

Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku
**Građevinski i arhitektonski
fakultet Osijek**

SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA
Smjer: Vođenje građenja, nadzor i održavanje građevina

izv. prof. dr. sc. Željko Koški, dipl. ing. arh.

GRAĐEVINSKA FIZIKA

Osijek, 2019.

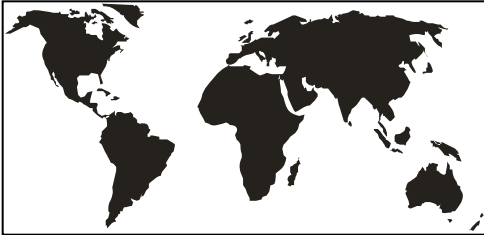
OVAJ SAŽETAK PREDAVANJA IZ IZBORNOG PREDMETA GRAĐEVINSKA FIZIKA SASTAVLJEN JE ZA POTREBE IZVOĐENJA NASTAVE NA SPECIJALISTIČKOM DIPLOMSKOM STRUČNOM STUDIJU GRAĐEVINARSTVA PO NASTAVNOM PROGRAMU USKLAĐENOM SA BOLONJSKOM DEKLARACIJOM KOJI JE PRVI PUTA PRIJMENJEN ZA I SEMESTAR STUDIJA U AKADEMSKOJ GODINI 2010/11.

CILJ PREDMETA JE UPOZNAVANJE STUDENATA SA PROŠIRENIM ZNANJIMA IZ PODRUČJA FIZIKE ZGRADA I SUVREMENIM SPOZNAJAMA KOJE TREBAJU OSIGURATI PROVEDBU PRINCIPA ODRŽIVOG GRADITELJSTVA, UŠTEDE ENERGIJE I ZAŠTITE ČOVJEKOVOG OKOLIŠA.

SADRŽAJ :

	stranica
1. UVOD	02
2. VREDNOVANJE TOPLINSKIH KARAKTERISTIKA ZGRADA	08
3. TEHNIČKI PROPIS O RACIONALNOJ UPORABI ENERGIJE I T. Z. U ZGRADAMA	38
4. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U ZGRADAMA	58
5. SUNČEVO ZRAČENJE KAO IZVOR ENERGIJE	70
6. PASIVNO KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE U ZGRADAMA	88
7. ZAŠTITA OD BUKE U ZGRADAMA	100

1. UVOD



Glavni problemi održivog razvitka ljudskog društva u budućnosti su :

1. Osiguranje dovoljnih količina jeftine energije
2. Zaštita okoliša

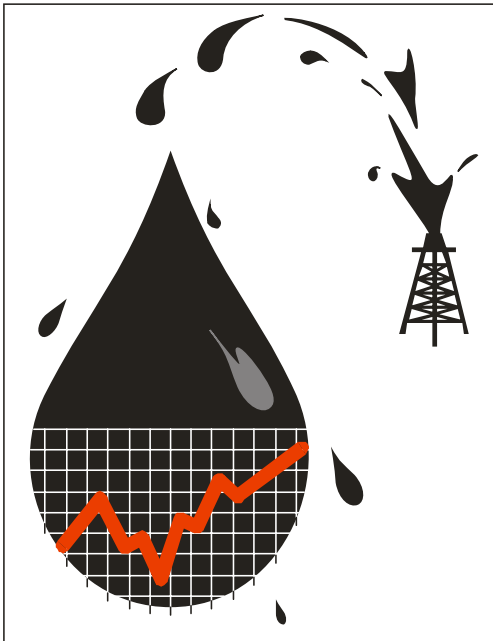
Pod pojmom održivog razvitka podrazumijeva se onaj razvitak koji zadovoljava današnje potrebe, ali bez ugrožavanja mogućnosti da i buduće generacije ostvare svoje potrebe.

Energija koju dobivamo iz fosilnih goriva kao što su ugljen, nafta, zemni plin sasvim je ograničena.

Nameće se velika potreba uporabe obnovljivih izvora energije koji će osigurati održivi razvitak.

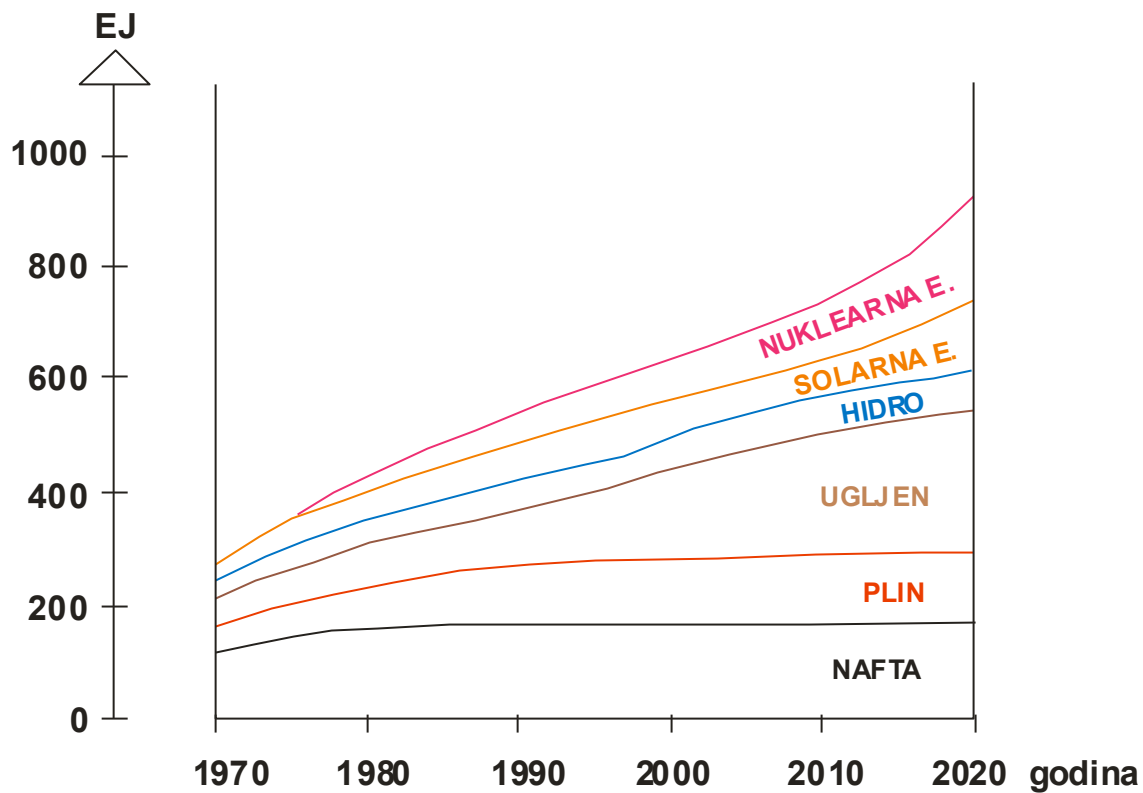
Tehnologiju uporabe obnovljivih izvora energije treba značajno usavršiti kako bi cijena energije postala niža od cijene energije dobivene iz klasičnih izvora.

Održiva gradnja, kao dio održivog razvitka, može se definirati kao gradnja koja upotrebljava ekološki čiste materijale, proizvodi energetski efikasne građevine i gospodari otpadom u sferi graditeljstva.





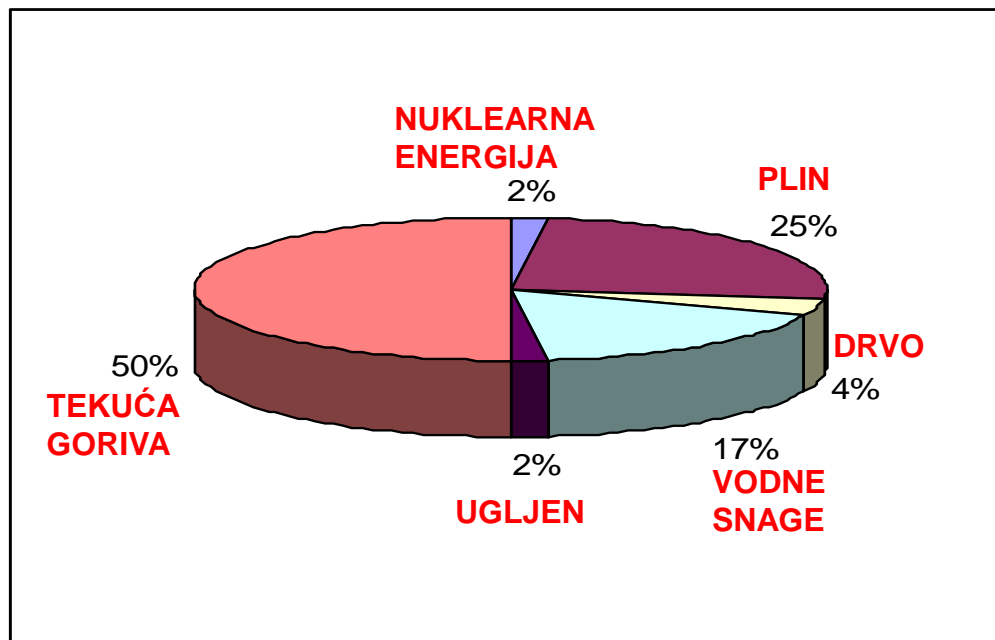
PROJEKCIJA ENERGETSKIH IZVORA SVIJETA



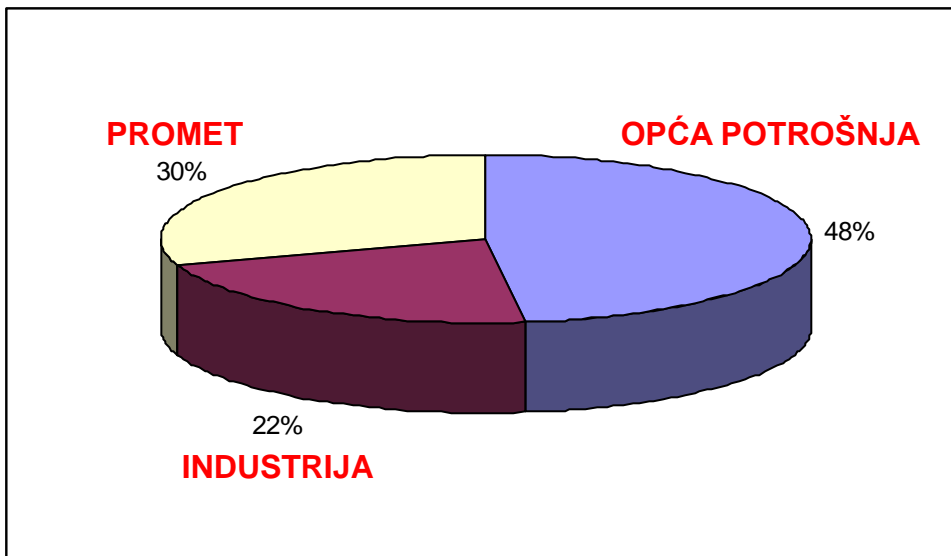
Osiguranje dovoljnih količina energije za održivi razvitak bazira se na dva nužna elementa:

- 1. Pronalaženje i usavršavanje tehnologija koje će u budućnosti osigurati što veću uporabu obnovljivih izvora energije**
- 2. Racionalna potrošnja i štednja energije kojom raspolažemo**

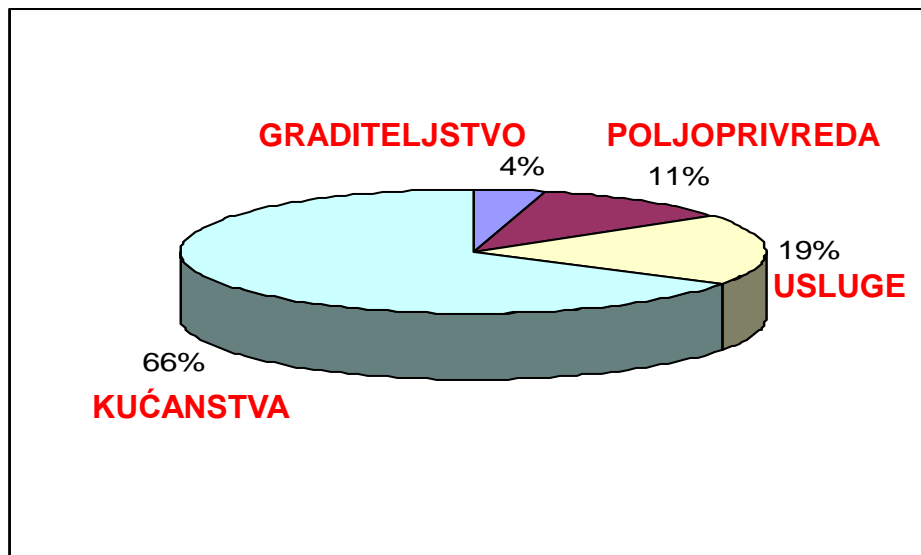
STRUKTURA POTROŠNJE PRIMARNE ENERGIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ (1999.g)



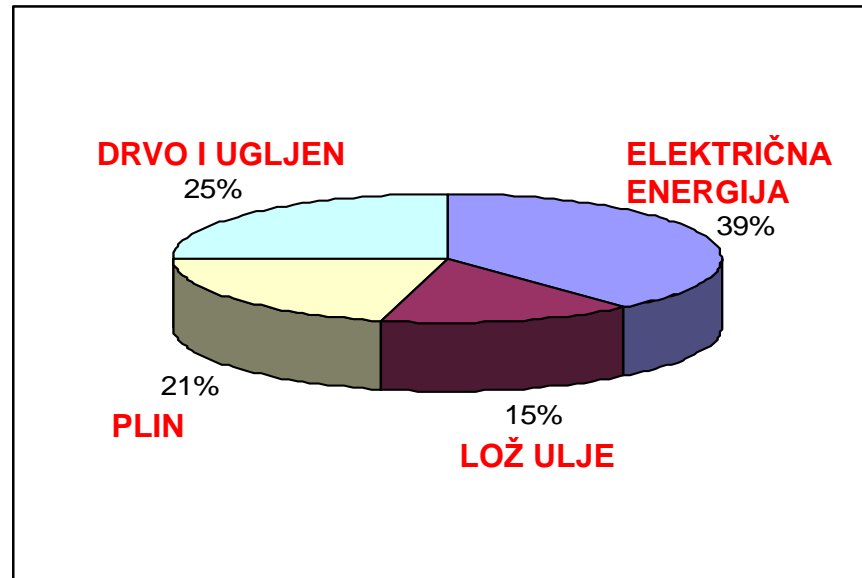
STRUKTURA FINALNE POTROŠNJE ENERGIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ



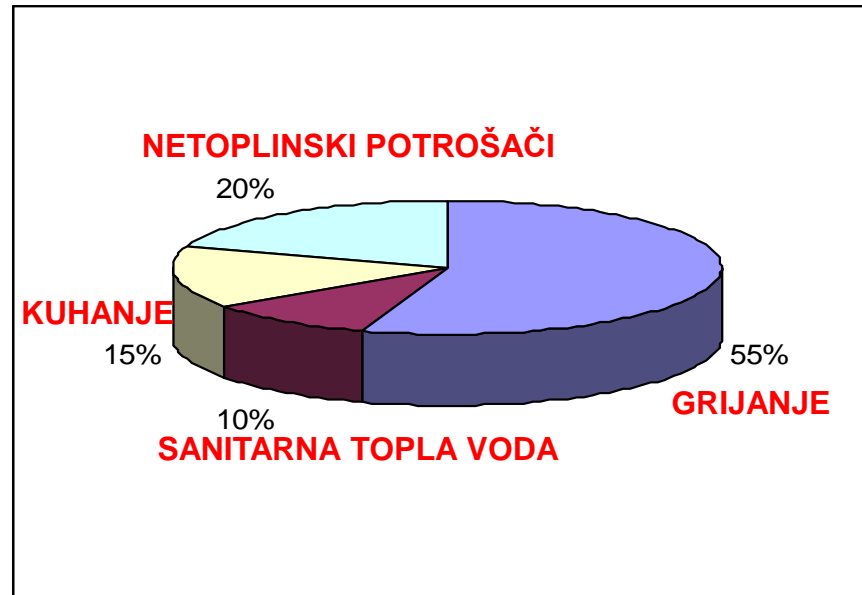
STRUKTURA OPĆE POTROŠNJE ENERGIJE PO POTROŠAČIMA



STRUKTURA POTROŠNJE ENERGIJE U KUĆANSTVIMA PO ENERAGENTIMA



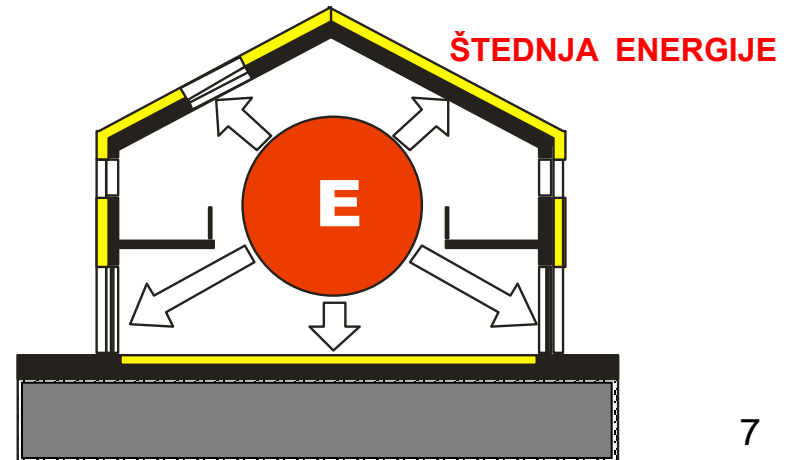
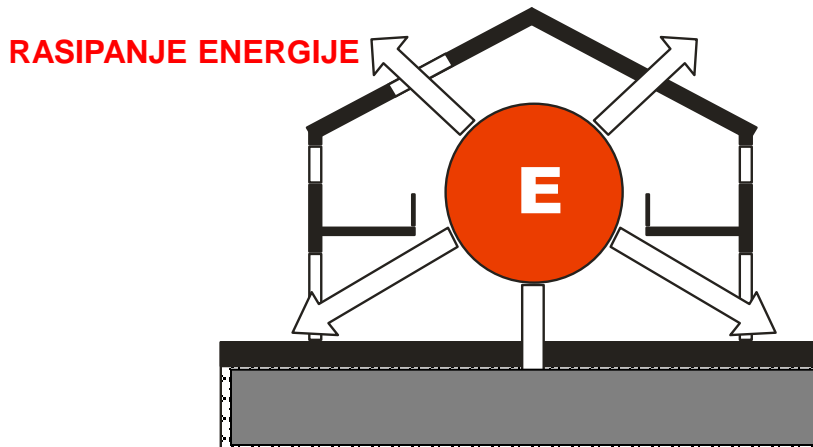
STRUKTURA POTROŠNJE ENERGIJE U KUĆANSTVIMA PREMA NAMJENI



POTROŠNJA ENERGIJE ZA ZAGRIJAVANJE ZGRADA



Prve naftne krize početkom 70-ih godina pa sve do danas uzrokovale su kontinuirano nadograđivanje propisa o toplinskoj zaštiti zgrada. Zgrade građene prije tog perioda i danas su u funkciji i nepotrebno troše velike količine energije zbog slabe ili nikakve toplinske izolacije.



2. VREDNOVANJE TOPLINSKIH KARAKTERISTIKA ZGRADA

ELEMENTI KOJI PRIMARNO ODREĐUJU TOPLINSKI KOMFOR ZGRADA :

2.1. KVALITETA OMOTAČA ZGRADE

(KVALITETA OBODNIH KONSTRUKCIJA I ELEMENATA)

2.2. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA U KOJEM SE GRAĐEVINA NALAZI

2.3. LOKACIJA ILI UŽA SITUACIJA GRAĐEVINE

2.4. NAČIN GRIJANJA ZIMI I NAČIN KLIMATIZACIJE ILI PROVJETRAVANJA LJETI

2.5. MIKROKLIMA FUNKCIONALNE JEDINICE (STANA, POSLOVNOG PROSTORA I SL.)

2.1. KVALITETA OMOTAČA (OVOJNICE) ZGRADE

KVALITETU OMOTAČA ZGRADE TREBA PRILAGODITI SVIM OSTALIM ELEMENTIMA KOJI MOGU IMATI UTJECAJ NA TOPLINSKI KOMFOR U ZGRADAMA I RACIONALNU POTROŠNJU ENERGIJE :

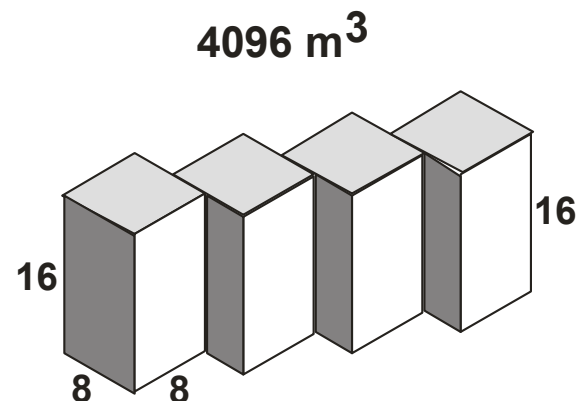
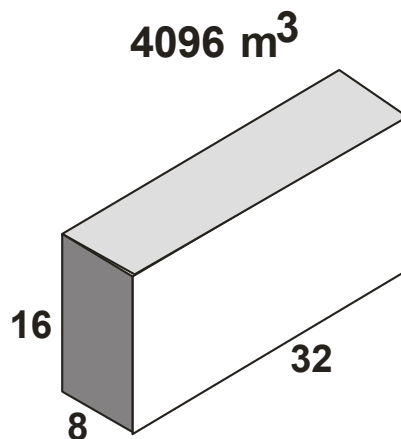
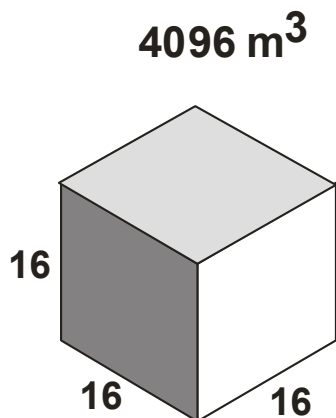
- 2.1.1. KVANTITATIVNI ODNOS VOLUMENA ZGRADE I OMOTAČA ZGRADE**
- 2.1.2. TOPLINSKA KVALITETA NEPROZIRNIH ELEMENATA ZGRADE**
- 2.1.3. TOPLINSKA KVALITETA PROZIRNIH ELEMENATA ZGRADE**
- 2.1.4. KVANTITATIVNI ODNOS PROZIRNIH I NEROZIRNIH ELEMENATA ZGRADE**
- 2.1.5. DJELOVANJE SUNČEVOG ZRAČENJA – INSOLACIJA**
- 2.1.6. TOPLINSKI MOSTOVI**
- 2.1.7. AKUMULACIJA TOPLINE ELEMENATA ZGRADE**
- 2.1.8. TOPLINSKA STABILNOST OBODNIH KONSTRUKCIJA I ELEMENATA U LJETNOM PERIODU**

2.1.1. KVANTITATIVNI ODNOS VOLUMENA ZGRADE I OMOTAČA ZGRADE

ODNOS VOLUMENA NEKE ZGRADE I POVRŠINE NJENOG OMOTAČA MOŽE IMATI BITNU ULOGU U KOLIČINI POTROŠENE ENERGIJE POTREBNE ZA ZAGRIJAVANJE ZGRADE.

TEHNIČKI PROPIS O UŠTEDI TOPLINSKE ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA UTVRĐUJE FAKTOR OBLIKA ZGRADE $f_o = A/V_e$ (m^{-1}). TO JE OMJER OPLOŠJA A (m^2) I OBUJMA V_e (m^3) GRIJANOG DIJELA ZGRADE.

VOLUMEN ZGRADE



POVRŠINA OMOTAČA ZGRADE

1536 m²

$f_o = 0,375$

1792 m²

$f_o = 0,437$

2176 m²

$f_o = 0,531$

ZGRADE RAZVEDENIH OBLIKA MOGU IMATI I DO 35 % VEĆU POVRŠINU OMOTAČA ZGRADE OD ZGRADA PRAVILNIH GEOMETRIJSKIH OBLIKA.

ZGRADE RAZVEDENIH OBLIKA TROŠE I VIŠE ENERGIJE POTREBNE ZA ZAGRIJAVANJE, PA BI ZBOG TOGA TREBALE IMATI I KVALITETNIJI OMOTAČ U TOPLINSKOM SMISLU.

2.1.2. TOPLINSKA KVALITETA NEPROZIRNIH ELEMENATA ZGRADE

SVAKI OMOTAČ ZGRADE ČINI VIŠE VRSTA RAZLIČITIH OBODNIH KONSTRUKCIJA I ELEMENATA. SVAKA OD TIH OBODNIH KONSTRUKCIJA DOPRINOSI UKUPNOJ TOPLINSKOJ KVALITETI OMOTAČA PROPORCIONALNO UČEŠĆU POVRŠINE POJEDINE KONSTRUKCIJE U UKUPNOJ POVRŠINI OMOTAČA ZGRADE.

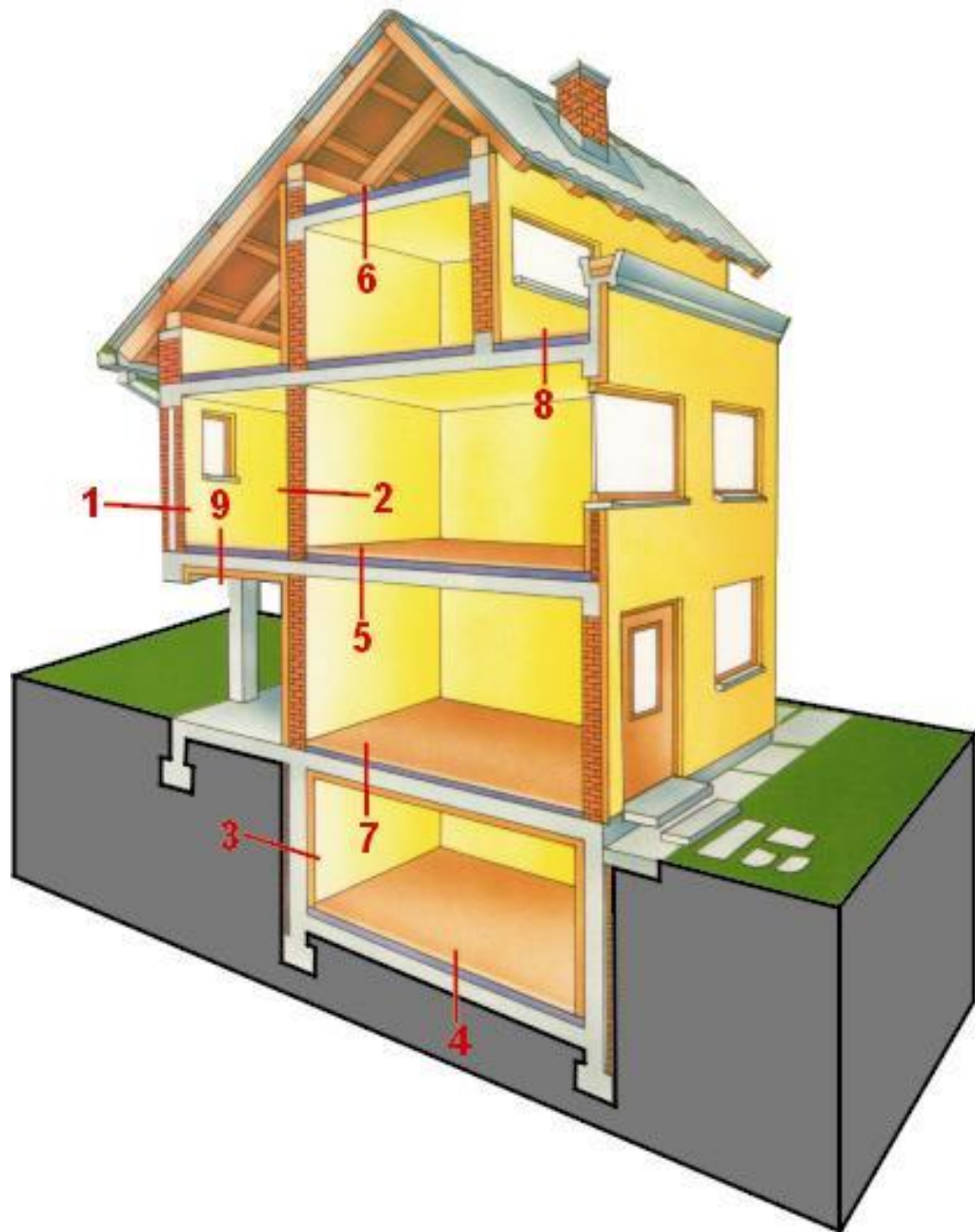
OBODNE KONSTRUKCIJE DIJELIMO NA NEPROZIRNE I PROZIRNE. IZMEĐU NJIH POSTOJE VELIKE FUKCIONALNE RAZLIKE, ŠTO ZNAČI I VELIKE RAZLIKE U MATERIJALIMA OD KOJIH MOGU BITI IZVEDENE.

NEPROZIRNE OBODNE KONSTRUKCIJE U PRAVILU ČINE VEĆI DIO OMOTAČA ZGRADE. KOD STAMBENIH ZGRADA TAJ ODNOS NEPROZIRNIH PREMA PROZIRNIM KONSTRUKCIJAMA JE U NAJVEĆEM BROJU SLUČAJEVA 3:1 DO 4:1.

TOPLINSKA KVLITETA OBODNIH KONSTRUKCIJA ZGRADE MJERI SE KOEFICIJENTOM PROLASKA TOPLINE “U” (W/m^2K). (Po starim propisima do 30.6.2006. vrijedio je koeficijent prolaza topline “k” (W/m^2K).

TEHNIČKI PROPIS O RACIONALNOJ UPORABI ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA PROPISUJE NAJVEĆE DOPUŠTENE KOEFICIJENTE PROLASKA TOPLINE “U” ZA OBODNE KONSTRUCIJE PREMA NJIHOVOM POLOŽAJU U ZGRADI :

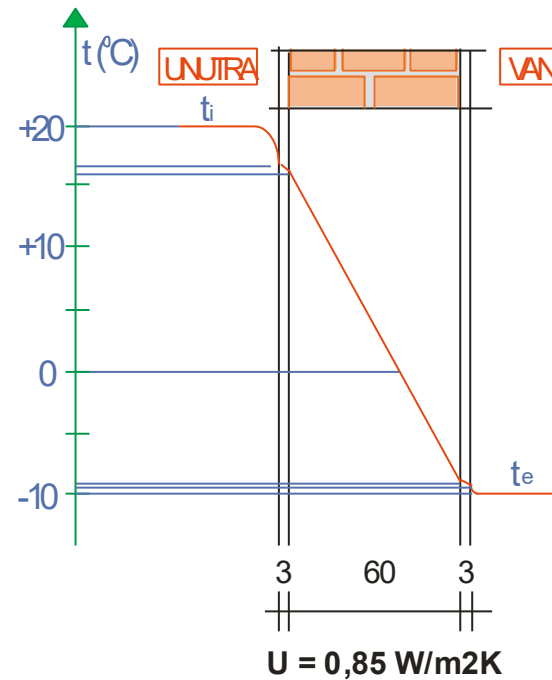
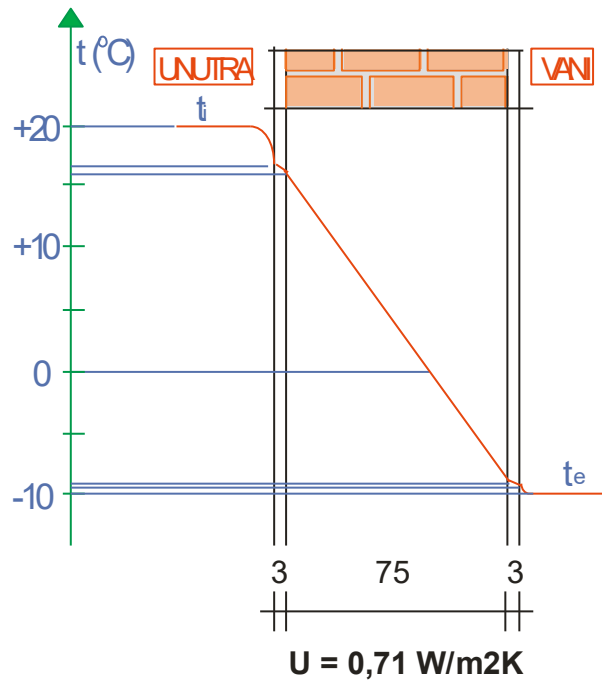
- 1. VANJSKI ZIDOVI, ZIDOVI PREMA GARAŽI, TAVANU**
- 2. ZIDOVI PREMA NEGRIJANOM STUBIŠTU**
- 3. ZIDOVI PREMA TLU**
- 4. PODOVI NATLU**
- 5. STROPOVI IZMEĐU STANOVA ILI RAZLIČITIH GRIJANIH FUNKCIONALNIH CJELINA**
- 6. STROPOVI PREMA TAVANU**
- 7. STROPOVI PREMA NEGRIJANOM PODRUMU**
- 8. RAVNI I KOSI KROVOVI IZNAD GRIJANIH PROSTORA**
- 9. STROPOVI IZNAD VANJSKOG PROSTORA I IZNAD GARAŽA**



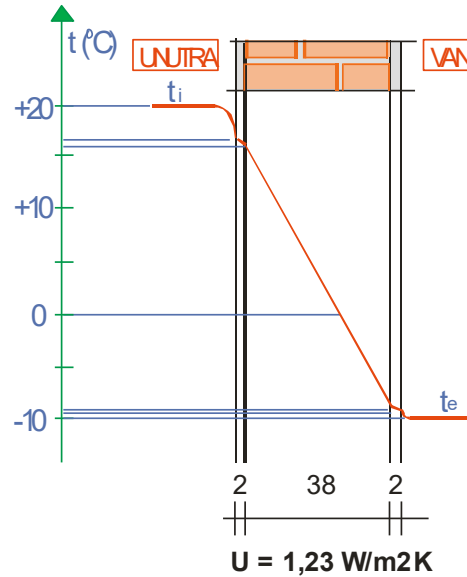
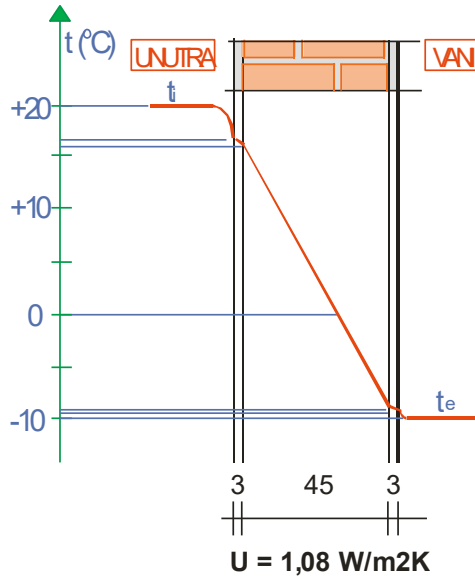
- 1-VANJSKI ZIDovi, ZIDovi
PREMA GARAŽI, TAVANU
- 2-ZIDovi PREMA NEGRIJANOM
STUBIŠTU
- 3-ZIDovi PREMA TLU
- 4-PODOVI NATLU
- 5-STROPOVI IZMEĐU
STANOVA ILI RAZLIČITIH
GRIJANIH FUNKCIONALNIH
CJELINA
- 6-STROPOVI PREMA TAVANU
- 7-STROPOVI PREMA
NEGRIJANOM PODRUMU
- 8-RAVNI I KOSI KROVOVI
IZNAD GRIJANIH PROSTORA
- 9-STROPOVI IZNAD VANJSKOG
PROSTORA I IZNAD GARAŽA

NA KVALITETU OMOTAČA ZGRADE UTJECALI SU, U RAZLIČITIM PERIODIMA IZGRADNJE ZGRADA NA NAŠEM PODRUČJU, OSIM KLIMATSKIH NAROČITO JOŠ GOSPODARSKI, TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI I SOCIOLOŠKI ELEMENTI. NA SLJEDEĆIM PRIMJERIMA VANJSKIH ZIDOVA VIDIMO ZNAČJANE PROMJENE U NJHOVOJ TOPLINSKOJ KVALITETI ZAVISNO OD PERIODA U KOJEM SU GRAĐENI.

