

UPORABA INFORMACIJSKIH VIROV PRI TIPIZACIJI STAVB V SLOVENIJI

THE USE OF INFORMATION SOURCES FOR TYPIFICATION OF BUILDINGS IN SLOVENIA

Gašper Stegnar, univ. dipl. inž. grad.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Katedra za gradbeno informatiko (KGI)
gasper.stegnar@fgg.uni-lj.si

dr. Marjana Šijanec Zavrl, univ. dipl. inž. grad.

Gradbeni inštitut ZRMK, d. o. o.,
Center za bivalno okolje, gradbeno fiziko in energijo
marjana.sijanec@gi-zrmk.si

doc. dr. Vlado Stankovski, univ. dipl. inž. rač. in inf.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Katedra za gradbeno informatiko (KGI)
vlado.stankovski@fgg.uni-lj.si

Znanstveni članek

UDK 519.6:697:699.8

Povzetek | Pomemben cilj evropske energetske politike je zmanjšanje rabe energije in izpustov toplogrednih plinov, s čimer bi omejili odvisnost od uvoza energije in rast njenih cen ter zmanjšali vplive na podnebne spremembe. K omenjenemu velik delež prispeva obstoječi stavbni fond, ki ga je zato treba prenoviti. Obstaja več metodologij za tipizacijo stavb, ki omogočajo pregled možnih prihrankov rabe energije in oceno potrebnih ukrepov, vendar so za uporabo katerekoli od teh metodologij potrebni bolj ali manj podrobni podatki o obstoječem stavbnem fondu. Ključno težavo predstavlja dostopnost informacij, ki jih metodologija za tipizacijo stavb potrebuje. V prispevku je predstavljen pregled trenutno dostopnih informacijskih virov in informacij, ki jih različne metodologije za tipizacijo zahtevajo za čim bolj natančen izračun energijskih kazalnikov. Da bi pokazali uporabnost integracije informacij na tem področju, je bila izdelana testna aplikacija, ki prikaže združevanje podatkov iz javno dostopnih baz v Sloveniji (Register nepremičnin, Kataster stavb, Register prostorskih enot) ter drugih zahtevanih podatkov, ki jih omenjene baze ne vsebujejo in jih zato pridobimo preko uporabniškega vnosa. Aplikacija lahko s tako pridobljenimi informacijami o stavbah uporablja tipologijo stavb in njihovih energijskih lastnosti iz projekta IEE Tabula. Primerjava energijskih kazalnikov stavb, pridobljenih z opisano aplikacijo, in dejanskih merjenih podatkov o porabi energije pokaže, da nam z aplikacijo pridobljeni podatki omogočajo kakovostnejšo analizo stavbnega fonda, kot se sicer uporablja v praksi. Predlagani način bogatenja baze prek spletne aplikacije bi lahko uporabili za nadaljnje študije, ki vsebujejo trajnostna merila in merila za učinkovito rabo energije.

Ključne besede: obstoječi stavbni fond, informacijski viri, prihranki energije

Summary | An important objective of the European energy policy is to reduce energy consumption and greenhouse gas emissions in order to limit the dependency on energy imports and their prices, as well as to reduce the effects on climate change. A large proportion to this situation contributes the existing building stock and it is therefore in need of refurbishment. There are several methodologies for the typification of buildings that enable the review of potential energy savings and the assessment of the the neces-

sary measures, but each of these methodologies requires more or less detailed information on the existing building stock. The key problem is the availability of information that methodologies are required to have. This paper presents an overview of the currently available information sources and required information from existing methodologies in order to make precise calculations of energy indicators. To demonstrate the utility of information integration in this area a prototype of an application has been made that shows the aggregation of data from publicly accessible databases in Slovenia (the Real Estate Register, Building Cadastre, the Register of Spatial Units) and other required data and are therefore collected through a user's input. With thus obtained information on buildings the application can use the building typology and their energy characteristics of the IEE project Tabula. A comparison of energy indicators acquired by the application described with actual measured data of energy consumption shows that the data collected by the application enable better analyses of the building stock, as otherwise applied in practice. With the proposed method we are able to enrich the existing databases and use them for further studies that include sustainability criteria or energy efficiency use.

Keywords: existing building stock, information sources, energy savings

1 • UVOD

Po podatkih Geodetske uprave Republike Slovenije je obstoječi stavbni fond v Sloveniji konec maja 2012 obsegal 524.208 stanovanjskih stavb (Pogorelčnik, 2012), in te porabijo približno 40 % celotne rabe energije ter proizvedejo 36 % izpustov toplogrednih plinov (European Commission, 2008). Gospodarsko interesno združenje proizvajalcev fasadnih sistemov in toplotnih izolacij navaja (Šijanec Zavrl, 2011), da jih je vsaj 81 % potrebnih prenove v smislu izboljšanja energijske učinkovitosti. S prenovo teh stavb bi se radi približali ciljem Evropske energetske politike, ki si je leta 2007 zadala cilje 20-20-20 do leta 2020. To pomeni (European Commission, 2007):

- 20-odstotno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov glede na leto 1990,
- 20-odstotno zmanjšanje rabe primarne energije z izboljšanjem energijske učinkovitosti,
- 20-odstotni delež obnovljivih virov v primarni energijski bilanci.

