

UNIVERZITET U BEOGRADU
ŠUMARSKI FAKULTET

Ušteda energije
korišćenjem
„DOMIS“ prozora

Dr Zdravko Popović

BEOGRAD, JUN 2012



SADRŽAJ

1. ŠUMSKI FOND REPUBLIKE SRBIJE.....	3
1.1 Šumovitost Srbije.....	3
1.2 Stanje šuma po vlasništvu.....	4
1.3 Stanje šuma po vrstama drveća.....	5
1.4 Ekološki značaj trajne primene drveta u gradnji	7
1.4.1 Drvo i redukcija CO ₂	7
2. PROZORI OD DRVETA	13
<i>UŠTEDA ENERGIJE I ODRŽIVI RAZVOJ.....</i>	<i>13</i>
2.1. DOMIS prozori	19
2.2. Toplotna svojstva DOMIS prozora.....	21
2.3. Ušteda energije korišćenjem DOMIS prozora.....	22
2.4. Kriterijumi za izbor novih prozora na stambenim zgradama.....	25

1. ŠUMSKI FOND REPUBLIKE SRBIJE

1.1 Šumovitost Srbije

Prema podacima sprovedene inventure šuma 2004-2007, Srbija se smatra srednje šumovitom zemljom (slike 1 i 2). Od ukupne površine njene teritorije 30,7% (u Vojvodini 7,1%, a u središnjoj Srbiji 37,5%, Kosovo 42,1%) nalazi se pod šumom. Ostalo šumsko zemljište, kojem po međunarodnoj definiciji pripadaju i šikare i šibljac, obuhvata 4,6 % teritorije, što je u ukupnom iznosu 35,3%. Šumovitost je u odnosu na referentnu 1979. godinu uvećana za 4,0%, što je, pored ostalog, imalo pozitivan uticaj i na stanje i kvalitet životne sredine u celini. Ova pojava deo je procesa koji prati prostor u okruženju, i u celoj Evropi, u kojem je poslednjih 20-30 godina došlo do povećanja površina pod šumom za 3-5%. Osim u redovnim planskim poslovima na uvećanju šumovitosti (pošumljavanjem), razloge ovome treba tražiti i u smanjenju broja stanovnika u ruralnim sredinama, posebno brdskoplaninskog područja, te u odumiranju i prestanku ekstenzivne poljoprivredne proizvodnje u tom pojasu.

Slika 1: Šumovitost Republike Srbije po rezultatima inventure 2004-2007



Površina šuma (bez KiM):

2 252 400 ha (29.1%)

Zapremina drveta (bez KiM):

362.5 mil. m³

160.9 m³/ha

50 m³/stanovniku

Godišnji prirast:

9.079 mil. m³

4.0 m³/ha

1,25 m³/stanovniku

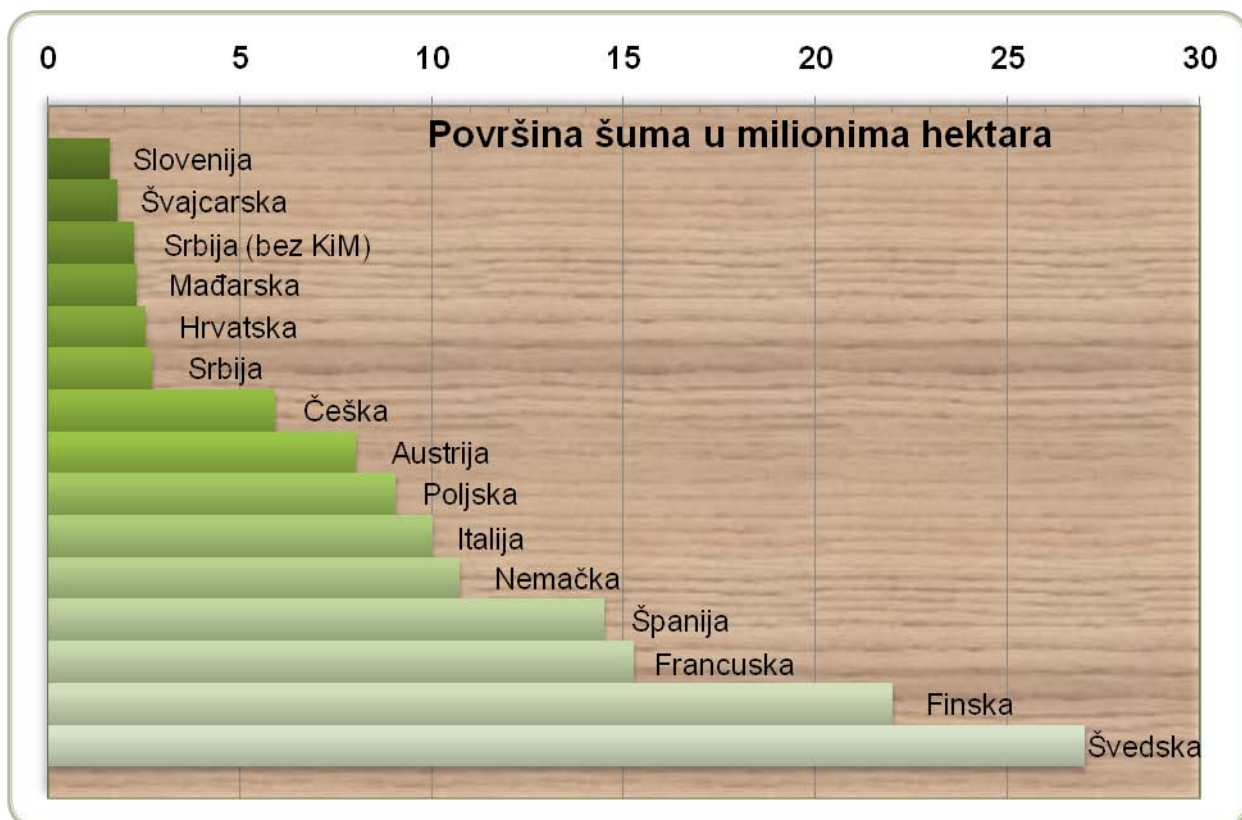
Broj stabala:

2 114 635 853 kom

939 kom/ha

290 kom/stanovniku

Šumovitost, u odnosu na globalni aspekt, bliska je svetskoj koja iznosi 30%, a znatno je niža od evropske koja je 46% (TBFRA 2000). Procenat šumovitosti Srbije blizak je onom u Rumuniji (28,0%), Španiji (28,8%), Norveškoj (28,9%), Francuskoj i Grčkoj (27,9 %). U odnosu na broj stanovnika šumovitost u središnjoj Srbiji i Vojvodini iznosi 0,3 ha/stanovniku. U Austriji ona je 1,01, Bosni i Hercegovini 1,38, Bugarskoj 1,31, Hrvatskoj 1,25, Češkoj 0,75, Finskoj 5,91, Nemačkoj 0,92, Norveškoj 6,93, Rumuniji 1,02, Sloveniji 1,01, Švajcarskoj 0,54, a u Rusiji 11,11 ha/stanovniku.



Slika 2: Šumovitost Srbije i drugih evropskih zemalja u milionima hektara

1.2 Stanje šuma po vlasništvu

Ukupna površina šuma u središnjoj Srbiji iznosi 2.252.400 ha, od čega je u državnom vlasništvu 968.992 ha ili 43,0%, a u privatnom vlasništvu 1.283.408 ha ili 57,0%. Odnos državnih i šuma u privatnom vlasništvu u nekim evropskim zemljama je sledeći: Austrija 17,5% : 82,5%; Bosna i Hercegovina 78,4% : 21,6%; Hrvatska



75,5% : 24,5%; Češka 84,1% : 15,9%; Francuska 26,2% : 73,8%; Rumunija 94,6% : 5,4%; Slovenija 30,0% : 70,0%; Finska 28,9% : 71,1% (TBFRA, 2000). U odnosu na ranije referentne izveštaje (45,2% državne šume : 54,8 % privatne šume) došlo je do promene odnosa površine šuma po vlasništvu i to u korist privatnih šuma za 2,2%. U celini posmatrano, u odnosu na referentnu 1979. godinu, povećanje površine pod šumom iznosi 131.873 ha u državnom vlasništvu i 270.456 ha u privatnom vlasništvu. Generalno posmatrano, stanje državnih šuma može se okarakterisati kao zadovoljavajuće, što potkrepljuje činjenica da je prosečna zapremina u njima 196 m³/ha, tekući zapreminski prirast 4,7 m³/ha, dok je procenat prirasta 2,4%, što je ukupno uzevši znatna vrednost koja pored ostalog govori i o stabilnosti sastojina u srpskim državnim šumama. Šume u privatnom vlasništvu u kvantitativnom smislu su lošije, sa prosečnom zapreminom od 136 m³/ha i tekućim zapreminskim prirastom od 3,5 m³/ha. Procenat prirasta u ovim šumama nešto je veći u odnosu na državne šume i iznosi 2,6%, a razlozi za to su dominantno izdanačko poreklo i starosna struktura. I ovde se može konstatovati da je došlo do znatnog uvećanja prosečne zapremine u odnosu na referentni period 1979. godine, jer je prosečna zapremina u državnim šumama bila 136 m³/ha, tekući zapreminski prirast 3,37 m³/ha, a procenat prirasta 2,5%. U šumama u privatnom vlasništvu 1979. godine prosečna zapremina je bila 91 m³/ha, tekući zapreminski prirast 2,32 m³/ha, a procenat prirasta i u ovoj kategoriji šuma bio je 2,5%. U odnosu na promene tokom vremena može se konstatovati da je prosečna zapremina uvećavana u državnim šumama za 2 m³/ha godišnje, a u privatnim šumama za 1,6 m³/ha godišnje. Prosečna zapremina u šumama Kosova i Metohije je 115 m³/ha, a zapreminski prirast je 2,96 m³/ha (Završni izveštaj NFG o nacionalnoj inventuri Kosova).

