

PREGLED INOZEMNIH I DOMAĆIH PILOT PROGRAMA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADAMA

Mr. sc. Vesna K o l e g a, Zagreb

UDK 624/628:620.91
PREGLEDNI ČLANAK

U članku je dan pregled nekih od zanimljivijih inozemnih i domaćih programa energetske efikasnosti u zgradama, koji konkretno dokazuju moguće opsege uštede energije i očuvanja čovjekove okoline, primjenom energetski efikasnih uređaja i sustava u zgradama, bioklimatskih projektantskih tehnika, te aktivne i pasivne solarne arhitekture.

Ključne riječi: pilot zgrada, energetska efikasnost, aktivna i pasivna sunčana arhitektura.

1. UVODNA RAZMATRANJA

Suvremeni pristup arhitekturi i graditeljstvu karakterizira energetska i ekološki racionalno urbanističko planiranje, projektiranje, izgradnja i rekonstrukcija građevina i naselja uz primjenu bioklimatskih projektantskih tehnika i principa pasivne i aktivne solarne arhitekture.

Posljednjih se godina u razvijenim zemljama Europe i svijeta, provode brojni programi energetske efikasnosti u zgradama kojima je zajednički cilj maksimalno reducirati potrošnju energije i emisiju onečišćujućih tvari u atmosferu uz osiguranje visoke, svjetlosne, toplinske i mikroklimatske udobnosti korisnika zgrada.

Inozemna su iskustva pokazala da su u uvjetima ograničenih sredstava za razvoj i velikog broja sudionika različitih interesa, pilot programi najbolja prilika za oživotvorenje raznih tehnoloških i drugih dostignuća.

Pilot programi trebaju biti jednostavni, lako razumljivi i provedivi, ciljani programi i projekti Vlade, lokalnih uprava, uprava gradova i odgovarajućih institucija.

Dobro osmišljen i proveden pilot program je najneposrednija i najefikasnija pomoć osnaživanju zakonskih, institucionalnih i poticajnih mjera energetske politike i odgovornog gospodarenja energijom.

Osnovni je cilj pilot programa energetske efikasnosti u zgradama stvaranje povoljnih uvjeta i pretpostavki za implementaciju mjera energetske efikasnosti i zaštite okoliša u graditeljstvo, pri čemu je jedan od prioriteta potvrditi nužnost izmjena i dopuna postojeće tehničke regulative u skladu sa Smjernicama vijeća Europske unije.

2. INOZEMNI PRIMJERI USPJEŠNO PROVEDENIH PILOT PROGRAMA ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADAMA

2.1. Pokazne zone energetske efikasnosti u tranzicijskim zemljama

Zamisao o pokaznim zonama bazirana je na pretpostavci da se specifične potrebe mogu najbolje razumjeti na lokalnoj razini i da je ona ta na kojoj treba donositi odluke važne za održivost nekog projekta. Karakteristično za pilot programe u zemljama u tranziciji je da, u principu, ne predstavljaju pokusne tehnologije, već u obzir dolaze jedino one potpuno provjerene na tržištu. U gospodarstvima tranzicijskih zemalja većina se ulaganja smatra rizičnima, te su lokalne pokazne zone na neki način, provjere institucionalnog ustroja. Pilot programi uspješno provedeni u jednoj pokaznoj zoni provjeravaju se i u drugim zonama, da bi se tako provjereni na kraju prenijeli na državnu razinu.

Jedna od glavnih značajki pilot programa u sektoru energetike je važnost ekološke komponente. Uvažavajući činjenicu da je zagađenje okoliša, u većini slučajeva lokalne naravi, pokazne zone energetske efikasnosti učinkovito su sredstvo reduciranja emisija onečišćujućih tvari u atmosferu.

U izvješću o vrednovanju programa energetske efikasnosti, izrađenom od strane Odbora za energiju Gospodarske komisije za Europu Ujedinjenih naroda (1997.), o projektima pokaznih zona ustanovljeno je slijedeće [1]:

- pokazne zone su vodeći projekt programa Energy Efficiency 2000 (Energetska efikasnost 2000);
- svi pokrenuti pilot programi moraju biti tržišno orijentirani;

- pokrenuti projekti ne trebaju biti prezahtjevni, već manji, realni i fleksibilni;
- naglasak je dan praktičnim rezultatima provedbe;
- preliminarni rezultati moraju biti dostupni najkasnije godinu dana nakon završetka radova u sklopu pilot programa.

2.2. Niskoenergetska zgrada u Beču

Kao primjer uspješno provedenog pilot programa energetske efikasnosti u zgradarstvu u stručnim se krugovima navodi niskoenergetska zgrada u Beču (Wien-Leopoldstadt) završena krajem 1995. godine. To je višestambena zgrada s ukupno 333 stana i predviđenom godišnjom potrebnom energijom za grijanje od 44 kWh/m². Ovako niska očekivana potrošnja toplinske energije rezultat je primjene bioklimatskih projektantskih tehnika i pasivne solarne arhitekture.

Smjernice za uštedu energije bazirane na rezultatima ovog pilot programa su sljedeće:

- kompaktno tijelo zgrade s povoljnim omjerom oplošja i volumena, A/V;
- primjena kvalitetnih toplinsko-izolacijskih materijala;
- pasivni solarni doprinosi kroz dobru orijentaciju i veličinu prozora, uz upotrebu izolacijskih stakala;
- korištenje povratne energije za dogrijavanje vode i dr.

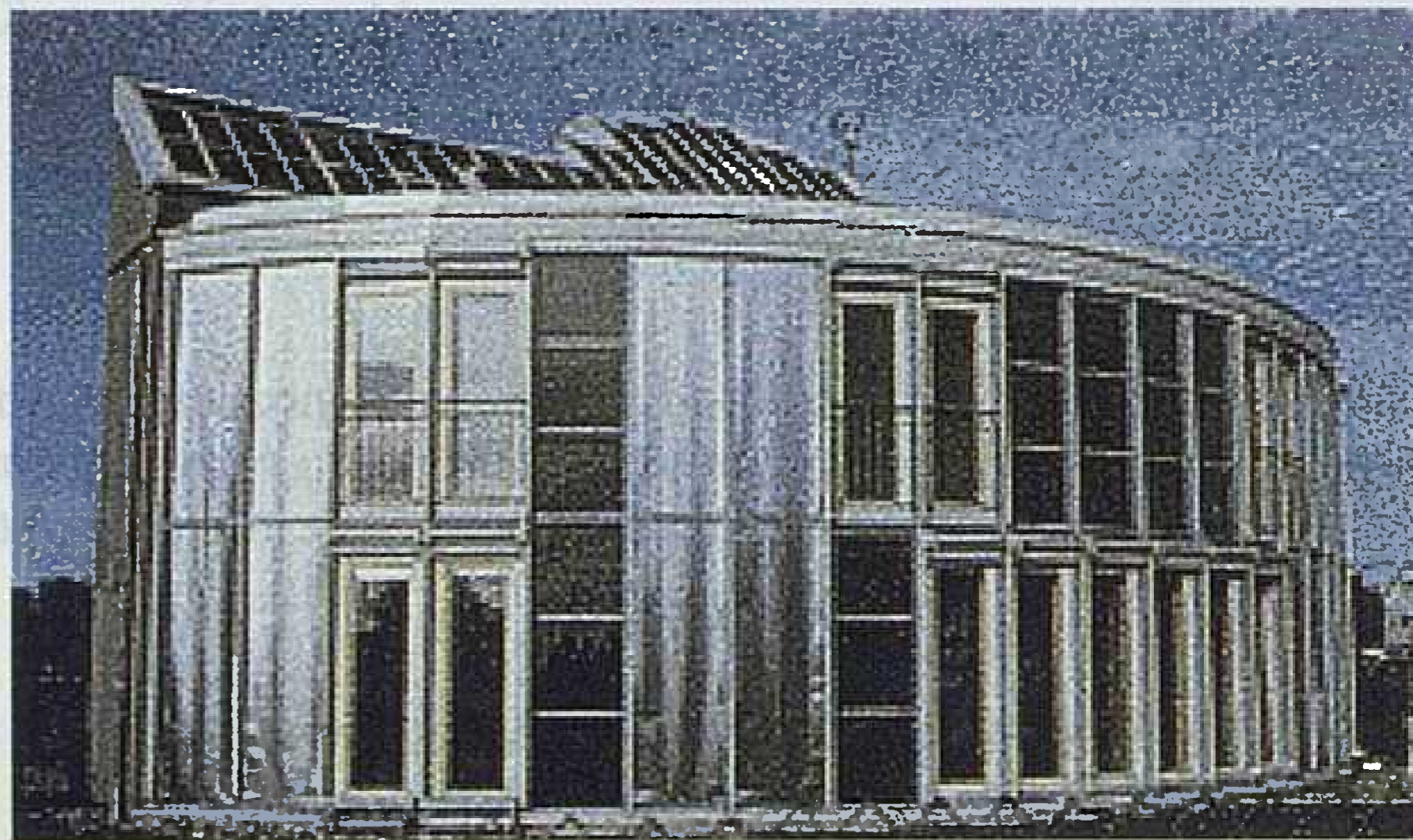
Pilot programom je dokazano da se troškovi gradnje mogu bitno reducirati:

- uključivanjem građevinskih fizičara u najraniju fazu projektiranja;
- zajedničkim radom grupe projektanata na inovacijskim konceptima;
- uskom suradnjom projektanata i izvođača radova;
- uvođenjem penala za prekoračenje troškova.

