

ПРИМЉЕНО 26.01.2012			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	01-1/231		

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње“

Аутори техничког решења

- Др Милан Деспотовић, ван. проф.,
- Др Милорад Бојић, ред. проф.,
- Др Небојша Лукић, ред. проф.,
- Др Драган Адамовић, ванд. проф.,
- Мр Драган Тарановић, дипл. инг.,
- Драган Цветковић, дипл. инг.,
- Марко Милетић, дипл. инг.

Наручилац техничког решења

- Министарство за просвету и науку

Корисник техничког решења

- Министарство за просвету и науку

Година када је техничко решење урађено

- 2010-2011

Област технике на коју се техничко решење односи

- Енергетика

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

У Србији, у укупној потрошњи електричне енергије домаћинства учествују са 56% што доводи до значајаног негативног утицаја на спољашњу средину. Међутим, намера наше земље да постане члан Европске Уније је обавезује да до 2020. године редукује енергетску потрошњу за 20% и да 20% укупне енергије добије из обновљивих енергетских извора. Један од праваца остваривања ових циљева је, свакако, и повећање енергетске ефикасности у зградарству.

Енергетски ефикасне куће представљају важан сегмент глобалне енергетске ефикасности.

Постоји пет главних категорија енергетски ефикасних кућа:

- Нискоенергетске куће,
- Пасивне куће,
- **Куће нулте енергије,**
- Аутономне куће, и
- Куће с вишком енергије.

Кућа нулте енергије представља кућу са годишњом нултом нето енергетском потрошњом и нултом нето емисијом угљен-диоксида. Ове куће су повезане на енергетску мрежу, при чему је количина енергије коју оне у току једне године „потроше“ из енергетске мреже, једнака количини енергије коју оне у току једне године врате у енергетску мрежу. Потребну топлотну и електричну енергију ове куће добијају из обновљивих извора енергије.

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

Концепт куће нето нулте енергетске потрошње заснован је ургентној потреби да се смањи емисија угљен диоксида и да се умањи недостатак енергије кроз повећање енергетске ефикасности. Овај концепт утемељен је у директиви ЕУ по којој ће све куће за становање које се граде после 31. децембра 2018. године морати саме да производе потребну енергију [11]. Ове куће потребну енергију генеришу користећи обновљиве изворе енергије, што представља значајну предност с аспекта заштите животне средине.

Почев 2020. године и после тога у САД, све нове Савезне зграде које ће се тада планирати биће пројектоване да постигну нулту нето енергетску потрошњу [12]. Те и такве иницијативе су довеле до великог интересовања за истраживањима у овој области у Европи [3,4], Северној Америци [13,14], и Јапану [15] као и идеје да се рад на оваквом пројекту покрене и код нас [16].

За кућу са нето нултом енергетском потрошњом у Европи, публикација [3] извештава о перформансама и трошковима коришћења хибридних фотонапонских панела на крову које употребљава куће нето нулте енергетске потрошње у Холандији заједно са геотермалном топлотном пумпом. Публикација [4] представља резултате поређења утрошка енергије и утицаја на животну средину три варијанте породичних кућа у Швајцарској током њиховог животног циклуса. Најбоље перформансе има кућа која највише користи обновљиву енергију.

За кућу са нето нултом енергетском потрошњом у Северној Америци, публикација [13] говори о пројектовању куће у Канади која поседује систем фотоћелија интегрисаних у зидове куће и

употребљава геотермалну топлотну пумпу. Публикација [14] говори о кући са нето нултом енергетском потрошњом која се користи у хладној клими Колорада, САД. Ова кућа употребљава фотонапонске панеле за производњу струје, и фосилна горива за загревање простора што је релативно јефтино и дискутабилно решење.

За кућу са нето нултом енергетском потрошњом у Јапану, публикација [15] говори о мерењу перформанси Јпанских ниско-енергетских кућа које углавном користе обновљиву енергију. Ова кућа употребљава геотермалну топлотну пумпу, одлично је термички изолована, непропустна за ваздух, вентилира се преко димњака, користи фотонапонске панеле, ветрењаче, и соларне колекторе да задовољи потребе за грејањем и хлађењем животног простора и употребе топле санитарне воде.

Због постојања свести о заштити животне средине, као и због донетих законских аката којима се промовише градња кућа са нето нултом енергетском потрошњом, у свету је већ изграђен велики број кућа овог типа. Дефиниције куће са нето нултом енергетском потрошњом које постоје у различитим земљама су различите:

