Ограничења проистекла из типолошких карактеристика објеката | 10 |
| Ограничења локације | 14 |
| Анализа могућности унапређења елемената омотача и система | 25 |
| Анализа могућности унапређења прозора и застора у циљу добијања енергетски рационалног објекта..... | 27 |
| Анализа могућности унапређења зидова и конструкције омотача | 45 |
| Комунална и инфраструктурна опремљеност | 57 |
| Истраживање материјала за енергетску рационализацију објекта на принципима оцене животног циклуса материјала | 65 |
| Анализа могућности унапређења елемената омотача – унапређење равних кровова без промене волумена објекта | 87 |
| Могућности унапређења енергетских карактеристика објекта променом волумена | 97 |
| Унапређење равних кровова са променом волумена објекта | 99 |

| | |
|---|-----|
| Могућности доградње у попречном и подужном правцу | 115 |
| Могућност унапређења енергетских карактеристика објеката применом соларних система | 133 |
| Провера економских параметара реконструкције | 151 |
| Техноекономска анализа доградње постојећих стамбених објеката | 153 |
| Методологија поступка енергетске оптимизације зграда | 165 |
| Формирање алгоритма поступка енергетске оптимизације | 167 |
| Литература | 181 |

Љилџана Ђукановић

Анализа могућности унапређења прозора и застора у циљу добијања енергетски рационалног објекта

Преиспитивање постојећег стамбеног фонда, у циљу добијања енергетски рационалних објеката, представља актуелни процес, којим се постижу значајне енергетске уштеде, естетски квалитети, еколошке погодности и економске исплативости. Узимајући у обзир да прозори представљају места највећих топлотних губитака фасадног омотача, значај енергетског унапређења ових елемената, у великој мери унапређује комплетан енергетски биланс објекта. Свесни значаја и озбиљности проблема, у Немачкој је осамдесетих година прошлог века држава учествовала са 25% у трошковима замене обичних стакала изолационим, у индивидуалним стамбеним објектима.

Анализа грађевинског фонда- стање прозора и застора

Предуслов ефикасне интервенције, у процесу енергетске реконструкције, представља детаљна анализа свих елемената грађевинског склопа. Анализа стамбеног фонда показала је да

су на објектима, зиданим у периоду 1945-1970, уграђивани у највећем броју двоструки прозори¹ са уском кутијом, или двоструки прозори са спојеним крилима (крило на крило). Најчешће примењивани застори су платнени, ређе еслингер ролетне, пре свега због ниске цене. Прозори су углавном рађени од јеловог дрвета чији се просечан век трајања процењује на 45 година, те с обзиром на старост посматраних објеката зиданих у периоду после II светског рата, до доношења термичке регулативе, већина уграђених прозора налази се на истеку употребног века.

Захтеви

Обезбеђивање потребног осветљења, осунчања, вентилације, уз испуњавање захтева звучне, термичке заштите и заштите од атмосферских утицаја, представљају основне функције прозора. Захтеви које прозор треба да испуни, како би објекат био енергетски рационалан, сложени су и у великој мери контрадикторни. Опречност захтева, не само у зимском и летњем периоду, већ и у току дана и ноћи, чине процес енергетске реконструкције комплексним. Сложеност проблема додатно отежавају лоше топлотно изолационе карактеристике стакла, што доводи до тога да прозори постају кључна места топлотних губитака у зимском периоду, као и топлотних добитака у летњем.