2.3. Energetski samodostatna obiteljska kuća u Freiburgu

Jedan od uspješnih primjera energetski samodostatne arhitekture je obiteljska kuća u Freiburgu (sl. 1), useljena u listopadu 1992. godine, izgrađena prema koncepciji i projektu Adolfa Goetzbergera, i uz financijsku potporu njemačke Vlade i industrije [2]. Solarna kuća u Freiburgu je pilot program Fraunhofer instituta za solarne energetske sustave. Karakteristično je za ovu dvokatnicu, ukupne korisne površine od 145 m², da zadovoljava sve energetske potrebe obitelji bez vezanosti na elektroenergetski sustav, plinsku mrežu ili neke druge izvore energije. Većina toplinskih zahtjeva pokrivena je primjenom visokokvalitetne transparentne izolacije. Zagrijavanje vode se provodi eksperimentalnim sunčanim pretvornicima-kolektorima, smještenima na krov, koji u kombinaciji sa spremnikom vode kapaciteta 100 litara, osiguravaju opskrbu kućanstva toplom vodom kroz čitavu godinu [19]. Fotonaionske ćelije proizvode električnu energiju, a sus-

tav vodikove tehnologije omogućava godišnje uskladištenje energije. Primijenjeni visokoučinkoviti sunčani pretvornici konstruirani su unutar polukružne koncentrirajuće plohe tako da je omogućen izravan prihvat solarnog zračenja odozgo i reflektirano dozračivanje odozdo. Na taj je način apsorber osunčan s obje strane, pri čemu mu je efikasnost dodatno potencirana slojem transparentne izolacije s gornje i donje strane.



Slika 1. Energetski samodostatna obiteljska kuća u Freiburgu [19]

Ukupna cijena kuće koja obuhvaća projekt, građevinske radove i svu pripadajuću opremu iznosi cca 6 milijuna DEM.

2.4. Naselje Neckarsulm-Amorbach u njemačkoj pokrajini Baden-Württemberg

Naselje Neckarsulm-Amorbach, čija je izgradnja završena u srpnju 1996. godine je niskoenergetsko naselje sa solarnim postrojenjima, kapaciteta cca 4000 stanara, a sastoji se od jednokatnica u nizu, nekoliko višekatnica i manjeg broja samostojećih obiteljskih kuća (sl. 2).

Središnji dio naselja čini zelena površina okružena školom, vrtićem i staračkim domom. Izgradnju naselja je kao pilot program energetske efikasnosti djelomično financiralo Ministarstvo gospodarstva Baden-



Slika 2. Pilot naselje Neckarsulm-Amorbach [17]

Württenberga. Sve građevine u naselju projektirane su kao niskoenergetske primjenom bioklimatskih projektantskih tehnika i pasivne sunčane arhitekture. Stambene su jedinice tako projektirane da su prostorije u kojima se boravi tijekom većeg dijela dana (dnevni boravci, dječje sobe i dr.) okrenute prema jugu s ugrađenim prozorima velikih dimenzija s izolacijskim staklima. Kao toplinsko-izolacijski materijal korištena je mineralna vuna. Debljine toplinsko-izolacijskih slojeva iznose 12 cm u vanjskim zidovima i 18 cm u krovnim konstrukcijama. Na krovove višekatnica postavljeno je 2000 m² solarnih kolektora, koji godišnje proizvode ukupno 350 MWh energije, a koja pokriva cca 12% potrebne toplinske energije čitavog naselja. Postavljanjem solarnih kolektora ostvarena je ušteda na zemnom plinu od cca 35 000 m³, a prosječna godišnja emisija CO₂ u atmosferu reducirana je za cca 420 t. Opisana konstrukcijska rješenja povećala su ukupne investicijske troškove gradnje za cca 6%, a rezultirala su smanjenjem troškova grijanja i pripreme tople vode za više od 40%. Prosječna godišnja potrebna energija za grijanje iznosi 70 kWh/m², što potvrđuje energetske efikasnost primijenjenih mjera aktivne i pasivne sunčane arhitekture i bioklimatskih projektantskih tehnika.

2.5. Projekt "Energetska udobnost 2000" (Energy comfort - EC 2000)

"Energetska udobnost 2000" jedan je od pilot programa energetske efikasnosti u zgradama u sklopu programa THERMIE [15]. Krajnji cilj programa je razvitkom koncepta niske energetike reducirati potrošnju energije u 8 novoizgrađenih javnih zgrada za 50%, a emisije CO₂ za 50-70% u odnosu na konvencionalnu gradnju. Svih osam projekata pokriva cca 60 000 m² novoizgrađenih površina.

Koordinatori projekta su:

- ECD Energy and Environment, Bruxelles, Belgija;
- Esbensen Consulting Engineers, Virum, Danska.

Jedan od glavnih zadataka projekta je dokazati da visoki standardi udobnosti ne moraju, obvezno, biti u suprotnosti s niskim troškovima energije.

Projektom je obuhvaćeno projektiranje, izgradnja i praćenje korištenja osam građevina raznih tipova u bitno različitim klimatskim uvjetima:

- zgrade sveučilišta u Velikoj Britaniji i Francuskoj,
- javne zgrade u Nizozemskoj,
- poslovne zgrade u Velikoj Britaniji, Grčkoj, Nizozemskoj i Španjolskoj,
- multifunkcionalni paviljon na EXPO 98 u Lisabonu.

Zajednički ciljevi EC 2000 primijenjeni na svim zgradama su:

- reduciranje energetske potrošnje za 50% u odnosu na utvrđene razine potrošnje za određeni tip zgrade i klimatsko područje u kojem se nalazi;
- reduciranje emisije CO₂ za 50-70%;

- izbjegavanje ili minimaliziranje kondicioniranja zraka u prostoru zgrade;
- osiguranje visokih standarda svjetlosne i toplinske udobnosti korisnika zgrade;
- primjena individualne kontrole sustava rasvjete, grijanja i hlađenja;
- stimuliranje primjene ekoloških građevinskih tehnologija, elemenata i materijala.

U realizaciji projekta kombinirane su konvencionalne i suvremene tehnologije energetske-ekološki svjesne arhitekture i graditeljstva:

- aktivni i pasivni solarni elementi i sustavi;
- prirodno osvjetljenje i ventilacija;
- suvremeni rasvjetni sustavi;
- podno hlađenje;
- noćna ventilacija;
- atriji;
- zasjenjenja;
- hlađenje rječnom vodom i dr.

Prva završena zgrada EC 2000 projekta je biblioteka i učilišni centar u sklopu Politehničkog sveučilišnog centra Anglia u Chelmsford-u (Velika Britanija) (sl. 3). Zgrada je završena u rujnu 1994. godine, i dana na korištenje u listopadu iste godine. Kraljica Elizabeta II. je službeno otvorila zgradu u lipnju 1995. koja je njoj u čast nazvana Queen's Building. Praćenjem i analizom dobivenih rezultata u razdoblju od 12 mjeseci (srpanj 1995. - lipanj 1996.) od strane ECD Energy and Environment institucije i samog sveučilišta utvrđena je godišnja potrošnja od 114 kWh/m².

Poslovna zgrada City Office Park u Leeds-u (Velika Britanija) je, ustvari, kompleks površine 6 500 m², dovršen 1997. godine, koji karakterizira prostrani centralni atrij s prirodnom ventilacijom kao dodatkom mehaničkom ventilacijskom sustavu. Zgrada je još u razdoblju praćenja rezultata.

Pilot zgrada u centru Atene je upravna zgrada građevinskog poduzeća Avax SA Construction, površine 2 000 m², čije je glavno pročelje okrenuto na



Slika 3. Queen's Building, Chelmsford [20]

istok, a kao ljetna zaštita od pregrijavanja koriste se vertikalni brisoleji. Zgrada će biti hladena mehaničkom ventilacijom što će reducirati upotrebu klimatizacijskih uređaja i potrošnju električne energije.

