

Očuvanje energije – prozori, fasade i staklo

Klimatske promene koje su postale glavna tema za raspravu u javnosti kao i među pojedincima su pre svega toplotni talasi, periodi suše, oluja i uragana, velike padavine i poplave. Osnovni pristup rešenju ovog problema je poboljšanje energetske efikasnosti zgrada.

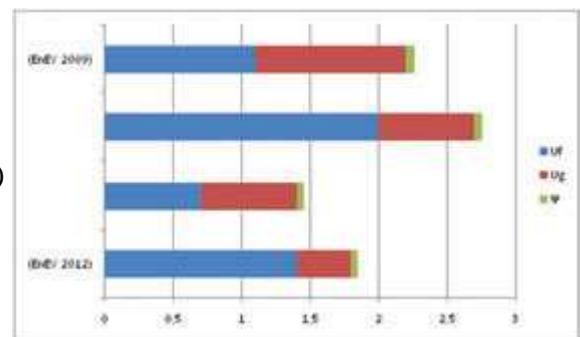
Toplotna izolacija je od istog značaja i u letnjem i u zimskom periodu. Zemlje na severu koriste energiju za grejanje, dok na jugu je koriste za hlađenje i osvežavanje. U saglasnosti sa CO₂ - izveštajem federalne vlade, Nemačka ima 17 miliona zgrada za stanovanje, koje emituju 191 miliona tona CO₂.



Zadatak fasada je da poboljšaju energetske i topotne karakteristike zgrada. Moderne zgrade će pokazati put takozvane „energetski efikasne kuće“ koje će čak i proizvoditi energiju. Ako se vratimo u 1996. godinu, sedište uprave za energiju RWE u Esenu, poznatije kao „Električni toranj“, je već imalo duplu fasadu, prirodnu ventilaciju, noćnu ventilaciju, intelligentno korišćenje sunčeve svetlosti i topote, uređaje za sakupljanje energije. Međutim najveći efekat se može postići poboljšanjem energetske efikasnosti postojećih zgrada.

Sledeći faktori su odlučujući:

- Gubitak topote putem prenošenja (koeficijent prolaza topote U) i topotnog mosta (linearni koeficijent prolaza topote ψ)
- Dobici sunčeve energije (ukupan prolaz energije g) i korišćenje dnevne svetlosti (prolaz svetlosti τ).
- Gubici topote tokom ventiliranja su pre svega uzrokovani nedostatkom zaptivenosti fasada i neophodne minimalne razmene vazduha koja je neophodna za komfornu atmosferu u zgradama, ovo se može smanjiti tako što se instaliraju sistemi za iskorišćenje energije.



U Evropi, EPBD (građevinska direktiva za energetske performanse) je na snazi od 2002. godine i ona je osnova za regulative o očuvanju energije u Nemačkoj (EnEV). Jasni zahtevi o energetskoj efikasnosti su očekivani u amandmanima za EnEV da bi se kontinuirano smanjilo korišćenje energije u zgradama. Trenutno, minimalna U-vrednost za prozore je 1,7 W/(m²/K); amandman na ovaj propis će 2009. godine utvrditi uslove da U vrednost bude oko 1,3 W/(m²K) i planira se smanjenje vrednosti na 0,9 W/(m²K) koje se očekuje u 2012. godini.

Ovakav razvoj događaja suočava industriju prozora, fasada i stakala sa sledećim zadacima:

- Poboljšanje topotne izolacije
- Minimalni gubitak topote ventilacijom
- Optimalnu topotnu izolaciju tokom jeseni

- Korišćenje solarne energije
- Smanjeno korišćenje veštačkog svetla poboljšanim korišćenjem dnevnog svetla
- Očuvanje energije povezivanjem fasade zgrade sa građevinskim servisima

Moguće je da se zadovolje zahtevi standarda EnEV 2009 tako što će se sve više koristiti dvostruko i trostruko izolaciono zastakljivanje, a visoke zahteve EnEV 2012 biće moguće zadovoljiti samo tako što će se promeniti konstrukcija okvira i profila.

