

ENERGETSKI EFIKASAN FASADNI OMOTAČ

Aleksandra V. Soboljevski Miljić¹

Ključne reči: fasadni omotač, energetski efikasan omotač, fotoelektrični sistemi

SAŽETAK:

Energetski efikasan fasadni omotač, sem funkcionalnog zahteva zaštite od atmosferskih uticaja snabdeva objekat električnom energijom, a pri primeni multifunkcionalnih modula, i toplotnom energijom. Primena fotoelektričnih sistema, autonomnih ili integrisanih, na objektima utiče i na oblikovanje fasadnog omotača. U radu je data analiza i klasifikacija fotoelektričnih sistema i njihova primena na fasadi objekta.

1. UVOD

Pri projektovanju fasadnog omotača objekata posebna pažnja se posvećuje korišćenju energije Sunca i gradnji u skladu sa prirodom. Nova tehnička rešenja išla su u pravcu: poboljšanja i unapređenja zaštite unutrašnjeg prostora od spoljašnjih uticaja u letnjem i zimskom periodu, racionalne potrošnje energije i zaštite životne sredine. Upotreba Sunčeve energije uticala je na razvoj novih koncepata projektovanja i materijalizacije objekata. Pasivni, a posebno aktivni sistemi, kreirali su nove građevinske elemente fasadnog omotača. Energetski elementi aktivnih solarnih sistema su solarne ćelije (moduli). Primenom fotoelektričnih modula fasadni omotač objekta postaje *omotač visoke tehnologije* koji mora da odgovori mnogim funkcionalnim i estetskim zahtevima.

U radu je dat prikaz materijala solarnih ćelija, kao i klasifikacija i način aplikacije fotoelektričnih modula na fasadi objekata.

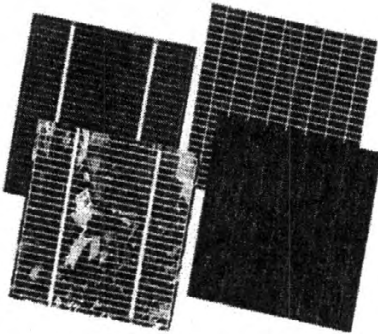
2. MATERIJAL ZA IZRADU FE ĆELIJA

Veliki uticaj na osobinu i cenu koštanja solarnih ćelija ima struktura materijala od kojih su napravljene.

Vrsta materijala od koga su izrađene solarne ćelije takođe utiče i na izgled modula, a time i objekta. Moduli sa solarnim ćelijama od monokristalnog Si karakteriše ravnomerna crna obojenost, a stepen efikasnosti jedne ćelije je 14%. Polikristalni Si modul se

¹ Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73/II, Beograd; Asistent

prepoznaje po plavim svetlucavim ćelijama, koje imaju izgled našarane slike, a stepen efikasnosti jedne ćelije je 12%.



Slika 1. Izgled solarnih ćelija [10]

Iako se amorfne ćelije razlikuju od kristalnih po načinu proizvodnje, način njihovog spajanja u solarni modul je isti. Boju ćelija karakteriše ravnomerni smeđ neprozirni izgled ("opak") ili smeđ proziran izgled ("semitransparent"). Ako su deo prozora, uglavnom se ugrađuju prozirni-semitransparentni moduli, sa stepenom transmisije od 10-20% i stepenom efikasnosti od 4-5% (sl. 1).

Upotrebom dvoslojnih antirefleksionih obloga dobija se širok opseg kolora FE modula, čime se obezbeđuje bolje uklapanje u okolinu.

3. PRIMENA FE MODULA NA OBJEKTIMA

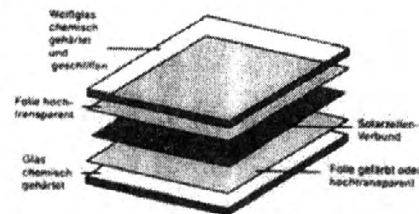
Rastući problemi vezani za stanje čovekove okoline i svest o neophodnosti korišćenja "čistih" izvora energije fotoelektrične module svrstavaju u prioritetne sisteme korišćenja obnovljivih izvora energije.

Ćelije formiraju modul tako što se postavljaju između dve folije od etil-vinil-acetata i ugrađuju između dva sigurnosna specijalno obrađena, brušena stakla, obezbeđujući na taj način hermetičku zatvorenost i zaštitu od korozije, što garantuje dugotrajnost i sigurnost ćelije (sl. 2). Jedan modul je nezavisna jedinica zatvorena u svoje kućište, koje omogućava neometano funkcionisanje u odnosu na atmosferske i mehaničke uticaje.