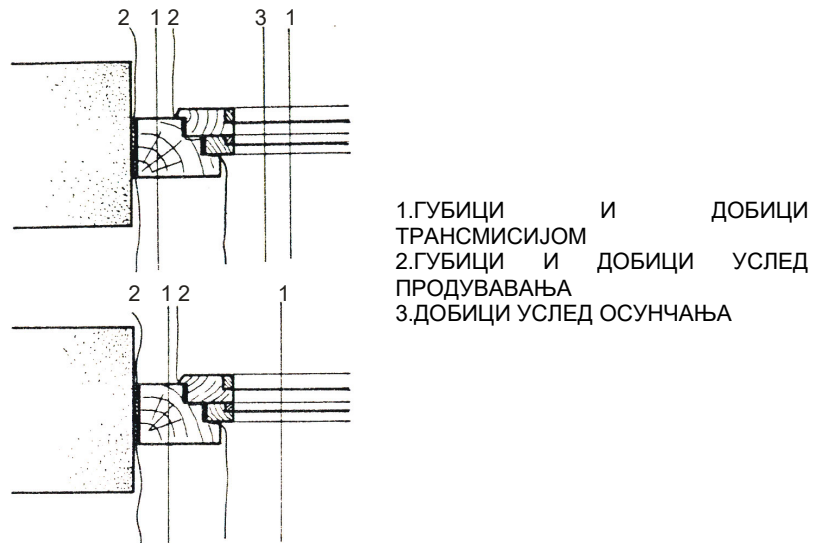
Узимајући у обзир различите захтеване режиме у току дана, као и у току године, побољшање енергетске ефикасности објекта интервенцијом на прозорима има за циљ:

зими

- смањење топлотних губитака трансмисијом кроз елементе прозора (допрозорник, крило, стакло)
- смањење топлотних губитака услед продувавања на спојевима прозорских елемената
- максимални топлотни добици директним утицајем сунца на прозор

лети

- смањење топлотних добитака трансмисијом услед разлике у температури споља-унутра
- смањење топлотних добитака на местима спојева прозорских елемената (слика 1).



Слика 1. Шематски приказан топлотни биланс прозора

Систематизација могућих интервенција у циљу побољшања енергетских карактеристика објекта

Могућности деловања одвијају се у неколико праваца:
санација постојеће столарије

- поправка и површинска обнова допрозорника и крила
- побољшање заптивености спојева
- замена стакала (додавање термоизолационог стакла)
- додавање крила на постојећи прозор

замена прозора где разликујемо два нивоа деловања:

- замена прозора новим, задржавање величине прозорског отвора
- преиспитивање величине прозорског отвора

постављање застора или сенила или санација постојећих

Поправка и површинска обнова допрозорника и крила

Најминималнија интервенција на прозорима подразумева површинску обнову допрозорника и крила, која у сваком случају, неће битно променити топлотне карактеристике самог прозора, али ће представљати неопходну фазу осталих поступака санације.

Побољшање заптивености спојева

Спојеви прозорских елемената, уколико нису адекватно решени, или су временом дотрајали, представљају стална места топлотних губитака у зимском периоду. Пропустљивост прозора изражена је коефицијентом a и дефинисана је стандардом ЈУС Д.Е8.193. Коефицијент a је она количина ваздуха у m^3 која прође кроз спојницу дужине 1м у једном сату, када је разлика у ваздушном притиску 1 мV/s. Вредност коефицијента за једноструке прозоре не сме бити већа од $a=3.0$, а за остале прозоре $a=2.5$.

