

*dipl.ing. Jelenka Vitomir*

**A ALPRO® ALUMIL**

# KONSTRUKCIJA ALUMINIJUMSKIH FASADA

2006.

*Jelenka Vitomir*

***KONSTRUKCIJA  
ALUMINIJUMSKIH FASADA***

*Vlasenica, 2006.*

***Konstrukcija aluminijumskih fasada***  
***Autor: Jelenka Vitomir, dipl. ing.***

***Recenzent: Miodrag Bajčetić, dipl. ing.***

***Izdavač: AD ALPRO Vlasenica***  
***za izdavača: mr Vladan Nastić***

***Lektor: Jovo Mihailović***

***Štampa: Fleš, Loznica***

***Tiraž: 500 primjeraka***

***Vlasenica, 2006. godine***

## **SADRŽAJ**

<i>PREDGOVOR</i>	7
<b>1. UVOD U KONSTRUISANJE FASADA</b>	11
1.1 <i>Definicija fasada</i>	11
1.2 <i>Podjela fasada koje će biti objašnjene u ovom priručniku</i>	11
<b>2. IZBOR STAKLA</b>	21
2.1 <i>Uopšte o staklu</i>	21
2.2 <i>Dobijanje vučenog stakla</i>	21
2.3 <i>Mehaničke/fizičke osobine stakla</i>	22
2.4 <i>Kritični napon na savijanje stakla</i>	23
2.5 <i>Dozvoljeni napon na savijanje</i>	24
2.6 <i>Izbor vrste stakla korišćenjem Timošenko formula za statički proračun</i>	24
2.7 <i>Izbor stakla korišćenjem dijagrama BS 6262</i>	31
2.8 <i>Proračun ugiba i napona na savijanje za višeslojne i dvostruke staklene panele</i>	32
2.9 <i>Kada se koristi kaljeno staklo?</i>	35
2.10 <i>Uzroci loma stakla</i>	37
2.11 <i>Pod kojim uslovima ne treba koristiti kaljeno staklo</i>	39
2.12 <i>Reflekciono staklo</i>	41
2.13 <i>Laminirano višeslojno staklo</i>	42
2.14 <i>Pravilna upotreba zaštitne folije za staklo</i>	43
2.15 <i>Niskoemisiona stakla</i>	44
<b>3. KONSTRUISANJE ALUMINIJUMSKIH ELEMENATA – STATIČKI PRORAČUN VERTIKALNIH I HORIZONTALNIH STUBOVA</b>	47
3.1.1.1 <i>Standardi za aluminijumske elemente</i>	47
3.1.1.2 <i>Fizičke osobine aluminijuma</i>	47
3.1.1.3 <i>Površinska zaštita aluminijumskih profila</i>	49
3.1.1.4 <i>Statički proračun</i>	49

<b>4. KONSTRUKCIJA FASADA</b>	<b>73</b>
4.1 <i>Konstrukcija i dizajn veze između vertikala i horizontala</i>	73
4.2 <i>Konstrukcija držača i lajsni za staklo (pričvršćenih vijcima na glavnom okviru)</i>	78
4.3 <i>Konstrukcija poklopaca</i>	81
4.4 <i>Minimalno pokrivanje ivica stakla</i>	84
4.5 <i>Tehnološki otvori</i>	85
4.6 <i>Fiksiranje fasade na konstrukciju zgrade-objekta</i>	89
4.7 <i>Ekspanziona veza</i>	96
4.8 <i>Toplotna izolacija</i>	101
<b>5. IZBOR SREDSTVA ZA ZAPTIVANJE</b>	<b>103</b>
5.1 <i>Podjela sredstava za zaptivanje prema načinu upotrebe</i>	103
5.2 <i>Primjena silikona</i>	104
5.3 <i>Ispitivanje silikona/sredstva za zaptivanje</i>	105
5.4 <i>Dozvoljeno naprezanje</i>	106
5.5 <i>Proračun za površinu silikoniranja</i>	106
5.6 <i>Silikoniranje za segment sa dvostrukim zastakljenjem</i>	109
5.7 <i>Spoj sa silikonom otpornim na klimatske uticaje</i>	109
5.8 <i>Ispitivanje sposobnosti prijanjanja silikona</i>	110
<b>6. VIJCI, NITNE I METALNE UŠKE</b>	<b>113</b>
6.1 <i>Vijci od nerđajućeg čelika</i>	113
6.2 <i>Nitne</i>	115
6.3 <i>Primjer: krilo skinuto sa objekta</i>	116
6.4 <i>Kako se proračunavaju vijci</i>	116
6.5 <i>Primjeri</i>	118
6.6 <i>Metalne uške</i>	119
<b>7. KAKO KONSTRUISATI ALUMINIJUMSKI PROZOR</b>	<b>121</b>
7.1 <i>Karakteristični presjeci prozora</i>	122
7.2 <i>Proračun metalnih uški/spojnica</i>	123
7.3 <i>Ekspanzioni spoj</i>	125