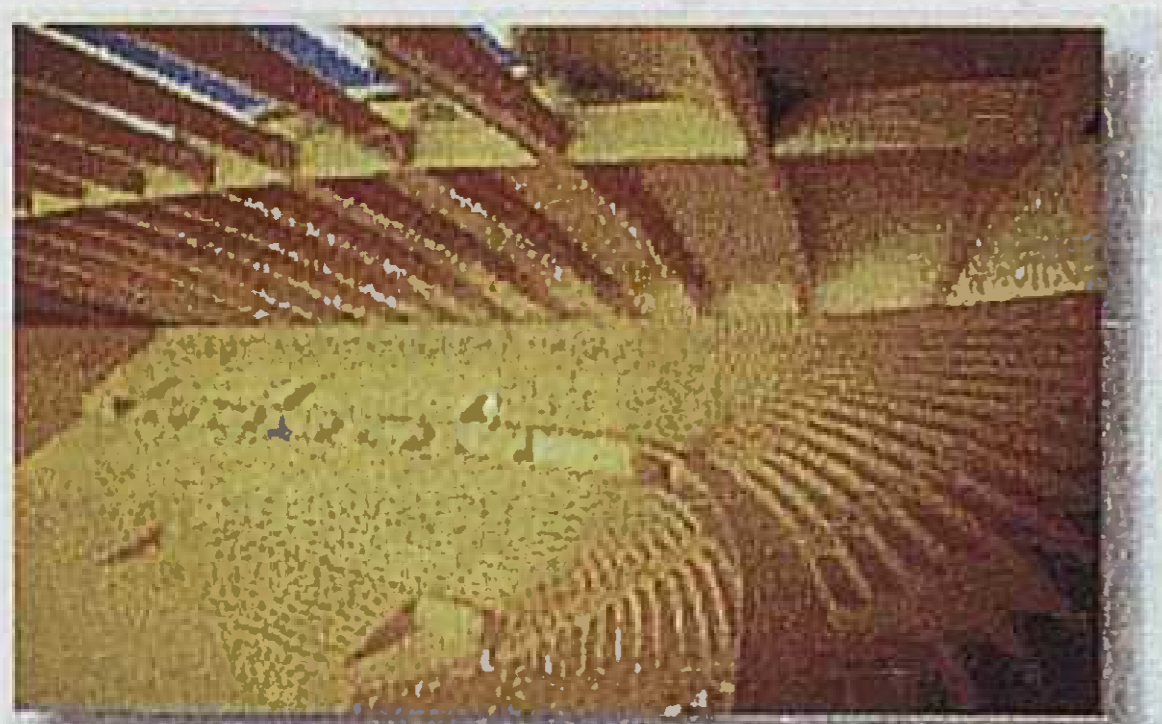
Zgradu porezne uprave u Enscheden-u u Nizozemskoj, površine 4 000 m², za koju je karakteristična široka primjena prirodnog osvjjetljenja i ventilacije, te fotonaponske instalacije na krovu, završenu u studenom 1996. godine, izgradila je Vladina građevinska agencija kao niskoenergetsku referentnu zgradu za buduće rekonstrukcije i izgradnje javnih zgrada u Nizozemskoj.

U multifunkcionalnom paviljonu na EXPO 98 u Lisabonu, kapaciteta 16 000 posjetitelja, korišten je aktivni sustav hlađenja s predhlađenjem riječnom vodom.



Slika 4. Paviljon na EXPO 98 [18]

a) vanjski izgled



b) unutarnji izgled

Od samog početka rada na projektu EC 2000, istraživači, projektanti i druge zainteresirane stranke sastaju se svakih 6 mjeseci, razmjenjujući informacije i iskustva. Naglasak diskusija je na energetske efikasnosti, pasivnoj sunčanoj arhitekturi i djelovanju na okoliš, a pojedinačni se projekti svake zgrade detaljno analiziraju radi iznalaženja što uspješnijih rješenja. Ukupni troškovi čitavog projekta EC 2000 iznosili su 95 000 000 ECU, od čega je 3 490 000 ECU bila THERMIE potpora.

Stečena su iskustva elaborirana u sljedećim publikacijama dostupnima širokom krugu zainteresiranih:

- sigurnost od požara u atrijima,
- pasivna ventilacija u novim uredskim zgradama,
- prozor – ključ pasivnog oblikovanja,
- korisnici i niskoenergetske zgrade,
- kontrolne strategije energetske efikasnosti i toplinske udobnosti u zgradama.

2.6. Projekt "Stanovanje 2000" ("Wohnen 2000")

Projekt "Stanovanje 2000" pokrenut je u Njemačkoj 1991. godine kao natječaj radi iznalaženja najuspješnijih rješenja reduciranja i izjednačenja godišnje

potrebne energije za grijanje za tri tipa stambene izgradnje (tabl. 1):

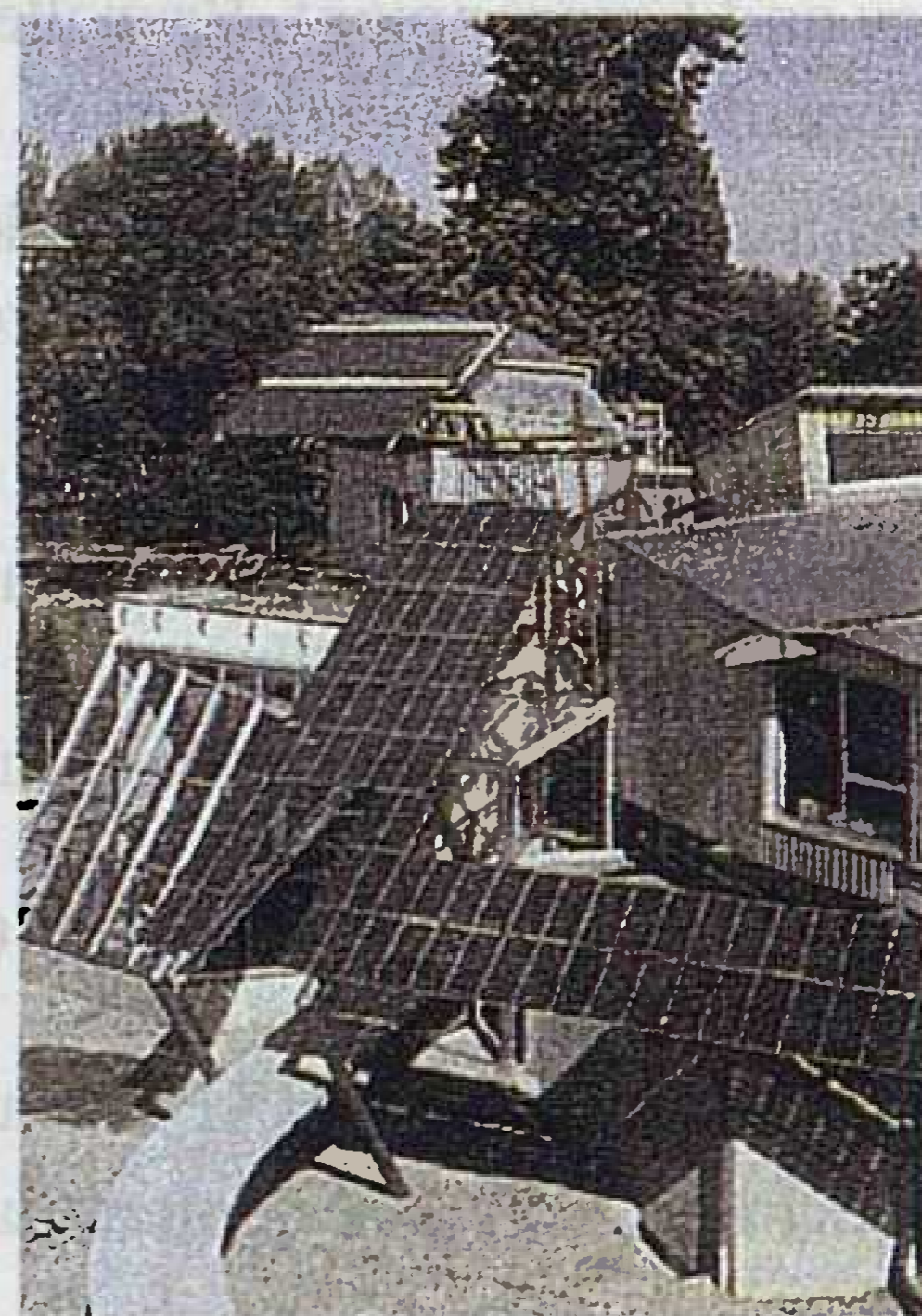
- samostojeće obiteljske kuće;
- obiteljske kuće u nizu;
- višestambene zgrade.

Tablica 1. Godišnja potrebna energija za grijanje u kWh/m² prema natječaju "Stanovanje 2000"

Tip stambene izgradnje	Izgradnja do 1984. godine	Izgradnja nakon 1984. godine (pooštreni propis o toplinskoj zaštiti zgrada)	Ostvareno natječajem "Stanovanje 2000"
Samostojeća obiteljska kuća	270	190	≤ 70
Obiteljska kuća u nizu	190	110	≤ 60
Višestambena zgrada	160	90	≤ 60

Projekt "Stanovanje 2000" je u sklopu međunarodne izložbe vrtne arhitekture (Internationale Garten Architektur-IGA), održane u Stuttgartu 1993. godine, nizom ostvarenja samostojećih obiteljskih kuća, obiteljskih kuća u nizu i manjih višestambenih zgrada, potvrdio konačnu opredijeljenost za energetske svjesnu i ekološki koncipiranu stambenu arhitekturu.