1.3 Stanje šuma po vrstama drveća

Nacionalnom inventurom u šumama središnje Srbije i Vojvodine ustanovljeno je 49 vrsta drveća, i to 40 lišćarskih i 9 četinarskih, sa neravnomernim pojedinačnim učešćem u šumskom fondu. Dominira bukva koja u ukupnoj zapremini učestvuje sa 40,5%, a u zapreminskom prirastu sa 30,6%, potom cer sa 13,0% učešća u zapremini i 11,4% u zapreminskom prirastu, hrats kitnjak sa 5,9% učešća u zapremini i 6,1 % u prirastu, hrast sladun sa 5,8% učešća u zapremini i 5,7% u



zapreminskom prirastu, grab sa 4,2% učešća u zapremini i 3,7% u zapreminskom prirastu, bagrem sa 3,1% učešća u zapremini i 5,7% u prirastu, hrast lužnjak sa 2,5% učešća u zapremini i 1,7% u prirastu i poljski jasen sa 1,6% učešća u zapremini i 1,7% u zapreminskom prirastu. Od četinarskih vrsta najzastupljenija je smrča čije učešće u zapremini iznosi 5,2%, a u zapreminskom prirastu 6,7%, crni i beli bor učestvuju u ukupnoj zapremini sa 4,5%, a u zapreminskom prirastu sa 9,8%, dok je jela prisutna u zapremini sa 2,3% i u zapreminskom prirastu sa 2,2%. Klonovi euroameričkih topola prisutni su u zapremini sa 1,7%, a u zapreminskom prirastu sa 3,7%.

Analizirajući sadašnje stanje šuma u Srbiji, moguće je dodati i zaključiti još i sledeće:

- Da je ukupna vrednost tekućeg godišnjeg zapreminskog prirasta 9.079.772 m³, a prinos u drvetu na godišnjem nivou može da bude oko 6.500.000 m³.
- Da stepen šumovitosti od 29,1% zaostaje za procenjenim optimalnim od 41,4% za 12,3%
- Nezadovoljavajuće stanje šuma karakteriše i sledeće: nepovoljna struktura po poreklu i uzgojnom obliku, nepovoljna struktura po očuvanosti, izrazito nepovoljna starosna struktura, nezadovoljavajuće zdravstveno stanje, nepovoljna sortimentna struktura drvne zapremine, nedovoljna otvorenost šuma saobraćajnicama i drugo.
- Proizvodnja šumskih sortimenata na godišnjem nivou u prethodnom periodu iznosila je oko 2.5 mil. m³ neto zapremine (1.7 mil. m³ u državnim i 0.8 mil. m³ u privatnim šumama), sa vrlo nepovoljnom sortimentnom strukturom u odnosu 33,5% : 66,5% tehničkog i prostornog drveta.

1.4 Ekološki značaj trajne primene drveta u gradnji

Drvo je izvanredan materijal.

Prirodno obnovljivo, ono raste u obimu koji se stalno uvećava kako u Evropi tako, videli smo, i u Srbiji.

Drvo je lepo, lako i čvrsto za gradnju, toplo i prijemčivo za život.

No, ono što je u savremeno doba postalo najvažnije u razvijenom svetu, a u bliskoj budućnosti će neminovno postati i u Srbiji, jeste činjenica da se drvetom može uticati na smanjenje i kontrolu sadržaja CO₂ u atmosferi. A, pošto se visok sadržaj CO₂ u atmosferi smatra glavnim uzročnikom globalnog zagrevanja i atmosferskog zagađenja, to se realno može očekivati vrlo brzo i veliko povećanje korišćenja drveta i drvnih proizvoda i u Srbiji, pošto je taj talas zahvatio Evropu pre skoro dvadesetak godina. Razlog za tako veliko ponovno interesovanje za drvo leži u činjenici da ono opštoj boljoj slici vezanoj za sadržaj CO₂ u atmosferi može doprineti na sledeća tri načina:

- kroz efekat »upijanja« ugljen dioksida od strane šuma,
- kroz efekat »uskladištenja« ugljen dioksida od strane drvnih proizvoda tokom perioda njihove eksploatacije, odnosno tokom njihovog životnog veka,
- kroz supstituciju tzv. »ugljeno-intenzivnih« materijala.

1.4.1 Drvo i redukcija CO₂

Posmatrano uopšteno, postoje dva načina smanjenja koncentracije CO₂ u atmosferi:

- 1) ili putem smanjenja njegove emisije u atmosferu, odnosno putem smanjenja broja izvora CO₂,
- 2) ili putem njegovog uklanjanja iz atmosfere i skladištenja, odnosno, drugačije rečeno, putem povećanja broja »hvatača« CO₂.

Drvo ima jedinstvenu sposobnost da radi obe ove stvari, što ćemo detaljnije obrazložiti u nastavku teksta.

1) Smanjenje broja izvora CO₂

a) *Materijalizovana energija*

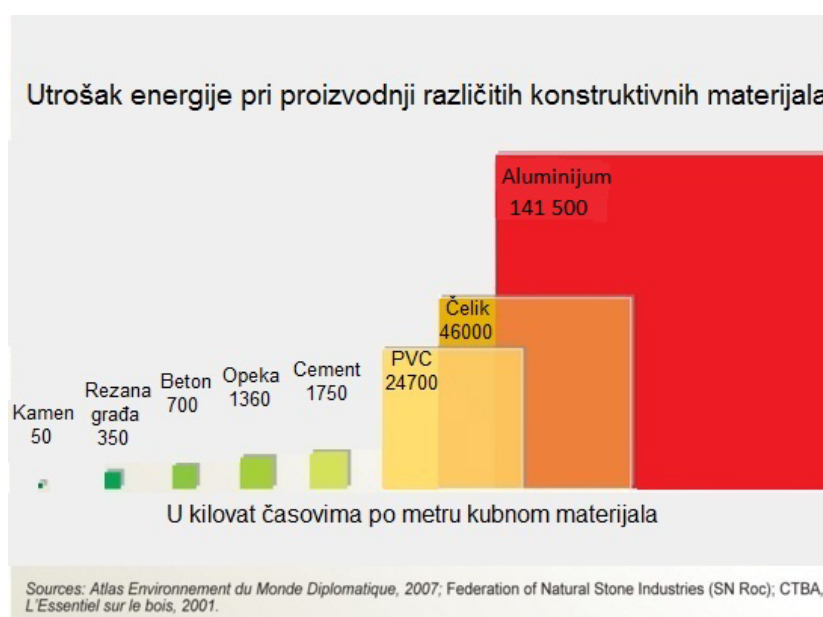
Energija korišćena za proizvodnju materijala koji se koriste npr. za izgradnju zgrada čini oko 22% od ukupne energije potrošene tokom čitavog životnog veka zgrade, tako da je jako važno voditi računa o vrsti korišćenih materijala u zgradarstvu kao i energetskej efikasnosti građevina.

Ne postoji drugi često korišćeni građevinski materijal koji zahteva toliko malo energije pri proizvodnji kao što je to drvo (slika 3).

Zahvaljujući fotosintezi, drveće je u stanju da »zarobljava« CO₂ iz vazduha i, kombinujući ga sa vodom koju uzima iz zemljišta, proizvodi organski materijal - drvo.

Proces fotosinteze takođe proizvodi i kiseonik; ceo kiseonik koji mi udišemo i na kome počiva život svih životinja dolazi iz fotosintetske aktivnosti biljaka i drveća.

Dakle, iz svakog molekula CO₂, fotosintezom se proizvode dve ključne komponente esencijalne za život: jedan atom ugljenika, oko koga su izgrađeni svi organski materijali, i jedan molekul kiseonika, na kome počiva život svih ljudi i životinja.



Slika 3: Energija u kWh/m³ utrošena pri proizvodnji različitih konstruktivnih materijala



b) Zamena za druge materijale

Ne samo što je proizvodnja i prerada drveta visoko energetska efikasna, obezbeđujući drvnim proizvodima ultra nisku emisiju ugljen dioksida, nego se drvo vrlo često može koristiti kao zamena za materijale kao što su čelik, aluminijum, beton ili plastika, koji zahtevaju velike količine energije za proizvodnju (slika 3).

U mnogim slučajevima energija neophodna za preradu i transportovanje drveta je manja nego što je energija uskladištena fotosintezom u drvetu. Naime, svaki kubni metar (m^3) drveta iskorišćen kao zamena za druge građevinske materijale smanjuje emisiju CO_2 u atmosferu za prosečno 1,1 t CO_2 . Ako se ovo doda na 0,9t CO_2 koje je uskladišteno u drvetu tokom fotosinteze, svaki kubni metar drveta uštedi ukupno 2 t CO_2 . Na bazi ovih brojni izračunato je da bi povećanje udela drvenih kuća u Evropi za samo 10% moglo smanjiti emisiju CO_2 za čak 25% od potrebnog smanjenja predviđenog Kyoto Protokolom. Ove činjenice treba naročito koristiti pri navođenju argumenata za veće korišćenje drveta i drvnih proizvoda.

c) Toplotna efikasnost

Korišćenje drveta takođe štedi energiju tokom životnog veka zgrada, budući da njegova porozna ćelijska građa obezbeđuje izvanrednu toplotnu izolaciju: prosečno 15 puta bolju nego kod betona, 400 puta bolju nego kod čelika i 1700 puta bolju nego kod aluminijuma. Na primer, 5 cm deo drveni zid izoluje isto kao i 25 cm deo zid od opeke. Kao rezultat, drvo postaje sve konkurentnije rešenje za zadovoljenje povećanih termičkih zahteva Evropskih građevinskih propisa.

d) Zamena za energiju iz fosilnih goriva

Ako se drvo ne može ponovo iskoristiti ili reciklirati, ono se još uvek može koristiti za proizvodnju toplotne energije putem sagorevanja. Oslobođena energija je, u stvari, ista ona solarna energija koja je od strane drveta efikasno uskladištena tokom fotosinteze. Kako iznos CO_2 oslobođen pri sagorevanju drveta nije veći od prethodno uskladištene količine CO_2 , to se drvo smatra CO_2 neutralnim gorivom. Ovo je činjenica koja je dobro poznata drvnoj industriji koja dobija oko 75% potrebne energije za preradu drveta korišćenjem i sagorevanjem sopstvenih drvnih ostataka.



