

ENERGETSKI POTENCIJALI VOJNIH OBJEKATA

Miladin Z. Živković^a, Goran M. Banjac^b

Univerzitet odbrane u Beogradu, Vojna akademija,
Katedra naoružanja i opreme ARJ za PVD i VOJ

^a e-mail: miladin32dus@yahoo.com,

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-3060-4011>

^b e-mail: gbbanjac@yahoo.com,

ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-3547-9723>

DOI: 10.5937/vojtehg64-8165

OBLAST: energetska efikasnost

VRSTA ČLANKA: stručni članak

JEZIK ČLANKA: srpski

Sažetak:

Ekonomska kriza, izuzetno veliko budžetsko izdvajanje za obezbeđivanje potrebnih energenata i usvojena zakonska regulativa iz oblasti energetike nameću potrebu iznalaženja i implementacije pozitivnih rešenja radi dostizanja propisanog i poželjnog stepena energetske efikasnosti. U radu je izvršena preliminarna analiza propisane zakonske regulative za oblast energetike – energetske efikasnosti, izveštaja o problemima u zgradarstvu i projekata kojima su rešavani energetske problemi objekata. Radi dobijanja preliminarnih podataka finansijskih efekata poboljšanja toplotne izolacije objekta, a radi povećanja energetske efikasnosti zgrade, korišćen je neprofesionalan programski paket, a dobijeni rezultati su u okvirima republičkog proseka za objekte analizirane starosti. Sagledavanjem konstruktivnih karakteristika i geografskog položaja ustanovljen je i određen potencijal zgrade za iskorišćenje obnovljivih izvora energije. Rad je pokazao da postoji zakonska obaveza realizacije energetske sanacije zgrade koju koristi Vojska Srbije i preliminarne ekonomske efekte realizacije projekta energetske sanacije i iskorišćenja obnovljivih izvora energije.

Ključne reči: toplotna izolacija; upotreba energije; izvori energije; energetska efikasnost; zgrade.

Uvod

Dinamične i intenzivne, često dramatične promene u svim segmentima života, predstavljaju glavno obeležje savremenog sveta. Ove promene utiču na sve sfere nekog društva i njegove subjekte, a posebno je uočljiv njihov značaj u domenu ekonomije. Sadašnje promenljivo i ekonomski nestabilno okruženje ima veliki uticaj na uslove života i rada pripadnika Vojske Srbije (dalje u tekstu: VS). Stvara se potreba za iznalaže-

njem unutrašnjih potencijala VS, čijom eksploatacijom bi se obezbedili što povoljniji uslovi za život i rad njenih pripadnika, bez dodatnog opterećivanja ekonomski iscrpljenog društva.

Uzimajući u obzir, sa jedne strane, obim ovoga rada, a sa druge kompleksnost i raznovrsnost namene, kvaliteta i kvantiteta svih materijalnih resursa kojima VS raspolaže, ovaj rad će se ograničiti samo na jedan njihov segment. U ovom slučaju to su energetski potencijali zgrada (Službeni glasnik RS, 61/11) koje koriste ustanove, komande i jedinice VS.

Pitanja na koja će rad pokušati da da odgovor su: postoje li energetski gubici zgrada i okvirni red njihovih veličina, postoje li načini da se oni smanje kroz energetsku sanaciju zgrade (Službeni glasnik RS, 61/11) i postoji li mogućnost ostvarivanja ekonomske dobiti iskorišćenjem određenih pogodnosti zgrada koje se koriste za potrebe VS.

Traženje odgovora na postavljena pitanja realizovano je kroz strukturu rada. U prvom delu prikazane su teoretske odrednice bitne za razumevanje problema energetske efikasnosti zgrada. Drugi deo ukazuje na prisutne, a ne dovoljno proučene energetske probleme zgrada. Uopštavanjem problema dolazi se do saznanja o energetskim gubicima koji se javljaju po kvadratu spoljnih površina zgrada. Treći deo predstavlja studiju slučaja i ukazuje na energetske potencijale konkretne zgrade kroz implementaciju savremenih rešenja za povećanje njene energetske efikasnosti.

Rezultati rada pokazuju ekonomske dobiti koje se mogu ostvariti primenom toplotne izolacije na zgradi. U završnom delu prikazana je diskusija uz iznošenje zaključaka proisteklih iz studije slučaja.

Teorijsko određenje predmeta rada

Kategorizacija zgrada

Zgrada je objekat koji može biti zidan ili izrađen od montažno- demontažne konstrukcije. Prevažodno je namenjena za smeštaj i rad ljudi (Pravilo službe Vojske Srbije, 2008) ili neke druge namene (SSNO, Uprava vojnog građevinarstva, 1986), koje su interesantne kada se razmatraju mogućnosti iskorišćenja njenih pogodnosti za ostvarivanje ekonomske dobiti.

Sve zgrade u odnosu na svoju projektovanu namenu moraju da obezbeđuju određene unutrašnje uslove u zavisnosti od namene. Zgrade namenjene za smeštaj i rad ljudi moraju da obezbede propisane uslove komfora (Službeni glasnik RS, 61/11). Obezbeđivanje propisanih uslova komfora nameće potrebu zagrevanja, hlađenja i ventilacije, odnosno, potrebu utroška određene količine energije radi obezbeđenja propisanih uslova. Količina energije koja će biti utrošena za obezbeđivanje projektovanih uslova korišćenja zgrade zavise od mnogih spoljnih faktora (npr. klimatskih uslova), ali i od energetskih karakteristika same zgrade i potrebnog vremena obezbeđivanja propisanih uslova.

Energetska karakteristika zgrade karakteriše njenu energetska efikasnost (Službeni glasnik RS, 61/11). Što je manje energije potrebno za obezbeđenje propisanog komfora unutar zgrade to je zgrada energetski efikasnija. Zgrade sa najboljom energetska efikasnošću nazivaju se pasivnim zgradama. To su one čija godišnja potrošnja energije za grejanje po jedinici korisne površine ne prelazi 15 kWh/m² (Službeni glasnik RS, 61/11).