Za načrtovanje prenove stavbnega fonda potrebujemo sistematičen pregled nad trenutnim stanjem stavbnega fonda na nacionalni ravni, ki nam bo omogočal detajlne analize in študije v prihodnje, lastnikom stavb pa podajal grobo informacijo o energijski učinkovitosti stavbe in potencialih za energijsko prenovo. Tak pregled lahko izdelamo na podlagi različnih obstoječih tipologij stavb, kot je na primer tista, ki so jo pripravili v okviru projekta Inteligentna energija Evropa Tabula (IEE Tabula, 2012). Tipologije omogočajo razvrščanje stavb v razrede s podobnimi najbolj pogostimi lastnostmi in jih lahko uporabljamo za oceno potenciala, s katerim bi dosegli zastavljene cilje podnebno-energijske politike. Na primer, z ustrezno uporabo tipologije stavb bi lahko analizirali posamezne regije, učinkovitost posameznih tehnik, uporabljenih materialov in pristopov, prav tako pa bi strokovnjaki lahko, glede na obstoječe doktrine, načrtovali morebitne prenove (Šijanec Zavrl, 2012a).

Za izdelavo takih študij je treba imeti kakovostne informacije o stavbnem fondu. Zato smo si zastavili cilj, da bomo naredili pregled obstoječih virov informacij, s katerimi bi lahko ocenili stanje stavbnega fonda. Glavni obstoječi viri informacij so baze Geodetske uprave Republike Slovenije, kjer so shranjeni javno dostopni podatki o stavbah v Sloveniji. Drugi podatki, kot na primer toplotna prehodnost sklopa stene, strehe in tal, ki bi bili koristni, pa ne obstajajo, ker so specifični za vsako stavbo posebej in jih je treba dodatno zajemati (Stegnar, 2012). To bi namreč omogočilo nadaljnje analize s stališča energijske učinkovitosti stavbnega fonda in trajnostnih meril.

V sklopu raziskave je bila izdelana spletna aplikacija, ki nazorno prikazuje koristnost dodatnih informacij pri ocenjevanju stavbnega fonda. Naš namen je tudi preizkusiti uporabnost take spletne aplikacije pri ocenjevanju energijske porabe stanovanjskih stavb na območjih občin Kranj, Ljubljana in Vrhnika.


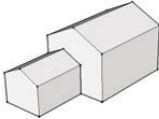
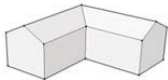
2 • TIPOLOGIJA STAVB

2.1 Razvoj in uporaba tipologij stavb

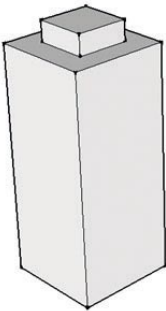
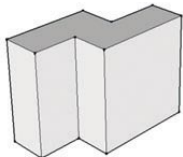
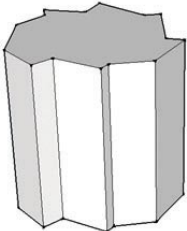
V Sloveniji so v preteklosti naredili več tipologij stavb, ki so bile uporabljene za različne namene, med drugim za preverjanje potencialov energijske sanacije, za statistično kategorizacijo in preverjanje emisij ogljikovega dioksida.

Prva ocena splošnega stanja je bila narejena leta 1993, ko je bil s projektom Energetska sanacija obstoječih stanovanjskih zgradb (Boštjančič, 1993) izdelan prvi organiziran pristop k energijski sanaciji stanovanjskih zgradb v Republiki Sloveniji. V prvem koraku je bila izdelana tipološka analiza obstoječih

stanovanjskih stavb, pri katerih je bil stavbni fond razdeljen na različne arhitekturne zasnove. Stavbe so najprej strukturirali glede na merilo florisne oblike, merilo volumenske oblike in merilo kompaktnosti zazidave. Sliki 1 in 2 prikazujeta primere take zasnove enodružinske prostostoječe hiše in stolpnice. V naslednjem koraku je bil narejen pregled zastopanosti posameznih tipov stavb, pri katerem je bil kot osnova uporabljen popis iz leta 1991. Za 18 tipskih stavb je bilo upoštevano,

ENODRUŽINSKA PROSTOSTOJEČA HIŠA		
Enostavna kompaktna oblika	Nepravilnost v horizontalnem in vertikalnem gabaritu	Posebne oblike (npr. L oblika)
		

