

## Mere za poboljšanje energetske efikasnosti zgrada

ANA V. VUKADINOVIĆ, Univerzitet u Nišu,

Fakultet zaštite na radu, Niš

JASMINA M. RADOSAVLJEVIĆ, Univerzitet u Nišu,

Fakultet zaštite na radu, Niš

MILAN Z. PROTIĆ, Univerzitet u Nišu,

Fakultet zaštite na radu, Niš

DEJAN P. RISTIĆ, Univerzitet u Nišu,

Fakultet zaštite na radu, Niš

Stručni rad

UDC: 697.7:620.92

*Porast potrošnje energije u zgradama uslovljava potrebu za predlaganjem mera za poboljšanje energetske efikasnosti. Urbanističko planiranje u skladu sa mikroklimatskim uslovima lokacije može dovesti do smanjenja potrošnje energije u zgradama kroz pasivno korišćenje solarne energije. Energetska efikasnost se može postići i optimizacijom arhitektonsko-građevinskih parametara kao što su oblik zgrade, struktura omotača i procenat ostakljenja uz zadovoljenje toplotnog komfora korisnika prema nameni prostora. Unapređenjem predloženih parametara, uključujući i primenu obnovljivih izvora energije, mogu se ostvariti zahtevi Direktive 2010/31/EU za „približno nula energetskim zgradama“*

**Ključne reči:** *zgrade, energetska efikasnost, mere*

### 1. UVOD

Poslednjih godina, postoji trend porasta od 50% u potrošnji struje i gasa i smanjenje u potrošnji nafte i ostalih energenata (ugalj i drvo) za 27% i 57%. Ovaj porast će se nastaviti ukoliko se ne preduzmu potrebne mere poboljšanja energetske potencijala građevinskih objekata.

Stambene zgrade zauzimaju najveći deo potrošnje energije građevinskog sektora. Domaćinstva uglavnom koriste energiju za grejanje, hlađenje, grejanje vode, kuvanje i rad kućnih aparata. Nestambeni objekti troše različite količine energije u zavisnosti od njihove namene. U radu su prikazani mogući načini poboljšanja energetske efikasnosti novoizgrađenih i postojećih stambenih zgrada kroz primenu urbanističkih, građevinsko-arhitektonskih i regulatornih mera.

### 2. URBANISTIČKE MERE ZA POSTIZANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI ZGRADA

Kod obezbeđivanja efikasnog korišćenja energije

Adresa autora: Ana Vukadinović, Univerzitet u Nišu,  
Fakultet zaštite na radu, Niš, Černojevića 10a

Rad primljen: 22.12.2014.

Rad prihvaćen: 19.01.2015.

u zgradama, sa aspekta prostornog planiranja, relevantni su parametri: klimatski uslovi lokacije; orijentacija i namena zgrada; mogućnosti korišćenja obnovljivih izvora energije.

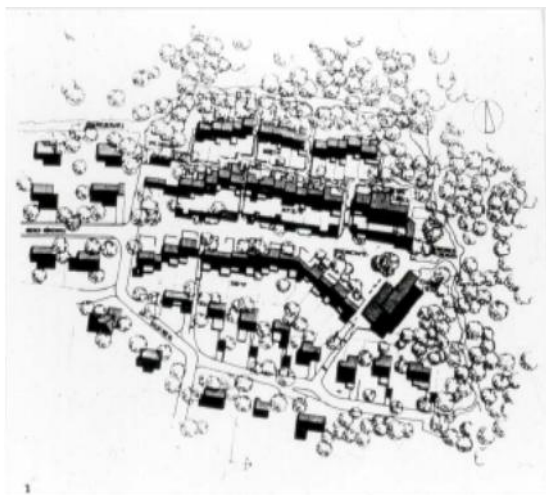
Urbanističke mere za postizanje energetske efikasnosti zgrada baziraju se na principu pasivnog korišćenja solarne energije.

Upotrebom sunčeve energije uz pomoć pasivnih solarnih sistema treba povećati toplotne dobitke u zgradama zimi, i sistemima termičke kontrole sprečiti prekomeran upad sunčevog zračenja u zgradu leti.