Neophodno vreme obezbeđivanja propisanih uslova komfora određuje vrstu zgrade – sa stalnim ili kratkotrajnim vremenom korišćenja (Službeni glasnik RS, 61/11).

Energetska efikasnost

Energetska efikasnost određuje karakteristike zgrade u odnosu na energiju koja se troši za obezbeđivanje minimalnih uslova komfora za njenu projektovanu namenu, a u skladu sa Pravilnikom o energetska efikasnosti zgrada. Energetska efikasnost zgrade je veća ukoliko su njene energetske potrebe za obezbeđenje uslova komfora manje, odnosno njena toplotna svojstva bolja. Energetska efikasnost ne podrazumeva smanjenje utroška energije zbog štednje energije, jer ušteda energije bez primene mera za povećanje energetska efikasnosti dovela bi do narušavanja uslova komfora zbog slabijeg zagrevanja, hlađenja ili provetravanja. Dakle, energetska efikasnost predstavlja skup mera i uređaja koji se primenjuju radi postizanja propisanog nivoa komfora.

Toplotna svojstva zgrade proračunavaju se u skladu sa Pravilnikom o energetska efikasnosti zgrada (II energetska svojstva zgrada i III način izračunavanja toplotnih svojstava zgrada) i po zadovoljavanju propisanih uslova zgradi se izdaje energetska pasoš.

Energetska pasoš je dokument kojim se prikazuju energetska svojstva zgrada, a ima propisan sadržaj i izgled prema Pravilniku o energetska sertifikaciji zgrada, koji izdaje ovlašćena organizacija koja ispunjava uslove u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji i Pravilnikom o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetska svojstvima zgrada (koncept sertifikacije zgrada uključen je u Direktivu EU, 2002/91/EU, član 16).

Pravni aspekti energetska efikasnosti

Potpisivanjem Ugovora o osnivanju Energetska zajednice Jugoistočne Evrope, 25. oktobra 2005. godine (dalje u tekstu: Ugovor), zemlje Jugoistočne Evrope i evropska zajednica osnovale su Energetska zajednicu radi uspostavljanja stabilnog regulatornog i tržišnog okvira u Jugoistočnoj Evropi.

Uslov za funkcionisanje panevropskog tržišta energije je jedinstveni pravni okvir na svim teritorijama na kojima se primenjuje ugovor. Potpisnice koje nisu članovi EU imaju obavezu da usaglase svoje propise sa zahtevima direktiva EU koje se odnose na energetiku (povećanje energetske efikasnosti za 20%) (Agencija za energetske efikasnost Republike Srbije, 2014), konkurentnost tržišta, obnovljive izvore energije i zaštitu životne sredine (ukoliko to već nisu učinile, što je slučaj u većini zemalja regiona).

U skladu sa obavezama koje proističu iz ovog ugovora, u Republici Srbiji usklađuje se pravni okvir i obezbeđuju drugi preduslovi za implementaciju propisa o energetici, zaštiti životne sredine, konkurenciji i jačanju tržišta električne energije. Na taj način vrši se planiranje razvoja delatnosti u okviru energetskega sektora sa osnovom u smernicama energetske politike i planovima razvoja energetike Republike Srbije, a sve u skladu sa Zakonom o energetici (Sl. glasnik RS, br. 84/2004 novi zakon objavljen u br. 145/2014). Nakon usvajanja Zakona o energetici vrši se uobličavanje energetske politike razrađivanjem i sprovođenjem Strategije razvoja energetike Republike Srbije (Službeni glasnik RS, 57/11, 80/11 i ispravke 93/12 i 124/12), Programom ostvarivanja Strategije i Energetskim bilansom Republike Srbije (Zakon o energetici, Službeni glasnik RS, 145/2014).

Na 11. Ministarskom savetu Energetske zajednice (*11th Energy Community Ministerial Council*), održanom 24. oktobra 2014. godine u Beogradu, kojim je predsedavala Republika Srbija, doneta je *Odluka o produženju primene Ugovora na dodatnih 10 godina, do 2026. godine*. Jednoglasna odluka doneta je po predlogu institucija Evropske unije i Stalne grupe na visokom nivou, a u vezi sa odredbom člana 97. ugovora po kojem je on prvobitno zaključen na period od 10 godina od momenta njegovog stupanja na snagu, odnosno do 2015. godine. Odlukom o produženju primene potvrđen je značaj Energetske zajednice, a samim tim i značaj praktične realizacija preuzetih ugovorenih obaveza.

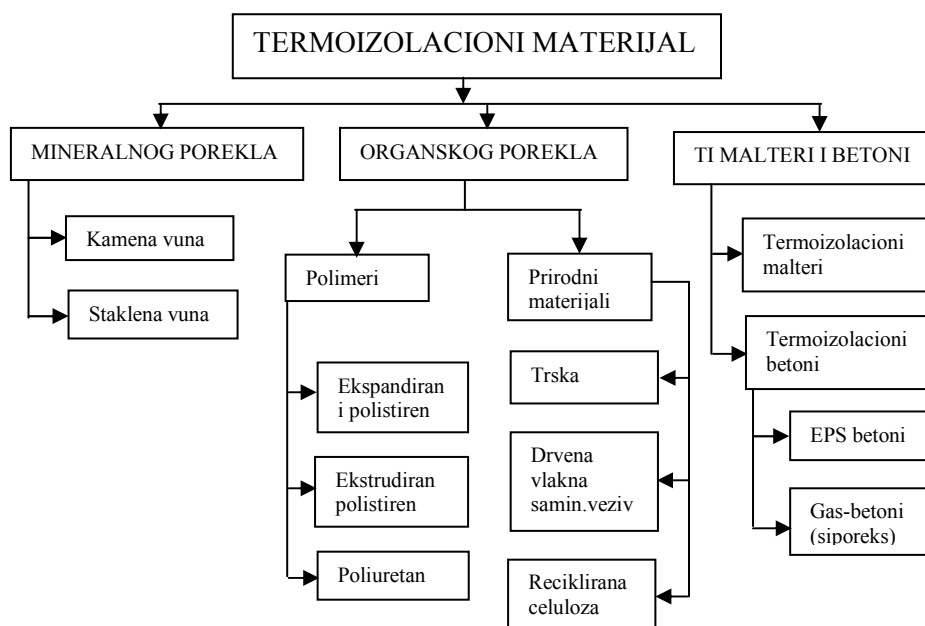
U tom smislu sva zakonska regulativa daje pravni osnov i obavezu realizacije zadataka energetske sanacije u koju se u narednom periodu moraju uklopiti i objekti koje koristi Vojska Srbije.