Slika 1 • Arhitekturna zasnova prostostoječe enodružinske hiše

STOLPNICA		
Enostavne kompaktno oblike tlorisa	Zamik v horizontalnem gabaritu	Posebne oblike
		

Slika 2 • Arhitekturna zasnova stolpnice































da so grajene v skladu s predpisi o energijski učinkovitosti, veljavnimi v času gradnje, in za vsak tip je bil nato predlagan načrt prenove, ki je obsegal ovoj stavbe. Razlika v rabi energije med tema dvema scenarijema (osnovni + prenova) ustreza prihrankom energije, in sicer za posamezno tipsko stavbo kot tudi preračunano na nacionalni ravni. Na podlagi primerjave izračunanih energijskih prihrankov in ocenjenih stroškov energijske sanacije je bila v končni fazi izdelana analiza ekonomske upravičenosti vlaganj v sanacijo. Prednost predstavljene tipologije je celovit in za energijske analize primerno podroben pregled arhitekturnih tipov stavb v našem prostoru.

2.2 Tipologija projekta IEE Tabula

V sklopu projekta IEE Tabula je bila zgrajena enotna evropska struktura tipologije stanovanjskih objektov. Vsaka izmed držav udeleženk je na podlagi enotne strukture izdelala model nacionalne tipologije stavb, ki izkazujejo podobne energijske lastnosti. Pri vsakem nacionalnem modelu stavb ključno vlogo igra parametra obdobje gradnje, npr. obdobje 2002–2008, in specifična velikost stavbe, npr. enodružinska hiša, vrstna hiša, večstanovanjska stavba idr. Tipologija IEE Tabula se bistveno razlikuje od obstoječih tipologij po tem, da vključuje tudi vgrajene sisteme v stavbi.

Slovenski nacionalni model zajema šest obdobj gradnje in štiri velikostne tipe stavb, skupno 24 osnovnih tipskih stavb (slika 3). Za vsako so bili narejeni načrti energijske prenove, ki pomenijo izboljšanje glede na osnovno stanje. Za vsako stanje tipske stavbe so bili po predpisani metodologiji natančno izračunani energijski kazalniki (Uradni list RS, št. 77/2009):

- letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe na enoto uporabne površine $Q(NH)/A(u)$ (kWh/m^2a), kjer $Q(NH)$ predstavlja toplotne potrebe stavbe zaradi transmisijskih in ventilacijskih toplotnih izgub, zmanjšane za izkoristljive pritoke sončnega sevanja in notranjih toplotnih virov, ter $A(u)$ notranjo tlorisno površino ogrevanih prostorov po objektu,
- letna dovedena energija za delovanje stavbe na enoto uporabne površine stavbe $Q/A(u)$ (kWh/m^2a), kjer Q predstavlja celotno končno energijo, ki jo stavba potrebuje za pokrivanje potreb za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, klimatizacijo in razsvetljavo,
- letne emisije CO_2 zaradi delovanja stavbe na enoto uporabne površine stavbe (kg/m^2a). Izračuni teh kazalnikov, ki temeljijo na standardu SIST EN ISO 13790 ter na potreb-

Country	Region	Construction Year Class	Additional Classification	SFH Single Family House	TH Terraced House	MFH Multi Family House	AB Apartment Block
	national (Slovenija)	... 1945	generic (Tipična)	 SI.N.SFH.01.Gen	 SI.N.TH.01.Gen	 SI.N.MFH.01.Gen	 SI.N.AB.01.Gen
	national (Slovenija)	1946 ... 1970	generic (Tipična)	 SI.N.SFH.02.Gen	 SI.N.TH.02.Gen	 SI.N.MFH.02.Gen	 SI.N.AB.02.Gen
	national (Slovenija)	1971 ... 1980	generic (Tipična)	 SI.N.SFH.03.Gen	 SI.N.TH.03.Gen	 SI.N.MFH.03.Gen	 SI.N.AB.03.Gen
	national (Slovenija)	1981 ... 2001	generic (Tipična)	 SI.N.SFH.04.Gen	 SI.N.TH.04.Gen	 SI.N.MFH.04.Gen	 SI.N.AB.04.Gen
	national (Slovenija)	2002 ... 2008	generic (Tipična)	 SI.N.SFH.05.Gen	 SI.N.TH.05.Gen	 SI.N.MFH.05.Gen	 SI.N.AB.05.Gen
	national (Slovenija)	2009 ...	generic (Tipična)	 SI.N.SFH.06.Gen	 SI.N.TH.06.Gen	 SI.N.MFH.06.Gen	 SI.N.AB.06.Gen

Slika 3 • Slovenski nacionalni model tipologije stavb (povzeto po (Diefenbach, 2012))

nih nacionalnih robnih pogojih, zahtevajo veliko znanja in natančnih podatkov. Postopek je dolgotrajen, zato je zelo težko narediti natančen pregled realnega stanja stavbnega fonda. Že izračunane kazalnike tipskih stavb projekta IEE Tabula bi lahko na podlagi ustrezne nove metodologije implicirali na stavbe v Sloveniji (Šijanec Zavrl,

2012b) glede na materialne in geometrijske podobnosti.