2) Povećanje broja »hvatača« ugljenika

a) *Ciklus kruženja ugljenika*

Ugljenik je prisutan u našoj okolini u raznovrsnim »rezervoarima« ugljenika: rastvoren u okeanima; u biomasi biljaka ili životinja, živih ili mrtvih; u atmosferi, većinom kao CO₂; u stenama (krečnjak, uglj...) itd.

Ovaj ugljenik se kontinuirano razmenjuje između njegovih različitih izvora i njegovih različitih hvatača u procesu zvanom »Kruženje ugljenika«. Kako većina razmene ugljenika uključuje CO₂, ono što se obično zove hvatač ugljenika je u stvari hvatač ugljen dioksida. U ciklusu kruženja, hvatači su u stanju da vežu CO₂ i time smanje njegovu koncentraciju u atmosferi.

Procenjuje se da svake godine čovečanstvo izbacuje u atmosferu 7 900 miliona tona ugljenika, od čega hvatači apsorbiraju samo 4 600 miliona tona, što dovodi do njegovog svakogodišnjeg neto porasta od 3 300 miliona tona u atmosferi (tabela 1).

Ovaj disbalans je toliko akutan da neće biti dovoljno samo smanjiti izvore emisije ugljenika, kako zahteva Kjoto Protokol, nego će se morati povećati i broj hvatača ugljenika, a jedan od najprostijih načina za to je povećanje upotrebe drveta.

b) *Drveće i šume kao »hvatači« ugljenika*

Zahvaljujući fotosintezi, drveće i šume mogu da apsorbiraju velike količine ugljen dioksida i da ga sačuvaju u obliku drveta koje se tom prilikom stvori. Kako je već pomenuto, prosečno je 0,9 t CO₂ apsorbirano u svakom kubnom metru nastalog drveta. Ukupna uskladištena količina ugljenika u evropskim šumama, bez Ruske Federacije, procenjuje se na oko 9 552 miliona tona ugljenika, sa godišnjim povećanjem od oko 116 miliona tona, dok je dodatnih 37 000 miliona tona ugljenika, sa godišnjim povećanjem od 440 miliona tona, uskladišteno u šumama Ruske Federacije.

Šume kojima se organizovano gazduje su mnogo efikasniji hvatači ugljenika nego izdanačke šume koje se ostavljaju u prirodnom stanju. Mlađe drveće, u energičnom rastu, apsorbiraju više CO₂ nego staro drveće, koje će eventualno umreti i istruliti, i, time, vratiti atmosferi svoj uskladišteni CO₂, dok najveći deo CO₂ koji se nalazi u

drvetu koje se seče iz dobro upravljanih šuma kontinuirano i dosta dugo nastavlja da bude uskladišteno kroz životni vek proizvoda koji se izrade od takvog drveta.

Tabela 1: Globalni godišnji disbalans ugljenika

R.br.		U milijardama tona ugljenika godišnje
1	2	3
1.	Emisija	
1.1	Sagorevanje fosilnih goriva	6,3
1.2	Krčenje šuma u tropima	1,6
	Ukupno	7,9
2.	Apsorpcija	
2.1	Mora i jezera	2,3
2.2	Pošumljavanje i povećanje biomase	2,3
2.3	<u>U atmosferu</u>	<u>3,3</u>
	Ukupno	7,9

a) Drvni proizvodi kao »skladišta« ugljenika

Drvne proizvode bismo pre mogli nazvati skladištima, nego »hvatačima« ugljenika, pošto direktno ne »zarobljavaju« CO₂ iz atmosfere kao što to čine šume. Ali oni igraju važnu ulogu u unapređenju efikasnosti šuma kao hvatača ugljenika, i to kroz značajno produžavanje perioda u kome se ugljenik »uhvaćen« od strane šume ne vraća u atmosferu, kao i kroz podsticanje prirašćivanja šuma.

Sa uskladištenom količinom ugljenika u drvnim proizvodima u Evropi od oko 60 miliona tona, drvni proizvodi igraju vrlo važnu ulogu u smanjenju količine gasova staklene bašte. 0.9 tona CO₂ uskladištenih u svakom kubnom metru drveta dugo se može držati izvan atmosfere najpre kroz prvobitni život drvnih proizvoda, a nakon toga i kroz promenu namene ili recikliranje (npr. kao drvene ploče ili rekonstituisano drvo), i tek na kraju vratiti u atmosferu kroz njegovo sagorevanje zbog dobijanja energije ili njegovu dekompoziciju trulenjem.

Prema novijim procenama, prosečan životni vek drvnih proizvoda varira od 2 meseca, što je slučaj kod novina, do 75 godina kod konstruktivnog drveta. Što je duži životni vek, to je bolje za okolinu, i to ne samo zbog toga što se time obezbeđuje racionalnije korišćenje šumskih resursa, nego i zbog toga što to smanjuje količinu energije koja je potrebna za zamenu tih proizvoda.

Ako CO₂ ostane duže uskladišten u drvetu, svako povećanje na globalnom nivou »drvnog skladišta« će redukovati CO₂ u atmosferi. Tako proizilazi da je povećanje

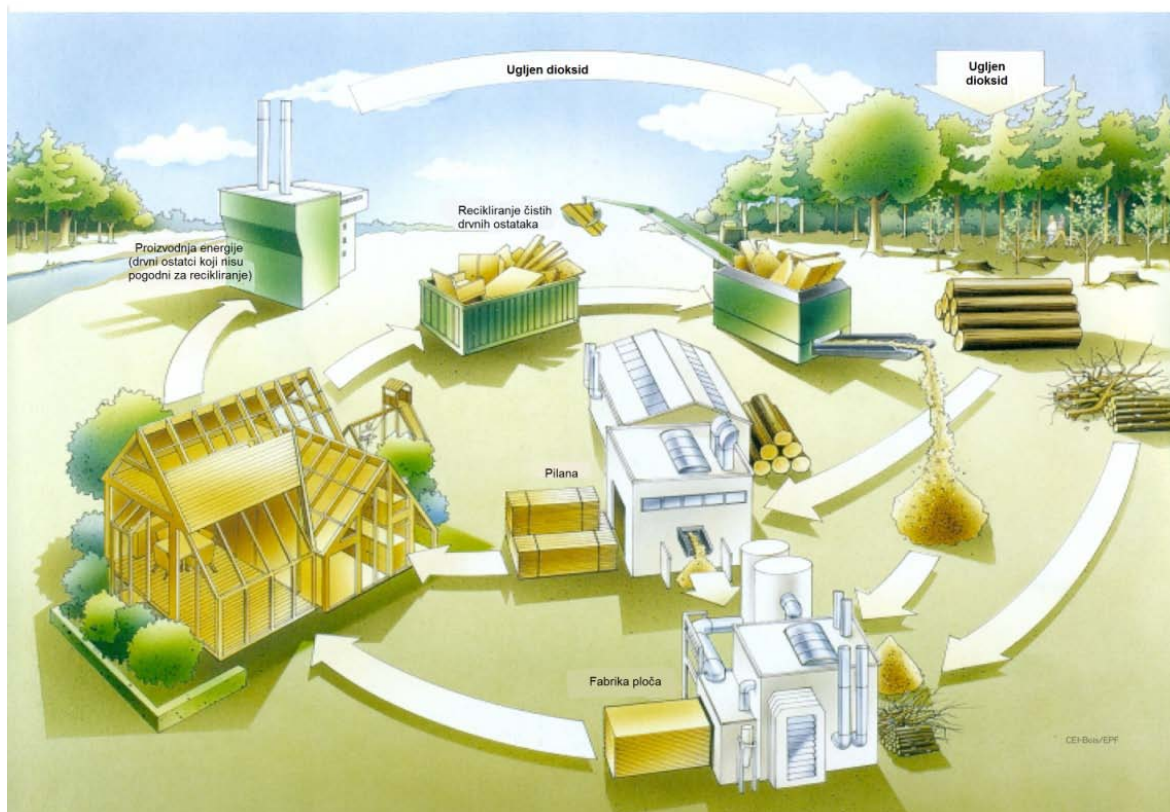
obima upotrebe drveta jedan od najjednostavnijih načina za ublažavanje klimatskih promena.

b) Uloga drvnih proizvoda u očuvanju šuma

Nasuprot najčešćem verovanju da postoji direktna uzročno-posledična veza između obima korišćenja drveta i uništavanja šuma, povećanje upotrebe drveta ostvaruje pozitivan doprinos povećanju obima šuma.

Jasno je da se treba napraviti razlika između tropskih i subtropskih šuma i šuma umerenog pojasa. U prošlosti, šumski pokrivač se zaista smanjivao, što je bilo povezano sa mnogim faktorima vezanim za porast populacije, siromaštvo i institucionalne nedostatke. Međutim, povećanje korišćenja drveta nije tome doprinosilo. Naprotiv, to je stvorilo tržišnu vrednost šuma koja je ustvari moćan podsticaj za njihovo očuvanje.