Termoizolacija

Pod pojmom termoizolacija najčešće se podrazumevaju razne vrste termoizolacionih proizvoda (ploče, vuna, sprejevi) koji su izrađeni od termoizolacionih materijala, a koriste se za toplotnu izolaciju konstrukcionih segmenata ili celih uređaja i objekata. Međutim, neretko pod termoizolacijom se misli i na termoizolacione materijale, kao i na postupak postavljanja termoizolacionih proizvoda na objekte.

Termoizolacioni materijali

Sami termoizolacioni materijali dele se prema: poreklu sirovina za proizvodnju (slika 1), koeficijentu toplotne provodljivosti, zapreminskoj masi i mestu i načinu primene.

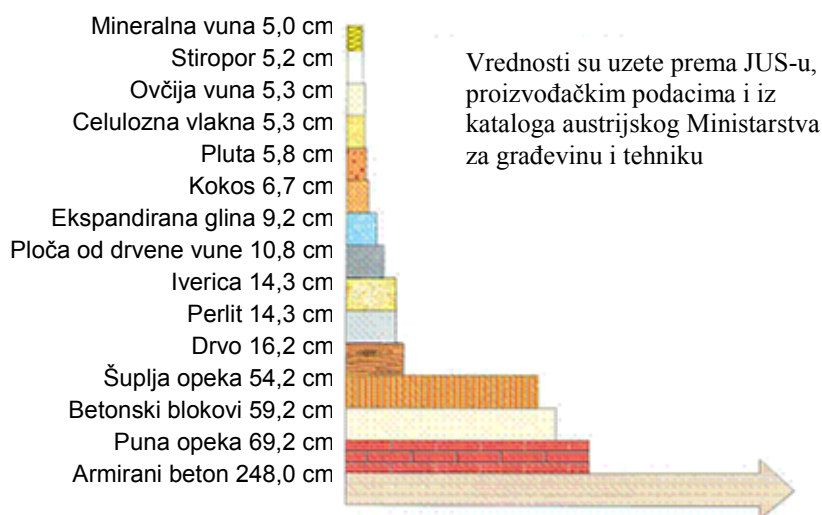


Slika 1 – Klasifikacija termoizolacionih materijala na osnovu porekla sirovine za proizvodnju (Jevtić, 2015)

Рис. 1 – Классификация термоизоляционных материалов на основании происхождения производственных ресурсов (Jevtić, 2015)

Figure 1 – Classification of thermal insulation materials based on the production material origin (Jevtić, 2015)

Toplotna provodljivost (λ) većine toplotnoizolacionih materijala nalazi se u opsegu 0,030–0,045 W/mK. Koeficijent toplotne provodljivosti pokazuje koliko toplote za 1s prođe kroz 1 m² materijala debljine 1 m pri temperaturnoj razlici od 1C⁰. Na osnovu ovog koeficijenta (λ) proračunava se potrebna debljina termoizolacionih proizvoda za propisan koeficijent prolaza toplote (k)(W/m²K). Što je koeficijent k manji, bolja je termoizolacija građevinskog segmenta. S obzirom na to da se materijali razlikuju po svojoj toplotnoj provodljivosti, proračunima se dobijaju značajne razlike u potrebnim debljinama izolacionog proizvoda za istu vrednost koeficijenta prolaza toplote k (slika 2).



Slika 2 – Poređenje debljine materijala za isti koeficijent prolaza toplote
 Рус. 2 – Сравнение толщины материалов с одинаковым коэффициентом теплопроводности

Figure 2 – Comparison of the material thickness for the same heat transfer coefficient

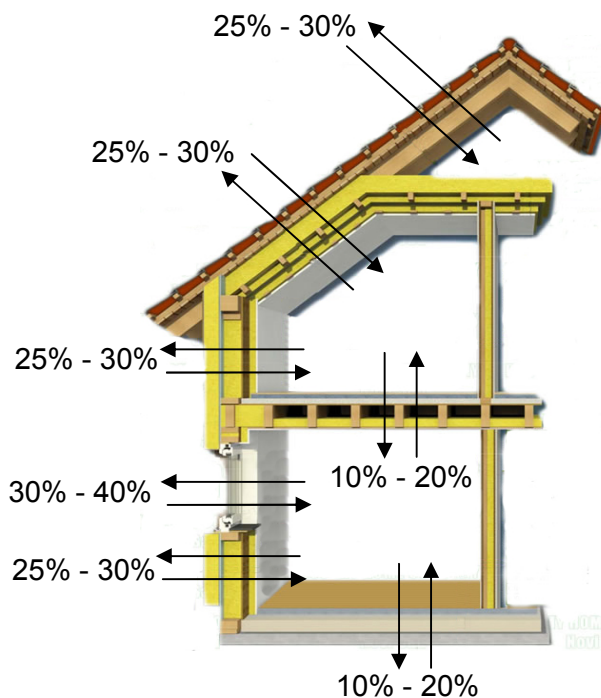
U građevinarstvu se pod *zapreminskom masom* podrazumeva masa jedinice zapremine materijala zajedno sa porama i šupljinama, odnosno masa jedinice zapremine u prirodnom stanju (Radonjanin, 2015). Smatra se da specifična zapreminska masa većine izolacionih materijala nema veliki uticaj na njihova izolaciona svojstva. Međutim, specifična masa termoizolacionih materijala znatno određuje otpornost na vlagu, pritisak po jedinici površine, a u odnosu na to i mesto i način primene.