U vanjske stijene pročelja integrirani su solarni fotonaponski pretvornici (kao plohe fotonaponskih ćelija za pretvaranje solarne u električnu energiju) i aktivni toplinski pretvornici za zagrijavanje potrošne sanitarne vode (kolektori solarne energije s vodenim medijem). Pojedini dijelovi pročelja obloženi su visokokvalitetnom transparentnom izolacijom. Južna pročelja koncipirana kao visokotehnološka sinergijska pročelja osiguravaju velik dio energetske potreba, pri čemu se potencijalni višak električne energije može prodavati javnoj mreži (sl. 5).



Slika 5. Energetsko-ekološka obiteljska kuća s pasivnim, aktivnim fotonaponskim i sustavom za prikupljanje oborinske vode za sanitarnu upotrebu u Breisachu, arhitekt prof. Thomas Spiegelhalter, 1993.

Dvostruko ostakljeno pročelje omogućuje bioklimatsku cirkulaciju zraka, odnosno prirodnu ventilaciju solarnom energijom zagrijanog zraka u sezoni grijanja ili cirkulaciju ohlađenog zraka u noćnom ciklusu sezone hlađenja. Ovako koncipirano pročelje značajno je u ukupnoj energetske bilanci građevine zbog mogućih velikih ušteda energije za hlađenje zgrada, a rezultira toplinskom i svjetlosnom udobnošću prostora, uz značajan ekološki doprinos korištenjem obnovljivih izvora energije [10].

2.7. Mreža europskog ekološkog stanovanja – (European Housing Ecology Network – EHEN)

Mreža europskog ekološkog stanovanja je kooperativno tijelo osnovano 1992. godine od grupe stambenih udruženja iz sedam zemalja članica Europske unije u savezu s KAB Consult, Cenergia Energy Consultants u Danskoj i Ken Walker and Partners u Velikoj Britaniji, te nekim drugim organizacijama, a osnovni joj je zadatak primjenom suvremenih koncepata energetske ekološke efikasnosti reducirati potrošnju energije za grijanje i pripremu tople vode za 50-70%.

U sklopu mreže su pokrenuti pilot programi u različitim klimatskim podnebljima u Danskoj, Nizozemskoj, Irskoj, Italiji, Portugalu, Španjolskoj i Velikoj Britaniji.

Rad na pilot programima obuhvaća:

- međusobne usporedbe pojedinih projekata dokumentirane detaljnim energetske analizama;
- iznalaženje optimalnih energetske-ekoloških strategija urbanističkog planiranja, izgradnje novih i rekonstrukcija postojećih zgrada;
- izradu kataloga proizvoda, materijala i projektnih uputa za pomoć u izgradnji energetske efikasne zgrade koji će putem brošura, videa, reportaža i internacionalnih konferencija biti dostupni širokom krugu korisnika.

1. Winterswijk, Nizozemska:

- pilot program izgradnje niskoenergetskog naselja s aktivnim solarnim postrojenjima;
- solarna energija osigurava 40% energije za pripremu tople vode i 11% za grijanje prostora.

2. Swansea, Wales:

- pilot program obuhvaća praćenje i analizu 35 niskoenergetskih i 10 konvencionalnih kuća s ciljem usporedbe energetske potrošnje i toplinske udobnosti korisnika.

3. Madrid, Španjolska:

- pilot programom obuhvaćeno praćenje i analiza energetske bilanci u 95 postojećih kuća različitih toplinsko-izolacijskih karakteristika, sustava grijanja i pripreme tople vode i dr.

4. Lleida, Španjolska:

- pilot program nazvan "La Parra" pokrenut od instituta Catala del Sol (INCASOL);
- izgradnja 73 stambene jedinice u 2 zgrade (trokatnica i peterokatnica);
- unutar zgrada se nalazi i 11 stanova namijenjenih starijim osobama, te 7 komercijalnih prostora u prizemlju (dućani, frizerski salon i dr.);
- ukupna izgrađena površina iznosi 6 000 m²;
- projekt je lociran u kontinentalnoj klimatskoj zoni (područje Katalonije je podijeljeno na 7 klimatskih zona) gdje prosječno dnevno globalno zračenje na horizontalnu plohu iznosi 15,3 MJ/m² (6 MJ/m² u siječnju i 24,6 MJ/m² u srpnju);
- izgradnja je završena 1996. godine;
- energetska bilanca pokazuje prosječnu godišnju toplinsku potrošnju od 50 kWh/m²;
- ostvarena ušteda energije za grijanje i pripremu tople vode iznosi 44 kWh/m², a godišnja ušteda električne energije 480 kWh po stambenoj jedinici [18].

5. Torino, Italija:

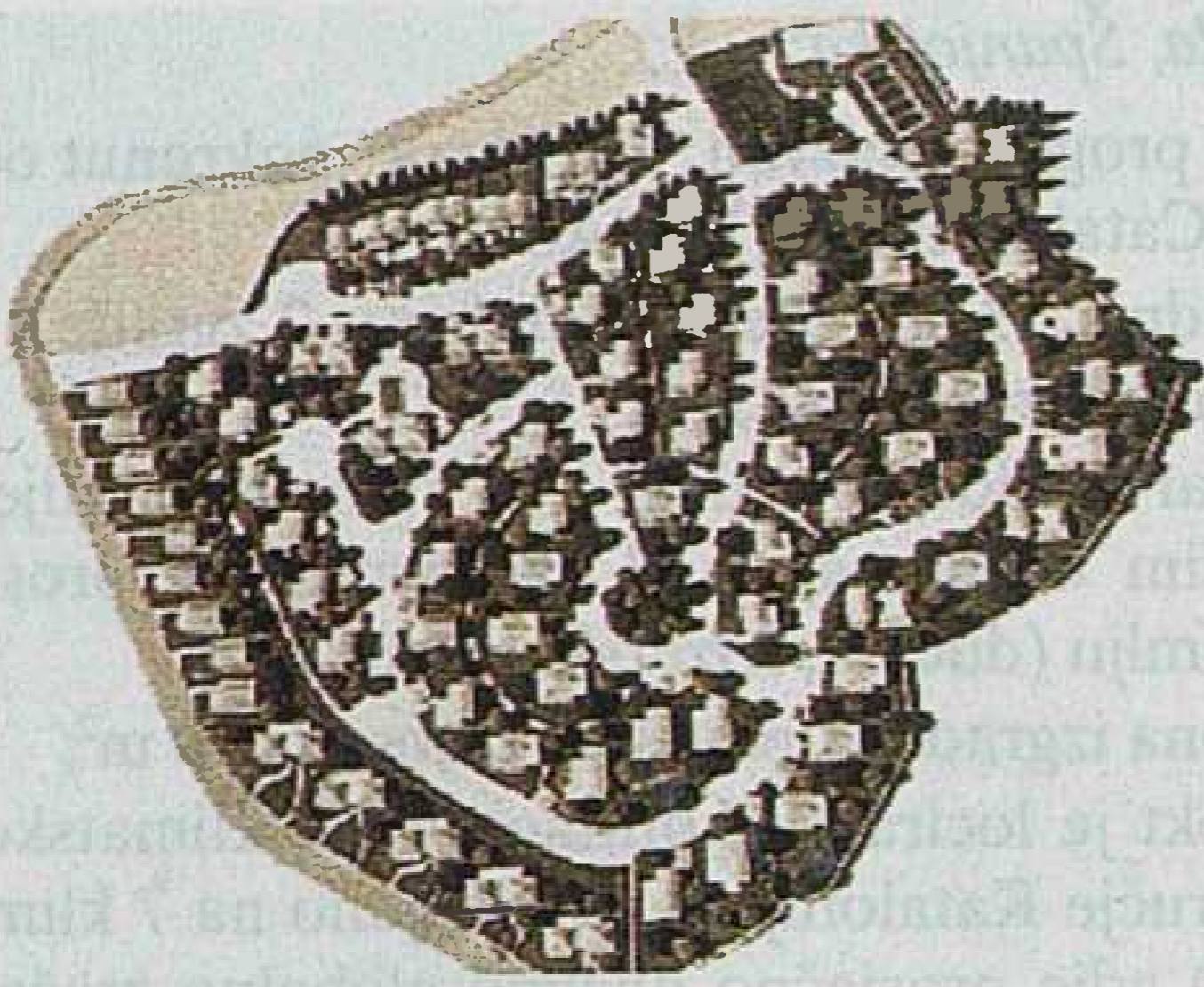
- pilot program izgradnje niskoenergetske zgrade sa 68 stanova;
- razdoblje izgradnje 1995.- 97.;
- ukupni grijani volumen 16 000 m³;
- 114 m² solarnih kolektora (na krovu) osiguravaju pripremu tople vode;
- u tijeku projektiranja zgrade prezentirane su i uspoređene razne graditeljske tehnologije, elementi i materijali, uz primjenu pasivne solarne arhitekture, čime je omogućen energetske-ekonomski optimalan odabir načina gradnje.