KRUŽENJE UGLJENIKA PRI MEHANIČKOJ PRERADI DRVETA



Slika 4: Shema kruženja ugljen dioksida (ugljenika) pri preradi drveta



Što se tiče šuma umerenog pojasa, naročito evropskih šuma, situacija je potpuno različita. Evropska pošumljenost, a u sklopu nje i srpska, raste svake godine za 510000 ha, a samo 64% godišnjeg prirasta se poseče, tako da raspoloživa količina drveta kontinuirano raste, zbog manje seče od prirasta, s jedne strane, a i zbog povećanja površine pod šumama, s druge strane.

U Evropi (bez Rusije) dubeca zapremina šuma se povećava svake godine za 346miliona m³, što proizvodi svake sekunde količinu drveta koja je, recimo, potrebna za izgradnju jedne prosečne porodične drvene kuće.

Razvoj tržišta za drvo pomaže vlasnicima i vladama da i šume i drvo vide u drugom svetlu, prepoznajući njihov doprinos i lokalnim i nacionalnim ekonomijama. Čim se prosperitet lokalne zajednice bude više povezivao sa prisustvom šuma i/ili većim korišćenjem drveta, to će mnogi njeni sadašnji problemi biti lakše rešivi.

2. PROZORI OD DRVETA *UŠTEDA ENERGIJE I ODRŽIVI RAZVOJ*

Sve učestalije i surovije vremenske neprilike koje imaju katastrofalne posledice, utiču na svetski proces jačanja svesti o potrebi zaštite i očuvanja klime na Zemlji. Kako je već pomenuto, pažnja je najpre usmerena na pogubno delovanje štetnih gasova na okolinu i na nužnost redukovanja njihove emisije. Uz to, stalna nesigurnost u snabdevanju fosilnim energetske izvora i korišćenje nafte i gasa za dominaciju u odnosima između zemalja, su stalno prisutni u međunarodnim odnosima. Uporedo sa povećanjem cena eksploatacije fosilnih goriva sa sve većih dubina, raste i njihova cena na svetskom tržištu. Ekstremni rast troškova energije za industriju, saobraćaj i zgrade, rešava se, ili pronalaženjem i korišćenjem novih izvora energije, ili štednjom. Štednjom energije smanjuje se emisija CO₂ u atmosferu, ublažava efekat staklene bašte i štiti klima na Zemlji, što su dugoročni ciljevi svetske zajednice. Obaveze članica Evropske unije su simbolično iskazane sa 3 x (- 20) do 2020.godine: smanjenje potrošnje energije od 20% u odnosu na 1990., povećanje udela energije iz obnovljivih izvora za 20% i smanjenje emisije CO₂ u atmosferu za 20%.



Stvaranje novih standarda i propisa kojima se određuju i sprovode mere štednje energije i uvođenje podsticajnih programa za efikasno sprovođenje tih mera, su dva koloseka koja u sektoru zgradarstva donose očigledne rezultate. U Evropskoj uniji se Direktivom o energetske svojstvima zgrada (2002/91/EC), od 01.01.2006.godine, sledećim merama definišu korišćenja i štednje energije u zgradama:

- uspostavljanje opšteg okvira za postupak proračuna energetske svojstava zgrada;
- obavezna primena minimalnih zahteva energetske efikasnosti za nove zgrade;
- obavezna primena minimalnih zahteva energetske efikasnosti za postojeće zgrade (korisne površine iznad 1000 m²), prilikom većih rekonstrukcija;
- obavezna energetska sertifikacija zgrada na tržištu (nove, kupoprodaja, zakup);
- redovna inspekcija kotlova i uređaja za ventilaciju u zgradama.

Energetski pasoš je formalni okvir za sve pokazatelje energetske svojstava zgrada, ali suština nije ni jednostavna, ni lako ostvarljiva. Za postizanje ozbiljnih energetske ušteda na zgradama, potrebni su pre svega jasni motivi, dobra volja i upornost, zajednički doprinos svih zainteresovanih učesnika i, naravno, potrebna početna finansijska sredstva koja će doneti opšte i pojedinačne koristi samo ako se zacrtane mere budu dugoročno i efikasno ispunjavale.

Najveći potencijal za uštedu energije je u postojećim, već izgrađenim zgradama. Principi na kojima se nekada zasnivala izgradnja, nisu obuhvatali i energetske zahteve na način na koji se to danas postavlja, a dotrajavanje građevinskih elemenata, naročito omotača zgrade, doprinosi da energetske svojstva postaju sve lošija.

Energetski efikasna sanacija zgrada, u savremenom smislu, može da se sagleda samo studioznim energetske planiranjem za konkretnu zgradu, uzimajući u obzir sve relevantne aspekte, kao što su lokacija i neposredna okolina, način korišćenja, starost i način izgradnje, stanje građevinskih elemenata, instalacija i tehničke opreme i slično. Stvaranje omotača zgrade kojim se štedi energija je presudno, a u



takvom omotaču, prozor igra glavnu ulogu (termin prozor će se nadalje koristiti za građevinsku stolariju: prozore, balkonska vrata i spoljašnja vrata). U energetsom smislu, prozor je građevinski element sa najvećim transmisionim toplotnim gubicima na zgradi. Grubi proračuni i dugotrajna iskustva govore da se kroz prozore gubi jedna šestina ukupne energije koja se koristi za zagrevanje stambenih zgrada. A za zagrevanje stanova se koristi oko 70% od ukupno potrošene energije u domaćinstvima, odnosno kroz prozore se „za zagrevanje dvorišta i ulica“ potroši više od jedne desetine ukupne energije koju trošimo u stanovima. Ovi odnosi su relativno konstantni, jer se na loše izolovanim zgradama nalaze i loši prozori, a na bolje izolovanim zgradama se koriste termički bolji prozori. Međutim, savremeni prozori, sastavljeni od okvira i stakla dobrih termičkih svojstava, sa uredno izvedenim spojevima, štede energiju i sve više se koriste. Mogućnost primene termički kvalitetnih prozora, obezbeđuje velike i lako merljive učinke ušteda energije u zgradama.

Proračun očekivanih toplotnih gubitaka na prozoru se vrši njegovim energetskim razdvajanjem na tri dela:

- na okvir sa krilom,
- na staklo, i
- na ivičnu zonu stakla.

Evropskim standardom EN ISO 10077 – 1, koji je kod nas usvojen kao SRPS ISO 10077 – 1.deo, definisani su relevantni pokazatelji i formule za proračun. Iz formula je jasno da na toplotne gubitke prozora ne utiče samo staklo, nego i okvir, i ivična zona termoizolacionog stakla.

Za prozor važi:

$$U_w = (A_f * U_f + A_g * U_g + I_g * \Psi_g) / A_w$$

gde je:

U_w - koeficijent prolaza toplote za prozor (indeks“window“)	u W/m^2K
A_f - vidljiva površina okvira uključujući krilo (indeks“frame“)	u m^2
U_f - koeficijent prolaza toplote za okvir	u W/m^2K
A_g - vidljiva površina stakla (indeks“glazing“)	u m^2



U_g - koeficijent prolaza toplote za staklo	u W/m^2K
l_g - vidljiva dužina ivične zone stakla	u m
Ψ_g - Linearni koeficijent prolaza toplote ivične zone stakla „psi“	u W/mK
A_w - Ukupna površina prozora ($A_w = A_f + A_g$)	u m^2

Dok su se, u ne tako davnoj prošlosti, na unutrašnjim stranama prozorskih stakala po velikim hladnoćama pravile izvanredne i bajkovite ledene šare, razvoj tehnoloških postupaka u industriji stakla za građevinarstvo, doneo je u poslednjih dvadesetak godina takva poboljšanja svojstava stakla i njihovih kombinacija da je, u termičkom smislu, zastakljenje kvalitetniji deo prozora. Toplotni gubici su sada veći na okviru.

Dimenzije profila za izradu prozora su, zbog veličina preklopa, zaptivanja, konstruktivnih veza i okova, standardne, pa je na manjim prozorima učešće okvira srazmerno veće i obratno. Na prozoru dimenzija 0,80/0,60 m, odnos okvira i stakla je 66:34, pa je i koeficijent prolaza toplote celog prozora veći, za razliku od velikih prozora gde je odnos potpuno drugačiji. Na prozoru dimenzija 2,25/2,65 m, odnos okvira i krila je 20:80. To pokazuje da je značaj okvira, uključujući ivičnu zonu stakla, sa jedne, kao i način ugradnje prozora, sa druge strane, od mnogo većeg značaja za toplotna svojstva ugrađenih prozora, nego što se to misli.

Prikaz energetske svojstava prozora i upoređivanje se zasniva na etalonu označenom sa „prozorska jedinica“ PJ– to je prozor dimenzija 1.3x1.3 m, površine 1,69 m^2 .