Profili za prozore

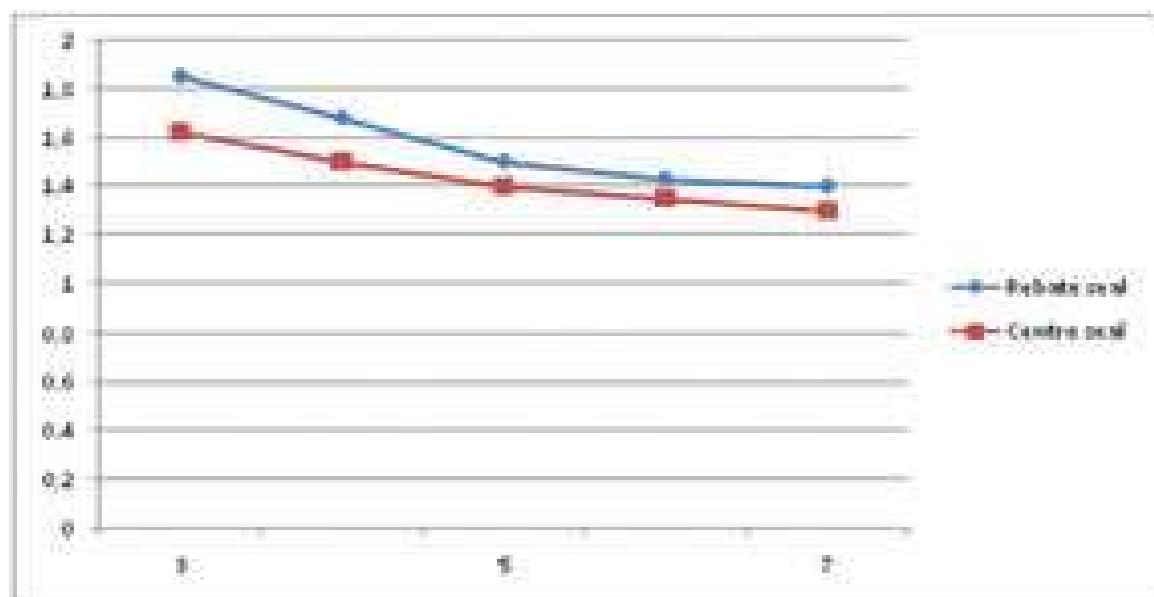
Poboljšanja koja su u vezi sa prozorskim okvirima Uf su moguća u sledećim oblastima:

- Korišćenje novih materijala i omotača koji će smanjiti prenos toplotne i emisivnost;
- Optimizacija geometrije profila (broj komora, poboljšanje zona za toplotnu izolaciju);
- Poboljšanje prozorskih sistema (zaptivača, spojeva, duplih prozora);
- Smanjenje debljine profila (veća proporcija stakla);
- Poboljšanje zidnih spojeva (preklapanje prozorskih okvira)
- Razvoj novih metoda zastakljivanja
- Zaptivanje krajeva koje će poboljšati toplotne karakteristike

PVC prozori

Ako uzmemo u obzir toplotu, slaba tačka PVC prozora je čelično ojačanje profila. Koeficijent toplotne provodljivosti čelika $\lambda = 50 \text{ W/mK}$, to je skoro 300 puta veći koeficijent od koeficijenta toplotne provodljivosti PVC-a kod koga je $\lambda = 0,17 \text{ W/(mK)}$. Do sada se toplotna izolacija poboljšavala tako što se uvećavao broj komora, sa uvećanjem broja komora povećava se i dubina, i relativno poboljšanje toplotnih karakteristika se smanjuje. Drugi pristup uključuje toplotno odvajanje ojačanja i malih osnovnih komora pomoću čeličnih ojačanja i to da bi se smanjio efekt izolacione zone sa lošim karakteristikama. Primenom ovog rešenja mora da se obezbedi strukturalno efikasan poprečni presek profila koji mora da bude dovoljno čvrst da bi prozor mogao da funkcioniše.

