

kuća sa staklenikom



31

Treba istaći još jednu izuzetno značajnu osobinu solarnih pasivnih kuća, naročito onih sa staklenikom. Pošto ove kuće zahtevaju, kao dopunu solarnog grejanja, malu količinu konvencionalne energije, nije neophodno u njima ugradivati skupi grejni sistem sa kotlarnicom i centralnim grejanjem. Dovoljno je instalirati obične električne grejače, jer je potrošnja električne energije mala. Na primer, kuća od 100 m^2 u području Beograda bi u toku zime zahtevala dodatnu energiju od svega 2200 kWh . Prema proračunu, prosečna dopunska električna snaga u januaru iznosila bi 1 kW , a u najgorim uslovima, kada više dana nema prinosa sunčeve energije, maksimalno opterećenje bi iznosilo $5,5 \text{ kW}$. U praksi je, izgleda, situacija još bolja. U Balkombovoj kući, na primer, najveće opterećenje iznosilo je svega 3 kW , iako je njena stambena površina 212 m^2 , a spoljna temperatura se spuštala i do -24°C . Projektni je, ipak, bilo predviđeno maksimalno opterećenje od 6 kW . Ova kuća je za pomoćno grejanje u toku jedne zimske sezone potrošila svega 745 kWh , a u toku druge — 581 kWh !

Dodatni trošak za gradnju solarne kuće sa staklenikom ne premaša cenu klasičnog sistema za centralno grejanje. Sam staklenik, međutim, predstavlja koristan životni prostor i ne bi ga trebalo u potpunosti računati u dodatne solarne troškove.

Projekti solarnih kuća Instituta „Boris Kidrič“ i „Našeg stana“ rađeni su sa zadatkom da cena ovih kuća ne premaša više od 10 odsto cene porodičnih kuća iste površine i iste topotne izolacije.

Solarna kuća sa staklenikom je i leti ugodnija od obične kuće. Zahvaljujući dobroj topotnoj izolaciji i velikoj unutrašnjoj masi, nadstrešnicama, kao i prirodnom strujanju vazduha, njena unutrašnja temperatura nikad nije previšoka. Ova kuća će se, u stvari, leti ponašati kao starinske kuće sa izuzetno debelim

zidovima. U slučaju potrebe, sistem za forsiranu cirkulaciju vazduha i topotno kameno skladište sa zidovima mogu se rashlađivati noćnim hladnjim vazduhom.

Oplemenjena mikroklima

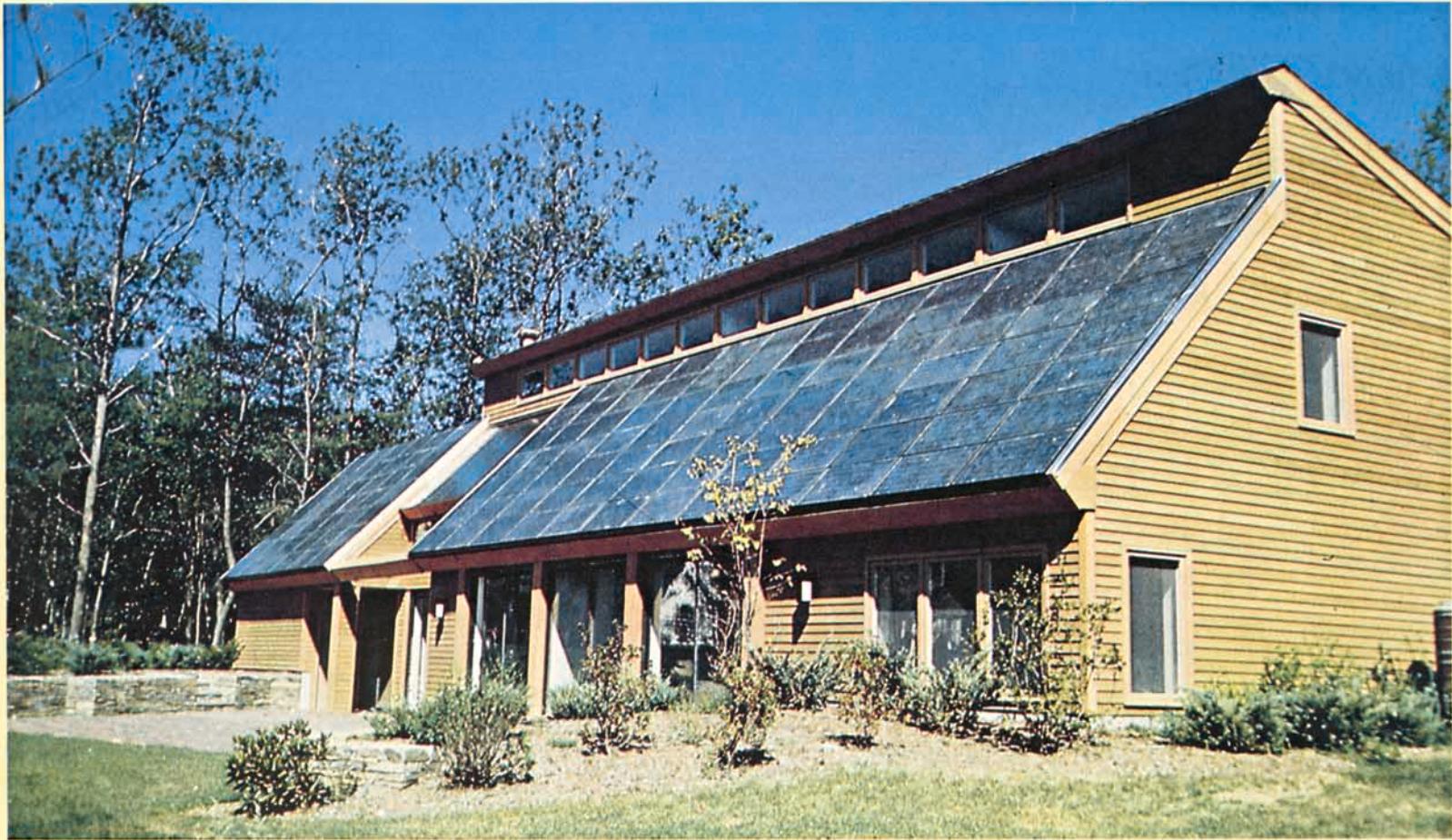
Pored toga što staklena veranda predstavlja koristan životni prostor, što može da služi kao staklena bašta za uzgoj cveća i povrća tokom zime, ili da sadrži stepenište, ona je i za arhitektu mnogo privlačnija nego čista staklena fasada ili krov sa prijemnicima. Primeri kuća sa staklenicima koje smo odabrali za ovaj pregled ilustruju mogućnosti koje se pružaju za lepo arhitektonsko oblikovanje južne fasade zgrade.

Staklena veranda, najzad, ima jedan poseban i veoma povoljan uticaj na mikroklimu stanovanja. Budući da se u njoj mogu gajiti biljke, koje ispuštaju vodenu paru, tako se na najprirodniji način dobija optimalna vlažnost u stanu. Istina, biljke za to troše jedan deo sunčeve energije koja dospeva u staklenik, ali tu cenu vredi platiti za dobijanje vlažnog vazduha bez upotrebe posebnih uređaja. U Balkombovoj kući merena je količina energije koja se troši na ispravljanje biljaka i ustanovljeno je da ona iznosi oko 10 odsto zahvaćene solarne energije. Pri tome se relativna vlažnost u kući održava između 30 i 50 odsto.

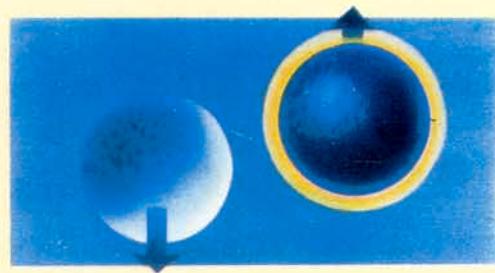
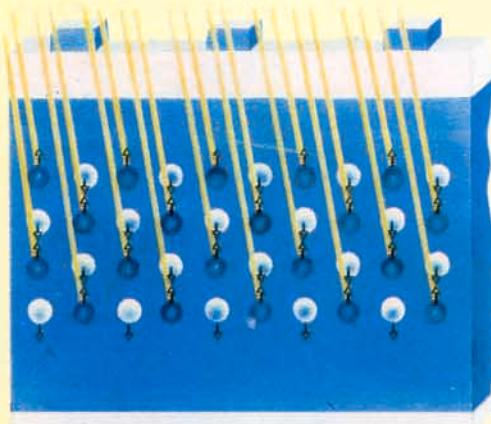
solarna elektrifikacija zgrada

Totalna solarna kuća: Zahvaljujući solarnim celijama na krovu, kuća u Karlajlu obezbeđuje za svoje žitelje od sunca ne samo toplostnu nego i najveći deo potrebne električne energije

32

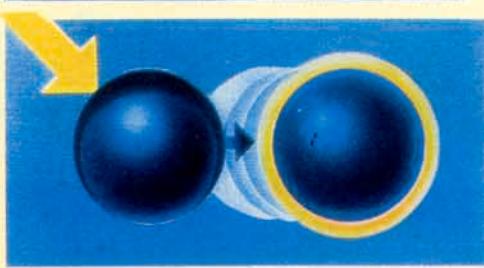


Kako radi solarna čelija



Na njihovom mestu ostaju rupe, u koje „uskaču“ elektroni susednih atoma

Padajući na tanku silicijumsku pločicu, sunčeva svetlost prisiljava elektrone u njoj da se kreću. Naime, veze između elektrona i spolašnjoj ljušci atoma silicijuma su dovoljno slabe da ih fotoni sunčeve svetlosti izbacuju iz omotača. Na njihovom mestu ostaju rupe, u koje „uskaču“ elektroni iz susednih atoma. Na taj način, rupe i elektroni se „pomeraju“ napred. Da bi potekla struja, elektroni i rupe moraju „poteći“ u suprotnom pravcu. To se postiže pomoću jednog trika: Na gornju stranu pločice nanosi se jedan element koji ima jedan elektron više od silicijuma (fosfor), a na donju stranu element koji ima jedan elektron manje. Ti slojevi „usisavaju“ i usmeravaju elektrone i rupe.



