

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

**DIPLOMSKO DELO
ENERGETSKA SANACIJA OBJEKTA OSNOVNE
ŠOLE**

PRIMER: OSNOVNA ŠOLA VERŽEJ

Kandidat: Mitja Sekereš

Vrsta študija: Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190060163

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor: Goran Perhavec, univ.dipl.inž.grad.

Mentor v podjetju: Bojan Sekereš, univ.dipl.inž.grad.

Maribor, 2015

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani MITJA SEKEREŠ, z vpisno št. 11190060163, sem avtor diplomskega dela z naslovom ENERGETSKA SANACIJA OBJEKTA OSNOVNE ŠOLE, ki sem ga napisal pod mentorstvom gospoda Gorana Perhavca, univ.dipl.inž.grad.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo diplomsko delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne, kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/2013), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Lendava, september 2015

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Goranu Perhavcu za pomoč in vodenje pri izdelavi diplomskega dela. Zahvala gre tudi Gradal Bojan Sekereš s.p. za možnost opravljanja delovne prakse in pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Hvala staršem in mojemu dekletu, ki so mi tekom študija kakorkoli pomagali.

POVZETEK

Diplomsko delo opisuje potek energetske sanacije javne stavbe na primeru iz delovne prakse na objektu Osnovna šola Veržej, Puščenjakova 7, 9241 Veržej. V diplomskem delu preverjamo ali je energetska sanacija Osnovne šole Veržej skladna z veljavno zakonodajo, katera se upošteva na tem področju in če so bile upoštevane vse predpisane zahteve. Zakonodaja, ki jo preučujemo so Pravilnik o učinkoviti rabi energije (PURES 2, 2010), tehnična smernica TSG-1-004:2010, Energetski zakon in še nekatera druga slovenska ter evropska zakonodaja za učinkovito energetske sanacije stavb.

V primeru iz delovne prakse so predstavljeni objekt sanacije, potek izdelave projektne dokumentacije za energetske sanacije objekta osnovne šole z vsemi nameravanimi investicijskimi posegi in uporabljeni toplotnoizolacijski materiali za stavbno pohištvo v obravnavanem primeru. Na primeru energetske sanacije objekta Osnovne šole Veržej prikazujemo tudi grafični prikaz objekta, to so načrti in risbe, detajli ter barvna študija izdelana v programu za 3D modeliranje. Izdelan je tudi finančni plan v obliki projektantskega popisa del na fasadi. Na koncu bralca seznanimo še z vsemi izračunanimi stroški celotne investicije energetske sanacije objekta Osnovne šole Veržej kot rekapitulacije vseh del.

Ključne besede: energetska učinkovitost, sanacija objekta, osnovna šola, toplotna izolacija, stavbno pohištvo, strošek investicije

ABSTRACT

ENERGY EFFICIENT RENOVATION OF THE PRIMARY SCHOOL BUILDING

CASE STUDY: PRIMARY SCHOOL VERŽEJ

This thesis describes the progress of the energy efficient renovation of a public facility on an example from work practice in the facility of Primary school Veržej, Puščenjakova 7, 9241 Veržej. In the thesis, we are examining whether the energy renovation of Primary school Veržej is consistent with the applicable legislation, considered in this field, and if all regulatory requirements have been taken into account. The legislation we are examining are the Rules on Efficient Use of Energy (PURES 2, 2010), the technical guideline TSG-1-004:2010, Energy Act and some other Slovenian and European legislations for energy-efficient renovation of buildings.

The example from working practice includes the renovated facility, the progress of developing the project documentation for the energy renovation of the primary school facility with all the intended investment operations and used thermal insulation materials for joinery in the present case. In the example of energy renovation of Primary school Veržej facility are presented a graphical representation of the facility - plans and drawings, details and a colour study that is made in the program for 3D modelling. A financial plan is also made in the form of design inventory works on the facade. In conclusion, the reader becomes familiar with all the calculated costs of the total investment of energy renovation of the Primary school Veržej facility as a recapitulation of all works performed.

Keywords: energy efficiency, building renovation, primary school, thermal insulation, joinery, investment cost.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPREDELITEV PROBLEMA	10
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE.....	10
1.3	OPIS, PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE DIPLOMSKEGA DELA	11
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	12
2	PREGLED OSNOVNIH POJMOV IN ZAKONSKIH PODLAG V SLOVENIJI NA PODROČJU ENERGETSKE SANACIJE STAVB.....	13
2.1	ENERGIJA IN TOPLOTA	13
2.2	ENERGETSKA UČINKOVITOST STAVB.....	13
2.3	DIREKTIVE EU O ENERGETSKI UČINKOVITOSTI STAVB.....	15
2.4	ENERGETSKI ZAKON.....	17
2.4.1	<i>Energetski pregled.....</i>	<i>19</i>
2.5	PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH	19
2.6	TEHNIČNA SMERNICA (TSG-1-004:2010) UČINKOVITA RABA ENERGIJE.....	23
2.6.1	<i>Arhitekturna zasnova stavbe.....</i>	<i>24</i>
2.6.2	<i>Toplotna zaščita stavbe, toplotna prehodnost, toplotni upor in prezračevanje stavb.....</i>	<i>25</i>
2.6.3	<i>Stavbno pohištvo.....</i>	<i>31</i>
2.7	ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE	35
2.8	POŽARNA VARNOST V STAVBAH	38
3	PRIMER: ENERGETSKA SANACIJA OSNOVNE ŠOLE VERŽEJ	39
3.1	OSNOVNE INFORMACIJE OBJEKTA	39
3.2	PRIPRAVA PROJEKTA.....	41
3.3	POSTOPEK IZDELAVE PROJEKTA ENERGETSKE SANACIJE OŠ VERŽEJ	41
3.4	UPORABLJENI TOPLOTNO- IZOLACIJSKI MATERIALI IN STAVBNO POHIŠTVO V PROJEKTU	48
3.4.1	<i>Toplotno-izolacijski materiali.....</i>	<i>48</i>
3.4.2	<i>Stavbno pohištvo.....</i>	<i>50</i>
3.5	FOTODOKUMENTACIJA NAČRTOV IN RISB IZDELANEGA PROJEKTA ZA ENERGETSKO SANACIJO OSNOVNE ŠOLE VERŽEJ	53
3.5.1	<i>Ureditvena situacija, tlorisi in fasade z dvojim armiranjem toplotnega ovoja stavbe.....</i>	<i>54</i>
3.5.2	<i>Detajli stavbnega ovoja za energetske sanacije objekta Osnovne šole Veržej.....</i>	<i>57</i>
3.5.3	<i>Barvna študija OŠ Veržej</i>	<i>59</i>
4	EKONOMIJA IN PLAN ENERGETSKE SANACIJE	62
4.1	STROŠKI IN FINANCIRANJE INVESTICIJE.....	62

4.1.1	Popis del s projektantskim predračunom.....	62
5	SKLEP	65
6	UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI	68
6.1	LITERATURA	68
6.2	VIRI	68
6.3	INTERNETNI VIRI	69