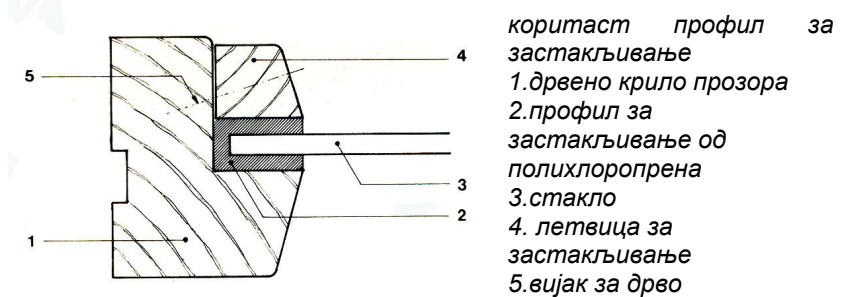
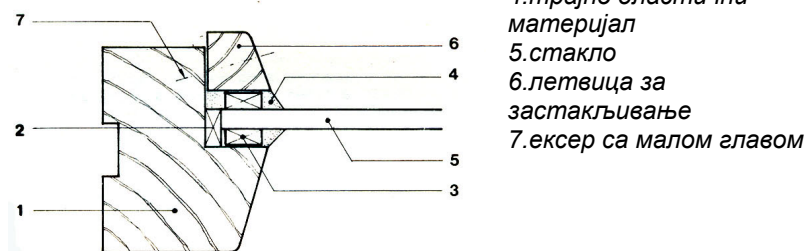
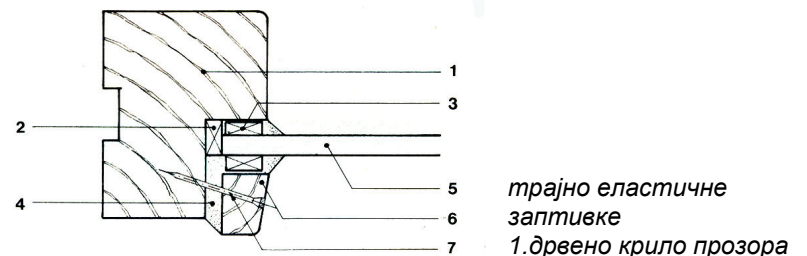
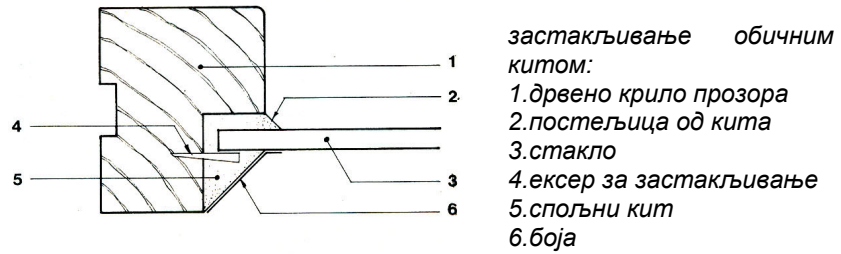
Места на којима долази до продувавања у склопу прозора су:

- спој крила и стакла
- спој крила и крила
- спој допрозорника и крила
- спој допрозорника и зида
- кутија за ролетну

Спој крила и стакла

Фиксирање стакла за конструкцију крила код старих објеката најчешће је рађено обичним стакларским китом и ове спојнице због дотрајалости материјала, или неадекватног одржавања представљају слаба места и доприносе топлотним губицима из просторије. Проблем се додатно усложњава уколико је крило издељено на више стакала, где је проблем продувавања израженији, него у случају када је крило застакљено само једним стаклом.

Заптивање спојница, поред обичног стакларског кита, може се вршити: трајно-пластичним или трајно-еластичним китом, заптивним тракама (слика 2). Замена обичног стакларског кита квалитетнијом заптивком сигурно би допринела побољшању топлотних карактеристика прозора. У ову групу можемо уврстити трајно еластични кит који под дејством силе мења облик, а по престанку дејства враћа се у првобитни облик, отпорни су на климатске утицаје и температурне промене. У новије време често су у употреби суви системи заптивања у које спадају неопренске заптивке. Поред добре отпорности на температурне промене и атмосферске утицаје, предност њихове употребе је лака замена оштећеног стакла. Избор квалитетне заптивке није једини услов који мора бити испуњен како би спојница била правилно изведена. Важност припреме и уградње, поштовање услова произвођача, одговарајућа заштита дрвених елемената, предуслови су формирања заптивеног споја.



Слика 2. Начини застакљивања крила једноструким стаклом

Спој два крила и крила са допрозорником

Топлотни губици на споју два крила, или крила са допрозорником најчешће настају:

- услед непрецизно пројектоване и изведене спојнице
- коришћења недовољно просушене грађе, што каснијим сушењем доводи до формирања великих прореза
- коришћењем некавалитетних заптивки, које брзо губе почетна својства
- некавалитетни или дотрајали оков који треба да обезбеди стабилан спој када је прозор затворен

Двоструки прозори са кутијом, у објектима зиданим после 1945 године, рађени су без заптивки и управо ови спојеви представљају кључна места где долази до продувавања. Давна испитивања показала су да овакви прозори не задовољавају захтеве ЈУС-а у погледу заптивености у 28% случајева². Уграђена заптивка мора бити од еластичног материјала, непромењених карактеристика при температурним променама. Еластичност мора бити таква да обезбеђује заптивеност споја и када је крило одмакнуто 1,5мм. Спој заптивача у угловима мора бити у једној равни. Заптивка мора бити тако уграђена да се може лако заменити.