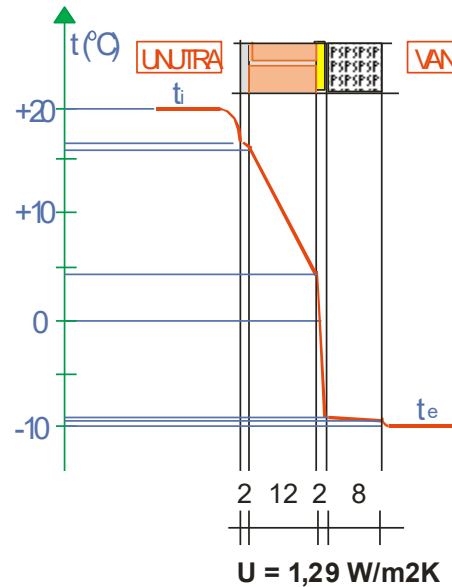
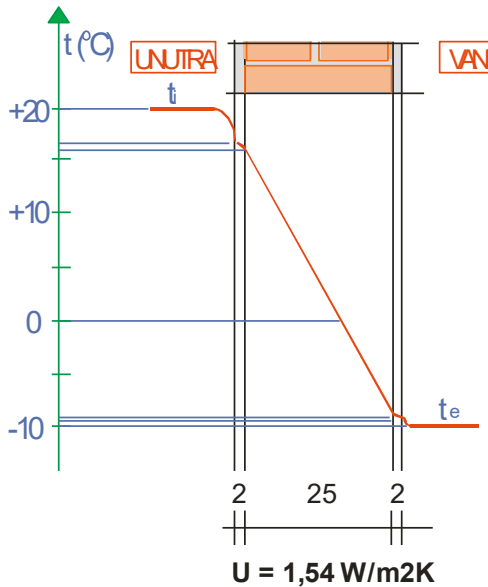
I PERIOD IZGRADNJE (1700-1900)



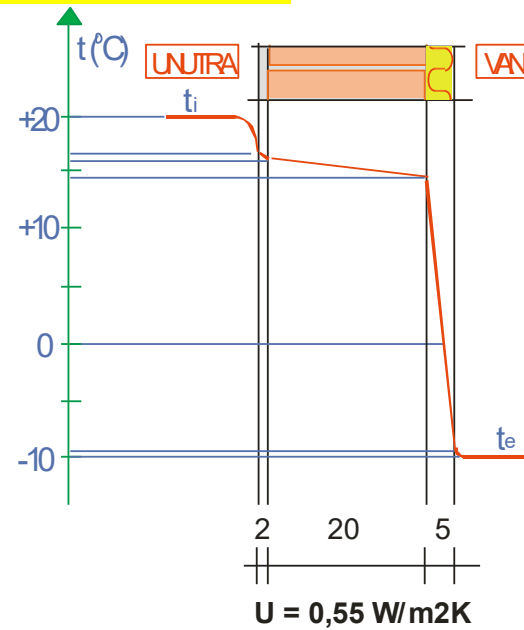
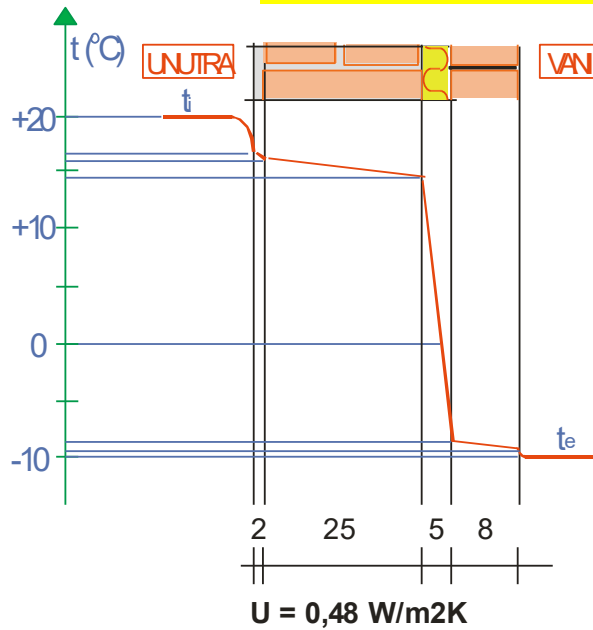
II PERIOD IZGRADNJE (1901-1945)



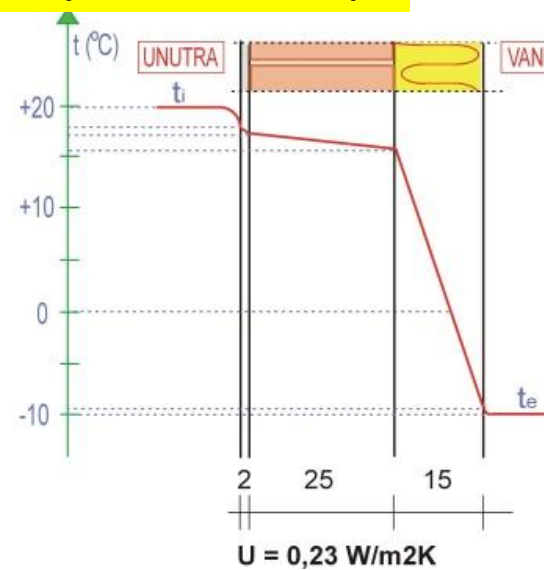
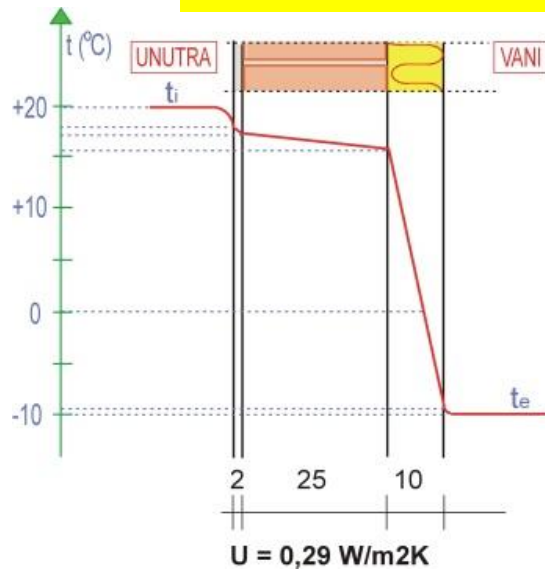
III PERIOD IZGRADNJE (1946-1975)



IV PERIOD IZGRADNJE (1976-2000)



V PERIOD IZGRADNJE (2001- do danas)



PRETHODNI PRIMJERI POKAZUJU DA JE TOPLINSKA KVALITETA VANJSKIH ZIDOVA BILA NA NAJNIŽOJ RAZINI U PERIODU IZGRADNJE OD 1946-1975.

U TOPLINSKOM SMISLU LOŠE OBODNE KONSTRUKCIJE IZ TOG PERIODA IMAJU U PROSJEKU ČAK TRI PUTA LOŠIJU TOPLINSKU IZOLACIJU U ODNOSU NA ONU KOJA SE IZVODI DANAS.

VELIKI PROBLEM JE ŠTO SE VEĆINA TIH ZGRADA I DANAS NALAZI U FUNKCIJI ŠTO ZNAČI DA SE NEPOTREBNO TROŠE VEĆE KOLIČINE ENERGIJE POTREBNE ZA ZAGRIJAVANJE ZIMI I KLIMATIZACIJU LJETI.

2.1.3. TOPLINSKA KVALITETA PROZIRNIH ELEMENATA ZGRADE

NA TOPLINSKU KVALITETU PROZIRNIH OBODNIH KONSTRUKCIJA NAJVIŠE UTJEČU SLJEDEĆI ELEMENTI:

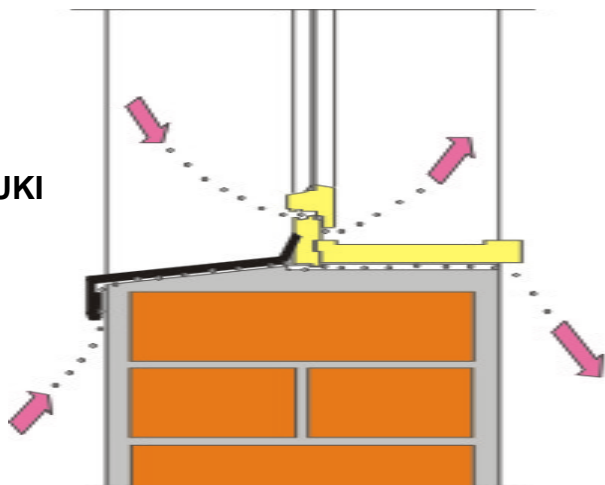
- A) BROJ STAKLENIH PLOHA I DEBLJINE ZRAČNIH SLOJEVA IZMEĐU PROZIRNIH MATERIJALA (TRANSMISIJSKI GUBITAK TOPLINE)**
- B) MATERIJAL OD KOJEG JE NAPRAVLJEN OKVIR I NAČIN SPAJANJA ELEMENATA OKVIRA (TRANSMISIJSKI GUBITAK TOPLINE)**
- C) PRIANJANJE POKRETNIH ELEMENATA UZ FIKSNE ELEMENTE ILI DOBRO ZAPTIVANJE (VENTILACIJSKI GUBITCI TOPLINE)**

KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE “U” ZNAČAJNO VARIRA ZA PROZORE RAZLIČITE KVALITETE. OD 6,0 W/m²K ZA JEDNOSTRUKÉ PROZORE DO 0,7 W/m²K ZA VRLO KVALITETNE TROSTRUKE PROZORE.

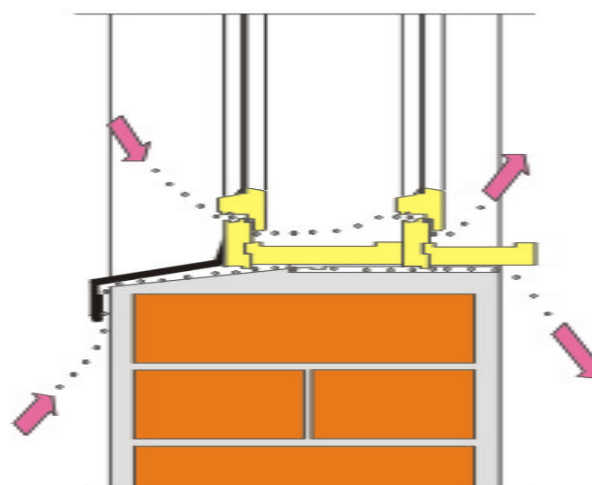
VENTILACIJSKI GUBITCI TOPLINE KROZ NEPOŽELJNE SPOJNICE PROZORA MOGU BITI I DO 30 % OD UKUPNIH GUBITAKA TOPLINE KROZ OMOTAČ ZGRADE.

VENTILACIJSKI GUBITCI TOPLINE U PRAVILU SE POJAVLJUJU NA SPOJEVIMA DOPROZORNIKA I POKRETNIH DIJELOVA PROZORA I NA SPOJEVIMA DOPROZORNIKA SA NEPROZIRNIM DIJELOVIMA OBODNE KONSTRUKCIJE.

JEDNOSTRUKI
PROZOR



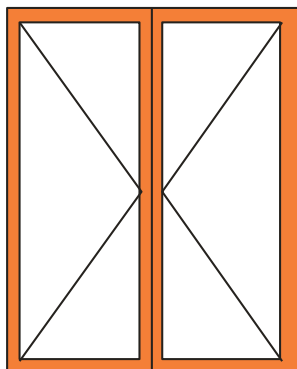
DVOSTRUKI
PROZOR



PROBLEM VENTILACIJSKIH GUBITAKA TOPLINE POSEBNO JE IZRAŽEN U ZGRADAMA KOJE SU U UPORABI VIŠE DESETLJEĆA ZBOG SLABIJE KVALITETE PROZIRNIH OBODNIH KONSTRUKCIJA. UKUPNA DULJINA SPOJNICA NA JEDNOM PROZORU U ODNOSU NA POVRŠINU PROZORA MOŽE VARIRATI ZAVISNO OD BROJA PROZORSKIH KRILA I NAČINA NJIHOVOG OTVARANJA.

DULJINA
REŠKI

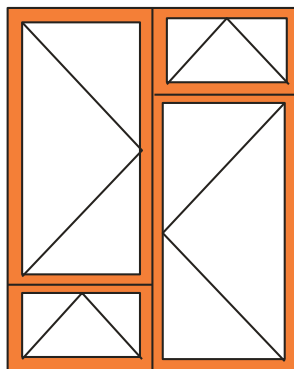
6,9 m



120 cm

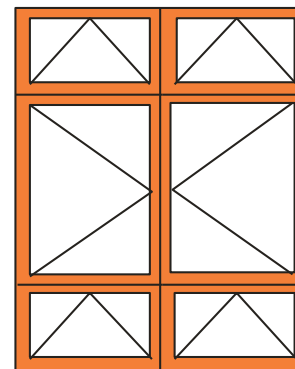
DULJINA
REŠKI

9,1 m



DULJINA
REŠKI

11,1 m



2.1.4. KVANTITATIVNI ODNOS PROZIRNIH I NEROZIRNIH ELEMENATA ZGRADE

BROJČANI ODNOS POVRŠINE PROZIRNIH I NEPROZIRNIH OBODNIH KONSTRUKCIJA U OMOTAČU ZGRADE MOŽE IMATI VELIKU ULOGU U FORMIRANJU TOPLINSKE KVALITETE OMOTAČA ZGRADE. PROSJEČNO S TAJ ODNOS KREĆE OD 1:3 DO 1:4.

ODNOS “PUNO-PRAZNO” U PROČELJIMA U POČETKU JE OVISIO O KONSTRUKTIVNIM MOGUĆNOSTIMA ZGRADE I O MOGUĆNOSTIMA OSTAKLJENJA. TEHNOLOŠKIM RAZVITKOM STVORENE SU NEOGRANIČENE MOGUĆNOSTI U TOM POGLEDU. DANAS JE DIMENZIONIRANJE PROZORA VEZANO UZ POTREBU ZA DNEVNIM OSVJETLJENJEM I ARHITEKTONSKOM UREĐENJU ZGRADE.

KROZ PROZIRNE DIJELOVE OMOTAČA ZGRADE U PRAVLU SE GUBI VIŠE TOPLINE NEGO KROZ NEPROZIRNE DIJELOVE U ZIMSKOM PERIODU. PRAVILNIM PROPORCIONIRANJEM I ORJENTACIJOM PROZIRNIH ELEMENATA MOGU SE POSTIĆI VRLO DOBRI REZULTATI U RACIONALNOM KORIŠTENJU ENERGIJE.

GLOBALNO GLEDANO, U NAŠIM KLIMATSKIM UVJETIMA NAJPOVOLJNIJA RJEŠENJA SU ONA KOJA IMAJU VEĆE STAKLENE POVRŠINE NA JUŽNIM STRANAMA PROČELJA, I OBRNUTO, POSTAVU MANJIH ZASTAKLJENIH POVRŠINA NA SJEVERNIM PROČELJIMA.

KOD ZGRADA SA VIŠE OSTAKLJENJA TREBA INZISTIRATI NA TOPLINSKOJ KVALITETI TIH POVRŠINA KAKO SE UKUPNI TOPLINSKI GUBITCI KROZ OMOTAČ ZGRADE NE BI POVEĆALI.

DANAŠNJE TEHNOLOGIJE OMOGUĆUJU I 100 POSTOTNO OSTAKLJENJE JER TROSLOJNA I ČETVEROSLOJNA OSTAKLJENJA U KOMBINACIJI SA NOVIM MATERIJALIMA DAJU IZVRSNE REZULTATE U TOPLINSKOM SMISLU.

IZVOĐENJE VEĆIH USTAKLJENIH POVRŠINA PROČELJA MOGU SE NESMETANO IZVODITI AKO SE TO OPRAVDA NJIHOVOM TOPLINSKOM KVALITETOM, A TAKAV ODNOS IMAJU I TRENUTNO VAŽEĆI PROPISI VEZANI UZ TOPLINSKU ZAŠTITU ZGRADA.

2.1.5. DJELOVANJE SUNČEVOG ZRAČENJA – INSOLACIJA

FIZIKALNI PROCESI FUZIJE, KOJI SE NEPREKIDNO DEŠAVAJU NA SUNCU, OSLOBAĐAJU VELIKE KOLIČINE ENERGIJE KOJA SE U OBLIKU ELEKTROMAGNETSKIH VALOVA RAVNOMJERNO ŠIRI SVEMIROM. DO ZEMLJINE ATMOSFERE DOLAZI ENERGIJA OD OKO 1350 W/m². DO ZEMLJINE POVRŠINE PROLASKOM KROZ ATMOSFERU SUNČEVO ZRAČENJE JOŠ OSLABI. TO OVISI O KUTU UPADA SUNČEIH ZRAKA, ČISTOĆI ATMOSFERE, OBLAČNOSTI I VISINI SUNCA IZNAD HORIZONTA.

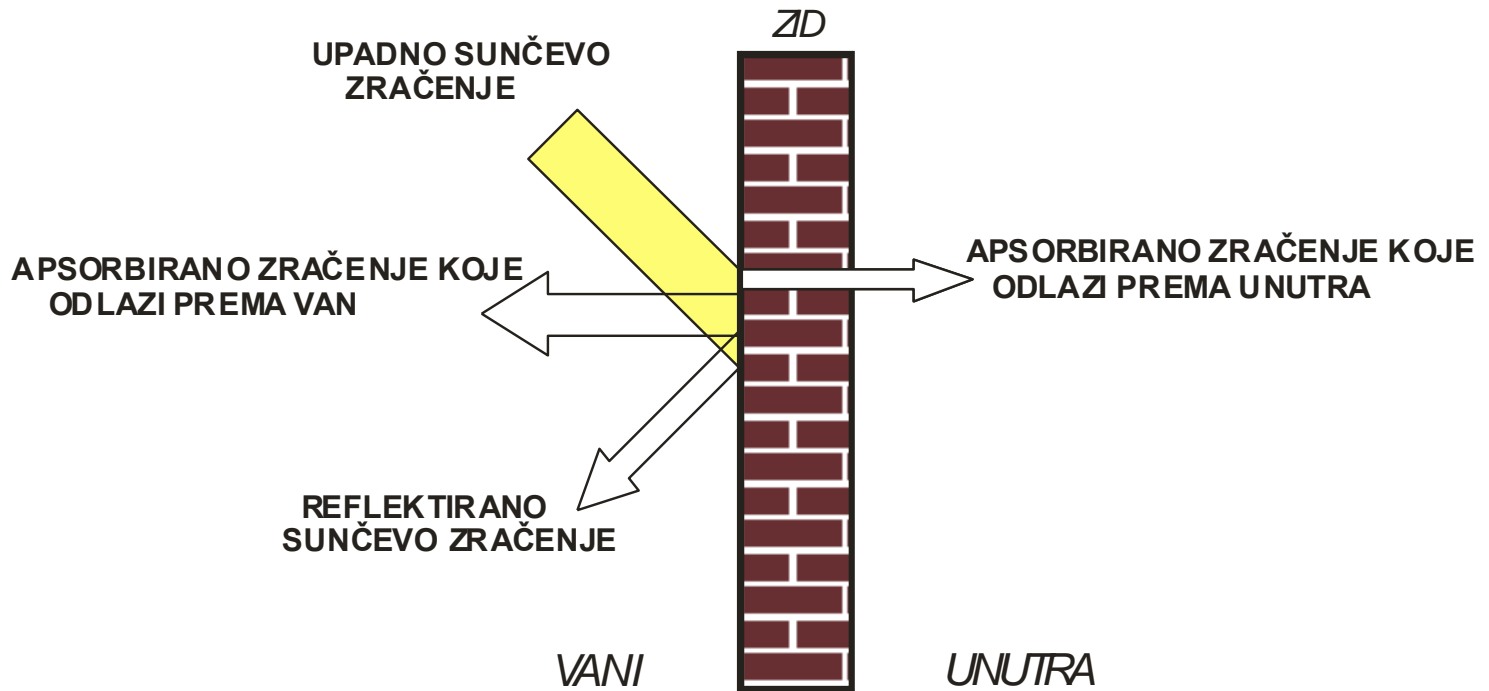
OSIM DIREKTNIH SUNČEVIH ZRAKA NA ZEMLJINU POVRŠINU DOLAZI I DIO SUNČEVE ENERGIJE KOJI SE RASPRŠIO OD ZEMLJINE POVRŠINE I DRUGIH OBJEKATA U ATMOSFERI. TO JE TZV. REFLEKTIRANO ILI DIFUZNO SUNČEVO ZRAČENJE.

UKUPNO SUNČEVO ZRAČENJE KOJE PADA NA JEDINICU POVRŠINE NEKOG GRAĐEVINSKOG ELEMENTA RAZLAŽE SE U NEKOLIKO DIJELOVA. OMJER MEĐU TIM DIJELOVIMA OVISI O KOEFICIJENTU APSORPCIJE, REFLEKSIJE I TRANSPARENTNOSTI POVRŠINE GRAĐEVINSKOG ELEMENTA NA KOJI PADA SUNČEVO ZRAČENJE.

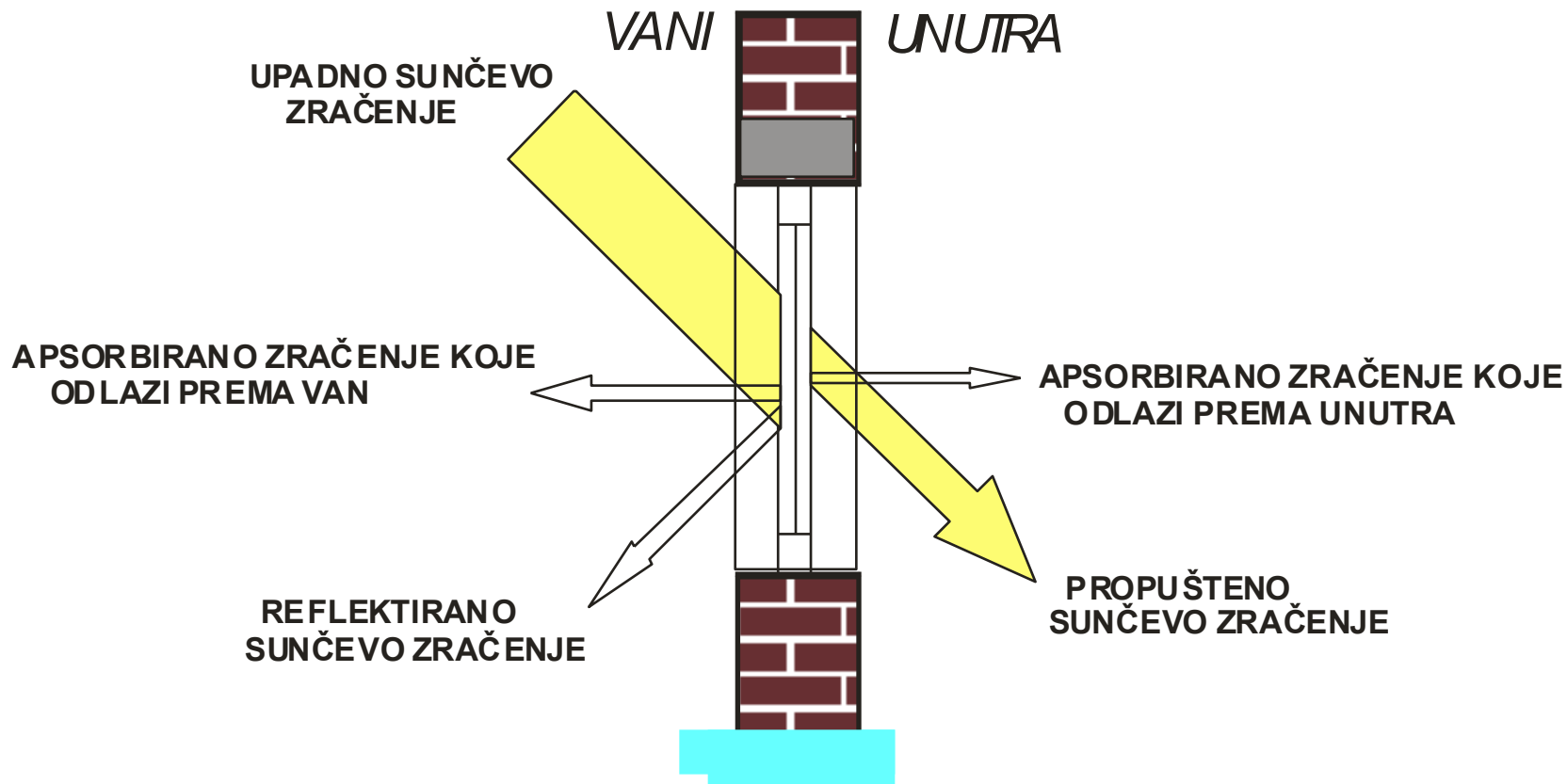
KOLIČINA APSORBIRANOG KRATKOVALNOG SUNČEVOG ZRAČENJA OVISI NAJVIŠE O BOJI POVRŠINE GRAĐEVINSKOG ELEMENTA :

BOJA POVRŠINE GRAĐEVINSKOG ELEMENTA	KOEFICIJENT APSORPCIJE (%)
BIJELA	0,2 – 0,3
ŽUTA, NARANČASTA, SVIJETLO CRVENA	0,3 – 0,5
TAMNO CRVENA, SVIJETLO ZELENA	0,5 – 0,7
SMEĐA, TAMNO ZELENA, TAMNO PLAVA	0,7 – 0,9
TAMNO SMEĐA, CRNA	0,9 – 1,0

TREBA RAZLIKOVATI DJELOVANJE SUNČEVOG ZRAČENJA KOJE PADNE NA NEPROZIRNI I PROZIRNI GRAĐEVINSKI ELEMENT ILI KONSTRUKCIJU. NA SLJEDEĆA DVA CRTEŽA PRIKAZANA JE TA BITNA RZLIKA U RASPODJELI SUNČEVOG ZRAČENJA.

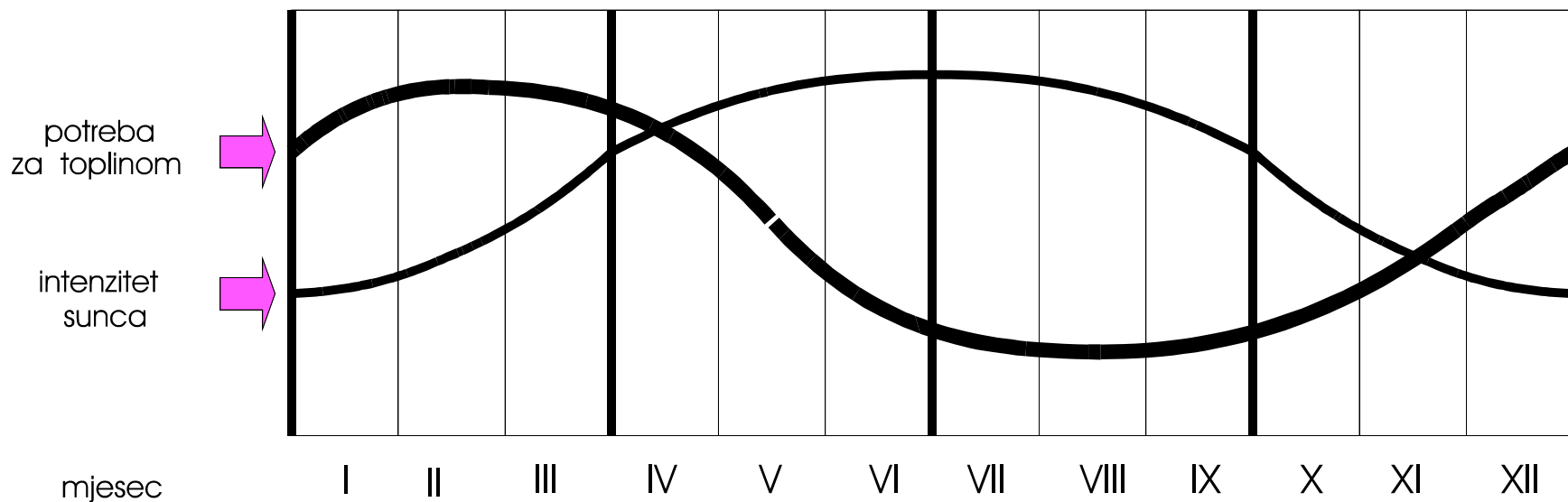


PUNO VEĆU ULOGU U APSORPCIJI SUNČEVOG ZRAČENJA IMAJU PROZIRNI DIJELOVI OMOTAČA ZGRADE. VEĆI DIO SUNČEVOG ZRAČENJA TI ELEMENTI PROPUŠTAJU U UNUTRAŠNOST ZGRADE, PA SE NA TAJ NAČIN I KOLIČINA ISKORIŠTENJA DODATNE TOPLINSKE ENERGIJE POVEĆAVA.



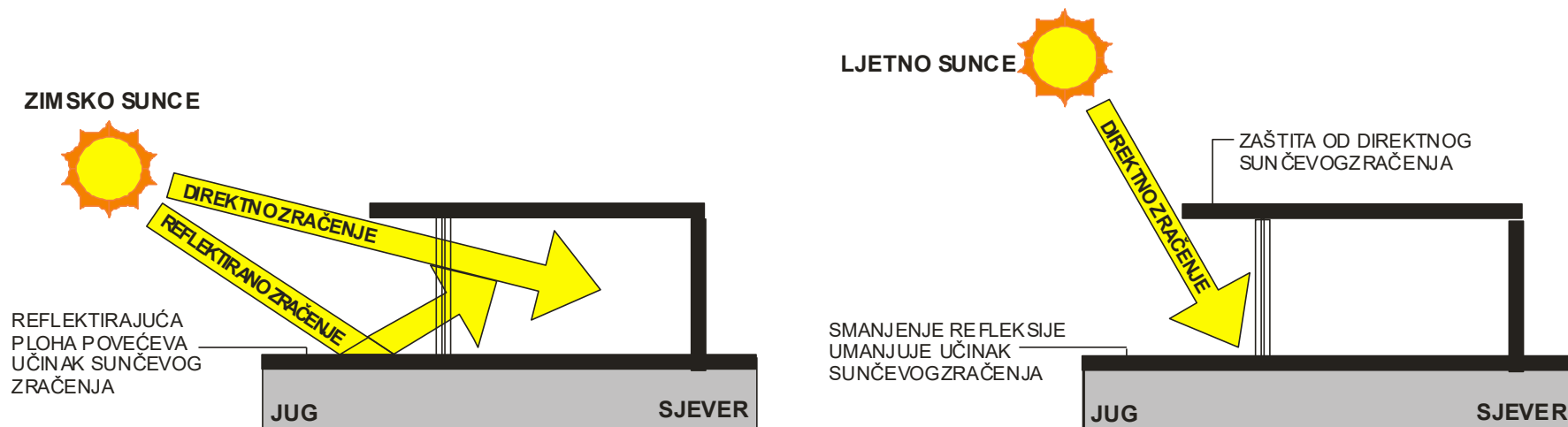
U NAŠIM KONTINENTALNIM KLIMATSKIM UVJETIMA POTREBA ZA SUNČEVOM ENERGIJOM U RAZLIČITIM GODIŠNJIM DOBIMA OBRNUTO JE PROPORCIONALNA SA INTENZITETOM SUNČEVOG ZRAČENJA. TO JE DOODATNI PROBLEM KOJI TREBA SAVLADATI OMTAČ ZGRADE ODNOSNO OBODNE GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE I ELEMENTI.

SNAGA ZIMSKOG SUNCA SAMO JE 10 % MANJA OD LJETNOG, A RAZLOG TOGA JE DULJI PROLAZAK SUNČEVOG ZRAČENJA KROZ ATMOSFERU.