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	TOPLOTNE IZGUBE STAVBE	28
SLIKA 2:	TERMOGRAFSKA SLIKA - PREHOD TOPLOTE SKOZI ZUNANJE STENE OBJEKTA V RUMENI BARVI	30
SLIKA 3:	SODOBNA VGRADNJA OKEN – DELOVANJE IN VPLIVI NA STAVBNI ELEMENT	33
SLIKA 4:	RAL MONTAŽA STAVBNEGA POHIŠTVA – OKNO	34
SLIKA 5:	PRIMER ENERGETSKE IZKAZNICE STAVBE - 1. IN 2. STRAN	37
SLIKA 6:	VSI OBJEKTI OŠ VERŽEJ PO BARVNI ŠTUDIJ PROJEKTA ENERGETSKE SANACIJE	40
SLIKA 7:	OSNOVNA ŠOLA VERŽEJ - OBJEKTI ŠOLE	40
SLIKA 8:	TOPOGRAFSKA SLIKA - ZAHODNA STRAN OŠ VERŽEJ, LEVO UČILNICE IN DESNO VHOD	42
SLIKA 9:	IZMERE OKENSKIH POLIC IN ŠPALET OKEN TER LOKACIJA DOZIDAVE NOVEGA DELA KOTLOVNICE	44
SLIKA 10:	JUBIZOL MW - PLOŠČE IZ MINERALNE VOLNE(LEVO) IN JUBIZOL EPS STRONG F S0(DESNO)	49
SLIKA 11:	FASADNI SISTEM JUBIZOL MW - KOMPONENTE SISTEMA	49
SLIKA 12:	LESENO OKNO AJM PASIV 90 ALU	52
SLIKA 13:	TŁORISNA SITUACIJA OŠ VERŽEJ IN OKOLICE	54
SLIKA 14:	TŁORIS PRITLIČJA (ZGORAJ) IN 1. NADSTROPJA OŠ VERŽEJ (SPODAJ)	55
SLIKA 15:	TŁORIS PRITLIČJA NOVEGA PRIZIDKA KOTLOVNICE	56
SLIKA 16:	FASADE OBJEKTA OŠ VERŽEJ S SHEMA DVOJNEGA ARMIRANJA TOPLOTNE ZAŠČITE	56
SLIKA 17:	ZBRANI DETAJLI IZVEDBE IN MATERIALI ELEMENTOV 1	57
SLIKA 18:	ZBRANI DETAJLI IZVEDBE IN MATERIALI ELEMENTOV 2	58
SLIKA 19:	PRIMER SHEMA OKEN IZ VRAT	59
SLIKA 20:	BARVNA ŠTUDIJA - SEVERNA FASADA IN NOVI PRIZIDEK KOTLOVNICE	59
SLIKA 21:	BARVNA ŠTUDIJA - SEVERNA FASADA, OSNOVNI OBJEKT ŠOLE	59
SLIKA 22:	BARVNA ŠTUDIJA - GLAVNI VHOD V OŠ VERŽEJ	60
SLIKA 23:	BARVNA ŠTUDIJA - VHODNA FASADA	60
SLIKA 24:	BARVNA ŠTUDIJA - JUŽNA FASADA IN TELOVADNICA	61
SLIKA 25:	BARVNA ŠTUDIJA - OŠ VERŽEJ PO ENERGETSKI SANACIJI	61

KAZALO TABEL

TABELA 1: MINIMALNE ZAHTEVE ZA TOPLOTNE PREHODNOSTI ELEMENTOV OVOJA STAVBE	21
TABELA 2: PRIKAZ TOPLOTNIH PREHODNOSTI U_{MAX}	27
TABELA 3: PRIKAZ TOPLOTNIH PREHODNOSTI U_{MAX} ZA JAVNE STAVBE.....	28
TABELA 4: NAJVEČJE DOVOLJENE TOPLOTNE PREHODNOSTI STAVBNEGA POHIŠTVA	32
TABELA 5: OSNOVNE INFORMACIJE OBRAVNAVANEGA OBJEKTA ŠOLE	39
TABELA 6: SKICE IZ PRIMERA OŠ VERŽEJ	53
TABELA 7: FINANČNI PLAN – PROJEKTANTSKI POPIS FASADNIH DEL	62

KAZALO GRAFIKONOV

GRAFIKON 1: PORABA ENERGIJE V SLOVENIJI	14
---	----

1 UVOD

V današnjem življenju pretežni del časa preživimo v stavbah. Naloga vseh snovalcev stavb je, da se ljudem zagotovi bivalno okolje, ki je zdravo, prijetno in storilno. Ta naloga je povezana z rabo energije. Znano je, da v Evropski Uniji (v nadaljevanju EU) porabimo približno 40 % vse potrebne energije za energetske oskrbo stavb in zato so zahteve EU vse strožje. Temelj energetske učinkovitosti stavb je toplotna zaščita stavb.

Celoten projekt energetske sanacije stavbe je lahko zapleten in tudi finančno zelo obremenjujoč. Postopek energetske sanacije je potrebno že na začetku dobro preučiti in smiselno začeti po določenih fazah katere priporočajo strokovnjaki. S postopno sanacijo objekta, z upoštevanjem veljavne zakonodaje in s pomočjo strokovnjakov, lahko hitro pridemo do zelo pozitivnih rezultatov glede porabe energije v stavbi.

Velikokrat se zasledi vprašanje ali se energetska sanacija objekta splača ali ne, oziroma, če je energetska sanacija objekta dobra naložba za prihodnost. Po preučevanju literature ter raziskovanjih, diplomsko delo podaja odgovor na taka vprašanja.

Zmanjšati porabo energije in izboljšati bivalne pogoje je cilj energetske sanacije objekta osnovne šole Veržej, ki nam je služil kot primer iz delovne prakse, na katerem je predstavljena primerjava energetske sanacije stavbe in potek energetske sanacije.

Osnova za vse dejavnosti v gradbeništvu so pravne oz. zakonske podlage, katere je potrebno upoštevati v vsakem postopku in fazi gradnje. Pri starejših objektih moramo upoštevati vsa pravila stroke in se prilagajati dani situaciji. To so uredbe, zakoni, tehnični predpisi in standardi, pravilniki ter tehnične smernice. Pravne podlage, ki smo jih povzemali v nalogi so naslednje: Direktiva EU o energetske učinkovitosti stavb (v nadaljevanju Direktiva 2010/31/EU), Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (v nadaljevanju PURES 2), Tehnična smernica (TSG-1-004:2010): Učinkovita raba energije (v nadaljevanju TSG-1-004:2010), Energetski zakon (v nadaljevanju EZ-1), Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, Zakon o graditvi objektov (v nadaljevanju ZGO-1-UPB1), Pravilnik o požarni varnosti v stavbah in Pravilnik o projektni dokumentaciji. Izmed vseh omenjenih zakonskih zahtev sta v Sloveniji in EU najpomembnejša PURES 2 in tehnična smernica TSG-1-004:2010, ki sodi k prej omenjenemu pravilniku.