Спој допрозорника и зида

Заптивеност спојнице између допрозорника и зида примарно је условљена начином формирања прозорског отвора. Израда прозорских отвора са зубом, компликованија је за извођење и захтева већу прецизност, али у великој мери спречава продувавање на месту споја допрозорника и зида. У данашње време пракса извођења прозорског зуба бива потиснута, а заптивање споја обично се врши само прозорском летвицом што не представља довољно термичко обезбеђење. Двоструки прозори са кутијом захтевали су формирање зуба, услед повољнијег налегања спољног, мањег крила на прозорски отвор. С обзиром на то да је овај тип прозора најчешће примењиван у посматраним периоду грађења 1945-1970 године, значи постављан је у отвор са зубом, проблем је утолико поједностављен, те се побољшање споја може постићи применом одговарајућих додатних заптивки или прозорских летвица.

Кутија за ролетну

Проблем настаје када је кутија за еспингер ролетну постављена са унутрашње стране прозора, тако да она

представља границу између спољног и унутрашњег простора. Уколико кутија није термички изолована, или је термоизолација недовољна, ова места могу представљати значајан извор отицања енергије из објекта. Померање кутије на спољну страну прозора у већини случајева може бити неизводљиво, али додатно изоловање кутије, заптивање спојева између кутије и зида може елиминисати ове проблеме и значајно допринети енергетској уштеди. На објектима зиданим у периоду 1945-1970 најчешће је примењивана платнена полетна, а ређе еслингер, али у следећој декади она преузима примат и постаје најраспрострањенији застор на београдским прозорима.

Замена стакала

Стакло, као материјал, има коефицијент топлотне проводљивости $0,81\text{W/mK}$ и спада у групу лоших топлотних изолатора. Применом специјалних врста стакала могуће је унапредити топлотно изолационе особине застакљене површине и контролисати сунчево зрачење. У табели 1 и 2 приказани су топлотни губици и вредности коефицијента k у зависности од примењеног застакљења и врсте застора.

Стакла којима се смањују топлотни губитци

- термоизолационо стакло (2 или 3 слоја стакла између којих је потпуно сув ваздух, или неки гас који има боље изолационе способности)
- стакла ниске емисије представљају посебну врсту рефлектујућих стакала код којих се терморекфлектујући слој поставља на спољну страну унутрашњег стакла односно на унутрашњу страну спољашњег стакла. Превлака омогућава пролаз Сунчевог зрачења у унутрашњост простора, а спречава пролаз и рефлектује назад у простор топлотно зрачење настало грејањем тако да смањује топлотне губитке у зимском периоду.

стакла за заштиту од сунчевог зрачења:

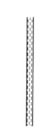
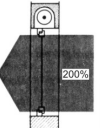
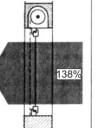
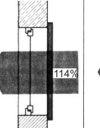
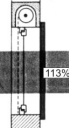
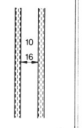
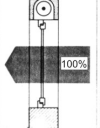
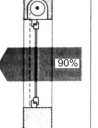
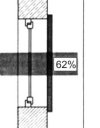
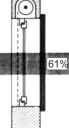
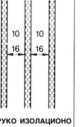
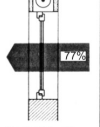
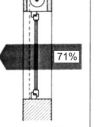
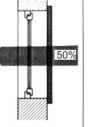

- апсорбујућа стакла која настају додавањем адитива у стаклену масу (металних оксида) чиме се повећава апсорпциона моћ стакла и смањује трансмисија топлоте. Могу се примењивати као спољни слој термоизолационог стакла. Мане ове врсте стакла су смањена пропустљивост видљивог дела спектра што резултира смањеним осветљајем у просторији, веће загревање самог стакла (и до 60°C) што доводи до

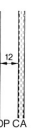
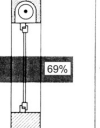
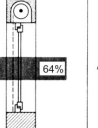
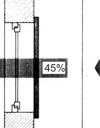
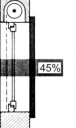
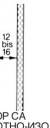
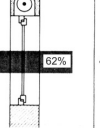
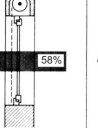
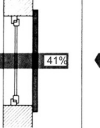

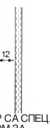
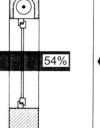
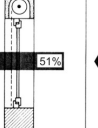
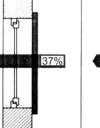

израчивања и повећања температуре унутрашњег ваздуха.