Če želimo uporabiti kategorizacijo stavb Tabula in jo z dodatnimi podatki nadgraditi za potrebe določitve energijskih kazalnikov s predstavljeno aplikacijo, potrebujemo najprej naslednje podatke, ki so dostopni v javnih informacijskih bazah:

- leto gradnje,
- tip stavbe,
- višina stavbe,
- uporabna površina stavbe,
- neto tlorisna površina stavbe,
- površina zemljišča pod stavbo.

V nadaljevanju bomo pokazali, kje in na kakšen način lahko te podatke pridobimo.

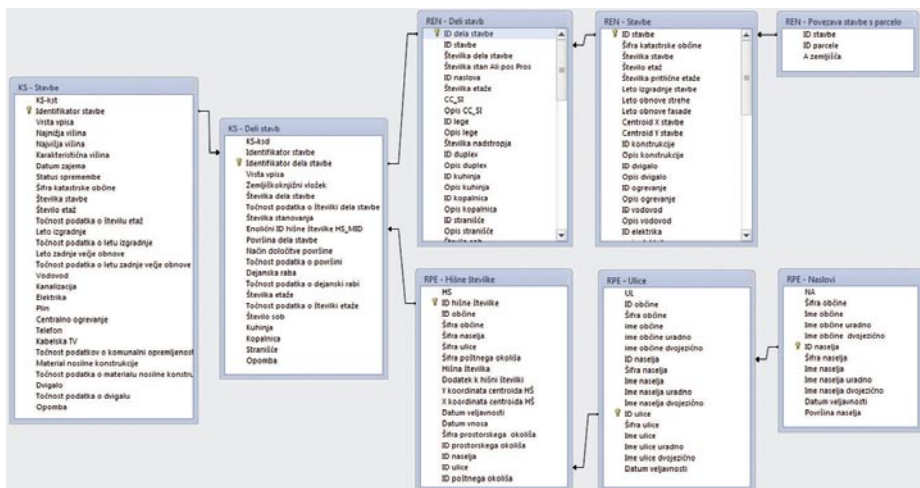
3 • INFORMACIJSKI VIRI

Za doseganje zastavljenih ciljev smo pregledali javno dostopne podatkovne baze in druge informacijske vire, ki bi omogočali kar se da natančno oceno, kateremu tipu pripada posamezna stavba. Geodetska uprava Republike Slovenije omogoča dostop do desetih

podatkovnih zbirk, ki vsebujejo najrazličnejše podatke o nepremičninah v Sloveniji. Izkazalo se je, da lahko zahtevane podatke pridobimo iz Katastra stavb, Registra nepremičnin in Registra prostorskih enot. Te baze vsebujejo večje število tabel s podatki, ki so med seboj

povezani z enoličnimi identifikatorji stavb oziroma delov stavb. Da bi lahko naredili celovit pregled tabel in njihovih povezav, smo uporabili orodje MS Access. Izdelali smo podatkovni model, ki združuje podatke, ki izvirajo iz teh treh podatkovnih zbirk. Na sliki 4 je razvidno, da so popolni podatki o naslovu stavbe na voljo v Registru prostorskih enot, podatki o posameznih površinah stavbe v Registru nepremičnin in višina stavbe v Katastru stavb. Podatki, ki veljajo za posamezno stavbo, se med seboj ne povezujejo prek naslova stavbe, ampak prek enoličnih identifikatorjev (ID), kot na primer preko ID hišne številke, ID dela stavbe ali ID stavbe. V končnem podatkovnem modelu, kjer so združeni vsi podatki, je bil kot primarni ključ uporabljen ID dela stavbe, ki se nikoli ne podvaja v nasprotju z ID dela stavbe. Stanovanjski blok ima v katastru stavb evidentiranih več ID delov stavb, a vsem je skupen ID stavbe.

Kot je razvidno, iz obstoječih zbirk podatkov, lahko pridobimo informacije o površinah in dimenzijah stavbe. Po drugi strani pa ne moremo pridobiti informacij o vgrajenih materialih, ki bistveno vplivajo na energetske lastnosti, zato potrebujemo druge prijeme, ki so razloženi v naslednjem poglavju.