Za lažje in natančnejše razumevanje postopka energetske sanacije objekta je pomembno, da poznamo tudi osnovne pojme, kot so na primer: energetska sanacija – energijska učinkovitost stavb, energetski pregled, toplotna izolacija, vrste toplotne izolacije, stavbno pohištvo, vgradnja stavbnega pohištva (RAL vgradnja), kurilne naprave, požarna varnost in zvočna zaščita pred hrupom v stavbah, energetska izkaznica, javni objekti, projektna dokumentacija, gradbena fizika (energija in toplota, toplotna prevodnost, konvekcija, sevanje, toplotna prehodnost v gradbenih konstrukcijah, toplotna prehodnost ovoja stavb, toplotni upor/toplotni most), prezračevanje stavb, zrakotesnost itd.

1.1 Opredelitev problema

Diplomsko delo opisuje postopek energetske sanacije objekta Osnovne šole Veržej, namenjene za izobraževanje otrok in delo ljudi, skozi pravila veljavne zakonodaje. Predstavljeno je, kako pristopiti k pravilni in celoviti energetski sanaciji stavbe in s tem priti do zelenih nižjih stroškov energije, manjših negativnih vplivov na okolje in seveda tudi do samega izboljšanja stavbe.

V obravnavanem primeru bodo opisani tudi posamezni elementi fasadnega ovoja, ki so bili uporabljeni v projektu za izvedbo.

Diplomsko delo tako preverja ali so bile v energetski sanaciji objekta osnovne šole upoštevane in izpolnjene vse tehnične zahteve za učinkovito rabo energije v stavbah (v nadaljevanju URE) in opisuje celoten potek energetske sanacije na primeru Osnovne šole Veržej.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen in cilji diplomskega dela so:

- predstaviti potek postopka energetske sanacije javnega objekta (osnovne šole), kar pomeni predstaviti osnovne pojme, ki se navezujejo na obravnavano temo, predstaviti in opisati sam postopek ter osebe, ki se pojavljajo v postopku;
- proučiti veljavno zakonodajo in pravne določbe, ki so podlaga omenjenemu postopku energetske sanacije objekta šole;
- predstaviti primer energetske sanacije objekta šole iz prakse;

- preučiti vse zbrane vire;
- predstaviti stroškovno plat postopka energetske sanacije.

Postavljena hipoteza diplomskega dela je: Energetska sanacija oziroma prenova stavb pomeni narediti energetsko učinkovitejšo stavbo in s tem prihraniti stroške energije ter predstavlja dobro naložbo za prihodnost.

1.3 Opis, predpostavke in omejitve diplomskega dela

Projekt iz prakse v diplomskem delu obravnava stavbo Osnovne šole Veržej, Puščenjakova 7, 9241 Veržej. Gre za javno stavbo, ki je v lasti Občine Veržej in Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije. Energetsko sanacijo objekta je projektiral Gradal, Bojan Sekereš s.p., ki se ukvarja s projektiranjem, inženiringom ter tehničnim svetovanjem. Kot bomo ugotovili v nalogi, spada energetska sanacija oz. takšna prenova objekta med investicijsko vzdrževalna dela in za to ne potrebujemo pravnomočnega gradbenega dovoljenja s strani upravne enote. Pisarna Gradal, Bojan Sekereš s.p., mi je zaupala in posredovala podatke projektne dokumentacije, in sicer projekt za izvedbo. Projekt za izvedbo vsebuje tekstualne (tehnično poročilo) in grafične dele (tlorisi, sheme, detajli). Kot gradivo za projekt energetske sanacije Osnovne šole Veržej sem dobil tudi projektantski popis del in razširjeni energetski pregled obstoječega stanja.

Predpostavke pri preučevanju zadeve so: razpoložljivost in točnost podatkov ter literature v podjetju, pomoč na obravnavanem projektu na delovni praksi v podjetju.

Omejitve pri preučevanju zadeve so mi predstavljale:

- da je omenjena tema sicer zelo aktualna v gradbeništvu, vendar je dokaj nova in ni veliko razpoložljive strokovne literature, razen zakonskih podlag in nekaj literature za gradbeno fiziko,
- da za projekt energetske sanacije Osnovne šole Veržej ni bil izdelan elaborat gradbene fizike, zato sem izhajal iz podatkov razširjenega energetskega pregleda in podatkov uporabljenih materialov, vključenih v projektu.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

V diplomskem delu so uporabljene naslednje metode raziskovanja:

- metoda deskripcije, pri kateri gre za opisovanje posameznih pojmov,
- metoda kompilacije, kjer gre za uporabo izpiskov, citatov ter navedb drugih avtorjev,
- induktivno-deduktivno metoda, pri kateri gre za sklepanje iz posameznih primerov na splošno in obratno, torej sklepanje na osnovi splošnega na posamezni primer,
- primerjalna metoda, ki je postopek primerjanja enakih ali podobnih dejstev, pojavov in procesov ter ugotavljanja njihovih podobnosti in razlik,
- zgodovinska metoda, s katero sledimo pojavu, procesu ali dejavniku skozi krajše ali daljše časovno obdobje.

2 PREGLED OSNOVNIH POJMOV IN ZAKONSKIH PODLAG V SLOVENIJI NA PODROČJU ENERGETSKE SANACIJE STAVB

2.1 Energija in toplota

Za začetek je prav, da omenim in opišem pojme energija, toplota in energetska učinkovitost stavb. To so pojmi, kateri so v stalni povezavi s temo diplomskega dela.

Beseda energija izhaja iz grške besede »energia«. Pripisujejo jo k Aristotelu. Pomen besede energija je: koliko dela lahko opravi neki sistem, oziroma koliko dela je shranjenega v določenem sistemu. Obstaja veliko oblik energij, s katerimi se ukvarja veja znanosti termodinamika. V gradbeništvu pri delovanju stavb so najpomembnejše oblike energij: elektromagnetno sevanje, jedrska energija, kemična energija, električna energija in notranja energija ali toplota (Medved, 2014, str. 12).

Toplota ali notranja energija je ena od oblik energij pri delovanju stavb. Merilo za toploto oziroma za njeno količino v nekem sistemu (stavbi) je temperatura. Toplota se v sistemu prenaša s toplotnim tokom, vzrok za prenos toplote pa je razlika temperatur v sistemu, na primer: razlika temperature zunanjega zraka z notranjim zrakom v stavbi (prav tam).