- рефлектујућа стакла која настају постављањем превлаке микроскопски танког слоја метала на провидно стакло. На овај начин може се одбити и до 75% инфрацрвеног зрачења, а да се не смањи битно пролазак светлости у просторију. Рефлектујуће стакло може бити постављено као спољно, код двоструког застакљења, са положајем превлаке на спољној или унутрашњој страни. Рефлектујућа стакла имају боље карактеристике од термо-апсорбујућих, у погледу смањења сунчевог топлотног зрачења, а пропуштају већи део зрачења видљивог дела спектра.
- фотохроматска стакла садрже активне хемијске супстанце помоћу којих аутоматски мењају своје карактеристике у зависности од интензитета светлосног зрачења Сунца. Висока цена ограничава примену ове врсте стакла.

Приликом избора врсте стакла морају се узети у обзир фактори самог прозора (величина застакљене површине, конструктивни склоп прозора, предвиђени застори) као и спољни чиниоци (локација објекта, оријентација, спољашња температура). Интервенције на старим двоструким прозорима са кутијом, у циљу смањења топлотних губитака, могу се извести заменом једног или оба стакла изолационим, или применом стакла ниске емисије, а контролисање сунчевог зрачења применом неких у ту сврху наведених врста, што ће зависити од конкретног случаја.

Табеле 1 и 2. Топлотни губици у зависности од врсте застакљења и застора

| К ВРЕДНОСТ ЗА СТАКЛО | ПРОЗОР БЕЗ РОЛЕТНЕ ИЛИ ПОДИГНУТА РОЛЕТНА | ПРОЗОР СА СПУШТЕНИМ РОЛЕТНАМА | ПРОЗОР БЕЗ РОЛЕТНИ И СА ДОДАТНОМ УЛУТРАШЊОМ ИЗОЛАЦ | ПРОЗОР СА РОЛЕТНОМ И СА ДОДАТНОМ УЛУТРАШЊОМ ИЗОЛАЦ |
|---|---|---|--|--|
|  ЈЕДНОСТРУКО СТАКЛО $K=5.8 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=5.2 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=3.6 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.68 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.65 \text{ Wm}^2\text{K}$ |
|  ДВОСТРУКО ИЗОЛАЦИОНО $K=3.0 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=2.6 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=2.1 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.61 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.58 \text{ Wm}^2\text{K}$ |
|  ТРОСТРУКО ИЗОЛАЦИОНО $K=2.1 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=2.0 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=1.7 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.57 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.54 \text{ Wm}^2\text{K}$ |

| К ВРЕДНОСТ ЗА СТАКЛО | ПРОЗОР БЕЗ РОЛЕТНЕ ИЛИ СА ПОДИГНУТОМ РОЛЕТНОМ | ПРОЗОР СА СПУШТЕНОМ РОЛЕТНОМ | БЕЗ РОЛЕТНЕ ИЛИ СА ПОДИГНУТОМ И ДОДАТНИ ИЗОЛАЦ ЕЛЕМЕНТ | СПУШТЕНА РОЛЕТНА И ДОДАТНИ ИЗОЛАЦ ЕЛЕМЕНТ |
|--|---|--|--|--|
|  ПРОЗОР СА ТОПЛОТНО-ИЗОЛ. СТАКЛОМ $K=1.9 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=1.8 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=1.54 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.55 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.53 \text{ Wm}^2\text{K}$ |
|  ПРОЗОР СА ТОПЛОТНО-ИЗОЛ. СТАКЛОМ $K=1.5 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=1.6 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=1.41 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.53 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.51 \text{ Wm}^2\text{K}$ |
|  ПРОЗОР СА СПЕЦ. СТАКЛОМ ЗА ЗАШТИТУ ОД СУЊЦА $K=1.3 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=1.4 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=1.25 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.51 \text{ Wm}^2\text{K}$ |  $K=0.49 \text{ Wm}^2\text{K}$ |