Slika 4 • Relacije med tabelami v treh podatkovnih bazah GURS-a

4 • SPLETNA APLIKACIJA

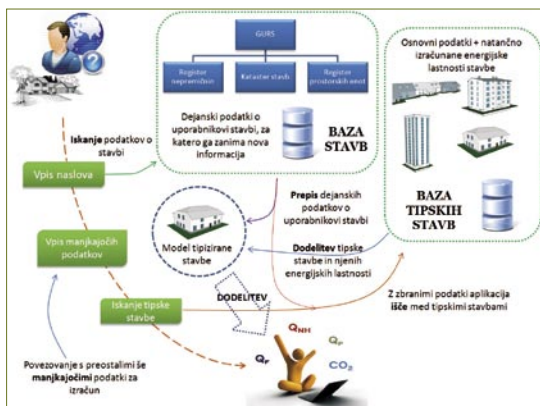
Da bi pridobili manjkajoče informacije, ki bi omogočile celovitejšo tipizacijo stavb, smo izdelali prototip spletne aplikacije na podlagi sodobnih pristopov, kot je princip povezanih podatkov (Lehmann, 2011) in semantičnih tehnologij ((König, 2011a), (König, 2011b)). Taka aplikacija omogoča preprost in hiter način zajemanja manjkajočih podatkov, povezovanje, in bi lahko uporabljala eno ali več različnih metodologij za izračun energijskih kazalnikov. Aplikacija na poenostavljen način omogoča pridobitev ocene energijskih kazalnikov za posamezno stavbo. Z analizo podatkovne zbirke, ki se z uporabo te aplikacije

samodejno ustvarja, so omogočeni tudi pregled celotnega stavbnega fonda, morebitne statistične analize in ocena potenciala za prenavo.

Aplikacija deluje na osnovi treh korakov tipizacije stavbe (slika 5). Uporabnik najprej poišče svojo stavbo v bazi, s čimer pridobi njene podatke iz podatkovnega modela stavb. V naslednjem koraku definira dejavnik toplotne prehodnosti stene, strehe in tal, po čemer se stavba unikatno razlikuje od vseh preostalih. Takega podatka ni v nobeni bazi, zato ga mora definirati uporabnik sam. V zadnjem koraku sledi tipizacija stavbe. Aplikacija stavbi

glede na leto gradnje, tip, dejavnike toplotne prehodnosti in površino priredi ustrezno tipsko stavbo in išče med različnimi stanji stavbe tisto, ki najbolj ustreza uporabnikovi konfiguraciji. S tem ji dodeli energetske lastnosti (slika 6).

Ko uporabnik vnese podatke v aplikacijo, se ti zapišejo tudi v bazo, ki jo gradi aplikacija zase, in s tem bogati bazo modela stavb. Takšna aplikacija omogoča dostop do novih informacij ne samo strokovnjakom, temveč tudi vsem drugim, ki bi jih to zanimalo. To so npr. energetske svetovalci, ki lahko tako hitro ponudijo novo informacijo stranki. Aplikacija je preprosta in ne zahteva velikega števila podatkov (le osnovne podatke o stavbi), zato jo lahko uporablja tudi vsakdo, ki ga samo zanimajo energetske lastnosti določene



Slika 5 • Uporaba in postopno zajemanje informacij v spletni aplikaciji za tipizacijo stavbe



Slika 6 • Tipizirana stavba kot rezultat prototipa spletne aplikacije

stavbe. Ob soglasju uporabnikov bi podatke lahko shranjevali in s tem bogatili obstoječo

bazo ter jo uporabili za nadaljnje študije, ki bi nam pomagale pri razumevanju, razvoju

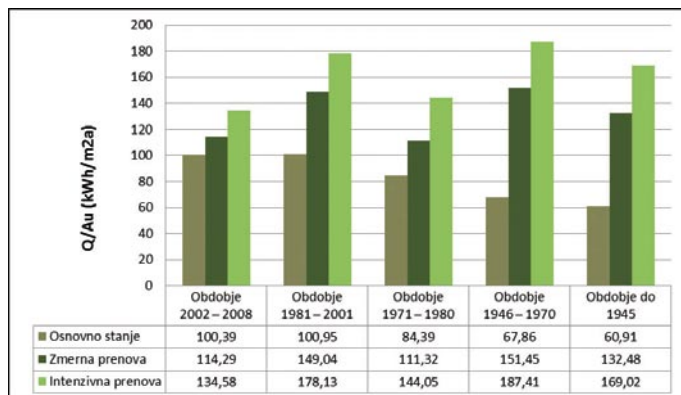
in upoštevanju meril na področju energetske učinkovitosti in trajnostne gradnje