Fotoni izbacuju elektrone iz atomskog omotača.



Počinje da teče električna struja

kuća budućnosti

U krugovima stručnjaka koji rade na korišćenju sunčeve energije obično se iznosi teza da je njena toplotna primena već sada ostvarljiva, dok je korišćenje solarne električne energije stvar dalje budućnosti, možda 21. veka.

Takva shvatanja, međutim, više nisu opravdana. Zahvaljujući ogromnom i spektakularnom razvoju solarnih čelija poslednjih godina, solarna električna energija postala je preko noći faktor sa kojim se već može računati u raznim primenama — od manjih kućnih centrala do velikih elektrana. Na taj način, solarna kuća koja pored potrebne toplote od sunca dobija i električnu energiju postaje stvarnost, i to ne 21. veka nego ove decenije.

Solarne čelije

Solarne čelije predstavljaju poluprovodničke elemente koji sunčevu zračenje pretvaraju direktno, u samo jednom fizičkom procesu, u električnu struju.

Postoji više vrsta solarnih čelija — na bazi kadmijum-sulfida, galijum-arsenida i drugog — ali se za sada ubedljivo najbolji rezultati postižu čelijama od silicijuma. U novijem izvođenju one se grade od jeftinijih vrsta silicijumskog kristala, tzv. semikristala. Upravo su na tržište izbačene čelije od semikristalnih traka, sa stepenom iskorijenja od 12 posto, površine do 200 cm² i cene od nekoliko dolara po vatru vršne snage. U toku je izgradnja potpuno automatskih fabrika ovih čelija i očekuje se da će u roku od 2—3 godine njihove cene pasti do blizu jednog dolara po vatru. A to je, prema ekonomskim analizama, cena pri kojoj kućna solarna elektrana postaje rentabilna, pod uslovom da je ukopčana u opštu električnu mrežu iz koje pozajmiliće energiju kada sama ne proizvodi dovoljno i kojoj prodaje viškove.

Američka preduzeća već su pristupila gradnji solarnih kuća za tržište koje svu potrebnu energiju, toplotnu i električnu, dobijaju od sunca. Na pomolu su, dakle, energetski samodovoljne kuće. Zahvaljujući predusretljivosti dr S.J. Stronga, rukovodioca u preduzeću „Solar Design Associates“ iz Linkolna (Masačusets, SAD) dobili smo dokumentaciju o jednoj od šest ovakvih kuća koje je ovo preduzeće izgradilo. Opisaćemo kuću koja se nalazi u Karlajlu u državi Masačusets (severoistočni deo SAD).

Energetski samostalna kuća

Ukupna potrošnja električne energije u domaćinstvima stalno raste kako se razvijaju i uvode sve noviji električni aparati. Kada se izračuna primarna energija za proizvodnju kilovatčasa električne energije utrošene u kući, onda se ispostavlja da savremena domaćinstva čak i u hladnijim predelima utroše više goriva za električnu energiju nego za grejanje zgrada. To je pogotovo slučaj u dobro projektovanim pasivnim solarnim kućama. Stoga sada u prvi plan dolazi proizvodnja električne energije na licu mesta, tj. kod samog potrošača. Takav pristup ima dve značajne prednosti: prvo, domaćinstvo postaje energetski nezavisno i, drugo, smanjuje se ukupna potrošnja primarnih energetskih izvora. Stoga se opravdano računa da energetski samodovoljnim kućama pripada budućnost.

Šest kuća koje su projektovale i izgradile stručnjaci preduzeća „Solar Design Associates“ nalaze se u raznim krajevima SAD. Očigledan je cilj ovog preduzeća da stekne iskustvo u projektovanju i izgradnji ovakvih kuća za razne klimatske uslove. Sve kuće spadaju u pasivan tip solarnih kuća, sa izvanrednom toplotnom izolacijom. Vrlo su prostrane i građene tako da pružaju sve udobnosti na koje su Amerikanci navikli; dakle, to su prave rezidencije.

Na krovovima ovih kuća ugrađene su solarne čelije, visokog stepena iskorijenja i gusto upakovane, tako da praktično zauzimaju skoro sav raspoloživi prostor krova. Veličine tih solarnih generatora određene su u zavisnosti od geografske lokacije i načina potrošnje energije, ali sa osnovnom koncepcijom da se zadovolji najveći deo potreba u elektroenergiji. Kućne elektrane su spregnute sa elektromrežom. Posebno je značajno da su kuće građene za određene naručioce i da se u njima živi.

Pasivna toplota i aktivna struja

Solarni električni generator se u funkcionalnom pogledu izvrsno dopunjuje sa sistemom pasivnog solarnog grejanja. U arhitektonskom smislu, međutim, među njima postoji izvesno rivalstvo, pošto i jedan i drugi sistem zahtevaju osunčani prostor. Stoga se od arhitekte zahteva brižljivo razmatranje pri dizajnu kuće. Srećom, za veće geografske širine, na primer one na kojima se nalazi Jugoslavija, zimsko sunce je nisko, te pasivna arhitektura koristi uglavnom južnu vertikalnu površinu kuće. Tako krov ostaje slobodan za solarni generator.

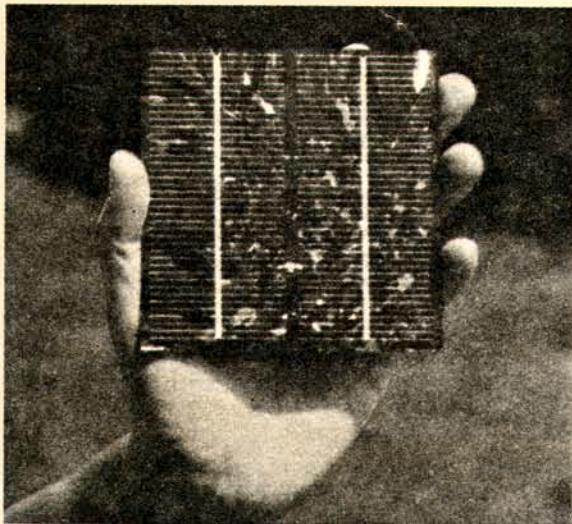
Budući da je optimalni ugao za celogodišnje zahvatanje sunčeve energije jednak kako za solarni generator tako i za prijemnike za sanitarnu vodu, krov može da bude pod jedinstvenim nagibom, pri čemu se manji deo dodeljuje sistemu za zagrevanje vode.

Kuća u Karlajlu

Karlajl se nalazi 30 kilometara severoistočno od Bostona na geografskoj širini od 43°, tako da je za južni krov zgrade, na kome se nalazi generator, izabran nagib od 45°. Južna strana zgrade je dobrim delom u staklenim vratima (ukupne površine 32,5 m²), kroz koja ulazi sunce, zagrevajući prostorije za dnevni boravak, trpezariju i drugo. Podovi ovih prostorija su od betonske mase ukupne zapremine 11,5 m³, a pokriveni su tamnim keramičkim pločicama. U ovoj masi se skladišti najveći deo sunčeve energije koja dospeva kroz prozore. U središtu dnevne sobe nalazi se velika peć (kamin) sa znatnom masom zidova odžaka, a u dnevnoj sobi za decu metalna peć na drva. Kuhinja i druge pomoćne prostorije su takođe u prizemlju, a četiri spavaće sobe i dva kupatila na spratu.

Spoljni zidovi kuće i pod su izolovani tablama od fiberglasa debljine 20,5 cm i stiropora debljine 2,5 cm, a krov sa fiberglasom debljine 30,5 cm. Prozori na istočnoj, zapadnoj i severnoj strani imaju trostruko staklo. Temelji su takođe izolovani sa spoljne strane. Koeficijent gubitaka energije za ovu kuću je, tako, sveden na 0,8 W/m² K, što je oko 2,5 puta niža vrednost nego u standardnim kućama.

kuća budućnosti



Izvor kome pripada budućnost:
Solarna čelija od semikristala silicijuma

Dopunsko grejanje u kući ostvaruje se pomoću topotne pumpe vazduh-vazduh, snage 11,3 kW. Vazduh iz pumpe ulazi u kuću kroz otvore pored prozora, a vraća se niz posebne kanale u centralnom dimnjaku. Ventilator u tom sistemu služi i za raspodelu toplog vazduha u kući kada se ovaj zagreva suncem. Pored velikih prozora na južnom zidu kuće, sunce se zahvata i kroz niz manjih prozora duž gornje ivice krova. Leti su ti prozori zaštićeni nadstrešnicom, a mogu i da se otvore radi provetrvanja. Ako je potrebno, i topotna pumpa može da radi kao rashladni uređaj.

Centrala na krovu

Južni krov je podeljen na tri dela: dva spoljna ukupne površine 98,4 m², na kojima su postavljeni modeli sa fotonaponskim čelijama, i unutrašnji od 10 m², koji nosi pomenuti solarni sistem za zagrevanje sanitарне vode.