Čelično ojačanje takođe utiče na prolaz toplote, na primer može da se smanji prolaz toplote tako



što se uveća razmak između čeličnog elementa i zida komore. Za svaki milimetar razmaka

između čeličnog ojačanja i zida komore koeficijent prolaza topote okvira profila se poboljšava za $0.01 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Veće poboljšanje je moguće obezbediti pomoću manjih dimenzija čeličnih profila, dok se zadržava strukturalna snaga dodavanjem dodatnih omota. Druga opcija za poboljšanje uključuje korišćenje materijala i legura na površini profila koji smanjuju prolaz topote i emisivnost. Može i da se uveća debljina zidova čeličnih delova, a pritom da se ne menjaju dimenzije profila.

Drveni prozori

Drveni prozori mogu da se poboljšaju tako što se uvećava strukturalna dubina i tako što se koriste kompozitni profili pri čemu se drvo kombinuje sa materijalom koji ima nizak koeficijent prolaza topote, npr. tvrde poliuretanske pene i plute koja se dobro vezuje za drvo, imaju potrebnu jačinu i λ vrednost između 0.04 i $0.050\text{W}/(\text{mK})$. Na taj način se obezbeđuje bolja toplotna izolacija nego što je imao meko drvo ($0.13\text{W}/(\text{mK})$). Ovo može da se izbegne korišćenjem profila sa termo prekidom 0.1 - $0.2\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Najbolji drveni prozori na tržištu su u kombinaciji sa aluminijumskim delovima (drvo/metalni prozor). Toplotne karakteristike, zavise samo od poprečnog preseka unutrašnjeg drvenog profila. Zahvaljujući spoljašnjem aluminijumskom profilu, nije moguće korišćenje ψ vrednosti za drvene prozore kao na primer u propisima EN ISO 10077-1.

Metalni prozori

Metalne prozore je mnogo teže poboljšati, moguće je poboljšanje samo u sledećim područjima:

- Povećanje izolacionih zona
- Korišćenje manje materijala u izolacionim zonama.

Zaptivanje i zastakljivanje prozora

Drugi način za unapređenje dizajna prozora je povezivanje različitih materijala, metoda koja se koristi u avionskoj i automobilskoj industriji. Prednosti povezivanja su ujednačavanje opterećenja. Prilikom korišćenja zaptivenih i zastakljenih prozora staklo preuzima ulogu strukturalnog podupirača. To dozvoljava savremeniji dizajn prozora zato što prozori od PVC-a mogu da imaju manje čeličnih delova – obe opcije unapređuju toplotnu izolaciju. Sve u svemu, zaptiveni zastakljeni prozori zahtevaju pažljivu izradu i instrukcije za korišćenje.

Dupli prozori

Dupli prozori su oni koji se sastoje od dva okvira. Unutrašnji prozor ima izolaciono staklo a spoljni ima jedno staklo. Ova dva okvira su odvojena zbog boljeg održavanja i čišćenja. Prostor između dva okvira može se koristiti za sistem zaštite od sunca, kontrole svetlosti i ventilacione uređaje. Ventilacija spolja je omogućena preko malih spojeva (< 2 mm) bez ikakvog negativnog

efekta na toplotnu izolaciju. Dupli prozori poboljšavaju toplotnu izolaciju za 0,2-0,3 W/(m²/K) i zvučnu izolaciju za prosečno 3-5dB.