Moduli se takođe grupišu u veće celine, panele. Paneli mogu biti varijabilnog sastava, geometrijskog oblika, dimenzije, boje i načina montaže, što ih čini adaptabilnim za raznovrsne upotrebe. FE paneli sadrže jedan ili više modula i mogu se koristiti pojedinačno ili u grupi.

Paneli mogu biti sa okvirom, što je neophodno za autonomne sisteme, ili bez okvira, kao stakleni paneli, što omogućava raznolikost ugradnje u slučaju integrisanih sistema u objekat.

Kod primene na objektima, postavljaju se na krovovima kuća, zauzimajući gotovo celu površinu krova ili kao FE solarni zidovi. Proizvodnjom električne energije u samom domaćinstvu, primenom FE sistema, smanjuje se ukupna potrošnja primarnih izvora, domaćinstvo postaje nezavisno, a može se čak proizvoditi i deo energije za elektromrežu.

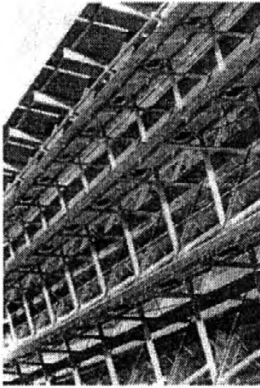


Slika 2. Struktura FE modula [10]

Primena FE panela je opravdana ukoliko su integrisani u delove objekta koji su većim delom dana izloženi Suncu (jugoistok, jug i jugozapad), dok je za uslove beogradske klime najpovoljnija južna orijentacija.

Fotoelektrični paneli (moduli), po načinu postavljanja na objekat, mogu biti: “autonomni” ili “integrisani” u fasadni omotač.

Sa arhitektonskog aspekta značajni su “integrisani” sistemi, kao sastavni delovi omotača objekta i njihov razvoj je usmeren na tri oblasti: integrisani krovni moduli, FE krovni crep i šindra (koji nisu tema ovog rada) i moduli integrisani u fasadne vertikalne i nagnute (zastakljene) površine. Na izgled objekta mogu uticati formom, veličinom i bojom primenjenog panela (modula). Paneli se na objekat postavljaju pod određenim uglom i tada su oni *fiksni* ili su povezani sa uređajem koji pomera FE panele i orijentiše ih tako da su uvek pod pravim uglom u odnosu na Sunčevo zračenje- *pokretni*.

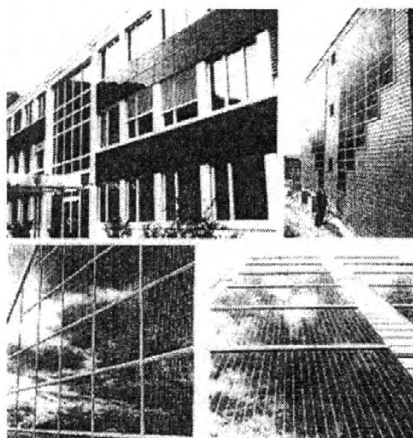


Slika 3. FE senila [19]

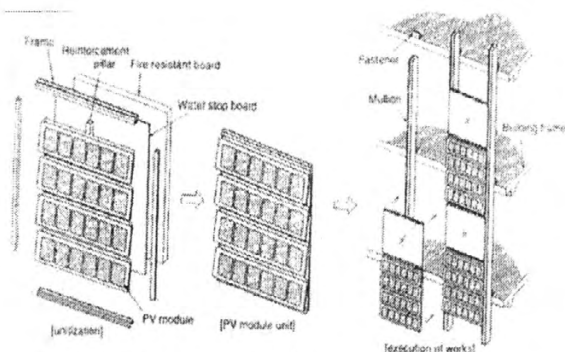
Autonomni moduli su lakši za montažu i sposobni da izdrže uticaje vetra i snega, ukoliko su adekvatno projektovani. Primenjuju se tamo gde tehnologija izrade objekta (sanacije) ili priroda procesa koji se u njemu obavlja ne dozvoljavaju integrisanje u fasadni omotač. Noseći sistemi su različiti za vertikalne, nagnute i ravne površine. Prostor između modula i fasadne ili krovne ravni je ventilisan, čime se povećava efikasnost modula. Koso aplicirani moduli primenjuju se u vidu senila (sl. 3). Tada se koriste amorfne čelije, koje imaju osobinu poluprovodnosti.

Integracija fotoelektričnih modula u strukturu omotača objekta obezbeđuje značajne ekonomske beneficije. Oni više nisu dopunski elementi koji se montiraju na fasadu ili krov, već integrisani, sastavni deo omotača zgrade. Moduli se mogu kombinovati sa oblogom od kamena, aluminijuma, emajliranim pločama ili drugim vrstama obloga koje se ugrađuju na podkonstrukciju. Za zastakljenje kosih fasadnih ravni, prozora i staklenika, primenjuju se poluprozirni FE moduli, dok se za pune delove fasade mogu koristiti neprozirni ili poluprozirni moduli.