Novi, savremeni prozori, u termičkom smislu, mogu da se podele na dva osnovna tipa:

Tip prozora	U_w prozora [W/m^2K]	U_f okvira [W/m^2K]	U_g stakla [W/m^2K]	Ψ_g ivične zone [W/mK]
A dobro termički izolovan prozor	1,2	1,2	1,1	0,040
B srednje termički izolovan prozor	1,7	1,6	1,5	0,080

Dobro termički izolovan prozor – tip A - je izrađen od kvalitetnog profila okvira i krila, odgovarajuće debljine, izvanredne zaptivke, vrlo dobrog dvostrukog termoizolacionog stakla sa niskoemisionom prevlakom na unutrašnjem staklu, punjenjem prostora između stakala plemenitim gasom i odstojećima za stakla od izolacionih



profila. Ovakvi prozori imaju nizak ukupni koeficijent prolaza toplote $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Prozor tipa B, srednje termički izolovan prozor, se izrađuje od tanjih profila i zastakljuju dvostrukim termo-izolacionom staklom sa niskoemisionom prevlakom na unutrašnjem staklu i punjenjem suvim vazduhom. Tako se postiže toplotna izolacija prozora koja odgovara koeficijentu prolaza toplote $U_w = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Postojeći prozori se takođe mogu svrstati u dve kategorije sledećih termičkih svojstava:

Tip prozora	U_w prozora [W/m ² K]	U_f okvira [W/m ² K]	U_g stakla [W/m ² K]	Ψ_g ivično [W/mK]
C1 loše termički izolovan prozor	2,5	1,9	2,8	0
C loše termički izolovan prozor	3,0	2,4	3,3	0
D vrlo loše termički izolovan prozor	4,6	2,4	5,7	0

Loše termički izolovan prozor – tip C1, se sastoji od okvira srednjih debljina koji nose dvostruko izolaciono staklo, tako da je koeficijent prolaza toplote za ceo prozor $U_w=2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Loše termički izolovan prozor – tip C, se sastoji od okvira malih debljina koji nose dva razdvojena stakla u različitim tipovima konstrukcija prozora (široka ili uska kutija, krilo na krilo), tako da je koeficijent prolaza toplote za ceo prozor $U_w = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vrlo loše termički izolovan prozor – tip D - ima tanak okvir i jednostruko zastakljenje pa je vrednost koeficijenta prolaza toplote za ceo prozor vrlo visoka ($U_w = 4,6 \text{ W/m}^2\text{K}$), a termička izolacija prozora izuzetno mala.

Savremeni prozori tipa A i B, čije su vrednosti koeficijenata U_w male, obezbeđuju da se tokom perioda grejanja zgrade, kroz prozore izgubi mnogo manje toplotne energije nego kroz prozore tipa C1,C i D, sa znatno većim koeficijentima prolaza toplote.

Vrednost koeficijenta prolaza toplote za ceo prozor služi za izračunavanje toplotnih gubitaka transmisijom za period od jedne godine.

Važi formula:

$$Q_{PJ} = 84 * U_w * A_w \quad \text{u [kWh/a]},$$

koja se zasniva na klimatskom faktoru 84, a dobija se množenjem 3500 stepen dana za godinu (Kd/a) i koeficijenta 0,024, što odgovara klimatskim karakteristikama široke zone srednje Evrope. U hladnijim područjima treba koristiti vrednost Kd/a od

4500, odnosno klimatski faktor 108, a u toplijim Kd/a od 2200, odnosno faktor 52. Za naše uslove je dovoljno tačan klimatski faktor 84.

Potrošnja energije se izražava na godišnjem nivou i označava se sa kilovatsat godišnje, odnosno kWh/a. Radi lakšeg razumevanja brojeva koji se pojavljuju u proračunima, korisno je da se upotrebljavaju količine merljivih energenata za koje važe odnosi:

10 kWh = 1 l lakog ulja za loženje = 1 m³ zemnog gasa = 2.5 kg prosušenog drveta

Za kompletiranje slike o uticaju na životnu sredinu i o stvarnim efektima ušteda energije, bitne su i sledeće relacije:

Sagorevanjem	dobija se
1 litra lakog ulja za loženje	2,7 kg CO ₂
1 m ³ zemnog gasa	1,1 kg CO ₂

Kada se povežu prethodne jednačine i to primeni na različite tipove prozora dobijaju se sledeći bitni podaci po prozorskoj jedinici PJ, za uporedne analize:

Tip prozora 1PJ=1,69 m ²	godišnji gubitak Q _{PJ} u kWh/a	potrošnja u L lož ulja	količina CO ₂ u kg	potrošnja u m ³ gasa	količina CO ₂ u kg	Potrošnja u kg drveta
A dobro termički izolovan prozor	170	17	46	17	19	42,5
B srednje termički izolovan prozor	241	24	65	24	27	60,25
C1 loše termički izolovan prozor	355	36	97	36	40	88,75
C loše termički izolovan prozor	426	46	124	46	50	106,5
D vrlo loše termički izolovan prozor	653	65	176	65	72	163,25

2.1. DOMIS prozori

U svom proizvodnom programu, preduzeće DOMIS iz Čačka ima prozore sledećih tipova:

1) KONTINENTAL

Konstrukcija drvo (slika gore) ili drvo-aluminijum (slika dole). On čini osnovu proizvodnog programa preduzeća DOMIS. Namenjen je stambenim i javnim objektima visokog kvaliteta. Može se koristiti, kako za restauraciju postojećih, tako i za novoizgrađene objekte. Najširi izbor oblika, načina otvaranja, linije profila i boja. Primenom različitih vrsta stakala koristi se za različite mikroklimatske uslove. Odabirom vrste drveta (hrast, okume, čamovina), linije profila i površinske obrade, postaje značajan element i enterijera i eksterijera.



2) POLAR

Konstrukcija drvo – aluminijum. Program POLAR namenjen je objektima sa visokom energetsom efikasnošću i ispunjava standarde koji se postavljaju pri ugradnji u pasivne kuće. Nizak koeficijent prolaza toplote kod ovog proizvoda postiže se dodatnim profilom od poliuretana između drveta i aluminijuma, dok funkcionalnost i estetika proizvoda ostaju na zavidno visokom nivou.



3) URBAN

Namenjen je modernim arhitektonskim rešenjima. Objekti koji se danas najčešće grade, ne mogu se zamisliti bez obilja staklenih površina. Oni su otvoreni prema okolini i teže sjedinjavanju spoljnog i unutrašnjeg prostora. Veće staklene površine, minimalna širina profila. Sveden dizajn Oštre linije profila Skriveno krilo sa spoljne strane Pravo rešenje za savremene objekte čija arhitektonska rešenja prate najnovije trendove.



| 20

4) ANTIKO

Proizvod je namenjen prestižnim građevinama kod kojih estetika ima veliku važnost. Pored toga namenjen je i objektima koji su postali spomenici kulture i koji su deo kulturne baštine. Obloga od bronce sa spoljne strane je večna Estetski dojam koji pružaju izuzetno ekskluzivni materijali. Prilagodljivost materijalima korišćenih kroz istoriju. Najviši stepen ekskluzivnosti u građevinskoj stolariji.





2.2. Toplotna svojstva DOMIS prozora

Prozoru tipa KONTINENTAL u izvedbi drvo-aluminijum, jednokrlni, okretno nagibni, dimenzija 123x148 i 120x140 cm, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Odelek za gradbeno fiziko, Laboratorij za toplotno zaščito iz Ljubljane, je izdao Izveštaj o proračunu koeficijenta prolaza toplote U_w . On za obe gornje dimenzije prozora iznosi 1,4 W/m²K. Sa ovakvom vrednošću U_w ovaj prozor se nalazi između tipa A i B, po prethodnoj tabeli.

Passive House Institute, Dr. Wolfgang Feist, Rheinstraße 44/46, D-64283 Darmstadt, je za prozor tipa POLAR dimenzija 123 x 148 cm izdao sertifikat o vrednosti koeficijenta prolaza toplote od $U_w = 0.78$ W/m²K. Ovakva vrednost U_w koeficijenta svrstava ovaj tip prozora nesumnjivo u A klasu, i opredeljuje ga za pasivnu gradnju za hladnu i umerenu klimu.

Analogno prethodnom proračunu za različite standardne tipove prozora, možemo i za ova dva DOMIS prozora izračunati toplotne gubitke transmisijom za period od jedne godine, i oni iznose:

1. Prozor KONTINENTAL dimenzija 123x148 cm:

$$Q_{PJ} = 84 * U_w * A_w = 84 * 1,4 * 1,82 = 214 \text{ [kWh/a]},$$

Prevedeno na PJ od 1,69 m² ovaj gubitak bi iznosio: ≈ 200 kWh/a

2. Prozor KONTINENTAL dimenzija 120x140 cm:

$$Q_{PJ} = 84 * U_w * A_w = 84 * 1,4 * 1,68 = 197 \text{ [kWh/a]},$$

Prevedeno na PJ od 1,69 m² ovaj gubitak bi iznosio: ≈ 200 kWh/a

3. Prozor POLAR dimenzija 123x148 cm:

$$Q_{PJ} = 84 * U_w * A_w = 84 * 0,78 * 1,82 = 119 \text{ [kWh/a]},$$

Prevedeno na PJ od 1,69 m² ovaj gubitak bi iznosio: ≈ 110 kWh/a

2.3. Ušteda energije korišćenjem DOMIS prozora

Iz gornjih proračuna jasno je da bi se zamenom postojećih prozora određene klase, prozorima DOMIS tipa KONTINENTAL ili POLAR postigle godišnje uštede po PJ (1,69 m²) koje su prikazane u sledećoj tabeli.