Upotrebljene solarne čelije su proizvod firme „Solarex“, načinjene su od semikristalnog silicijuma, kvadratnog oblika, tako da je njihovo pakovanje u module veoma efikasno.

Solarni generator ima ove karakteristike:

snaga: 7,3 kW (58 W po modelu).
energija: 10 MWh godišnje
napon: 190 V
jednosmerna struja: 38 A
broj modela: 126 (18 redova po 7 modela)
električna veza: 9 nizova po 14 modula.

Jednosmerna struja se transformiše u naizmeničnu preko jednofaznog invertera snage 8 kW, izlaznog napona 240 V i stepena iskorišćenja 95%.

Generator ima nominalnu vršnu snagu od 7,3 kW, ali po zimskom suncu proizvodi nešto veću snagu od ove, a leti manju zbog zavisnosti stepena iskorišćenja čelija od temperature. U kući nije postavljena nikakva akumulacija električne energije, tako da se električna energija pozajmljuje iz mreže kada nema dovoljno sunca, a višak se,

opet, isporučuje mreži kada solarni generator proizvodi više od onoga što kućni potrošači traže.

U proseku za celu godinu, solarni generator proizvede gotovo svu količinu energije koja se u kući utroši, ali, dok se u letnjem periodu javlja višak, u toku zime kuća dosta zavisi od električne mreže. Po mesecima to izgleda ovako:

	Proizvodnja generatora kWh/mesec	Procenat zadovoljenja potreba
januar	521	40
februar	619	58
mart	862	77
april	885	95
maj	1011	123
jun	1071	145
jul	1007	140
avgust	927	131
septembar	933	140
oktobar	732	85
novembar	507	54
decembar	459	37
Svega	9534 kWh	Prosek 94%

U praktičnom radu solarni generator je pokazao izvrsne rezultate. Najsunčanijeg dana u maju generator je proizveo 39,9 kWh, a najtmurnijeg 2,6 kWh. Najveću snagu generator je imao u martu — 7,87 kW.

Autori ove kuće S.J. Strong i R.J. Osten ukazuju na činjenicu da se kuće danas uglavnom grade na zajam, i to na dvadeset do trideset godina. Za to vreme će, po njihovom mišljenju, doći do znatnih promena u načinu na koji svet proizvodi, raspodeljuje i troši energiju. Niko ne zna kakve će se sve promene desiti, ali jedno je sigurno — era obilnih i jeftinih fosilnih goriva je prošla.

Kuća u Karlajlu demonstrirala je da je energetska samodovoljnost, računajući godišnji prosek, moguća u dobro projektovanoj pasivnoj solarnoj kući sa solarnim generatorom spregutim na mrežu, pri čemu se ne moraju činiti nikakvi ustupci na račun komfora i životnog stila.

Kao dalji korak ka potpunoj energetskoj nezavisnosti, projektanti će nastojati da solarni fotonaponski generator, zajedno sa vetrogeneratorom, uklope u sistem za proizvodnju vodonika i akumulacije električne energije, tako da će buduće kuće biti u stanju da zadovolje sve energetske potrebe svojih žitelja bez vezivanja za električnu mrežu.

Pregled jugoslovenskih proizvođača uređaja za korišćenje sunčeve energije domaća solarna oprema

Svoje solarne planove domaća industrija obnarodovala je prvi put pre nešto više od tri godine na beogradskoj izložbi „Solar 78“. Desetak proizvođača tvrdilo je, tada, da je u njihovim halama sve spremno za serijsku proizvodnju, koja može da počne koliko sutra, i da se očekuje samo domaći kupac. Pokazalo se, na žalost, da su ove prognoze bile suviše lepe da bi bile istinite. Nekoliko proizvođača koji su glasno najavljivali svoje ambiciozne programe odustalo je od sunčeve energije. Oni koji su ostali još uvek nisu odmakli od faze prototipa i laboratorijskih ispitivanja, uz po koji ogledni objekat. U međuvremenu su svoju šansu okušali i drugi, tako da je broj (potencijalnih) domaćih proizvođača dosad narastao na dvadesetak. Ne ulazeći na ovom mestu u rasprave o multipliciranju kapaciteta i rasipanju ionako skromnih snaga i sredstava, moramo da konstatujemo da se ni oni, na žalost, nisu proslavili naročitom efikasnošću. Uz izuzetak titogradskog „Elastika“, koji za sobom ima već nekoliko hiljada kvadratnih metara kolektora, niko još nije usvojio serijsku proizvodnju i u trgovine još uvek nije upućen ni jedan jedini kvadratni metar.

Međutim, bez obzira na poslovičnu sporost i inertnost naše privrede kad se radi o novim rešenjima, nešto se i kod nas ipak događa. Očekivali smo da ćemo u ovom izdanju uspeti, po prvi put, da objedinimo sve važnije informacije o rađanju jugoslovenske solarne industrije i damo iscrpniji katalog jugoslovenske solarne opreme. Na žalost, ni jedan od devetnaest proizvođača nije prihvatio saradnju, iz prostog razloga što se svi još uvek pribjavaju kupca (umesto da ga priželjkuju) — čak i onda kada im dolazi na noge. Stoga objavljujemo samo najosnovnije podatke, do kojih smo došli zahvaljujući dipl. ing. Josipu Grabovcu i dipl. inq. Maksu Rogošiću. Preciznije uslove nabavke — kao što su cene, rokovi i uslovi isporuke — nismo uspeli da saznamo. Nadamo se da će naši čitaoci u direktnom kontaktu sa proizvođačima imati više sreće.

MPP „Cevovod“, Maribor

Prvi domaći proizvođač pločastih kolektora počeo je po licenci austrijske firme HTG, da bi kasnije razvio svoj sopstveni proizvod. Pored kolektora, proizvodi rezervoare toplice, solarne bojlere (200—500 l) i izmenjivače toplice. Proizvodi pojedinačno po narudžbi.

TVT „Boris Kidrič“, Maribor

Proizvodi toplotne rezervoare i solarne bojlere.

„Feromoto“, Maribor

U saradnji sa „Cevovodom“ iz Maribora i austrijskom firmom „OSKO“ priprema proizvodnju dva tipa sunčevih kolektora (sa crnim i selektivnim premazom) Heliocal SUPER i STANDARD u dve veličine.

„IMP“, Ljubljana

Nudi kompletну solarnu tehnologiju sopstvene konstrukcije: ravne kolektore, rezervoare toplice, spiralne i pločaste

izmenjivače toplice, cirkulacione pumpe i uređaje automatske regulacije, a izrađuje i projekte uređaja za korišćenje solarne energije. Proizvodi pojedinačno po narudžbi.

„Gorenje“, Velenje

Priprema proizvodnju sunčevog kolektora sopstvene konstrukcije, paket sistema za grejanje sanitarnе vode porodične kuće i toplotnih pumpi za grejanje sanitarnе vode i prostorije. Osim toga, ponudiće vikend program i inženjeringu usluge.

LTH, Škofja Loka

Proizvodi pojedinačno po narudžbi pločaste kolektore sa aluminijumskim i bakarnim apsorberom, rezervoare toplice, solarne bojlere, toplotne pumpe i uređaje automatske regulacije.

„Tehnomont“, Pula

Proizvodi pločaste kolektore, toplotne rezervoare i solarne bojlere i projektuje uređaje za korišćenje sunčeve energije.

pregled jugoslovenskih proizvođača

„Termofriz“, Split

Priprema proizvodnju pločastih kolektora, rezervoara toplote, solarnih bojlera i izmenjivača toplote, a nudi i projektne usluge.

„Unioninvest“, Sarajevo

Priprema proizvodnju sendvič kolektora kao sastavnog dela fasadnog elementa „luxalon“. Pošto je sastavljen od niza elemenata, dimenzije kolektora su u pogledu širine neograničene, a dužina iznosi 12 m. Osim toga, proizvodi rezervoare toplote, solarne bojlera, izmenjivače toplote i nudi projektantske usluge.

„Šinvoz“, Zrenjanin

Proizvodi pločaste kolektore, rezervoare toplote, solarne bojlera i izmenjivače toplote.