**U ZIMSKOM PERIODU POTREBNO JE ŠTO JE MOGUĆE VIŠE OSTVARITI
PRODOR SUNČEVIH ZRAKA KROZ PROZIRNE DIJELOVE KONSTRUKCIJE.**

**U LJETNOM PERIODU POTREBNO JE OSTVARITI UČINKOVITU ZAŠTITU OD
SUNČEVIH ZRAKA KOJE NARUŠAVAJU TOPLINSKI KOMFOR U ZGRADAMA.**



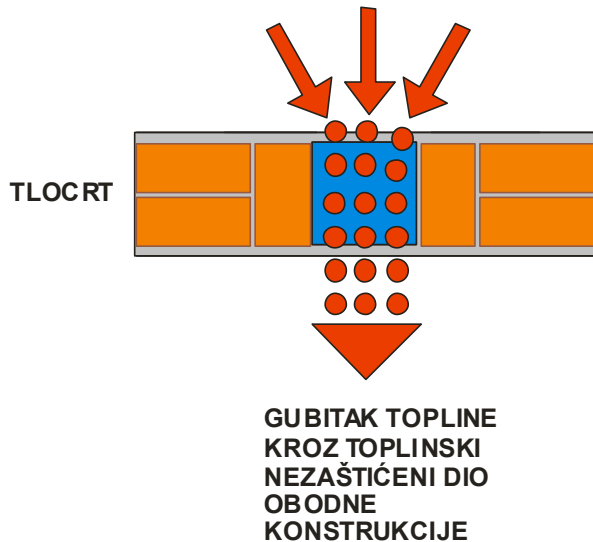
**DOBRO ORJENTIRANJE PREMA STRANAMA SVIJETA I PRAVILNO PROPORCIONIRANJE
PROZIRNIH OBODNIH KONSTRUKCIJA IMA VRLO BITNU ULOGU ZA STVARANJE
POVOLJNOG TOPLINSKOG KOMFORA U ZGRADAMA TIJEKOM CIJELE GODINE.**

2.1.6. TOPLINSKI MOSTOVI U OBODNIM KONSTRUKCIJAMA

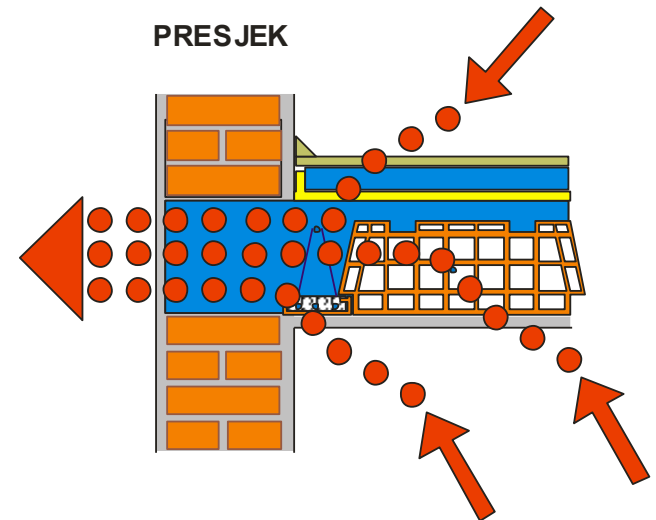
TOPLINSKI MOSTOVI SU DIJELOVI OMOTAČA ZGRADE KOJI IMAJU ZNATNO MANJI TOPLINSKI OTPOR ILI OTPOR PROLAZU TOPLINE OD PROSJEČNOG OTPORA ZA CIJELI OMOTAČ ZGRADE. ONI NAJČEŠĆE NASTAJU NA MJESTIMA ORTOGONALNIH PROJEKCIJA UNUTRAŠNJIH NOSIVIH KONSTRUKCIJA NA OBODNE KONSTRUKCIJE KOJE ČINE OMOTAČ ZGRADE.

SLABOM KVALITETOM U TOPLINSKOM SMISLU TOPLINSKI MOSTOVI PREDSTAVLJAJU MJESTA KROZ KOJA SE NEPOTREBNO GUBI TOPLINSKA ENERGIJA POTREBNA ZA ZAGRIJAVANJE U ZIMSKOM PERIODU.

ZBOG SNIŽENE TEMPERATURE UNUTRAŠNJE POVRŠINE TOPLINSKIH MOSTOVA MOŽE DOĆI DO POJAVE KONDENZACIJE VODENE PARE. AKO DO KONDENZACIJE I NE DOĐE TI DIJELOVI OMOTAČA ZGRADE, ZBOG HLADNIJE POVRŠINE, PREDSTAVLJAJU MJESTA BRŽEG TALOŽENJA PRAŠINE. TO REZULTIRA SA PROMJENOM BOJE UNUTRAŠNJE POVRŠINE TIH DIJELOVA KONSTRUKCIJE I SA VEĆIM TEMPERATURNIM NAPREZANJIMA.

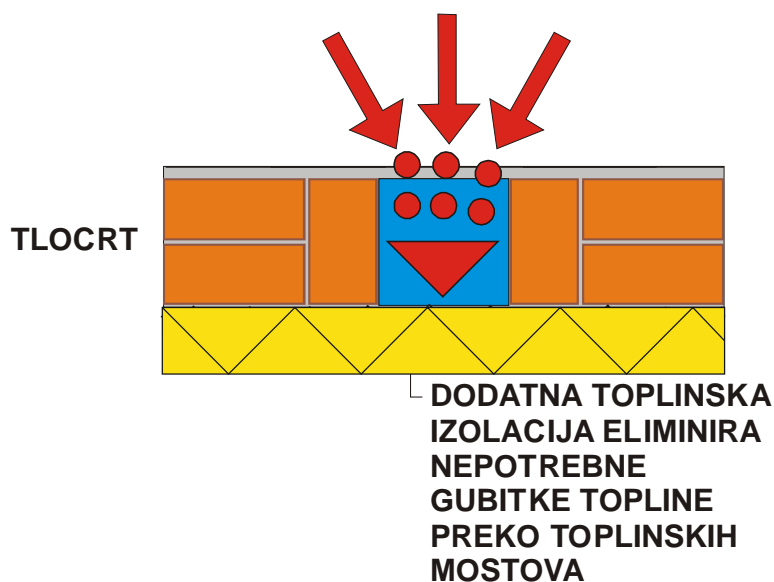


GUBITAK TOPLINE KROZ TOPLINSKI NEZAŠTIĆENI DIO OBODNE KONSTRUKCIJE

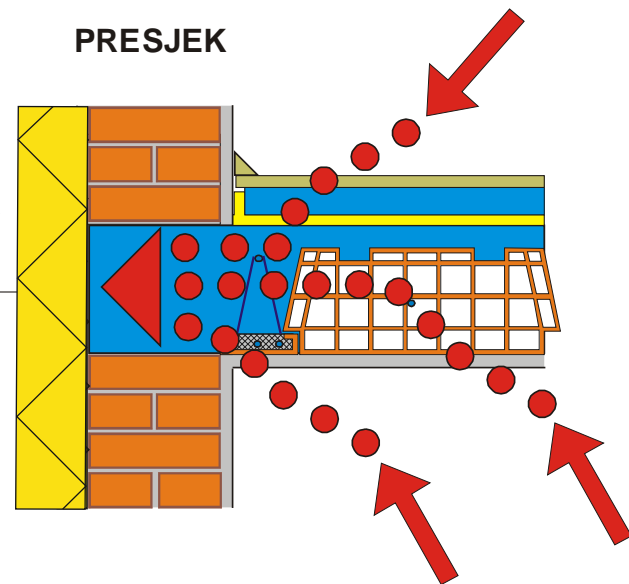


KOD DOBRO IZOLIRANIH ZGRADA SA NEIZOLIRANIM TOPLINSKIM MOSTOVIMA GUBICI TOPLINE MOGU SE POVEĆATI NA 10 % OD UKUPNIH TOPLINSKIH GUBITAKA.

VREDNOVANJE TOPLINSKE KVALITETE OMOTAČA ZGRADE NE SMIJE ZAABIĆI PROVJERU KVALITETE EVENTUALNIH TOPLINSKIH MOSTOVA, KOJI U PRAVILU MORAJU BITI DODATNO IZOLIRANI SA VANJSKE STRANE.



DODATNA TOPLINSKA IZOLACIJA ELIMINIRA NEPOTREBNE GUBITKE TOPLINE PREKO TOPLINSKIH MOSTOVA

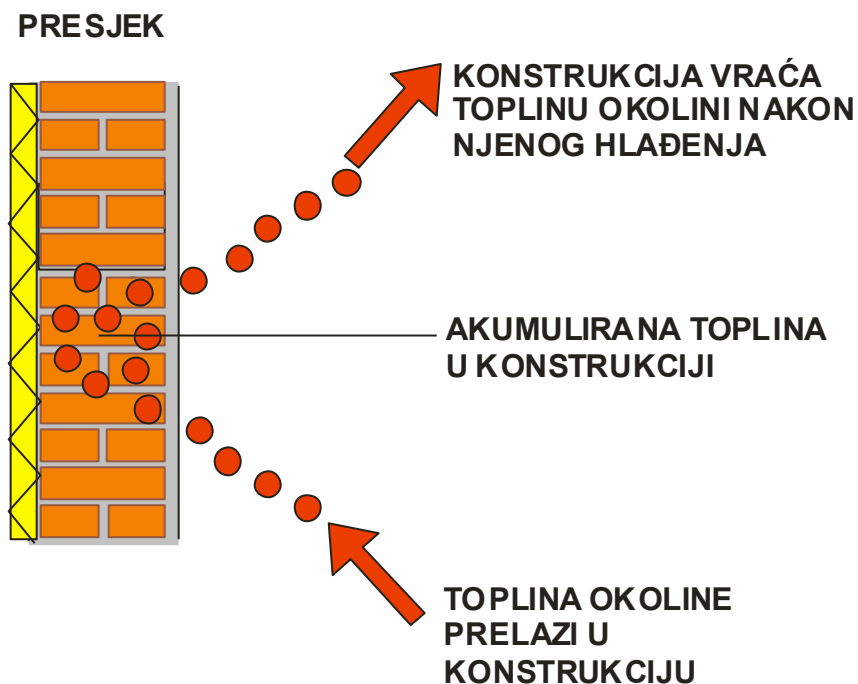


2.1.7. AKUMULACIJA TOPLINE ELEMENATA ZGRADE

AKUMULACIJA TOPLINE JE SVOJSTVO GRAĐEVINSKIH MATERIJALA DA MOGU PRIHVATITI DOVEDENU IM TOPLINU, U SEBI JE AKUMULIRATI (SAČUVATI) I KOD HLAĐENJA OKOLINE PONOVO JE PREDAVATI OKOLINI.

OVA KARAKTERISTIKA VRLOJE BITNA U ZGRADAMA TIJEKOM ZIMSKOG PERIODA KADA GRIJANJE NE RADI KONTINUIRANO CIJELI DAN, VEĆ SE U PRAVILU PREKIDA PREKO NOĆI. AKUMULIRANA TOPLINSKA ENERGIJA OMOGUĆUJE DA SE TEMPERATURA U PROSTORIJAMA BITNO NE SMANJI TIJEKOM NOĆI.

KOLIČINA TOPLINSKE ENERGIJE KOJA SE AKUMULIRA U GRAĐEVINSKOM ELEMENTU OVISI NAJVIŠE O RAZLIČI TEMPERATURA ELEMENTA I OKOLNOG ZRAKA, TE O SPECIFIČNOM TOPLINSKOM KAPACITETU I MASI ELEMENTA.



W = koeficijent akumulacije topline = količina topline koju građevinski element akumulira po jedinici površine, za jediničnu razliku temperatura unutarnjeg i vanjskog zraka, kada je postignuto stacionarno stanje.

$$W = k [d_1 * G_1 * c_1 (1/\alpha_e + d_1/2\lambda_1) + d_2 * G_2 * c_2 (1/\alpha_e + d_1/\lambda_1 + d_2/2\lambda_2) + \dots + d_n * G_n * c_n (1/\alpha_e + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/2\lambda_n)] \text{ (kJ/m}^2\text{K)}$$

d = debljina pojedinog sloja (u metrima)

G = specifična težina (kg/m³)

c = specifični toplinski kapacitet (J/kg K)

λ = koeficijent toplinske provodljivosti (W/m K)

DA BI SE OSTVARILI ŠTO BOLJI PREDUVJETI ZA AKUMULACIJU TOPLINE POTREBNO JE MATERIJALE SA VEĆOM SPECIFIČNOM TEŽINOM U VIŠESLOJNIM PREGRADAMA POSTAVITI SA UNUTRAŠNJE TOPLE STRANE. TO ZANAČI DA SE TOPLINSKU IZOLACIJU OBODNIH KONSTRUKCIJA UVIJEK TREBA POSTAVLJATI SA VANJSKE STRANE.

OVAJ NAČIN POSTAVE TOPLINSKE IZOLACIJE U ZGRADAMA NUŽNO JE OSTVARITI JER NEPOŠTOJANJE AKUMULIRANE TOPLINE U OBODNIM KONSTRUKCIJAMA LOŠE SE ODRAŽAVA NA OSTVRIVANJE TOPLINSKOG KOMFORA I RACIONALNU POTROŠNJU ENERGIJE.

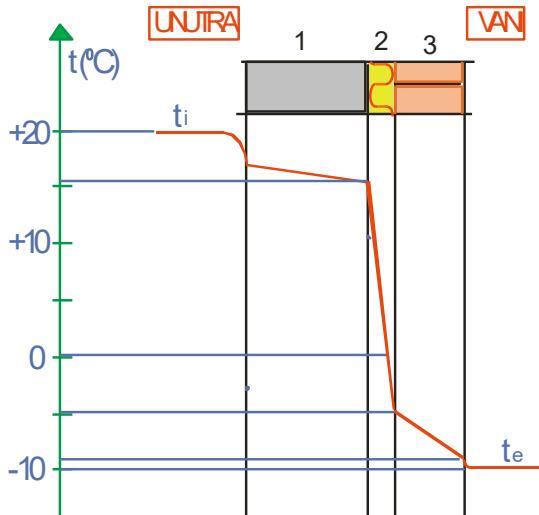
NA SLJEDEĆA TRI PRIMJERA VIDIMO VANJSKE ZIDOVE SA Približno JEDNAKIM KOEFICIJENTIMA PROLASKA TOPLINE “U”, ALI SA BITNO RAZLIČITIM KOEFICIJENTIMA AKUMULACIJE TOPLINE W (kJ/m²K).

TEMPERATURNNA KRIVULJA NA OVIM PRIMJERIMA NAM POKAZUJE NA KOJOJ TEMPERATURI POJEDINI SLOJ ZIDA AKUMULIRA TOPLINU.

A

$$U=0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$W=425,4 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$

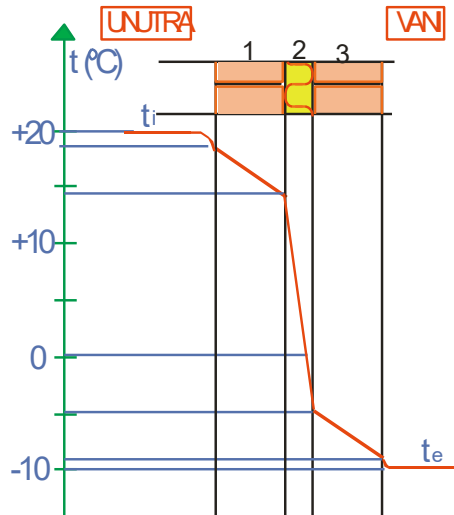


MASIVNA AB KONSTRUKCIJA DOPRINOSI DOBROJ AKUMULACIJI TOPLINE

B

$$U=0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$W=127,2 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$

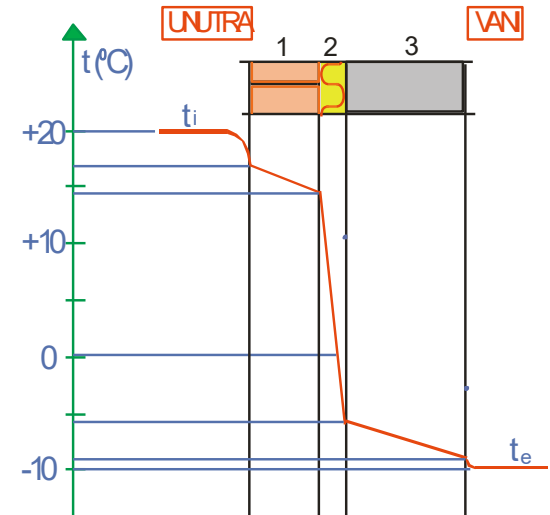


AKUMULACIJA TOPLINE JE SMANJENA ZBOG MALE MASE KONSTRUKCIJE SA UNUTRAŠNJE STRANE PREGRADE

C

$$U=0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$W=138,9 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$



AKUMULACIJA TOPLINE JE SMANJENA ZBOG MALE MASE KONSTRUKCIJE SA UNUTRAŠNJE STRANE PREGRADE

IZ TEMPERATURNIH KRIVULJA I ZONA ZAMRZAVANJA VANJSKIH DIJELOVA ZIDA VIDI SE DA POSTAVLJANJE TOPLINSKE IZOLACIJE SA VANJSKE STRANE OBODNE KONSTRUKCIJE PREDSTAVLJA IMPERATIV SA STAJALIŠTA AKUMULACIJE TOPLINE.

PORED OVOG ZAHTJEVA POSTAVA TOPLINSKE IZOLACIJE SA VANJSKE STRANE GRAĐEVINSKIH ELEMENATA POTREBNA JE I ZBOG PRAVILNE DIFUZIJE VODENE PARE, ALI I ZBOG SMANJENJA TEMPERATURNIH NAPREZANJA KONSTRUKCIJE KOJA BI U SUPROTNOM MOGLA BITI IZLOŽENA VELIKIM TEMPERATURNIMAMPLITUDAMA.

VRLO VELIKI PROBLEM SA AKUMULACIJOM TOPLINE POSTOJI U ZGRADAMA SA DRVENIM KONSTRUKCIJAMA. DRVO KAO MATERIJALJE DOBAR TOPLINSKI IZOLATOR, ALI NEDOVOLJNO DOBROAKUMULIRA TOPLINU ZBOG SVOJE MALE SPECIFIČNE TEŽINE. ZBOG TOGA SE KOD TAKVIH ZGRADA SPOSOBNOST AKUMULACIJE TOPLINE TREBA POVEĆATI POMOĆU DODATNIH KONSTRUKTIVNIH ILI PREGRADNIH ELEMENATA KOJI MOGU PREUZETI FUNKCIJU USKLADIŠTENJA TOPLINE.

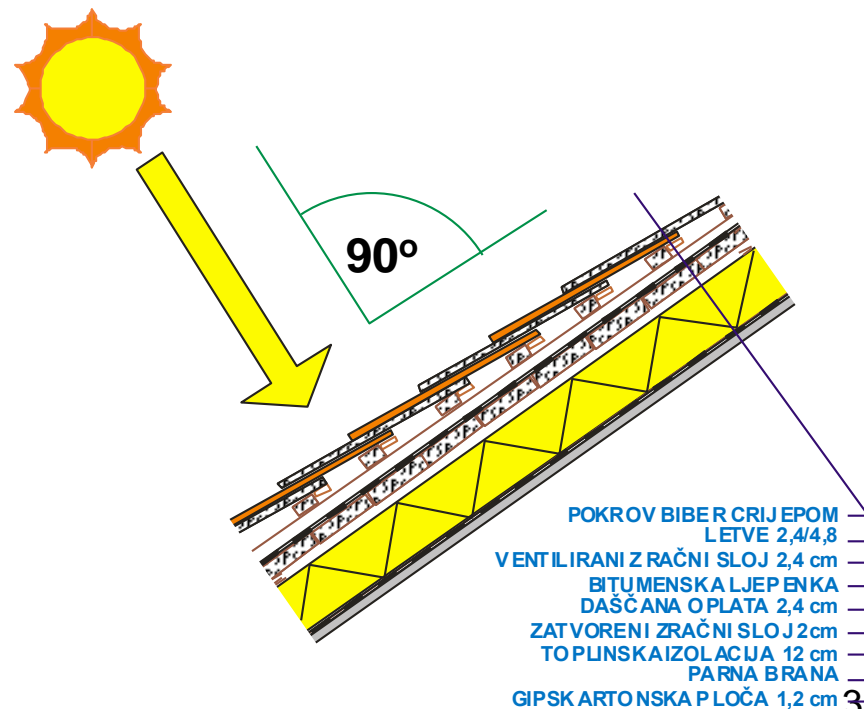
2.1.8. TOPLINSKA STABILNOST OBODNIH KONSTRUKCIJA I ELEMENATA U LJETNOM PERIODU

LJETNI PERIOD NAŠE KONTINENTALNE KLIME KARAKTERIZIRAJU RELATIVNO VELIKE DNEVNE PROMJENE TEMPERATURE VANJSKOG ZRAKA I VRLO VELIKE PROMJENE INTENZITETA SUNČEVOG ZRAČENJA. TE PROMJENE POSTAVLJAJU PRED OBODNE KONSTRUCIJE ZGRADA DODATNE TOPLINSKO FIZIKALNE ZAHTJEVE KOJE DEFINIRAMO KAO TOPLINSKU STABILNOST.

TOPLINSKA STABILNOST VANJSKIH GRAĐEVINSKIH ELEMENATA PREDSTAVLJA SVOSTVO ELEMENTA DA SAČUVA RELATIVNO POSTOJANU TEMPERATURU NA SVOJOJ UNUTRAŠNJOJ POVRŠINI KOD PERIODIČNIH PROMJENA TEMPERATURE VANJSKOG ZRAKA.

AKO OMOTAČ ZGRADE NIJE DOVOLJNO TOPLINSKI STABILAN TEMPERATURA UNUTRAŠNJEG ZRAKA, U LJETNOM PERIODU, ZNATNO ĆE PRIJEĆI GRANICE UDOBNOG I ZDRAVOG BORAVKA KOJI ODREĐUJE OSNOVNI TOPLINSKI KOMFOR.

LJETNO SUNCE



2.2. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA U KOJEM SE GRAĐEVINA NALAZI

JEDAN OD ELEMENATA KOJI MOGU BITNO UTJECATI NA UŠTEDU TOPLINSKE ENERGIJE I TOPLINSKI KOMFOR U ZGRADAMA JE KLIMA PODRUČJA U KOJEM SE ZGRADA NALAZI. PO STARIM PROPISIMA NA PODRUČJU REPUBLIKE HRVATSKE BILE SU USTANOVljENE 3 GRAĐEVINSKO-KLIMATSKE ZONE.

NOVI TEHNIČKI PROPIS UZIMA KAO KRITERIJ ZA MINIMALNU TOPLINSKU ZAŠTITU ZGRADE SREDNJU MJESEČNU TEMPERATURU VANJSKOG ZRAKA NAJHLADNIJEG MJESECA U GODINI NA LOKACIJI ZGRADE ($\theta_{e,mj,min}$).

POSTOJE DVIJE KATEGORIJE :

- $\theta_{e,mj,min}$ VEĆA OD +3°C**
- $\theta_{e,mj,min}$ MANJA ILI JEDNAKO +3°C**

DOBAR PROJEKT ZGRADE MORA PROANALIZRATI I SVE MIKROKLIMATSKE ELEMENTE KOJI MOGU IMATI UTJECAJ NA UŠTEDU ENERGIJE I TOPLINSKI KOMFOR. TI ELEMENTI KOJI BI TREBALI ODREDITI I KONCEPCIJSKU I INŽENJERSKU STRANU ARHITEKTONSKOG PRISTUPA SU:

PLANINSKI OKOLIŠ, RAVNIČARSKI PEJZAŽ, BLIZINA RIJEKE ILI JEZERA, DOLINA, KOTLINA, VISORAVAN, ŠUMOVIT KRAJ, ŠUMA, MIKROKLIMA VEĆIH GRADOVA, BLIZINA MORA ILI OCEANA, KOLIČINA I VRSTA PADALINA, RUŽA VJETROVA I SL.

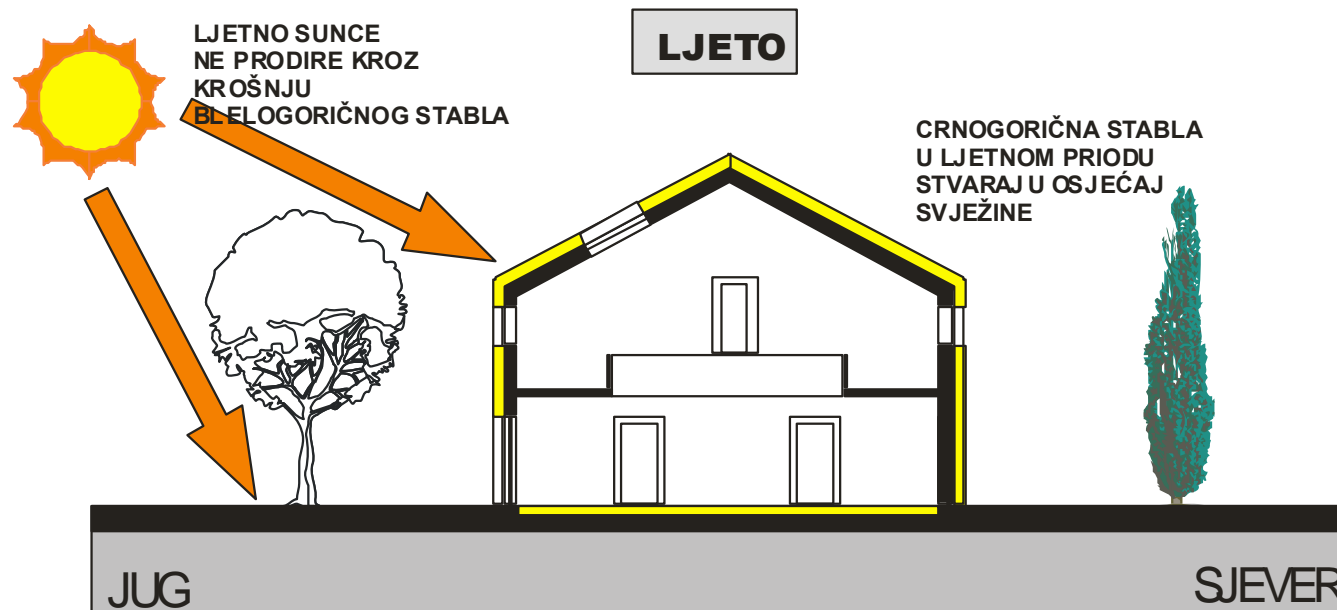
SAMO KOMPLEKSNIM PRILAGOĐAVANJEM ARHITEKTONSKOG OBLIKOVANJA ZGRADA SVIM KLIMATSKIM KARAKTERISTIKAMA MOŽE SE DOĆI DO KVALITETNIH RJEŠENJA.

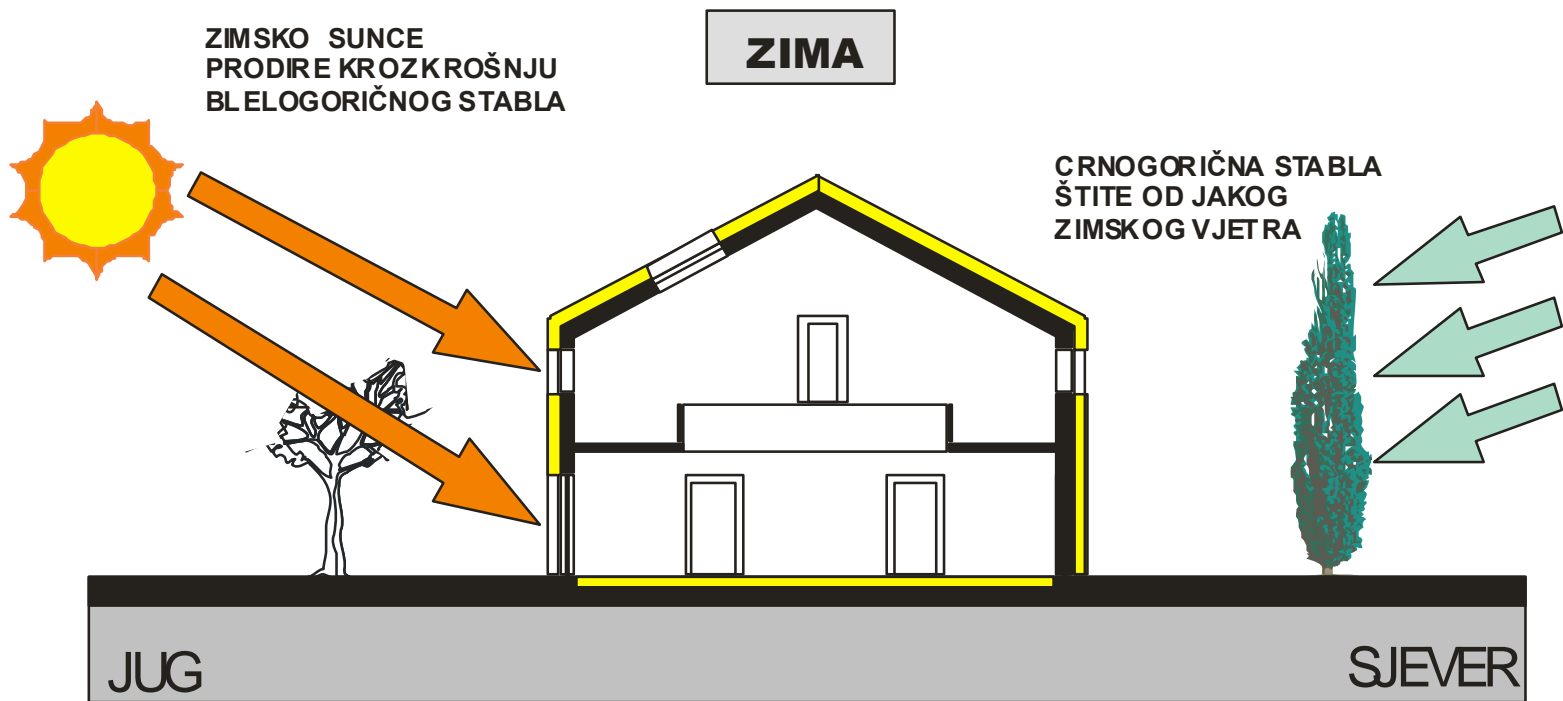
2.3. LOKACIJA ILI UŽA SITUACIJA GRAĐEVINE

DETALJNA ANALIZA I PRILAGODBA UŽE LOKACIJE ZGRADE MOŽE DOPRINJETI UŠTEDAMA TOPLINSKE ENERGIJE U ZGRADAMA. NAJČEŠĆI ELEMENTI NA KOJE TRBA OBRATITI POZORNOST U PRILAGODBI UŽEG OKOLIŠA ZGRADE SU:

- ORIJENTACIJA ZGRADE PREMA STRANAMA SVIJETA
- OSUNČANJE PARCELE I EVENTUALNI NAGIB PARCELE
- RUŽA VJETROVA
- POSTAVA SUSJEDNIH ZGRADA
- VEGETACIJA
- POSTAVA POMOĆNIH ZGRADA I OPREME NA PARCELI

NA SLJEDEĆA DVA CRTEŽA PRIKAZAN JE DOBAR PRIMJER ODABIRA I POSTAVE STABALA NA PARCELI ŠTO SE MOŽE IZVESTI I NAKNADNO U CILJU OSTVARIVANJA UŠTEDE ENERGIJE I DOBROG TOPLINSKOG KOMFORA.





2.4. NAČIN GRIJANJA ZIMI I NAČIN KLIMATIZACIJE ILI PROVJETRAVANJA LJETI

NAČIN GRIJANJA I KLIMATIZACIJE ILI PROVJETRAVANJA TREBA BITI ŠTO JE MOGUĆE VIŠE PRILAGOĐEN TOPLINSKIM KARAKTERISTIKAMA OMOTAČA ZGRADE.

NAŽALOST, U VELIKOJ VEĆINI POSTOJEĆIH ZGRADA NEKVALITETNE OBODNE KONSTRUKCIJE SU UVJETOVALE POSTAVU PREDIMENZIONIRANIH SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA. NAKON EVENTUALNOG GRAĐEVINSKOG SANIRANJA OMOTAČA TAKOVIH ZGRADA TREBALO BI PRILAGODITI I SUSTAVE GRIJANJA I HLAĐENJA KAKO ONI NE BI I DALJE NEPOTREBNO TROŠILI VIŠE ENERGIJE ZA GRIJANJE I HLAĐENJE.

IZRADA PROJEKTA I IZVEDBA SUSTAVA GRIJANJA I KLIMATIZACIJE U NOVIM ZGRADAMA MORA SE MAKSIMALNO PRILAGODITI TOPLINSKIM KARAKTERISTIKAMA OMOTAČA ZGRADE. TO SE POSTIŽE IZRADOM POSEBNIH PROJEKATA GRIJANJA I EVENTUALNO VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE U ZGRADAMA.

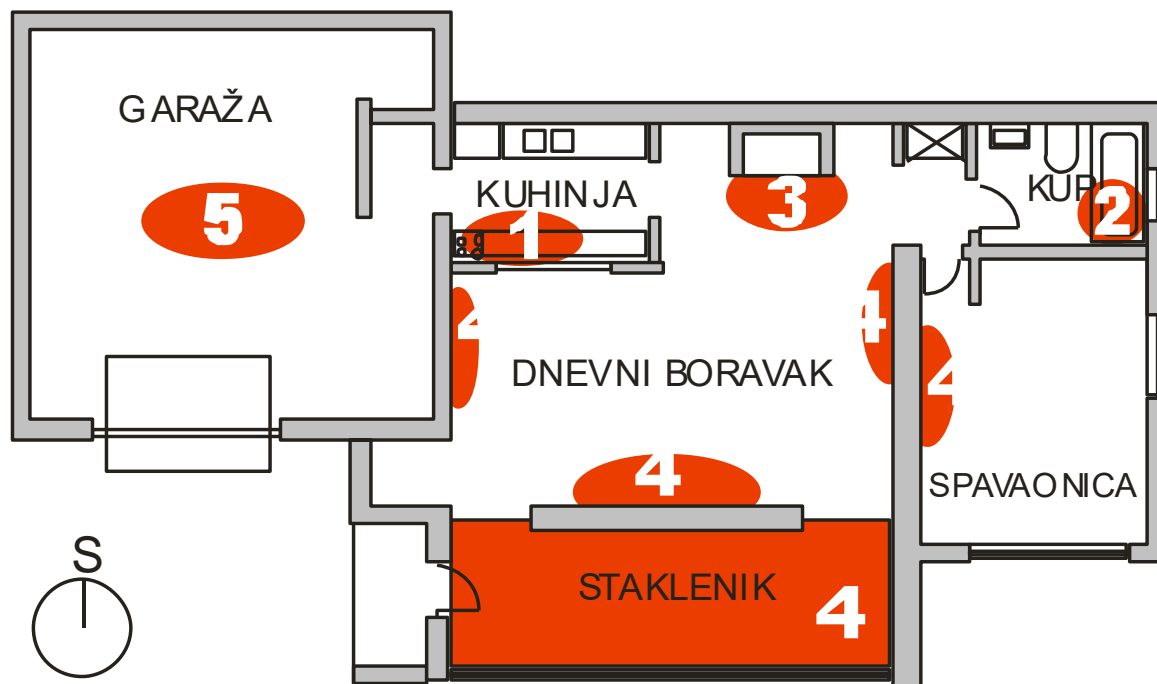
PREMA NOVOM TEHNIČKOM PROPISU O RACIONALNOJ UPORABI ENERGIJE I TOPLINSKOJ ZAŠTITI U ZGRADAMA POTREBNO JE KOD DIMENZIONIRANJA SUSTAVA GRIJANJA POSEBNO IZRAČUNATI PRIMITKE TOPLINSKE ENERGIJE PUTEM SUNČEVOG ZRAČENJA KROZ PROZIRNE OBODNE ELEMENTE. TAKOĐER SE PREDVIĐA POBLIŽE DEFINIRANJE PROTUSUNČANE ZAŠTITE PROZIRNIH ELEMENATA ZGRADE U LJETNOM PERIODU KAKO BI SE SPRIJEČILO PREKOMJERNO ZAGRIJAVANJE ZGRADA.