6. Dublin, Drogheda i Waterford, Irska:

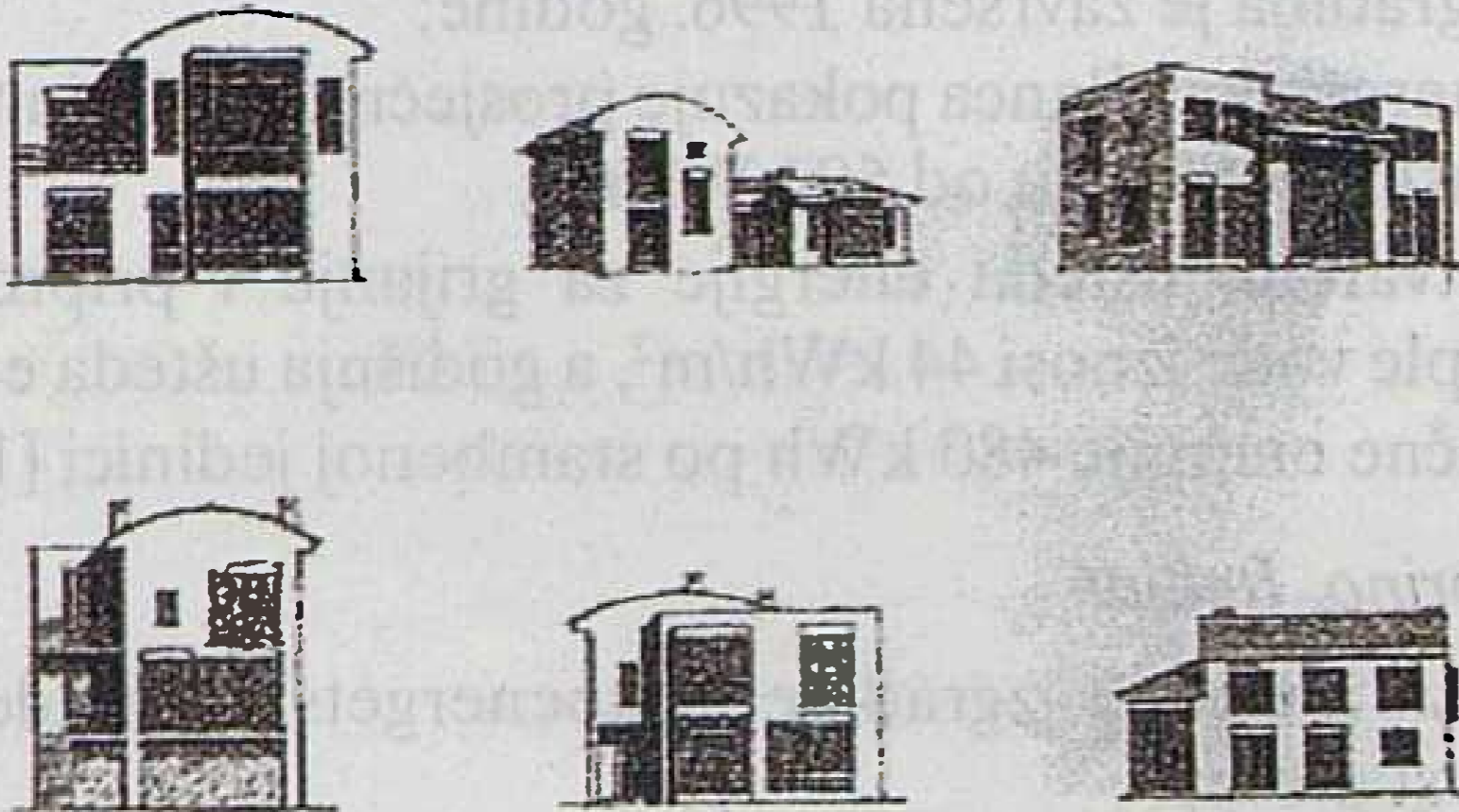
- pilot programom je obuhvaćena izgradnja 55 samostojećih obiteljskih kuća na 5 lokacija u istočnom dijelu Irske;
- za program je značajna podrška lokalnog stanovništva u svim fazama izgradnje i praćenja postignutih rezultata.

7. Nafarros, Portugal:

- pilot projekt nazvan "Quinta Verde" smješten u selu Nafarros, 30 km od Lisabona;
- projektom je obuhvaćena izgradnja demonstracijskog naselja od 91 obiteljske kuće (dvokatnice) uz prateće objekte (sl. 6);
- južna orijentacija pročelja (sl. 7);
- solarni kolektori osiguravaju pripremu tople vode, uz instalirane plinske bojlere kao rezervnu soluciju;
- zahvaljujući primjeni pasivne solarne arhitekture i bioklimatskih projektantskih tehnika prosječna godišnja energija za grijanje iznosi samo 6 kWh/m², dok je za pripremu tople vode potrebno 30 kWh/m²;
- postignuta godišnja ušteda energije za grijanje je 54 kWh/m², za pripremu tople vode 18 kWh/m², dok je godišnja ušteda električne energije 10 kWh/m² [18].



Slika 6. Avionski snimak naselja



Slika 7. Sheme pročelja

2.8. Program MONITOR

U sklopu programa MONITOR, pokrenutog pod pokroviteljstvom nadležnih tijela Europske unije, sustavno je praćena izgradnja ili rekonstrukcija, te višegodišnje korištenje 49 građevinskih objekata, koji obuhvaćaju obiteljske kuće, javne zgrade (škole, poslovne zgrade i dr.) i velika naselja (stambenih višekata, kuća u nizu).

Rezultati višegodišnjeg praćenja pružili su svim zainteresiranim strankama čvrstu i nedvojbenu eksperimentalnu potvrdu energetske i ekološke efikasnosti principa solarne arhitekture. U ovisnosti o uspješnosti projekta, opsegu primijenjenih pasivnih i aktivnih solarnih zahvata, te geografskoj lokaciji građevine ili naselja, pokazalo se da korištenje sunčeve energije može reducirati energetske toplinske potrebe u rasponu od 30-70%. Vrijeme otplate dodatnih investicija kretalo se od nekoliko mjeseci do 8-10 godina [3].

2.9. Projekt ekološke izgradnje – (Low Environmental Impact New Housing – LEINH)

Projekt ekološke izgradnje (LEINH) obuhvaća dva pilot programa izgradnje socijalnih stanova u Velikoj Britaniji i Danskoj, namijenjenih starijima i osobama s niskim primanjima, te pilot program izgradnje niskoenergetske zgrade u Berlinu za prodaju na slobodnom tržištu.

Glavni ciljevi programa su reducirati troškove grijanja, rasvjete i ventilacije (za) između 48 i 75% uz

zadržavanje jednake udobnosti stanovanja, te smanjiti emisiju CO₂ povezanu s grijanjem i pripremom tople vode za cca 44%.

Krajnji je cilj LEINH projekta, za kojeg je iz THERMIE fondova izdvojeno 1,3 MECU, demonstrirati ekonomsku isplativost poduzimanja mjera energetske efikasnosti i zaštite okoliša iznad onih propisanih važećim nacionalnim standardima i propisima [18].

1. Bristol, Velika Britanija:

- pilot program obuhvaća izgradnju niskoenergetske zgrade s 58 stanova od čega je njih 44 namijenjeno starijim osobama;
- s obzirom na socijalni karakter zgrade projekt je financijski potpomognut od Guinness-ove zaklade, nacionalnog stambenog udruženja za starije osobe;
- u projekt je uključeno i rušenje deseterokatnog bloka stanova vrlo problematične kvalitete na ukupnoj površini od 2 900 m² pri čemu je sav iskoristiv građevinski materijal recikliran za daljnju upotrebu;
- zgradu karakterizira južna orijentacija, dobra toplinska izolacija (20 cm mineralne vune u zidovima i 7.5 cm u podovima), toplinsko-izolacijski prozori s plinom između stakala, štedni rasvjetni sustavi, prirodna ventilacija i aktivna solarna postrojenja za pripremu tople vode;
- voditelj programa je Gradsko poglavarstvo Bristola.

2. Aalborg, Danska:

- pilot programom je obuhvaćena izgradnja naselja od 14 obiteljskih kuća, površine 85 m² + zajednički objekt površine 70 m² na području ukupne površine 1 260 m² primjenom bioklimatskih projektantskih tehnika i pasivne solarne arhitekture;
- namjena zajedničke kuće je održavanje sastanaka i društvenih događanja, u skladu s razvitkom tzv. socijalnog oblika stanovanja, vrlo popularnog u Danskoj i drugim razvijenim europskim zemljama;
- kuće su izgrađene prema "C.L.E.A.R." (niska cijena, niska energija, zdravo stanovanje, visoki nivo zaštite okoliša) konceptu gradnje;
- voditelj projekta je poznati danski arhitekt Lars Højsgård;
- ostvarena ušteda za troškove grijanja iznosi 51% u odnosu na konvencionalnu gradnju

3. Berlin, Njemačka:

- projekt izgradnje 30 obiteljskih kuća u bivšem istočnonjemačkom dijelu Berlina;
- kuće su izgrađene prema "C.L.E.A.R." konceptu gradnje razvijenom u Danskom tehnološkom institutu;
- kuće karakterizira dobra toplinska izolacija krovova, zidova i podova, južna orijentacija, prirodna ventilacija, izo stakla i dr.