Tip DOMIS prozora	Zamenom klase							
	B		C1		C		D	
	ušteta		ušteta		ušteta			
	kWh/a	%	kWh/a	%	kWh/a	%	kWh/a	%
KONTINENTAL	41	17	155	44	226	53	453	69
POLAR	131	54	245	69	316	74	543	83

Po popisu stanovništva i stanova u Srbiji, stambeni fond u našoj zemlji obuhvata broj i površinu stanova prema vremenu izgradnje prikazano u sledećoj tabeli. Na osnovu tih podataka određena je približna površina prozora na tim stanovima (1/10 površine stanova) kao i njihove karakteristike po tipu i energetskim svojstvima.

godina	broj stanova	Pstanova [m ²]	P prozora [m ²]	vrsta proz. / stakla	Uw [W/m ² K]	PJ (1,69m ²) [kom]
do 1918.	148.796	8.945.174	894.517	jednostruki	D (4,6)	529.300
1919.- 45.	232.535	13.327.327	1.332.733	jednostruki	D (4,6)	788.600
1946.- 60.	335.920	18.640.781	1.864.078	dvostruki	C (3,00)	1.103.005
1961.- 70.	551.982	33.140.692	3.314.069	dvostruki	C (3,00)	1.960.988
1971.- 75.	299.175	20.381.439	2.038.144	dvostr./krilo	C (3,00)	1.206.002
1976.- 80.	340.336	24.497.067	2.449.707	dvostr./krilo	C (3,00)	1.449.531
1981.- 85.	265.506	20.120.701	2.012.070	dvostr./krilo	C (3,00)	1.190.574
1986.- 90.	244.584	18.467.142	1.846.714	izolaciono	C ₁ (2,50)	1.092.730
1991.- 95.	115.439	9.012.227	901.223	izolaciono	C ₁ (2,50)	533.268
1996.- 2000.	114.008	8.674.775	867.478	izolaciono	C ₁ (2,50)	513.300
2001.- 2008.	178.331	11.769.889	1.176.989	izolaciono	C ₁ (2,50)	694.443
u k u p n o	2.826.612	186.977.214	18.697.721			11.063.740

Pod pretpostavkom da se stalno koristi (i preko zime greje) 80% stanova, a da za 20% stanova ne postoje realni uslovi i racionalni razlozi za sanaciju, dobijamo korektivni faktor 0,64 koji može da posluži za realnije proračune pokazatelja koji su nam potrebni.



To znači da treba obuhvatiti 1.800.000 stanova ukupne površine oko 120.000.000 m², na kojima se nalaze loši i vrlo loši prozori ukupne površine oko 12.000.000 m², odnosno ukupno 7.100.000 prozorskih jedinica (PJ). Za njihovu zamenu treba uložiti više od 1.750.000.000 €.

Sistemima daljinskog grejanja je obuhvaćeno oko 450.000 stanova i na njima se nalazi, po našem proračunu, oko 1.050.000 PJ tipa C i 700.000 PJ tipa C1. Za značajne uštede energije, neophodna je zamena najvećeg dela tih prozora, a ukupni efekti ušteta bi tu bili i najočigledniji i najveći. Za gore izračunate jedinične vrednosti ušteta koje bi se ostvarile njihovom zamenom prozorima DOMIS, i samo za ovaj broj procenjenih PJ, dobila bi se sledeća energetska ušteta:

a) Zamena prozorima KONTINENTAL:

$$1.050.000 \times 226 = 237.300.000 \text{ kWh/a}$$

$$700.000 \times 155 = 108.500.000 \text{ kWh/a}$$

$$\text{UKUPNO: } \mathbf{345.800.000} \text{ kWh/a}$$

Ovolika ušteta energije bi bila ekvivalentna uštedi od:

- 34,58 miliona litara lakog ulja za loženje ili
- 34,58 miliona m³ zemnog gasa ili
- 86 450 t prosušenog ogrevnog drveta,
a smanjila bi se i emisija oko **93 000** tona CO₂ u vazduh godišnje

b) Zamena prozorima POLAR

$$1.050.000 \times 316 = 331.800.000 \text{ kWh/a}$$

$$700.000 \times 245 = 171.500.000 \text{ kWh/a}$$

$$\text{UKUPNO: } \mathbf{503.300.000} \text{ kWh/a}$$

Ovolika, pak, ušteta energije bi bila ekvivalentna uštedi od:

- 50,33 miliona litara lakog ulja za loženje ili
- 50,33 miliona m³ zemnog gasa ili
- 125 825 t prosušenog ogrevnog drveta,
a smanjila bi se i emisija oko **136 000** tona CO₂ u vazduh godišnje

Svakako da su ove brojke realno mnogo veće od prikazanih i da su ovo samo one nužne stvari koje bi na polju zamene stare građevinske stolarije novom trebalo učiniti u Srbiji. Samo, recimo, na Opštini Stari Grad u Beogradu, koja ima oko 50 000 stanovnika (150-ti deo od ukupnog broja stanovnika u Srbiji), prema realnim procenama bi trebalo zameniti oko 103 000 m² (ili oko 61 000 PJ) loših prozora.



Prema proporcionalnoj logici, a na bazi tog uzorka, u celoj Srbiji bi trebalo zameniti oko 9 150 000 PJ, što je oko 5 puta više od onoga što smo mi prethodno uzeli za primer.

Ukupna godišnja potrošnja energije svih domaćinstava u Srbiji iznosi oko 34.000.000.000 kWh/a, ili oko 12100 kWh/a po jednom domaćinstvu. Oko 10% od ove vrednosti su gubici na prozorima. Ugradnjom prozora tipa B (lošiji prozori nego što su Domis KONTINENTAL) ostvarila bi se ušteda od 5,5% ukupne energije, a za tip A bi ušteda bila čak 6,8%, dok bi za prozore tipa Domis POLAR bila oko 8%. Ovi podaci su potpuno tačni ukoliko bi se svi stanovi i prostorije u njima grejali do temperature od 20⁰C, što kod nas uglavnom nije slučaj. Čak i kada bi se, prihvatajući argumente onih koji tvrde da nije zdravo živeti u uredno zagrejanim stanovima u kojima je temperatura ujednačena nego da je najzdravije spavati u spavaćim sobama koje se ne greju, sve ove vrednosti i prepolovile, konačni podaci su poražavajući. Zato što ne umemo i nećemo da štedimo, samo kroz loše prozore godišnje potrošimo, bez ikakve potrebe čak 2,5% ukupne energije u domaćinstvima, odnosno 845.216.000 kWh/a, što odgovara potrošnji električne energije grada sa 150.000 stanovnika, veličine Niša.

Kada bismo umesto sadašnjih imali srednje izolovane prozore (prozor Domis KONTINENTAL), što je za naše ekonomske uslove i moći poželjno i prihvatljivo, ne bismo svake godine, na ulici, ispod prozora naših kuća, sagoreli 150.000 tona lož ulja. Međutim, nije problem samo u ceni goriva, odnosno kroz prozor bačenih 135.000.000 € godišnje, problem je što se tada u vazduh ispusti nepotrebnih 417.000 tona CO₂. Na dobro termički izolovanim prozorima, uštedelo bi se 200.000 tona lož ulja i sprečila emisija nepotrebnih 550.000 tona CO₂, a na prozorima tipa Domis POLAR još i više od toga.

Odgovorna država ima jasnu ulogu i velike obaveze, ulogu da podsticajnim merama pokrene sve učesnike, a pre svega vlasnike stanova da zamenom prozora trajno rešavaju i svoje probleme i energetske probleme države, a obavezu da na svetskom nivou doprinese smanjenju emisije CO₂ u atmosferu.

Umesto da svake godine toplane uzimaju kredite i dobijaju pomoć za gorivo koje će potrošiti, mnogo je lakše i efikasnije kreditno podsticati vlasnike stanova da vrše zamenu loših prozora na svojim stanovima. I ne samo podsticati. U ovom segmentu energetske potrošnje postoje mnogo efikasniji postupci. Grejanje se kod nas



uglavnom plaća prema površini stana, što je potpuni apsurd u svakom pogledu. U takvom okruženju niko nema posebne motive da brine o energiji, jer ona, de fakto, i nije predmet plaćanja. Ukupna cena grejanja ne zavisi od količine energije koju je neko potrošio, bilo da se pri tom dobro ili loše greje. Bez obzira na način vođenja cevi i priključke grejnih tela u stanovima, danas postoje tehnička sredstva kojima se uredno može izmeriti isporučena toplotna energija za svaki stan. U programu uvođenja uredne naplate toplotne energije za grejanje, steći će se i potrebni uslovi da se pokrenu veliki programi neophodne podsticajne zamene prozora na kolektivnim zgradama koje se greju daljinskim sistemima.

Tačan podatak kolika je godišnja proizvodnja prozora u našoj zemlji i koliko se prozora ugradi na nove stanove, ne može da se dobije iz direktnih izvora, sabiranjem godišnje proizvodnje pojedinačnih proizvođača. Statistike se ne vode uredno, ima mnogo zanatskih radnji koje u ukupnoj masi proizvode značajne količine PVC stolarije u krajnje primitivnim uslovima, bez registracije i kontrole proizvodnje i bez kontrole primene adekvatnih materijala i tehnika. Ukupan broj izgrađenih stanova po pojedinim godinama, isto tako se ne može pouzdano utvrditi, jer su statistike nepotpune, a broj bespravno izgrađenih stanova daleko premašuje broj stanova koji se uredno evidentira.

Na žalost, uz prisutan kvalitet izrade prozora od strane određenog broja proizvođača različitih tipova građevinske stolarije, i dalje se uglavnom koriste obični paketi termoizolacionog flot stakla sa suvim vazduhom kao punjenjem između stakala, pa se prozori ugrađeni na nove stanove, mogu svrstati samo u tip C1 – loše temički izolovani prozori.

2.4. Kriterijumi za izbor novih prozora na stambenim zgradama

Zamenom postojećih prozora novim termo izolovanim prozorima, osim pobrojanih numeričkih pokazatelja, stvaraju se i druga važna poboljšanja:

- poboljšana toplotna izolacija smanjenjem transmisionih gubitaka, znatno poboljšanje komfora stanovanja zbog viših temperatura na unutrašnjim površinama stakla i eliminisanje kondenzata sa unutrašnjih staklenih površina,



- poboljšana zvučna izolacija,
- bolja zaštita od provala,
- nove mogućnosti za zaštitu od preteranog osunčanja,
- kvalitetnije prirodno osvetljenje upotrebom većih staklenih površina.