U POBOLJŠAVANJU EFIKASNOSTI SUSTAVA GRIJANJA U ZGRADAMA SVE VEĆU ULOGU ĆE U BUDUĆNOSTI IMATI KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE NA PASIVAN NAČIN, ALI I AKTIVNO POMOĆU SUNČANH KOLEKTORA.

2.5. MIKROKLIMA FUNKCIONALNE JEDINICE (STANA, POSLOVNOG PROSTORA I SL.)

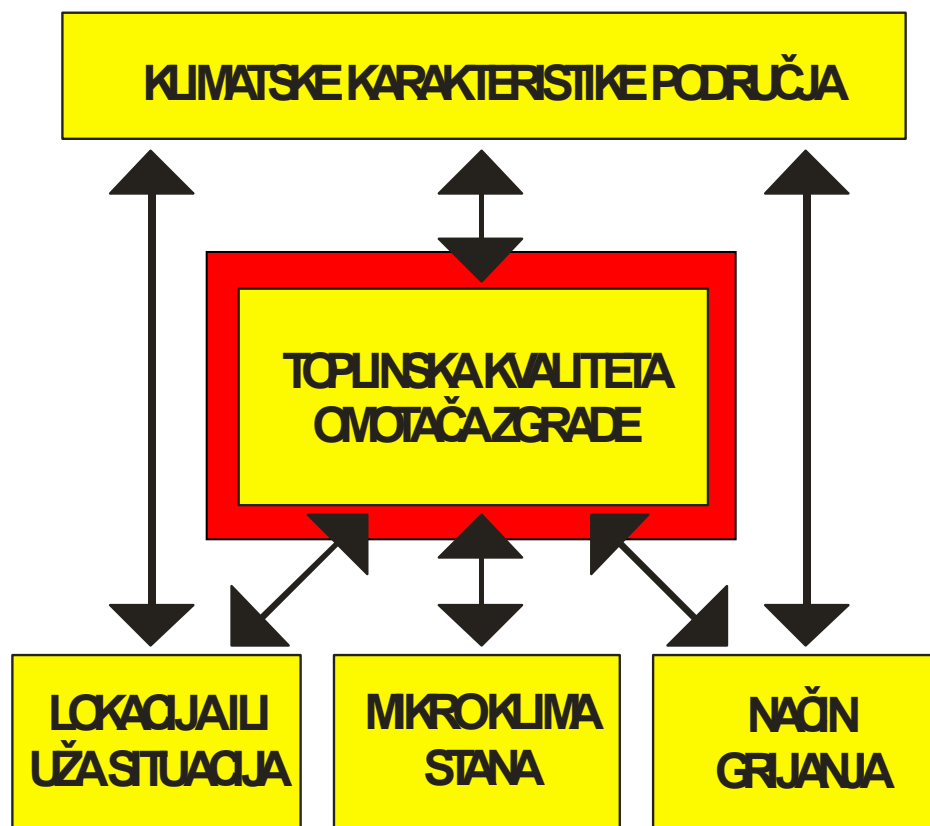
MIKRO KLIMA STANA ILI POSLOVNOG PROSTORA MOŽE UTJECATI NA RACIONALNU POTROŠNJU ENERGIJE I OSTVARIVANJE DOBROG TOPLINSKOG KOMFORA U ZGRADAMA. NA TU MIKRO KLIMU UTJEČU SEKUNDARNI IZVORI TOPLINE KOJI SVOJIM RADOM STVARAJU DODATNU TOPLINSKU ENERGIJU :

- ŠTEDNJACI, HLADNJACI I SLIČNI IZVORI TOPLINE U STANOVIMA (1)
- ELEKTRIČNI I PLINSKI BOJLERI ZA PRIPREMU SANITARNE VODE (2)
- KAMINI I OTVORENA LOŽIŠTA (3)
- AKUMULIRANA TOPLINA U GRAĐEVINSKIM ELEMENTIMA OSTVARENA GRIJANJEM I OSUNČANJEM (4)
- ISPUŠNI PLINOVI U GARAŽI, DIM KAO POSLJEDICA PUŠENJA I SL. (5)



NAJVEĆI UTJECAJ NA RACIONALNU POTROŠNJU ENERGIJE I OSTVARIVANJE DOBROG TOPLINSKOG KOMFORA U ZGRADAMA IMA TOPLINSKA KVALITETA OMOTAČA ZGRADE. OSTALA TRI ELEMENTA NA KOJA ČOVJEK MOŽE UTJECATI IMAJU BITNO MANJU ULOGU. IZRAŽENIJE DJELOVANJE JEDNOG OD ELEMENATA MOŽE ZNAČAJNO SMANJITI UTJECAJ DRUGIH ELEMENATA.

NA SLJEDEĆEM CRTEŽU VIDI SE MEĐUSOBNI ODNOS ELEMENATA KOJI NAJVIŠE ODREĐUJU RACIONALNU POTROŠNJU ENERGIJE I TOPLINSKI KOMFOR U ZGRADAMA.



Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 128/15 (TPRUETZZ)

Prvi propisi s područja toplinske zaštiti u Hrvatskoj doneseni su 1970. A zatim 1980. i 1987. Prethodni Tehnički propis o uštedi toplinske energije i toplinskoj zaštiti u zgradama usvojen je 2005. godine, i Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 110/2008) (NN 97/2014)

Trenutno je na snazi Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15)



Značenje pojedinih pojmova u TPRUETZZ

Zgrada gotovo nulte energije jest zgrada koja ima vrlo visoka energetska svojstva. Ta gotovo nulta odnosno vrlo niska količina energije trebala bi se u vrlo značajnoj mjeri pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini, a za koju su zahtjevi utvrđeni ovim propisom.

Od 31. prosinca 2020. sve nove zgrade moraju biti »zgrade gotovo nulte energije«; a nakon 31. prosinca 2018. nove zgrade koje kao vlasnici koriste tijela javne vlasti moraju biti »zgrade gotovo nulte energije«.

Energija iz obnovljivih izvora jest energija iz obnovljivih nefosilnih izvora, tj. energija vjetrova, sunčeva energija, aerotermalna, geotermalna, hidrotermalna energija i energija mora, hidroenergija, biomasa, deponijski plin, plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda i bioplinovi.

Oplošje grijanog dijela zgrade, A (m_2), jest ukupna ploština građevnih dijelova koji razdvajaju grijani dio zgrade od vanjskog prostora, tla ili negrijanih dijelova zgrade

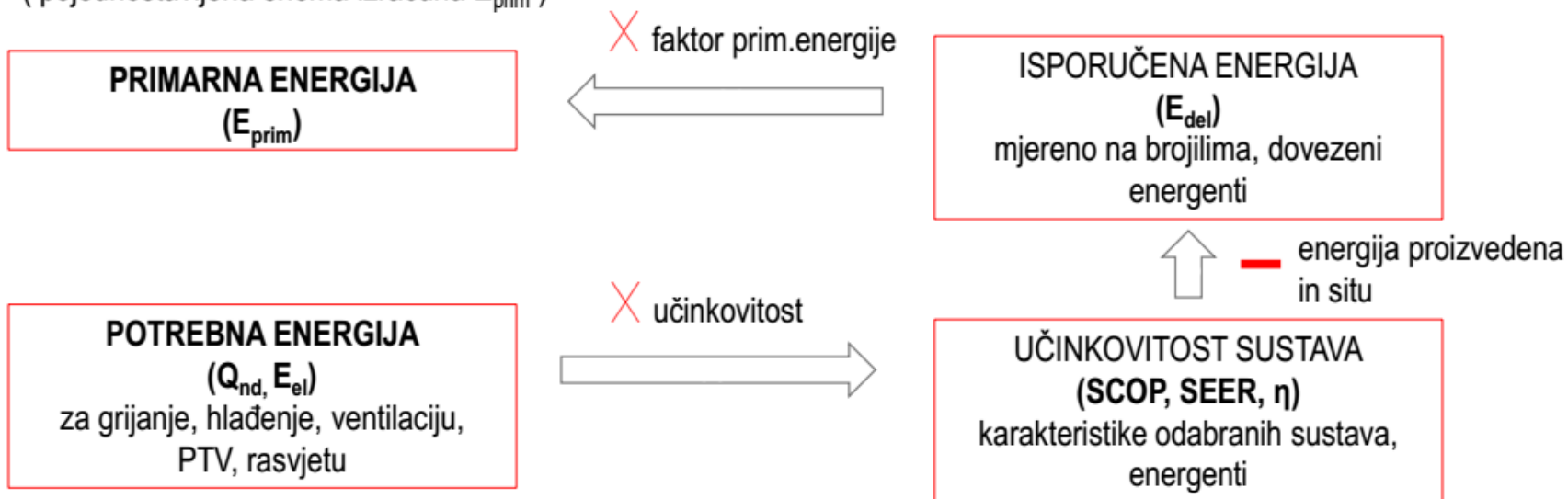
Ovojnica zgrade jesu ugrađeni dijelovi zgrade koji odvajaju unutrašnjost zgrade od vanjskog okoliša.

Primarna energija jest energija iz obnovljivih i neobnovljivih izvora koja nije podvrgnuta niti jednom postupku pretvorbe;

U primarnu energiju za podmirenje energetske potrebe zgrade se uračunava sva energija potrebna za rad sustava zgrade - grijanje, hlađenje, ventilacija, PTV, rasvjeta

Prikaz pojednostavljenog načina izračuna primarne energije

(pojednostavljena shema izračuna E_{prim})



Članak 8.

(1) Tehnički zahtjev za racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu zgrade utvrđuje se:

- najvećom dopuštenom godišnjom potrebnom toplinskom energijom za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade $Q''_{H,nd}$ [kWh/(m²·a)],
- najvećom dopuštenom godišnjom isporučenom energijom po jedinici ploštine korisne površine zgrade E_{del} [kWh/(m²·a)] te
- najvećom dopuštenom godišnjom primarnom energijom po jedinici ploštine korisne površine zgrade E_{prim} [kWh/(m²·a)] na temelju troškovno optimalnih razina

Uvjeti koje treba zadovoljiti u projektiranju gotovo nula energetskih zgrada G0EZ (nZEB)

- potrebna energija za grijanje $Q_{H,nd} / m^2$ i niska primarna energija E_{prim} / m^2
- niska zrakopropusnost
- udio OIE > 30%



TPRUETZZ NN 128/15, PRILOG B, tablica 8 – definira dopuštene vrijednosti $Q_{H,nd} / m^2$ i E_{prim} / m^2

Tablica 8. Najveće dopuštene vrijednosti za nove zgrade i zgrade gotovo nulte energije zgrade grijane i/ili hladene na temperaturu 18 °C ili više

ZAHTEVI ZA NOVE ZGRADE i G0EZ	$Q''_{H,nd}$ [kWh/(m ² ·a)]						E_{prim} [kWh/(m ² ·a)]				E_{det} [kWh/(m ² ·a)]	
	NOVA ZGRADA i G0EZ						NOVA		G0EZ		NOVA	
	kontinent, $\theta_{mm} \leq 3$ °C			primorje, $\theta_{mm} > 3$ °C			kont $\theta_{mm} \leq 3$ °C	prim $\theta_{mm} > 3$ °C	kont $\theta_{mm} \leq 3$ °C	prim $\theta_{mm} > 3$ °C	kont $\theta_{mm} \leq 3$ °C	prim $\theta_{mm} > 3$ °C
KATEGORIJA ZGRADE	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$	$f_0 \leq 0,20$	$0,20 < f_0 < 1,05$	$f_0 \geq 1,05$						
Višestambena	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	120	90	80	50	80	60
Obiteljska kuća	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$17,16 + 38,42 \cdot f_0$	57,50	115	70	45	35	80	50
Uredska	16,94	$8,82 + 40,58 \cdot f_0$	51,43	16,19	$11,21 + 24,89 \cdot f_0$	37,34	70	70	35	25	40	40
Obrazovna	11,98	$3,86 + 40,58 \cdot f_0$	46,48	9,95	$4,97 + 24,91 \cdot f_0$	31,13	65	60	55	55	60	60
Bolnica	18,72	$10,61 + 40,58 \cdot f_0$	53,21	46,44	$41,46 + 24,89 \cdot f_0$	67,60	300	300	250	250	220	220
Hotel i restoran	35,48	$27,37 + 40,58 \cdot f_0$	69,98	11,50	$6,52 + 24,89 \cdot f_0$	32,65	130	80	90	70	90	50
Sportska dvorana	96,39	$88,28 + 40,58 \cdot f_0$	130,89	37,64	$32,66 + 24,91 \cdot f_0$	58,82	400	170	210	150	290	110
Trgovina	48,91	$40,79 + 40,58 \cdot f_0$	83,40	13,90	$8,92 + 24,91 \cdot f_0$	35,08	450	280	170	150	290	170
Ostale nestambene	40,50	$32,39 + 40,58 \cdot f_0$	75,00	24,84	$19,86 + 24,89 \cdot f_0$	45,99	150	100	/	/	80	60

Dopuštena zrakopropusnost ovojnice zgrade, ventiliranje prostora zgrade

Članak 26.

Zgrada mora biti projektirana i izgrađena na način da dijelovi zgrade koji čine ovojnicu grijanog prostora zgrade, uključivo spojnice između pojedinih građevnih dijelova i otvora ili prozirnih elemenata koji nemaju mogućnost otvaranja, budu minimalne zrakopropusnosti u skladu s dosegnutim stupnjem razvoja tehnike i tehnologije u vrijeme izrade projekta.

Članak 27.

Kod stambenih zgrada broj izmjena unutarnjeg zraka s vanjskim zrakom u kojoj borave ili rade ljudi treba iznositi najmanje $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

Minimalna toplinska zaštita

Članak 32.

Za zgradu koja se grije na temperaturu višu od 12 °C koef cijenti prolaska topline, U [$W/(m^2 \cdot K)$], građevnih dijelova zgrade koji graniče s vanjskim zrakom, tlom, stanom ili poslovnim prostorom drugog korisnika ili dijelom zgrade s temperaturom ≤ 12 °C ne smiju biti veći od vrijednosti utvrđenih u tablici 1. iz Priloga B

3.1. Određivanje koeficijenata prolaska topline, U

KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE GRAĐEVINSKIH ELEMENATA “U” (PO STARIM PROPISIMA : KOEFICIJENT PROLAZA TOPLINE “k”)

U = količina topline koja u jedinici vremena prođe okomito kroz jedinicu površine građevinskog elementa pri jediničnoj razlici temperatura zraka sa obje strane elementa, kada je postignuto stacionarno stanje.

Mjerna jedinica : [W/(m²K)]

NAČINI IZRAČUNA KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE “U”

3.1.1. za homogene građevinske elemente

$$U = \frac{1}{1/\alpha_i + d/\lambda + 1/\alpha_e} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

3.1.2. za višeslojne građevinske elemente

$$U = \frac{1}{1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_e} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

3.1.3. građevinski elementi sa zatvorenim slojem zraka

$$U = \frac{1}{1/\alpha_i + d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + R_z + d_n/\lambda_n + 1/\alpha_e} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]$$

3.1.4. heterogeni građevinski elementi

d = debljina pojedinog sloja (u metrima)

α_i = koeficijent unutarnjeg prijelaza topline (**W/m²K**)

α_e = koeficijent vanjskog prijelaza topline (**W/m²K**)

λ = koeficijent toplinske provodljivosti (**W/m K**)

R_z = toplinski otpor zatvorenog zračnog sloja (**m²K/W**)

POLOŽAJ ZATVORENOG SLOJA ZRAKA I SMJER TOPLINSKOG TOKA	faktor e	RAČUNSKE VRIJEDNOSTI TOPLINSKOG OTPORA R _Z ZATVORENOG SLOJA ZRAKA U m ² K/W ZA SLOJ ZRAKA DEBLJINE U cm									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HORIZONTALNI SLOJ ZRAKA – UZLAZNI TOPLINSKI TOK	0,05	0,29	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,37	0,39	0,40	0,40
	0,11	0,26	0,29	0,31	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35
	0,20	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,29	0,29
	0,82	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
HORIZONTALNI SLOJ ZRAKA – SILAZNI TOPLINSKI TOK	0,05	0,36	0,65	0,86	1,03	1,15	1,25	1,27	1,40	1,48	1,50
	0,11	0,32	0,54	0,68	0,77	0,83	0,90	0,93	0,98	1,00	1,01
	0,20	0,28	0,42	0,50	0,56	0,60	0,61	0,62	0,62	0,62	0,62
	0,82	0,14	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20
VERTIKALNI SLOJ ZRAKA DULJINE DO 3 metra	0,05	0,36	0,55	0,53	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	0,11	0,32	0,46	0,45	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
	0,20	0,27	0,37	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
	0,82	0,14	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16

Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, U [$W/(m^2 \cdot K)$]

Tablica 1. Najveće dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, U [$W/(m^2 \cdot K)$], građevnih dijelova novih zgrada, i nakon rekonstrukcije postojećih zgrada

Redni broj	Građevni dio	U [$W/(m^2 \cdot K)$]			
		$\theta_{\text{int,ext}} \geq 18 \text{ }^\circ\text{C}$		$12 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_{\text{int,ext}} < 18 \text{ }^\circ\text{C}$	
		$\theta_{\text{e,mj,min}} \leq 3$	$\theta_{\text{e,mj,min}} > 3$	$\theta_{\text{e,mj,min}} \leq 3$	$\theta_{\text{e,mj,min}} > 3$
1.	Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, zidovi prema provjetravanom tavanu	0,30	0,45	0,50	0,60
2.	Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, ostali prozirni elementi ovojnice zgrade	1,60	1,80	2,50	2,80
3.	Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovnih prozora, prozirnih elemenata ovojnice zgrade (U)	1,10	1,40	1,40	1,40
4.	Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu	0,25	0,30	0,40	0,50

5.	Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže	0,25	0,30	0,40	0,50
6.	Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od $0 \text{ }^\circ\text{C}$	0,40	0,60	0,90	1,20
7.	Zidovi prema tlu, podovi na tlu	0,40 ¹⁾	0,50 ¹⁾	0,65 ¹⁾	0,80 ¹⁾
8.	Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom i ostakljene pregrade prema negrijanom ili provjetravanom prostoru	2,00	2,40	2,90	2,90
9.	Stjenke kutija za rolete	0,60	0,80	0,80	0,80
10.	Stropovi i zidovi između stanova ili između različitih grijanih posebnih dijelova zgrade (poslovnih prostora i sl.)	0,60	0,80	1,20	1,20
11.	Kupole i svjetlosne trake	2,5	2,5	2,5	2,5
12.	Vjetrobrani, promatrano u smjeru otvaranja vrata	3,0	3,0	3,0	3,0

Napomena: $\theta_{\text{e,mj,min}}$ je srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade

ISKAZNICA ENERGETSKIH SVOJSTAVA ZGRADE

1. INVESTITOR	
2. OZNAKA PROJEKTA	
3. OPIS ZGRADE	
Naziv zgrade ili dijela zgrade	
Lokacija zgrade (katastarska čestica, katastarska općina, naselje s poštanskim brojem, ulica, kućni broj, nadmorska visina)	
Mjesec i godina izrade projekta	
Oplošje grijanog dijela zgrade A (m ²)	
Obujam grijanog dijela zgrade V_e (m ³)	
Faktor oblika zgrade f_θ (m ⁻¹)	
Ploština korisne površine zgrade A_K (m ²)	
Način grijanja (lokalno, etažno, centralno, toplansko)	
Prosječna unutarnja projektna temperatura grijanja °C	
Prosječna unutarnja projektna temperatura hlađenja °C	
Meteorološka postaja s nadmorskom visinom	
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,min}$ (°C)	
Srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najtoplijeg mjeseca na lokaciji zgrade $\theta_{e,mj,max}$ (°C)	

4. POTREBNA PRIMARNA ENERGIJA, TOPLINSKA ENERGIJA ZA GRIJANJE ZGRADE I IZRAČUNATA TOPLINSKA ENERGIJA ZA HLAĐENJE		
Godišnja potrebna primarna energija za stvarne klimatske podatke Q_{prim} [kWh/a]		
Godišnja potrebna primarna energija po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke Q''_{prim} [kWh/(m ² ·a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje za stvarne klimatske podatke $Q_{\text{H,nd}}$ [kWh/a]		
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici ploštine korisne površine zgrade za stvarne klimatske podatke $Q''_{\text{H,nd}}$ [kWh/(m ² ·a)] (za stambene ili nestambene zgrade)	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici obujma grijanog dijela zgrade za stvarne klimatske podatke $Q'_{\text{H,nd}}$ [kWh/(m ³ ·a)] (za nestambene zgrade prosječne visine etaže veće od 4,2 m)	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{\text{C,nd}}$ [kWh/a] (za zgrade sa sustavom hlađenja)		
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje po jedinici ploštine korisne površine zgrade $Q''_{\text{C,nd}}$ [kWh/(m ² ·a)] (za zgrade sa sustavom hlađenja)	<i>najveća dopuštena</i>	<i>izračunata</i>

5. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE		
POTREBNO ZA OSTVARENJE UVJETA	OSTVARENO (%)	ISPUNJENO (DA/NE)
Najmanje 20 % ukupne potrebne energije za rad sustava u zgradi podmireno energijom iz obnovljivih izvora energije		
Udio u ukupnoj isporučenoj energiji za grijanje i hlađenje zgrade i pripremu potrošne tople vode dobiven na jedan od sljedećih načina:	Najmanje 25 % iz sunčeva zračenja	
	Najmanje 30 % iz plinovite biomase	
	Najmanje 50 % iz čvrste biomase	
	Najmanje 70 % iz geotermalne energije	
	Najmanje 50 % iz topline okoline	
	Najmanje 50 % iz kogeneracijskog postrojenja s visokom učinkovitošću	
Najmanje 50 % opskrbljena iz sustava energetske učinkovitog daljinskog grijanja prema članku 44. stavak 1.		
Najmanje 30 % niža od dozvoljene godišnje potrebne topline za grijanje zgrade		
Najmanje 4 m ² ugrađenih sunčanih kolektora (vrijedi iznimno za jednoobiteljske stambene zgrade)		
6. DRUGA ENERGETSKA OBILJEŽJA ZGRADE		
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade $H'_{tr,adj}$ [W/(m ² ·K)]	<i>najveći dopušteni</i>	<i>izračunati</i>
Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H_{tr,adj}$ (W/K)		
Koeficijent toplinskog gubitka provjetravanjem $H_{vc,adj}$ (W/K)		
Ukupni godišnji gubici topline Q_t (kWh)		
Godišnji iskoristivi unutarnji dobici topline Q_i (kWh)		
Godišnji iskoristivi solarni dobici topline Q_s (kWh)		
Ukupni godišnji iskoristivi dobici topline Q_g (kWh)		

7. ODGOVORNOST ZA PODATKE	
Projektant (ime i prezime / naziv i adresa)	
Projektant dijela glavnog projekta zgrade koji se odnosi na racionalnu uporabu energije i toplinsku zaštitu (potpis i pečat)	
Glavni projektant zgrade (potpis i pečat)	
Datum i pečat projektantske tvrtke	

dokaz o realizaciji gotovo nula energetske zgarde (G0EZ):

novi Pravilnik o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju 88/2017 (PEPZEC)

Usklađen je s važećim Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama NN 128/15 u pogledu:

- **klasifikacije zgrada (2 grupe stambenih, 7 grupa nestambenih zgrada)**
- **iste metode proračuna energetskog svojstva zgrade pri projektiranju i pri energetskom certificiranju zgrada - obaveza energetskog certificiranja zgrade prije ishoda upornabe dozvole**
- **novi izgled energetskog certifikata zgrade**
- **novi način izrade podataka za registar certifikata i izdavanje certifikata**
- **Energetski certifikat zgrade prilaže se pri tehničkom pregledu zgrade.**

Energetski certifikat zgrade je dokument propisanog sadržaja i izgleda, koji sadrži:

1. opće podatke o zgradi,
2. energetski razred zgrade,
3. podatke o osobi koja je izdala energetski certifikat,
4. podatke o termotehničkim sustavima,
5. klimatske podatke,
6. podatke o potrebnoj energiji za referentne i stvarne klimatske podatke,
7. objašnjenja tehničkih pojmova te popis primijenjenih propisa i normi.

Stambene i nestambene zgrade svrstavaju se u **osam energetskih razreda** prema energetskoj ljestvici od **A+** do **G**, s tim da A+ označava energetski najpovoljniji, a G energetski najnepovoljniji razred.

Visoki energetski razredi, **A+** i **A**, uobičajeno zahtijevaju primjenu obnovljivih izvora energije, koji smanjuju ukupnu potrošnju energije po kvadratnom metru.

novi PEPZEC NN 88/2017 - energetska razredi zgrade na osnovu specifične godišnje potrebne E_{prim}

Tablica 2. Energetski razred grafički se prikazuje na energetskom certifikatu zgrade slovom (A+, A, B, C, D, E, F, G) s podatkom o specifičnoj godišnjoj primarnoj energiji, E_{prim} izraženoj u kWh/m²a.

E_{prim} (kWh/m ² a)	STAMBENA		OBITELJSKA		UREDSKA		OBRAZOVNA		BOLNICA		HOTEL I RESTORAN		SPORTSKA DVORANA		TRGOVINA		OSTALE NESTAMBENE	
	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P	K	P
A+	≤ 80	≤ 50	≤ 45	≤ 35	≤ 35	≤ 25	≤ 55	≤ 55	≤ 250	≤ 250	≤ 90	≤ 70	≤ 210	≤ 150	≤ 170	≤ 150	≤ 80	≤ 50
A	> 80 ≤ 100	> 50 ≤ 75	> 45 ≤ 80	> 35 ≤ 55	> 35 ≤ 55	> 25 ≤ 50	> 55 ≤ 60	> 55 ≤ 58	> 250 ≤ 275	> 250 ≤ 275	> 90 ≤ 110	> 70 ≤ 75	> 210 ≤ 305	> 150 ≤ 160	> 170 ≤ 310	> 150 ≤ 210	> 80 ≤ 115	> 50 ≤ 75
B	> 100 ≤ 120	> 75 ≤ 90	> 80 ≤ 115	> 55 ≤ 70	> 55 ≤ 70	> 50 ≤ 70	> 60 ≤ 65	> 58 ≤ 60	> 275 ≤ 300	> 275 ≤ 300	> 110 ≤ 130	> 75 ≤ 80	> 305 ≤ 400	> 160 ≤ 170	> 310 ≤ 450	> 210 ≤ 280	> 115 ≤ 150	> 75 ≤ 100
C	> 120 ≤ 265	> 90 ≤ 220	> 115 ≤ 280	> 70 ≤ 230	> 70 ≤ 100	> 70 ≤ 90	> 65 ≤ 125	> 60 ≤ 120	> 300 ≤ 345	> 300 ≤ 325	> 130 ≤ 160	> 80 ≤ 95	> 400 ≤ 465	> 170 ≤ 225	> 450 ≤ 475	> 280 ≤ 290	> 150 ≤ 280	> 100 ≤ 225
D	> 265 ≤ 410	> 220 ≤ 350	> 280 ≤ 445	> 230 ≤ 385	> 100 ≤ 125	> 90 ≤ 110	> 125 ≤ 175	> 120 ≤ 175	> 345 ≤ 395	> 325 ≤ 350	> 160 ≤ 190	> 95 ≤ 110	> 465 ≤ 530	> 225 ≤ 280	> 475 ≤ 495	> 290 ≤ 340	> 280 ≤ 410	> 225 ≤ 350
E	> 410 ≤ 515	> 350 ≤ 435	> 445 ≤ 560	> 385 ≤ 485	> 125 ≤ 155	> 110 ≤ 140	> 175 ≤ 220	> 175 ≤ 220	> 395 ≤ 495	> 350 ≤ 440	> 190 ≤ 240	> 110 ≤ 140	> 530 ≤ 665	> 280 ≤ 350	> 495 ≤ 620	> 340 ≤ 425	> 410 ≤ 515	> 350 ≤ 435
F	> 515 ≤ 615	> 435 ≤ 520	> 560 ≤ 670	> 485 ≤ 580	> 155 ≤ 190	> 140 ≤ 165	> 220 ≤ 265	> 220 ≤ 265	> 495 ≤ 590	> 440 ≤ 525	> 240 ≤ 290	> 140 ≤ 165	> 665 ≤ 795	> 350 ≤ 415	> 620 ≤ 745	> 425 ≤ 510	> 515 ≤ 615	> 435 ≤ 520
G	> 615	> 520	> 670	> 580	> 190	> 165	> 265	> 265	> 590	> 525	> 290	> 165	> 795	> 415	> 745	> 510	> 615	> 520

K- kontinentalna Hrvatska;

P- primorska Hrvatska

Novi izgled energetskog certifikata za sve vrste zgrada

ENERGETSKI CERTIFIKAT ZGRADE
prema Pravilniku o energetskom pregledu zgrade i energetskom certificiranju (NW)

Naziv zgrade

Naziv samostalne uporabne cjeline zgrade

Ulica / kućni broj Poštanski broj Mjesto

PODACI O ZGRADI nova postojeća rekonstrukcija

Vrsta zgrade (prema Pravilniku) odaberi vrstu zgrade prema Pravilniku iz padajućeg izbornika

Vrsta zgrade prema složenosti tehničkih sustava odaberi iz padajućeg izbornika

Vlasnik / investitor k.č.br. k.o.

Ploština korisne površine grijanog dijela zgrade A_g Godina izgradnje / rekonstrukcije

Građevinska (bruto) površina zgrade [m^2] Mjerodavna meteorološka postaja

Faktor oblika f_p [m^{-2}] Referentna klima



ROK VAŽENJA CERTIFIKATA / PODACI O OSOBI KOJA JE IZDALA ENERGETSKI CERTIFIKAT

Oznaka energetskog certifikata Datum izdavanja Datum važenja

Naziv ovlaštene pravne osobe RegistarSKI broj

Ime i prezime imenovane osobe u ovlaštenoj pravnoj osobi ili ime i prezime ovlaštene fizičke osobe / vlastoručni potpis

PODACI O OSOBAMA KOJE SU SUDJELOVALE U IZRADI ENERGETSKOG CERTIFIKATA

Dio zgrade	Ime i prezime ovlaštene osobe	Naziv pravne osobe	RegistarSKI broj	Vlastoručni potpis
Građevinski				
Strojarski				
Elektrotehnički				

GRAĐEVINSKI DIJELOVI ZGRADE

Koeficijent transmisijskog toplinskog gubitka $H_{tr,ud}$ [$W/(m^2 \cdot K)$]

KOEFICIJENT PROLASKA TOPLINE	U [$W/(m^2 \cdot K)$] ¹	U_{dep} [$W/(m^2 \cdot K)$]	Ispunjeno
Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, provjetravanom tavanu			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema provjetravanom tavanu			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi prema tlu, podovi prema tlu			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Vanjska vrata s neprozirnim krilom			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Zidovi i stropovi između samostalnih uporabnih cjelina zgrade (stanova, poslovnih prostora)			<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

PODACI O TERMOTEHNIČKIM SUSTAVIMA ZGRADE

Način grijanja zgrade lokalno centralno nema

etažno

Način pripreme potrošne tople vode lokalno centralno nema

spremnik protočno

Godina proizvodnje izvora toplinske energije za grijanje

Izvor energije za grijanje zgrade prirodni plin ukapljeni naftni plin nema

loživo ulje električna energija

drvo (cjepanice) drvena biomasa

daljinski izvor

Izvor energije za pripremu potrošne tople vode prirodni plin ukapljeni naftni plin nema

loživo ulje električna energija

drvo (cjepanice) drvena biomasa

daljinski izvor

Način hlađenja zgrade lokalno centralno nema

etažno

Izvori energije koji se koriste za hlađenje zgrade električna energija nema

Vrsta ventilacije prisilna bez sustava povrata topline prisilna sa sustavom povrata topline prirodna

Vrsta i način korištenja sustava s obnovljivim izvorima energije dizalica topline solarni kolektori nema

biomasa fotonapon

ENERGETSKE POTREBE

	REFERENTNI KLIMATSKI PODACI		ZAHTJEV ²	Ispunjeno
	Ukupno [kWh/a]	Specifično [$kWh/(m^2 \cdot a)$]	Dopušteno [$kWh/(m^2 \cdot a)$]	
Godišnja potrebna toplinska energija za grijanje $Q_{H,ud}$				<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja potrebna toplinska energija za hlađenje $Q_{C,ud}$				<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja isporučena energija E_{del}				<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE
Godišnja primarna energija $E_{pri,ud}$				<input type="checkbox"/> DA <input type="checkbox"/> NE

KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA LOKACIJI ZGRADE

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad tehničkih sustava [%]

Udio obnovljivih izvora energije u ukupnoj isporučenoj energiji za rad termotehničkih sustava [%]

¹ upisuju se U vrijednosti za prethodne građevne dijelove zgrade (najvećih ukupnih ploština)

² upisuju se za nove zgrade i za postojeće zgrade na kojima se provodi rekonstrukcija za koje su vrijednosti propisane Tehničkim propisom o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (TPRUETZZ)

4. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U ZGRADAMA

SPOZNAJA O KONAČNOJ ISCRPIVOSTI KONVENCIONALNIH ENERGETSKIH IZVORA I UBRZANI RAZVITAK LJUDSKOG DRUŠTVA POKRENULI SU INTENZIVNA ISTRAŽIVANJA RAZLIČITIH OBLIKA ENERGIJE KOJI SE U PRIRODI OBNAVLJAJU.

