

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

**Sveučilišni studij**

**TROŠKOVNO – OPTIMALNA ANALIZA MJERA  
ENERGETSKE UČINKOVITOSTI**

**Diplomski rad**

**Ivan Dumančić**

**Osijek, 2014.**

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA.....	2
2.1. ZAKONSKI OKVIR ENERGETSKE OBNOVE ZGRADA .....	2
2.1.1. Direktiva 2002/91/EC .....	2
2.1.2. Implementacija Direktive u zakonodavstvo RH.....	2
2.1.3. Rok za prijenos i implementaciju.....	3
2.1.4. Implementacija Direktive o energetske svojstvima zgrada (EPBD II).....	4
2.2. STANJE STAMBENOG SEKTORA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	5
2.3. METODOLOGIJA PROVOĐENJA ENERGETSKOG PREGLEDA .....	8
2.3.2. Pregled postojećeg stanja objekta .....	11
2.3.3. Određivanje energetske funkcionalnih cjelina .....	12
2.3.4. Provođenje kontrolnih mjerenja .....	13
2.3.5. Analiza tehničkih i energetske svojstava objekta i analiza tehničkih sustava u objektu....	13
2.3.6. Analiza potrošnje i troškova svih oblika energije, energenata i vode – energetska i troškovna bilanca .....	14
2.3.7. Prijedlog mjera poboljšanja.....	16
2.3.8. Energetske, ekonomske i ekološke vrednovanje mjera.....	16
2.3.9. Izvješće o energetske pregledu sa mjerama poboljšanja energetske učinkovitosti .....	17
3. STANDARD ZA EKONOMSKU OCJENU ENERGETSKE UČINKOVITOSTI HRN EN 15459 .....	18
3.1. PRIMJENA NORME.....	20
3.2. OPIS POJMOVA, SIMBOLI I JEDINICE .....	21
3.3. STRUKTURA TROŠKOVA.....	26
3.4. TEMELJNI POJMOVI ZA EKONOMSKU OCJENU .....	28
3.4.1. Realna kamatna stopa .....	28
3.4.4. Čimbenik anuiteta .....	28
3.5. UKUPNI TROŠAK .....	29
3.5.1. Principi obračuna.....	29
3.5.2. Obračun konačne vrijednosti .....	29
3.6. OBRAČUN ANUITETA.....	31
3.6.1. Obračun anuiteta.....	31
3.6.2. Obračun anuiteta za zamjenske dijelove.....	32
3.6.3. Godišnja kalkulacija za tekuće troškove.....	32

3.6.4. Utjecaj kretanja cijena za dinamičke izračune .....	33
3.7. NAČELA METODE.....	34
3.7.1. Financijski podaci.....	34
3.7.2. Opće informacije o projektu.....	35
3.7.3. Obilježja sustava .....	36
3.7.4. Povremeni troškovi zamjene.....	39
3.7.5. Tekući troškovi osim troškova energije .....	39
3.7.6. Troškovi energije .....	40
3.7.7. Obračun ukupnih troškova .....	41
4. ANALIZA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI OBITELJSKE KUĆE.....	42
4.1. OPĆENITI OPIS GRAĐEVINE I TEHNIČKIH SUSTAVA U GRAĐEVINI .....	42
4.2. SNIMAK POSTOJEĆEG STANJA.....	44
4.2.1. GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI ELEMENTI ZGRADE .....	44
4.2.2. SUSTAV GRIJANJA, HLAĐENJA, VENTILACIJE I KLIMATIZACIJE (GHVK sustav) .....	46
4.2.3. PRIPREMA POTROŠNE TOPLE VODE.....	46
4.2.4. SUSTAV ELEKTRIČNE RASVJETE .....	46
4.2.5. POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE KUHINJSKIH UREĐAJA.....	47
4.2.6. SUSTAVI POTROŠNJE SANITARNE I PITKE VODE.....	47
4.3. ANALIZA I MODELIRANJE POTROŠNJE TOPLINSKE ENERGIJE.....	47
4.4. ANALIZA I MODELIRANJE POTROŠNJE VODE.....	47
4.5. ENERGETSKA BILANCA GRAĐEVINE .....	48
4.6. TROŠKOVNA BILANCA GRAĐEVINE .....	48
5. OSNOVNI PODACI I PRORAČUN ENERGETSKIH POTREBA U PROGRAMSKOJ PODRŠCI KI EXPERT 2013.....	50
5.1. OSNOVNI PODACI O OBJEKTU POMOĆU KI EXPERT 2013.....	52
5.2. PRORAČUN GRAĐEVNIH DIJELOVA ZGRADE .....	53
6. PRIJEDLOG MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI.....	58
6.1. ANALIZA PRORAČUNA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI U PROGRAMSKOJ PODRŠCI KI expert 2013.....	58
6.2. REKONSTRUKCIJA VANJSKE OVOJNICE OBJEKTA .....	58
6.3. TOPLINSKA IZOLACIJA TAVANSKOG PROSTORA MINERALNOM VUNOM.....	60
6.4. REKONSTRUKCIJA VANJSKE STOLARIJE .....	61
7. REZULTAT GRAĐEVNIH DIJELOVA OBJEKTA NAKON PROVEDBE MJERA ENERGETSKE UČINKOVITOSTI .....	62

7.1. PRORAČUN ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NAKON REKONSTRUKCIJE VANJSKE OVOJNICE OBJEKTA.....	62
7.2. PRORAČUN ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NAKON TOPLINSKE IZOLACIJE TAVANSKOG PROSTORA MINERALNOM VUNOM .....	66
7.3. PRORAČUN ENERGETSKE UČINKOVITOSTI NAKON REKONSTRUKCIJE VANJSKE STOLARIJE .....	68
7.4. ANALIZA TOPLINSKIH SVOJSTAVA OBITELJSKE KUĆE NAKON PROVEDENIH MJERA ZA POBOLJŠANJE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI .....	70
8. ZAKLJUČAK.....	73
LITERATURA.....	74
SAŽETAK.....	75
SUMMARY .....	75
ŽIVOTOPIS.....	76

## SAŽETAK

Diplomski rad pojašnjava stanje energetske obnove u Republici Hrvatskoj, objašnjava zakonski okvir energetske obnove i Direktive propisane u Europskoj Uniji. Čitatelj se upoznaje sa metodologijom provođenja energetske obnove i standardom HRN EN 15459 temeljom izračuna. Na stambenom objektu pomoću programskog alata KI expert 2013 izvršena je analiza na primjeru obiteljske kuće. Nakon predloženih mjera za poboljšanje standarda energetske učinkovitosti, izvršena je analiza uspješnosti mjera i jednostavnog povrata investicije. Potencijal energetske obnove iskazan je za pojedinačne mjere.

**Ključne riječi:** energetska obnova, HRN EN 15459, metodologija, KI expert 2013

## SUMMARY

Paper explains the state of energy renewal in Croatia, explains the legal framework of energy renewal and directives laid down in the European Union. The reader becomes familiar with the methodology of conducting an energy plan and with standard HRN EN 15459 for basic calculations. The methodology of energy renewal was applied to the residential facility with program tool KI expert 2013. After the proposed measures to improve the situation with energy renewal standard, an analysis of success and simple payback is made. Anybody can see the potential of energy renewal and the possibility of realizing savings with increase quality of life.

**Key words:** energy renewal, HRN EN 15459, methodology, KI expert 2013