2.10. Program gospodarenja energijom u stambenom sektoru mediteranskog podneblja (Residential Energy Management in the Mediterranean Area – REMMA)

REMMA je THERMIE projekt pokrenut 1994. godine, a obuhvaća izgradnju i monitoring stambenih zgrada u mediteranskom podneblju.

Cilj programa je odrediti energetske-ekonomski optimalnu kombinaciju različitih pasivnih i aktivnih solar-nih elemenata i sustava, načina gradnje, vrsta i karakteristika građevinskih materijala i elemenata, i dr. Projekt je u fazi praćenja rezultata, koji upućuju na moguće smanjenje troškova grijanja za 60% i pripreme tople vode za 70%.

1. Castelldefels, Španjolska:

- lociran na samoj obali, u mjestu Castelldefels, smještenom cca 20 km južno od Barcelone;
- izgradnja i monitoring 303 stambene jedinice u 11 zgrada na terenu ukupne površine 46 190 m²;
- prvi rezultati monitoringa pokazuju godišnju uštedu energije primjenom pasivne i aktivne solarne arhitekture veću od 40%, uz visoku toplinsku i svjetlosnu udobnost, visoku kvalitetu zraka, niski nivo buke, i dr.;
- koordinator projekta je Institut Cerda iz Barcelone.

2. Cecina, Italija:

- projekt je startao 1994. godine;
- sastoji se od izgradnje 44 stambene jedinice smještene u četiri dvokatna stambena bloka koji okružuju igralište;
- u tijeku je monitoring postignutih rezultata.

3. Lisabon, Portugal:

- portugalski projekt je lociran u sjeverno-istočnom dijelu Lisabona, u području novogradnje;
- izgrađen je 14-katni neboder, sa 48 stanova, smještenih na 12 gornjih katova, prosječne stambene površine od 100 m²;
- dva kata nebodera su namijenjena komercijalnoj upotrebi (uredi, ordinacije, dućan i dr.);
- ukupna površina zemljišta iznosi 7 000 m²;
- u tijeku je prikupljanje preliminarnih rezultata.

Ukupna THERMIE potpora za tri navedena pilot projekta iznosi 3,0 MECU.

Nadalje je, u sklopu programa REMMA, u 1998. godini pokrenuto šest novih pilot programa koji se baziraju na konceptu energetske i ekološke efikasnosti u urbanističkom planiranju:

- *EXPO gradovi* – izrada novih urbanističkih planova za potrebe naglog rasta Lisabona, Hannovera, Palma de Mallorce i Utrechta;
- *Ponovni početak* – izrada novih urbanističkih planova velikih industrijskih gradova kompatibilnih suvremenim energetske-ekološkim konceptima;

- *Zeleni gradovi* – formiranje mreže europskih gradova i regija koji će vlastitim pozitivnim primjerima promovirati energetske-ekološki svjesno urbanističko planiranje;
- *Meduca* – u sklopu pilot programa prate se i analiziraju međutjecaji povećanja energetske efikasnosti na toplinsku i svjetlosnu udobnost korisnika u obrazovnim ustanovama;
- *Suhn* – programom je obuhvaćena izgradnja i monitoring 10 niskoenergetskih zgrada u 8 europskih zemalja uz predviđeno smanjenje potrošnje energije za 50%;
- *Shine* – program obuhvaća izgradnju i monitoring niskoenergetskih obiteljskih kuća uz planiranu prosječnu uštedu energije za cca 60%.

2.11. Program Međunarodne energetske agencije (International Energy Agency – IEA, Task 20)

U sklopu programa Međunarodne energetske agencije, Task 20, izgrađeno je 15 demonstracijskih objekata. Glavni cilj programa, završenog 1996. godine, bio je, poduzimanjem raznih zahvata, naći maksimum energetske uštede bez smanjenja udobnosti stanara, uz uvažavanje ekoloških imperativa.

Neki od izvedenih zahvata su sljedeći [13]:

- kvalitetnija toplinska izolacija;
- ostakljeni balkoni i/ili galerije;
- primjena poluprozirnih izolacijskih materijala;
- korištenje "selektivnih" slojeva/premaza;
- zamjena ravnih krovova kosima, uz ugradnju sunčanih kolektora.

Višegodišnjim praćenjem rezultata došlo se do zaključaka:

- radi smanjenja toplinskih gubitaka građevine najuspješnije su metode koje kombiniraju kvalitetnu toplinsku izolaciju s primjenom solarne pasivne arhitekture;
- ugradnjom aktivnih toplinskih i fotonaponskih solar-nih pretvornika u zgrade kontinentalnog podneblja energetske potrebe su reducirane za, prosječno, 75%;
- investicija u aktivne solarne uređaje za grijanje čitavih gradskih naselja iznosi 550 - 1 050 DEM/m² kolektora, uz godišnju isporuku energije od 300 do 550 kWh/m²;
- cijena sezonskih spremnika topline je dvostruko veća od dnevnih spremnika, ali oni omogućuju 2 do 3 puta veći udio energije sunca u podmirivanju ukupnih toplinskih potreba zgrade.

2.12. Program za Berlin

Berlinski parlament usvojio je 21. rujna 1995. godine odluku prema kojoj je zakonski propisana obveza ugradnje uređaja za grijanje sanitarne vode sunčevom energijom, dimenzioniranih tako da pokriju minimalno 60% potreba za sanitarnom toplom vodom 14.

Određba vrijedi za, praktično, sve buduće građevinske objekte, taksativno navodeći malobrojne dozvoljene iznimke. Uzimajući u obzir da je Berlin jedno od najvećih gradilišta u Europi (predviđena je izgradnja više od 300 000 stanova u sljedećih 15-20 godina) može se ocijeniti opseg i značaj ove odluke, koja, ujedno, obvezuje arhitekte i urbaniste na planiranje pogodno orijentiranih krovnih, fasadnih i drugih površina radi zadovoljenja propisa.

Donošenju odluke prethodila je javna rasprava, na kojoj su glavni argumenti oponenata bili sljedeći:

- nedovoljan toplinski i ekološki doprinos;
- nužnost subvencioniranja proizvođača opreme;
- nedokazana profitabilnost.

Diskusija je rezultirala zaključkom da niti jedan od navedenih argumenata (više) ne vrijedi:

- ugradnja kolektora u krov povećava ukupne investicije građevine za cca 1-2% u odnosu na klasični krov (uštedom energije ova će se dodatna solarna investicija otplatiti za nekoliko godina);
- emisija CO₂ kod novoizgrađenih zgrada bit će smanjena za 15% u odnosu na postojeću;
- značajnim povećanjem tržišta osjetno će se smanjiti cijena solarnih tehnologija, a time i potreba za subvencijama;
- provođenje odluke pozitivno će se odraziti na zaposlene u sektorima proizvodnje, projektiranja i gradnje;
- donošenje ove odluke dugoročno će utjecati na gospodarski prosperitet Berlina razvitkom modernih, inovativnih i perspektivnih tehnologija 21. stoljeća.

3. USPJEŠNI PRIMJERI ENERGETSKI EFIKASNE ARHITEKTURE U HRVATSKOJ

3.1. Naselje Trnsko u Zagrebu

U sklopu višegodišnjeg hrvatsko-američkog znanstveno-istraživačkog projekta "Energetska i ambijentalna rehabilitacija u stanovanju", vođenog od *Arhitektonskog fakulteta u Zagrebu* i *University of California, Berkley* izrađena je na primjeru naselja Trnsko u Zagrebu, znanstveno utemeljena projektna podloga za energetska i ekološka obnovu [4], [5], [6].

Krajnji cilj projekta je na temelju detaljnih analiza postojećeg stanja doći do temeljnih pokazatelja za energetska i ekološka rekonstrukciju zgrada i naselja u dvije različite klimatske zone: mediteranskoj (Split) i kontinentalnoj (Zagreb).

Projekt je startao u Zagrebu, gdje je za prototipnu zgradu odabrana tipična samostojeća peterokatnica s tri stubišta u kojoj su dnevni boravci svih stanova orijentirani na jug, a u čijoj su neposrednoj blizini dvije tlocrtno i oblikovno identične zgrade orijentirane prema istoku i zapadu, što će u nastavku istraživanja omogućiti komparaciju energetske potrošnje, kvalitete osunčanja, te svjetlosne i toplinske udobnosti.

Korištena se metodologija temelji na simulacijskom modelu tokova energije u zgradama, DOE-2, razvijenom u Berkley-vom istraživačkom laboratoriju. Izradi simulacijskog modela prethodila je detaljna analiza ponašanja stanara u smislu dinamike i intenziteta korištenja energije u odnosu na zaposlenost, životnu dob i standard. Na temelju prikupljenih podataka formirane su tipične grupe stanara raspoređene u pet različitih tipova stanova u zgradi i definirana mreža godišnjeg korištenja rasvjete i kućanskih uređaja, te njihovo opterećenje. Sustav grijanja i godišnji raspored grijanja, hlađenja i prirodne ventilacije jednaki su za sve stanove.