ZBOG TOGA ŠTO SU U SUGLASJU S PRIRODOM, OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE EKOLOŠKI SU ČISTI, ŠTO ZNAČI DA SE NJHOVOM UPORABOM NI NAJMANJE NE ZAGAĐUJE ČOVJEKOV OKOLIŠ.

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE KOJE NAJČEŠĆE UPOTREBLJAVAMO SU:

- ENERGIJA VJETRA
- BIOMASE STVORENE FOTOSINTEZOM
- GEOTERMALNA ENERGIJA
- ENERGIJA VODOTOKOVA
- ENERGIJA PLIME I OSEKE
- ENERGIJA MORSKIH VALOVA
- SUNČEVO ZRAČENJE
- VODIK



4.1. ENERGIJA VJETRA



ENERGIJA VJETRA KORISTILA SE KROZ POVIJEST NA RAZLIČITE NAČINE. TO JE BILA KARAKTERISTIKA SAMO ONIH PODRUČJA KOJA OBILUJU SNAŽNIM I KONSTANTNIM VJETROVIMA. UKUPNA KINETIČKA ENERGIJA ZRAČNIH STRUJANJA U ZEMLJINOJ ATMOSFERI PROCJENJUJE SE NA OKO 3×10^{15} kWh GODIŠNJE, ŠTO PREDSTAVLJA SAMO OKO 0,2 % ENERGIJE SUNČEVOG ZRAČENJA KOJE DOPIRE DO ZEMLJE.

DANAŠNJE TEHNOLOGIJE KORIŠTENJA ENERGIJE VJETRA POSTIŽU NAJDJELOTVORNIJE REZULTATE S VJETRENJAČAMA KOJE POKREĆU GENERATORE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE PA IH NAJČEŠĆE NAZIVAMO VJETROELEKTRANE.



DVIJE TREĆINE ENERGIJE VJETRA DOSTUPNO JE TIJEKOM ZIMSKIH MJESECI. ZATO SE VJETROELEKTRANE SAVRŠENO NADOPUNJUJU S HIDROELEKTRANAMA I SUNČEVOM ENERGIJOM ČIJE UČINKOVITIJE KORIŠTENJE OSTVARUJEMO U PROLJEĆE I LJETO.

PREDUVJET ZA FUNKCIONIRANJE VJETROELEKTRANA JE BRZINA VJETRA KOJA MORA BITI VEĆA OD 4 m/sec. U NAŠOJ ZEMLJI VELIKEPOTENCIJALNE MOGUĆNOSTI ZA KORIŠTENJE ENERGIJE VJETRA POSTOJE U PLANINSKIM I PRIMORSKIM PODRUČJIMA GDJE SNAGA VJETRA I UČESTALOST VJETROVA IMA ZADOVOLJAVAJUĆE RAZINE.

PRVE VJETROELEKTRANE IZGRAĐENE SU NA OTOKU PAGU I U KOD ŠIBENIKA.



PRETVORBA KINETIČKE ENERGIJE VJETRA U KINETIČKU ENERGIJU VRTNJE VRATILA ODVIJA SE POMOĆU LOPATICA ROTORA VJETRENE TURBINE. U GENERATORU DOLAZI DO PRETVORBE KINETIČKE ENERGIJE VRTNJE VRATILA U KONAČNU, ELEKTRIČNU ENERGIJU PA SE CIJELO POSTROJENJE ČESTO NAZIVA I VJETROGENERATOROM.

4.2. BIOMASA



SVAKE GODINE NA ZEMLJI NASTAJU VELIKE KOLIČINE SUHE BIOMASE KAO PRODUKT PROCESA FOTOSINTEZE. SAMO OKO 4 % UPOTREBLJAVA SE ZA HRANU I ENERGIJU, A OSTATAK BESKORISNO TRUNE, ODNOSNO POVEĆAVA PRIRODNE ZALIHE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE.

BIOMASA JE GORIVO KOJE SE DOBIVA OD BILJAKA ILI DIJELOVA BILJAKA KAO ŠTO SU DRVO, SLAMA, STABLIKE ŽITARICA, LJUŠTURE ITD. (PREMA UREDBI O GRANIČNIM VRIJEDNOSTIMA EMISIJE ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI U ZRAK IZ STACIONARNIH IZVORA (NN 140/97)

BIOMASA JE OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE, A OPĆENITO SE MOŽE PODIJELITI NA DRVNU, NEDRVNU I ŽIVOTINJSKI OTPAD, UNUTAR ČEGA SE MOGU RAZLIKOVATI:

- **DRVNA BIOMASA (OSTACI IZ ŠUMARSTVA, OTPADNO DRVO)**
- **DRVNA UZGOJENA BIOMASA (BRZORASTUĆE DRVEĆE)**
- **NEDRVNA UZGOJENA BIOMASA (BRZORASTUĆE ALGE I TRAVE)**
- **OSTACI I OTPACI IZ POLJOPRIVREDE**
- **ŽIVOTINJSKI OTPAD I OSTACI**



DANAS SE PRIMJENA BIOMASE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE POTIČE UVAŽAVAJUĆI NAČELO ODRŽIVOG RAZVOJA. NAJČEŠĆE SE KORISTI DRVNA MASA KOJA JE NASTALA KAO SPOREDNI PROIZVOD ILI OTPAD TE OSTACI KOJI SE NE MOGU VIŠE ISKORISTITI. TAKVA SE BIOMASA KORISTI KAO GORIVO U POSTROJENJIMA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE I TOPLINSKE ENERGIJE ILI SE PRERADUJE U PLINOVITA I TEKUĆA GORIVA ZA PRIMJENU U VOZILIMA I KUĆANSTVIMA. POSTOJE RAZNE PROCJENE POTENCIJALA I ULOGE BIOMASE U GLOBALNOJ ENERGETSKOJ POLITICI U BUDUĆNOSTI, NO U SVIM SE SCENARIJIMA PREDVIĐA NJEZIN ZNAČAJAN PORAST I BITNO VAŽNIJA ULOGA.

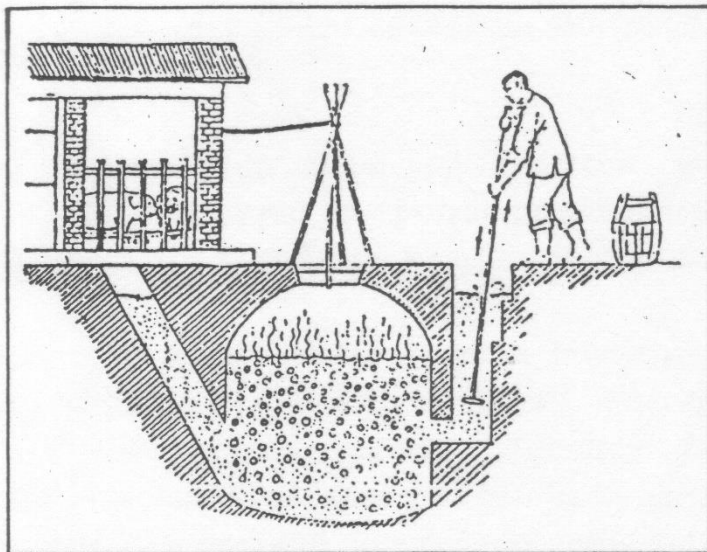
MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA BIOMASE, KAO DOPUNSKOG IZVORA ENERGIJE, IMA RELANE ŠANSE ZA PRIMJENU U PROSTORIMA ISTOČNE HRVATSKE.

KORIŠTENJE OVE TEHNOLOGIJE ZA PROIZVODNJU ENERGIJE NIJE BILI NEPOZNATO NA OVIM PROSTORIMA NI U PROŠLOSTI. MOGUĆA RAŠIRENIJA UPORABA OVE TEHNOLOGIJE OVISI O TEHNIČKOJ OPREMLJENOSTI I ORIJENTACIJI OBITELJSKIH GOSPODARSTAVA.

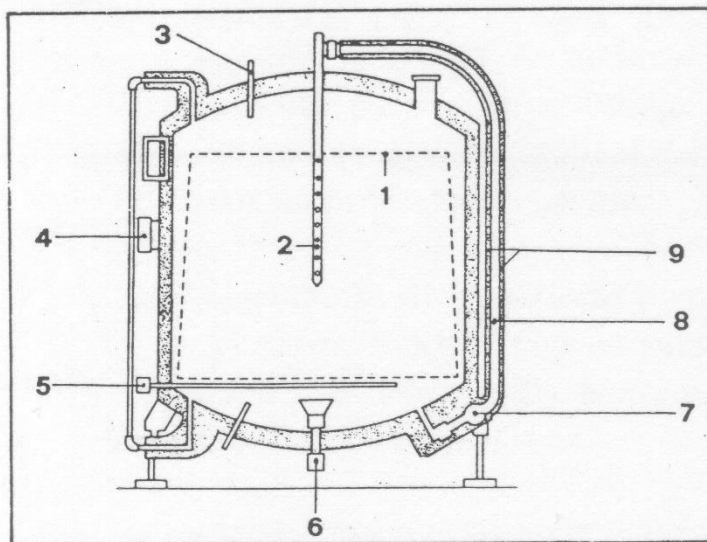
ENERGETSKI I EKOLOŠKI VRLO PRIHVATLJIV NAČIN KORIŠTENJA BIOMASE PREDSTAVLJA KEMIJSKU REAKCIJU RAZGRADNJE UGLJIKOVODIKA POMOĆU BAKTERIJA. PRI TOME SE DOBIVA SAGORIVI PLIN METAN, NEŠTO UGLJIČNOG DIOKSIDA I OSTATAK KOJI JE VRLO BOGAT NITRATIMA PA JE VRLO DOBAR ZA UPORABU KAO UMJETNO GNOJIVO. RAZGRADNJA UGLJIKOVODIKA ODVIJA SE U ZATVORENIM PROSTORIMA BEZ KISIKA NA TEMPERATURI OD 10° DO 40° C. PROCES SE NAZIVA ANAEROBNA FERMENTACIJA, A UREĐAJ U KOME SE PROCES ODVIJA NAZIVA SE DIGESTOR.

DIGESTOR SE MOŽE IZGRADITI POD ZEMLJOM ILI NAD ZEMLJOM. NAJJEDNOSTAVNIJI OBLICI DIGESTORA SU OD NEPROPUSNE GLINE. SUVREMENIJI SU IZVEDENI OD ARMIRANOG BETONA, A U POSLJEDNJE VRIJEME NAJČEŠĆE SE UPOTREBLJAVA METALNI DIGESTOR KOJI SE POSTAVLJA IZNAD ZEMLJE.

KAPACITETI DIGESTORA KREĆU SE U LJETNOM PERIODU TAKO DA NA SVAKI m³ VOLUMENA DIGESTORA MOŽEMO DOBITI OD 0,15 DO 0,20 m³ BIOPLINA.



PRESJEK KROZ DIGESTOR OD GLINE



PRESJEK KROZ METALNI NADZEMNI DIGESTOR

- 1 – KOŠARA ZA GNOJ
- 2 – CIJEV ZA ODVOD GNOJA
- 3 – TOPLOMJER
- 4 – PLINSKO BROJILO
- 5 – MANOMETAR
- 6 – OTVOR ZA PRAŽNJENJE
- 7 – CRPKA
- 8 – CIJEV ZA CIRKULACIJU
- 9 - GRIJALO



4.3. GEOTERMALNA ENERGIJA



GEOTERMALNA ENERGIJA U UŽEM SMISLU OBUHVAĆA ONAJ DIO ENERGIJE IZ DUBINA ZEMLJE KOJI U OBLIKU VRUĆEG ILI TOPLOG GEOTERMALNOG MEDIJA (VODE ILI PARE) DOLAZI DO POVRŠINE ZEMLJE I PRIKLADAN JE ZA ISKORIŠTAVANJE U IZVORNOM OBLIKU (ZA GRIJANJE, KUPANJE, LIJEČENJE I SL) ILI ZA PRETVORBU U DRUGE OBLIKE (ELEKTRIČNU ENERGIJU, TOPLINU U TOPLINARSKIM SUSTAVIMA I SL).

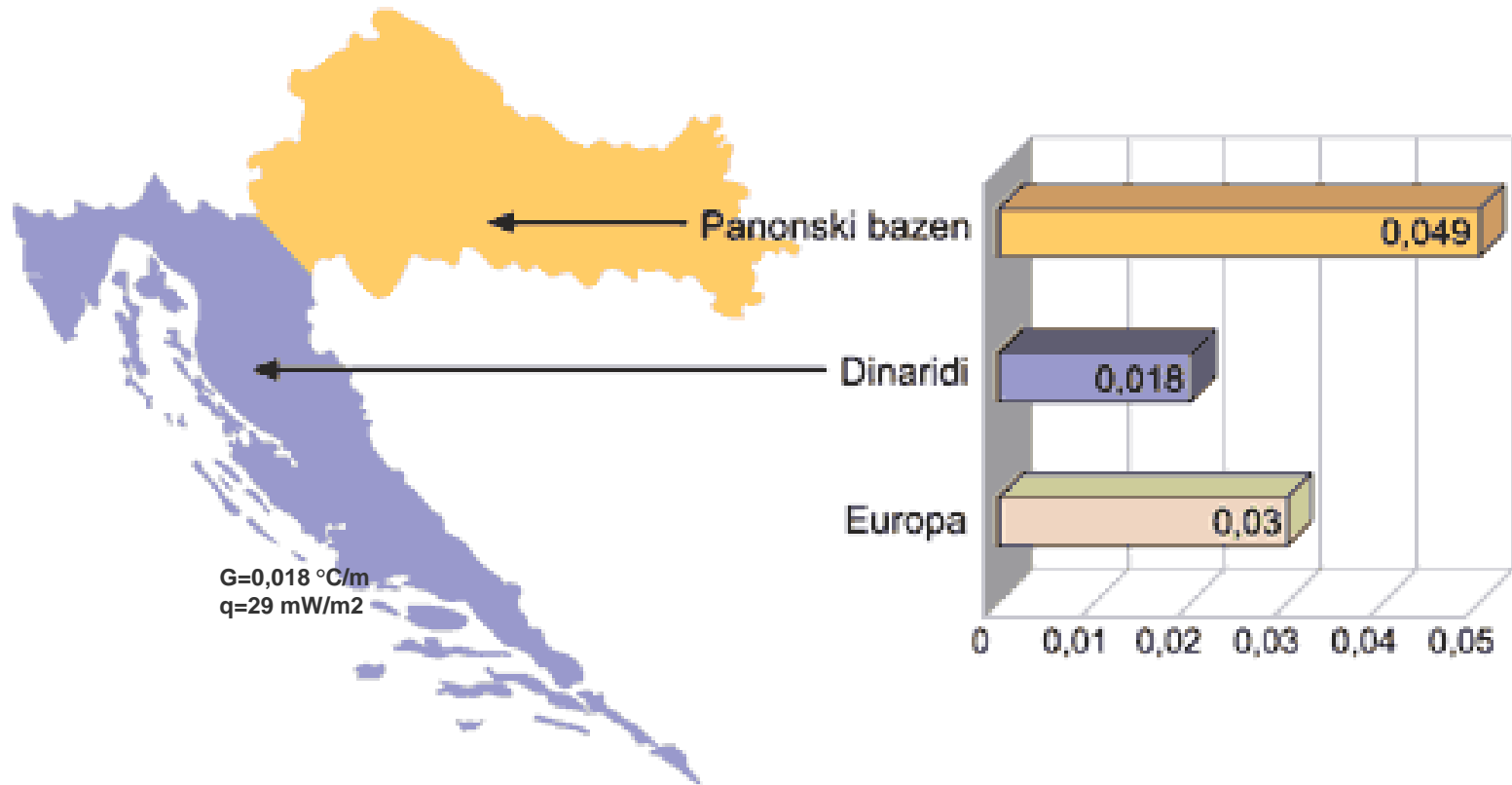
GEOTERMALNA ENERGIJA JE POSLJEDICA RAZNIH PROCESA KOJI SE ZBIVAJU U DUBINAMA ZEMLJE (RASPADANJA IZOTOPA I SL), GDJE TEMPERATURA IZNOSI VIŠE OD 4000 °C, A NASTALA SE TOPLINA KROZ SLOJEVE ZEMLJINE KORE ODVODI PREMA VAN. PROMJENA TEMPERATURE S DUBINOM SLOJEVA NAZIVA SE GEOTERMALNIM GRADIJENTOM KOJI U EUROPI PROSJEČNO IZNOSI 0,03 °C/m, A U HRVATSKOJ SU UOBIČAJENE VRIJEDNOSTI:

U PODRUČJU DINARIDA I NA JADRANU: OD 0,015 DO 0,025 °C/m

U PANONSKOM PODRUČJU: OKO 0,04 °C/m.

INAČE, DO DUBINE 30 M TOPLINA ZEMLJINE POVRŠINE UVJETOVANA JE I SUNČEVIM ZRAČENJEM, A U TIM JE SLOJEVIMA TEMPERATURA GOTOVO KONSTANTNA.

KARTA GEOTERMALNOG GRADIJENTA U HRVATSKOJ



GEOTERMALNI GRADIJENT

DVA SEDIMENTNA BAZENA POKRIVAJU GOTOVO CIJELO PODRUČJE REPUBLIKE HRVATSKE: PANONSKI BAZEN I DINARIDI. VELIKE SU RAZLIKE U GEOTERMALNIM POTENCIJALIMA KOJI SU ISTRAŽENI I PRILIKOM OBAVLJANJA ISTRAŽNIH RADOVIMA U SVRHU PRONALASKA NAFTE I PLINA.

SREDNJETEMPERATURNI GEOTERMALNI POTENCIJALI



GEOTERMALNE POTENCIJALE U HRVATSKOJ MOŽEMO PODIJELITI U TRI SKUPINE – SREDNJE TEMPERATURNE REZERVOARE 100 – 200 °C, NISKOTEMPRATURNE REZERVOARE 65 DO 100°C I GEOTERMALNE IZVORE TEMPERATURE VODE ISPOD 65 °C.

GEOTERMALNA ENERGIJA IZ OVIH LEŽIŠTA MOŽE SE ISKORIŠTAVATI ZA GRIJANJE PROSTORA, U RAZLIČITIM TEHNOLOŠKIM PROCESIMA TE ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE.



GEOTERMALNA SE VODA NA PODRUČJU HRVATSKE KORISTILA OD DAVNINA I NA NJOJ SE TEMELJE BROJNE TOPLICE (NPR. VARAŽDINSKE, BIZOVAČKE). DOK JE RANIJE (NPR. VARAŽDINSKE TOPLICE POTJEČU JOŠ IZ RIMSKIH VREMENA) U TIM TOPLICAMA VODA NA POVRŠINU DOTJECALA PRIRODNO, DANAS SE KORISTE PLITKE BUŠOTINE. ZNAČAJNIJA ISTRAŽIVANJA GEOTERMALNIH LEŽIŠTA KAKO BI SE ISPITALA MOGUĆA PRIMJENA U RAZNE SVRHE, NE SAMO ZDRAVSTVENO-TURISTIČKE, U HRVATSKOJ ZAPOČINJU 1976. GODINE.

BIZOVAČKE TOPLICE KORISTE BUŠOTINU BIZOVAC KOJA JE DIO ISTOIMENOG GEOTERMALNOG POLJA. SUSTAV JE IZGRAĐEN PRIJE DVADESETAK GODINA, NO U MEĐUVREMENU NIJE PROŠIRIVAN NI POBOLJŠAVAN. GEOTERMALNI SE MEDIJ (VODA) DOBIVA IZ DVIJE PROIZVODNE BUŠOTINE, A KROZ TREĆU SE U LEŽIŠTE, UMJESTO ISKORIŠTENOG, OHLAĐENOG MEDIJA, UTISKUJE BUNARSKA VODA JER NE POSTOJE UREĐAJI ZA PROČIŠĆAVANJE VODE ISKORIŠTENE U BAZENIMA.

PROTOK VODE JE PRILIČNO RAVNOMJERAN I GODIŠNJE PROSJEČNO IZNOSI OD 6 DO 9 L/S, PRI ČEMU JE TEMPERATURA NA IZVORU IZMEĐU 85 I 90 °C. GODIŠNJA SE PROIZVODNJA TOPLINSKE ENERGIJE PROCJENJUJE NA NAŠTO MANJE OD 10 000 MW. OSIM TOPLE VODE, ISKORIŠTAVA SE I PLIN KOJI SE DOBIVA U ODVAJAČU (1,3 M³ PLINA PO 1 M³ MEDIJA) I KAO GORIVO SLUŽI U KUHINJI HOTELA.

JEDAN OD KOMBINIRANIH SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA STAMBENIH OBJEKATA JE DJELOMIČNO ILI POTPUNO UKOPAVANJE KUĆE. NA TAJ NAČIN KORISTI SE VELIKA IZOLACIJSKA SPOSOBNOST I TOPLINSKA INERCIJA KOJA SPRIJEČAVA BRZE PROMJENE TEMPERATURE. ZAHVALJUJUĆI TIM PRIRODNIM SVOJSTVIMA JOŠ IZ RANE POVIJESTI POZNATI SU PRIMJERI IZGRADNJE ZEMUNICA KAO LJUDSKIH NASTAMBI.

KAO ŠTO JE VIDLJIVO IZ KLIMATSKIH PODATAKA ZA PODRUČJE GRADA OSIJEKA I NJEGOVU OKOLICU PROSJEČNE GODIŠNJE TEMPERATURE ZRAKA VARIRAJU OD $-0,7^{\circ}\text{C}$ U SIJEČNJU DO $21,6^{\circ}\text{C}$ U SRPNJU. GODIŠNJE OSCILACIJE TEMPERATURE ZEMLJE NA DUBINI OD 1 METRA POKAZUJU DA SE MINIMALNA TEMPERATURA NE SPUŠTA ISPOD 6°C , A MAKSIMALNA NE PENJE IZNAD 20°C . BITNO JE ZNATI DA VREMENSKI RAZMAK IZMEĐU MINIMALNE I MAKSIMALNE TEMPERATURE U ZEMLJI DOLAZI OKO DVA MJESECA KASNIJE U ODNOSU NA PROMJENE TEMPERATURE ZRAKA. TO ZNAČI DA ZEMLJA DOSTIŽE NAJNIŽU TEMPERATURU POČETKOM PROLJEĆA, A NAJVIŠU POČETKOM JESENI KADA SE TEMPERATURA ZRAKA VEĆ SPUŠTA NA PROSJEČNU RAZINU OD 10°C .

PRIMJERI UKOPANIH I POLUUKOPANIH STAMBENIH OBJEKATA POKAZUJU DA SU TAKVA RJEŠENJA VRLO POGODNA ZA BREŽULJKASTE ILI PLANINSKE LOKACIJE. IDEALNO RAVNA SLAVONSKA NIZINA NE PRUŽA KVALITETNA RJEŠENJA ZA UKOPAVANJE STAMBENIH OBJEKATA I KORIŠTENJE GEOTERMALNE ENERGIJE. DODATNI PROBLEM KOD TAKVOG NAČINA IZGRADNJE PREDSTAVLJALA BI VISOKA RAZINA PODZEMNIH VODA I VELIKA VLAŽNOST ZEMLJE KOJA U OVIM KRAJEVIMA UOBIČAJENA. DOKAZ ZA TO JE I VRLO RIJETKA IZVEDBA PODRUMA U NASLJEĐENIM TRADICIJSKIM SLAVONSKIM KUĆAMA.

PROCJENJUJE SE DA BI SE GEOTERMALNA ENERGIJA U HRVATSKOJ IZ VEĆINE LEŽIŠTA PONAJPRIJE MOGLA KORISTITI ZA SUSTAVE GRIJANJA (PONAJVIŠE ZGRADA KOJA ČINE ZDRAVSTVENO-TURISTIČKE KOMPLEKSE, GDJE SE GEOTERMALNI MEDIJ U TE SVRHE VEĆ KORISTI, A ZATIM I ZA ZAGRIJAVANJE STAKLENIKA (POSEBICE U KRAJEVIMA U KOJIMA INAČE POSTOJI POLJOPRIVREDNA PROIZVODNJA).



4.4. ENERGIJA VODENIH TOKOVA

POD POJMOVIM ENERGIJE VODENIH TOKOVA, ILI JEDNOSTAVNIJE HIDROENERGIJE, PODRAZUMJEVAMO SVE MOGUĆNOSTI ZA DOBIVANJE ENERGIJE IZ STRUJANJA VODE U PRIRODI. TO JE ENERGIJA DOBIVENA :

- IZ KOPNENIH VODOTOKOVA (RIJEKA, POTOKA, KANALA I SL)
- IZ MORSKIH MIJENA: PLIME I OSEKE
- IZ MORSKIH VALOVA.

KOPNENI VODOTOKOVI POTJEČU OD KRUŽENJA VODE U PRIRODI PA NJIHOVA ENERGIJA, ZAPRAVO, POTJEČE OD SUNČEVE. MORSKI VALOVI, BAREM ONI KOJI SU UZROKOVANI VREMENSKIM PRILIKAMA ZBOG ČEGA SU PRILIČNO PRAVILNI I MOGU SE ISKORIŠTAVATI, TAKOĐER POTJEČU OD SUNČEVE ENERGIJE. OSIM NJIH, POSTOJE JOŠ I VALOVI KOJI NASTAJU ZBOG DJELOVANJA ZEMLJINE KORE, PRIMJERICE VULKANA ILI POTRESA, ALI ZBOG REDOVITO RAZORNOG DJELOVANJA NISU PRIKLADNI ZA KORIŠTENJE. ZA RAZLIKU OD NJIH, ENERGIJA MORSKIH MIJENA POTJEČE OD GRAVITACIJSKOG DJELOVANJA NEBESKIH TIJELA, TOČNIJE OD MEĐUDJELOVANJA MJESECA I ZEMLJE.

KOD VELIKIH JE HIDROELEKTRANA UTJECAJ NA OKOLIŠ VRLO VELIK JER REDOVITO DOLAZI DO ZNAČAJNIH PROMJENA KRAJOLIKA ZBOG POTAPANJA ČITAVIH DOLINA PA I NASELJA, VELIKIH EMISIJA METANA (OD TRULJENJA POTOPLJENIH BILJAKA), LOKALNIH PROMJENA KLIME ZBOG VELIKIH KOLIČINA VODE ITD.

ZA RAZLIKU OD TOGA, UTJECAJ NA OKOLIŠ MALIH HIDROELEKTRANA JE BITNO MANJI JER SE NERIJETKO MOGU DOBRO UKLOPITI U KRAJOLIK (NPR. ISKORIŠTAVANJEM POSTOJEĆIH HIDROENERGETSKIH SUSTAVA, NAPUŠTENIH MLINOVA I SL), MALA JE POTROŠNJA ENERGIJE ZA NJIHOVU IZGRADNJU (KUMULATIVNA EMISIJA), CIJELI SUSTAV NIJE VELIK ITD.

DAKLE, GOVOREĆI O HIDROENERGIJI KAO OBNOVLJIVOM IZVORU KOJI JE U SUGKASJU SA ODRŽIVIM RAZVITKOM U UŽEM SE SMISLU MISLI SAMO NA MALE HIDROELEKTRANE.



4.5. VODIK

VODIK (H_2) NAJČEŠĆI JE ELEMENT U SVEMIRU I JEDAN OD NAJČEŠĆIH NA ZEMLJI. IPAK, NA ZEMLJI SE GOTOVO ISKLJUČIVO NALAZI U VEZANOM OBLIKU, ODNOSNO U RAZNIM KEMIJSKIM SPOJEVIMA. U ZRAKU ATMOSFERE U ČISTOM GA STANJU PRI NORMALNIM UVJETIMA IMA VRLO MALO - IZMEĐU 0,0001 I 0,0002% (VOLUMNIH).

KAO TVAR, VODIK JE OTKRIVEN U 18. STOLJEĆU (HENRY CAVENDISH, 1766. GODINE). NAJLAKŠI JE ELEMENT U PRIRODI I ČAK JE 14 PUTA LAKŠI OD ZRAKA. NA SOBNOJ JE TEMPERATURI (21 °C) I PRI ATMOSFERSKOM TLAKU U PLINOVITOM STANJU, BEZ BOJE, OKUSA I MIRISA, ZAPALJIV, ALI NEOTROVAN.

NJEGOVI IZGARANJEM NASTAJE SAMO VODENA PARA, POSVE NEŠKODLJIVA ZA OKOLIŠ. PODRUČJE ZAPALJIVOSTI VODIKA U ZRAKU IZNOSI OD 4 DO 75% NJEGOVOG VOLUMNOG UDJELA. DONJA MU JE GRANICA ZAPALJIVOSTI NA ZRAKU ČETIRI PUTA VIŠA NEGO ZA BENZIN I DVA PUTA VIŠA NEGO ZA PROPAN. IPAK, ENERGIJA POTREBNA ZA ZAPALJENJE NA ZRAKU JE 12 PUTA MANJA NEGO KOD BENZINA, ALI JE BRZINA IZGARANJA 8 PUTA VEĆA.

VODIK SE MOŽE PROIZVESTI IZ RAZLIČITIH SPOJEVA, A ZBOG NJEGOVE VRLO VELIKE PRISUTNOSTI KAO POGONSKO GORIVO SE POČINJE KORISTITI U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI. OD 2007. GODINE KREĆE SERIJSKA PROIZVODNJA AUTOMOBILA BMW HYDROGEN 7 KOJEG ĆE POKRETATI DVOJNI POGON – BENZIN I VODIK.



5. SUNČEVO ZRAČENJE KAO IZVOR ENERGIJE



U NAJRANIJOJ POVIJESTI ČOVJEK JE PREPOZNAO TOPLINU I SVJETLOST SUNCA ŠTO JE REZULTIRALO POKUŠAJEM PRILAGODBE NJEGOVOM CIKLIČKOM KRETANJU. SPOZNAJE VEZANE UZ KRETANJE SUNCA DANAS I U BUDUĆNOSTI POSEBNO SU VAŽNE ZA ISTRAŽIVANJE KORIŠTENJA SUNČEVE ENERGIJE U RAZLIČITE SVRHE. NAIME, BEZ TEHNIČKOG RAZVITKA METODA ISKORIŠTENJA SUNČEVOG ZRAČENJA TAJ NEPRESUŠNI IZVOR ENERGIJE NEĆE MOĆI U VEĆOJ MJERI ZAMJENITI NEOBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE KOJI SU DANAS U UPORABI.

PROUČAVANJE KRETANJA ZEMLJE U ODNOSU NA SUNCE POTREBNO JE IZ VIŠE RAZLIČITIH RAZLOGA. NAJPOTREBNIJE JE PRILAGODITI PRIKUPLJANJE SUNČEVE ENERGIJE KRETANJU TIH DVAJU SVEMIRSKIH TIJELA. ZATIM TREBA OSTVARITI ODGOVARAJUĆU ZAŠTITU OD SUNCA U DIJELU GODINE KADA JE ONO PREJAKO. NADALJE, DOBRO POZNAVANJE KRETANJA SUNCA TREBA PRIPOMOĆI U PROCESIMA PROSTORNOG PLANIRANJA I ARHITEKTONSKOG PROJEKTIRANJA KAKO BI SE OSIGURALO KVALITETNO OSUNČANJE I OSVJETLJENJE TIJEKOM SUNČEVIH MIJENA.

ZEMLJA SE OKREĆE OKO SUNCA PO ELIPTIČNOJ PUTANJI. ZA VRIJEME LJETNIH MJESECI DJELOVANJE SUNČEVOG ZRAČENJA SE POJAČAVA ZBOG DULJEG DNEVNOG OSUNČANJA I VEĆEG KUTA UPADA SUNČEVIH ZRAKA. OVA SITUACIJA JE POTPUNO OPREČNA ZA JUŽNU POLOVICU ZEMLJINE KUGLE. INTENZITET SUNČEVOG ZRAČENJA ZNAČAJNO SE SMANJUJE U ODNOSU NA ZEMLJOPISNU ŠIRINU.

SUNCE JE GOLEMA UŽARENA PLINOVITA KUGLA PROMJERA 1,391 MILIJUNA KM. ZEMLJA SE VRTI OKO SUNCA U ELIPTIČNOJ PUTANJI S VRLO MALIM EKSCENTRICITETOM ($E=0,017$) TAKO DA SE UDALJENOST ZEMLJE I SUNCA MIJENJA VRLO MALO TIJEKOM GODINE. SREDNJA UDALJENOST ZEMLJE I SUNCA JE 149,68 MILIJUNA KM. U PERIHELU (TOČKA ELIPTIČNE PUTANJE NAJBLIŽA FOKUSU), POČETKOM SIJEČNJA, ZEMLJA JE 1,67% BLIŽA, A U AFELU (TOČKA ELIPTIČKE PUTANJE NAJUDALJENIJA OD FOKUSA), POČETKOM SRPNJA, ZEMLJA JE 1,67 % UDALJENIJA OD SUNCA. KAKO SE SUNČEVO ZRAČENJE MIJENJA S KVADRATOM UDALJENOSTI, ZEMLJA U SIJEČNJU PRIMA 6,9 % VIŠE SUNČEVE ENERGIJE NEGO U SRPNJU. PREMA TOME SIJEČANJSKE TEMPERATURE BI TREBALE BITI VIŠE OD SRPANJSKIH, ZIMA NA SJEVERNOJ POLUTKI BI TREBALA BITI TOPLIJA NAGO NA JUŽNOJ, A LJETO NA JUŽNOJ POLUTKI TOPLIJE OD LJETA NA SJEVERNOJ. U STVARNOSTI JE SVE UPRAVO OBRATNO JER ODNOSI U ATMOSFERI ZNAČAJNO OVIŠE I O DRUGIM FAKTORIMA. SUNCE SE SASTOJI SE UGLAVNOM OD VODIKA I HELIJA. U UNUTRAŠNOSTI SUNCA VODIK SE NUKLEARNIM REAKCIJAMA FUZIJE PRETVARA U HELIJ ŠTO REZULTIRA OSLOBAĐANJEM VELIKIH KOLIČINA ENERGIJE. USLIJED TIH REAKCIJA TEMPERATURA U UNUTRAŠNOSTI SUNCA PREMAŠUJE 20 MILIJUNA K.