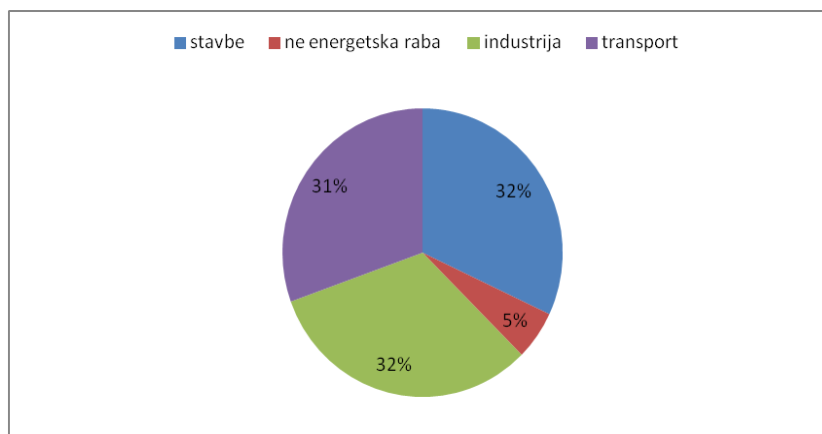
2.2 Energetska učinkovitost stavb

Običajna uporaba stavbe vključuje energijo za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo in razsvetljavo. S pomočjo meritev in izračunov količine teh energij pa pridemo do zadovoljenih potreb po energiji. Razmerje med doseženim učinkom energije in vloženo energijo je energetska učinkovitost (EZ-1, 2014, čl. 313). Energetsko učinkovitost izboljšamo s povečanjem energetske učinkovitosti zaradi vedenjskih, tehnoloških ali gospodarskih sprememb.

V Sloveniji in EU se raba energije povečuje in to kljub opozorilom in zahtevam, kar pa vodi še k večjim podnebnim spremembam. Podatek iz leta 2007 v Sloveniji kaže, da smo od

celotne pretvorjene energije v končne vire energije pretvorili samo 6,4 % obnovljivih virov energije (v nadaljevanju OVE).

Glede na porabo energije v Sloveniji predstavlja poraba v stavbah dobro tretjino (32 %) od vse končne porabljene energije. Toliko energije porabi tudi industrija v Sloveniji, nekaj manj transport (30,5 %) in samo 5,5 % predstavlja neenergetska raba. Zmanjšati porabo energije v stavbah pomeni zmanjšati podnebne spremembe in prihraniti z energijo. Prihranek energije pa se določi z meritvijo ali oceno porabe pred izvedbo ukrepa za izboljšanje energetske učinkovitosti in po njej, ob zagotovljenih normalnih zunanjih pogojih, ki vplivajo na porabo energije (Medved, 2014, str. 115). Zaradi vseh teh negativnih vplivov na okolje in zaradi prihrankov energije moramo ljudje razmišljati o energetske sanaciji stavb in se zavedati, da bo energetska učinkovitost stavb po sanaciji višja in s tem bodo izboljšani tudi pogoji za bivanje ljudi v prihodnosti.



Grafikon 1: Poraba energije v Sloveniji

Vir: Medved, 2014, stran 115

»Stavba pomeni krito konstrukcijo s stenami, v kateri se uporablja energija za zagotavljanje notranjih klimatskih pogojev« (Direktiva 2010/31/EU, 2010, čl. 2). V primeru, ki je vključen v diplomsko delo, govorimo o večji prenovi javne stavbe. To pomeni, da skupni stroški prenove ovoja stavbe ali tehničnih stavbnih sistemov presegajo 25 % vrednosti stavbe brez vrednosti zemljišča na katerem stoji ali se prenavlja več kot 25 % površine ovoja stavbe (prav tam).

Javne stavbe so vse nestanovanjske stavbe z bruto tlorisno površino večjo od 250 m², katere izvajanje vzdrževalnih del je vsaj delno financirano iz javnih sredstev in katere investitor je zavezan naročanju gradnje v skladu z zakonom, ki ureja javna naročila. Ko govorimo o energijski učinkovitosti javnih stavb torej o šolah, vrtcih, zdravstvenih ustanovah, stavbah

občinske in državne uprave, govorimo o velikem obsegu tega sklada z velikimi potrebami po energiji, zato je potrebno javne stavbe še toliko bolj usmeriti v energetske prenove. V nadaljevanju bo razvidno, da se javne stavbe glede rabe energije v stavbah obravnavajo posebej. Tako so na primer zahteve pri energiji za ogrevanje za 10 % strožje kot za ostale poslovne in bivalne stavbe. Razlog za to pa je, da naj bi bile vse javne stavbe zgled za energijsko učinkovitost (PURES 2, 2010, čl. 4). Energetska sanacija javnih stavb je energetska prenova obstoječih javnih stavb. S to prenovo zvišamo energijsko učinkovitost stavb, s tem zmanjšamo porabo energije in izboljšamo bivalne ali delovne pogoje v stavbah (Praznik in Kovič, 2014, str. 6).

2.3 *Direktive EU o energetske učinkovitosti stavb*

Evropska unija ima določene evropske smernice, katere določajo skupne cilje držav članic, kot na primer: kakovostni bivalni standardi, zmanjšanje slabih okoljskih vplivov fosilnih goriv in energetska učinkovitost od uvida ter seveda, da bi bila oskrba z energijo zanesljiva ob ugodni, zanesljivi ceni.

Evropska komisija je leta 2002 sprejela Direktivo EU o energetske učinkovitosti stavb (v nadaljevanju Direktiva 2002/91/ES). Od članic EU je Direktiva 2002/91/ES zahtevala: nacionalne predpise o metodologiji za izračun energijskega stanja stavb, vzpostavitev sistema študij izvedljivosti za alternativne energetske sisteme v fazi projektiranja ter opredelitev minimalnih standardov za energetska učinkovitost stavb pri novogradnji in večji prenovi stavb (Valenčič, Malovrh, Glušič, Šijanec Zavrl in Repič, 2011, str. 52).

Direktiva 2002/91/ES je v slovensko zakonodajo prenesena v naslednjih okvirih:

1. Zakon o graditvi objektov (ZGO-1-UPB1) – vpliv direktive na metodologije računa in minimalnih zahtev novogradnje in večje prenove;
 - Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 2 2010);
 - Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije in
 - Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb.
2. Energetski zakon (EZ-1) – dopolnitve glede energetskih izkaznic (Pravilnik o metodologiji izdelave energetskih izkaznic stavb), redni pregled klimatskih sistemov, alternativni energetske sistemi.

3. Zakon o varstvu okolja (v nadaljevanju ZVO-1-UPB1) – redni pregled kotlov (Šijanec Zavrl in Tomšič, 2014, str. 10).

Leta 2010 se je prenovila Direktiva 2002/91/ES in sprejela nova Direktiva 2010/31/EU. Cilji in zahteve, katere obravnava Direktiva 2010/31/EU so »20-20-20 do 2020« evropske podnebno-energetske politike. Slednja zahteva, da se v državah EU zmanjšajo emisije CO₂ za 20 % glede na leto 1990, da se za 20 % poveča energetska učinkovitost in delež OVE (Valenčič idr., 2011, str. 53).