U odnosu na specifične karakteristike izolacionih materijala neka od mesta njihove primene su spoljašnji zidovi, unutar dvostrukih zidova, ispod crepa i krovnih pokrivača, ispod gipsanih i drvenih obloga, ispod podova (sa malim ili velikim opterećenjem), podova hladnjača, odžaka itd. Takođe, specifičnosti materijala određuju i način postavljanja izolacije na konkretan segment građevinskog objekta, pa se one mogu postavljati polaganjem po površini (mineralna vuna u rolnama), lepljenjem (stiropol, stirodur), uduvavanjem i nasipanjem (termoizolacija na bazi celuloze).

Termoizolacija objekata

Termoizolacija objekata podrazumeva niz mera i aktivnosti od projektovanja do završne obrade fasade, a sve radi smanjenja toplotnih gubitaka. Prilikom projektovanja novih objekata danas se velika pažnja posvećuje orijentaciji objekta, a sa njom u vezi određuje se i raspored staklenih površina. Poseban

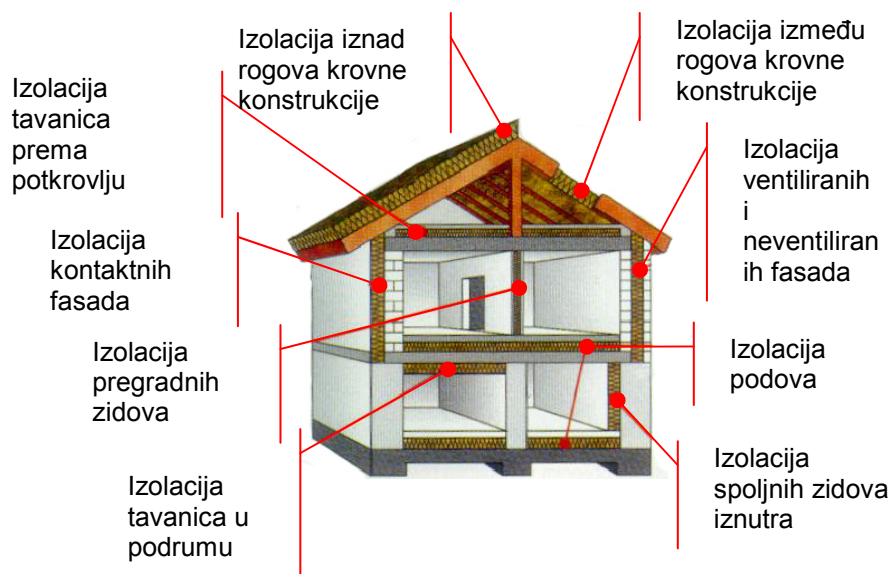
problem predstavljaju već izgrađene zgrade, jer kod njih nije moguće menjati orijentaciju objekta ili u potpunosti rešiti problem neadekvatno postavljenih staklenih površina. Međutim, kod izrađenih objekata moguće je izvesti energetska sanaciju na osnovu termovizijskih snimaka objekta (Petojević, 2014) i proračuna toplotnih gubitaka (Rendulić, 2015). Ovim metodama toplotni gubici se mogu svesti na najmanju moguću meru ili u zakonom propisane granice. Toplotni gubici starih zgrada uglavnom se kreću u granicama od 10 do 40% uložene toplotne energije za zagrevanje po određenom konstruktivnom elementu zgrade (slika 3). Na osnovu podataka sa slike moguće je izvršiti izbor mesta za realizaciju energetske sanacije zgrade, vodeći računa o vremenu i svrsi korišćenja prostora unutar zgrade, ekonomskoj isplativosti, istorijskoj vrednosti objekta (objekti pod zaštitom države) i drugih faktora. U skladu s tim, načelna mesta postavljanja toplotne izolacije prikazana su na slici 4.



Slika 3 – Gubici toplote kroz konstruktivne elemente zgrade
 Рус.3 – Теплопотери через строительные конструкции здания
 Figure 3 – Heat losses through the building structural elements

Kao što se može videti sa slike 4, a na osnovu teorijskih analiza i sprovedenih proračuna, najbolje je izvoditi toplotnu izolaciju sa spoljne strane objekta. Na taj način obezbediće se da se plafon, pod i zidovi prostorije koja

se greje izoluju spolja, tako da se grejanjem prostorije obezbeđuje i njihovo zagrevanje. Ovako postavljena izolacija obezbeđuje zadržavanje toplote u prostoriji i po prestanku rada grejanja, jer se toplota akumulirana u ovim delovima objekta odaje zračenjem u prostoriju. Takođe, toplotna izolacija sa spoljašnje strane objekta sprečava kondenzaciju vodene pare na unutrašnjim stranama prostorije, sprečava propadanje konstrukcije objekta usled variranja temperature konstrukcije i usled smrzavanja.



Slika 4 – Načelna realizacija toplotne izolacije zgrade (Jevtić, 2015)
 Рис.4 – Основное способы термоизоляции зданий (Jevtić, 2015)
 Figure 4 – General realisation of the building thermal insulation (Jevtić, 2015)

Međutim, ponekad u praksi nije moguće realizovati toplotnu izolaciju sa spoljne strane. Ovi slučajevi javljaju se kod: višespratnih zgrada sa većim brojem vlasnika stanova (otežan dogovor i finansiranje) i zaštićenih objekata spomenika kulture (zabranjeno narušavanje autentičnog izgleda fasade), kao i u slučajevima kada nije ekonomski opravdana spoljna izolacija (ne koriste se sve prostorije u objektu ili se relativno kratko koriste za rad i boravak ljudi, tj. zgrade sa više energetske zone – Pravilnik o energetskej efikasnosti zgrada, 2011, član 2, tačka 23). U prethodnim i sličnim slučajevima izolacija zidova sa unutrašnje strane nameće se kao jedino moguća za realizaciju ili jedino ekonomski isplativa (unutrašnjom izolacijom obezbeđuje se i do 35% manja potrošnja energije za grejanje i hlađenje). Praksa i podaci različitih proizvođača pokazuju da unutrašnja izolacija ima značajne prednosti pri izolovanju prostorija za privremeno korišćenje, ukoliko se one ne greju stalno. Ovako izolovane

prostorije se izuzetno brzo zagreju (od momenta uključivanja grejanja), jer se pri njihovom zagrevanju praktično zagreva samo vazduh u prostoriji uz izuzetno smanjenje gubitaka, jer je zagrevanje zidova minimalno. Najčešće navođeni nedostaci unutrašnje izolacije jesu mogućnost stvaranja kondenzacije sa unutrašnje strane zidova i povećano naprezanje konstrukcionih elemenata objekta zbog cikličnog smrzavanja i odmrzavanja. Ovi nedostaci se znatno umanjuju ako se posveti pažnja i pravilno izoluju prisutni toplotni mostovi, odnosno izvrši izolacija svih pripadajućih delova konstrukcije (svi zidovi, plafon i pod prostorije).