Fasadni integrirani fotoelektrični moduli postavljaju se na vertikalnim i nagnutim fasadnim ravnima (sl. 4) i mogu prekrivati celu površinu fasade ili samo njene delove. Značajni su sa aspekta smanjenja ukupnih troškova gradnje. Integrirani FE moduli, postavljeni na neprozirnim delovima fasade, moraju biti dobro ventilisani sa unutrašnje strane kako bi se smanjila temperatura ćelija, a time povećala njihova efikasnost. Debljina prostora za vetrenje mora biti najmanje 5 cm a optimalno 20 cm.

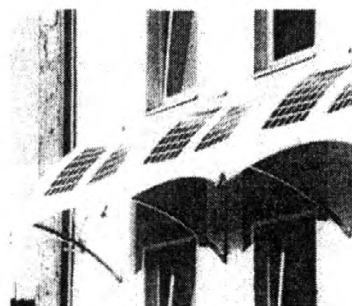


Slika 4. Fasadni integrirani modul [6]

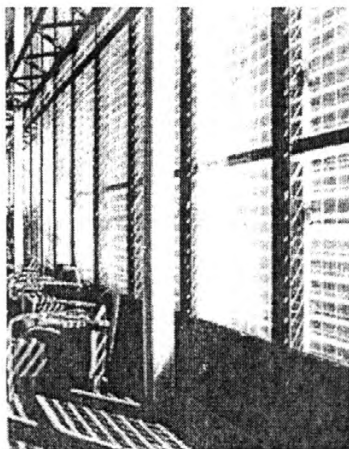


Slika 5. Način sklapanja FE panela i montaža na konstrukciju [6]

Prednost primene FE modula ogleda se u efikasnosti, fleksibilnosti i raznovrsnosti dimenzija, oblika i izgleda. Najskuplji su moduli od kristalnog silicijuma koji su i visoko efikasni, potom od amornog silicijuma, niske efikasnosti, a najjeftiniji su unapređeni FE moduli sa tankim filmovima, koji se smatraju modulima budućnosti, srednje efikasnosti.



Slika 6. FE moduli integrirani u nadstrešnicu [10]



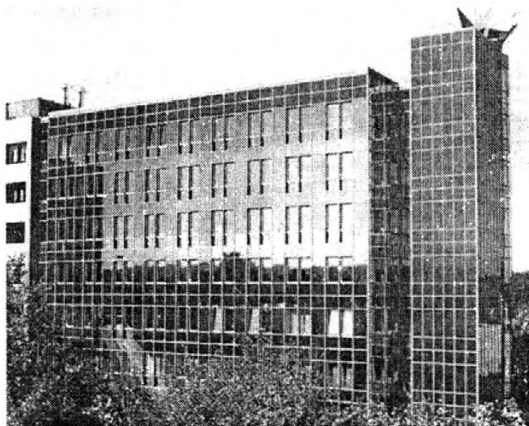
Slika 7. FE moduli primenjeni na prozoru [11]

Prozori takođe predstavljaju pogodno mesto za primenu, naročito transparentnih, panela, kada se objedinjuju dve veoma bitne funkcije, energetska i funkcija zaštite od prekomernog Sunčevog zračenja.

Moduli, postavljeni na zastakljenim površinama, umanjuju transmisiju dnevne svetlosti i zahvat Sunčeve energije u zastakljenom prostoru (sl. 7). Ograničenja kod ovakvog načina postavljanja su da se moraju aplicirati pretežno na južnoj strani objekta, kao i da ne sme postojati okolno zasenčenje.

Zanimljivi svetlosni efekti unutar objekta postižu se upotrebom amorfnih, svetlosno propustljivih solarnih ćelija ili variranjem razmaka između njih (sl. 7).

FE moduli se mogu integrisati u većinu sistema zid-zavese (klasična, polustrukturalna ili strukturalna zid-zavesa). Ove konstrukcije pružaju mogućnost potpunog inkorporiranja panela, koristeći prednosti ovakvih fasada u energetskom i oblikovnom smislu. Nije potrebna prethodna izrada fasade konvencionalnim materijalima, jer ih FE moduli zamenjuju, što umanjuje cenu fasade (sl. 8).



Slika 8. "Schuco" administrativna zgrada sa integrisanim FE modulima u mrežu strukture zid-zavese [14]

Fasadni moduli mogu biti proizvedeni u veličinama od $2.1\text{ m} \times 3.2\text{ m}$, omogućavajući da velike površine budu pokrivene bez horizontalne podele.