Glavni razlog prenovljene Direktive 2010/31/EU je povečanje učinkovitosti Direktive 2002/91/ES. Direktiva 2010/31/EU med drugim omogoča tudi zahteve v zvezi z uporabo minimalnih zahtev glede:

- a) energetske učinkovitosti stavb in delov stavb ob večjih prenovah stavb, elementov stavb, ki imajo znaten vpliv na energetske učinkovitost in jih je treba nadomestiti z boljšimi,
- b) vgradnje, zamenjave ali nadgradnje tehničnih sistemov v stavbah,
- c) rednih pregledov ogrevanih in klimatskih sistemov v stavbah,
- d) oblikovanja nacionalnih načrtov za povečanje števila skoraj nič energijskih stavb,
- e) energetskega certificiranja stavb in njenih enot,
- f) neodvisnih nadzornih sistemov za energetske izkaznice in poročil o pregledih,
- g) prenovljenih splošnih okvirjev metodologije za izračun celovite energetske učinkovitosti stavb in njenih enot (Direktiva 2010/31/EU, 2010, čl. 1).

Metodologija za izračunavanje energetske učinkovitosti stavb se lahko določi, če se upoštevajo naslednji vidiki kot so: ogrevalni sistem in oskrba s toplo vodo, klimatske naprave, vgrajena razsvetljava, naravno in mehansko prezračevanje stavbe z vključeno zrakotesnostjo, položaj in orientacija stavb glede na zunanjo klimo ter dejanske toplotne karakteristike stavbe z notranjimi predelnimi stenami. Pod toplotne karakteristike stavbe pa spadajo toplotna zmogljivosti, izolacija stavbe, pasivno gretje, toplotni mostovi in hladilni elementi. Pomembno je tudi v katero kategorijo je razvrščena obravnavana stavba (prav tam, Priloga 1).

Prenovitve Direktive 2010/31/EU so tudi na področju prostorskega načrtovanja, enotni trg dela in akcijski načrt za skoraj nič energijske hiše. Prvo je, da naj bo lokalna in regionalna uprava vključena v Direktivo 2010/31/EU in to zaradi usklajenosti zakonodaje o energetski učinkovitosti stavb in zakonodaje o prostorskem načrtovanju. Pomembno pa je tudi

izobraževanje in ozaveščanje načrtovalcev in inšpektorjev na tem področju. Na trgu dela naj bi izvajalci izkaznic v EU vzpostavili vzajemno priznavanje poklicne kvalifikacije (Šijanec Zavrl, 2011, str.16).

Direktiva 2010/31/EU obravnava dve določili iz akcijskega načrta, kateri dajeta poseben poudarek na gradnjo nič nizko-energetskih hiš v javnem sektorju:

- I. Vse nove stavbe morajo do leta 2020 biti nič energijske z vmesnim ciljem do leta 2015 in
- II. Vse nove javne stavbe morajo do leta 2018 biti nič energijske – zgled preostalim (Direktiva 2010/31/EU, 2010, čl. 7).

Skoraj nič energetske stavbe so stavbe, ki za ogrevanje in hlajenje porabijo zelo malo energije. Tako malo energije, da se lahko potrebe po energiji zadovoljijo z obnovljivimi viri energije z vključeno obnovljivo energijo, ki je proizvedena na stavbi ali ob njej (Valenčič idr., 2011, str. 54).

Pri obstoječih stavbah je za vse minimalne zahteve Direktive 2010/31/EU potrebno državam članicam EU sprejeti potrebne ukrepe z zagotovili, da se pri večjih prenovah energetske sanacije stavbe ali njenih delov izpolnijo te zahteve pod pogojem, če je to tehnično, ekonomično in funkcionalno izvedljivo (Direktiva 2010/31/EU, 2010, čl. 7).

Direktiva 2010/31/EU obravnava tudi energetske izkaznice, izdajo energetskih izkaznic in prikaz energetskih izkaznic.

2.4 Energetski zakon

EZ-1 je ena izmed osnov pri energetske sanaciji objekta. Je temelj za razvoj trajnostno naravnane, varne, zanesljive in konkurenčne slovenske energetske politike. To je tudi namen EZ-1 1 (EZ-1, 2014, čl. 1 in 3). Splošno EZ-1 prenaša v slovensko zakonodajo več evropskih direktiv in uredb s področja energetske učinkovitosti, nasploh OVE, trga z električno energijo in zemeljskim plinom (<http://www.energetika-portal.si/predpisi/energetika/slovenija/krovni-zakon-ez/ez-1/>). EZ-1, ki je stopil v veljavo 7. 3. 2014, je bil potreben zaradi večje preglednosti zakonodaje na področju energetike v Sloveniji.

Ena od sprememb Energetskega zakona (v nadaljevanju EZ) iz leta 1999 na področju energetske učinkovitosti je, da bo potrebno vsako leto energetsko sanirati vsaj 3 % površin javnih stavb. To bo prineslo prihranke javnih izdatkov in spodbudilo bo nova delovna mesta. Z EZ-1 se bodo pocenile tudi investicije v energetske infrastrukturi, saj EZ-1 poenostavlja postopke za pridobivanje vseh dovoljenj za izgradnjo ali sanacijo le-teh (prav tam). Podrobno pa ureja tudi področje energetskih izkaznic. Več o energetskih izkaznicah v nadaljevanju diplomskega dela v točki 2.7.

Cilji EZ-1, ki veljajo tudi za energetsko sanacijo stavb so: »zanesljiva oskrba z energijo, učinkovita pretvorba energije, zmanjšanje rabe energije, učinkovita raba energije in energetska učinkovitost« (EZ-1, 2014, čl. 5).

Določbe EZ-1 uporabljajo pravne osebe javnega in zasebnega prava ter fizične osebe, to so lahko osebe javnega sektorja, Eko sklad, lastniki in uporabniki stavb ter strokovnjaki za energetske učinkovitosti stavb, kot na primer izvajalci energetskih storitev, energetskega svetovanja in energetskih pregledov ter inštalaterji naprav (prav tam, čl. 6).

EZ-1 ureja pristojnosti, organizacijo in delovanje Agencije za energijo, katera je bila ustanovljena za nadzor, spremljanje, usmeritev in regulacijo izvajalcev energetskih dejavnosti na področju toplote, drugih energetskih plinov in tudi na področjih elektrike in zemeljskega plina. Agencija poleg vseh svojih nalog in zahtev spodbuja konkurenčnost, zanesljivost in okoljsko trajni trg pri učinkoviti rabi energije, s tem pa posledično tudi same energetske sanacije stavb. Z ustanovitvijo Agencije za energijo bodo cilji na področju energetske sanacije stavb v Sloveniji kvalitetnejši, trajnejši in hitreje dosegljivi. S tem bi naša država izpolnila zahteve EU in zmanjšala prej omenjene velike porabe energije v stavbah (prav tam, čl. 383 in 406).