uporedni pregled domaćih kolektora

R. br.	MPP „CEVOVOD“ Meljski dol 1 .62000 Maribor	„FERROMOTO“ Partizanska c 3—5 62000 Maribor	„IMP“ — KLIMAT Vojkova 58 61000 Ljubljana	„GORENJE-TIKI“ Magistrova 1 61107 Ljubljana	„LTH“ 64220 Škofja Loka	„TEHNOMONT“ OUR MONTAŽA Industrijska 27 52000 Pula	„TERMOFRIZ“ OUR IV OPREME 58000 Split Zrinjsko-Frankopanska
1. Tip	CEVOSOL	MELOCAL STANDARD	SSE-80	TISOL-2	SZ15	SKT-10	ST-3
2. Dimenzije (mm)	900×1864×110	1045×2015×85	880×1858×91	1050×2050×110	835×2060×105	1000×2000×85	925×1995×88
3. Masa (kg)	56	25	46	38	44	50	47
4. Atest	u toku	strani	da	da	—	da	u toku
5. Pokrov (mm)	staklo 5	transparentni poliester	staklo 4	akrilno staklo	staklo	staklo	staklo
6. Površina apsorbera (m ²)	1,4	1,9	1,4	2,0	1,56	1,65	1,67
7. Materijal apsorbera	čelik	bakar	bakar aluminijum	inox	aluminijum	bakar	bakar aluminijum
8. Apsorptivni premaz	crni mat lak	solor lak	crni mat lak	selektivni oksid	crni lak	solar lak	crni mat lak
9. Koeficijent apsorocije	—	0,95	0,86	0,92	0,95	0,95	—
10. Koeficijent emisije	—	0,86	—	0,10	0,95	0,86	—
11. Maks. rad. temp. (°C)	110	180	180	160	150	160	140
12. Maks. radni pritisak (bar)	4,5	6	25	5	3	20	12
13. Izolacija kolektora (mm)	parofen 35	mineralna vuna 50	poliuretan 40	poliuretan 50	poliuretan 55	poliuretan i mineralna vuna 50	poliuretan 30
14. Okvir	aluminijum	aluminijum	aluminijum	aluminijum	poliester	aluminijum	aluminijum
15. Donja ploča	aluminijum	aluminijum	aluminijumska folija	aluminijum	poliester	aluminijum	aluminijumska folija
16. Masa medija (kg)	6,6	2,7	2,5	4,0	2,5	1,3	1,6
17. Optimalna brzina medija (m/s) —	—	do 0,5	—	—	—	—	1,0—1,5
18. Pad pritiska (Pa)	250	2200	200	—	—	3000	—
19. Protok (kg/h)	—	95—114	101	—	55	119	100
20. Trajnost (god)	15	20—30	10	10	—	20	15
21. Garantni rok (god)	—	—	2	5	1	10	2

domaća solarna oprema

konstrukcije i po licenci firme „Alinko“. Osim toga, u proizvodnom programu se nalaze topotna pumpa snage 20 kW i skladišta toplote. Isporuka od januara 1982. godine — samo kompletan inženjering.

„Crvena zastava“, Kragujevac

Priprema proizvodnju montažnih i prenosnih kolektora „Vikend“, solarnih bojlera i skladišta toplote.

„Jugoterm“, Gnjilane

Proizvodi solarne kolektore.

„Elektromontaža“, Ohrid

Radi na kompletном programu solarne opreme: pločasti kolektori, koncentratori, solarni bojleri, rezervoari toplote i topotne pumpe.

Metalski zavod „Tito“, Skopje

Priprema opsežan program uređaja za korišćenje sunčeve energije. Uz koncentratore po licenci američke firme „Acurex“ proizvodiće, pojedinačno po narudžbi, i dva tipa ravnih kolektora. U planu je i proizvodnja opreme za grejanje staklenika, sušare poljoprivrednih proizvoda i pripremu tehnološke pare.

„Progres“, Varaždin

Proizvodi sunčeve kolektore, rezervoare toplote i uređaje za automatsku regulaciju. Isporuka za 30 dana.

„Elastik“, Titograd

Proizvodi pločaste kolektore za velike sisteme i spiralne za porodične zgrade. Priprema proizvodnju i solarnog bojlera. Vrši kompletan inženjering. Opremu isporučuje za dva dana.

UNIONINVEST Beogradska 1 71000 Sarajevo		„ŠINVOZ“ Vase Savića 3 23000 Zrenjanin		..14. DECEMBAR.. OOUR TERMOVENT „GOŠA“ ROIMO Rada Neimara 4 11000 Beograd		„CRVENA ZASTAVA“ Nemanjina 1 11000 Beograd		„JUGOTERM“ Save Kovačevića bb92300 Ohrid 38250 Gnjilane		„ELEKTROMONTAŽA“ MZ „TITO“ Madžari 91000 Skopje		„PROGRES“ P. Miškine 43a VARAŽDIN	
M-600	ŠSU-2	RA3	PSE-1	Z-1		DEUM 900/160	SK-10	SKMZT-100	KG-2				
600×1200×50	804×1804×104	1000×2000×80	800×1800×95	850×1930×80		950×1650×105	1015×2075×80	1040×2040×170	1114×942×102				
100	70	55	57	56		63	—	45	15 kg				
u toku	da	—	u toku	u toku		—	—	da	—				
akrilno ili prozorsko staklo staklo 3	4	kaljeno staklo 5	kaljeno staklo 5	kaljeno staklo 5,5		staklo 4	staklo 5	staklo 5	staklo 5				
6,6	1,3	1,91	1,3	1,5		1,44	2,0	1,9	0,46				
aluminijum	bakar	bakar aluminijum	čelik bakar aluminijum	bakar aluminijum		čelik	bakar	bakar	plastika				
crni mat lak	nextel velvet coating	crni mat lak	specijalni premaz	nextel 3M		crni mat lak	crni mat lak	crni premaz	—				
0,98	0,95	—	—	0,98		0,96	0,93	0,95	—				
0,89	0,96	—	—	0,89		0,96	0,86	0,86	—				
—	180	150	150	150		120	130	120	—				
6	6	30	6	20		6	6	6	2				
poliuretan 50—100	mineralna vuna 50	poliuretan 30	poliuretan 60	poliuretan 40		mineralna vuna 50	poliuretan 30	poliuretan 80	kamena vuna				
plastika-al	čelik zaštićen	aluminijum	aluminijum	čelik zaštićen		aluminijum	aluminijum	aluminijum	plastika				
aluminijum	čelik zaštićen	šperploča	poliester	aluminijum		aluminijum	aluminijum	aluminijum	—				
16,4	1,0	2,0	2,7	1,5		2,8	1,5	2,1	2,5+2,5				
—	0,33	0,6	—	0,09		—	0,19÷0,25	0,05	—				
—	1200	2800	—	1000		—	2000	1000	—				
—	120	80	—	108		60—100	32	90	—				
10	15	—	10	15		—	10	10	—				
—	3	—	2	1+2		—	2	1	—				

principi gradnje solarnih kuća

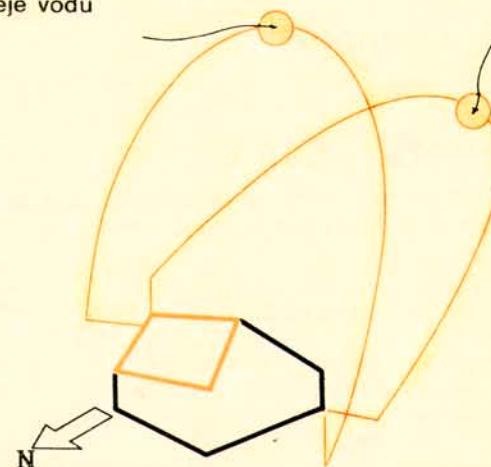
1 Prilagođavanje klimi, terenu i suncu

Pre projektovanja i gradnje kuće neophodna je studija teren. i mikroklime. Razmotriti nagib terena, orientaciju, rastinje, prirodne zaklone, mikroklimu itd.

a Sunce: iskoristiti sve što pruža

Odrediti za datu lokaciju kretanje sunca u toku godine da bi se ustanovilo kako se zgrada osunčava leti i zimi

letnje sunce
može da pomogne
klimatizaciju
i da greje vodu

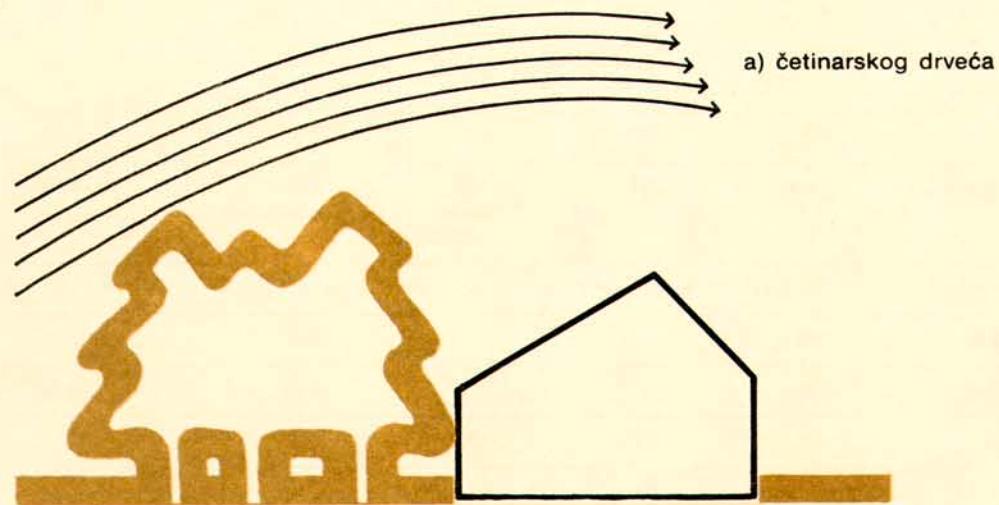
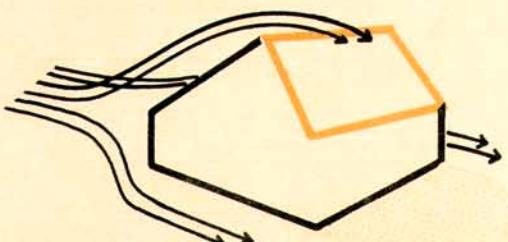
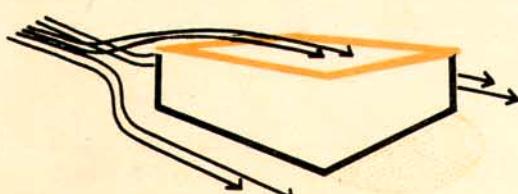