Fasade

Moderne fasade predstavljaju težak zadatak zato što se koriste na velikim građevinskim projektima. Pored izolacionih stakala koristi se veliki broj različitih materijala. Pored upotrebe izolacionih staklenih panela na velikim površinama koriste se i vakumirani paneli i moguća je različita U-vrednost na različitim delovima te velike površine. Vakumski-izolacioni paneli (VIP) će igrati značajnu ulogu u poboljšanju izolacije. Moguće je proizvesti građevinske komponente sa koeficijentom toplotne provodljivosti od 0.004W/(mK). Da bi se postigle ove vrednosti u praksi, sledeći aspekti se moraju uzeti u obzir:

- Toplotni most na krajevima panela, prodiranje i veze su mnogo teže nego kod klasične izolacije i zahtevaju pažljivu izradu
- VIP može da se koristi u ograničenom prostoru gde se zahteva bolja izolacija
- Mora u izradu da bude uključena logistika da bi se izbegla oštećenja
- Kritična vrednost obezbeđuje povećanje toplotnih performansi za 50 godina korišćenja.

Zastakljivanje

Do sada je industrija stakla sa svojim inovacijama inicirala razvoj na polju toplotnih karakteristika prozora i možemo očekivati da trostruko izolaciono staklo postane standard. Izolaciono staklo treba da ispunjava mnoge funkcije, kao što su bezbednost/sigurnost, zvučna izolacija ili zaštita od požara.

Trenutno, najmodernije zastakljivanje postiže se sa Ug-vrednošću od 0.8 do 1.0W/(m²/K) i daljim poboljšanjem će se postići prosečno 0,5W/(m²/K). Njegove prednosti su mala težina i debљina između 8 i 10mm. Iz ovih razloga, vakumsko zastakljivanje će moći da zameni jedno staklo, na primer na zgradama koje su proglašene za istorijsko blago. Dalje poboljšanje se može postići korišćenjem dvostrukih i trostrukih staklenih jedinica.

Poboljšanje je moguće postići korišćenjem toplotno unapređenih zaptivača krajeva i većim pokrivanjem krajeva. U vrednost je moguće poboljšati za 0,002 W/(mK) po mm dodavanjem prekrivača krajevima. To omogućava da se poboljša Uvvrednost prozora kod koga su krajevi veličine 25mm da ona iznosi $\Delta U_w = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$.

Izolacija

Pored dobrih toplotnih osobina za građevinske komponente je takođe bitno da ovi elementi budu pravilno postavljeni i da se izbegnu toplotni mostovi. Na prenos toplote pored položaja na kome se nalazi određeni građevinski element utiče i pravilno postavljanje izolacionih obloga.

EnEV nudi tri alternative za verifikaciju toplotnih mostova:



1. Specijalna verifikacija nije potrebna. Standardna greška vrednosti od $\Delta U_{\text{B}} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$ može da se doda U-vrednosti.
2. Ako su konstrukcije u saglasnosti sa DIN 4108 smanjuje se ΔU_{WB} za $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2/\text{K})$;
3. Tačna Ψ -vrednost se može odrediti na osnovu DIN V 4108-6, korišćenjem kataloga toplotnih mostova ili metodom izračunavanja iz DIN EN ISO 10211-2

Sunce

Energija sunca je 3.000 puta veća od svetskih zahteva za energijom. Građevinske tehnologije imaju zadatak da koriste ovu energiju – a prozori, fasade i staklo mogu da budu od pomoći za izvršavanje ovog zadatka. Da bi se unapredile energetske karakteristike prozora i stakla bilo bi od pomoći da se predstavi balans indeksa i budućih pravila i regulativa, kao što je bio slučaj sa regulativama o toplotnoj izolaciji 95 (ekvivalent U vrednost Ueq).

Odlučujući faktori su U-vrednost stakla i ukupan prolaz sunčeve energije, i zato se dalji napredak može očekivati u ovoj oblasti. Veoma je verovatno da će fotovoltažni i solarni kolektori obezbediti potrebnu energiju u građevini. Inteligentno i kontrolisano korišćenje sistema za skladištenje toplote kao i sistema za kontrolu svetlosti omogućiće optimalno korišćenje solarne energije bez velikog pregrevanja zgrade.