Obnovljivi izvori energije

Povećanje energetske efikasnosti postojećih zgrada (Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada, član 2, tačka 45, 2011) do nivoa energetskih zahteva propisanih Pravilnikom o EnEF ostvarivo je realizacijom energetske sanacije zgrade. Obim radova pri energetske sanaciji procenjuje se u odnosu na konstrukciju objekta, uslove eksploatacije i ekonomsku isplativost. Međutim, pri ovim procenama u zakonskoj regulativi nije data i preporuka za istovremenu procenu mogućnosti i isplativosti instalacije sistema za korišćenje obnovljivih izvora energije (dalje u tekstu: OIE). Opravdanje za realizaciju i ovog vida procena može se naći u Strategiji razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijom do 2030. godine, koju je usvojila Vlade RS 3. 1. 2015. godine.

Ovom strategijom ukazano je na stalni rast potrebe za energijom i značaj energetike u budućnosti za savremenu ekonomiju i društvo. Kako su osnovni izvori energije trenutno neobnovljivi i izuzetni zagađivači životne sredine nameće se potreba iznalaženja modela za efikasno korišćenje čistije energije i iz obnovljivih izvora energije.

Prema Zakonu o energetici, obnovljivi izvori energije su nefosilni. To su: vodotokovi, biomasa, vetar, sunce, biogas, deponijski gas, gas iz pogona za preradu kanalizacionih voda i izvori geotermalne energije (Službeni glasnik RS, 145/2014). U usvojenoj strategiji navodi se da se ukupno tehnički raspoloživ potencijal obnovljivih izvora energije (ten) u Republici Srbiji procenjuje na 5,56 miliona tona ekvivalentne nafte. Strukturu ovih energetskih rezervi čine razni oblici biomase sa 3,448, hidroenergija sa 1,679, energija vetra sa 0,103, energija sunca sa 0,240 i geotermalna energija sa 0,180 miliona ten/god. (Strategija razvoja energetike Republike Srbije, 2015).

Uzimajući u obzir ovu respektivnu, teoretski neiscrpnu, energetske rezervu, obaveza svakog subjekta u lancu proizvodnja – potrošnja energenata je iznalaženje i implementacija tehničkih rešenja za iskorišćenje lokalno raspoloživih OIE. Iz istog razloga i Strategija razvoja energetike do 2030. godine ukazuje da je jedna od prioritarnih aktivnosti na razvoju energetike Republike Srbije intenziviranje korišćenja OIE uz njihovo promovisanje na nivou lokalnih zajednica.

Trenutno stanje energetske efikasnosti zgrada

Prosečna starost zgrada u Srbiji je oko 41 godina gde je više od 62% zgrada napravljeno pre 1980. godine (Republički zavod za statistiku, 2011.) po praktično nepostojećim energetske propisima. S obzirom da je i za potrebe Vojske Srbije, u zadnjih 35 godina, izgrađeno izuzetno malo novih zgrada, možemo reći da se i zgrade koje koristi VS uklapaju u proseke starih zgrada Republike Srbije.

Problem svih zgrada građenih do 30.09.2012. godine, kada je donesen prvi Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada i Pravilnik o uslovima, sadržini i načinu izdavanja sertifikata o energetske svojstvima je što su iste građene bez ikakvih ograničenja ili po veoma visokim dopuštenim vrednostima koeficijenata prolaza toplote. Prvi propisi o toplotnoj izolaciji u Srbiji su doneseni 1970. godine kojima su regulisane najveće dozvoljene vrednosti koeficijenata prolaza toplote u odnosu na klimatsku zonu u kojoj se zgrada nalazi. Dozvoljene vrednosti koeficijenata prolaza toplote su za 30% smanjene donošenjem novih zahteva po pitanju toplotne izolacije zgrada 1980. godine, a izdanje ovih normi iz 1987. godine je bilo na snazi sve do početka primene Pravilnika iz 2012. godine.

U odnosu na vremenski period gradnje zgrada uočavaju se i sledeće specifičnosti po pitanju energetske efikasnosti:

- zgrade građene do 1950. godine karakterišu se masivnim debelim zidovima i prosečnim toplotnim gubicima između 200 i 250 kWh/m²;
- zgrade građene posle 1950. godine karakterišu primena novih materijala bez ikakvih termičkih zahteva, a od 1970. godine počinje masovna izgradnja vitkih i tankih konstrukcija sa velikim staklenim površinama izuzetno loših termičkih osobina pa prosečni gubici toplote iznose i do 300 kWh/m² (Živković, 2011);
- sve izgrađene zgrade u periodu od 1987. godine do septembra 2012. godine u proseku su istih termičkih kvaliteta i toplotnih gubitaka koji se kreću oko 150 kWh/m² (Šumarac, 2009).

Sagledavanjem iskustava i analiza efekata povećanja toplotne izolacije spoljašnjih zidova, pokazalo se da je najsvrsishodnije takve aktivnosti usmeriti na zgrade građene pre 1987. godine kod kojih je moguće ostvariti uštede u potrošnji energije za oko 70% (Holness, 2009).