Pri novoj parcelaciji pozicioniranje parcele i zgrade treba prilagoditi principima projektovanja energetski efikasnih zgrada u meri u kojoj urbanistički uslovi to dozvoljavaju. Najpogodniji oblik parcele je pravougaoni, koji je širom stranom pozicioniran u pravcu istok-zapad i užom stranom u pravcu sever-jug (slika 1) [1, 2, 3].

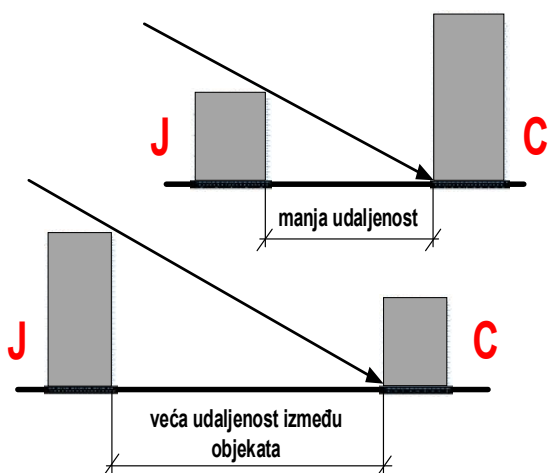
Urbanističke mere obuhvataju takođe i pravilan izbor orijentacije zgrade u odnosu na oblik i konfiguraciju lokacije i parcele.

Na ravnim terenima višespratne zgrade treba pozicionirati na severnoj, a niže objekte na južnoj strani lokacije (slika 2).



Slika 1 - Lokiranje objekata na parcelama u pravcu istok-zapad [4]

Ukoliko urbanistički uslovi zahtevaju postavljanje viših objekata na južnu stranu parcele, potrebno je pravilno odrediti rastojanje između objekata, kako senka objekata na južnoj strani parcele ne bi zaklanjala niže objekte koji se nalaze na severnom delu parcele (slika 2) [1, 2, 3].

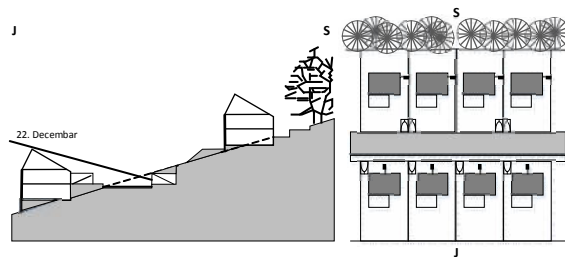


Slika 2 - Udaljenost objekata lociranih na ravnom terenu [5]

Sa aspekta primene principa projektovanja pasivnih solarnih sistema nagib i pravac terena imaju izrazit uticaj na urbanističku organizaciju prostora. Na terenima sa južnim nagibima rastojanja između objekata mogu biti manja.

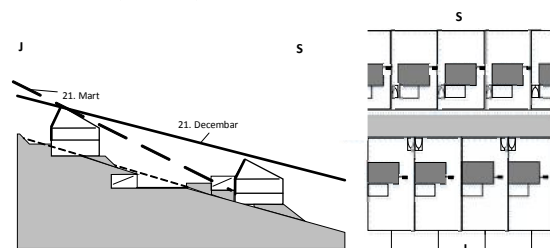
Položaj idealnih parcela, kada je u pitanju južna padina, je sa donje strane ulice. Zgrade koje su na parcelama sa gornje strane ulice južne padine su u nepovoljnijoj poziciji kada je u pitanju osunčanost (slika 3) [1, 2, 3].

Prilikom projektovanja pasivnih objekata na severnim padinama terena, primenjuju se veća rastojanja između objekata.



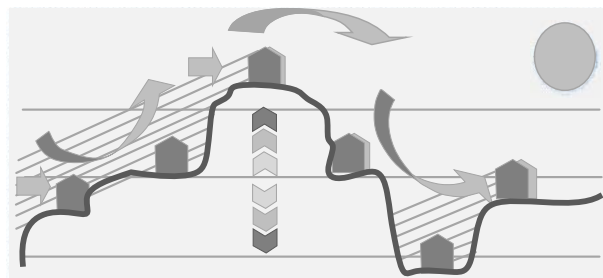
Slika 3 - Zgrade locirane na parcelama na južnoj padini [4,5]

U zimskom periodu objekti na severnim padinama nisu osunčani. Povoljno je samo stanovanje na višim spratovima (slika 4) [1, 2, 3].