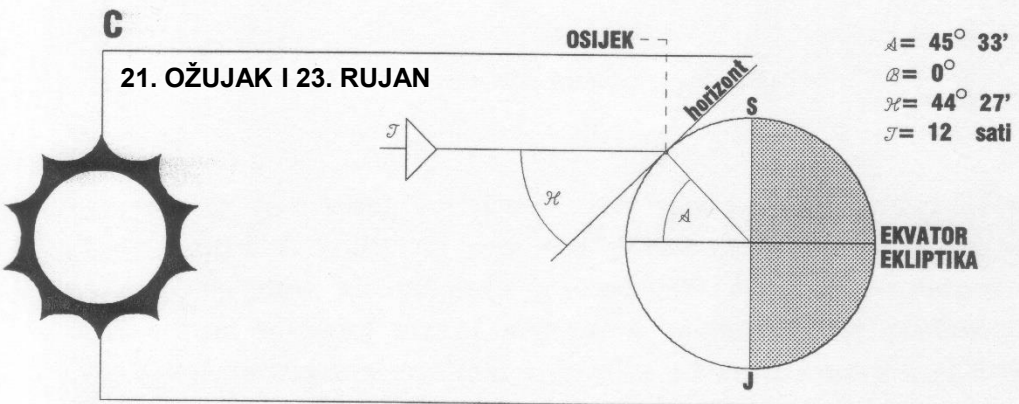
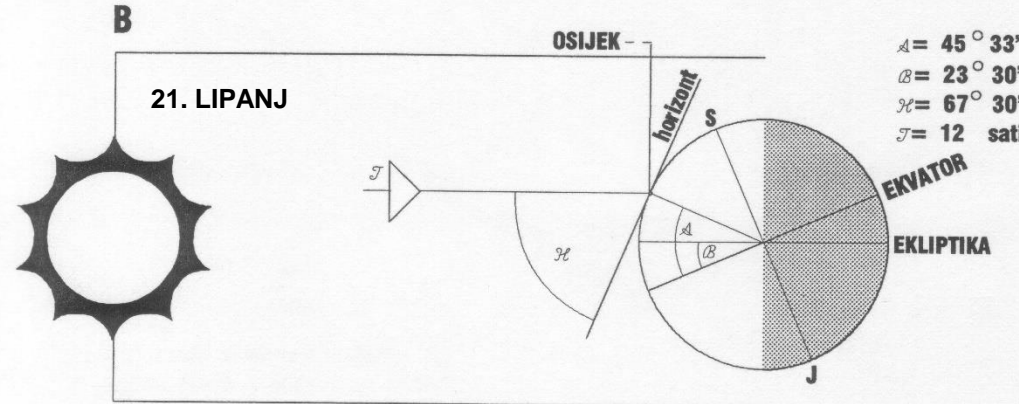
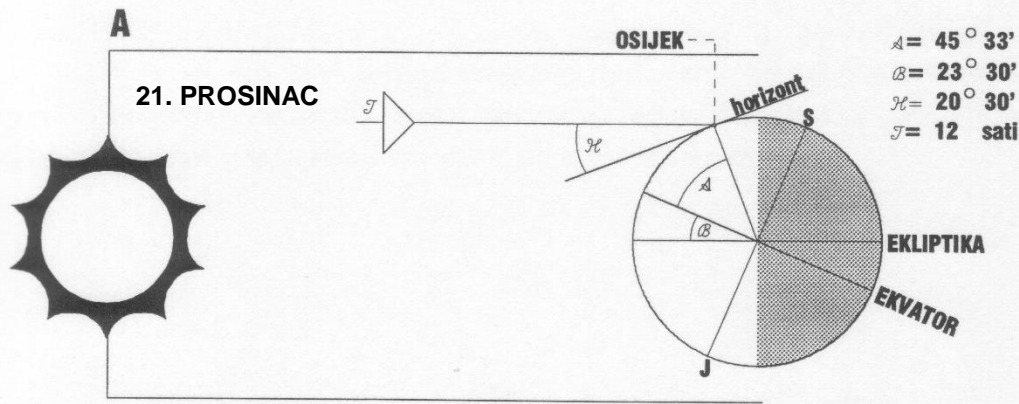
ZEMLJA OD SUNCA GODIŠNJE DOBIVA VELIKE KOLIČINE ENERGIJE ŠTO JE NEKOLIKO TISUĆA PUTA VIŠE NEGO ŠTO IZNOSI UKUPNA GODIŠNJA POTROŠNJA ENERGIJE IZ SVIH PRIMARNIH IZVORA. PROSJEČNA JAKOST SUNČEVOG ZRAČENJA IZNOSI OKO 1367 W/m² (TZV. SOLARNA KONSTANTA). SPEKTAR SUNČEVOG ZRAČENJA OBUHVAĆA:
RADIO-VALOVE, MIKROVALOVE, INFRACRVENO ZRAČENJE, VIDLJIVU SVJETLOST, ULTRALJUBIČASTO ZRAČENJE, X-ZRAKE I Y-ZRAKE.
NAJVEĆI DIO ENERGIJE PRI TOME PREDSTAVLJA INFRA CRVENO ZRAČENJE (VALNE DULJINE > 760 NM), VIDLJIVA SVJETLOST (VALNE DULJINE 400 - 760 NM) TE UV ZRAČENJE. U SPEKTRU JE NJIHOV UDIO SLJEDEĆI: 40% ČINI IC ZRAČENJE, 10% UV ZRAČENJE, A 50% VIDLJIVA SVJETLOST.

U SLJEDEĆOJ TABLICI PREZENTIRANI SU PODACI ZA USPOREDBU KOJI KONKRETNO ILUSTRIRAJU PROMJENU INTENZITETA SUNČEVOG ZRAČENJA U OVISNOSTI OD ZEMLJOPISNE ŠIRINE.

OVISNOST SREDNJEG GODIŠNJEG OSUNČANJA O ZEMLJOPISNOJ ŠIRINI				
PROSJEČNO OSUNČANJE J/m² NA DAN				
SJEVERNA ZEMLJOPISNA ŠIRINA				
	0°	30°	60°	90°
IZVAN ATMOSFERE	35,5	30,9	19,6	14,6
NA TLU (VEDRO NEBO)	23,8	21,7	13,4	9,2
NA TLU (OBLAČNO NEBO)	17,1	18,4	8,36	6,3
UKUPNO APSORBIRANO (U TLU I ATMOSFERI)	23,8	22,15	10,87	5,0

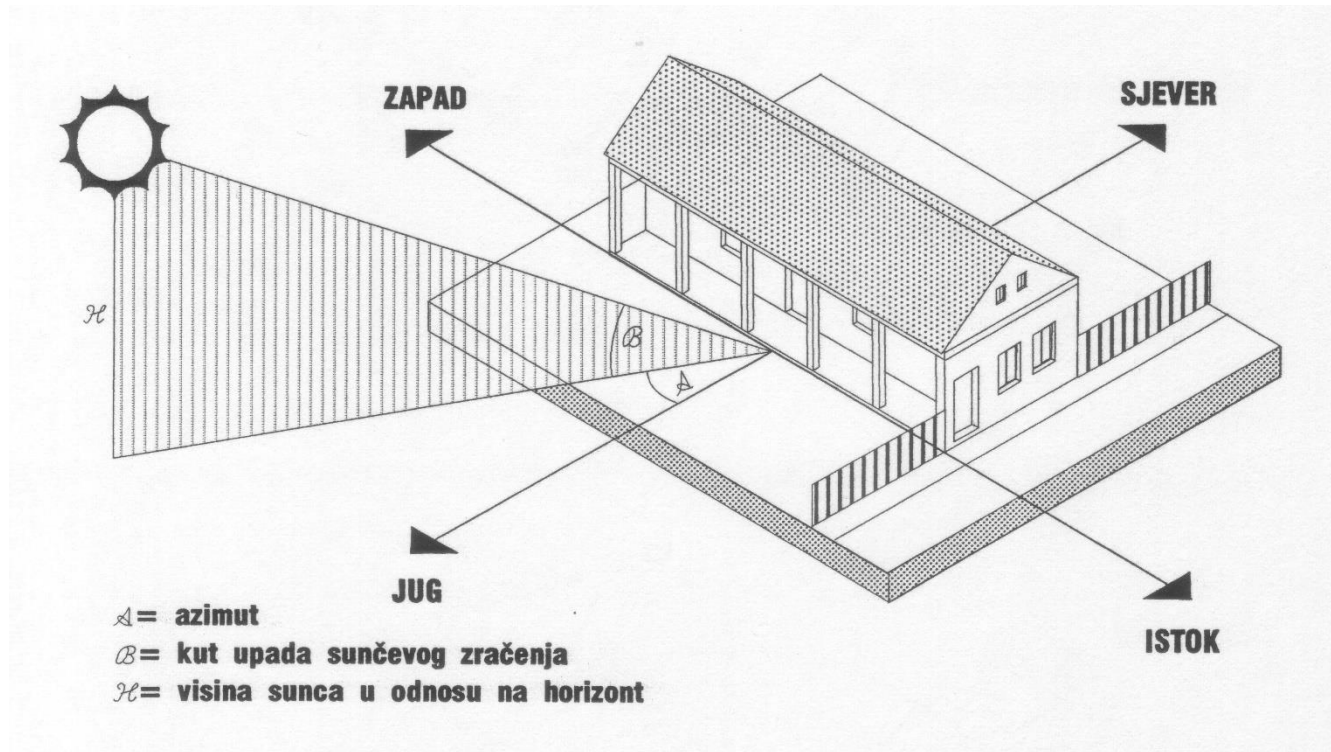
GRAD OSIJEK SMJEŠTEN JE NA 45° I 33' SJEVERNE ZEMLJOPISNE ŠIRINE. INTENZITET, TRAJANJE I SPEKTRALNA RASPODJELA INSOLACIJE OVISE O DNEVNOM I GODIŠNJEM CIKLUSU, O ZEMLJOPISNOJ ŠIRINI I STANJU ATMOSFERE. TRAJANJE OSUNČANJA ZA 45° SJEVERNE ZEMLJOPISNE ŠIRINE U LJETNOM PERIODU IZNOSI OD 15 DO 15,5 SATI NA DAN, A ZIMI OD 8,5 DO 9 SATI. OSUNČANJE SE MJESEČNO PRODULJUJE ODNOSNO SKRAĆUJE ZA 1,5 SAT. STVARNO TRAJANJE OSUNČANJA KRAĆE JE ZBOG NAOBLAKE I MAGLE, NERAVNINA ZEMLJINE POVRŠINE I OSTALIH ZAPREKA (STABLA, ZGRADE I SL.). PROSJEČNO TRAJANJE OSUNČANJA U EUROPI KREĆE SE OD 20 DO 66% OD TEORETSKI MOGUĆEG, A NAJVIŠE OVISI O METEOROLOŠKIM PRILIKAMA.

POLOŽAJ ZEMLJE U ODNOSU NA SUNCE



KUTEVI UPADA SUNČEVIH ZRAKA
ZA VRIJEME ZIMSKOG I LJETNOG
SOLSTICIJA I ZA VRIJEME
PROLJETNOG I JESENJEG EKVINOCIJA

5.1. GEOMETRIJA SUNČEVOG ZRAČENJA

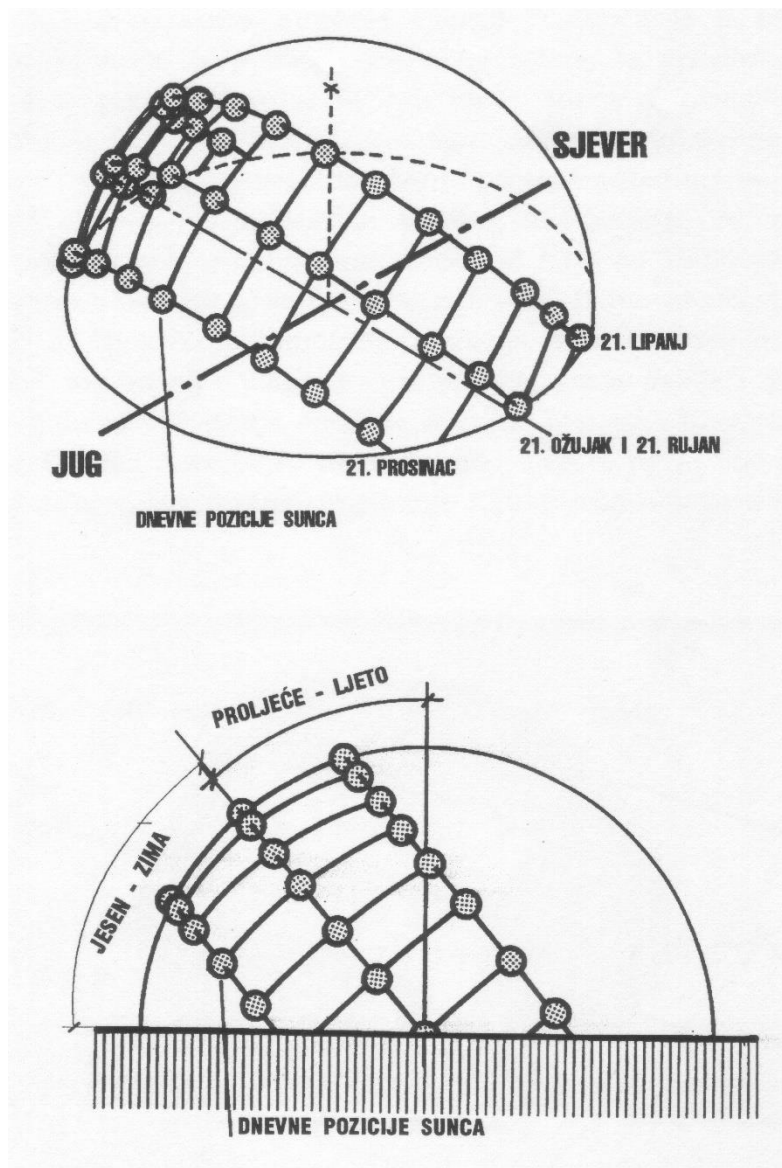


AZIMUT JE KUT KOJEG ZATVARA PRAVAC SJEVER-JUG I HORIZONTALNA PROJEKCIJA SUNČEVIH ZRAKA NA ZEMLJINU POVRŠINU. KADA JE SUNCE U PODNE TOČNO NA JUGU, KUT AZIMUTA JE JEDNAK 0° .

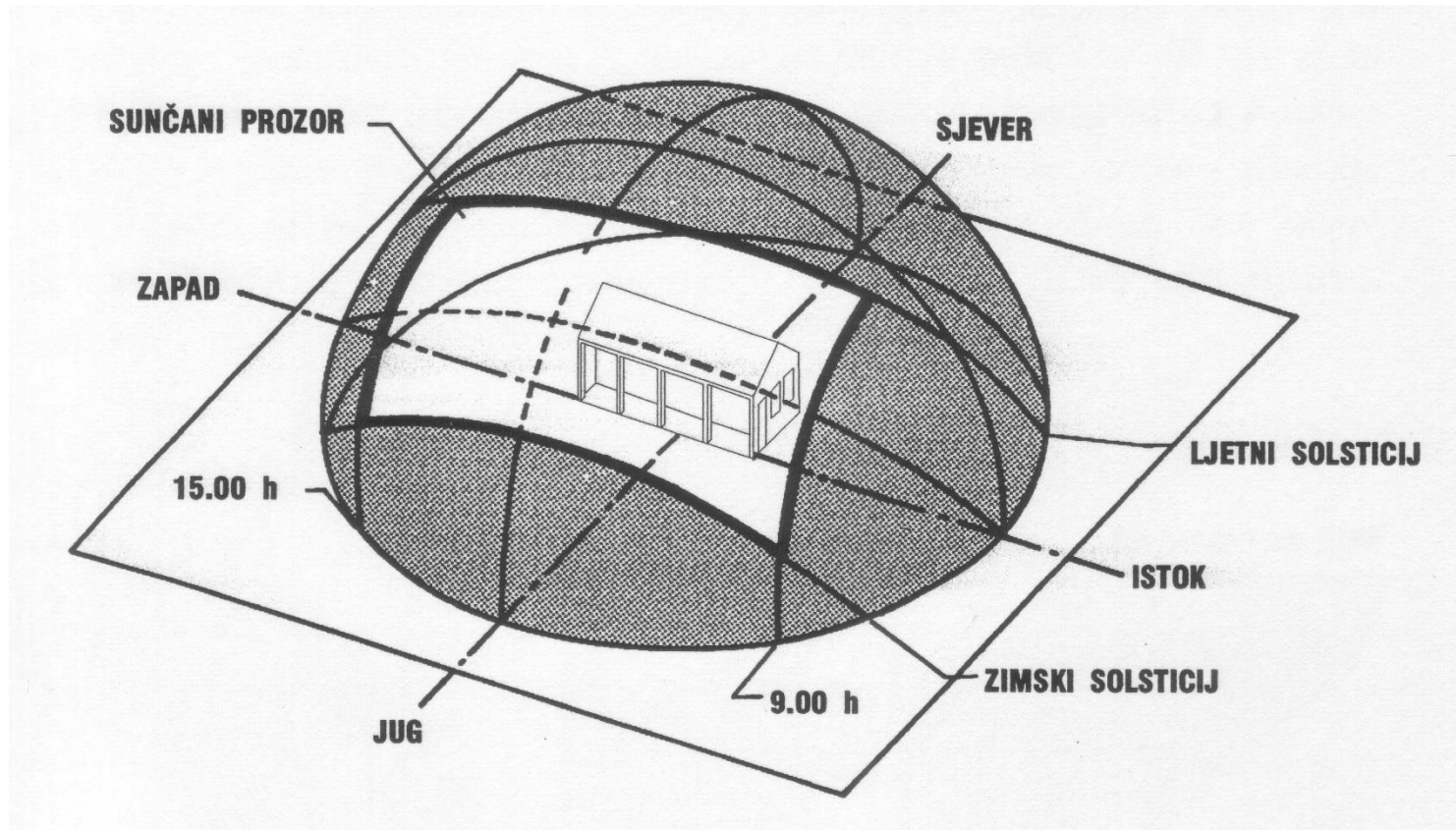
POZITIVNE VRIJEDNOSTI AZIMUTA SU NA ISTOČNOJ STRANI SVIJETA, A NEGATIVNE NA ZAPADNOJ.

POLOŽAJ SUNCA MOŽE SE U SVAKOM TRENUTKU JEDNOSTAVNO ODREDITI KUTEM KOJI ČINI VISINA SUNCA U ODNOSU NA HORIZONT I KUTEM AZIMUTA.

POLOŽAJI SUNCA U GODIŠNJEM I DNEVNOM CIKLUSU



SUNČANI "PROZOR"



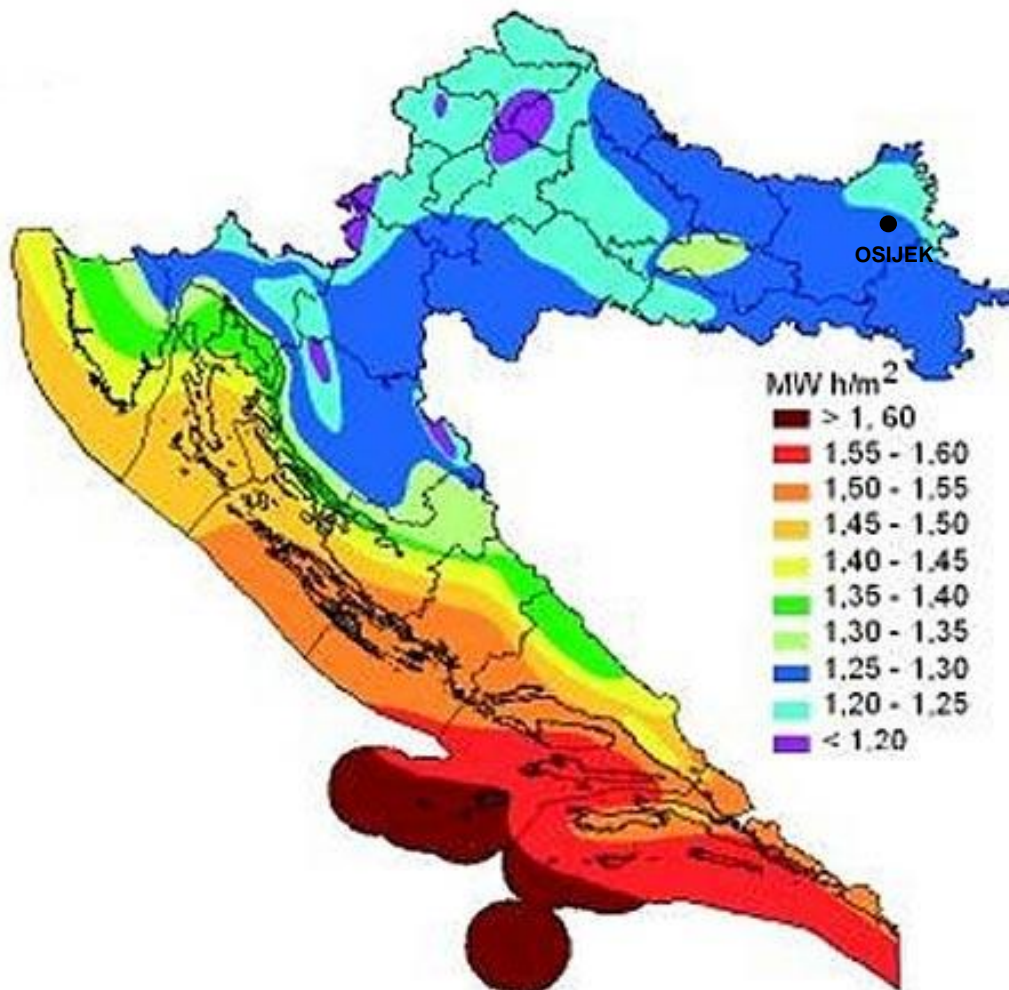
SUNČANI "PROZOR" ODREĐUJU NAJPOVOLJNIJE POZICIJE SUNCA NA NEBESKOMSVODU. TE POZICIJE ZA NAŠE ZEMLJOPISENE ŠIRINE OSTVARUJU SE U DNEVNIM CIKLUSIMA OD 9.00 DO 15.00 SATI.

DRUGU KONSTANTU ODREĐUJU GRANICE ODREĐENE EKLETIKOM ZIMSKOG I LJETNOG SOLSTICIJA.

DJELOVANJE SUNČEVOG ZRAČENJA KROZ ZAMIŠLJENI SUNČANI "PROZOR" PREDSTAVLJA PODRUČJE OPTIMALNIH VREMENSKIH I PROSTORNIH POTENCIJALA ZA KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE.

PROSTOR KROZ KOJI SUNCE NAJJAČE DJELUJE MOŽE BITI REDUCIRAN ZBOG KONFIGURACIJE TERENA, VEGETACIJE I SUSJEDNIH GRAĐEVINA KOJE PRAVE SJENU.

5.2. KARTA SREDNJE GODIŠNJE OZRAČENOSTI SUNCEM VODORAVNE PLOHE U HRVATSKOJ



PREMA KLIMATSKIM PODACIMA GRAD OSIJEK IMA PROSJEČNO GODIŠNJE OKO 1900 SUNČANIH SATI, A OD TOGA OKO 600 SATI ZA VRIJEME SEZONE GRIJANJA ŠTOPREDSTAVLJA DOBRE PREDUVJETE ZA INTENZIVNO KORIŠTENJE SUNČEVOG ZRAČENJA U ARHITEKTURI.

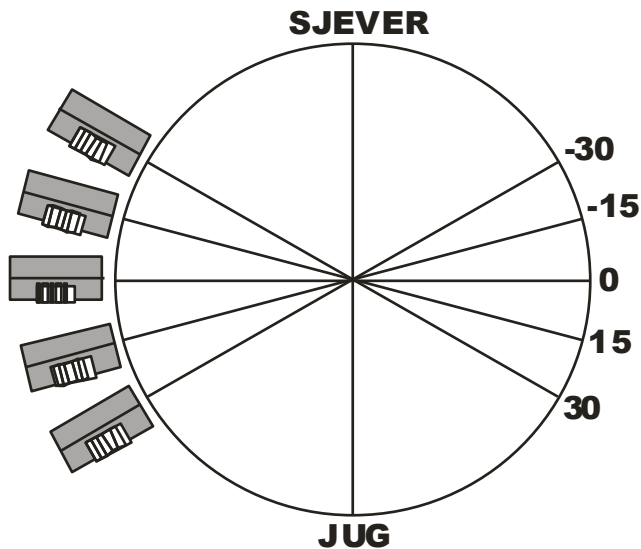
5.3. NAČINI KORIŠTENJA SUNČEVE ENERGIJE U ZGRADAMA

SUNČEVA SE ENERGIJA MOŽE ISKORIŠTAVATI NA DVA NAČINA :

- A) AKTIVNO
- B) PASIVNO

AKTIVNA PRIMJENA SUNČEVE ENERGIJE PODRAZUMIJEVA NJEZINU IZRAVNU PRETVORBU U TOPLINSKU ILI ELEKTRIČNU ENERGIJU. PRI TOME SE TOPLINSKA ENERGIJA OD SUNČEVE DOBIVA POMOĆU SOLARNIH KOLEKTORA ILI SOLARNIH KUHALA, A ELEKTRIČNA POMOĆU FOTONAPONSKIH (SOLARNIH) ČELIJA ILI PANELA.

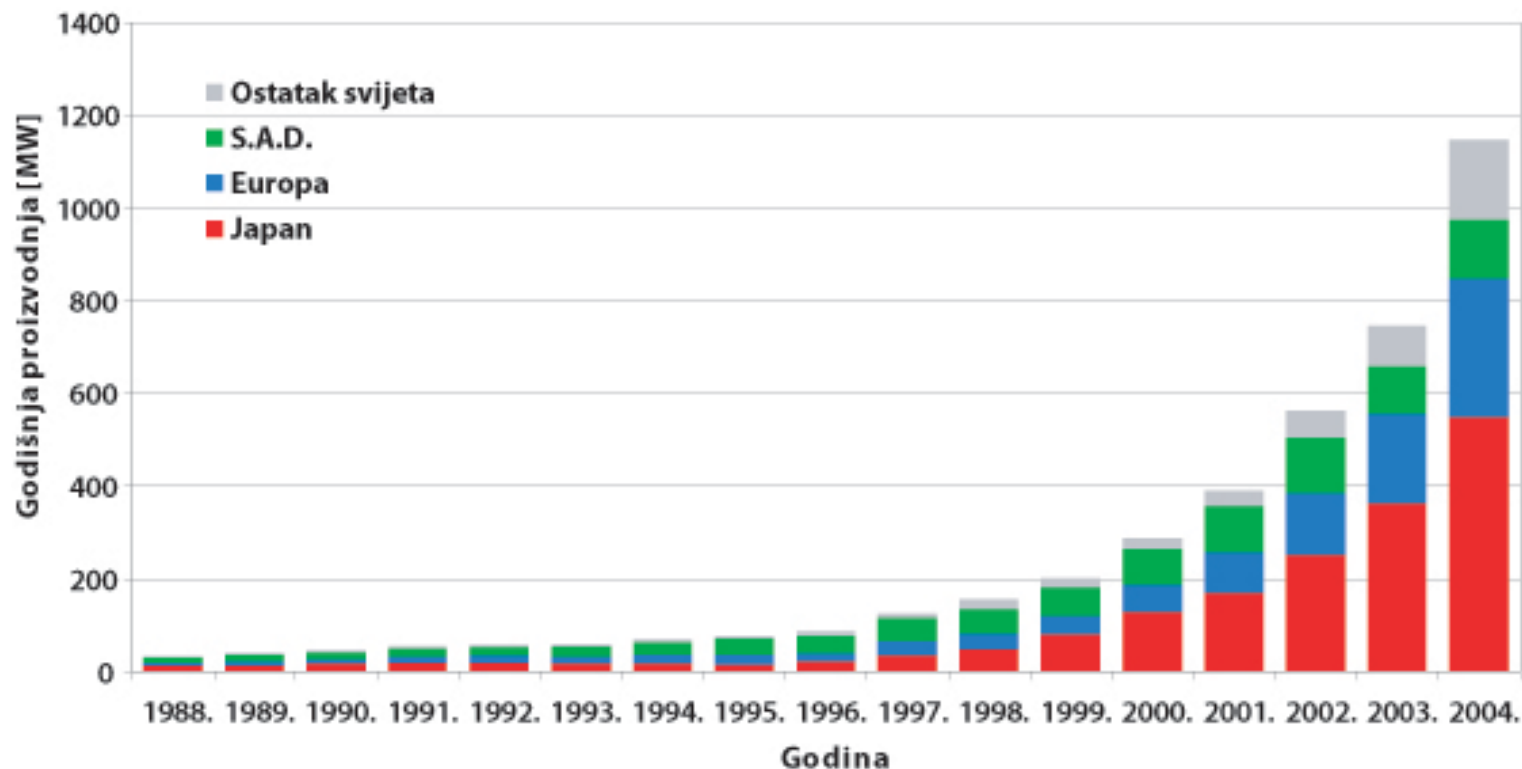
PASIVNA PRIMJENA SUNČEVE ENERGIJE ZNAČI IZRAVNO ISKORIŠTAVANJE DOZRAČENE SUNČEVE TOPLINE ODGOVARAJUĆOM IZVEDBOM GRAĐEVINA (SMJEŠTAJEM U PROSTORU, PRIMJENOM ODGOVARAJUĆIH MATERIJALA, PRIKLADNIM RASPOREDOM PROSTORIJA I OSTAKLJENIH PLOHA ITD).



DA BI SE POSTIGLI ŠTO BOLJI REZULTATI U KORIŠTENJU SUNČEVE ENERGIJE BILO NA AKTIVAN ILI NA PASIVAN NAČIN JAKO JE BITNA ORIJENTACIJA SOLARNIH SUSTAVA PREMA STRANAMA SVIJETA. IDEALNA JE JUŽNA ORIJENTACIJA, ALI SE DOBRI REZULTATI POSTIŽU I SA OTKLOM DO 30° OD JUGA. PRI TOME SU POVOLJNIJE JUGOISTOČNE ORIJENTACIJE ZBOG RANIJEG POČETKA DJELOVANJA SUNČEVOG ZRAČENJA U DNEVNOM CIKLUSU.

INDUSTRIJA SUNČANIH ĆELIJA I FOTONAPONSKIH PANELA DANAS JE JEDNA OD NAJBRŽE RASTUĆIH INDUSTRIJA. U 2004. GODINI PROIZVEDENO JE SUNČANIH ĆELIJA UKUPNE VRŠNE SNAGE 1146 MW, ŠTO JE PORAST OD 54% U ODNOSU NA PRETHODNU GODINU. PO PROIZVODNJI PREDNJAČI JAPAN GDJE JE PROIZVEDENO 550 MW, ZATIM EUROPA S 299 MW U POSLJEDNJIH PET GODINA PROSJEČNE GODIŠNJA STOPA RASTA PROIZVODNJE JE BILA 42%.

PROIZVODNJA SUNČANIH ĆELIJA IZMEĐU 1988. I 2004. GODINE



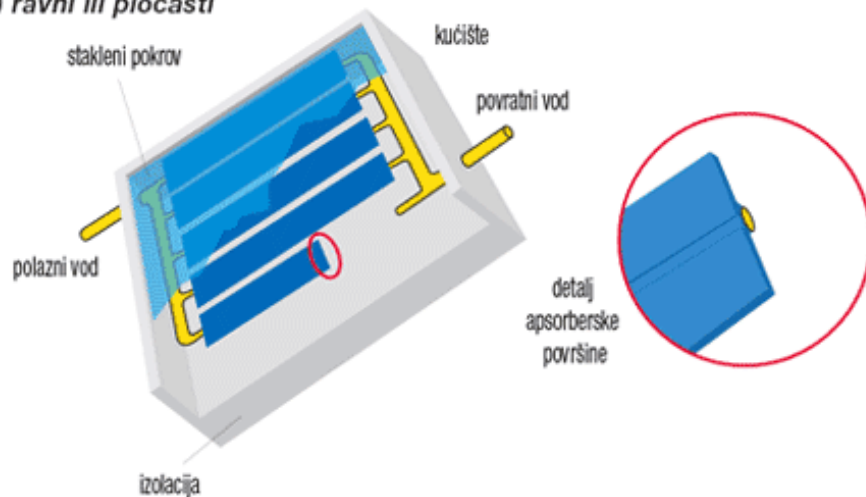
5.4. SOLARNI SUSTAVI ZA GRIJANJE I PRIPREMU POTROŠNE TOPLE VODE

SOLARNI SUSTAVI SU IZVORI TOPLINE ZA GRIJANJE I PRIPREMU PTV-A KOJI KAO OSNOVNI IZVOR ENERGIJE KORISTE TOPLINU DOZRAČENU OD SUNCA, ODNOSNO SUNČEVU ENERGIJU. SOLARNI SE SUSTAVI ZA GRIJANJE U NAJVEĆEM BROJU SLUČAJEVA KORISTE KAO DODATNI IZVORI TOPLINE, DOK KAO OSNOVNI SLUŽE PLINSKI, ULJNI ILI ELEKTRIČNI KOTLOVI. NJIHOVA JE PRIMJENA KAO OSNOVNI IZVORI TOPLINE ZA SUSTAVE GRIJANJA RIJETKA I OGRANIČENA NA PODRUČJA S DOVOLJNOM KOLIČINOM SUNČEVOG ZRAČENJA TIJEKOM CIJELE GODINE, U KOJIMA SU UJEDNO I KLIMATSKI UVJETI POVOLJNIJI PA JE SEZONA GRIJANJA KRATKA. AKTIVNI SOLARNI SE SUSTAVI STOGA PONAJVİŠE KORISTE ZA PRIPREMU PTV-A. OSNOVNI DIJELOVI SOLARNIH SUSTAVA SU:

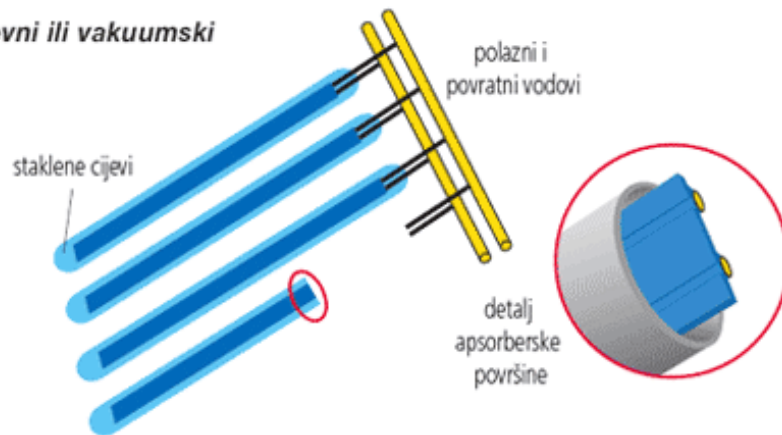
- KOLEKTOR
- SPREMNIK TOPLE VODE S IZMJENJIVAČEM TOPLINE
- SOLARNA STANICA S CRPKOM I REGULACIJOM
- RAZVOD S ODGOVARAJUĆIM RADNIM (SOLARNIM) MEDIJEM.