Preliminarna procena efekata energetske sanacije

Za preliminarnu procenu izabran je objekat sledećih karakteristika: spratna zgrada kombinovane namene (kancelarijski, magacinski i učionički prostor) izgrađen 70-ih godina. Ukupna površina objekta je 1600m² od kojih je grejana površina 1300 m², preko daljinskog sistema grejanja

(toplana kasarne). Zgrada je pravilnog pravougaonog oblika sa po dve paralelne stranice jednake dužine. Objekat se svojom dužinom pruža pravcem Sever-Jug. Ukupna površina fasade je 1056 m² od čega je 10% zastakljeno. Objekat je sagrađen od pune opeke ukupne debljine zida od 45 cm bez bilo kakve izolacije, a zastakljene površine čine drveni dvostruki prozori sa jednostrukim staklom ukupne površine 60m² i jednostruka drvena vrata i svetlarnici sa jednostrukim staklom površine 34 m². Iz prethodnog se vidi da zgrada pripada kategoriji objekata za koje je preporučena energetska sanacija uz njene maksimalne efekte i zakonska obaveza izrade energetskog pasoša.

Rezultati preliminarnog proračuna pomoću besplatnog programa Knauf Insulation Kalkulator za izračunavanje potrebne energije za grejanje analiziranog objekta ([http://www.knaufinsulation.net/files/content/kalkulator.html](http://www.knaufinsulation.rs/sites/rs.knaufinsulation.net/files/content/kalkulator.html)) pokazuje da je za grejanje datog prostora potrebno 307427,38 kWh toplotne energije za grejnu sezonu što predstavlja trošak od 15000 evra za nabavku energenta tj. lož ulje. Realizacijom energetske sanacije zidova termo izolacijom debljine 6 cm, podova termo izolacijom debljine 6 cm i tavanskog prostora termo izolacijom debljine 14cm dobija se da je potrebna energija za zagrevanje 141344,36 kWh ili 6900 evra, što predstavlja uštedu od 54%. Upoređivanjem stolarije sa sličnom iz drugih projekata (Ralić, 2012) zaključuje se da zamena drvene stolarije PVC stolarijom sa nisko-emisionim staklima obezbeđuje dodatnu uštedu od 30750 kWh ili 1500 evra po grejnoj sezoni. Iz prethodnog se vidi da bi ukupna ušteda bila 172094,36 kWh ili 10400 evra, što predstavlja uštedu od 70%, a što se uklapa u procene date na 40. međunarodnom kongresu KGH u Beograd 2009. godine.

Energetska sanacija analiziranog objekta bila bi najoptimalnije rešena unutrašnjom toplotnom izolacijom i zamenom stolarije. Iz prethodnog se uočava da energetska sanacija podrazumeva ulaganje u vidu materijala i časova rada u cilju njegove ugradnje i obrade. Prema podacima proizvođača Rigips (www.rigips.com) za unutrašnje oblaganje 1m² zida potreban je: 1m² gipskartonske ploče, 1m² mineralne vune, 1m² parne brane, 2 m C-profil, 0,8 m U-profil, 1,3 m trake za zvučnu izolaciju, 6 raznih vijaka, 0,8 m armaturne bandaž trake i 0,3 kg ispune spojeva. Orijentaciona cena materijala po 1 m² prema podacima „ČAterm“ iznosi 7,60 €, a orijentaciona cena rada je 7,34 €/m². (<http://www.ca-term.rs/rigips/Oblaganje%20potkrovlja%20sa%20CD.pdf>). Ukupna cena materijala i rada je približno 15 €/m² zida.

Za toplotnu izolaciju 1m² poda potrebno je: 1m² izolacije – stirodur, 1m² polietilenske folije 0,2 mm, 1 m² laminatnog poda. Orijentaciona cena materijala prema podacima sakupljenim sa sajtova više distributera ja 16,5 €/m², a orijentaciona cena rada je 2 €/m². Ove troškove neophodno je uvećati za vrednost ukrasnih lajsni koje se računaju po dužnom metru, a orijentaciona cena je 0.7 €/m. Ukupna cena materijala i rada je približno 18,5 €/m² poda.

Najsvrsishodniji vid toplotne izolacije tavanškog prostora posmatranog objekta je mineralna vuna. Toplotna izolacija bila bi realizovana polaganjem mineralne vune po tavanškom podu. Orijehtaciona cena mineralne vune debljine 5 cm je 0,9 €/m², a orijentaciona cena rada je 0,5 €/m². Ukupna cena materijala i rada je približno 1,4 €/m² tavanškog prostora.

Asortiman PVC stolarije na tržištu je izuzetno velik, a cena zavisi od proizvođača, stepena toplotne izolacije, vrste stakla, sa ugradnjom ili bez ugradnje itd. Za analiziran objekat analizom je dobijeno da je orijentaciona cena PVC dvokrilnih prozora sa ugradnjom od 78 €/m² i dvokrilnih vrata od 62 €/m².

Uzimajući u obzir izračunate orijentacione cene materijala i rad za energetska sanaciju toplotnom izolacijom posmatranog objekta dobija se da je za izolaciju zidova potrebno ulaganje od 22 500 €, podove 12 210 €, tavanškog prostora 2 560 € (tri sloja mineralne vune za debljinu izolacije od 15 cm) i za promenu stolarije prozori 6 790 € i vrata 434 €. Ukupno ulaganje za energetska sanaciju analiziranog objekta radi povećanja njegove energetske efikasnosti iznosi 44 490 €. Uz konstatovanu uštedu po grejnoj sezoni od 10 400 € može se zaključiti da se povraćaj uloženog kapitala u toplotnu izolaciju posmatranog objekta može očekivati za 4,5 grejne sezone. Ovako izračunato vreme povraćaja predstavlja prosečno vreme povraćaja uloženog kapitala u slične objekte (Ralić, 2012).

Sagledavanjem karakteristika položaja i spoljnih površina objekta uočava se da sa aspekta iskoristivosti OIE zgrada pruža izvesne pogodnosti za iskorišćenje solarne energije. Ove pogodnosti mogle bi biti iskorišćene za instalaciju solarnih panela za dogrevanje pojedinih energetska segmenata zgrade ili za ostvarivanje dobiti kroz iznajmljivanje krovne površine. Po podacima sa sajta preduzeća „Plan-net-solar” (<http://www.plan-net-solar.rs/izdavanje-krova/zarada-za-najmodavce/>) iznajmljivanjem krovne površine ove zgrade za instaliranje solarne elektrane ostvarila bi se mesečna dobit od 40 evra.