Додавање крила

Побољшање топлотних карактеристика прозора може се постићи додавањем новог крила на постојећи прозор. Оптимално решење у овом случају било би формирање прозора-стакленика. Постављањем новог крила са спољне стране објекта, формирањем ваздушног простора између њега и постојећег прозора, добијамо мали стакленик, који може допринети топлотној комфору у зимским месецима, а уједно је и заштитна тампон зона између спољног и унутрашњег простора. Складиштење топлоте формира се у међупростору, а увођење у унутрашњи простор постиже се отварањем унутрашњих крила, или постављањем вентилационих отвора у самом крилу. Акумулациона способност међупростора може се повећати облагањем зидова оквира специјалним материјалима.

У летњим месецима допунско крило се отвара, како би се омогућила вентилација и спречило прегревање ваздуха у међупростору, или скида, што је чест случај у северно европским земљама. Ефикасност овакве интервенције повећала би се увођењем изолационих застора, који смањују уобичајене топлотне губитке прозора.

Додато крило може бити застакљено обичним стаклом, или стаклом ниске емисије, са минималним димензијама оквира како се не би смањивала корисна стаклена површина. У зависности од конструкције прозора, дебљине зида, финалног изгледа које желимо постићи на фасади, крило може бити постављено на постојећи прозор, на прозорску уложину, или може бити истурено у односу на фасадну раван тако да добија облик стакленог еркера.

Одличан пример овакве интервенције на фасади представља реконструкција студентског дома у Бечу Бориса Подреке (слике 3 и 4). На постојеће прозоре додати су стаклени еркери, који обухватају по два једноделна прозора, постављена на малом међуразмаку. Оваква реконструкција прозора побољшала је несумњиво термичке карактеристике простора, али је исто тако изазвала трансформацију фасаде која је допринела естетском унапређењу читавог објекта.



Слике 3 и 4. Студентски дом у Бечу, пре и после реконструкције

Замена прозора новим

Задржавање величине прозорског отвора

С обзиром на старост посматраних објеката и предвиђени век трајања уграђене столарије, у великом броју случајева биће неопходна замена прозора. Уколико се анализом постојећег стања покаже да је потребна темељна реконструкција прозора (поправке прозорских елемената, површинска обрада, замена стакала, увођење заптивки, нових крила), што захтева опсежан рад, економска рачуница може показати да је исплативија замена прозора.

Новија грађевинска пракса у потпуности је потиснула уградњу двоструких прозора због сложености израде и увела као стандард примену једноструких прозора са термоизолационим стаклом. Усвајајући овакво решење, одлучивање о избору новог прозора подразумева:

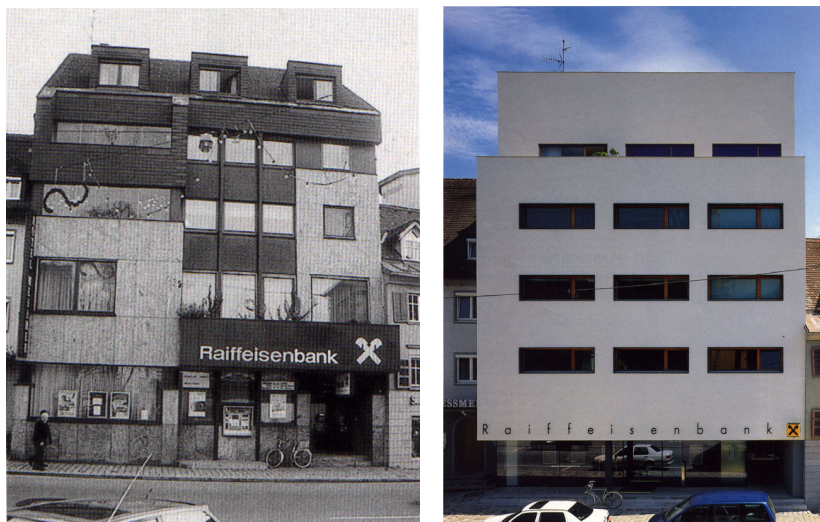
- избор материјала за израду допрозорника и крила (дрвени, алуминијумски са термичким прекидом, пластични, комбинација дрво-алумијум).
- избор врсте стакла (изолационо, апсорбиционо, рефлектујуће, стакло ниске емисије..)