zimsko sunce
greje zgradu
i vodu

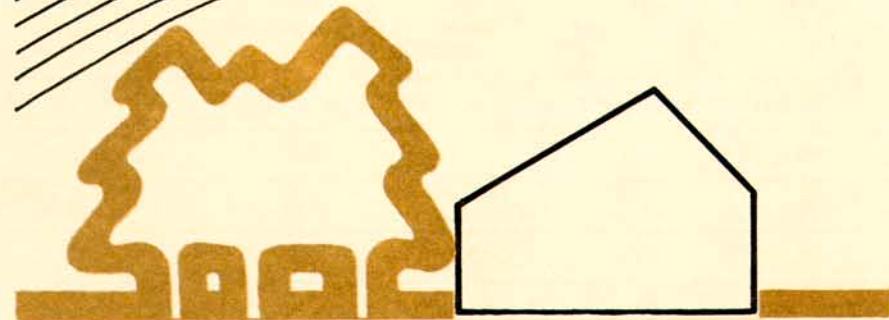
b Vetur: zaštитiti zgradu

od pretežnih zimskih vetrova
i stvoriti zaštitnu zonu pomoću

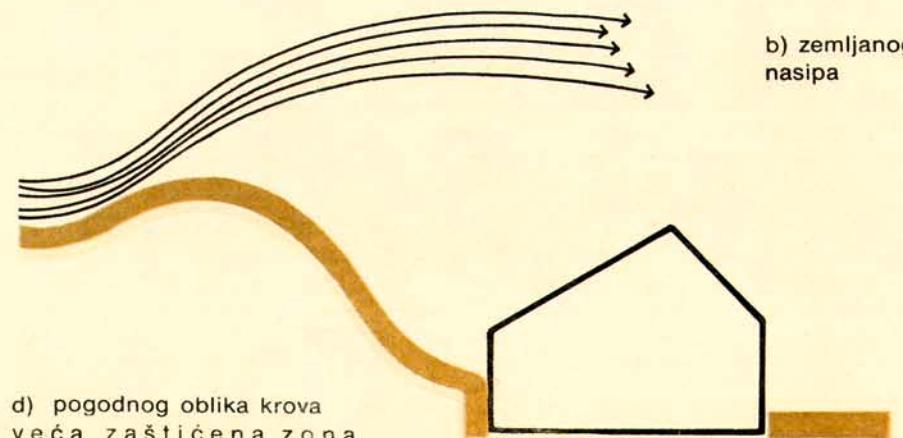
c) oblika zgrade
mala zaštićena zona



a) četinarskog drveća



b) zemljjanog
nasipa



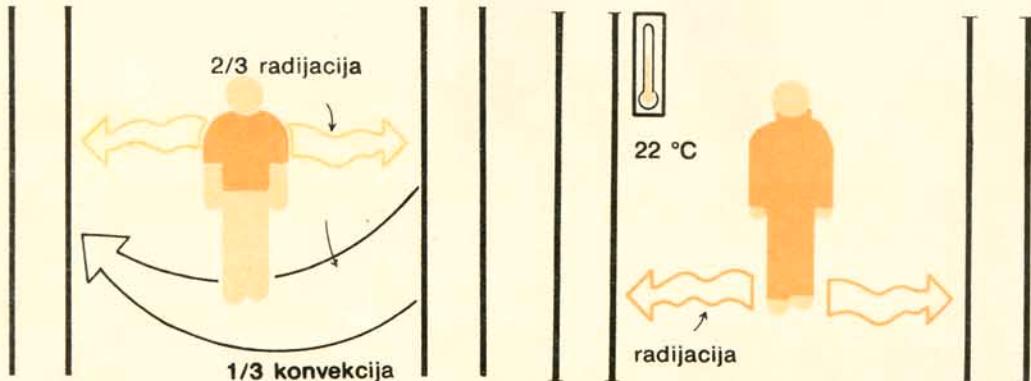
d) pogodnog oblika krova
veća zaštićena zona

solarna kuća u stripu

2 / Uslovi ugodnosti

moraju da budu polazna tačka u projektovanju energetski racionalne kuće

39



a) gubici energije

b) problem
slabo izolovana zgrada može da bude odlično zaptivena a da ipak bude neugodno hladna

termostat
se može postaviti na 17°C
bez narušavanja ugodnosti



c) rešenje
zahvaljujući dobroj izolaciji
sobna temperatura od svega 17°C
može da odaje utisak
priyatno tople prostorije

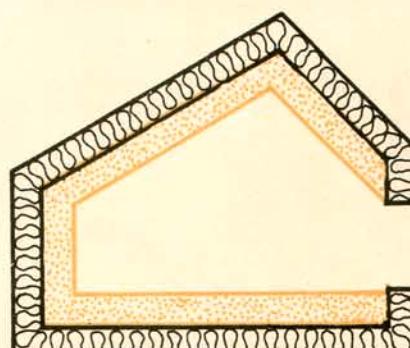
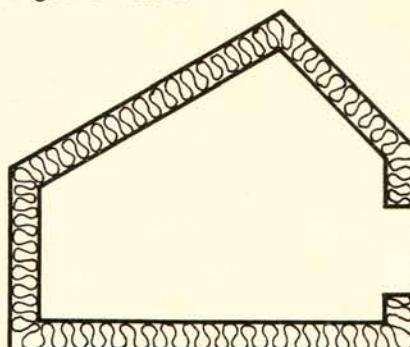
Dobro izolovani zidovi deluju toplije

3 / Pregrevanje

Neophodno je sprečiti preterano zagrevanje prostorija u periodima velike sunčanosti, naročito u proleće i jesen, iz dva razloga:

1. osećaja ugodnosti — pregrevanje se, istina, može sprečiti otvaranjem prozora i sruštanjem zavesa, ali ...

2. treba zahvatiti i sačuvati što više sunčeve energije za hladnije dane



Preterana izolacija bez neophodne mase
može da dovede do prevelikog zagrevanja

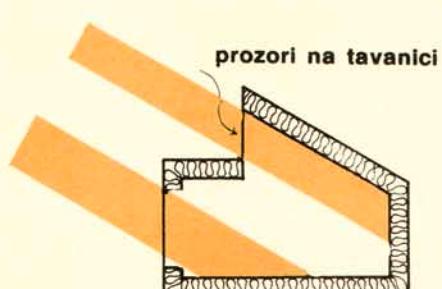
leto
zakloniti zgradu od sunca drvećem,
zastorima i ostvariti dobro provetranje

Najbolje rešenje
Izračunati optimalnu veličinu staklenih
otvora na južnoj strani i povećati
unutrašnju masu zgrade

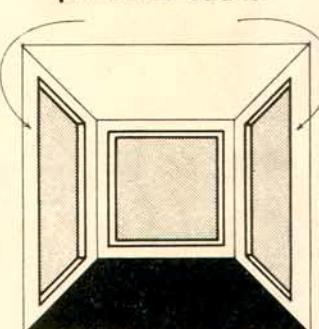
4 / Vizuelna ugošnost

veoma važna a često se zanemaruje

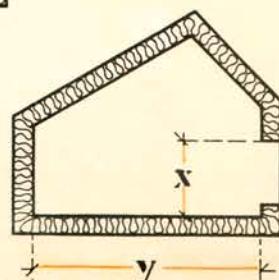
sprečiti zasenjavanje pomoću prozora koji
osvetljavaju zadnji deo prostorije



prozori sa strane



prosto pravilo



smanjiti kontrast

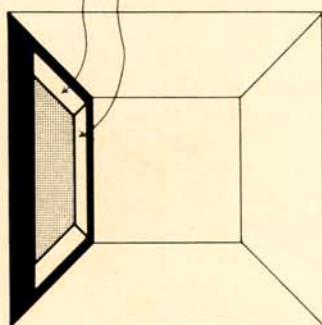
Y ne treba da premaši
Z — $2\frac{1}{2}$ X u sobi
sa samo jednim prozorom

X — Y

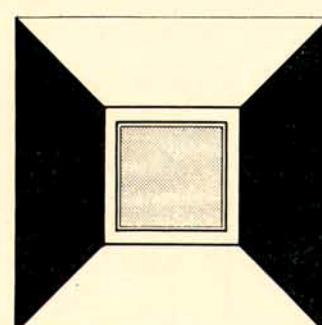
principi gradnje solarnih kuća

40

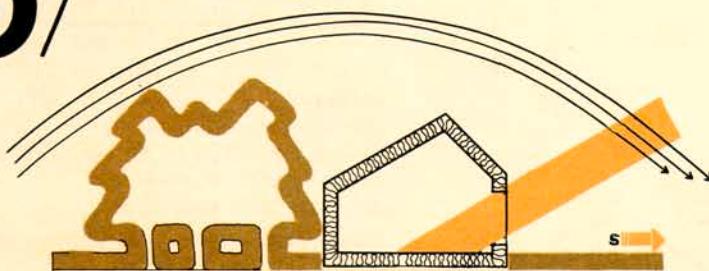
zakošavanje otvora



svetla boja zida oko prozora

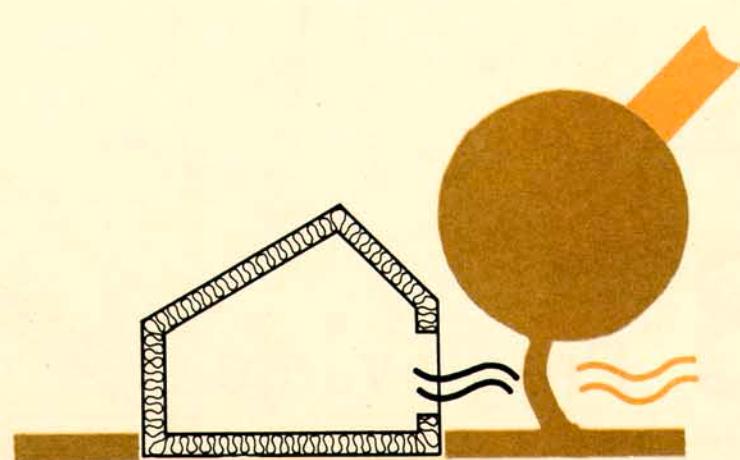


5/Rastinje



a/Zima

zaklon od vetrova
drveće mora biti zimzeleno



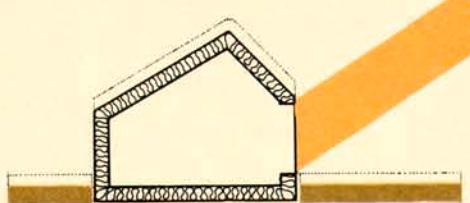
b/Leto

osenčavanje i hlađenje isparavanjem
drveće mora biti listopadno
razne vrste drveća bacaju senke
u različitom stepenu