5 • ANALIZA UPORABNOSTI APLIKACIJE

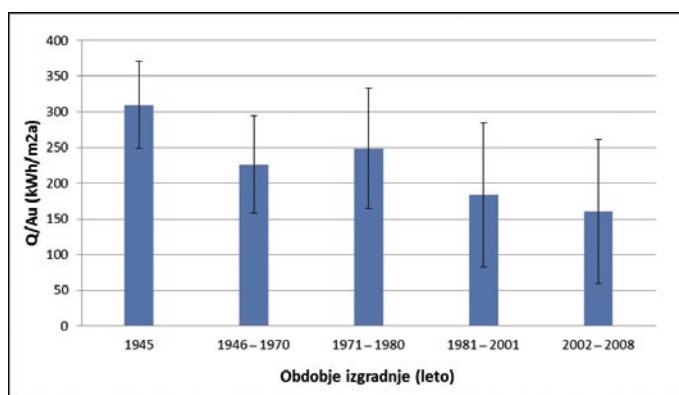
Spletno aplikacijo in metodologijo smo preizkusili tudi v praksi, pri čemer smo uporabili bazo podatkov projekta (IEE E-TOOL, 2006), ki je potekal v obdobju 2005–2006. Njegov cilj je bil zbrati podatke o porabi energije ter razviti preprosto in praktično orodje, ki bi energetskim preglednikom pomagalo pri razumevanju in analizi energijske učinkovitosti stavb. Baza E-TOOL obsega podatke o merjeni porabi energije za 500 stanovanjskih stavb po Sloveniji; stavbe so različne arhitekturne zasnove in starosti, vse pa so bile vključene v državni program energetskega svetovanja ENSVET (Šijanec Zavrl, 2006). Aplikacijo smo torej

preizkusili na stavbah, za katere smo imeli tudi podatke o dejanski porabi energije, in dejanske energijske kazalnike primerjali z energijskimi kazalniki za tipске stavbe, izračunanimi na podlagi predpisane metodologije. Če smo želeli vrednosti energije primerjati med seboj, smo morali pridobljene podatke iz baze E-TOOL ustrezno ločiti. Razvrstili smo jih glede na tip stavbe in leto gradnje ter nato posameznim stavbam z aplikacijo prirredili ustrezno tipsko stavbo. Primerjali smo stavbe iz krajev po celotni Sloveniji s tipskimi stavbami, za katere so bili natančno izračunani energijski kazalniki z upoštevanjem podnebnih raz-

mer v Ljubljani. To je pomemben dejavnik, ki pa ga v našem izračunu zaradi pomanjkanja podatkov nismo mogli v celoti upoštevati. Za vsako obdobje gradnje smo primerjali dejanske vrednosti z vsemi stanji (kot jih predvideva Tabula) tipске stavbe, izračunali standardno deviacijo in opazovali, za katero stanje je ta najmanjša (slika 7). Stavbe posameznega obdobja iz baze E-TOOL ustrezajo tistemu stanju tipске stavbe, pri katerem je bila ta deviacija najmanjša. Če pogledamo za obdobje zgrajenih večstanovanjskih stavb pred letom 1945 iz baze E-TOOL, je s slike 7 razvidno, da znaša deviacija končne energije glede na osnovno stanje tipске stavbe 60,91 kWh/m²a, glede na zmerno prenovo 132,48 kWh/m²a ter glede na intenzivno prenovo 169,02 kWh/m²a. Za nadaljnjo analizo smo upoštevali, da



Slika 7 • Pregled standardnih deviacij dovedene energije za večstanovanjske stavbe iz različnih obdobji glede na predvidena stanja tipске stavbe



Slika 8 • Pregled dovedene energije ustrezne tipске stavbe za posamezno obdobje izgradnje z značilno deviacijo za večstanovanjske stavbe iz baze E-TOOL

večstanovanjskim stavbam, zgrajenih pred 1945., ustreza osnovno stanje tipske stavbe z deviacijo 60,91 kWh/m²a, pri kateri je bila deviacija najmanjša, in enako postopali pri drugih stavbah.

Pri analizi rezultatov smo opazili, da so odstopanja pri vrednostih letne dovedene energije za delovanje stavbe sorazmerno velika, saj so deviacije variirale od 58 do 136 kWh/m²a. To je mogoče razložiti na naslednje načine:

- vpliv dejanskega faktorja oblike,
- vpliv režima uporabe stavbe,
- vpliv računskega ključa za določanje uporabne in ogrevane površine,
- nepravilen zajem dejansko porabljene energije.

Prva dva dejavnika smo opredelili kot najpomembnejša. Dejanski faktor oblike stavb, ki sodijo v posamezno tipsko kategorijo, se seveda nekoliko razlikuje od tistega, ki je prirejen tipski stavbi, kar pomeni, da gre za odstopanja pri dejanskem razmerju toplotnega ovoja in ogrevane prostornine stavbe, kar neposredno vpliva na odstopanja od predvidene rabe energije. Nadalje so za tipsko stavbo izračunani energijski kazalniki na podlagi standardne

uporabe stavbe, v praksi pa je režim uporabe lahko povsem drugačen, saj je odvisen od potreb in navad posameznika.