- избор пратећих елемената: заптивки, окова, опшивки

Преиспитивање величине прозорског отвора

Промена величине прозорског отвора објекта могућа је, уколико се коришћењем објекта показало да је она неадекватна (премала или превелика), уколико склоп фасаде то дозвољава, као и предвиђене инвестиције за енергетску реконструкцију. Оваква интервенција најчешће доводи до потпуне промене изгледа објекта, што уједно представља могућност естетског преиспитивања и естетске реконструкције (слике 5 и 6).

Одређивање величине новог прозора значи преиспитивање основне функције прозора: обезбеђење потребног осветљења, осунчања и вентилације узимајући у обзир све климатске параметре: осунчање, температуру и влажност ваздуха, утицај ветра као и локацију објекта, конфигурацију терена, оријентацију. Оваква интервенција пружа највише могућности за "поправљање учињеног" и формирање енергетски рационалног објекта где се одговарајућом величином отвора и уградњом нових квалитетних прозора елиминишу проблеми констатовани током вишегодишње употребе.



Слике 5 и 6. Зграда банке, пре и после реконструкције

Сенила и застори

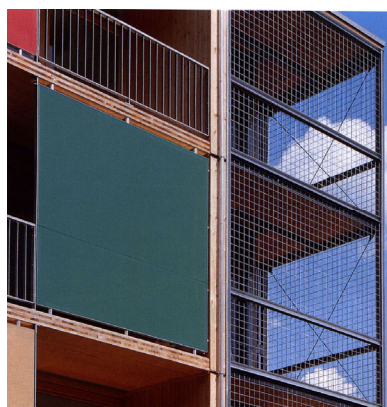
Представљају заштитне елементе прозора: од прекомерног сунчевог зрачења у летњем периоду, топлотних губитака зими, атмосферских утицаја, пружајући и звучну, сигурносну и визуелну заштиту.

Сенила су елементи на фасади којима се смањује дејство сунчевог зрачења на делове омотача и на тај начин спречава нежељено загревање простора. Укратко функција застора је "да што више топлоте рефлектује у поље, што мање апсорбује, а минимално пропусти".³ Поред своје основне функције морају испунити читав низ захтева како би њихово функционисање било ефикасно: омогућавање потребне осветљености простора, отпорност на атмосферске утицаје, једноставно одржавање и чишћење. Постављају се са спољне стране фасадне равни и према начину функционисања могу бити:

- непокретна сенила: разне врсте надстрешница, пуних елемената, испади на фасади, балкони, лође као и фиксни брисолеји. Могу бити постављена хоризонтално, вертикално, унакрсно, закошено (слике 7,8,9). Избор врсте сенила, њихов положај и димензије, важно је предвидети у фази пројектовања, с обзиром на немогућност измене, како би вршила функцију ефикасне заштите од сунчевог зрачења у летњем периоду, а зими омогућила продор сунчевих зрака.
- покретна сенила: различите врсте покретних брисолеја. Пружају могућност ефикасније заштите, прилагодљиве положају Сунца у току године. Могу се померати ручно или механички.



Слика 7. Дубоке прозорске нише као фиксна сенила



Слике 8 и 9. Вертикални панели као фиксна сенила

Поступак димензионисања сенила условљен је избором облика и величине сенке коју сенило пружа, а у односу на климатске услове локације.

Застори су елементи у склопу прозора који имају двојаку заштитну функцију: штите простор од директног сунчевог зрачења и самим тим спречавају прегревање просторије у летњем периоду и побољшавају топлотне карактеристике прозора, спречавајући тиме топлотне губитке из просторије у зимском периоду. Улогу топлотног изолатора застор постиже својим топлотним карактеристикама, као и стварањем ваздушног слоја између њега и прозора што доприноси укупном отпору пролазу топлоте. Најбољи резултати могу се постићи применом термоизолационих застора, који у свом склопу садрже термоизолационе материјале.