Osim toga otvara se i široko polje pasivnog korišćenja Sunčeve energije kroz povoljno orijentisane i prilagođene, dobro termički izolovane prozore. Za njih se iskazuju solarni dobici (koeficijent „g“), koji se unose u proračun za ukupan godišnji energetske bilans zgrade.

Za zamenu prozora, država mora da formira fondove sa sigurnim izvorima prihoda, upravo iz doprinosa i naknada onih koji zagađuju sredinu i neracionalno troše energiju. Budući investitori treba da budu zaštićeni od nepovoljnih bankarskih kredita, a kreditiranje mora da bude dugoročno, srazmerno uštedama koje se ostvaruju pojedinačnim zahvatima na poboljšanju energetske efikasnosti. Iskustva i proračuni pokazuju da period otplata kroz uštede na grejanju, treba da budu, za zamenu loših prozora prozorima koji su srednje termički izolovani, oko 10 godina, a za zamenu termički vrlo loših prozora, oko 5 godina. Za prozor POLAR taj period bi mora obiti između 3 i 5 godina.

Provera pogodnosti prozora za primenu putem stimulisane zamene na određenom objektu treba da se vrši prema kriterijumima po kojima se definišu i upoređuju svojstva prozora, da bi se kroz projekat konkretnog objekta, na poznatoj lokaciji, u specifikacijama stolarije, utvrdila i egzaktno prikazala sva bitna svojstva koje prozori za taj objekat treba da ispune.

Postupak određivanja svojstava prozora je definisan standardom koji je od 01.02.2010. obavezujući za sve zemlje Evropske unije – to je *EN 14351-1:2006: „Windows and doors - Product standard, performance characteristics - Part 1: Windows and external pedestrian doorsets without resistance to fire and/or smoke leakage characteristics“*, koji je kod nas usvojen u originalu kao - SRPS EN 14351-1:2008: „Prozori i vrata – Standard za proizvod, karakteristična svojstva – Deo 1: Karakteristike prozora i spoljašnjih vrata ne uključujući otpornost na požar i/ili propuštanje dima“, a suština je da se prozor posmatra kao proizvod. Posle određenih ispitivanja osnovnih tipova prozora i provera proizvodnje, u skladu sa standardom, prozor može da se obeleži



znakom CE. Bez ovog znaka, prozor jednostavno, ne može da se pojavi na tržištu Evropske unije, a ne bi trebao ni kod nas.

Standardom je izvršena potpuna sistematizacija svojstava koja su bitna za prozore, nezavisno od vrste materijala od koga su izrađeni okvir i krilo prozora, svojstava po kojima se ispituju i klasifikuju prozori, što je obuhvaćeno brojnim EN standardima (koji su takođe usvojeni kod nas). Polazište je uvek osnovna Direktiva EU za građevinske proizvode (89/106/EU) kojim se definiše šest osnovnih zahteva za proizvode koji se primenjuju u građevinarstvu: Mehanička čvrstoća i stabilnost; Zaštita od požara; Higijena, zdravlje i zaštita okoline; Sigurnost pri upotrebi; Zaštita od buke; Toplotna zaštita i ušteda energije. CE znakom se deklariraju klasa prozora ili iskazuju numerički pokazatelji, u skladu sa standardima za ta svojstva. Standardom je određeno koja svojstva moraju da se deklariraju (mandatna svojstva), a koja se iskazuju u skladu sa zahtevima iz projekta, prema specifičnim uslovima ugradnje i korišćenja prozora.

Prikaz standarda EN 14351-1 zaslužuje mnogo veću pažnju i prostor nego što je to ovde moguće, a za temu koju obrađujemo je bitno sledeće:

- Nedvosmisleno je da standard EN 14351-1:2006 uvodi potpuni red na tržište prozora i ne dozvoljava da se na njemu nelojalnom konkurencijom nanosi šteta svim učesnicima, a pre svega potrošačima (investitorima i korisnicima);
- Standard je usvojen kod nas kao SRPS EN 14351-1:2008;
- Za razliku od naših ranijih standarda, EN standardi nemaju obaveznu primenu, već je neophodno da na njega upućuje ili stvara obavezu primene neki propis koji donosi država (u Evropskoj uniji to su Direktive, u konkretnom slučaju obaveza označavanja proizvoda CE znakom);
- Zato trenutno, pošto ne postoje pravilnici za prozore koji bi upućivali na obaveze, a usvajanjem novih EN standarda su ukinuti raniji standardi sa obaveznom primenom, svako može proizvoditi i ugrađuje prozore bez ikakve kontrole. Osim kontrole koju odredi i sprovede investitor, ukoliko zna šta treba da traži i to unapred definiše, projektom ili ugovorom. Zato se što pre mora doneti Pravilnik za prozore (i vrata).
- Problem je veći, jer u našoj zemlji ne postoji akreditovana laboratorija koja može da, u celosti ili u bitnim segmentima, sprovede ispitivanje na prema standardu



SRPS EN 14351-1: 2008, pa ne može da se pribavi uredan sertifikat. Za nastup na evropskom tržištu, ispitivanje se mora obaviti u laboratorijama susednih zemalja, a to je za naše proizvođače izuzetno veliki trošak, jer procedura, osim ispitivanja osnovnog tipa, podrazumeva i određene stalne provere proizvodnih pogona i sopstvenu kontinualnu kontrolu procesa proizvodnje.

– Ispitivanje termičkih svojstava prozora u laboratorijskim uslovima kod nas nije moguća, jer za to ne postoje odgovarajući uređaji, ali se standardom dozvoljava proračun kao dokaz. Uz potrebna teoretska znanja, raspoložive podatke i primenu odgovarajućih računarskih programa, to ne predstavlja ozbiljan problem u radu i za svaki prozor se mogu izračunati tačni podaci za praktičnu primenu.

Da bi projekti bili potpuni i da bi se njima uredno definisali svi zahtevi bitni za izbor i ugradnju dobro termički izolovanih prozora, potrebno je da projektanti objekata budu dobro upućeni u sadržaj i značaj standarda SRPS EN 14351-1: 2008 i ostalih standarda za klasifikaciju prozora na koje on upućuje. To nije ni lako, ni zabavno i zahteva ozbiljan i dugotrajan rad uz kvalitetnu i efikasnu podršku obrazovnih i stručnih organizacija.

Ako se država odluči na sprovođenje programa podsticajne zamene prozora onda je najbolje da oformi stručno telo u svom sedištu koje će voditi računa o ispunjenju navedenih uslova iz standarda SRPS EN 14351-1: 2008. To treba učiniti pre svega zbog toga što se u neregularnim uslovima na tržištu, na zgrade ugrađuje mnogo prozora koji ne ispunjavaju minimum savremenih zahteva. Proizvodnjom prozora, uglavnom PVC stolarije, za koju su potrebna najmanja početna ulaganja i najjednostavnija znanja za zasnivanje osnovne proizvodnje, bave se brojne uredne i neuredne radionice koje niko ne kontroliše, osim poreske uprave. Velike svetske proizvođače PVC profila prate i veliki svetski falsifikatori profila. Tehnička rešenja i uputstva koja daju veliki proizvođači profila stvaraju troškove koje mali proizvođači prozora ne mogu i neće da prihvate. U borbi za plasman, cene su neprimereno niske, uz korišćenje falsifikovanih profila, stakla i okova najnižeg kvaliteta, izostavljanje tehničkih rešenja bitnih za uredno funkcionisanje i trajnost prozora.

Naglašeno potenciranje PVC prozora kao najjeftinijeg, a kvalitetnog, trajnog i efikasnog rešenja za zamenu postojećih prozora na stambenim objektima, je lažna teza, nemetnuta agresivnom kampanjom koja za podlogu ima potencijalno tržište

Srbije vredno 1.750.000.000 € u narednih desetak godina. Niko se više i ne trudi da ukaže na stvarne pokazatelje.

Kada se različiti materijali za okvire i krila prozora cenovno upoređuju po ovako postavljenim parametrima, odnosno kada se u određivanje ukupne vrednosti prozora unesu precizni podaci (koji su definisani profesionalnim specijalizovanim programima za vođenje celokupnog poslovanja firmi koje se bave proizvodnjom prozora), dobijaju se sledeći odnosi cena za prozor koji odgovara prozorskoj jedinici PJ (1,69 m²):

Dvokrilni prozor, dimenzija 1,30/1,30 m, okretno nagibni, zastakljen niskoemisionim staklom, punjenje između stakala argonom, demontaža postojećih prozora, ugradnja i potpuna obrada otvora u zidu.

materijal za okvir i krilo prozora	cena za PJ (€)	cena za m ² (€)	indeks
tvrdi PVC - beli	265,07	157,78	1,00
drvo (čamovo, boja bela – poliuretana)	266,00	158,33	1,0035
aluminijum, bojeni - belo	336,28	200,17	1,2687
drvo-aluminijum, bojeno - belo	424,62	252,75	1,6019

Analiza dokazuje da dobar prozor od PVC profila ima istu cenu kao i prozor od čamovih profila standardne izrade i obrade, za tip dobro termički izolovanog prozora. Potrebno je da se stvori klima u kojoj će se različite vrste materijala postaviti u istu ravan odlučivanja i zaključci donositi na osnovu uporedivih parametara.