- **Нулта нето потрошња енергије унутар куће** (*net zero site energy use*) – Овом дефиницијом дефинише се кућа нулте потрошње у САД, а према њој количина енергије произведена унутар куће користећи обновљиве изворе енергије једнака је количини енергије која је потрошена унутар куће.
- **Нулта нето потрошња изворне енергије** (*net zero source energy use*) - Ова врста куће нулте енергије производи ону количину енергије која је једнака количини енергије која се у кући потроши увећаној за енергију која се троши приликом транспорта енергије до куће. Овај тип куће нулте енергије узима у обзир и губитке приликом преноса електричне енергије, па стога ова врста куће нулте енергије мора генерисати више електричне енергије од куће с нултом нето потрошњом енергије унутар куће.
- **Нулта нето енергетска емисија** (*net zero energy emissions*) – Ова дефиниција односи се на кућу са нултом нето енергетском емисијом, која је позната као кућа без емисија. Ова дефиниција подразумева уравнотежење емисије угљен-диоксида који се генерише употребом фосилних горива унутар или изван комплекса с количином енергије која се производи унутар комплекса користећи обновљиве изворе енергије. Поред емисије угљен-диоксида у фази коришћења куће, у обзир се узимају и емисије угљен-диоксида настале приликом конструисања и изградње куће.
- **Нулта нето цена енергије** (*net zero cost*) - У овом типу куће цена куповања електричне енергије у равнотежи је са ценом електричне енергије која се продаје мрежи, а која је генерисана је унутар комплекса.
- **Нулта потрошња енергије ван комплекса** (*net off-site zero energy use*) - Према овој дефиницији кућом нулте енергије сматра се и кућа која чак целокупну потребну енергију купује, уколико је та енергија генерисана помоћу обновљивих извора енергије, па чак и уколико се ти обновљиви извори енергије налазе ван комплекса.
- **Одвојена од мреже** (*off-the-grid*) – По овој дефиницији куће нулте енергије су одвојене од мреже, тј. нису прикључене ни на какав извор енергије који је изван комплекса. Такве куће захтевају поред производње енергије из обновљивих извора и одговарајуће системе за складиштење те енергије, како би се она могла користити у периодима када обновљиви извори енергије нису доступни.

3. Суштина техничког решења

Истраживања и развој куће са нето нултом енергетском потрошњом своди се на истраживања и оптимизацију рада великог броја посебних технологија као и интегрисање и оптимизацију заједничког коришћења тих технологија. Посебне технологије од интереса су: производња електричне енергије из соларне енергије помоћу фотонапонских панела, повезивање инсталације фотонапонских панела на електромрежу (са инверторима за трансформацију једносмерне у наизменичну електро енергију), производња санитарне топле воде помоћу соларних колектора, добијање топлоте (хладноће) из геотермалне енергије помоћу топлотних пумпи, реализација омотача куће са нето нултом енергетском потрошњом (топлотна изолација, акумулација топлоте, облик, прозори), грејање животног простора (подно грејање), вентилација и евентуална климатизација животног простора (рекуперација топлоте), штедљиво осветљавање, штедљива употреба кухињских уређаја (класе А) и употребе уређаја за управљање енергетском производњом и потрошњом.

Учинак ових технологија посматра се током њиховог животног века, при чему се сагледава утрошена енергија, произведена енергија са жељеним карактеристикама, као и емисија штетних материја. Приликом развоја куће са нето нултом енергетском потрошњом сагледава се и цена материјала и уређаја на тржишту, као и производна и продајна цена електричне енергије коју производи кућа са нето нултом енергетском потрошњом и електричне енергије из дистрибутивне мреже.

Интегрисање и оптимизација заједничке употребе ових технологија приликом развоја куће са нето нултом енергетском потрошњом обавља се са становишта максималне ексергетске и енергетске ефикасности, минимизације емисије угљен диоксида и других штетних материја, и максимирања економских ефеката. Такође, та сагледавања неопходно је обавити на нивоу животног циклуса куће са нето нултом енергетском потрошњом. Разматрани економски параметри одрживости оптималног решења између осталог су: рок повраћаја инвестиције, цена произведене електричне енергије, и стопа добити током коришћења куће са нето нултом енергетском потрошњом.