Застори могу заузимати различите положаје у односу на прозор: са спољашње стране прозора, са унутрашње стране прозора, у средишњем делу (између стакала прозора код вишеструког застакљења). Ефикаснију заштиту од топлотних губитака и добитака имају спољни застори и уколико је то технички изводљиво, потребно их је на овај начин применити у енергетској реконструкцији објекта.

У засторе убрајамо:

- ролетне

Могу бити израђене од дрвета, пластике, метала, платна и специјалних фолија. Могу бити постављене у сва три положаја у односу на прозор. Разликујемо обичне и са термоизолационим пуњењем.

- капке

У зависности од материјала од кога су израђени могу бити: дрвени, метални, пластични (слика 11). Према начину покретања крила: окретни, клизни, склапајући, комбиновани. Могу се постављати са унутрашње или спољне стране прозора.

- маркизе и перде

Представљују платнене ролетне, или ролетне од специјалних врста фолија које се постављају са спољне стране прозора

- жалузине, венецијанери

Састоје се од танких ламела (пластичних или алуминијумских) које се купљају по вертикали или намотавају и могу се поставити са спољне стране прозора, између прозорских стакала, или са унутрашње стране (слике 12 и 13).

- завесе

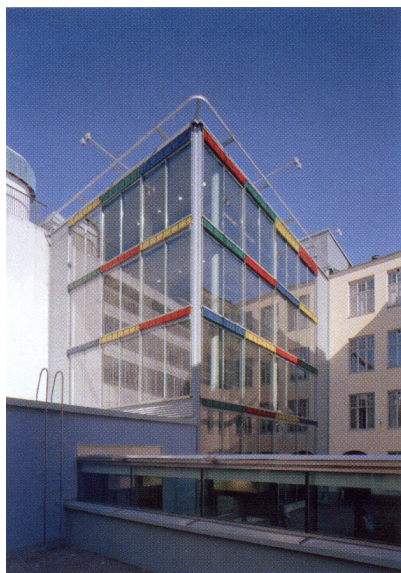
Избор застора и сенила, као и избор прозора, условљен је многобројним факторима: функцијом објекта, величином простора, склопом фасаде, као и спољним факторима: климатске карактеристике, оријентација, локација, ветар. Својим положајем, обликом, бојом, у великој мери утичу на изглед објекта, о чему такође треба водити рачуна при реконструкцији. Није редак случај да је основни концепт објекта, визуелни идентитет, базиран на изгледу застора (слике 12 и 13).

Закључак

Правилан избор прозора и застора у енергетској реконструкцији значајно доприноси побољшању топлотног комфора и стварању савременог енергетски рационалног објекта. С обзиром на сложеност захтева и утицаја при избору ових елемената, као и на њихов значај у санирању енергетских губитака старих објеката, рад на овом проблему захтева стручан третман и комплексан рад.



Слика 11. Дрвени капци



Слике 12 и 13. Студентска читаоница "Рубикова коцка" у Финској

¹ Станковић С. *"Застори као функционални елементи прозора и њихов утицај на обликовање фасада стамбених зграда"*, докторска дисертација, Архитектонски факултет, Београд, 1994, стр 153.

² Станковић С. *"Термичка својства прозора разматрана кроз његове основне функције"*, магистарски рад, Архитектонски факултет, Београд, 1994, стр 55.

³ Станковић С. *"Застори као функционални елементи прозора и њихов утицај на обликовање фасада стамбених зграда"*, докторска дисертација, Архитектонски факултет, Београд, 1994, стр 225.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

699.86

НАУЧНО истраживачки пројекат „Енергетска оптимизација зграда у контексту одрживе архитектуре”. Фаза 2, Могућности унапређења енергетских карактеристика грађевинског фонда / [руководилац пројекта Милица Јовановић Поповић ; аутори Милица Јовановић Поповић... и др.]. - Београд : Архитектонски факултет Универзитета, 2005 (Београд : Чигоја штампа). - 183 стр. : илустр., табеле ; 24 cm

Подаци о ауторима преузети из импресума. - Тираж 200. - Библиографија: стр. 181-183 и уз поједине радове.

ISBN 86-80095-74-5

1. Јовановић Поповић, Милица
а) Зграде - Топлотна изолација б) Зграде
- Топлота - Оптимизација
COBISS.SR-ID 122547212



ISBN 86-80095-74-5