EZ-1 razlaga tudi pomene izrazov. Pomemben je izraz »večja prenova stavbe«. Pomeni »rekonstrukcijo ali vzdrževanje stavbe, pri kateri se prenavlja več kot 25 % površine ovoja stavbe« (prav tam, čl. 313) in prenovo, kjer skupni stroški prenove ovoja stavbe ali tehničnih stavbnih sistemov presegajo 25 % vrednosti stavbe brez vrednosti zemljišča, na katerem stoji (Direktiva 2010/31/EU, 2010, čl. 2).

2.4.1 Energetski pregled

»Energetski pregled pomeni sistematični postopek za namene seznanitve z obstoječo porabo energije stavbe ali skupine stavb, industrijskega procesa, obrata, zasebne in javne storitve, s katerim se opredelijo in ocenijo stroškovno učinkovite možnosti za prihranek z energijo ter v okviru katerega se poroča o ugotovitvah.« (EZ-1, 2014, čl. 4).

2.5 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah

PURES 2 je ključ in temelj do učinkovite in pravilne energetske sanacije stavb. Pravilnik tako kot prej omenjeni EZ-1 prenaša zahteve Direktive 2010/31/EU v slovensko zakonodajo o učinkoviti rabi energije v stavbah.

PURES 2 torej določa tehnične zahteve na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali njihove kombinacije, razsvetljave, priprave tople vode, zagotavljanja OVE za sisteme v stavbah ter metodologijo izračuna energijskih učinkovitosti stavb, katere morajo biti izpolnjene v skladu z obstoječo Direktivo 2010/31/EU (PURES 2, 2010, čl. 1). Pravilnik je bil sprejet 30. junija 2010, v polni veljavi pa je od 1. januarja 2011.

PURES 2 se uporablja pri novogradnjah in rekonstrukcijah stavb ali njenih posameznih delov, kjer se posega v več kot 25 % površine ovoja stavbe, če je to tehnično mogoče. V tem primeru se uporabljajo določila PURES 2 v celoti. Če se posega v manj kot 25 % površine toplotnega ovoja stavbe potem morajo biti izpolnjene zahteve glede toplotne prehodnosti iz tabele 1, točke 3.3.1 iz TSG-1-004:2010. Prav tako se uporablja tabela 1 iz prej omenjene smernice pri investicijskih in vzdrževalnih delih, gradnji ali rekonstrukciji stavb z bruto tlorisno površino manjšo od 50 m². Pri rekonstrukcijah in vzdrževalnih delih, kjer se posega samo v tehnične sisteme v stavbi kot so na primer pri rekonstrukcijah zamenjava ali vgrajevanje novega sistema in vzdrževalna dela na sistemih, podsistemih in njihovih delih, se uporabljajo samo določbe 8. - 12. člena tega pravilnika (prav tam, čl. 2).

PURES 2 se uporablja za vse vrste stavb, razen za stavbe, ki se ne ogrevajo ali klimatizirajo na temperaturo višjo od 12°C ali da tehnološki procesi kot notranji viri toplote zagotavljajo in nadomeščajo v času ogrevanja več kot polovico toplotnih izgub. To so na primer:

- industrijske stavbe,
- nadstrešnice, javne sanitarije, zaklonišča,

- stavbe za promet in izvajanje elektronskih komunikacij,
- rezervoarji, silosi in skladišča,
- nestanovanjske kmetijske stavbe,
- stavbe za opravljanje verskih obredov, pokopališke stavbe, ipd (prav tam).

Zahteve PURES 2 so predpisane v dveh ravneh zahtevnosti. Prvo PURES 2 obravnava obdobje do konca leta 2014. V tem času so veljale minimalne zahteve za energijsko učinkovitost stavb po 21. členu PURES 2. Drugo obdobje predstavljajo strožje zahteve po 7. členu PURES 2, katere so obvezne po 1. januarju 2015. Minimalne zahteve so za 10 % bolj stroge, saj naj bi bile javne stavbe vzor ostalim. Torej morajo biti izpolnjene pri javnih stavbah (Valenčič idr., 2011, str. 55).

PURES 2 pa določa tudi kazalnike, na katere se nanašajo mejne oziroma minimalne zahteve za energijsko učinkovitost stavb:

- I. Povprečna toplotna prehodnost skozi površino toplotnega ovoja stavbe (H'_t) mora biti manjša od največje dovoljene vrednosti, podane v odvisnosti klimatskih razmer na lokaciji stavbe, razčlenjenosti stavbe in deleža steklenih površin na ovoju stavbe.

$$H'_t \leq 0,28 + \frac{T_L}{300} + \frac{0,04}{f_0} + \frac{z}{4}$$

T_L = povprečna letna temperatura zunanjega zraka, ki je za lokacijo stavbe določena s karto povprečne letne temperature zunanjega zraka (v °C)

f_0 = oblikovni faktor

- II. Letna potrebna toplota za ogrevanje (Q_{nh}) stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine A_u oziroma od prostornine stavbe V_e , mora biti manjša od največje dovoljene vrednosti odvisne od klimatskih razmer lokacije stavbe. Q_{nh} se po ustreznih formulah za izračune določi posebej za stanovanjske, nestanovanjske in javne stavbe.

Po 21. členu PURES 2 za javne stavbe:
$$\frac{Q_{nh}}{V_e} \leq 0,29 \cdot (56 + 60 \cdot f_0 - 4,5 \cdot T_L) \left[\frac{kWh}{m^3 a} \right]$$

Po 7. Členu PURES 2 za javne stavbe:
$$\frac{Q_{nh}}{V_e} \leq 0,29 \cdot (45 + 60 \cdot f_0 - 4,4 \cdot T_L) \left[\frac{kWh}{m^3 a} \right]$$

- III. Letni potrebni hlad za hlajenje Q_{nc} stavbe, ki je preračunan na enoto hlajene površine stavbe A_u mora biti manjši od dovoljene vrednosti. Izračun letnega hlada velja samo za stanovanjske stavbe.

- IV. Za stanovanjske stavbe je omejena tudi letna primarna energija za delovanje sistemov v stavbi Q_p . Tu je vključeno ogrevanje, hlajenje, prezračevanje in električna energija za razsvetljavo.
- V. Nobena od mejnih vrednosti, določenih v tabeli 1 točke 3.1.1 tehnične smernice TSG-1-004 učinkovita raba energije ne sme biti presežena (PURES 2, 2010, čl. 7 in 21).

Tabela 1: Minimalne zahteve za toplotne prehodnosti elementov ovoja stavbe

Element stavbe / konstrukcija	$U_{\max}$
ZUNANJA TLA	0,28 W/m ² K
TLA MED STANOVANJI	0,90 W/m ² K
RAVNE STREHE	0,20 W/m ² K
OKNA	1,30 W/m ² K
ZASTEKLITEV	1,10 W/m ² K
VHODNA VRATA	1,60 W/m ² K

Vir: Lasten

PURES 2 v svojih določilih določa tudi, kako je treba stavbo zasnovati in graditi, kako toplotno zaščititi ovoj stavbe in njenih ločilnih delov, kako projektirati in izvesti sistem ogrevanja, hlajenja in prezračevanja stavbe. Zasnovana in grajena stavba mora biti energijsko ustrezna in energijsko razmerje med površino ovoja stavbe in njeno prostornino mora biti ugodno. Priporočljivo je, da so prostori optimalno razporejeni. Uporabljeni materiali stavbe, elementi konstrukcije in zunanji ovoj stavbe oziroma celotna zunanja površina stavbe s tem omogočijo pravilno in učinkovito upravljanje s toplotnimi mostovi, kateri lahko negativno vplivajo na energetske učinkovitost stavbe. Vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po energiji pri projektiranih in grajenih stavbah mora biti čim manjši oziroma toliko manjši, da ne povzroča škode na sami stavbi ali njenim uporabnikom (prav tam, čl. 8 in 9).