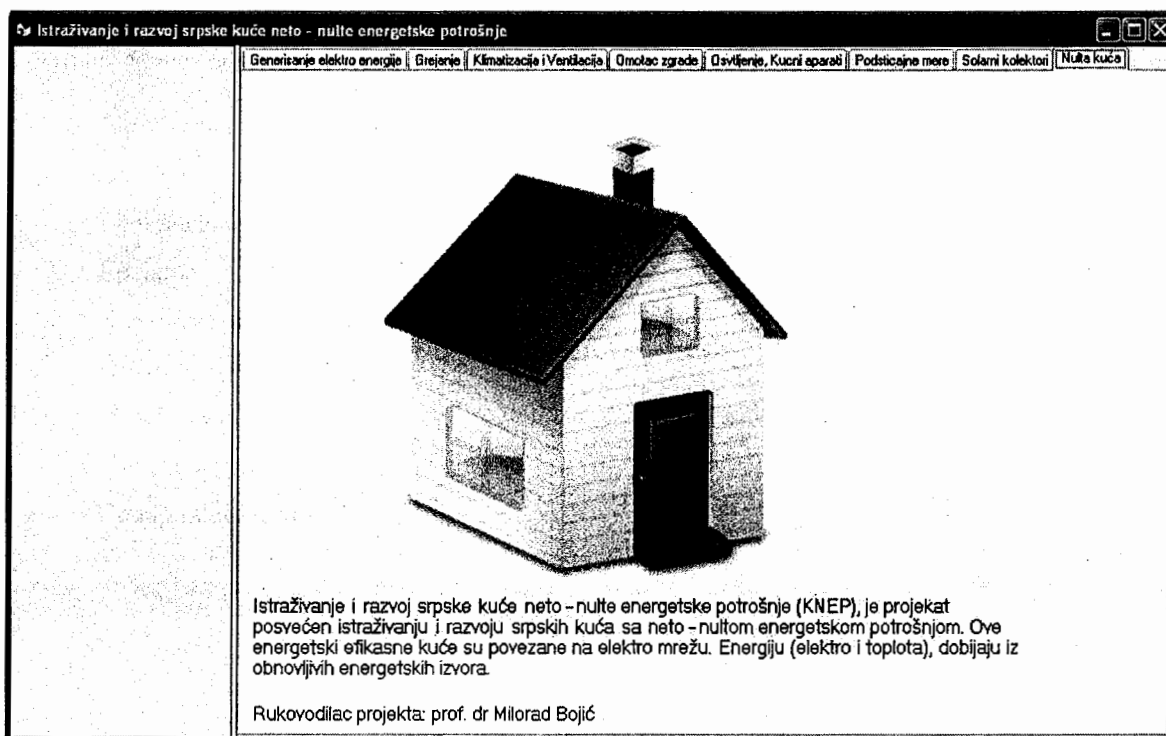
Суштина овог техничког решења је софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње, који садржи базу података о енергетским преформансама и економичности уређаја и материјала релевантних за кућу са нето нултом енергетском потрошњом, а који се могу пронаћи на тржишту. Постојање такве базе података неопходно је ради развијања идејног пројектног решења и проналажења оптималне варијанте куће са нето нултом енергетском потрошњом користећи вишекритеријумску оптимизацију, у којој се као критеријуми могу користити енергетска ефикасност, ексергија, животно циклус, емисија угљен-диоксида, и економичност. Поред параметара који омогућавају симулирање рада куће са нето нултом потрошњом енергије, и испитивања њене одрживости, развијени софтвер, односно база података, садржи и разне законске регулативе, подсицајне мере, и упутства за изградњу куће са нето нултом енергетском потрошњом.

4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже)

Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње написан је у програмском језику C#, и „пријатељски“ је оријентисан према кориснику. Кориснички интерфејс развијеног софтвера приказан је на слици 1.

Развијени софтвер садржи седам целина које су обједињене у једну базу података:

- Генерисање електричне енергије,
- Грејање
- Климатизација и вентилација
- Омотач зграде,
- Осветљење и кућни апарати,
- Подстицајне мере, и
- Соларни колектори.



Слика 1. – Изглед корисничког интерфејса

У целини „Генерисање електричне енергије“ (Слика 2) дати су релевантни подаци за соларне панеле, који трансформишу Сунчеву светлост у електричну енергију помоћу фотонапосног ефекта.

Целина „Грејање“ (Слика 3) садржи податке који су важни са становишта обезбеђења топлотне енергије.

Целина „Климатизација и вентилација“ приказана је на слици 4, а садржи меродавне податке који се везани за кондиционирање ваздуха, као и за убацивање одређене количине свежег ваздуха.

Целина „Омотач зграде“ (Слика 5) садржи податке који су везани за различите материјале од којих се праве спољашњи зидови куће. Ови подаци служе за симулирање топлотних губитака, односно добитака, кроз омотач куће, у условима одржавања одговарајућег термичког комфора. Такође, ови подаци служе за билансирање укупне утрошене енергије и количине емитованог угљен-диоксида током животног века куће са нултом потрошњом енергије.

Целина „Осветљење и кућни апарати“ (Слика 6) садржи податке о различитим електричним апаратима, како би се симулирала њихова енергетска својства током потрошња електричне енергије.

Целина „Подстицајне мере“ (Слика 7) односи се на различите податке који су од користи приликом развоја куће нето нулте енергетске потрошње. Ова база података садржи разне законске регулативе, подстицајне мере, и упутства за изградњу куће са нето нултом енергетском потрошњом.

Целина „Соларни колектори“ (Слика 8) садржи податке релевантне за равне соларне колекторе који се користе за обезбеђивање топле санитарне воде.