Radi iznalaženja optimalnog odnosa uštede energije i razine kvalitete stanovanja provedene su brojne simulacije:

- rekonstrukcija plašta zgrade s pojačanom izolacijom (više građevinsko-tehnoloških rješenja);
- primjena toplinsko-izolacijskog ostakljenja;
- promjena dimenzija prozora (smanjenje na neosunčanim i povećanje na osunčanim pročeljima);
- povećanje površine stana dodavanjem optimalno orijentiranih prostora za pasivno korištenje Sunčeve energije (npr. staklenika);
- dodavanje tavanjskih prostora pod novim krovovima;
- ugradnja izolacijskih zastora i roleta;
- primjena modernih, energetska efikasnih sustava grijanja;
- korištenje aktivnih sunčanih sustava;
- izvođenje termoakumulacijskih zidova na južnom pročelju.

Projekt je podijeljen u dvanaest faza, a preliminarni su rezultati početnih faza (fizikalna poboljšanja zgrade) obećavajući. Simulacija je pokazala da se kombiniranjem pojačane toplinske izolacije (dodatni toplinsko-izolacijski sloj debljine 5 cm), trostrukog ostakljenja i poboljšanja ventilacijskog sustava potrošnja energije značajno smanjuje.

Radi poboljšanja ekoloških karakteristika zgrade i naselja u cjelini predviđeni su sljedeći zahvati:

- primarna selekcija otpada;
- prikupljanje kišnice za sanitarne potrebe;
- redizajn hortikulture i prometa;
- obveza primjene ekoloških građevinskih materijala i elemenata.

Ovdje je važno naglasiti, da se veći dio investicija za energetska i ekološka obnovu može pokriti rekonstrukcijom postojećih ravnih krovova nadogradnjom krovne stambene etaže i dobivanjem nove, korisne stambene površine [3].

3.2. Pasivne solarne obiteljske kuće u Hrvatskoj

U ratnim je razaranjima porušeno i oštećeno cca 210 000 stambenih jedinica [3]. Zbog potrebe brzog zbrinjavanja prognanika odlučeno je kao projektnu dokumentaciju koristiti projekte već izvedenih zgrada i

obiteljskih kuća. Pod pokroviteljstvom Ministarstva graditeljstva i zaštite okoliša, 1992. godine je raspisan "Natječaj za cjelovitu i izgradnjom provjerenu dokumentaciju obiteljskih kuća i manjih višestambenih zgrada", proveden od konzalting kuće Koprojekt. Natječaj je osmislio Koordinacijski odbor sastavljen od renomiranih stručnjaka HAZU, fakulteta, instituta i drugih organizacija. U svibnju 1993. članovi Ocjenivačke komisije odabrali su najuspješnije projekte, koji su objavljeni u Katalogu obiteljskih kuća i zgrada [7].

U Katalogu su, kao uspješan primjer pasivne solarne obiteljske kuće dane projektne dokumentacije sljedećih objekata:

- Kuće "P2" u Mariji Bistrici;
- Kuće "V1" u Koprivnici.

3.2.1. Kuća "P2" u Mariji Bistrici

Pasivnu solarnu obiteljsku kuću "P2" u Mariji Bistrici (sl. 8), izgrađenu 1985. godine, arhitektonski je osmislio doc. dr. Ljubomir Mišćević.

Bioklimatski koncept kuće prepoznatljiv je po tlocrtnoj geometriji izduženog oblika u smjeru istok-zapad.



Slika 8. Pasivna sunčana obiteljska kuća "P2" u Mariji Bistrici



Slika 9. Termoakumulacijski zid od prirodnog kamena u stakleniku (pogled s jugozapada)

Dubinu kuće određuje doseg niskih, zimskih zraka do (unutarnje plohe) sjevernog zida dnevnog boravka kroz visoke otvore južnog pročelja.

Za kuću je karakteristična primjena isključivo autohtonih prirodnih materijala i izgradnja masivnog ostakljenog termoakumulacijskog zida (sl. 9) [8], [9].

Zračni kolektori topline povezani su s podnim spremnikom topline u stakleniku u kojem je termoakumulacijski zid tipa Trombe-Michel izveden od prirodnog kamena. Topli se zrak iz staklenika bioklimatskom cirkulacijom odvodi podnim razvodom do spavaćih soba i kupaonice u potkrovlju.

Pasivni solarni elementi dimenzionirani su na temelju kompjutorskih simulacija programa BAMP I i II, razvijenih u Institutu "Ruđer Bošković" [3].

Potrošna voda se zagrijava solarnim kolektorima postavljenim kao nadstrešnica ulaza u garažu.

Usporedba potrošenog plina za etažno zagrijavanje ove kuće i klasične obiteljske kuće sličnih dimenzija, rezultirala je s cca 60-70% uštede. Subjektivne ocjene stanara u pogledu toplinske i svjetlosne udobnosti vrlo su dobre.

Izum i patentiranje masivnog ostakljenog termoakumulacijskog zida južno orijentiranog pročelja tipa Trombe-Michel unio je krajem šezdesetih godina novu dimenziju u pasivnu solarnu arhitekturu. U realizacijama pasivnih solarnih obiteljskih kuća u Hrvatskoj (oko 45S), termoakumulacijski se zid pokazao s jedne strane energetski efikasnim, a s druge ekonomski isplativim zbog zanemarivo niske dodatne investicije u odnosu na ukupnu cijenu građevine.

Predfabrikacija takvog arhitektonsko-građevinskog elementa, dodatno bi reducirala njegovu cijenu, uz istodobnu veću kvalitetu pojedinih detalja.

3.2.2. Kuća "V1" u Koprivnici

Kuća je izgrađena 1986. godine, u novom, vrlo gusto naseljenom području Lenišće, gdje razmak između kuća nije dovoljan za energetski efikasno korištenje sunčeve energije u prizemnoj etaži u zimskim mjesecima. Iz tog su razloga termoakumulacijski zidovi izvedeni na pročelju 1. kata. Za kuću je karakterističan staklenik povezan sa staklenikom vanjskog bazena koji znatno povećava energetsku efikasnost. Solarni pretvornici-kolektori za zagrijavanje vode uklopljeni su u krovnu konstrukciju kao "sunčani pokrov".

Ova obiteljska kuća odabrana je kao arhitektonski model za prostorno-energetsku demonstraciju u okviru razvojnog, edukacijskog i stručno-znanstvenog projekta "Energetska kuća" Saveza energetičara Hrvatske [11].

3.3. Projekt "Energetska kuća"

U sklopu razvojnog, edukacijskog stručno-znanstvenog projekta "Energetska kuća" Saveza energetičara Hrvatske, pokrenutog 1991. godine, po prvi je

put u Hrvatskoj, na visokoj, znanstvenoj i stručnoj razini definiran i razrađen pojam energetske kuće [11].

U projekt je na razne načine uključeno više od 60 stručnjaka iz državne uprave, znanstvenih i stručnih ustanova, te proizvodnih i izvođačkih tvrtki i poduzeća.

Od 1992. godine kontinuiranim se organiziranjem domaćih i međunarodnih znanstveno-stručnih skupova pod pokroviteljstvom resornih ministarstava, pokušava podići energetske-ekološka svijest i dostići europska razina građenja u Hrvatskoj.

Projekt "Energetska kuća" postavlja kriterije i zahtjeve na kvalitetu građenja koji su usmjereni prema etapnom, vremenski i materijalno realnom doseg europskih standarda i normi, pri čemu su uvjeti građenja definirani urbanističkim, arhitektonskim, građevinskim, tehnološkim, funkcionalnim, energetske, ekološkim, ekonomskim, estetskim i normativnim zahtjevima uz uvažavanje regionalnih i etnoloških karakteristika. Projekt se temelji na izgradnji ogledne energetske obiteljske kuće u Hrvatskoj, radi iznalažnja i predlaganja optimalnih normi i standarda u području toplinske zaštite i građevinske fizike, te korištenja sunčeve energije i drugih obnovljivih izvora, uz kontinuirano promoviranje novih, prvenstveno domaćih, energetske i građevinske tehnologije, elemenata i materijala.

Nadalje, on daje posebno značenje ekonomskim karakteristikama izgradnje novih i rekonstrukcije postojećih stambenih i gospodarskih zgrada, polazeći od načela da ekonomskom analizom isplativosti gradnje ili rekonstrukcijskih zahvata treba obuhvatiti čitav životni vijek građevine, uvažavajući sve uštede korištenja suvremenih, visokokvalitetnih energetske efikasne sustava, tehnologije, elemenata i materijala.

Jedan je od prioritarnih zadataka projekta što skorije provođenje izmjena i dopuna važećih hrvatskih propisa za područje toplinske zaštite zgrada u skladu sa Smjernicama vijeća Europske unije [15], [16].