Zaključak

Ekonomska kriza, izuzetno veliko budžetsko izdvajanje za obezbeđivanje potrebnih energenata i usvojena zakonska regulativa iz oblasti energetike, nameću potrebu iznalaženja i implementacije pozitivnih rešenja radi dostizanja propisanog i poželjnog stepena energetske efikasnosti. U radu je izvršena analiza propisane zakonske regulative iz oblasti energetike – energetske efikasnosti, izveštaja o problemima u zgradarstvu i projekata kojima su rešavani energetski problemi objekata. Korišćenjem uporedne analize objekata sličnih karakteristika, zakonske regulative i posmatranog objekta koji koristi VS ustanovljena je njegova pogodnost za realizaciju mera energetske sanacije. Radi dobijanja preliminarnih podataka finansij-

skih efekata implementacije pozitivnih rešenja za povećanje energetske efikasnosti zgrade korišćen je programski paket, Knauf Insulation Kalkulator. Dobijeni rezultati pokazuju da je moguće ostvariti uštedi energije koja se koristi za zagrevanje objekta od 70%, što je u okvirima republičkog proseka za objekte iste starosti. Radom je ustanovljena orijentaciona visina ulaganja u toplotnu izolaciju od 44 490€ i očekivan period povraćaj uloženeog kapitala od 4,5 grejne sezone. Dalje je, sagledavanjem konstruktivnih i geografsko-položajnih karakteristika posmatranog objekta, ustanovljen određen potencijal zgrade za iskorišćenje obnovljivih izvora energije i orijentaciona dobit korišćenja OIE od 480€ na godišnjem nivou.

Rad je pokazao da postoji zakonska obaveza realizacije energetske sanacije zgrade koju koristi Vojska Srbije, a preliminarna analiza ekonomskih efekata realizacije projekta energetske sanacije dokazala je njenu opravdanost.

Literatura

Agencija za energetska efikasnost Republike Srbije. 2014. *Direktiva 2002/91/EU Evropskog parlamenta i saveta od 16. decembra 2002. godine o energetske efikasnosti zgrada*, Beograd. neformalan prevod na srpski jezik. Preuzeto sa <http://www.knaufinsulation.rs/sr/regulative>

Holness, G. 2009. Energetska efikasnost u postojećim zgradama-naša najveća šansa za održivu budućnost. . U: 40. međunarodni kongres KGH, Beograd.

Jevtić, D. 2015. *Termoizolacioni materijali na bazi polistirena*. predavanje. Preuzeto sa http://www.grf.bg.ac.rs/p/learning/termoizolacioni_materijali_1387814173320.pdf

Petojević, Z., Radojević, V., Mikić, M., & Petronijević, M. 2014. *Energetska efikasnost zgrada u Srbiji i primena infracrvene termografije u zgradarstvu*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet. stručni rad. Preuzeto sa <http://www.cpmconsulting.rs/strucniradovi/strucnirad8.pdf>

Pravilo službe Vojske Srbije 2008. Beograd: Direkcija za izdavačku i bibliotečko-informacionu delatnost, Vojnoizdavački zavod.

Radonjanin, V., & Malešev, M. 2014. *Građevinski materijali I, II predavanje*. Preuzeto sa http://www.agfbl.org/sajt/doc/file/so/1/01/02804_20121114_02_GM1_2012_-_druugo_predavanje.pdf

Ralić, N.Ž. 2012. *Model komparativne analize investicionih alternativa u funkciji povećanja energetske efikasnosti stambenih objekata*. Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet.

Rendulić, I. 2012. *Energetska efikasnost u zgradarstvu*. Čačak: Fakultet tehničkih nauka. Preuzeto sa <http://www.ftn.kg.ac.rs/download/SIR/SIR%20Ivana%20Rendulic.pdf>

Republički zavod za statistiku. 2011. *Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u Republici Srbiji, Stanovi preme godini izgradnje vrsti zgrade, materijalu spoljnih zidova, nastanjenosti i tipu naselja, po opštinama i gradovima*. Beograd.

SSNO, Uprava vojnog građevinarstva. 1986. *Imenik građevinskih sredstava nepokretnosti*. Beograd: Jugoslovenske Narodna Armija.

Službeni glasnik Republike Srbije 2011. Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada. *Službeni glasnik Republike Srbije*, 61.

Službeni glasnik Republike Srbije 2014. Zakon o energetici. *Službeni glasnik Republike Srbije*, 145.

Šumarac, D. 2009. Energetska efikasnost zgrada u Srbiji. . U: Konferencija Gradi-
teljstvo i održivi razvoj. Beograd: Građevinski fakultet.

Vlada Republike Srbije. 2015. *Strategija razvoja energetike Republike Srbije do
2025. godine sa projekcijama do 2030. godine.*,. Preuzeto sa [http://www.srbija.gov.rs/ve-
sti/dokumenti_sekcija.php?id=45678](http://www.srbija.gov.rs/ve-
sti/dokumenti_sekcija.php?id=45678)

Živković, Z., Kuzmanović, A., Vasić, M., Schütt, W., & Kostić, D. 2011. *Predlog mera za
finansiranje energetske efikasnosti u zgradarstvu u Srbiji.* Beograd: Građevinska knjiga.

ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ВОЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Миладин З. Живкович, Горан М. Баняц
Университет обороны в г. Белград, Военная академия,
Кафедра вооружения и подготовки РВиА для ПВО и ВНОС

ОБЛАСТЬ: энергоэффективность
ВИД СТАТЬИ: профессиональная статья
ЯЗЫК СТАТЬИ: сербский

Резюме:

Экономический кризис и большой расход бюджетных средств на обеспечение необходимых энергоносителей, также как и законодательные постановления в области энергетики создают необходимость в поиске и применении новых положительных решений, с целью удовлетворения предписанного и рекомендуемого уровня энергосбережения.