Solarna zaštita

Pored zahteva za zagrevanjem tokom zime postoje zahtevi za hlađenjem tokom leta, koji ne smeju biti podcenjeni, zagrevanje zavisi od više faktora, klime, specifikacije zgrade, uređaja i tehnologije klimatizacije. Iz ovog razloga, EnEV, DIN V 18599 i DIN 4108-2 sadrže određene odredbe. Značajni faktori za smanjenje toplotnog opterećenja je solarna zaštita leti kao i ventilacija, idealni način je kontrolisana prirodna noćna ventilacija.



Low-E staklo ponekad ne može da potpuno zadrži da toplota uđe u unutrašnjost zgrade tako da je dodatna zaštita neophodna (ift izveštaj „Toplotna izolacija sa modernim prozorima tokom leta“). Da sada je slaba tačka spoljnih uređaja za zatamljivanje bila osetljivost na velike brzine veta – ali novi uređaji mogu da izdrže snagu veta i do 8 bofora. Dupli prozori i duple fasade dozvoljavaju integraciju sistema za zaštitu od sunca i ventilaciju u delovima koji su zaštićeni od uticaja vremena ali su ovo dodatni troškovi za građevinske konstrukcije.

Alternativa je postavljanje uređaja za zaštitu od sunčeve energije koji akumuliraju energiju unutar standardnih prozora. Ovi sistemi omogućavaju dobru zaštitu od sunca, ne menjaju izgled fasade i nude sistemu prednosti:

- Uređaji za zaštitu od sunca su u zoni koja nije izložena spoljnjim uticajima
- Što se tiče energetskih performansi, ovi sistemi se mogu uporediti sa spoljnjim uređajima
- Moraju da budu prilagođeni sezonskim i dnevnim promenama
- Jednoastavna kordinacija između proizvođača fasada, izolacionih stakala i uređaja za zaštitu od sunca

Za duže i ispravno funkcionisanje ovih sistema, sledeća pitanja se moraju razmotriti:

- Nepropustljivost gasa
- Neabsorbovanje vlage preko krajeva zaptivanja
- Nemagljenje (prikupljanje materija i njihova emisija unutar staklenih panela)
- Postavljen uređaj mora da bude funkcionalan tokom svog životnog veka
- Nelomljivost (izračunavanje odgovarajuće gustine stakla (klimatsko opterećenje))

Iz tog razloga je neophodno da se testira uređaj u originalnoj postavci da bi se osigurao adekvatan servis (ift vodič VE-07/2 „Izolaciono staklo sa mobilnom zaštitom od sunca). Uređaj za zaštitu od sunca ne bi trebalo da smanji dnevno svetlo, da ne bi došlo do zahteva za dodatnim korišćenjem veštačke svetlosti. Minimalna vrednost vizue lnih zahteva je 500 lx; optimalno osvetljenje se kreće između 2000 lx i 4000 lx. U saglasnosti sa poslednjim naučnim istraživanjima, postoji i treći receptor svetlost na mrežnjači koja kontroliše biološke efekte svetlosti na ljudski organizam i ne reaguje na svetlost ispod 1000 lx. Iz tog razloga se dva zahteva za osvetljenjem i zaštita od blještanja moraju zajedno uskladiti. Ovo može da se reši pomoću elemenata za solarnu zaštitu koja su pod uglom i koji sprečavaju prelom svetlosti (prizma) ili refl eksiju (refleksija ogledala). Ovo sprečava blještanje dok je soba osvetljena direktno odozgo pomoću difuzne prirodne svetlosti.