Slika 4 - Zgrade locirane na parcelama na severnoj padini [4,5].

Konfiguracija terena u velikoj meri određuje mikroklimu lokacije, a posebno utiče na njen temperaturni nivo, pravac i brzinu vetra. U depresijama i nezaštićenim položajima na vrhu brda, prosečne temperature lokacije su niže, a pri južnim orijentacijama lokacije temperature su više nego u okolnom području. Orijentaciju ulica i javnih prostora treba prilagoditi principima energetske efikasnosti, što podrazumeva da prilikom izrade urbanističkih planova treba voditi računa o pravcu dominantnih vetrova u toku zimskog i letnjeg perioda. Potrebno je obezbediti zaštitu od hladnih vetrova zimi i efikasno koristiti letnje vetrove za hlađenje. Delovanje vetrova na lokalitetu pojačava se usled pokrenutosti terena. U nižim delovima ili na uzvišenjima temperature vazduha su niže (slika 5) [1, 2, 3].



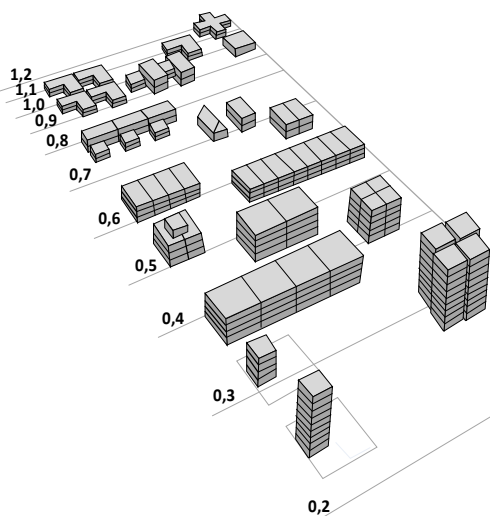
Slika 5 - Delovanje vetra na objekte na lokalitetima različite nadmorske visine [4,5].

Urbanističke mere za postizanje energetske efikasnosti zgrada u najvećoj meri se mogu primeniti pri projektovanju porodičnih stambenih objekata, manje pri projektovanju naselja sa višespratnim stambenim

objektima, a najmanje pri interpolaciji novoprojektovanih objekata između postojećih zgrada.

### 3. ARHITEKTONSKO-GRAĐEVINSKE MERE ZA POSTIZANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI ZGRADA

Arhitektonsko-građevinskim merama potrebno je sprečiti prekomeran prolaz toplote kroz fasadne i pregradne konstrukcije zgrade u toku zime i omogućiti akumuliranje toplote u zgradi. Na ovaj način moguće je uštedeti energiju potrebnu za grejanje zgrada u toku zime i sprečiti pregrevanje prostorija zgrade u toku leta.



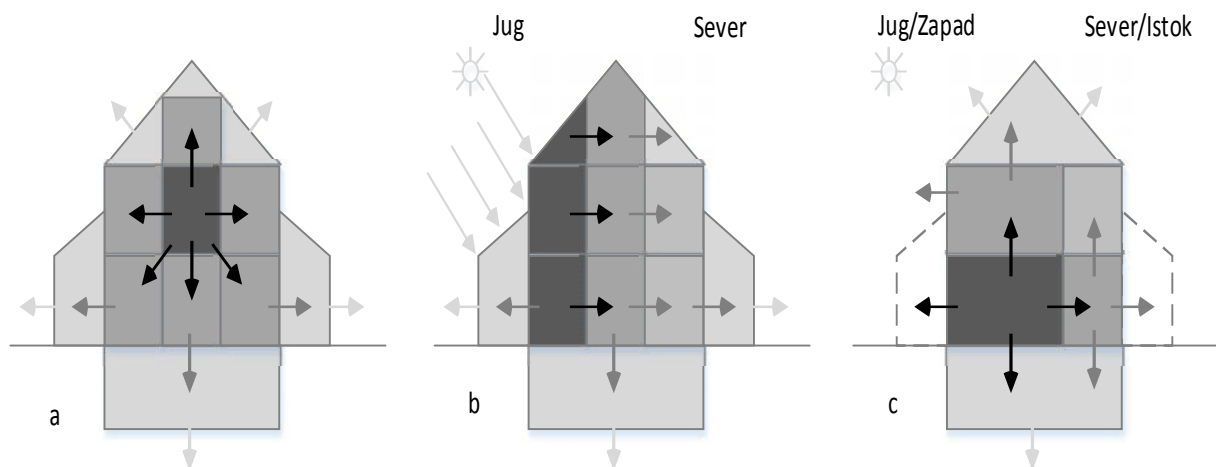
Slika 6 - Faktori oblika zgrade za različite tipove zgrada [5]