Истраживање и развој српске куће нето - нулте енергетске потрошње

Генерисање електро енергије | Грејање | Климатизација и Вентилација | Омотач зграде | Осветљење, Кућни апарати | Подстицајне мере | Соларни колектори | Нулта кућа

1 of 18 | Истопити овуј запис

Назив: YL 175 P-23b | Врста панела: Полукристални | Произвођач: Yingli Solar | Сајт произвођача: www.yinglisolar.com

Техничка документација: 1264583228_CaEFUje8jR.pdf

Изнатна снага (W): 175 | Номинални напон (V): 23 | Номинална струја (A): 7.61 | Струја кратког споја (A): 8.2

Напон празног хода (V): 29 | Максимални напон система (V): 1000 | Ефикасност модула (%): 13.5

Димензије (mm): 1310x990x50 | Маса (kg): 15.8 | Дебљина панела са електричним прикључцима (mm): 50

Материјал кућишта: стакло+PET | Степен заштите: IP65

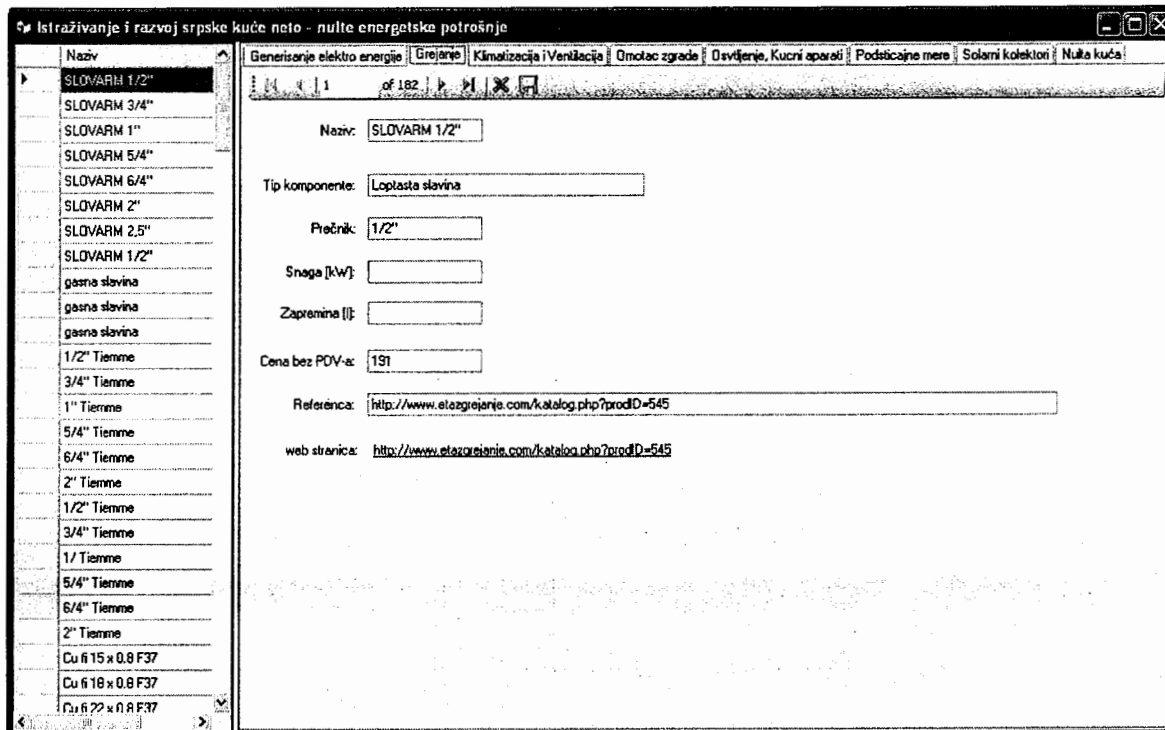
Номинална радна температура (°C): 46 | Температурски коефицијент издатне снаге (1/K): -0.0045

Температурски коефицијент напона празног хода (1/K): -0.0037 | Температурски коефицијент струје кратког споја (1/K): 0.0006

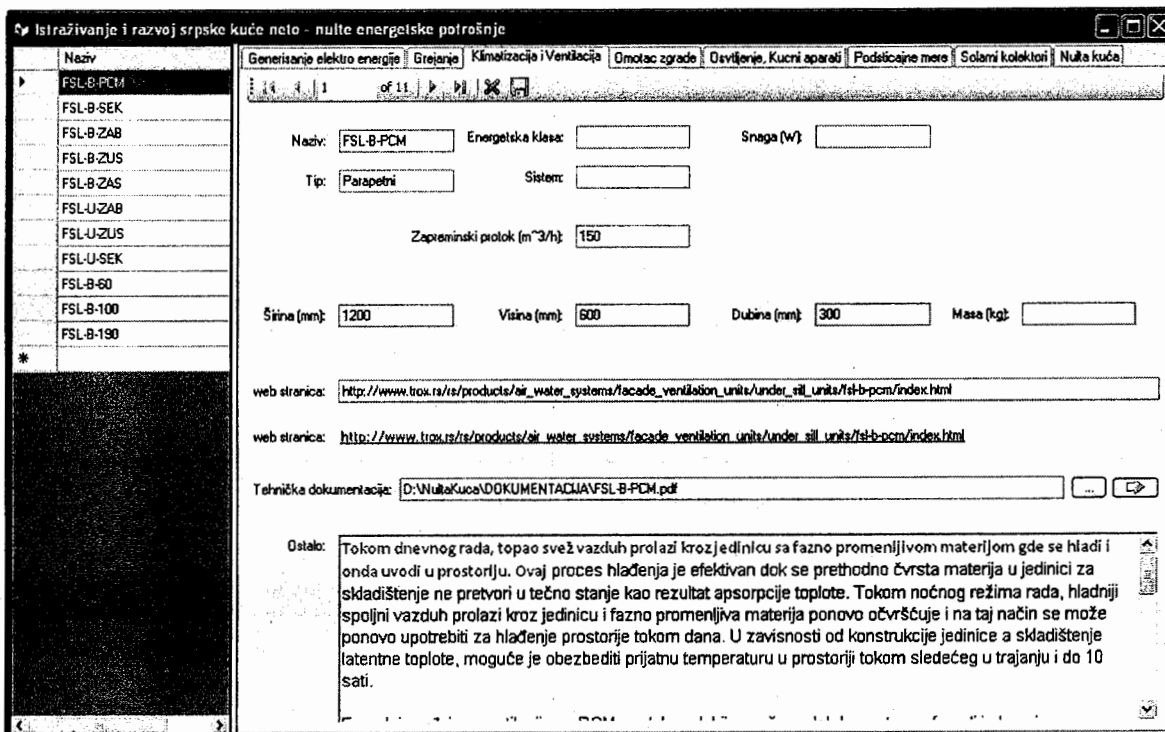
Опсег радних температура (°C): од -40 до +85 | Максимални притисак ветра (Pa): 2400