<b>8. KAKO SE KONSTRUIŠU KAMENE/KERAMIČKE FASADE</b>	<b>127</b>
8.1 <i>Uvod</i>	127
8.2 <i>Osobine kamena</i>	127
8.3 <i>Fiksiranje kamenih panela</i>	129
8.4 <i>Fiksiranje na beton: Kotve sa zavrtnjima ili grede</i>	137
8.5 <i>Da li središnji oslonac smanjuje naprezanje na smicanje kamenog panela</i>	137
8.6 <i>Tolerancija postavljanja</i>	138
8.7 <i>Ekspanzioni spoj/veza</i>	138
<b>9. KONSTRUISANJE METALNIH OVJEŠENIH SISTEMA</b>	<b>141</b>
9.1 <i>Fiksiranje metalnih ovješениh sistema</i>	141
9.2 <i>Proračun koji uzima u obzir lokalno izvijanje</i>	141
9.3 <i>Paneli koji se kače na okvir treba da imaju sistem za zaključavanje</i>	142
9.4 <i>Podешavanje pri postavljanju sa polukanalima</i>	143
9.5 <i>Paneli fiksirani svojim ivicama preko vijaka</i>	146
9.6 <i>Ovješени metalni krovovi</i>	146
<b>10. KONSTRUKCIJA STAKLENIH ZIDOVA, KUPOLA I SVJETLARNIKA</b>	<b>149</b>
10.1 <i>Stakleni zid</i>	149
10.2 <i>Svjetlarnici i svodovi</i>	165
10.3 <i>Kupola</i>	167
10.4 <i>Staklena vrata</i>	168
<b>11. KAKO SE ODREĐUJE PRITISAK VJETRA NA UNUTRAŠNJOST OBJEKTA</b>	<b>169</b>
11.1 <i>Vjetar</i>	169
11.2 <i>Opšta raspodjela pritiska vjetra na površinu objekta</i>	169
11.3 <i>Ispitivanje uticaja vjetra metodom tunelskih kanala</i>	172

<b>12. ISPITIVANJE MAKETE</b>	173
12.1 <i>Zašto se rade testovi</i>	173
12.2 <i>Veličina makete</i>	173
12.3 <i>Ostala ispitivanja</i>	173
12.4 <i>Oprema za ispitivanje</i>	174
12.5 <i>Postupak ispitivanja</i>	174
<b>13. OTPORNOST NA POŽAR SVJETLARNIKA I FASADA</b>	175
13.1 <i>Razlozi za konstruisanje sistema otpornih na požar</i>	175
13.2 <i>Kako postići navedeno</i>	175
13.3 <i>Zahtjevi kod svjetlarnika i fasada</i>	175
<b>LITERATURA</b>	176

## **PREDGOVOR**

*Od kada smo počeli da se bavimo ovim poslom 1998, pokušavali smo da pronađemo knjigu o inženjerskom konstruisanju fasada koja bi pokrivala sve aspekte konstruisanja fasada uključujući dizajn, statički proračun, podproračune i ispitivanja modela. Bili smo iznenađeni koliko malo smo uspjeli pronaći. Od tada smo primili mnogo komentara i predloga od korisnika naših sistema i projektanata. Ova knjiga sadrži mnoge od tih primljenih komentara. Iako je naslov knjige Konstruktija aluminijumskih fasada, u knjizi su obuhvaćeni fasadni sistemi koji se koriste za zatvaranje objekata kao i ovješeni fasadni sistemi koji se koriste za dekoraciju zgrada. Takođe su obuhvaćeni i svjetlarnici, kupole, aluminijumski prozori, fasade sa otvarajućim poljima i stakleni zastori (zidovi) čija je konstrukcija slična konstrukciji fasada. Pored toga obrađene su i kamene (keramičke) fasade kao i aluminijumski kompozitni materijali. Bili bismo jako srećni ako bi ova knjiga pomogla arhitektima, inženjerima koji se bave statičkim proračunom i razvojem, kao i ljudima koji se bave postavljanjem fasada, da bolje shvate fasadne sisteme.*

*U knjizi je obrađeno sljedeće:*

### **1. Izbor stakla**

*koji obuhvata:*

- *vrstu stakla (vučeno, termički obrađeno, kaljeno, laminirano-višeslojno i armirano staklo) koja se koristi na fasadama;*
- *proračun za provjeru naprezanja na savijanje i ugib stakla korišćenjem Timošenko formula;*
- *proračun preko BS 6262 dijagrama (British Standard);*
- *dozvoljeno naprezanje na savijanje;*
- *dozvoljeni ugib;*
- *uzroke pucanja (loma) stakla.*