Ventilacija

Iz zdravstvenih razloga, soba u kojoj se boravi mora da se provetrava. Količina svežeg vazduha koja je potrebna po osobi je od 10 do 25 m³/h, u zavisnosti od vrste fi zičke aktivnosti. Uredaji za ventilaciju moraju da uklanjaju vlagu iz vazduha koju prizvode biljke, veš mašina i šporet i koje mogu da stvore kondenzaciju i buđ kada je temperatura preniska. Bliska veza između sistema za grejanje, unutrašnje temperature i toplotne izolacije u zgradi mora da se uzme u obzir.



Zgrada koja troši malo energije (godišnje u proseku 60KWh²/a) gubi putem ventilacije toplotu i do 50%, tako da se energetska efikasnost može poboljšati dodavanjem sistema za iskorišćenje toplote ispuštanjem vazduha u centralizovane ili decentralizovane venitalcione jedinice. Mehanizmi koji su uključeni u prirodnu ventilaciju su detaljno ispitani od strane ift Rosenheim u istraživačkom projektu „Istraživanje uređaja za slobodnu ventilaciju u stambenim zgradama“ 1982. godine i oni zavise od sledećih faktora:

- Veličina otvora (dimenzija, oblik, pozicija);
- Pogonska fizička snaga (vetar i toplotni povezani diferencijalni pritisci)
- Faktori koji su vezani za sobu (veličina, izvori toplote, nameštaj itd.)

U skorašnje vreme konstrukcije koje su vezane za zaptivenost vazduha i promenjeno ponašanje ventilacionih uređaja su doveli do pojave veće vlage unutar zgrade i postali su predmet rasprave o smanjivanju provetranja prostorija. Ova rasprava se vodila i tokom sastavljanja revizije DIN 1946-6, 2006-12 „Ventilacija i klimatizacija deo 6: Ventilacija stambenih zgrada“ i bilo je postavljeno pitanje o slobodnoj ventilaciji i da li se može dozvoliti samo minimalna razmena vazduha i da se to omogući bez učešća korisnika. E DIN 1946-6 određuje četiri stepena ventilacije i protoka spoljnog vazduha:

1. Ventilacija za zaštitu od vlage – ventilacija nezavisna od korisnika (minimalna operativnost)
2. Minimalna ventilacija – ventilacija nezavisna od korisnika koja zadovoljava minimalne zahteve kvaliteta vazduha u rostoriji
3. Osnovna ventilacija – ventilacija koja zahteva zaštitu zgrade i obezbeđuje vazduh koji zadovoljava higijenske i zdravstvene zahteve (normalna operativnost)
4. Intezivna ventilacija – uvećana ventilacija (najviša operativnost)

Ako dimenzije i zaštita zgrade dozvoljavaju poprečnu ventilaciju, moguće je ispuniti zahteve za razmenom vazduha samo vetrenjem. Jedna od opcija da se postigne to je postavljanje spoljnog uređaja za zagrevanje vazduha (ALD) u prozor (ift vodič „Prozorski uređaji za ventilaciju – Deo 1 Karakteristike“ Deo 2 vodiča, će ispuniti zahteve za različitim graničnim uslovima, da se učine lakšim za korišćenje, a dizajnerima i arhitektama da planiraju i upoređuju ventilacione uređaje.

Zaključak

Smanjenje korišćenja energije u zgradama za 2/3 je ekonomično izvodljivo sa postojećom tehnologijom. Prozori, fasade i staklo će proći kroz dalji razvoj u inteligentne građevinske komponente, i omogućiće automatsko prilagođavanje i građevinski servis. Kao naša koža i odeća, razvoj građevinarstva će u budućnosti obezbediti dobre uslove stanovanje sa minimalnim korišćenjem energije. Odvojeno od pitanja o ekonomskoj efikasnosti, koja se menja svake godine troškovi vezani za energiju rastu, mi smo razmotrili i pitanje održivog razvoja zato što priroda nije usaglašena sa finansijskim parametrima, ona ima svoj energetski balans.