Sa naše tačke gledišta, argumenti za izbor drvenih prozora, u domenu ispravnih tehničkih rešenja su:

- Drvo za izradu prozora i lamelirani profili imaju veliku stabilnost. Oni su postojanog oblika pri promenama temperatura;
- Savremeni drveni prozori ispunjavaju sve zahteve u pogledu toplotne i zvučne izolacije i zaštite od atmosferskih uticaja;
- Drveni prozori su posebno povoljni za niskoenergetske kuće zbog visokih vrednosti toplotne izolacije materijala okvira;
- U kombinaciji sa specijalnim staklima i odgovarajućim okovima, drveni prozori mogu da se ispune i visoki zahtevi u pogledu zaštite od preteranog osunčanja, provala i sigurnosti u požaru.



Estetski kriterijumi zavise od načina oblikovanja objekta i zahteva koji se u tom smislu postavljaju, ali se tiču i mnogo dubljih čovekovih potreba koje ga od iskona vezuju za drvo kao sopstvenu prirodu:

- Drvo je čist prirodni materijal. Brojne vrste drveta ispunjavaju svaku oblikovnu ideju u prostoru;
- Drveni prozori doprinose ugodnom stanovanju;
- Drvo poseduje prijatnu temperaturu površine i stvara osećaj prijatnosti;
- Drveni prozori ne nagomlavaju u sebi statički elektricitet;
- Pri požaru, drvo ne ispušta nikakve otrovne gasove;
- Drveni prozori mogu da se raznovrsno boje, lakiraju i premazuju lazurama;
- Drveni prozori mogu da se novim premazima potpuno obnavljaju i menjaju;
- Različitim oblicima prozora, fasade se potpuno individualno oblikuju;
- Drveni prozori su kao istorijski, a istovremeno i moderan materijal, jedini pravi elementi za sanacije istorijskih objekata i zaštitu spomenika.

Ekološki kriterijumi su, videli smo, sve bitniji za celokupno razmatranje problema, jer u konačnom obračunu, nije bitno samo kolika se ušteda energije ostvaruje korišćenjem odgovarajućih, termički dobro izolovanih prozora. Vrlo je važno i koliko se energije upotrebi za proizvodnju celokupnog prozora, kao i na koji način i uz koliku potrošnju energije se posle dotrajavanja uklanjaju prozori od različitih materijala. Tu je drvo u nedostižnoj prednosti, posebno u segmentu smanjenja emisije CO₂, jer se pri nastajanju drveta, kao prirodnog materijala, dešava proces koji je suprotan od svih ostalih u kojima se troši energija. Za stvaranje drveta potrebno je da se, u procesima fotosinteze, iz vazduha uzme i za supstancu drveta veže CO₂, koji će tu ostati sve do prirodnog razlaganja drveta. Trajnost drvenih prozora je oko 50 godina. Proračuni balansa CO₂ su sve bitniji u ozbiljnim analizama energetske pokazatelja za različite materijale u izgradnji zgrada. Sledećom tabelom još jednom prikazujemo potrebne količine energije za proizvodnju različitih materijala za prozore:



Materijal za okvir i krilo prozora	Energija za proizvodnju [kWh/m ³]
PVC	24 700
Drvo	600 do 700
Aluminijum	141 500
Staklo	15 000

a ekološki argumenti za drvene prozore su, takođe, još jednom:

- Drvo je jedini građevinski materijal i sirovina, uopšte, koji se stalno nadoknađuje i u idealnom smislu povezuje ekonomske sa ekološkim aspektima izgradnje zgrada. Pri korišćenju drveta se ne upotrebljavaju nikakve nerazgradive materije;
- Drvo raste pomoću sunčeve energije;
- Za pripremu, obradu, izradu i uklanjanje drveta i elemenata od drveta, potrebna je najmanja količina energije u poređenju sa svim ostalim građevinskim materijalima;
- Pri rastu, drvo vezuje ugljenik koji u trajnim proizvodima od drveta dovodi do efikasnog smanjenja efekta staklene bašte izazvanog povećanjem količina ugljen - dioksida u atmosferi;
- Drvo je deo prirodnog kruženja materija. Drveni prozori se bez problema mogu ukloniti ili usmeriti na proces reciklaže;
- Drveni elementi se završno obrađuju ekološkim sistemima lakova i lazura na vodenoj bazi, koji se uklanjaju bez loših posledica po prirodnu sredinu;
- Drveni prozori mogu da se čiste bez dodatnih sredstava, samo vodom.

Osim pobrojanih argumenata za izbor drvenih prozora postoji još jedan, ekonomski, koji za naše uslove predstavlja važan parametar za donošenje suštinskih odluka.

Korišćenje domaćih vrsta drveta za izradu prozora ima pozitivne efekte na ukupnu domaću ekonomiju. Bez obzira na veliko učešće uvoznih komponenti u novim prozorima od bilo kog materijala, postoji bitna razlika u procesu proizvodnje. U proizvodnji prozora od PVC profila, ostvaruje se izuzetno mala dodata vrednost (oko 5%), jer se koriste formirani uvozni profili, uvozni okovi, uvozno staklo i zaptivke, pa



je vrlo malo učešće izrade i ugradnje u ukupnoj vrednosti prozora. Za drvene prozore, čija je proizvodnja takođe delom zavisna od uvoza, u proizvodnji i montaži se ostvaruje višak vrednosti od 35-40%. Kvalitetni drveni prozori mogu da se proizvode samo u tehnički dobro opremljenim pogonima i sa obučenom radnom snagom. Proizvodnja drvenih prozora unapređuje domaću sirovinsku bazu, porezi su srazmerno mnogo veći, broj zaposlenih i njihova primanja predstavljaju značajan segment domaće drvne industrije, naročito u poželjnom delu finalizacije.

Preduzeće DOMIS iz Čačka je odličan primer proizvodnog preduzeća koje ne samo što zadovoljava i ispunjava sve prethodno pobrojane zahteve, već ih sopstvenom inovativnošću u mnogim aspektima i prevazilazi naročito u estetskom i segmentu energetske efikasnosti, svrstavajući se time u sam evropski vrh proizvođača građevinske stolarije. Ovakvim industrijskim proizvodnim preduzećima država mora obezbediti stimulatивne i sve druge potrebne uslove za nesmetanu egzistenciju i to mora biti njen prioritet. Za primer može poslužiti ono što se radi u drugim zemljama. I za razliku od kampanja u kojima je na javnim objektima u proteklih desetak godina, izvršena zamena fasadne stolarije i to najvećim delom PVC profilima, program zamene fasadne stolarije na stambenim zgradama bi morao da se vodi sa jasnom argumentacijom i sa ciljem da se i u kriznim vremenima, uz ograničene resurse, za duži period ostvari maksimalna korist za nacionalnu ekonomiju i energetske bilanse. Realno se može očekivati da će, posle osiguranja početnih sredstava za kreditiranje, dobro koncipiranim fondovima za ove namene, biti potrebna samo minimalna dodatna sredstva za uredno funkcionisanje ovog programa.

Problemi kojima se bavimo u poslednjih dvadesetak godina jesu jedan od razloga za marginalizaciju problema koji se ovde tretiraju, ali će račun koji mora doći, kad tad, biti sve veći i teži. I to smo valjda naučili za ovih dvadeset godina.

U tom smislu, dobro je pogledati šta su, i na koji način, u rešavanju istih problema uradili oni koje žive u našem susedstvu, a imali su za to malo više vremena od nas.

Slovenija:

A. „...Javna nabavka za dodelu nepovratnih finansijskih sredstava investitorima, radi korišćenja obnovljivih izvora energije i poboljšanje energetske efikasnosti zgrada za:E) Zamena fasadne stolarije (osim ulaznih i garažnih vrata)...Pravo na nepovratna sredstva se ostvaruje na osnovu originalnog predračuna izvođača



radova za zamenu fasadne stolarije, odn. prozora, balkonskih vrata i fiksnih zastakljenja, novim, energetski efikasnim, za koje je toplotna provodljivost celog prozora $U_w \leq 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ (okvir i zastakljenje zajedno), a prema standardu EN 10077-1 i EN 12567-1(2). Nepovratna finansijska sredstva se mogu dodeliti za zgrade čija je izgradnja odobrena pre 01.01.2003.godine. Priznaju se troškovi za: uklanjanje postojećih i ugradnju novih prozora, balkonskih vrata i fiksnih zastakljenja, nabavku i ugradnju zastora, prozorskih klupica i obradu špaletni....

...Ukupna sredstva po ovom javno pozivu iznose 13,72 miliona €...

...Visina nepovratnih sredstava iznosi najviše 25% priznatih troškova zamene, ali ne više od 50€ za m^2 prozora, balkonskih vrata i fiksnih zastakljenja od plastike i metala i ne više od 100€ za m^2 prozora, balkonskih vrata i fiksnih zastakljenja od drveta i to za najviše 30 m^2 fasadne stolarije po jednoj stambenoj jedinici....

... Javni poziv važi od dana objave u Službenom listu Republike Slovenije, a najkasnije do 31.12.2010.godine.“

Austrija:

„Najvažniji podsticajni programi za energetsku efikasnost pokrajine Salzburg za 2010.

...**Podsticajna sredstva** za kupovinu, izgradnju, sanaciju i iznajmljivanje stanova.

...Direktna sredstva pokrajine. Kamata 1%, otplata 5, 10 i 15 godina. Za sveobuhvatnu energetsku sanaciju za najmanje tri različita zahvata, kamata je 0%....

.....Zamena prozora – max. 700 € po prozoru (zavisno od koeficijenta U_w)....

.....**Ček za sanaciju**...Nepovratna sredstva za direktnu podršku sanacije zgrada sa pretežnom namenom za stanovanje...

.....Toplotna izolacija, zamena prozora, ugradnja ventilacionih sistema...Podsticajna sredstva od max. 15000 € po objektu zavisno od postignutih toplotnih karakteristika za omotač zgrade.“