### **2. Proračun aluminijumskih elemenata**

*koji obuhvata:*

- *proračun vertikalnih stubova uz pomoć formula i softvera;*
- *proračun za horizontale sa trouglastom i trapezastom raspodjelom opterećenja;*

- *proračun vijaka;*
- *određivanje dozvoljenog naprezanja po presjecima i provjera lokalnog izvijanja aluminijskih elemenata;*
- *određivanje pritiska vjetra na fasadu i testiranje na vjetar metodom tunelskih kanala;*
- *anodna oksidacija aluminijskih elemenata.*

### **3. Proračun fasada**

*koji obuhvata:*

- *proračun stubova - vertikala, horizontala, veze između vertikala i horizontala, postavljanje stakla u aluminijski okvir;*
- *proračun pojedinačnih fasadnih sistema - proračun karakterističnih ožljebljenih vertikala i horizontala sa elementima za vezivanje. Pravilna primjena principa ravnomjerne raspodjele pritiska;*
- *konstrukcija koja sprečava prolazak vode;*
- *konstrukcija koja obezbjeđuje zvučnu izolaciju.*

### **4. Izbor sredstava za zaptivanje (silikon)**

*koji obuhvata:*

- *vrste sredstava za zaptivanje (sredstva otporna na atmosferske promjene/klimatske uticaje, sredstva za zaptivanje u građevinarstvu /strukturna, vatrootporna sredstva za zaptivanje itd);*
- *dozvoljeno naprezanje sredstava za zaptivanje;*
- *proračun sredstava za zaptivanje panela različitih poprečnih presjeka;*
- *ispitivanje sredstava za zaptivanje.*

### **5. Konstrukcija otvarajućih polja (aluminijskih prozora)**

*koji obuhvata:*

- *karakteristične presjeke;*
- *uobičajeni način postavljanja – metalne uške (držači); kotve + čelični lim itd.;*
- *proračun metalnih uški (držača) i čivija;*
- *korozija metalnih uški (držača) i kako je izbjeći.*

### **6. Aluminijski kompozitni materijali i keramičke fasade**

*koji obuhvata:*

- *postavljanje kompozitnih panela, konstrukcija elemenata za postavljanje i fiksiranje, tolerancije za postavljanje/podešavanje*

*pri postavljanju sa U-profilima i ankerima; pravilno korišćenje zavarenih ili ozubljenih podmetača;*

- *kamene (keramičke) fasade - kako izbjeći raspadanje materijala pod uticajem toplote na mjestu postavljanja. Karakterističan statički proračun za kamene (keramičke) panele.*

## **7. Konstrukcija staklenih zidova i svjetlarnika**

*koji obuhvata:*

- *konstrukcija staklenih zastora/zidova - stakleni zastori/zidovi sa zvjezdastom (spajder) i rešetkastom podkonstrukcijom; stakleni zastor sa zvjezdastom podkonstrukcijom (spajder) i prednapregnutom armaturom; stakleni zid/zastor sa ojačanjima kao strukturnim elementom; kako obezbijediti zaptivanje na tim mjestima? Da li su tehnološki (prokapni) otvori neophodni na dnu staklenog zastora? Kako proračunati ojačanje na staklu?*
- *kupole i svjetlarnici - karakteristični presjeci aluminijumskih elemenata, čelični okviri, postavljanje staklenih panela, izbor stakla. Kako izbjeći lom stakla? Kako odrediti opterećenje kupole i svjetlarnika?*

*Knjiga obuhvata kao dodatak prethodnim poglavljima i probleme, kao što su statički nedostaci stubova sa vezama između jedinica pojedinačnih fasadnih sistema, nedostaci ekspanzionih veza/spoja, klizanje između podmetača i ankera pod opterećenjem koje je posljedica vjetrova, lokalno izvijanje aluminijumskih elemenata ili panela, lom stakla usljed toplotnog naprezanja, slučajni lomovi, ili veliko naprezanje na savijanje usljed udara vjetrova koji su takođe obrađeni. Kada jednom upoznamo ove probleme i vidimo uzroke za njihovo nastajanje, u stanju smo da ih prevaziđemo još u fazi konstruisanja. Autor je uradio reviziju crteža i proračuna na zahtjev projekatanta kako bi se spriječilo pojavljivanje pomenutih problema. Revizija je urađena iz osnova i krajnje profesionalno. Najčešća greška u statičkom proračunu je neuzimanje u obzir uticaja vijaka ili ankera na aluminijumskim presjecima.*

*Ova knjiga nije obrađivala estetski aspekt, što je uglavnom posao arhitekata. Namjera je bila da se prođe kroz konstruisanje kako bi se omogućila provjera svih komponenti u sistemu koji se konstruiše i da se obezbijedi potrebna toplotna i zvučna izolacija, kao i da se spriječi prolazak vode. Ako se svaka faza u konstruisanju prođe korektno, onda nema problema sa dobijanjem upotrebnih i ostalih dozvola.*