4. ZAKLJUČAK

Različiti primjeri inozemnih uspješno provedenih pilot programa energetske efikasnosti u zgradarstvu ukazuju na nekoliko zajedničkih momenata:

- najjači poticaj realizaciji programa energetske efikasnosti je zadovoljavajuće zakonodavno uređenje područja toplinske zaštite i pasivne i aktivne solarne arhitekture unutar urbanističke, arhitektonsko-građevinske i energetske legislative;
- primjenom suvremenih principa energetske efikasnosti koji objedinjuju bioklimatske projektantske tehnike, visokokvalitetnu toplinsku zaštitu, aktivne solarne elemente i sustave, koncepte pasivne sunčane arhitekture, te primjenu energetske efikasne uređaja i sustava u zgradama, potrošnja energije za grijanje i pripremu tople vode može se

reducirati u granicama između 30 i 70%, a emisija CO₂ od 15 do 50%;

- jedan od preduvjeta uspješne provedbe pilot programa je sustavni, višegodišnji monitoring pilot zgrada, uz kontinuirano informiranje javnosti o svim važnim momentima provedbe programa i postignutim rezultatima.

Kao izravna posljedica svjetske energetske krize 1973. godine, u Hrvatskoj se početkom osamdesetih godina, pojavljuju prvi projekti pasivne solarne arhitekture obiteljskih kuća. Za daljnji razvitak energetske arhitekture od najvećeg je značenja donošenje novih, strožih propisa o toplinskoj zaštiti zgrada [15]. Postojeći su propisi znatno niži od europskih standarda i odnose se jedino na građevine veće od 500 m², čime je veliki dio današnje stanogradnje izvan zakonske obveze.

Dosadašnja pozitivna iskustva u primjeni pasivne solarne arhitekture u Hrvatskoj trebaju osigurati njezin daljnji razvitak, kao jedan od preduvjeta modernog, europski orijentiranog i ekološki koncipiranog graditeljskog i energetske sektora.

U posljednje vrijeme gotovo svi pilot programi, i to ne samo u sektoru energetike, imaju jako izraženu ekološku komponentu, a s obzirom na činjenicu da je zagađenje okoliša obično lokalne naravi, pokazna zona je vrlo podesna za pilot programe energetske efikasnosti radi reduciranja emisije onečišćujućih tvari.

Prigodom odabira pilot programa energetske efikasnosti u zgradama pokazne zone trebaju biti u tri klimatski različita područja Hrvatske.

Radi uspješne realizacije pilot programa treba slijediti neke općenite odrednice:

- odabrani pilot program treba biti prilagođen trenutnoj situaciji u Hrvatskoj, a ne jednostavno preslikano tuđe iskustvo;
- odabrane pokazne zone trebaju biti što tipičnije za Hrvatsku u cjelini, a ne jedino za specifična, uska područja zemlje;
- u svim fazama pripreme i realizacije pilot programa nužno je djelotvorno praćenje, prikupljanje, analiza i sinteza rezultata;
- dobiveni rezultati moraju biti važan čimbenik u oblikovanju nacionalne energetske politike, zakonodavstva i normi.

U pripremi i realizaciji pilot programa KUEN_{zgrada} trebaju od početka zajednički sudjelovati istraživačko-razvojne ustanove i građevinska industrija radi što brže implementacije dobivenih rezultata. Financiranje pilot programa, trebaju uz državu i međunarodne fondove novčano poduprijeti proizvođači građevinskih materijala i opreme, kojima suradnja na programu može otvoriti pristup na tržište.

Strana i domaća iskustva, istraživanja i analize pokazuju da je energetske efikasna građevina, izvedena od zdravih materijala, opremljena tehničkim instalacijskim i informatičkim uređajima koji upravljaju

energetsko-ekološkim funkcijama i osiguravaju pozitivan odnos između arhitekture i okoliša, idealna zgrada 21. stoljeća i prihvatljiva opcija održivog razvitka u trećem tisućljeću.

Energetsko-ekološka kuća 21. stoljeća je, ustvari, prijammnik sunčeva zračenja, spremnik topline ili hladnoće koja se bioklimatski raspodjeljuje u unutarnjem prostoru toplinske i svjetlosne udobnosti, proizvođač energije aktivnim instalacijskim i fotonaponskim sustavima, a ujedno je aktivno ekološko mjesto primarne selekcije sekundarnih sirovina, organske reciklaže i prikupljanja oborinske vode za sanitarnu upotrebu [12].

LITERATURA

- [1] V. KOLEGA [et. al.]: "KUEN_{ZGRADA} – Program energetske efikasnosti u zgradarstvu: prethodni rezultati i buduće aktivnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, travanj 1998.
- [2] LJ. MIŠČEVIĆ: "Suvremene energetske ekološke koncepcije i materijali u arhitekturi", Zbornik radova simpozija "Uvjeti kvalitetne izgradnje hrvatskih regija", SEH, Zagreb, 1994.
- [3] B. HRASTNIK [et. al.]: "SUNEN – Program korištenja energije sunca: prethodni rezultati i buduće aktivnosti", Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, travanj 1998.
- [4] G. KNEŽEVIĆ, V. BAZJANAC, LJ. MIŠČEVIĆ, B. BALETIĆ: "Improving the Energy Performance of Large Scale Housing through the Redesign of the Building Envelope", Zbornik radova Međunarodne konferencije International Solar Energy Society (ISES), Milano, 1990.
- [5] B. BALETIĆ: "Energetske pretpostavke stambene obnove", Čovjek i prostor, br. 11-12, Zagreb, 1990.
- [6] LJ. MIŠČEVIĆ: "Renewable Energy Technology and Bioclimatic Architecture in Croatia – a useful experience", Zbornik radova Svjetskog kongresa International Solar Energy Society (ISES), Harare, Zimbabwe, 1995.
- [7] KOPROJEKT, Katalog obiteljskih kuća i zgrada, Koprojekt, Zagreb, 1993.
- [8] LJ. MIŠČEVIĆ: "Passive Solar Architecture in Croatia", Solar World Congress, Proceedings, Budapest, 1993.
- [9] LJ. MIŠČEVIĆ: "Bioclimatic Rehabilitation of Dwellings in Croatia, Sun at Work in Europe, The Franklin Company Consultants Ltd., Vol. 8: No. 3, Birmingham, UK, 1993.
- [10] LJ. MIŠČEVIĆ: "Niskoenergetska visokotehnološka arhitektura", Zbornik radova Međunarodnog kongresa o energiji i zaštiti okoliša, Opatija, 1994.
- [11] Savez energetičara Hrvatske "Projekt Energetska kuća", Zbornici znanstveno-stručnih hrvatskih i međunarodnih simpozija, Zagreb, 1992.
- [12] Architektur, Innenarchitektur, Technischer Ausbau (AIT), 1-2/1993. I Architectural Review (AR), Houses, br. 1196, 10/1996.
- [13] H. TER HORST: "Building integrated PV in the Netherlands", SunWorld No. 1, 1996.
- [14] D. LOY, U. HARTMANN: "Berlin Solar Collector Ordinance", Zbornik radova 10. međunarodne konferencije EUROSUN 96, München, 1996.
- [15] V. KOLEGA: "Uvod u nacionalni program energetske efikasnosti u zgradarstvu - KUEN_{ZGRADA}", Energija br. 5, Hrvatska elektroprivreda, Zagreb, listopad 1999.
- [16] Smjernice Vijeća Europske zajednice 89/106 o građevinskim proizvodima, Temeljni dokument o uštedi energije i toplinske zaštite, 21. prosinca 1988.
- [17] Internet adresa: www.neckarsulm.de
- [18] Internet adresa: europa.eu.int
- [19] Internet adresa: www.ise.fhg.de
- [20] Internet adresa: www.ecde.demon.co.uk

REVIEW OF FOREIGN AND DOMESTIC ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS' PILOT PROGRAMMES

The paper reviews some interesting foreign and domestic programmes of energy efficiency in buildings that prove real possibilities of energy saving measures and environmental protection, using energy effective equipment and systems in buildings, bio-climate design techniques as well as active and passive solar architecture.

DIE ÜBERSICHT AUSLÄNDISCHER UND EINHEIMISCHER VERSUCHSPROGRAMME DER ENERGETISCHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT IN GEBÄUDEN

In diesem Artikel ist die Übersicht einiger interessanter ausländischer und einheimischer Versuchsprogramme der energetischen Leistungsfähigkeit in Gebäuden dargestellt. Dabei ist der mögliche Ausmaß der Energiesparung und der Umfang des Umweltschutzes durch energetisch wirksame Geräte und Einrichtungen, durch bioklimatische Entwurfsverfahren, sowie mittels aktiver und passiver Nutzung der Sonne in der Architektur sachlich erreicht.

Naslov pisca:

Mr. sc. Vesna Kolega, dipl. ing.
Energetski institut "Hrvoje Požar"
Savska cesta 163
10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis:
2001-11-15.