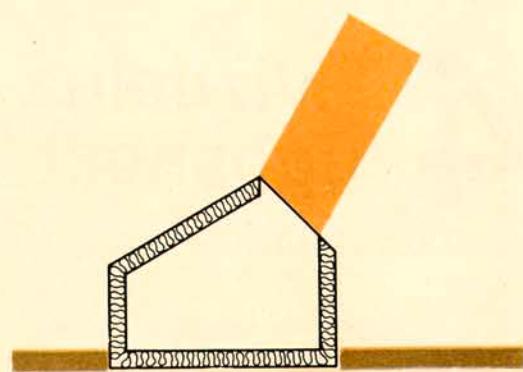
6/Prozori

zadaci

- A postići najveći zahvat sunca zimi
- B smanjiti ulaz sunca leti
- C izbeći gubitke energije zimi
- D ostvariti maksimalno provetrvanje leti



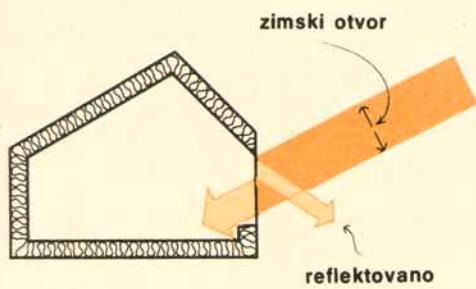
A veliki prozori na južnoj strani
zahvataju sunčevu energiju zimi



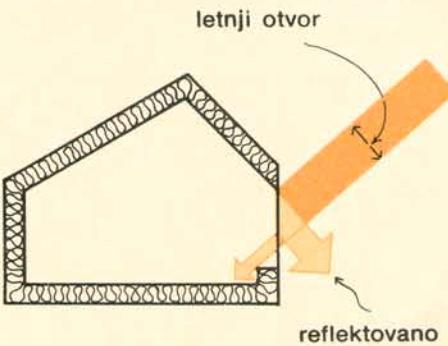
B veliki kosi prozori kako na južnoj tako
i na istočnoj i zapadnoj strani
prouzrokuju pregrevanje leti

solarna kuća u stripu

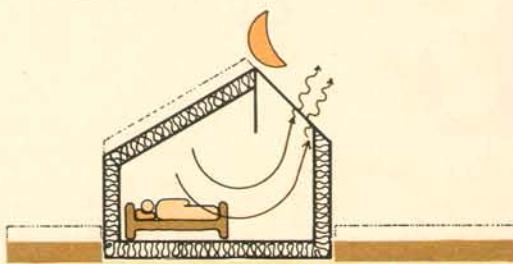
41



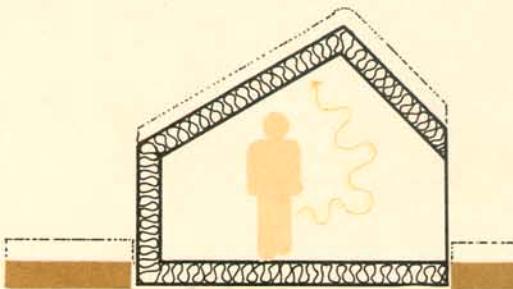
južni vertikalni prozor spontano reguliše ulaz sunčeve energije usled promene ugla sunčevog zračenja i upadnog ugla



pokretna izolacija sa reflektivnom površinom povećava zahvat sunčevog zračenja



C kroz kose prozore
zimi se u toku noći zračenjem gubi velika količina energije

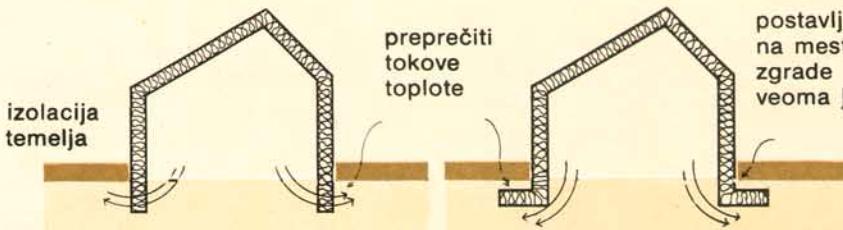


D efekat solarnog dimnjaka
postaviti velike otvore (po mogućnosti izolovane table) na strani kuće koja je u zavetru letnjih vetrova

7/Toplotni gubici

kroz izolaciju i provetrvanjem

Dobrom izolacijom i zaptivanjem moguće je na ekonomski isplativ način smanjiti energetske gubitke u kućama za 60%. Veliki ostatak od 40%, do 3/4, može da se podmiri sunčevom energijom.

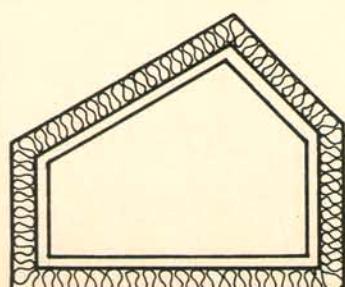


postavljanje izolacije na mestu dodira zgrade i tavanice veoma je teško

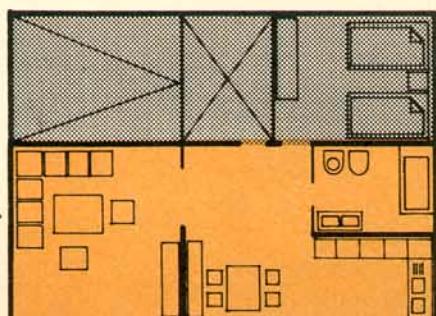
Izolacija

gde je nivo podzemnih voda visok treba postaviti termo i hidro izolaciju ispod cele kuće

spoljna izolacija



u zgradama koje se stalno koriste treba postaviti spoljnu izolaciju da bi masivni zidovi svojom inercijom obezbedili toplotnu stabilnost



zaštitna zona
pomoćne prostorije, garažu i dr. treba postaviti na severnu stranu da bi dejstvoale kao zaštitna zona

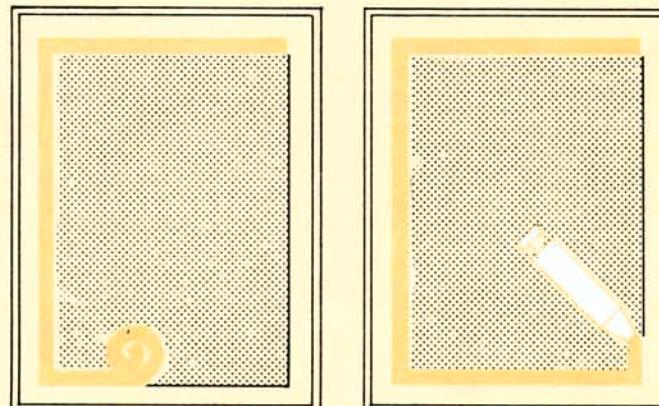
principi gradnje solarnih kuća

42

b / Provetravanje

Provetravanje je nužno da bi se održavala svežina vazduha u prostorijama. Potrebna je najmanje jedna izmena svaka 2 časa.

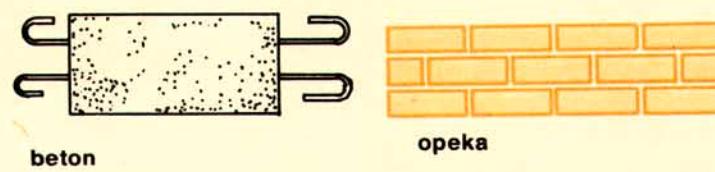
većina zgrada propušta znatno više od ove količine da bi se postiglo minimalno provetravanje zgradu treba dobro zapititi naročito na prozorima, vratima, spojevima krovu i drugde



gubici energije zbog stalne izmene vazduha iznose oko 50% svih gubitaka u dobro izolovanoj zgradi

8 / Toplotna masa

je neophodna u kući da bi se postigla stabilna temperatura i održala toplota



svaki materijal ima sposobnost upijanja toplote



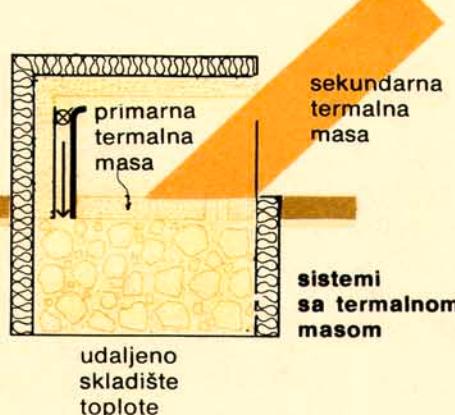
što je površina tamnija energija se bolje apsorbuje i čuva u topotnoj masi

glavni zadatak

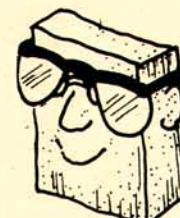
održati nisku temperaturu zida i prikupiti veliku količinu toplote

u vodi se toplota brzo prenosi strujanjem ali je voden rezervoar skup

sekundarna masa, ona koja direktno prima sunčev zračenje, ima takođe veliku ulogu u stabilizaciji temperature