Lastniki starejših stavb si pogosto ne morejo privoščiti, da bi ogrevali celotno stavbo, ker je ta verjetno prevelika in slabo izolirana, posledično pa so stroški ogrevanja previsoki. Zato ogrevajo le manjši del, pa še tega na nižjo temperaturo, kot to predvidevajo standardni pogoji rabe stavbe v okviru predpisane metodologije. Novejše stavbe so bolje izolirane in imajo boljše značilnosti toplotnega ovoja, ogrevana pa je celotna stavba, pogosto na višje temperature od standardnih 20 °C ((REUS, 2011), (REUS, 2012)). Tako je hipotetično pri stavbi enakih dimenzij razpon ogrevanih površin npr. od 30 do 100 %. To je razvidno s slike 8, iz primerjave dovedene energije tipske stavbe z deviacijo dejanskih večstanovanjskih stavb. Vidimo, da je vrednost dovedene energije ustrezne tipske stavbe vse manjša po obdobjih od najstarejših do najnovejših, deviacija in povprečni absolutni odklon pa se vse bolj povečujeta. Novejša ko je stavba, bolj je izolirana in pripadajoča dovedena energija za njeno delovanje je

manjša, zato pa je večji relativni vpliv zaradi odklonov od standardne rabe, odstopanj od tipske arhitekturne oblike in karakterističnih površin ter napak pri zajemu podatkov o dejanski rabi energije. Posledično se novejše stavbe bolj razlikujejo od tipske stavbe kot starejši objekti.

Specifični kazalniki rabe energije se po metodologiji prikazujejo glede na uporabno površino stavbe, ki ni vedno identična z ogrevano površino stavbe, katere uporaba je tehnično bolj smiselna in uveljavljena v praksi. Metodološka neskladja in nejasnosti so lahko vzrok za neustrezno določeno uporabno površino, ki ima neposreden vpliv na energijski kazalnik.

Podatke o dejanski rabi energije so posredovali lastniki stavb. Napake lahko nastanejo zaradi neskladnosti obračunskega obdobja z letnim računskim obdobjem kot tudi v primeru, ko ne moremo natančno razmejiti deleža uporabe določenega energenta, na primer elektrike, za namen vzdrževanja ustreznih bivalnih razmer v stavbi in drugih področij uporabe, ki niso predmet naše analize (npr. kuhanje, delovanje aparatov).

6 • UGOTOVITVE IN SKLEPI

V predstavljenem prispevku smo analizirali informacijske vire, ki bi bili uporabni pri tipizaciji stavb in bi nam tako skupaj z različnimi metodologijami za oceno energijskih kazalnikov omogočili pregled stanja stavbnega fonda ter oceno potenciala za prenovo.

Naše ugotovitve kažejo, da v obstoječih podatkovnih zbirkah trenutno manjkajo podatki, ki bi omogočali bolj natančne analize fonda. Predvsem gre za podatke o zastekljenih površinah in vgrajenih materialih v posameznih sklopih, ki so specifični za vsako stavbo. Na podlagi

teh podatkov bi lahko skupaj s strukturo in podatki projekta IEE Tabula izdelali ustrezne metodologije, ki bi omogočile pregled stavbnega fonda in prihrankov.

Stavbe, zgrajene v različnih obdobjih, se precej razlikujejo tako glede na uporabljene gradbene materiale kot tudi glede na vgrajene sisteme. Zato mora metodologija za zajemanje dodatnih podatkov omogočati večjo pestrost pri določanju posameznih podrobnosti, kot na primer tip vgrajene toplotne črpalke, sistem za pripravo tople vode in podobno. Učinkovit

mehanizem za pridobivanje manjkajočih podatkov sta lahko tudi spletna aplikacija, ki bi uporabnikom omogočala njihovo določanje, ter preprost in hiter način za določanje energijskih kazalnikov stavbe glede na različne obstoječe metodologije. Pridobljene podatke bi ob privolitvi uporabnikov lahko shranjevali in tako bogatili obstoječo bazo.

V nadaljevanju načrtujemo razširitev modela baze stavb, ki je v predstavljeni aplikaciji razvit le za tri slovenske občine, na vse stavbe v Sloveniji ter postopno nadgrajevanje metodologije izračuna, s čimer bi omogočili kar najbolj natančno oceno energijskih kazalnikov stavbe in posledično stanja stavbnega fonda.

7 • ZAHVALA

Analize, ki so podlaga za ta prispevek, je delno financiral temeljni raziskovalni pro-

jekt ZEVS, številka J2-4262, ki ga financira ARRS. Za pomoč pri razvoju spletne aplikacije

se zahvaljujemo Jaki Dirnbeku in Andražu Rakušku. Projekta IEE TABULA in IEE E-TOOL je sofinancirala Evropska komisija v okviru programa Inteligentna energija Evropa.