Arhitektonsko - građevinske mere podrazumevaju:

- Pravilno dimenzionisanje i oblikovanje zgrada, što podrazumeva kompaktan oblik zgrade i manji faktor oblika,  $f_o = A/V(m^{-1})$ . Faktor oblika zgrade je za porodične objekte nepovoljniji u odnosu

na više stambene zgrade. Kod porodičnih stambenih zgrada on može da bude i veći od 1,0 dok u slučaju više stambenih zgrada može iznositi i samo 0,25 (slika 6). Faktor oblika zgrade je jedan od glavnih uzroka veće potrošnje toplotne energije za grejanje prostora stambenih objekata [1, 6].

- Toplotno zoniranje zgrade, koje može biti koncentrisano, linearno i vertikalno (slika 7)
- Veću toplotnu izolaciju fasadnih pregrada zgrade.
- Ugradnju prozora sa najmanje trostrukim zastakljenjem koja odgovara pasivnom zahvatu sunčeve energije.
- Sprečavanje pregrevanja prostorija zgrade u letnjim mesecima, zbog uticaja direktnog sunčevog zračenja (korišćenje pokretnih nadstrešnica).
- Veće ostakljenje južne fasadne površine zbog pasivne upotrebe sunčevog zračenja.
- Stalno regulisanje ventilacije zgrade (primena pasivnog prirodnog sistema ventilacije).
- Zaštitu toplotno izolacionih materijala od vlaženja.
- Sprečavanje toplotnih mostova.
- Mogućnost primene pokretljivih termoizolacionih elemenata u toku noći (primena kapaka, itd.).
- Smanjenje toplotnih gubitaka u toplotnom sistemu za grejanje.
- Adekvatnu termičku masu koja predstavlja delove termičkog omotača i strukture zgrade od materijala i u debljini koji omogućavaju akumulaciju toplote.
- Primenu konstrukcija za pasivan zahvat sučevog zračenja (staklena veranda, termoakumulacioni Trombe-Michelov zid, vodeni zid, termoakumulacioni zid sa skladištem toplote, itd.) [1, 2, 6].



Slika 7 - Toplotno zoniranje: a. koncentrisano, b. linearno, c. vertikalno [5]

#### 4. ZAKONSKA REGULATIVA ZA POSTIZANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U ZGRADAMA

U cilju integrisanja energetske efikasnosti u nacionalne zakonske okvire i primene politike energetske efikasnosti, Evropska komisija je pripremila i objavila ključne EU direktive iz ove oblasti:

- Direktivu 2002/91/EC (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD),
- Direktivu 2006/32/EC o efikasnostima korištenja krajnje energije i energetskih usluga,
- Direktivu 2010/30/EC o označavanju proizvoda koji troše energiju i standardne informacije o proizvodu,
- Direktivu 2010/31/EC o energetskim karakteristikama zgrada (EPBD II),
- Uredbu o građevinskim proizvodima (CPR-305/2011).

Osnovni cilj EPBD direktive je praktičan pristup i promovisanje isplativosti poboljšanja celokupne energetske efikasnosti zgrade. Članovi 3. i 4. Directive 2002/91/EC odnose se na metodologiju proračuna ukupnog energetskog ponašanja (EP) zgrada i minimalne zahteve EP.

Prvi informacioni dokument EPBD pruža uputstvo o zahtevima u računskim tehnikama, glavnim priložima i ciljevima, ulozi standarda Evropskog odbora za standardizaciju (CEN - Comité Européen de Normalisation) i prethodne implementacije u državama članicama.