Prav tako je potrebno s toplotno zaščito zagotoviti notranje toplotno ugodje stavbe. »Za notranje toplotno ugodje je potrebno:

- zmanjšati prehod energije skozi površino toplotnega ovoja stavbe,
- zmanjšati podhlajevanje ali pregrevanje stavbe,
- zagotoviti tako sestavo gradbenih konstrukcij, da ne prihaja do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare in
- nadzorovati ter uravnavati zrakotesnost.« (prav tam).

Za ogrevanje stavbe je treba pri projektiranju in izvedbi sistemov zagotoviti notranje toplotno ugodje kot določajo predpisi za prezračevanje in klimatizacijo stavb. Pri hlajenju stavbe je treba v času sončnega obsevanja in visokih temperatur zunanjega zraka zagotoviti, da se pasivni gradbeni elementi stavbe ne pregrejejo bolj, kot je določena temperatura notranjega zraka v skladu s predpisom za prezračevanje in klimatizacijo stavb. Prezračevanje je priporočljivo izvajati z naravnim prezračevanjem na primer z odpiranjem oken in vrat. Če pa to ni možno pa se projektira in izvede hladilni sistem z možnostjo uravnoteženosti in regulacije notranje temperature zraka v stavbi. Naprave za prezračevanje in klimatizacijo stavb morajo biti energijsko učinkovite (prav tam, čl. 10 – 12).

Za delovanje sistemov v stavbi mora biti zagotovljeno, da je 25 % celotne končne energije iz OVE. In če je zagotovljeno 25 % celotne končne energije iz OVE z prej omenjenimi minimalnimi zahtevami PURES 2, potem je energijska učinkovitost zagotovo dosežena. Pri OVE velja, da je energijska učinkovitost stavbe dosežena tudi, če je samo delež končne energije za ogrevanje, hlajenje in pripravo tople vode v stavbi pridobljen na enega izmed načinov, kot na primer:

- najmanj 25 % iz sončnega sevanja,
- najmanj 30 % iz plinaste biomase,
- najmanj 50 % iz trde biomase,
- najmanj 70 % iz geotermalne energije,
- najmanj 50 % iz naprav SPTE z visokim izkoristkom v skladu s predpisom, ki ureja podpore električni energiji, proizvedeni v soproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom,
- je stavba najmanj 50 % oskrbovana iz sistema energijsko učinkovitega daljinskega ogrevanja oziroma hlajenja (prav tam, čl. 16).

Za preverjanje ali je določena stavba energetska učinkovita, tako da izpolnjuje zahteve iz PURES 2, pa se dokazuje v elaboratu gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah – elaborat URE. V elaboratu so zajeti vhodni podatki (podnebni podatki na spletni aplikaciji pregledovalnika podnebnih podlag na spletni strani geodetske uprave RS), navedene uporabljene metode in uporaba privzetih vrednosti, izračuni, ki izpolnjujejo zahteve PURES 2, vmesni podatki oziroma rezultati za elemente učinkovite rabe energije iz 9. (toplotna zaščita), 10. (ogrevanje), 11. (hlajenje), 12. (prezračevanje), 13. (priprava tople vode), 14. (razsvetljava) in 16. (obnovljivi viri energije) člena PURES 2, potrebna letna primarna

energija za delovanje sistemov in izpusti CO₂ od delovanja sistemov v stavbi (prav tam, čl. 17).

Po ugotovitvah iz PURES 2 se ne postavlja omejitev glede na to, kdo sme izdelati oziroma pripraviti elaborat gradbene fizike za področje URE v stavbah. Ker pa zahteva kompleksno obravnavo področja, pa je dobro sodelovanje s strani več strokovnjakov. Torej vse mora potekati načrtovano s strani vseh strokovnjakov, vse od prilagajanja arhitekturne zasnove, koncepta ovoja stavbe ter električnih in strojnih inštalacij in naprav v stavbah. In tudi to sodelovanje je del, ki pripomore k zagotavljanju energijske učinkovitosti.

Po končani gradnji se povzetki izračunov iz elaborata URE navedejo na tako imenovanem obrazcu »Izkaz energijskih lastnosti stavbe«, ki je priloga PURES 2. Prav tako se po zaključku gradnje ponovno določi in izpolni elaborat URE glede na dejansko izvedeno stanje. Če imamo stavbo za katero je potrebno pridobiti uporabno dovoljenje, je »Izkaz energijskih lastnosti stavbe« obvezen del dokazil o zanesljivosti objekta, pri čemer so izpolnjene zahteve iz 7. in 16. člena PURES 2 (prav tam, čl. 19). Pomembno je, da skladnost dejansko izvedenega stanja dokazujemo s predpisi, ne pa z izračunom iz projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja. Pri izdelavi projektne dokumentacije se lahko od 1. januarja 2011 k zahtevi za pridobitev gradbenega dovoljenja priloži samo projekt, ki je izdelan v skladu s PURES 2 (prav tam, čl. 20).

2.6 Tehnična smernica (TSG-1-004:2010) Učinkovita raba energije

V ZGO-1-UPB1¹ je tehnična smernica opredeljena kot »dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta uredi natančnejša opredelitev bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov oziroma materialov, ki se smejo vgrajevati ter načini njihove vgradnje in način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe, kadar je to primerno, pa tudi postopki, po katerih je mogoče ugotoviti ali so takšne razmere izpolnjene.« (ZGO-1-UPB1, 2002, čl. 2).

Tehnična smernica, ki določa gradbene ukrepe oziroma rešitve za doseg zahtev iz PURES 2 in tudi metodologijo izračuna energijskih lastnosti stavbe je TSG-1-004:2010. Za izvajanje gradbenih ukrepov in doseganje zahtev PURES 2 je uporaba tehnične smernice obvezna (PURES 2, 2010, čl. 5). Prav tako je obvezna uporaba podpornih dokumentov in standardov,

¹ ZGO-1-UPB1.

ki so navedeni k tehnični smernici. Vedno pa je potrebno poskrbeti za medsebojno usklajenost.

V fazi projektiranja se uporabljajo oziroma upoštevajo gradbeni ukrepi iz te tehnične smernice. V fazi gradnje in pri pridobitvi dokumentacije oziroma upravnih odločb pa ni treba posebej dokazovati ustreznost z danimi predpisi, ker se ti samodejno domnevajo na podlagi določb iz PURES 2 (TSG-1-004:2010, 2010, točka 0.1.3).