8 • LITERATURA

- Boštjančič, J., Energetska sanacija obstoječih stavb, I. in II. del., Ljubljana, Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, Inštitut za konstrukcije, gradbeno fiziko in sanacije, 1993.
- Diefenbach, N., Loga, T., Dascalaki, E., Balaras, C., Šijanec Zavrl, M., Rakušček, A., Corrado, V., Corgnati, S., Ballarini, I., Renders, N., Vimmr, T., B. Wittchen, K., Kragh, J., Application of Building Typologies for Modelling the Energy Balance of the Residential Building Stock, TABULA Thematic Report N° 2, ISBN 978-3-941140-23-3, februar 2012, povzeto po: http://www.building-typology.eu/downloads/public/docs/report/TABULA_TR2_D8_NationalEnergyBalances.pdf, 1. 6. 2012.
- Commission of the european communities, Impact Assessment accompanying the proposal for a recast of the Energy Performance of Buildings Directive, SEC, povzeto po: www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=SEC:2008:2864:FIN:EN:PDF (1. 6. 2012), 2008.
- Commission of the european communities, Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius, The way ahead for 2020 and beyond, Communication by the Commission to the European Council, povzeto po: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0002:FIN:EN:PDF> (20. 5. 2012), 2007.
- IEE TABULA, Typology Approach for Building Stock Energy, sofinancerji: EC pogodba št. EIE/09/864/SI2.528393, MG pogodba št. GI-ZRMK-10-11-9620-3-IŽ; izvajalci: koordinator IWU, slovenski partner GI ZRMK, (2009-2012), povzeto po: <http://www.gi-zrmk.eu/tabula/>, april 2012, <http://www.building-typology.eu/>, april 2012.
- IEE E-TOOL, Energy toolset for improving the energy performance of existing buildings, sofinancerji: EC pogodba št. EIE/04/182/S07.38670, MOP pogodba št. 2511-05-930229 in 2511-06-730153, izvajalci: koordinator Naturgas Midt-Nord, slovenski partner GI ZRMK, 2005–2007.
- König, M., Stankovski, V., Energy efficiency along the building life-cycle, A conceptual model for knowledge and information exchange among AEC professionals, v Morand, P., Zarli (Eds.), A., Proceedings of the CIB W78-W102 2011, International conference, Sophia Antipolis, Francija, 26.–28. oktober, volume 206 Proceedings of CIB W78-W102, Wiley-Blackwell, 2011, str. 1–8, 2011.
- König, M., Troung, H.-L., Dustdar, S., Stankovski, V., Information modelling for sustainable buildings, v Taniar, D., Perdede, E., Nguyen, H.-Q., Rahayu, W., Khalil, I., The 13th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services, volume 595 of Proceedings of iiWAS2011, Association for Computing Machinery, Inc (ACM), str. 507–510, 2011.
- Lehmann, J., Auer, S., Böhmann, L., Tramp, S., Class expression learning for ontology engineering, Journal of Web Semantics 9, str. 1–30, 2011.
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetske učinkovitosti stavb, Uradni list RS, št. 77/2009.
- Pogorelčnik, E., GURS, Število stanovanj v Sloveniji. Poslano: Stegnar, G., osebna komunikacija, 4. 6. 2012.
- REUS 2011, Raziskava energetske učinkovitosti Slovenije, (povzeto po: <http://www.pozitivnaenergija.si/reus/reus-2011/> (julij 2012), 2011.
- Stegnar, G., Uporaba tehnologije OntoWiki pri tipizaciji stavb v Sloveniji, diplomska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2012.
- Šijanec Zavrl, M., Rakušček, A., Študija energetske prenove fasadnih sistemov stanovanjskega stavbenega fonda, naročnik: Gospodarsko interesno združenje proizvajalcev fasadnih sistemov in toplotnih izolacij, izvajalec: Gradbeni inštitut ZRMK, 2011.
- Šijanec Zavrl, M., Skubic, M., Rakušček, A., Gjerkeš, H., Potočar, E. Practical Implementation of the Cost-Optimal Regulation for establishing national Minimum Requirements in Slovenia, International Conference, World Sustainable Energy Days 2012, Stakeholder Meeting »NZEB: The vision for 2020«, Wels 2012–WESD 2021, Wels, 2.–3. marec, 2012a.
- Šijanec Zavrl, M., Rakušček, A., TABULA Building Typologies in the Respective National Context, Concepts and Application Fields SLOVENIA, International workshop, Energy assessment of national housing stocks building technologies international expert workshops, Minoriten Wels, povzeto po: http://www.energyagency.at/fileadmin/aea/pdf/publikationen/veranstaltungen/Tabula_Workshop_2012/06_Marjana_Sijanec.pdf (1. 6. 2012), 2012b.
- Šijanec Zavrl, M., Orodje za povečanje energetske učinkovitosti obstoječih stavb. Bilten Učinkovito z energijo, letnik 11, št. 4, str. 6, povzeto po: http://www.mgrt.gov.si/zakonodaja_in_dokumenti/energetika/pomembni_dokumenti/bilten_ucinkovito_z_energijo/ (april 2012), 2006.