Smanjenje energetske potrebe zgrade, bez smanjenja unutrašnjeg komfora, je cilj i strateški interes evropskih zemalja. Implementacijom Direktive 2002/91/EC i EPBD platforme uopšte, svaka zemlja u Evropi treba da učestvuje u dostizanju tog cilja, a shodno svojim specifičnostima i zakonima.

Direktiva 2006/32/EC daje niz obaveznih zahteva, kao što su: usvajanje i implementacija nacionalnih planova o energetske efikasnosti (NEEAP - National Energy Efficiency Action Plans), mere za javni sektor, obaveze za distributere energije, itd.

Direktivom 2010/30/EC sprovodi se energetske označavanje svih proizvoda koji su vezani za energiju, a koji imaju značajan direktan ili indirektan uticaj na potrošnju energije.

Za sve zemlje članice EU, Direktivom 2010/31/EC promovisu se mere i zahtevi u pogledu poboljšanja energetske efikasnosti zgrada, uzimajući u obzir spoljne klimatske uslove, unutrašnje mikroklimatske zahteve i ekonomičnost.

Ovom Direktivom se takođe predviđa povećanje broja zgrada "skoro nulte energije", energetska

sertifikacija zgrada i njihovih delova kao i redovna inspekcija kotlova i sistema za kondicioniranje vazduha, sprovodi se energetske označavanje svih proizvoda koji imaju značajan direktan ili indirektan uticaj na potrošnju energije. U neposrednoj vezi sa Direktivom je Uredba o građevinskim proizvodima (Construction Products Regulation (EU) No 305/2011). Prema Uredbi građevinski proizvod mora da poseduje tehničke karakteristike kojima se uz propisanu ugradnju i održavanje, u skladu sa namenom objekta, u ekonomski prihvatljivom roku upotrebe obezbeđuju bitni zahtevi za objekat: mehanička otpornost i stabilnost, zaštita od požara, higijenska i zdravstvena zaštita, zaštita životne sredine, zaštita od buke, energetska efikasnost i bezbednost tokom upotrebe [7, 8].

Pravni okvir za uspostavljanje mera energetske efikasnosti obuhvatačen je sledećom zakonskom regulativom Republike Srbije:

- Zakonom o planiranju i izgradnji ("Sl. Glasnik RS" br. 72/2009, 81/2009 i 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US i 98/2013 - odluka US),
- Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada ("Sl. Glasnik RS", br.61/2011),
- Pravilnikom o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada ("Sl. Glasnik RS" br. 61/2011. i 3/2012.),
- Pravilnikom o tehničkom pregledu objekta izdavanju upotrebne dozvole ("Sl. Glasnik RS", br. 93/2011),
- Zakonom o efikasnom korišćenju energije („Sl. Glasnik RS”, br. 25/2013).

Član 4. Poglavlja 4. Zakona o planiranju i izgradnji propisuje da svi objekti visokogradnje moraju biti projektovani, izgrađeni, korišćeni i održavani na način kojim se obezbeđuju propisana energetska svojstva. Propisana energetska svojstva utvrđuju se izdavanjem sertifikata o energetskim svojstvima objekta koji izdaje ovlašćena organizacija. Sertifikat o energetskim svojstvima objekta čini sastavni deo tehničke dokumentacije koja se prilaže uz zahtev za izdavanje upotrebne dozvole [9].

Sertifikat o energetskim svojstvima objekata izdaje se na osnovu elaborata EE (energetska efikasnost) koji je sastavni deo glavnog projekta (čl. 119. stav 2. tačka 14. Zakona o planiranju i izgradnji). Elaborat EE sadrži tehnički opis primenjenih tehničkih mera i rešenja u projektu koje treba da su usklađene sa Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada [9, 10, 11].

Navedeni Pravilnik bliže propisuje energetske zahteve za nove i postojeće objekte. U cilju postizanja energetske efikasnosti zgrada ovim Pravilnikom se definišu: orijentacija i funkcionalni koncept zgrade;

faktor oblika zgrade; toplotno zoniranje zgrade; način korišćenja prirodnog osvetljenja i osunčanja; optimizacija sistema prirodne ventilacije i strukture zgrade; uslovi za korišćenje pasivnih i aktivnih sistema; uslovi za korišćenje voda; parametri za postizanje energetske efikasnosti postojećih i novoprojektovanih zgrada [11].