Максимални притисак снега (Pa): 5400 | Максимална брзина града 25mm (km/h): -

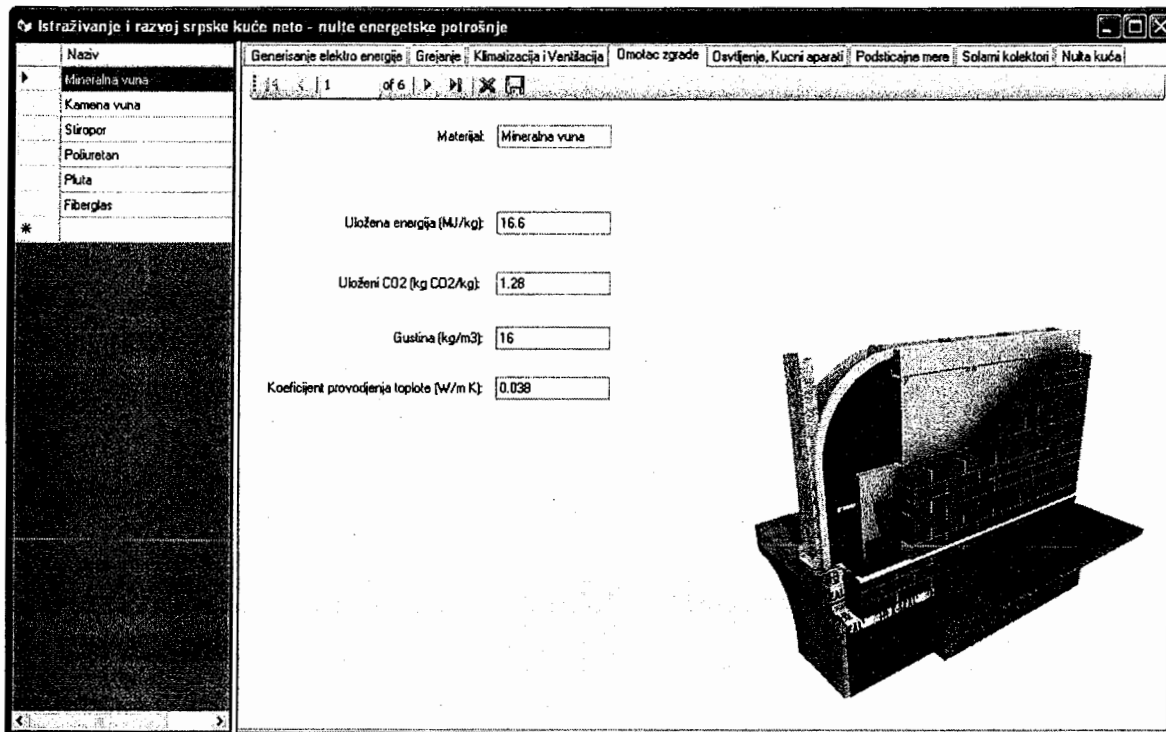
Слика 2. – Приказ базе података „Генерисање електричне енергије“