В данной работе проведен предварительный анализ предписанных законодательных актов в области энергетики – энергоэффективности, отчетов о проблемах в строительстве, а также проектов, посвященных проблемам энергосбережения на военных объектах.

В процессе повышения энергоэффективности зданий, а также в проведении предварительного анализа финансовой эффективности вследствие повышения теплоизоляции объектов был применен непрофессиональный программный пакет, и его результаты вписываются в рамки среднего потребления энергоресурсов, предписанные государственными нормативами, касающихся объектов с установленной старостью. При оценке конструктивных параметров и географического положения был установлен потенциал зданий для применения возобновляемых энергоресурсов.

В работе представлено, что существуют законные обязательства по теплоизоляционному оснащению зданий, которыми пользуются ВСРС, и это будет экономически выгодно, вследствие разработки проектов по теплоизоляции и по применению возобновляемых энергоисточников.

Ключевые слова: теплоизоляция; потребление энергоресурсов энергоисточники; энергосбережение; здания.

ENERGY POTENTIALS OF MILITARY BUILDINGS

Miladin Z. Živković, Goran M. Banjac
University of Defense in Belgrade, Military Academy, Department of Armament
and Military Equipment for ARUs

FIELD: Energy Efficiency
ARTICLE TYPE: Professional paper
ARTICLE LANGUAGE: Serbian

Abstract:

The economic crisis, extremely large budgets for providing necessary energy and the adopted legislation in the field of energy impose the necessity of finding and implementing positive solutions in order to achieve a proper and desirable degree of energy efficiency. This paper presents a preliminary analysis of the prescribed legislation in the field of energy - energy efficiency as well as the analysis of the reports on problems in construction engineering and projects used to solve energy problems in buildings. To obtain preliminary data of the financial effects of the implementation of positive solutions for improving the energy efficiency of buildings, a non-professional software package was used and the results obtained were within the framework of the national average for buildings of the same age. The structural characteristics of a building in question and its geographical location point to its specific potential for using renewable energy sources. The paper has shown that there is a legal obligation for the energy retrofit of a building used by the Army of Serbia as well as preliminary economic effects of the energy retrofit project realization and utilization of renewable energy sources.

Introduction

Economic crises create a number of problems which impose a need for identifying internal potentials of all types of organizations in order to overcome them. This paper deals with the energy problems of buildings in use in the Army of Serbia and with possibilities for overcoming them while achieving long-term economic benefits.

Theoretical determination of the paper subject

Building categorization

In order to precisely define construction types to which this paper refers to, buildings taken into consideration are categorized and classified relating to their purpose, energy efficiency and life time.

Energy efficiency

Energy efficiency represents the thermal characteristics of a building through the energy required to provide prescribed conditions of comfort. The evidence of specific energy performances of buildings is verified by an energy passport.

Legal aspects of energy efficiency

By signing the Treaty of Establishing the Energy Community of South East Europe, the Republic of Serbia has accepted the obligations of the contract and started the harmonization of its legal framework through providing support for the implementation of regulations on energy, environmental protection, competition and strengthening of the electricity market.

Thermal insulation

Thermal insulation usually refers to various kinds of insulating products of thermal insulation materials as well as to the process of thermal insulation of buildings.

Materials for thermal insulation

All insulation materials are classified according to: the origin of raw materials for production, the value of the coefficient of thermal conductivity, the density value and the places and methods of their application.

Thermal insulation of buildings

Thermal insulation of buildings includes a series of measures and activities from the design phase to facade finishing with a view to reducing heat losses. On existing buildings, typical heat losses are in the range from 10 to 40%, depending on structural elements. Thermal insulation is realized through the project of energetic rehabilitation of buildings.

Renewable energy sources

Renewable energy sources are all non-fossil energy sources, and the estimated total available technical potential of renewable energy sources in the Republic of Serbia is 5.56 million tons of oil equivalent. The obligation of each subject in the chain of production - energy consumption is to find and implement technical solutions for the utilization of locally available renewable energy sources.

The current state of energy efficiency in buildings

The average age of buildings in Serbia is approximately 41 years, with more than 62% of them made before 1980s under practically nonexistent energy regulations. Existing experience and analyses of the effects of increasing thermal insulation have shown that energy activities should be focused primarily on the rehabilitation of buildings built before 1987 where it is possible to achieve savings in energy consumption of about 70%.

A preliminary assessment of the effects of energy rehabilitation

According to the preliminary evaluation of the building in question and the average age of buildings in use in the Army of Serbia, it was determined that the building belongs to the category of objects for which:

there is legal obligation to issue the energy passport; it is recommended to undertake energetic rehabilitation with the best outcome, and it is possible to implement not only energy rehabilitation but also capacities for renewable energy sources in order to achieve additional economic gain.

Conclusion

This paper presents a preliminary analysis of a concrete building through the prism of current legislation in force. A simplified comparative analysis with similar objects and the usage of simple software packages very easily showed that the energy potential of the observed building is not that small. However, the result of this work has only tackled the problem of energy inefficiency in buildings in the use in the Serbian Army and opened a number of new issues in this area.

Key words: thermal insulation; energy use; energy sources; energy efficiency; buildings.

Datum prijema članka / Дата получения работы / Paper received on: 27. 04. 2015.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa / Дата получения исправленной версии работы / Manuscript corrections submitted on: 01. 06. 2015.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje / Дата окончательного согласования работы / Paper accepted for publishing on: 03. 06. 2015.

© 2016 Autori. Objavio Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier (www.vtg.mod.gov.rs, втг.мо.унр.срб). Ovo je članak otvorenog pristupa i distribuiran se u skladu sa Creative Commons licencom (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/rs/>).

© 2016 Авторы. Опубликовано в "Военно-технический вестник / Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier" (www.vtg.mod.gov.rs, втг.мо.унр.срб). Данная статья в открытом доступе и распространяется в соответствии с лицензией "Creative Commons" (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/rs/>).

© 2016 The Authors. Published by Vojnotehnički glasnik / Military Technical Courier (www.vtg.mod.gov.rs, втг.мо.унр.срб). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/rs/>).