Jednostavna pravila

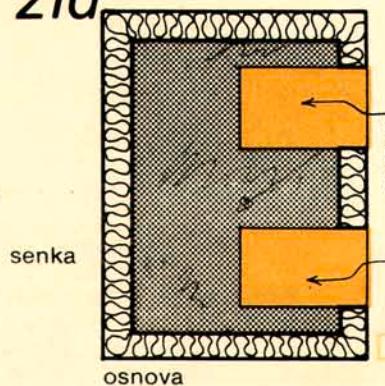


debљina cm	kolebanje temp. unutrašnje površine (°C)	vremensko kašnjenje (h)
20	22	6,8
30	11	9,3
40	5	11,9
50	3	14,5

osobine Trombovog zida po sunčanom danu

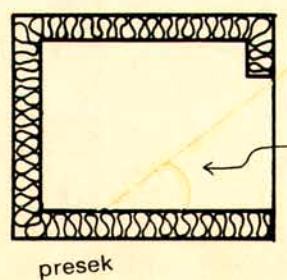
b / Direktni zahvat kroz zid

primarna termalna masa 160—240 Wh/°C po m² efektivnog otvora prozora 21. decembra



a / Trombov zid

160 Wh/°C po m² osunčane površine



C / Direktni zahvat kroz mutna stakla

d / Udaljeno skladište

290 Wh/°C po m² poda 80—120 Wh/°C po m² osunčane površine u slučaju forsirane cirkulacije

solarna kuća u stripu

9/Energija disipacije



trosobna kuća

mesec	osvetljenje (kWh/dan)	topla voda (kWh/dan)
januar	19	5,0
februar	19	5,0
mart	18	4,5
aprili	16	4,0
maj	14	3,5
juni	12	3,0
juli	12	3,0
avgust	14	3,5
septembar	16	4,0
oktobar	18	4,5
novembar	19	5,0
decembar	19	5,0

Gotovo sva energija koja se troši na osvetljenje i uređaje pretvara se u toplotu.

Energija tople vode se uglavnom ispušta kroz kanalizaciju, osim ako se ugrade posebni izmenjivači toplote.

11/Pomoćno grejanje

u našim krajevima, sem primorja, neophodno

Izbor:
nepovoljna noćna termoakumulacija naredni dan može da bude sunčan pa pomoćno grejanje nije potrebno

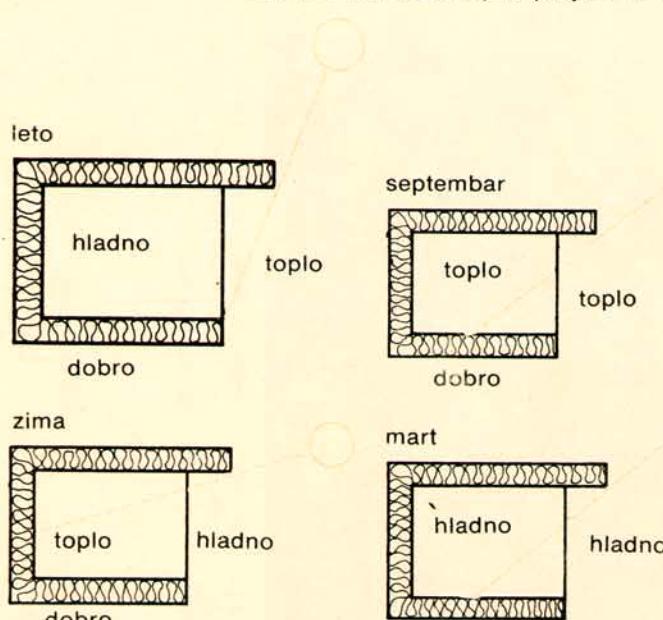
Pogodan sistem:
sa veoma brzim reagovanjem pomoćni sistem dimenzionisati za:

- noćne uslove
- za slučaj bez unutrašnje disipacije
- za spoljnju projektnu temperaturu

10/Nadstrešnica

a/Nepokretne nadstrešnice

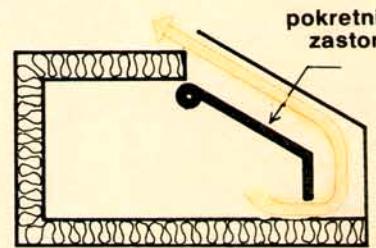
ne dozvoljavaju podešavanje senke i zbog toga se moraju pažljivo projektovati



u martu i septembru sunce je na istoj visini ali u martu je, po pravilu, mnogo hladnije nego u septembru

b/Pokretne nadstrešnice

imaju višestruku ulogu ali to može da bude skupo



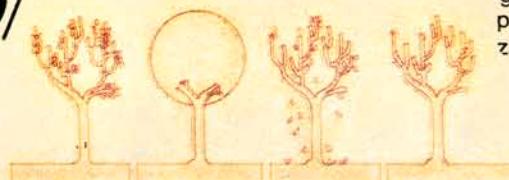
leti: zaklanja sunce i dejstvuje kao solarni dimnjak

zimi: noćna izolacija



listopadno drveće sa sitnim granama je pogodno za letnju zaštitu od sunca

C/Drveće



osunčavanje postojećih stambenih zgrada



Poslednje ali nezaobilazno sredstvo: Solarnoj tehnologiji treba pribeci tek nakon što se iscrpe sve "pasivne" mogućnosti; hladnu kuću ne mogu da zagreju ni najefikasniji kolektori

redosled poteza

Kada danas pristupamo projektovanju i gradnji kuće, jasno nam je, na osnovu savremenih saznanja o kojima smo govorili, kojih se sve principa moramo držati i šta možemo da očekujemo. Ali, šta je sa postojećim zgradama? Može li se na njima primeniti solarna energija na zadovoljavajući način u tehničkom i ekonomskom pogledu?

Većina vlasnika porodičnih kuća, koji se interesuju za korišćenje sunčeve energije, razmatra, u prvom redu, postavljanje solarnih prijemnika na krov da bi tako olakšala problem grejanja. Po našem mišljenju, *to je poslednje što treba preuzeti*. Razuman redosled poteza bio bi sledeći:

Utopliti zgradu

Najpre treba prikupiti podatke o toplotnoj izolaciji zgrade, izračunati toplotne gubitke i oceniti šta se može učiniti na poboljšanju zgrade. Iz dosadašnjih studija postojećih objekata proizlazi da je najlakše poboljšati izolaciju krova, odnosno tavanice, zatim prozora i vrata, naročito u pogledu zaptivenosti. Ugradnja propisnih termalnih zastora (kapaka, zavesa i dr.) pokazuje se, takođe, veoma korisnom i ekonomičnom. Napomenimo, uzgred, da nijedan od postojećih komercijalnih zastora nema dovoljno dobra izolaciona svojstva, i pred proizvođačima je nimalo lak zadatak da ponude bolja rešenja. Na kraju, dolazi na red poboljšanje izolacije spoljnih zidova. Po pravilu, toplotnu izolaciju treba stavljati sa spoljne strane zida. Ako je to neostvarivo, dolazi u obzir i unutrašnja izolacija, naročito severnog zida. Tada se, međutim, smanjuje unutrašnja masa kuće, pa time i njene toplotna inercija.

Investicija u poboljšanje topotne izolacije zgrade treba da se isplati uštedom u energiji u roku od 5—8 godina. Na ovaj način mogu da se smanje godišnji izdaci za grejanje do dva puta, u zavisnosti od toga kakva je postojeća izolacija kuće. Primer tipične kuće koji smo ranije naveli može da posluži za kvantitativnu orientaciju, s tim što postojeće zgrade, po pravilu, imaju još lošiju izolaciju od one koju smo prepostavili.

Poboljšati grejanje

Sledeći potez je preispitivanje postojećeg sistema za grejanje. Većina grejnih peći na naftu, ugalj, drva i dr. imaju nedopustivo, neki čak i katastrofalno nizak stepen iskorišćenja. Krajnje je vreme da neki kvalifikovani institut podvrgne testiranju sve postojeće grejne sisteme koji se nalaze na našem tržištu i da se isključe iz prodaje oni koji ne zadovoljavaju minimalne kriterijume.

U vezi sa ovim je i neizostavna ugradnja automatskih termostata koji kontrolišu grejna tela. Ispuštati zimi topot iz prostorija otvaranjem prozora, što je opšta praksa kod nas, je, zaista, veoma rasipničko ponašanje.

Solarizovati zgradu

Tek posle ovoga dolazi na red „solarizovanje“ zgrade. U tome kao prvi korak treba razmotriti južnu stranu zgrade. (Preciznije govoreći, ovo razmatranje se odnosi i na strane koje su okrenute od jugoistoka do jugozapada). Ako na tim stranama postoje veći prozori, onda, pored ugradnje zastora, treba razmotriti samu prostoriju u koju ulaze sunčevi zraci, materijale poda i zidova, nameštaja, njihove boje i dr. Ukoliko postoje konstruktivne i druge mogućnosti, treba povećati veličinu prozora na južnoj strani, a smanjiti na severnoj. Ugradnja masivnog zida ili rezervoara sa vodom iza prozora je, takođe, jedna od lakših i korisnijih intervencija.