Tehnologija integrisanja modula u fasade pruža nove mogućnosti za oblikovanje fasada objekata (sl. 8).

Specijalnim vrstama stakla za zaštitu od Sunca, ugradnjom FE modula u sklop izolacionog stakla i arhitektonskim merama (senilima) u okviru fasade, koji daju doprinos arhitektonskom izgledu, postižu se zadovoljavajući uslovi boravka u prostorijama.

Integracijom FE modula u fasadni omotač mogu se kontrolisati i drugi sistemi:

- * *Regulacija zastora* - modul proizvodi energiju koja pokreće zastore, obezbeđujući i regulišući upad Sunčeve svetlosti i termičku kontrolu tokom maksimalnih Sunčevih sati u toku dana;

- * *FE ventilacioni sistem* - stvara priliku za kreiranje dinamičkog zidnog sistema za ventilaciju, koji izvlači vreo vazduh za vreme toplih meseci i vraća ga u objekat u hladnom periodu.

4. ZAKLJUČAK

Fotoelektrični paneli (moduli) se, u različitim namenama, koriste već više od 30 godina i tokom tog perioda su ispoljili više pozitivnih karakteristika, koje ih svrstavaju među povoljne sisteme primene i zadovoljenja ukupnih energetskih zahteva savremenih objekata, a mogu se primenjivati na svim geografskim područjima. Svrstavamo ih u fleksibilne elemente fasadnog omotača, jer se lako transportuju, rastavljaju i spajaju. Svojom strukturom ćelija, bojom, oblikom i veličinom FE moduli utiču na izgled fasadnog omotača, što ih čini proizvodom visoke tehnologije.

Izvođenjem objekta kao energetski efikasnog (nezavisnog), orijentisanog samo na korišćenje Sunčeve energije, omogućilo bi se:

- * Značajnije korišćenje čiste i neiscrpe Sunčeve energije;
- * Smanjenje potrošnje fosilnih goriva;
- * Nov i zdraviji koncept stanovanja.

Zbog svih ovih prednosti FE moduli kao deo strukture fasade objekta predstavljaju budućnost. Velike površine na koje se sistemi mogu aplicirati doprinose poboljšanju efikasnosti primene ovakvog vida energije. Primenom FE modula na objekat stvara se **“Energetski efikasan objekat”**.

Troškovi proizvodnje, koji su još uvek značajni i direktna zavisnost od Sunca i dalje ostaju najznačajnija ograničenja široke primene fotoelektričnih sistema.

LITERATURA

- [1] Krstić Aleksandra: *Aktivni solarni sistemi: solarni kolektori i foto-električni moduli*, Racionalno gazdovanje energijom u širokoj potrošnji, Agencija Spiridonović, Beograd 1997, str. 213-223.
- [2] Krstić Aleksandra: *Zastakljenja kao funkcionalni elementi omotača energetski efikasnih zgrada*, Alternativni izvori energije i budućnost njihove primjene u Jugoslaviji, Crnogorska Akademija nauke i umjetnosti, Podgorica 1998, str. 109-114
- [3] Morton B. Prince: *The present status of photovoltaic technology*, Energy and the environment into the 1990s, 1st world renewable energy congress, volume 1 UK 1990, str. 112-119
- [4] Soboljevski V. Aleksandra: *Fasadne komponente u industrijalizovanim sistemima gradnje*, Magistarska teza, Arhitektonski fakultet, Beograd 2002.
- [5] Soboljevski V. Aleksandra: *Fotovoltažni moduli i njihova primena na objektima*, Arhitektonski fakultet, Beograd 2000.
- [6] Stamenić Ljubisav, Ingham G.: *A Power for the World Solar photovoltaics revolution*, Sunology International Inc., Vancouver 1995., Canada.

- [7] Skrivastava K. S., Singh P. O., Pandey N. G.: *Power from module and evaluation of some PV systems*, Energy and the environment into the 1990s, 1st world renewable energy congress, volume 1, UK 1990.
- [8] Schittich Christian (Ed.): *Building Skins - Concepts-Layers-Materials*, Birkhauser Edition Detail, Institut fur internationale Architektur, Munchen 2001.
- [9] Katalog Schuco, *Synergy Fasades*
- [10] Časopis DBZ 4/94.
- [11] Časopis "Detail" 3/99

ENERGY EFFICACIONS FACADE SHELL

ABSTRACT:

An energy efficacious facade shell, except functional demand of protection from the atmosphere influences, provides a building with an electric power, but while applying multifunctionals moduls, it provides also thermal energy. The application of the photovoltaic systems, autonomous ones or integration ones, on the buildings influences on the fasade shell forming, too. The analysis and classification of the photovoltaic systems and ther application on the building facade are given in this work.