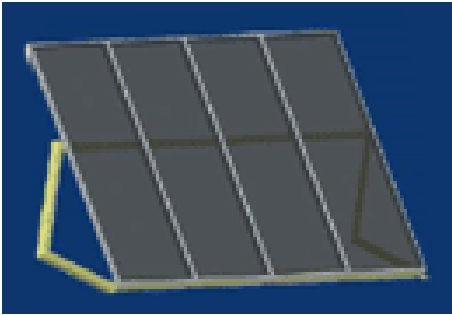
KOLEKTOR JE OSNOVNI DIO SVAKOG SOLARNOG SUSTAVA I U NJEMU DOLAZI DO PRETVORBE SUNČEVE U TOPLINSKU ENERGIJU. DOZRAČENA SUNČEVA ENERGIJA PROLAZI KROZ PROZIRNU POVRŠINU KOJA PROPUSŤA ZRAČENJE SAMO U JEDNOM SMJERU TE SE PRETVARA U TOPLINU KOJA SE PREDAJE PRIKLADNOM PRIJENOSNIKU TOPLINE: SOLARNOM RADNOM MEDIJU (NAJČEŠĆE SMJESI VODE I GLIKOLA).

a) ravni ili pločasti



b) cijevni ili vakuumski





5.5. SOLARNI FOTONAPONSKI PANELI

SOLARNI FOTONAPONSKI PRETVORNICI SLUŽE ZA IZRAVNU PRETVORBU SUNČEVOG ZRAČENJA U ELEKTRIČNU ENERGIJU, A IZVODE SE KAO FOTONAPONSKI PANELI KOJI MOGU BITI OD: MONOKRISTALIČNOG I POLIKRISTALIČNOG SLICIJA, AMORFNOG SILICIJA, KADMIJ-TELURIDA I BAKAR-INDIJ-DISELENIDA.

FOTONAPONSKI MODULI MOGU BITI:

SAMOSTOJEĆI FN MODULI MOGU BITI ČISTO ISTOSMJERNI (DC), KOMBINIRANI ISTOSMJERNO-IZMJENIČNI (DC/AC) ILI HIBRIDNI S POMOĆNIM IZVORIMA KAO ŠTO SU BENZINSKI ILI DIZELSKI AGREGATI, VJETROTURBINE, HIDROTURBINE ILI MALI KOGENERACIJSKI IZVORI (NPR. MOTOR ILI MIKROTURBINA). UMREŽENI FN MODULI KORISTE MREŽU KAO SPREMNIK U INTERAKTIVNOM REŽIMU RADA. TADA SE VIŠKOVI (NAJČEŠĆE DANJU ZA SUNČANOG VREMENA) PREDAJU MREŽI, A NOĆU I U UVJETIMA MANJE INSOLACIJE IZ MREŽE SE UZIMAJU MANJKOVI.

FOTONAPONSKI SUSTAVI PREDSTAVLJAJU INTEGRIRAN SKUP FN MODULA I OSTALIH KOMPONENATA, PROJEKTIRAN TAKO DA PRIMARNU SUNČEVU IZRAVNO PRETVARA U KONAČNU ELEKTRIČNU ENERGIJU KOJOM SE OSIGURAVA RAD ODREĐENOG BROJA ISTOSMJERNIH I/ILI IZMJENIČNIH TROŠILA, SAMOSTALNO ILI ZAJEDNO S PRIČUVNIM IZVOROM.

OVISNO O NAČINU RADA, POSTOJE DVIJE VRSTE FN SUSTAVA:

SAMOSTALNI (AUTONOMNI), ZA ČIJI RAD MREŽA NIJE POTREBNA

MREŽNI, SPOJENI NA ELEKTRIČNU MREŽU:

- PASIVNI, KOD KOJIH MREŽA SLUŽI (SAMO) KAO PRIČUVNI IZVOR
- AKTIVNI (INTERAKTIVNI), KOD KOJIH MREŽA MOŽE POKRIVATI MANJKOVE, ALI I PREUZIMATI VIŠKOVE ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ FN MODULA
- HIBRIDNI, KOJI SU ZAPRAVO SAMOSTALNI POVEZANI S DRUGIM (OBNOVLJIVIM) IZVORIMA.

SOLARNI KOLEKTORI I FOTONAPONSKI PANELI MOGU SE INSTALIRATI NA ZGRADE NA RAZLIČITE NAČINE. PRI TOME JE VRLO VAŽNA ULOGA ARHITEKTA KOJI MORA NA ESTETSKI PRIHVATLJIV I ENERGETSKI UČINKOVIT NAČIN PREDLOŽITI POSTAVU SUSTAVA ZA PRIHVAT SUNČEVOG ZRAČENJA.

POSEBNO ZAHTJEVAN PROJEKTANTSKI ZADATAKJE I POSTAVA SUSTAVA ZA KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE NA POSTOJEĆE ZGRADE.

NA SLJEDEĆIM FOTOGRAFIJAMA MOŽE SE VIDJETI NEKOLIKO U ESTETSKOM SMISLU MANJE USPJEŠNIH INTERPOLACIJA SOLARNIH SUSTAVA NA STAMBENIM ZGRADAMA.



OVI PRIMJERI POKAZUJU USPJEŠNIJU POSTAVU SOLARNIH SUTAVA NA KUĆAMA.

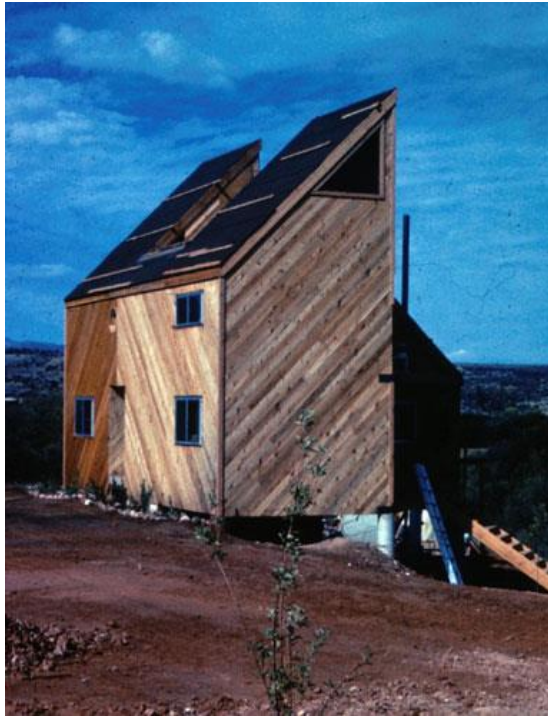


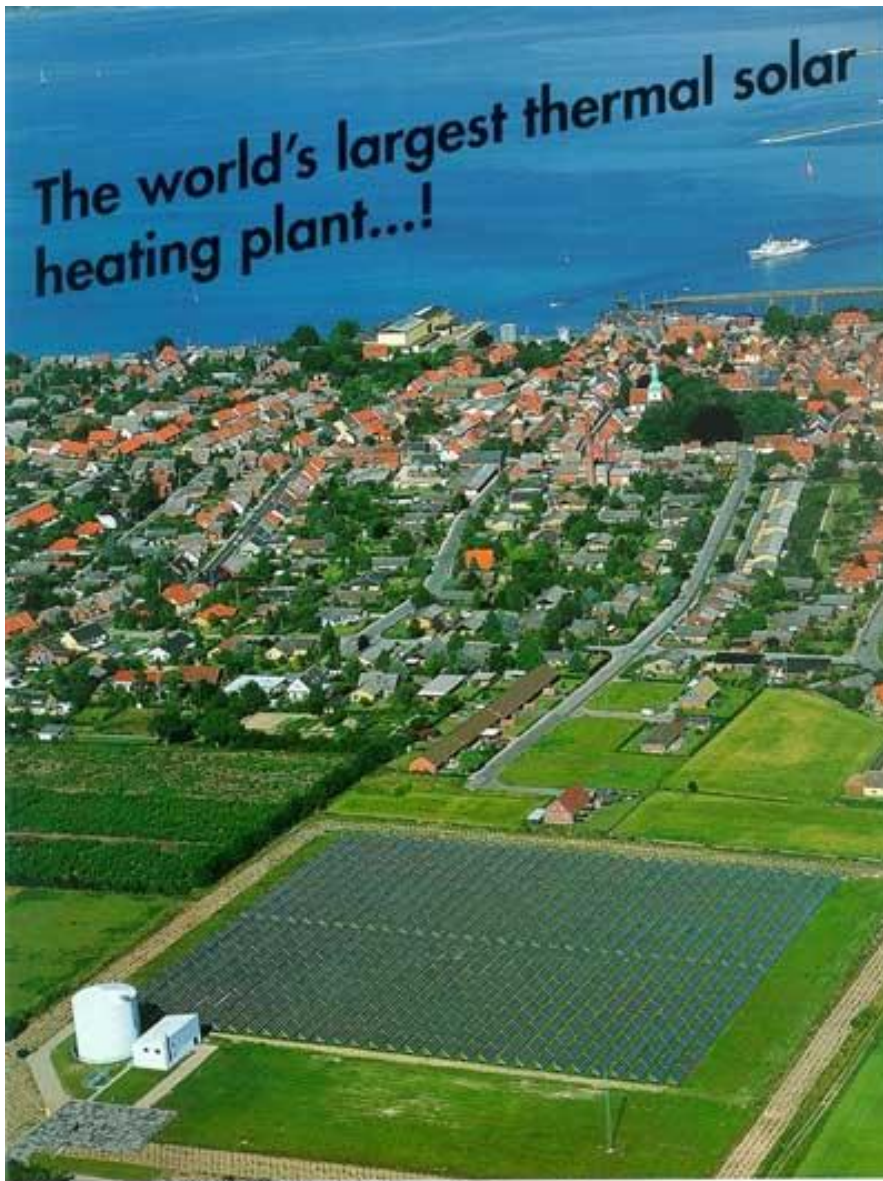
SOLARNI KOLEKTORI MOGU BITI SMJEŠTENI I PORED ZRADA ZA KOJE PRIKUPLJAJU ENERGIJU. PRIKUPLJENA ENERGIJA SE DOVODI DO MJESTA USKLADIŠTENJA I POTROŠNJE PODZEMNIM PUTEM.



NAJBOLJA RJEŠENJA INTEGRACIJE SOLARNIH SUSTAVA U OBLIKOVANJU ZGRADE PREDSTAVLJAJU POSTAVE TIH SUSTAVA U PLOHE PROČELJA ILI KROVA ZGRADA.







U DANSKOJ NA OTOKU AERO U MJESTU MARSTAL NALAZI SE NAJVEĆI SVJETSKI SOLARNI SUSTAV ZA DOBIVANJE TOPLINSKE ENERGIJE S POVRŠINOM KOLEKTORA OD 9000 M².

MARSTAL JE MJESTO S 3500 STANOVNIKA I OD 1996 GODINE TO MJESTO IMA CENTRALIZIRANU PROIZVODNJU TOPLINSKE ENERGIJE ZA GRIJANJE I PRIPREMU POTROŠNE TOPLE VODE POMOĆU SUNČEVE ENERGIJE ZA 1320 KUĆA.

U LJETNIM MJESECIMA (LIPANJ, SRPANJ I KOLOVOZ) SOLARNI SUSTAV DAJE 100 % POTREBNU TOPLINSKU ENERGIJU ZA PRIPREMU POTROŠNE TOPLE VODE, A U OSTALIM MJESECIMA JE MANJI ILI VEĆI UDIO SOLARNE ENERGIJE, UZ KLASIČAN NAČIN DOBIVANJA TOPLINSKE ENERGIJE NA KONVENCIONALNI NAČIN POMOĆU LOŽIVOG ULJA.

SUSTAV DAJE GODIŠNJE CCA. 3600 MWH TOPLINSKE ENERGIJE ŠTO JE 13–15 % UKUPNIH POTREBA I PRI TOME SE UŠTEDI 400 000 LITARA LOŽIVOG ULJA, A TIME SE GODIŠNJE ZNAČAJNO SMANJI EMISIJA ŠTETNIH TVARI U OKOLIŠ.

6. PASIVNO KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE



KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE U ARHITEKTURI NA PASIVAN NAČIN NE TRAŽI NIKAKVE NOVE I KOMPLICIRANE TEHNOLOGIJE. SUSTAV FUNKCIONIRA TAKO DA SE POMOĆU DOBRO UKOMPONIRANIH TRADICIONANIH MATERIJALA ZA GRAĐENJE, KAO ŠTO SU, DRVO, KAMEN STAKLO I METAL MAKSIMALNO ISKORISTI SNAGA VJEČNOG IZVORA TOPLINE SUNCA. PORED TOGA PASIVNE SOLARNE KUĆE TREBA PRILAGODITI I MOGUĆNOSTIMA KORIŠTENJA ENERGETSKE MOĆI PRIRODE KOJA NAS OKRUŽUJE (VODA, VJETAR, ZEMLJA, VEGETACIJA I SL.)

TEMELJNI PRINCIP PASIVNOG KORIŠTENJA SUNČEVE ENERGIJE SASTOJI SE U TOME DA SE KUĆA OTVARA PREMA SUNCU I DA KORISTI NJEGOVU ENERGIJU. ČIM SUNCA NESTANE I ČIM VANJSKI UVJETI POSTANU NEPOVOLJNI TREBA SE ZAŠTITITI ZATVARANJEM PREMA OKOLINI.

DOSADAŠNJA SVJETSKA ISKUSTVA POKAZUJU DA SE POMOĆU PASIVNOG KORIŠTENJA SUNČEVE ENERGIJE U ARHITEKTURI POSTIŽU VEOMA VISOKI POSTOTCI UŠTEDA TOPLINSKE ENERGIJE POTREBNE ZA ZAGRIJAVANJE ZGRADA. ZBOG TOGA ĆE NAJVJEROJATNIJE TAKAV NAČIN IZGRADNJE I U VEĆOJ MJERI PRIRODNOG ZAGRIJAVANJA ZGRADA POSTATI DOMINANTAN U BUDUĆNOSTI.

DA BI PASIVNA SOLRNA KUĆA ZAHVTILA ŠTO VIŠE SUNČEVE ENERGIJE U ZIMSKOM PERIODU POTREBNOJE DA NJENA JUŽNA STRANA IMA ŠTO VEĆU OSTAKLJENU POVRŠINU. TO MOŽE BITI IZVEDENO NA RAZLIČITE NAČINE (PROZORI, BALKONSKA VRATA, OSTAKLJENJE ZIDA, STAKLENIK I SL.) NA ŽALOST, EFEKTI ZAGRIJAVANJA MOGU BITI ŠTETNI U LJETNOM PERIODU JER PRETJERANO ZAGRIJAVANJE JUŽNE STRANE TRAŽI DODATNO RASHLĐIVANJE ZGRADE. PROBLEM PREVELIKOG OSUNČANJA MOŽE SE POJAVITI I ZA VRIJEME ZIMSKIH SUNČANIH DANA KADA JE NAROČITO IZRAŽEN PROBLEM VELIKIH DNEVNIH TEMPERATURNIH AMPLITUDA.

UKRATKO, ZADATAK PASIVNIH SOLARNIH SUSTAVA BIO BI DA SE PRIHVATI ŠTO VIŠE SUNČEVOG ZRAČENJA KADA JE TO KORISNO, A DA SE PROSTORIJE NE PREGRIJU, TE DA SE ŠTO VIŠE TOPLINE AKUMULIRA U ELEMENTIMA ZGRADE. ISTOTAKO TREBA SE MAKSIMALNO ZAŠTITITI OD JAKOG SUNČA U LJETNOM PERIODU.

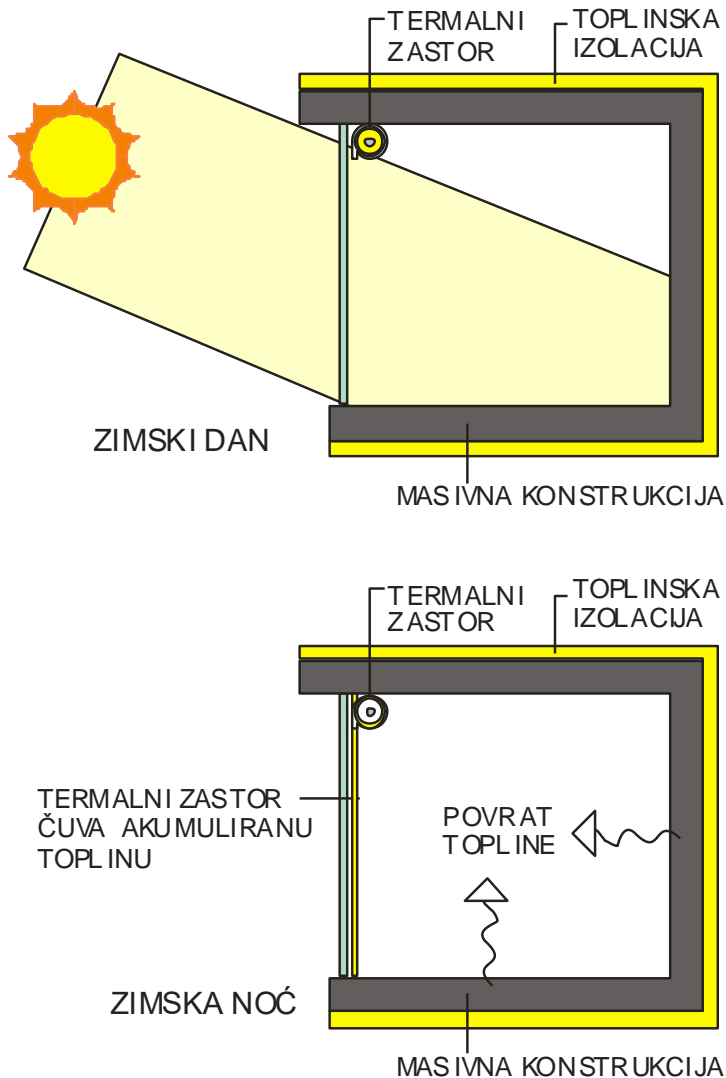
PUT DO REALIZACIJE OVIH NI MALO JEDNOSTAVNIH ZAHTJEVA NAZI SE U SVEOBUHVAATNOM PROUČAVANJU FIZIKALNIH PROCESA NAKON PRODORA SUNČEVIH ZRAKA U UNUTRAŠNJOST ZGRADE. NA SVAKOJ GRAĐEVINI ZASEBNO TREBA ANALIZIRATI FIZIKALNE PROCESE KOJI ĆE SE DEŠAVATI SA ENERGIJOM SUNČA KOJA UĐE U ZGRADU I PROJEKTOM UTVRDITI NAJBOLJA RJEŠENJA. SVE IZLOŽENE ZAHJEVE TREBA RJEŠAVATI NA PRAKTIČNO IZVODIV I EKONOMSKI PRIHVATLJIV NAČIN.

OVAKO DEFINIRAN NAČIN ZAGRIJAVANJA PODIŽE I OPĆU KVALITETU ŽIVOTA I ZDRAVLJA LJUDI. ZIDOVI, I PODOVI U TAKVIM ZGRADAMA SU TOPLI ŠTO STVARA OSJEĆAJ UGODNOG BORAVKA. NADALJE U TAKVIM ZGRADAMA POSTOJI DOVOLJNO TOPLINE I SUNČA ZA ŽIVOT BILJAKA TIJEKOM ZIME JER U PRAVILU POSTOJE VEĆE OSTAKLJENE PLOHE ILI STAKLENIK KOJI MOŽE FUNKCIONIRATI KAO ZIMSKI VRT. NA Taj NAČIN OSTVARUJE SE POVRATAK PRIRODI U VLASTITOM DOMU ILI NA RADNOM MJESTU.

TEORIJA KORIŠTENJA SUNČEVOG ZRAČENJA NA PASIVAN NAČIN RAZLIKUJE 3 OSNOVNA NAČINA:

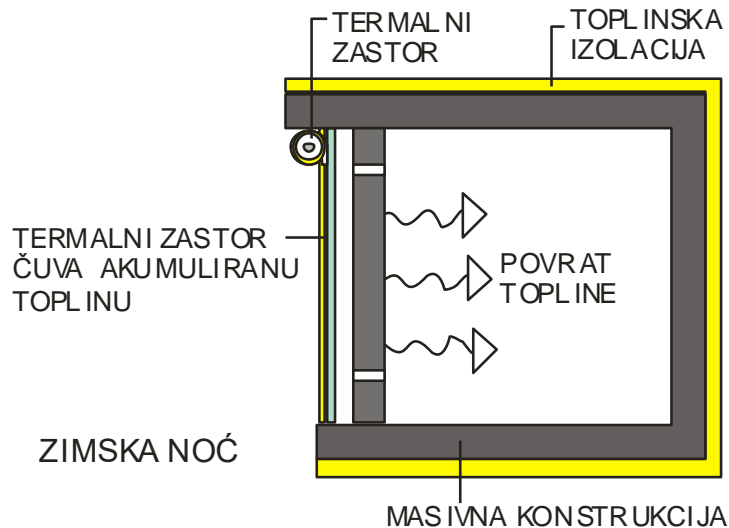
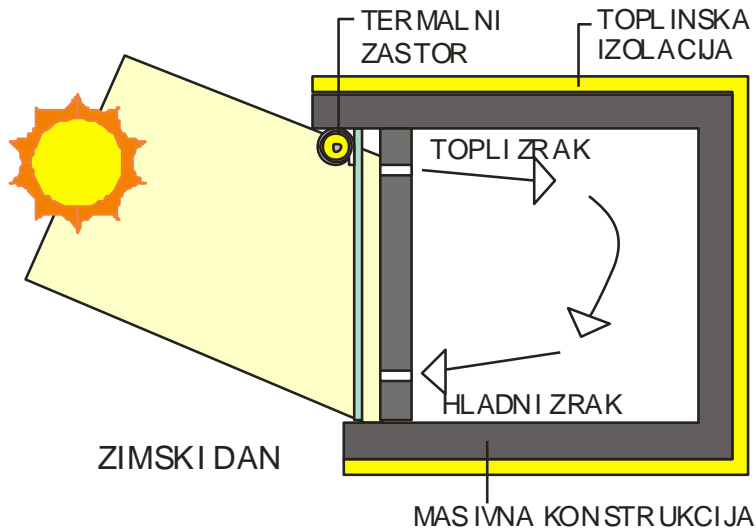
- DIREKTAN ZAHVAT SUNČEVOG ZRAČENJA
- TROMBOV ZID
- IZVEDBA STAKLENIKA

6.1.DIREKTAN ZAHVAT SUNČEVOG ZRAČENJA



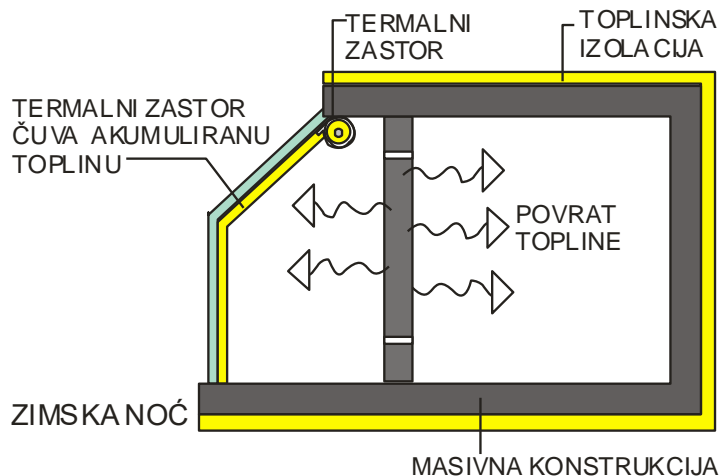
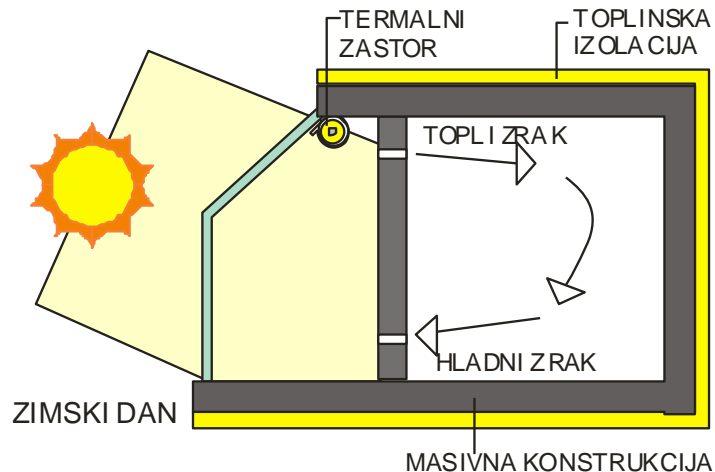
PRINCIP DIREKTOG ZAHVATA SUNČEVOG ZRAČENJA PODRAZUMJEVA IZVEDBU VEĆIH STAKLENIH POVRŠINA NA JUŽNIM PROČELJIMA ZGRADE KAKO BI SE STVORILI PREDUVJETI ZA ŠTO VEĆU APSORPCIJU SUNČEVOG ZRAČENJA U MASIVNIM ELEMENTIMA ZGRADE. (ZIDOVI, PODOVI, STROPOVI) USKLADIŠTENA TOPLINA NOĆU NAKON PRESTANKA DJELOVANJA SUNCA VRAĆA SE U PROSTORE ZGRADE I NA TAJ NAČIN ŠTEDI ENERGIJU POTREBNU ZA ZAGRIJAVANJE. PRI TOME JE BITNO I POVEZIVANJE OSTALIH PROSTORA ZGRADE SA PROSTOROM KOJI JE TIJEKOM DANA IZLOŽEN SUNČEVOM ZRAČENJU AKUMULIRAO TOPLINU. POSEBNO VAŽNU ULOGU IMA TOPLINSKA IZOLACIJA KOJA SA VANJSKE STRANE TREBA ZAŠTITI GUBITKE AKUMULIRANE TOPLINE PREMA VAN ILI PREMA NEGRIJANIM PROSTORIMA ZGRADE. BAREM 50 % OPLOŠJA PREOSTORA NA KOJI DJELUJE SUNČEVO ZRAČENJE BI TREBALO IMATI VEĆU MASU ODNOSNO VEĆI KOEFICIJENT APSORPCIJE. TO SE DODATNO MOŽE POBOLJŠATI IZVEDBOM TAMNIH TONOVA POVRŠINE GRAĐEVINSKIH ELEMENATA KOJI SU IZLOŽENI SUNČEVOM ZRAČENJU.

6.2. TROMBOV ZID



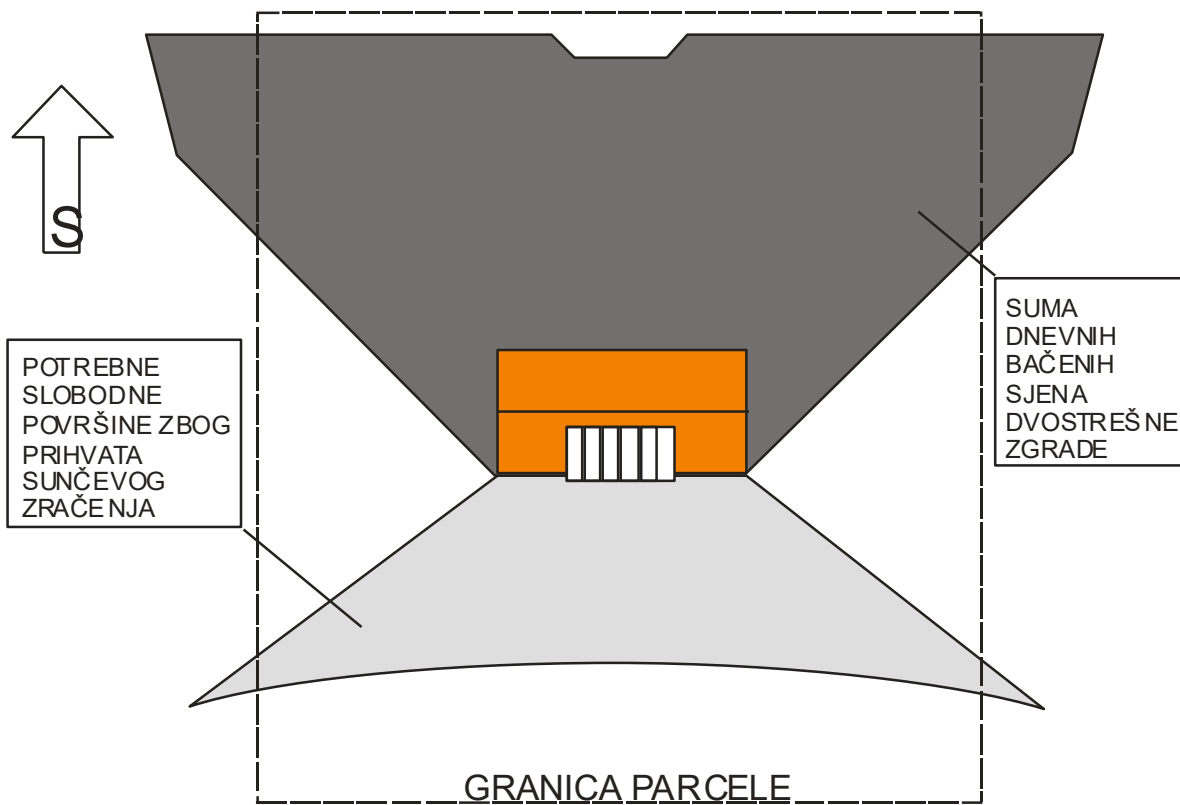
TROMBOV ZID JE POSEBNO IZVEDENA KONSTRUKCIJA KOJA SE SASTOJI OD TAMNO OBOJENOG ZIDA VELIKE MASE ISPRED KOJEG SE SA JUŽNE STRANE POSTAVLJA STAKLENA PLOHA KOJA POVEĆAVA EFEKT AKUMULACIJE TOPLINE. OVAKO OSMIŠLJENA KONSTRUKCIJA ZIDA DOBILA JE NAZIV PO FRANCUSKOM INŽENJERU FELIXU TROMBU, MATERIJALI KOJI SE MOGU UPOTRIJEBITI ZA IZVEDBU ZIDA VELIKE MASE MOGU BITI OPEKA, KAMEN, BETON ALI I VODA. VODA POSTAVLJENA U PLASTIČNE ILI METALNE SPREMNIKE I IZLOŽENA SUNČEVOM ZRAČENJU BOLJE ĆE AKUMULIRATI SUNČEVU TOPLINU. ZBOG STRUJANJA TOPLINE U VODI IZBJEĆI ĆE SE I JAKA POVRŠINSKA ZAGRIJAVANJA TROMBOVOG ZIDA ŠTO JE PROBLEM KOD UPORABE KLASIČNIH MATERIJALA. VAŽNU ULOGU U FUNKCIONIRANJU OVOG SUSTAV IMA JU I OTVORI ZA VENTILACIJU U TROMBOVOM ZIDU KOJI OMOGUĆUJU PRIRODNU CIRKULACIJU ZRAKA U PROSTORIJI, A TIME I PRENOŠENJE TOPLINE U OSTALE DIJELOVE ZGRADE. SA VANJSKE STRANE TROMBOV ZID TREBA IZOLIRATI TERMALNIM ZASTOROM KOJI ŠTITI OD GUBITAKA TOPLINE TIJEKOM ZIMSKENOĆI, ALI I OD JAKOG SUNCA TIJEKOM LJETA.