Drugi potez je pretvaranje južnog zida u Trombov zid. To praktično znači da zid treba pokriti fasadom od stakla ili plastike, i to, za klimatske uslove u najvećem delu naše zemlje, sa dva sloja. Sam zid, razume se, treba prethodno obojiti tamnom bojom. Uz to, valja predvideti i pogodni termalni zastor. Uslov je, razume se, da južna strana zgrade u najvećem delu zimskog dana bude osunčana.

Ovi potezi mogu da dovedu do daljnog smanjenja potrošnje energije do dva puta.

Dograditi staklenik

Najprivlačniji i, čini nam se, najlegantniji način pretvaranja postojeće zgrade u pravu solarnu zgradu jeste dogradnja staklenika na južnoj strani. Svaka veličina staklenika je korisna, ali može se slobodno težiti i da tri četvrtine zgrade, za klimatske uslove kakvi su, na primer, beogradski, bude u staklenoj verandi. Širina verande je proizvoljna i može da bude i nekoliko metara. Bitno je da iza staklene verande postoji masivan zid ili voden rezervoar, tamno obojen, i da se predvidi prirodno ili forsirano prebacivanje toplog vazduha iz staklenika u kuću.

Ovo se mora raditi na bazi stručnog projekta, inače rezultati mogu da budu ispod očekivanja. Poželjno bi bilo da neke od projektnih organizacija razviju konsultatsku službu za izradu projekata za solarne prepravke postojećih zgrada, a od opštih službi bi se očekivalo da ne stavljaju prepreke onima koji žele da to čine, već naprotiv, da stimulišu takve akcije, kao i od banki da kreditima pomognu zainteresovane. Jer, to je u sveopštem interesu.

Ugraditi kolektore

Kao poslednji korak dolazi, kao što smo rekli, ugradnja aktivnih elemenata, solarnih prijemnika na krovu ili južnoj fasadi, sa svim propratnim elementima solarnog sistema. Ovo je najskuplji pristup, ali ponekad i jedini moguć, naročito na zgradama kod kojih je samo krov slobodno izložen suncu. Solarna oprema predstavlja i najveću i najriskantniju intervenciju na zgradu. Prijemnike je, takođe, moguće postaviti i na pomoćnim objektima, garaži, šupi i dr., kao i u dvorištu ili na pogodnoj južnoj padini ako nije udaljenija od kuće više od 30 metara.

domaća solarna arhitektura

Toplotna izolacija

Projekti koje ćemo opisati na narednim stranicama rezultat su saradnje dve radne organizacije koje, svaka u svom domenu, spadaju među vodeće u našoj zemlji, i jednog časopisa na čijim stranicama je energetika, a posebno solarna energija, prisutna gotovo u svakom broju. To su Institut za nuklearne nauke „Boris Kidrič“ iz Vinče, RO za projektovanje „Naš stan“ iz Beograda i, naravno, časopis „Galaksija“. Projekti predstavljaju potpunu novinu u jugoslovenskoj arhitekturi.

Institut „Boris Kidrič“ je pionir primene sunčeve energije u našoj zemlji. Od kako je još 1954. godine tadašnji direktor Instituta Stevan Dedijer dalekovido zaključio da bi Institut „Boris Kidrič“ trebalo da se bavi problemom energije sa mnogo šireg stanovišta nego što to nalaže nuklearna energija, u Institutu su praćena zbivanja na području korišćenja solarne energije. Čim je za to sazrelo vreme, Institut je, preko svog Centra za sunčevu energiju, postavio aktivan program rada na primeni ove energije. Zahvaljujući tome, Institut je mogao blagovremeno da podstakne neka naša preduzeća (RI-Niš, „Crvenu zastavu“, Kragujevac, „Đuro Salaj“, Niš i dr.) da počnu sa razvojem i proizvodnjom uređaja za korišćenje solarne energije. Isto tako, Institut je podstakao rad na ovom polju i u drugim razvojnim i istraživačkim ustanovama širom Jugoslavije, a obnovio je i naučnoistraživački projekt primene sunčeve energije, koji je, istina sa simboličkim sredstvima, finansirao SIZ za nauku Srbije.

Samogrejuće kuće

U ovim istraživanjima u Institutu je kao glavni zadatak postavljeno postizanje visokog stepena iskorišćenja sunčeve energije, uz obavezan uslov da dobijena energija bude sa ekonomski tačke gledišta prihvatljiva za naše prilike. Što se tiče problema grejanja zgrada, u Centru za sunčevu energiju došlo se do zaključka da pravo rešenje pre treba tražiti u načinu gradnje nego u korišćenju posebnih uređaja. Opravdanost takvog pristupa obrazložena je na prethodnim stranicama ovog pregleda.

Polazeći od tog zaključka, Institut je u saradnji sa arhitektama „Našeg stana“ pristupio projektovanju solarnih kuća, koristeći princip tzv. pasivne arhitekture — kuće same od sebe zahvataju i skladište sunčevu energiju. One, dakle, ne koriste posebne prijemnike za zahvatanje sunčeve energije, već se kao celina ponašaju kao solarni kolektor. Kuće su tako projektovane da veći deo potrebne grejne energije dobijaju od sunca, dok kao dopuna služi električna energija ili neki drugi izvor. Stoga imamo puno prava da ove kuće nazovemo ne samo solarnim nego i samogrejućim.

Ova sprega Instituta i „Našeg stana“ pokazala se vrlo plodotvornom. Kao što je Institut ovladao znanjem na polju solarne tehnologije, tako je i „Naš stan“ postigao zavidne rezultate u projektovanju porodičnih stambenih kuća. U proteklih deset godina izradio je oko 2000 projekata na osnovu kojih je izgrađeno ili je u toku izgradnja oko 12000 objekata. Cinjenica da svaki četrdeseti Jugosloven stanuje u objektima koji su građeni po projektima „Našeg stana“ obavezuje da se nivo projekata svakodnevno povećava — da projekte radi prema najnovijim saznanjima iz oblasti gradnje porodičnih stambenih zgrada kao i da u primeni materijala predviđa racionalna i ekonomična rešenja.

Svi ovi projekti imaju dosta zajedničkih crta, jer su tražena optimalna rešenja, a ona često dovode do jednog rezultata. Tako, na primer, sve kuće sadrže zastakljenu verandu i kameno skladište.

U kućama je predviđena toplotna izolacija bolja nego što zahtevaju sadašnji jugoslovenski propisi, ali se ostalo u granicama opravdanim kako sa ekonomski tako i sa tehničke strane, u skladu sa našim sadašnjim mogućnostima. U budućnosti bi, međutim, trebalo težiti još boljoj izolaciji zgrada, što će, nadamo se, razvoj tehnologije građevinskih materijala i omogućiti.

Iz podataka za svaki pojedini projekt vidi se da i u tako izolovanim kućama sunčeva energija ima veliki udio, koji ide sve do 86 odsto.

Staklena veranda

Po danu, bilo da je sunčan ili oblačan, sunčev zračenje, direktno ili difuzno, ulazi u staklenu verandu i pada na tamno obojene zidove. Masa ovih zidova proračunata je tako da po sunčanom danu zahvaćena energija podigne njihovu temperaturu do prihvatljive vrednosti, koja sa unutrašnje strane zidova ne sme da pređe 25°C. Tako ovi zidovi ujedno predstavljaju i skladište sunčeve energije i grejna tela u prostorijama koje ogradjuju. Zidovi, međutim, zagrevaju i vazduh sa spoljašnje strane, tj. u staklenoj verandi, pa se ovaj vazduh pomoću ventilatora prebacuje u kamena skladista ispod poda u prostorijama za dnevni boravak. Ohlađeni vazduh se iz skladista vraća u staklenik.

Skladište toplote

Kameno skladište ispod poda je jedan od ključnih elemenata ovakve samogrejuće solarne kuće. Ono ne samo da skladišti toplotu za noć ili za dane kada je priliv sunčeve energije manji, nego čini i osnovni i jedini elemenat podnog sistema grejanja. Skladište je, naime, dobro termički izolovano sa svih strana, izuzev prema podu. Zagreva se do maksimalne temperature od 25°C i, zahvaljujući svojoj masi od više desetina tona, predstavlja izuzetno dobar stabilizator temperature, koji obezbeđuje višednevno izravnjanje potrošnje i proizvodnje energije.

U ovim projektima primenjena je još jedna značajna novina, koju će, nadamo se, naša građevinska preduzeća prihvati i razraditi u standardan tehnički postupak. Zidovi i tavanica, koji se inače u savremenoj građevinskoj tehnici prave šupljim, ovde se koriste za sprovođenje vazduha od staklenika do podnog skladišta. Na taj način i oni postaju skladišta, kao i grejna tela. U ovim projektima, dakle, gotovo cela kuća se koristi kao toplotno skladište.

Projektanti su imali teškoća da šuplje tavanice i zidove uklope u zatvoreni grejni sistem. Iako su nađena neka zadovoljavajuća rešenja, treba očekivati da će se u saradnji sa industrijom građevinskog materijala i građevinskom operativom doći i do boljih.

Kao što smo istakli u odeljku o samogrejućim solarnim kućama, kada su i zidovi i pod dovoljno topli, temperatura od 18°C odaje utisak kao od 22°C. Na taj način ostvaruje se znatna ušteda u energiji, jer su toplotni gubici manji.