Zakonom o efikasnom korišćenju energije uređuje se uvođenje energetske menadžmenta i energetske planiranja [12].

## 5. ZAKLJUČAK

Zgrade su relativno veliki potrošači energije. U mnogim zemljama, od ukupno utrošene energije, prosečno se u zgradarstvu utroši i do 60%, a u Srbiji 39-42%. Zbog toga je potrebno posebnu pažnju posvetiti unapređenju energetske efikasnosti u zgradarstvu. Smanjenje potrošnje energije moguće je građenjem novih energetski efikasnih zgrada ali i energetskim sanacijama postojećih zgrada.

Energetska efikasnost u zgradarstvu podrazumeva efikasno korišćenje energije uz primenu optimalnih mera čiji je cilj: smanjenje potrošnje energije, ugodniji i kvalitetniji boravak u zgradi, smanjenje troškova održavanja i produženje životnog veka zgrada kao i doprinos zaštiti životne sredine.

Potreba za smanjenjem potrošnje energije u zgradama, nalazi se u žiži interesovanja i predmet je brojnih istraživačko razvojnih, demonstracionih, strateških, zakonodavno podsticajnih i drugih programa i mera, izrade pravilnika i merodavnih standarda.

## ZAHVALNOST

Rad je urađen u okviru projekata No. III-43014 i No. III-42008. Projekti su finansirani od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja RS.

## LITERATURA

[1] Stanković, M, „Pasivna“ zgrada – imperativ i velika šansa, Tehnika, Vol. 62, br. 5, str. 1-9, 2008.

[2] Radosavljević, J, Pavlović, T, Lambić, M, Solarna energetika i održivi razvoj, GK, Beograd, 2010.

[3] Radosavljević, J, Pavlović, T, Osnovni principi solarne arhitekture, Zbornik radova naučno-stručnog skupa: Sunčeva energija, Zrenjanin, 1999.

[4] Jovanović-Popović, M, Pucar, M, Solarna energija i arhitektura, Monografija: Solarna energija, razvoj i primena, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Beograd, 1994.

[5] Radosavljević, J, Matematički model energetske samostalnog individualnog stambenog objekta, doktorska disertacija, Tehnički fakultet „M. Pupin“, Zrenjanin, 2001.

[6] Radosavljević, J, Živković, LJ, Živković, N., Đorđević, A, Određivanje energetske efikasne dimenzije pasivnih solarnih objekata kvadratne i pravougaone osnove, Tehnika, Vol. 64 (6), 2010: pp. 17- 20.

[7] EU Directive 2002/91/EC on the energy performance of buildings.

[8] Direktiva 2010/31/eu Evropskog parlamenta i veća o energetske efikasnosti zgrada.

[9] Zakon o planiranju i izgradnji, Službeni glasnik RS, br. 72/2009, 81/2009 i 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US i 98/2013 - odluka US.

[10] Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, Službeni Glasnik RS, br.61/2011.

[11] Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetske svojstvima zgrada, Službeni glasnik RS, br. 61/2011. i 3/2012.

[12] Zakon o efikasnom korišćenju energije, Službeni glasnik RS, br. 25/2013.

[13] Pravilnik o tehničkom pregledu objekta izdavanju upotrebne dozvole, Službeni glasnik RS, br. 93/2011.

**SUMMARY****MEASURES FOR ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT OF BUILDINGS**

*The increase in energy consumption in buildings causes the need to propose energy efficiency improvement measures. Urban planning in accordance with micro location conditions can lead to energy consumption reduction in buildings through the passive solar design. While satisfying the thermal comfort to the user space purpose, energy efficiency can be achieved by optimizing the architectural and construction parameters such as shape of the building, envelope structure and the percentage of glazing. The improvement of the proposed measures, including the use of renewable energy sources, can meet requirements of Directive 2010/31 / EU of "nearly zero energy buildings".*

**Key words:** *buildings, energy efficiency, measures*