6.3. STAKLENIK

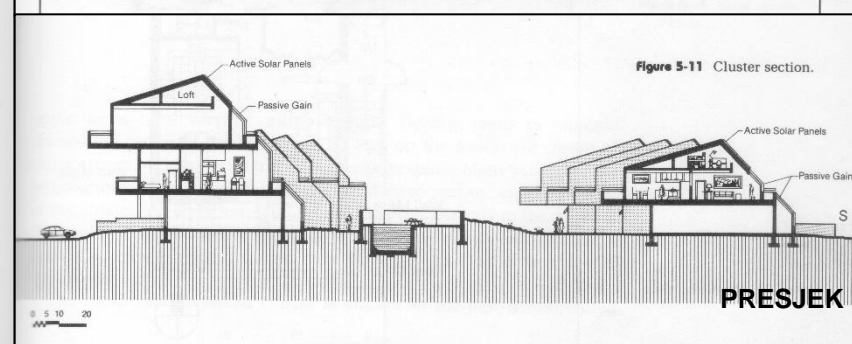
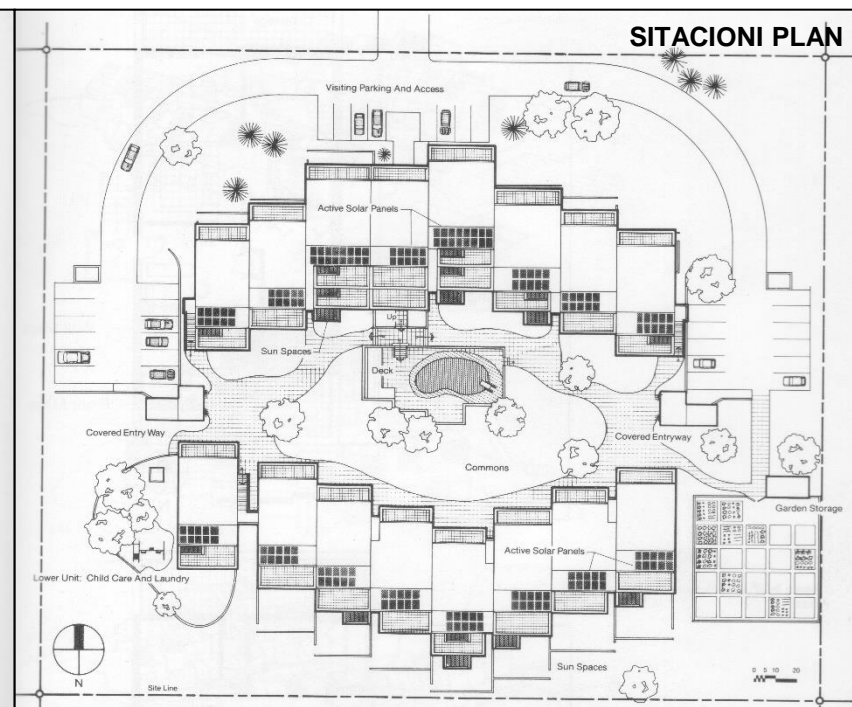
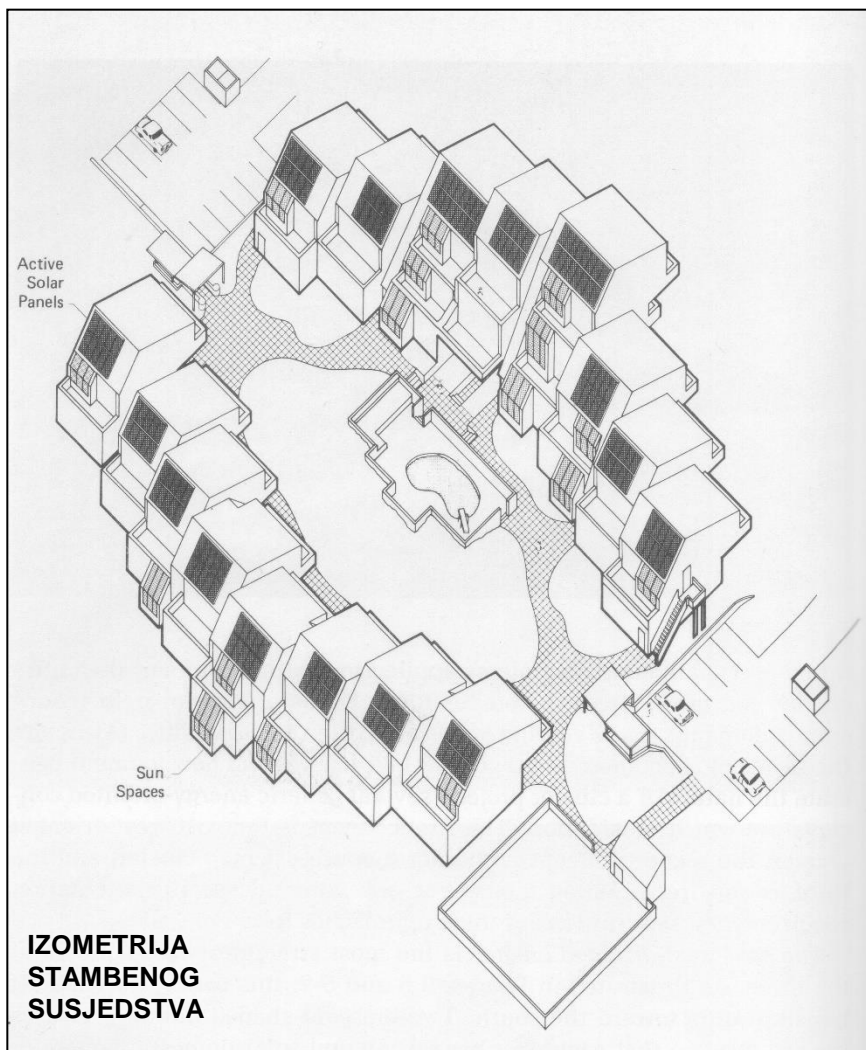


TRÉĆI I NAJEFIKASNIJI NAČIN KORIŠTENJA SUNČEVOG ZRAČENJA NA PASIVAN NAČIN PREDSTAVLJA IZVEDBA STAKLENIKA NA JUŽNIM STRANAMA ZGRADA. TIJEKOM DANA SUNČEVA ENERGIJA AKUMULIRA SE U MASIVNIM KONSTRUKCIJAMA OKO STAKLENIKA. ZA VRIJEME NOĆI AKTIVNOM POSTAVOM TERMALNOG ZASTORA IZVEDENIM UZ STAKLENU PLOHU ČUVA SE AKUMULIRANA TOPLINA KOJA PRELAZEĆI SA KONSTRUKCIJA ZAGRIJAVA I PROSTOR STAKLENIKA I PROSTORE KOJI GA OMEĐUJU. POSEBNO BITNO I KORISNO JE POVEZIVANJE UDALJENIJIH DIJELOVA ZGRADE SA PREOSTORIMA STAKLENIKA KAKO BI SE TOPLINA PRENIJELA U HLADNIJE DIJELOVE ZGRADE. TO SE NAJBOLJE MOŽE IZVESTI PRIRODNOM CIRKULACIJOM TOPLOG ZRAKA ILI PRINUDNIM NAČINOM. POSEBNU POZORNOST TREBA POSVETITI ZAŠTITI STAKLENIH PLOHA U LJETNOM PERIODU OD DIREKTNOG SUNČEVOG ZRAČENJA ZBOG PREGRIJAVANJA.

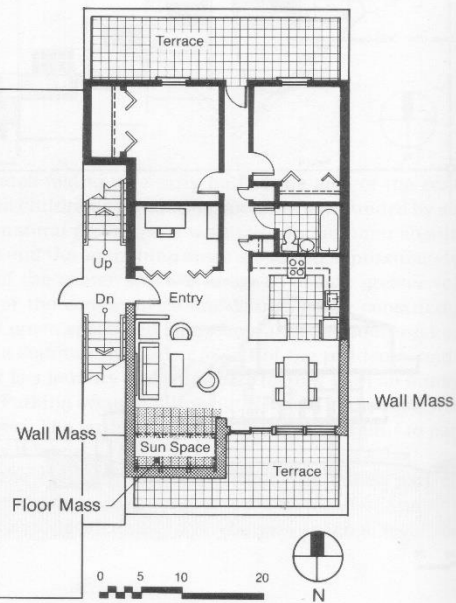
VAŽAN PREDUVJET ZA KORIŠTENJE SUNČEVOG ZRAČENJA NA PASIVAN NAČIN PREDSTAVLJAJU SLOBODNE POVRŠINE ISPRED JUŽNIH STRANA ZGRADA. NA SLJEDEĆEM PRIKAZU VIDE SE TLOCRTNI OBLICI NUŽNIH SLOBODNIH POVRŠIA ISPRED SLOBODNO STOJEĆE ZGRADE I TLOCRTNI OBLIK SUME BAČENIH SJENA SA SJEVERNE STRANE.



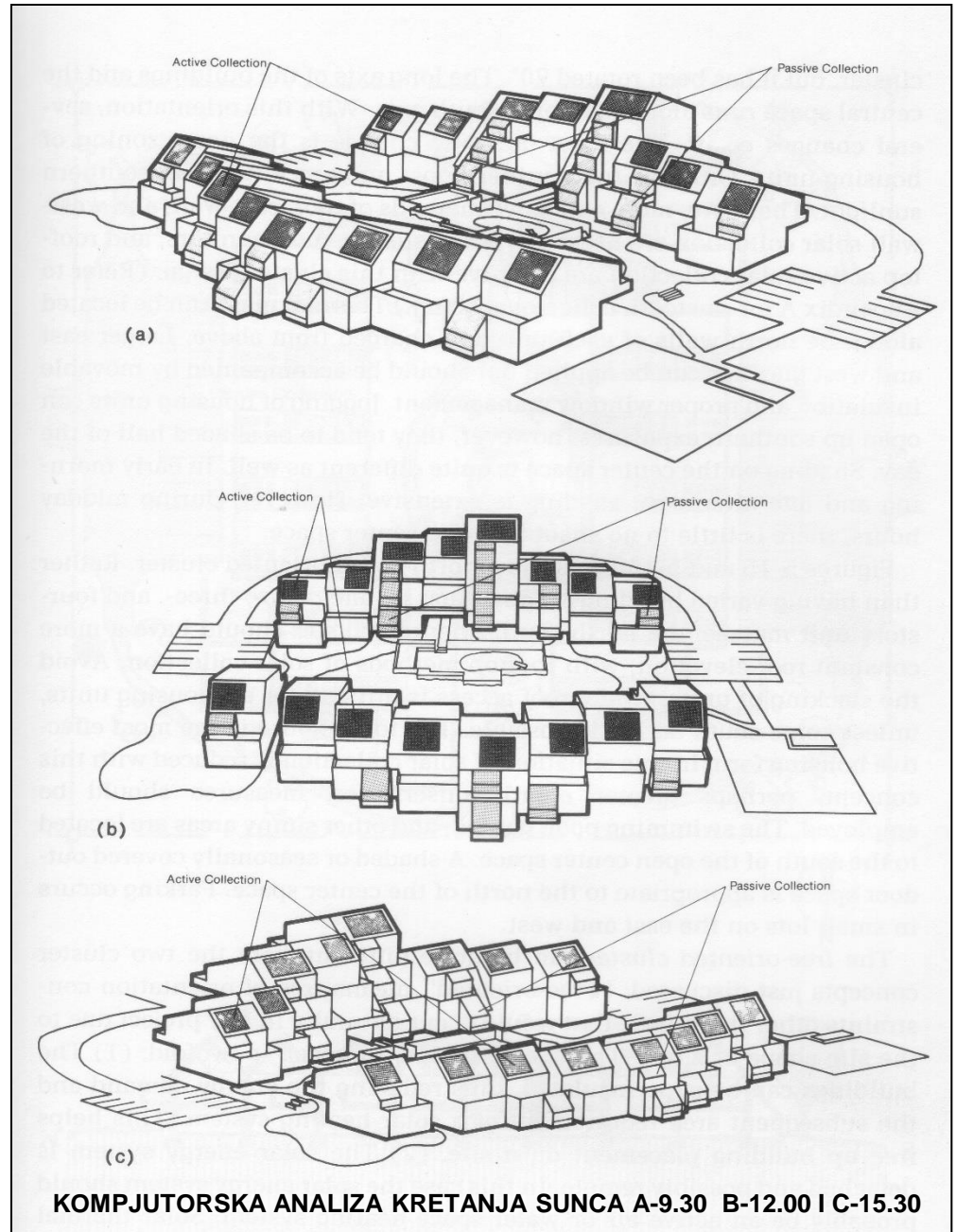
KVALITETNO PRIHVAĆANJE SUNČEVOG ZRAČENJA NIJE OGRANIČENO SAMO NA SLOBODNO STOJEĆE ZGRADE NA SLOBODNIM PARCELAMA. PRIMJER KOJI SLJEDI POKAZUJE PROJEKTANTSKO RJEŠENJE ZA NOVO STAMBENO NASELJE U NIZU BAZIRANO NA AKTIVNOM I PASIVNOM KORIŠTENJU SUNČEVE ENERGIJE U SAVEZNOJ AMERIČKOJ DRŽAVI COLORADO.



**STAN U
JUŽNOM BLOKU**

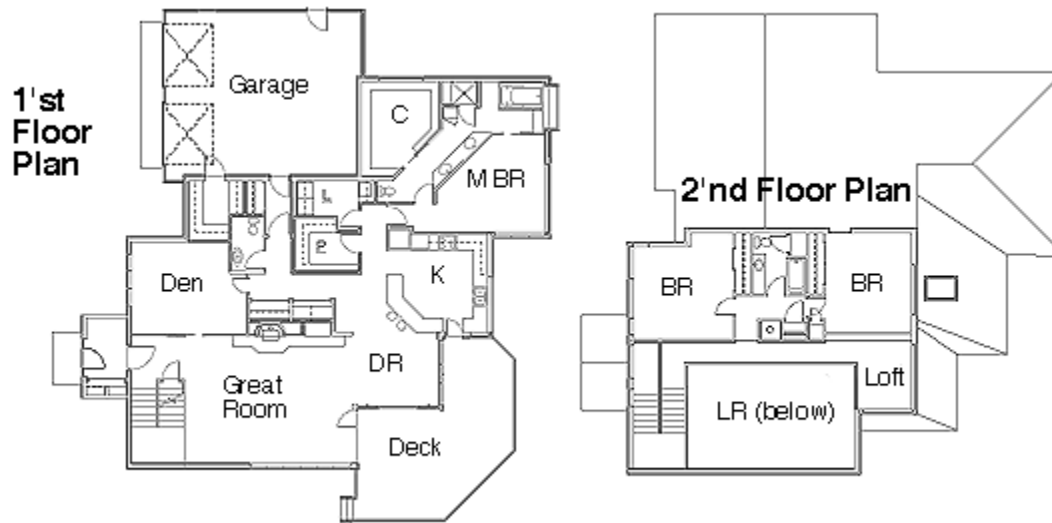


**STAN U
SJEVERNOM BLOKU**



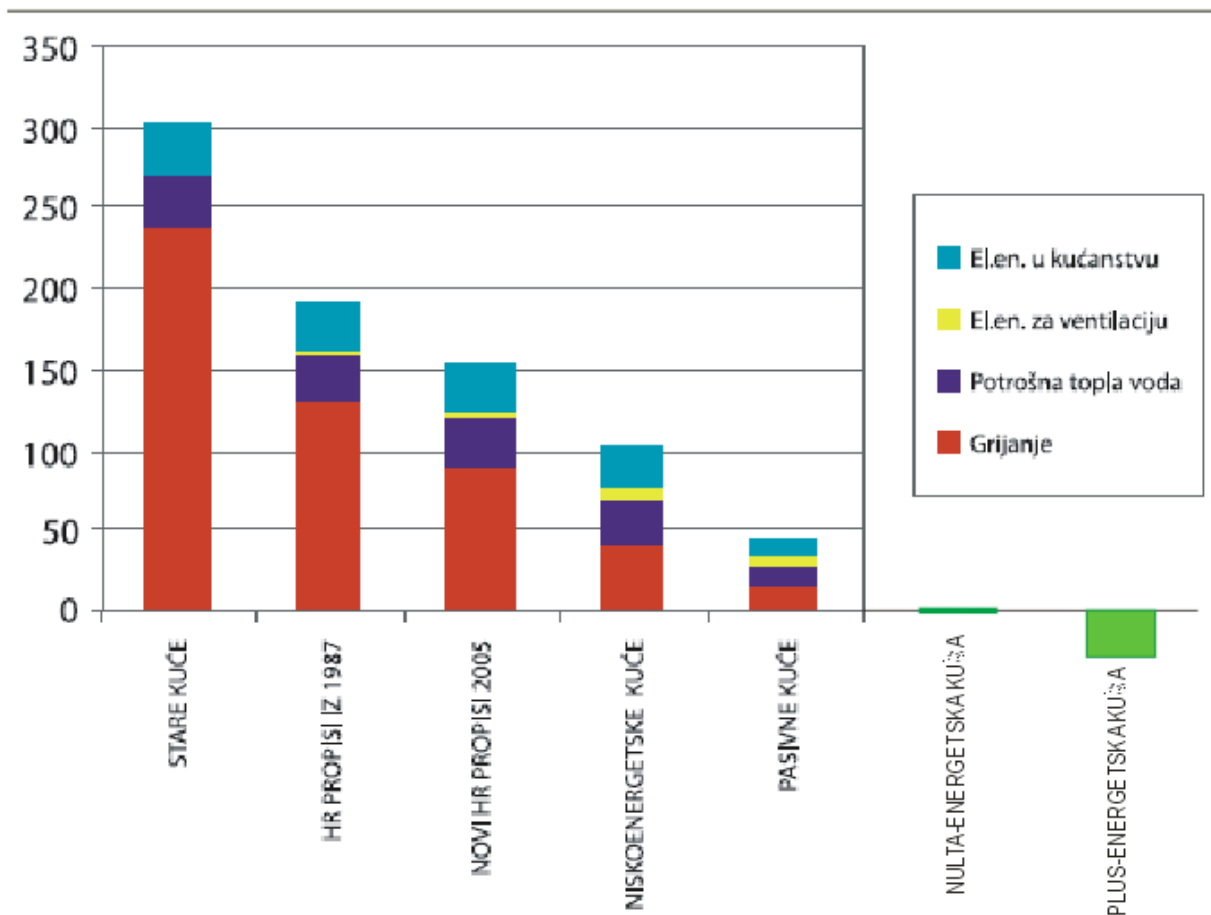
KOMPJUTORSKA ANALIZA KRETANJA SUNCA A-9.30 B-12.00 I C-15.30

NAJUČINKOVITIJE KORIŠTENJE SUNČEVOG ZRAČENJA U KATEGORIJI OBITELJSKIH KUĆA PREDSTAVLJAJU ZGRADE KOJE IMAJU IZVEDENE AKTIVNEI PASIVNE SUSTAVE. SLJEDEĆI PRIMJER PRIKAŽUJE PROSJEČNU OBITELJSKU KUĆU U SAVEZNOJ AMERIČKOJ DRŽAVI MAINE KOJA IMA AKTIVNE I PASIVNE MOGUĆNOSTI KORIŠTENJA SUNČEVOG ZRAČENJA.







PRIMJENA PASIVNIH SOLARNIH SUSTAVA U OBNOVI ZGRADA MORA BITI ZA SVAKU REALIZACIJU POSEBNO PROJEKTIRANA I PRILAGOĐENA POSEBNOSTIMA SVAKOG OBJEKTA. ZA UČINKOVITOST UŠTEDE TOPLINSKE ENERGIJE U ZGRADAMA U KOJIMA SE PREDLAŽE KORIŠTENJE SUNČEVE ENERGIJE POTREBNO JE ZADOVOLJITII PREDUVJET CJELOVITE TOPLINSKE SANACIJE OMOTAČA GRIJANOG DIJELA ZGRADE, KAO I NIZ DRUGIH MOGUĆIH MJERA KOJE ĆE SPRIJEČITI PREKOMJERNE GUBITKE TOPLINE. UŠTEDE KOJE SE MOGU OSTVARITI KOD OBNOVE STARIH ALI I IZGRADNJOM NOVIH ZGRADA PRIMJENOM KORIŠTENJA SUNČEVE ENERGIJE SU VEĆE OD 70% U ODNOSU NA KLASIČNU GRADNJU.

SPECIFIČNE TOPLINSKE POTREBE STAMBENIH ZGRADA U kWh/m²



PROSJEČNE STARE NEIZOLIRANE KUĆE TROŠE OD 200-280 kWh/m² ZA ZAGRIJAVANJE U JEDNOJ PROSJEČNOJ SEZONI. STANDARNO IZOLIRANE KUĆE TROŠE ISPOD 100, NISKOENERGETSKE OKO 40, A PASIVNE SOLARNE MANJE OD 15 kWh/m².

**Potrošnja energije
za grijanje u
obiteljskim kućama**

	kWh/m ² god. 300-250	kWh/m ² god. 150-100	kWh/m ² god. 50-40	kWh/m ² god. < 15
STANDARD IZGRADNJE	Bez toplinske izolacije ili s minimalnom izolacijom krova Strukturo nepouzdana, troškovi grijanja nisu ekonomični (karakteristično za seoske kuće, nemodernizirane stare zgrade).	Nedovoljna toplinska izolacija Termička rekonstrukcija se isplati (karakteristično za stambene kuće sagrađene 50-tih i 70-tih godina prošlog stoljeća).	Nisko energetska kuća	Kuća sa vrlo niskom energetske potrošnjom (pasivne kuće moraju postići ovu vrijednost kao dio neophodnih uvjeta)
ELEMENT IZGRADNJE	Tipične U-vrijednosti i debljina izolacije			
Vanjski zidovi (masivan zid od 25 cm) Debljina izolacije	1.30 W/(m ² K) 0 cm	0.40 W/(m ² K) 6 cm	0.20 W/(m ² K) 16 cm	0.13 W/(m ² K) orijentacijski 30 cm
Krov Debljina izolacije	0.90 W/(m ² K) 4 cm	0.22 W/(m ² K) 22 cm	0.15 W/(m ² K) 30 cm	0.10 W/(m ² K) 40 cm
Podovi prema zemlji Debljina izolacije	1.0 W/(m ² K) 0 cm	0.40 W/(m ² K) 6 cm	0.25 W/(m ² K) 10 cm	0.15 W/(m ² K) 26 cm
Prozori	5.10 W/(m ² K) Jednstruko zastakljenje	2.80 W/(m ² K) Dvostruko zastakljenje, izolacijsko staklo (ispunjeno zrakom)	1.10 W/(m ² K) Dvostruko zastakljenje, Toplinski izolirana stakla	0.80 W/(m ² K) Trostruko zastakljenje, toplinski izolirana stakla, specijalan okvir
Ventilacija Ispuštanje CO ₂	Propuštanje na spojevima 60 kg/m ² godišnje 	Otvaranje prozora 30 kg/m ² godišnje 	Uređaj za ventilaciju 10 kg/m ² godišnje 	Komforna ventilacija sa rekuperatorom topline 2 kg/m ² godišnje 
Godišnja potrošnja energije izražena u litrama nafte koja se koristi za grijanje po m ² životnog prostora	30-25 litara	15-10 litara	4-5 litara	1.5 litra

7. ZAŠTITA OD BUKE U ZGRADAMA



BUKOM NAZIVAMO SVAKI NEŽELJENI ILI OMETAJUĆI ZVUK KOJI TO POSTAJE SUBJEKTIVNIM DOŽIVLJAJEM POJEDINCA. BUKA JE JEDAN OD NAJVEĆIH ZDRAVSTVENO-EKOLOŠKIH PROBLEMA DANAŠNJICE U RAZVIJENIM ZEMLJAMA. JEDAN OD GLAVNIH IZVORA BUKE JE PROMET.

SUVREMENA NAČELA U SUSTAVNOJ ZAŠTITI OD BUKE POLAZE OD PRETPOSTAVKE DA NITKO NE BI SMIO BITI IZLOŽEN RAZINAMA BUKE KOJE UGROŽAVAJU ZDRAVLJE ILI KVALITETU ŽIVOTA.

EUROPSKI KRITERIJI UTVRDILI SU DA STANOVNIŠTVO NE BI SMJELO BITI IZLOŽENO EKVALENTNOJ RAZINI JAČINE ZVUKA OD 65 DECIBELA(dB) TIJEKOM NOĆI, A RAZINA JAČINE ZVUKA OD 85 dB NE BI SE NIKAD SMJELA PREMAŠITI.

HRVATSKI PROPISI KOJI REGULIRAJU ZAŠTITU OD BUKE SU:

- ZAKON O ZAŠTITI OD BUKE (NARODNE NOVINE br. 20/03.)**
- PRAVILNIK O NAJVIŠIM DOPUŠTENIM RAZINAMA BUKE U SREDINI U KOJOJ LJUDI RADE I BORAVE**
- RAZNE HRVATSKE NORME KOJE ODREĐUJU NAČINE PRORAČUNA I MJERENJA BUKE U ZGRADAMA**

ZAKONO O ZAŠTITI OD BUKE ODREĐUJE MJERE ZAŠTITE OD BUKE NA KOPNU, VODI I U ZRAKU TE NADZOR NAD PROVEDBOM OVIH MJERA RADI SPRJEČAVANJA ILI SMANJIVANJA BUKE I OTKLANJANJA OPASNOSTI ZA ZDRAVLJE LJUDI.

BUKA ŠTETNA PO ZDRAVLJE U SMISLU OVOGA ZAKONA JE SVAKI ZVUK KOJI PREKORAČUJE NAJVIŠE DOPUŠTENE RAZINE UTVRĐENE PROVEDBENIM PROPISOM S OBZIROM NA VRIJEME I MJESTO NASTANKA U SREDINI U KOJOJ LJUDI RADE I BORAVE.

PREMA ZAKONU MJERE ZAŠTITE OD BUKE OBUHVAĆAJU:

- 1. ODABIR I UPORABA MALOBUČNIH STROJEVA, UREĐAJA, SREDSTAVA ZA RAD I TRANSPORT,**
- 2. PROMIŠLJENO UZAJAMNO LOCIRANJE IZVORA BUKE ILI OBJEKATA S IZVORIMA BUKE (EMITENATA) I PODRUČJA ILI OBJEKATA SA SADRŽAJIMA KOJE TREBA ŠTITITI OD BUKE (IMITENATA),**
- 3. IZVEDBU ODGOVARAJUĆE ZVUČNE IZOLACIJE GRAĐEVINA U KOJIMA SU IZVORI BUKE RADNI I BORAVIŠNI PROSTORI,**
- 4. PRIMJENU AKUSTIČKIH ZAŠTITNIH MJERA NA TEMELJU MJERENJA I PRORAČUNA BUKE NA MJESTIMA EMISIJE, NA PUTOVIMA ŠIRENJA I NA MJESTIMA IMISIJE BUKE,**
- 5. AKUSTIČKA MJERENJA RADI PROVJERE I STALNOG NADZORA STANJA BUKE,**
- 6. POVREMENO OGRANIČENJE EMISIJE ZVUKA.**

PREMA ZAKONU ŽUPANIJE, GRAD ZAGREB, GRADOVI I OPĆINE, DUŽNI SU IZRADITI:

- 1. KARTU BUKE,**
- 2. AKCIJSKE PLANOVE.**

KARTA BUKE JE SASTAVNI DIO INFORMACIJSKOG SUSTAVA ZAŠTITE OKOLIŠA REPUBLIKE HRVATSKE I PREDSTAVLJA STRUČNU PODLOGU ZA IZRADU PROSTORNIH PLANOVA.

AKCIJSKI PLAN JE PRIKAZ MJERA ZA PROVOĐENJE SMANJENJA BUKE NA DOPUŠTENE RAZINE UNUTAR PROMATRANOG PODRUČJA.



KARTA BUKE ZA DIO GRADA - DAN

GLAVNI IZVOR BUKE JE PROMET PA SU VIDLJIVE RAZLIKE U KATEGORIJI CESTA I KOLIČINI ONEČIŠĆENJA BUKOM.



KARTA BUKE ZA DIO GRADA - NOĆ

TIJEKOM NOĆI PROMET JE ZNAČAJNO REDUCIRAN ŠTO SE POVOLJNO ODRAŽAVA NA REDUKCIJU BUKE U STAMBENIM NASELJIMA.

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije L_{RAeq} u dB(A)	
		za dan (L_{day})	noć (L_{night})
1.	Zona namijenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
2.	Zona namijenjena samo stanovanju i boravku	55	40
3.	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	45
4.	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	65	50
5.	Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi)	<p>– Na granici građevne čestice unutar zone – buka ne smije prelaziti 80 dB(A)</p> <p>– Na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči</p>	

BUKA U VANJSKOM PROSTORU – NAJVIŠE DOPUŠTENE OCJENSKE RAZINE BUKE IMISIJE

Zona iz prethodne Tablice	1	2	3	4	5
Najviše dopuštene ekvivalentne razine buke L_{Req} u dB(A) – za dan	30	35	35	40	40
– za noć	25	25	25	30	30

BUKA U ZATVORENIM BORAVIŠNIM PROSTORIMA. VRIJEDI ZA ZATVORENA VRATA I PROZORE.

Namjena prostora	Najviša dopuštena ekvivalentna razina buke $L_{A,eq}$ u dB(A)
Koncertne dvorane, kazališta i slične prostorije	25
Kina, čitaonice, izložbene prostorije, predavaonice, učionice i slične prostorije	35

NAJVIŠE DOPUŠTENE EKVIVALENTNE RAZINE BUKE U ZATVORENIM PROSTORIJAMA POSEBNE NAMJENE

Opis posla	Najviša dopuštena ekvivalentna razina buke $L_{A,eq}$ u dB(A)
Najsloženiji poslovi upravljanja, rad vezan za veliku odgovornost, znanstveni rad	35
Rad koji zahtijeva veliku koncentraciju i/ili preciznu psihomotoriku	40
Rad koji zahtijeva često komuniciranje govorom	50
Lakši mentalni rad te fizički rad koji zahtijeva pozornost i koncentraciju	65

NAJVIŠE DOPUŠTENE OCJENSKE EKVIVALENTNE RAZINE BUKE KOJU NA RADNOM MJESTU STVARAJU PROIZVODNI I NEPROIZVODNI IZVORI BUKE

BUKA U ZGRADAMA, MOŽE STIĆI OD MJESTA IZVORA ZVUKA NA DVA NAČINA:

- A) PREKO ZRAKA (TZV. ZRAČNI ZVUK KOJI SE PRENOSI KROZ VRATA, PROZORE, OTVORE, VENTILACIONE KANALE I POROZNE STRUKTURE GRAĐEVINSKIH MATERIJALA)**
- B) PRENOŠENJEM VIBRACIJA GRAĐEVINSKIH ELEMENATA KOJI SU NA TO POBUĐENI MEHANIČKIM PUTEM (ZVUK UDARA ILI TOPOT).**

POD POJMOVIM ZVUČNE ZAŠTITE U ZGRADAMA PODRAZUMJEVA SE SKUP RAZLIČITIH MJERA KOJIMA SE KONTROLIRA RASPROSTIRANJE ZVUKA NA NAČIN DA ON NE POSTANE BUKA.

ZVUČNA ZAŠTITA OD ZRAČNOG ZVUKA NAJBOLJE SE MOŽE OSIGURATI:

- **IZVEDBOM MASIVNIH KONSTRUKCIJA ZIDOVA I STROPOVA.**
- **IZVEDBOM LAGANIH MONTAŽNIH PREGRADA SA POSEBNIM IZOLACIJSKIM MATERIJALIMA**
- **KOMBINIRANIM PREGRADAMA (MASIVNA KONSTRUKCIJA I ZVUČNO-IZOLACIJSKI SLOJ)**

ZVUČNA ZAŠTITA OD ZVUKA UDARA ILI TOPOTA KOJI JE NEOPHODNO POTREBNA ZA STROPOVE NAJBOLJE SE MOŽE OSIGURATI:

- **IZVEDBOM MEKANOGRADNOG SLOJA PODA**
- **IZVEDBOM PLIVAJUĆEG PODA**
- **IZVEDBOM SPUŠTENOG STROPA**

POSEBNI SLOJEVI ZVUČNE IZOLACIJE IZRAĐUJU SE NAJČEŠĆE OD MINERALNE VUNE. TO JE MATERIJAL KOJI SVOJOM POROZNOU STRUKTUROM “UPIJA” ILI APSORBIRA ENERGIJU ZVUČNOG VALA. RAZLIKUJU SE MATERIJALI KOJI SE UPOTREBLJAVAJU ZA IZRADU ZVUČNE IZOLACIJE ZA ZIDOVE I ZA PODOVE GDJE IZOLACIJSKI MATERIJAL TREBA IMATI PUNO VEĆU ČVRSTOĆU NA PRITISAK.

ISPRAVNA IZVEDBA SVIH GRAĐEVINSKIH DETALJA I UGRADNJE OPREME IZUZETNO JE VAŽNA ZA UKUPNU RAZINU ZAŠTITE OD BUKE U ZGRADAMA. NA SLJEDEĆIH NEKOLIKO PRIMJERA MOGU SE VIDJETI POSEBNO VAŽNI DETALJI IZVEDBE SA STAJALIŠTA ZVUČNE ZAŠTITE.



**PRILIKOM IZVEDBE “PLIVAJUĆIH PODOVA”
OBVEZNO JE AB PODLOGU PODA ODVOJITI
OD OSTALIH KONSTRUKCIJA ELASTIČNIM
SLOJEM ODNOSNO ZASEBNOM ZVUČNOM IZOLACIJOM.**



**KOD IZVEDBE LAGANIH MONTAŽNIH PRGRADA IZVEDENIH
OD PLOČA KOJE SE PRIČVRŠĆUJU NA ZASEBNU
KONSTRUKCIJU OD DRVETA ILI METALA NAJBOLJE JE
CIJELI ZRAČNI PROSTOR IZMEĐU PLOČA ISPUNITI IZOLACIJSKIM
MATERIJALOM ZA ZVUČNU ZAŠTITU.**



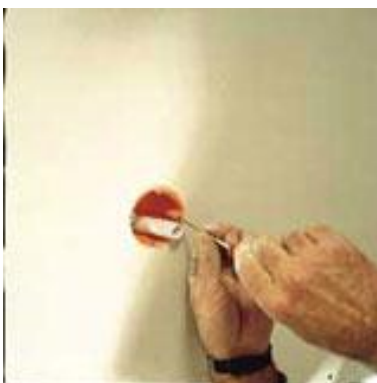
**OBLOGU ZIDOVA I STROPOVA OD GIPSKARTONSKIH PLOČA
TREBA IZVESTI BEZ MEĐUSOBNIH RAZMAKA PLOČA KAKO
SE NE BI STVARALI ZVUČNI MOSTOVI.**



PRILIKOM IZVEDBE SVIH VRSTA MONTAŽNIH PREGRADA U ZGRADAMA POTRIBNO JE ZASEBNU KONSTRUKCIJU TIH PREGRADA ODVOJITI OD OSTALIH DIJELOVA KONSTRUKCIJE POSEBNIM POLIETILENSKIM BRTVENIM TRAKAMA.



POSEBNIM GUMENIM BRTVENIM TRAKAMA JE POTREBNO ODVOJITI OD ZIDOVA I PODOVA SVE SANITARNE ELEMENTE U KUPAONICAMA I STROJEVE U KUHINJAMA KOJI BI MOGLI PROIZVESTI BUKU.



NAJVEĆU OPASNOST ZA ŠIRENJE ZRAČNOG ZVUKA KROZ MASIVNE ZIDOVE PREDSTAVLJU LOŠE POSTAVLJENE KUTIJE ZA PREKIDAČE I UTIČNICE. ZBOG TOGA SE NASUPROTNE KUTIJE U ZIDU TREBA MONTIRATI UZ ODREĐENE POMAKE.