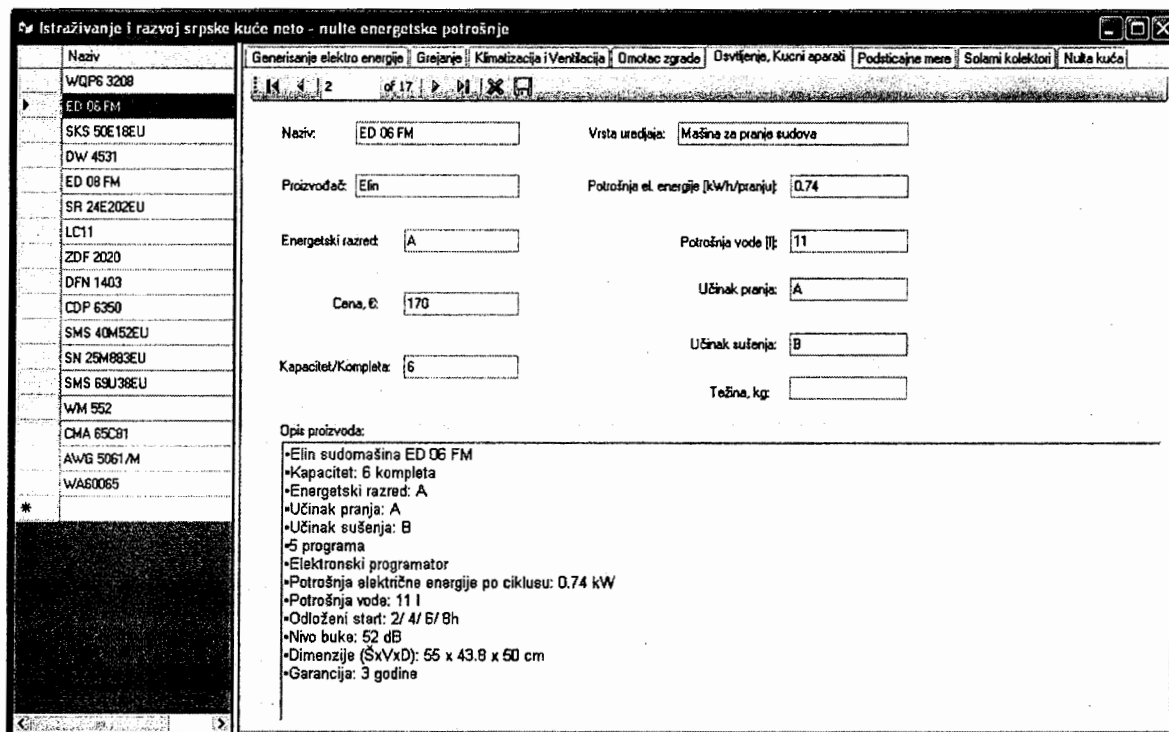
Слика 3. – Приказ базе података „Грејање“



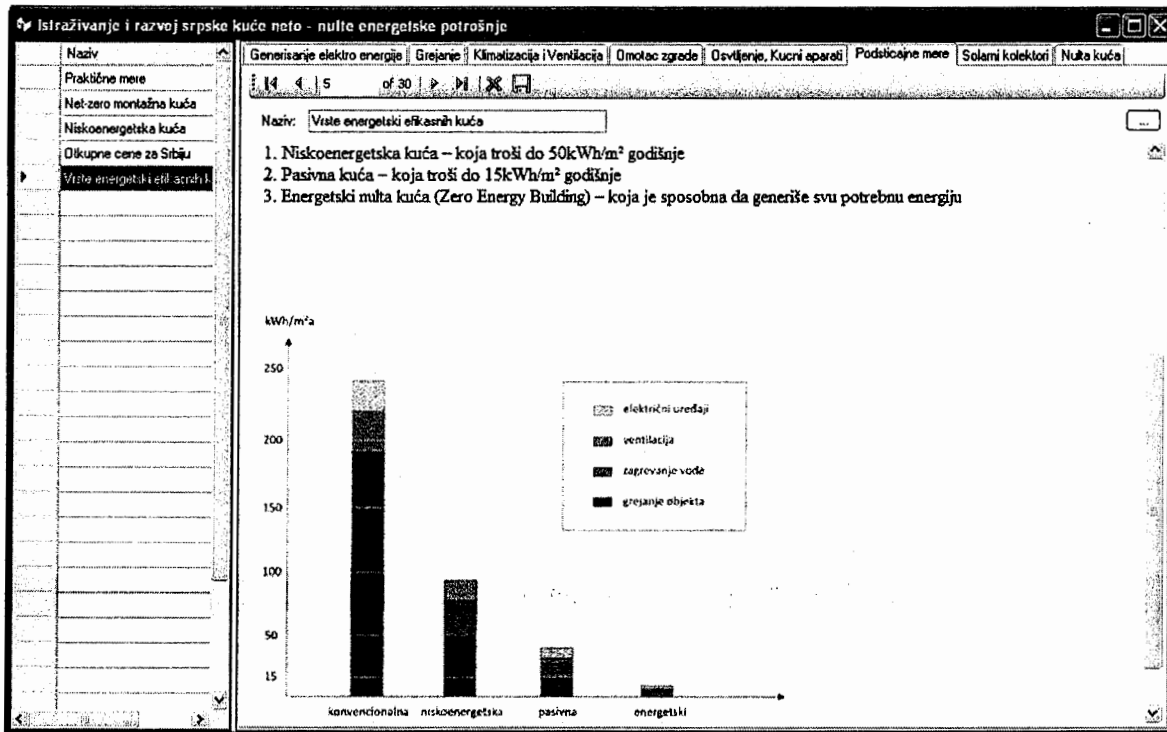
Слика 4. – Приказ базе података „Климатизација и вентилација“



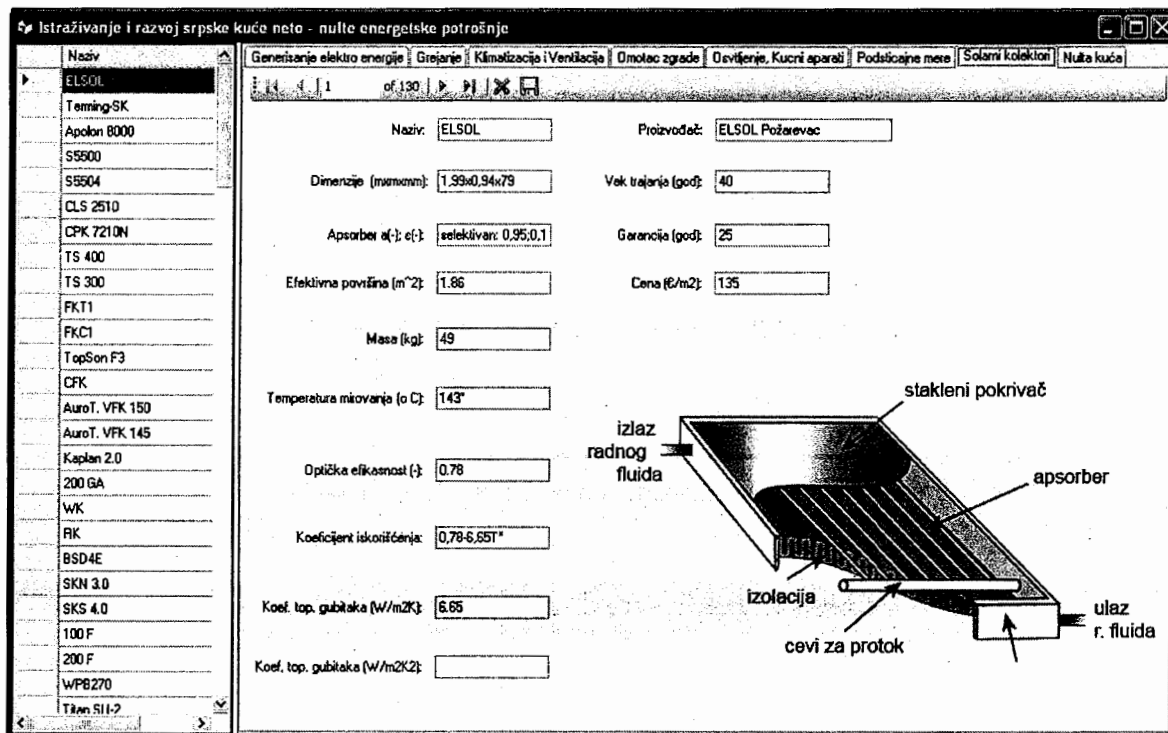
Слика 5. – Приказ базе података „Омотач зграде“



Слика 6. – Приказ базе података „Осветљење и кућни апарати“



Слика 7. – Приказ базе података „Подстицајне мере“



Слика 8. – Приказ базе података „Соларни колектори“

5 Литература

1. Милан Деспотовић, Обновљиви извори енергије, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2011.
2. David Johnston, Scott Gibson, *Toward a Zero Energy Home*, Taunton, 2010
3. M. Bakker, H.A. Zondag, M.J. Elswijk, K.J. Strootman, M.J.M. Jong. *Solar Energy* 78 (2005) 331–339
4. S. Citherlet, T. Defaux, *Building and Environment* 42 (2007) 591–598.
5. Melissa R. Elkinton, Jon G. McGowan, James F. Manwell, Wind power systems for zero net energy housing in the United States, *Renewable Energy*, Volume 34, Issue 5, May 2009, 1270-1278
6. Patxi Hernandez, Paul Kenny, From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB), *Energy and Buildings*, Volume 42, Issue 6, June 2010, 815-821
7. Mitchell Leckner, Radu Zmeureanu, Life cycle cost and energy analysis of a Net Zero Energy House with solar combisystem, *Applied Energy*, Volume 88, Issue 1, January 2011, 232-241
8. Meredith Gray, Jay Zarnikau, Chapter 9 - Getting to Zero: Green Building and Net Zero Energy Homes, In: Fereidoon Perry Sioshansi, Editor(s), *Energy, Sustainability and the Environment*, Butterworth-Heinemann, Boston, 2011, 231-271
9. Nicholas B. Rajkovich, William C. Miller, Anna M. LaRue, Chapter 17 - Zeroing in on Zero Net Energy, In: Fereidoon Perry Sioshansi, Editor(s), *Energy, Sustainability and the Environment*, Butterworth-Heinemann, Boston, 2011, 497-517
10. Stephen J. DeCanio, Anders Fremstad, Economic feasibility of the path to zero net carbon emissions, *Energy Policy*, Volume 39, Issue 3, March 2011, 1144-1153
11. Juliane KAMMER, All new buildings to be zero energy from 2019, Press Service Directorate for the Media, European Parliament, 2009.
12. White house, Federal leadership in environmental, energy, and economic performance (executive order), The white house office of the press secretary, October 5, 2009.
13. A. Athienitis, Design of a solar home with BIPV-thermal system and ground source heat pump, 2nd Canadian Solar Buildings Conference. Calgary, 2007
14. P. Norton, C. Christensen, A cold-climate case study for affordable zero energy homes, Solar 2006 Conference, Denver, Colorado, July 9–13, 2006
15. Y. Hamada et al. *Energy and buildings*, 33 (2001)805-814.
16. Milorad Bojić, Novak Nikolić, Danijela Nikolić, Jasmina Skerlić, Ivan Miletić, Toward a positive-net-energy residential building in Serbian conditions, *Applied Energy*, Volume 88, Issue 7, July 2011, 2407-2419

2. Гордић

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/115-19 од 26.01.2012. године именовани смо за рецензенте предлога техничког решења:

„Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње“

аутора: Др Милана Деспотовића, ван. проф., Др Милорада Бојића, ред. проф., Др Небојше Лукића, ред. проф., Др Драгана Адамовића, ван. проф., Мр Драгана Тарановића, дипл.инг., Драгана Цветковића, дипл.инг., Марка Милетића, дипл.инг.

На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ			
ПРИМЉЕНО 22.02.2012			
Ори. јед.	Број	Прилог	Вредност
01-1/472			

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење **„Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње“** аутора: Др Милана Деспотовића, ван. проф., Др Милорада Бојића, ред. проф., Др Небојше Лукића, ред. проф., Др Драгана Адамовића, ван. проф., Мр Драгана Тарановића, дипл.инг., Драгана Цветковића, дипл.инг., Марка Милетића, дипл.инг., реализовано 2011-2012 године, приказано је на 10 страница формата А4, писаних фонтом Times New Roman, величине 11, проредом 1, и садржи 8 слика. Састављено је од следећих поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже)
5. Литература

Техничко решење припада области научно-технолошких услуга, пројектовање и развој компјутерског софтвера (класа 42).

Наручилац техничког решења је Министарство за просвету и науку, а техничко решење реализовано је у оквиру рада на пројекту из програма технолошког развоја: ”Истраживања и развој српске куће нето-нулте енергетске потрошње” (евиденциони број пројекта ТР33015). Основне идеје као и резултати за ово техничко решење још нису објављени у часописима.

МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења „Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње“, су јасно приказали, теоријски обрадили и имплементирали комплетну структуру техничког решења.

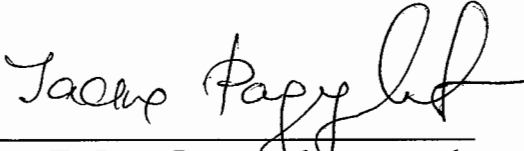
Предложени софтвер написан је на основу потребе за истраживањем и развојем куће нето нулте енергетске потрошње.

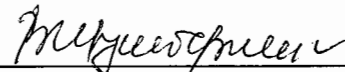
На основу описа техничког решења могу се донети следећи закључци:

- 1. Развијени софтвер представља ефикасан алат за решавање описаног проблема.*
- 2. Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње је развијан према утврђеном програмском задатку, а у оквиру пројекта из области технолошког развоја, коришћењем експертског знања истраживача који су учествовали у развоју софтвера.*
- 3. Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње омогућава преглед свих битних параметара који су релевантни за истраживање и развој куће нето нулте енергетске потрошње, а састоји се од седам целина које су обједињене у једну базу података:*
 - Генерисање електричне енергије,*
 - Грејање*
 - Климатизација и вентилација*
 - Омотач зграде,*
 - Осветљење и кућни апарати,*
 - Подстицајне мере, и*
 - Соларни колектори.*
- 4. Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње дизајниран је у пријатном графичком окружењу и пријатељски је оријентисан ка кориснику (user friendly)..*

Дакле, „Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње“ има значајно место као ефикасан алат приликом сагледавања параметара релевантних за развој куће са нето нултом потрошњом енергије. Са задовољством предлагемо да се „Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње“ прихвати као ново техничко решење.

20.02.2012. у Крагујевцу


Др Јасна Радуловић, ред. проф.


Др Вања Шуштершич, ван. проф.



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-62/2012
22. 03. 2012. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 22. 03. 2012. године на основу члана 200. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „Софтвер за подршку развоју куће нето нулте енергетске потрошње“, аутора: **Др Милана Деспотовића**, ред. проф., **Др Милорада Бојића**, ред. проф., **Др Небојша Лукић**, ред. проф., **Др Драган Адамовић**, ванр. проф., **Мр Драган Тарановић**, асистент, **Драган Цветковић**, дипл. маш. инж., **Марко Милетић**, дипл. маш. инж.

Решење припада класи М85, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Јасна Радуловић**, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Крагујевац,
2. **Др Вања Шуштершич**, ванредни професор, Факултет инжењерских наука, Крагујевац.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ
НАУКА



Мирослав Бабић
Др Мирослав Бабић, редовни професор