V TSG-1-004:2010 so podrobna poglavja s tehničnimi zahtevami, ki se navezujejo na 8 – 13 člen iz PURES 2: arhitekturna zasnova, toplotna zaščita, ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, priprava tople vode in razsvetljava. Nekatere določbe iz teh področij so na primer: elementi arhitekturne zasnove, ki vplivajo na učinkovito rabo energije, ravni in tehnične rešitve primerne zrakotesnosti stavbe, sestava gradbenih konstrukcij pri kateri ne bo prišlo do poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare, dopustna prehodnost posameznih gradbenih elementov in stavbe oziroma stavbni deli v katerih je treba razsvetljava regulirati v odvisnosti od dnevne svetlobe in prisotnosti uporabnikov. TSG-1-004:2010 določa tudi potrebne izračune za točno določeno vrsto stavb in kako preveriti učinkovito rabo energije v stavbah. Ta metodologija izračuna energijskih lastnosti stavbe velja po določbah veljavnih slovenskih standardov, nastalih s prevzemom iz mednarodnih evropskih ali nacionalnih standardov. Izračun lahko temelji tudi na določbah drugih standardov držav članic evropskega gospodarstva in Turčije, vendar ti morajo dosegati vsaj enake ravni energijske učinkovitosti, enake parametre in enako stopnjo natančnosti (prav tam, točka 1).

2.6.1 Arhitekturna zasnova stavbe

Za energijsko učinkovito stavbo mora odgovorni projektant arhitekture že pri zasnovi novogradnje stavbe upoštevati vse dejavnike glede izrabe tople vode za ogrevanje in hlajenje, prezračevanja in klimatizacije, glede priprave tople in hladne vode, ter da bo notranje okolje primerno osvetljeno. Pomemben vpliv pri zasnovi stavbe za novogradnjo in prav tako za sanacijo obstoječe stavbe imajo tudi sami gradbeni materiali in elementi stavbe na zahteve toplotne zaščite in ohranjanja energije. Pri načrtovanju nove stavbe ali sanacije obstoječe stavbe je treba uporabiti take tehnike kjer bo uporaba materialov polnil, oblog, oken, vrat, odprtín, nosilne konstrukcije in drugih elementov, učinkovito dosegala zahteve učinkovite rabe energije v stavbah iz PURES 2 in TSG-1-004. Tu je treba upoštevati še zahteve glede na

toplotno in drugo ugodje v posamezni stavbi. V primeru požara, dostopnosti in varnosti pri uporabi ter okoljskih vidikov, se prav tako že pri zasnovi nove stavbe ali sanacije obstoječe stavbe upoštevajo zahteve iz predpisov na teh področjih (prav tam, točka 2).

Načrtovanje toplotne zaščite je treba obravnavati kot celoto. Tako izoliramo glavne zunanje stene in tudi medetažne konstrukcije ter seveda streho. Pomembni dejavniki pri zasnovi oziroma načrtovanju toplotne izolacije so na primer: lokacija, velikost in orientacija stavbe, razvrstitev oziroma razdelitev prostorov, lastnosti in sestava obodnih konstrukcij, temperatura v prostorih, zrakotestnost stavbnega pohištva ter prezračevanje prostorov in navlaževanje konstrukcij. Torej je že na začetku potrebno snovati tako stavbo, katera bo upoštevala zahteve iz prej omenjenih predpisov in dejavnikov. S tem bo dosežena sama energetska učinkovitost stavbe, vključno z varno uporabo in zagotovilom zdravja uporabnikov v stavbi ter daljša življenjska doba same stavbe (prav tam).

2.6.2 Toplotna zaščita stavbe, toplotna prehodnost, toplotni upor in prezračevanje stavb

Dobro izolirana stavba oziroma dobra toplotna zaščita ovoja stavbe pomeni velik prihranek energije pozimi, poleti pa zaščito pred pregrevanjem stavbe. K toplotni zaščiti ovoja stavbe spadajo tudi ukrepi kateri zmanjšujejo neugodne zunanje vplive klime na notranje temperature in zmanjšujejo količino vlage v stavbi. In vse to ob minimalni porabi energije. Dober in ustrezen toplotni ovoj stavbe pomeni tudi večjo trajnost stavbe. To pa tako, da se s toplotno zaščito zmanjšajo ali celo preprečijo velike temperaturne obremenitve gradbenih konstrukcij stavbe in tudi poškodbe na konstrukcijah zaradi zračne vlage. Z ustrezno toplotno zaščito stavbe potrebujemo torej manj začetne energije za ogrevanje stavbe, s tem pa zmanjšujemo tudi količino škodljivih snovi v okolje. Najpomembnejši dejavnik h kateremu pripomore dobra in ustrezna toplotna zaščita je primerno bivalno okolje za uporabnike, da se v njem dobro počutijo (prav tam, točka 3).

Toplotna zaščita oziroma toplotna izolacija ovoja stavbe je med vsemi ukrepi za izboljšanje energijske učinkovitosti stavbe in zmanjšanja porabe energije v stavbi najučinkovitejši in trajen ukrep. Ko je ovoj stavbe dobro toplotno zaščiten, ob kakovostni izvedbi ne potrebuje vzdrževalnih del in lahko rečemo, da je toplotna izolacija ovoja stavbe enkraten ukrep. Da toplotna izolacija ovoja stavbe spada med najučinkovitejše ukrepe za energijsko učinkovitost stavbe, kažejo izračuni po opravljeni energetski sanaciji, kjer je poraba energije tudi za 50 %

manjša kot pred njo (Knauf insulation, 2013, str.1-3) Vse toplotne izolacije so osnove za maksimalne prevodnosti gradbenih konstrukcij.

K toplotni zaščiti ovoja stavbe spadajo elementi stavbe, ki ščitijo ogrevani notranji del stavbe pred zunanostjo. Ti elementi so:

- tla proti terenu oziroma neogrevanim prostorom,
- fasada s podzidkom – zunanje stene proti neogrevanim prostorom,
- streha – strop proti neogrevanem prostoru,
- okna in vrata – stavbno pohištvo (<http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/stavbni-ovoj/>).

Toplotna prehodnost in toplotna prevodnost materiala

Kot je napisano v točki 2.1 Energija in toplota, je toplota oblika energije. Prenos toplote se prične, ko med dvema mestoma oziroma telesoma obstaja temperaturna razlika. Toplota se prenaša z mesta z višjo temperaturo zraka na mesto z nižjo temperaturo zraka. Pri stavbah se to dogaja med notranjimi in zunanjimi prostori (prav tam). Toplota se prenaša s toplotnim tokom s tremi osnovnimi mehanizmi prenosa toplote: prevoda, konvekcije in sevanja (Medved, 2014, str. 15).

Toplotna prevodnost materiala nam pove koliko toplote preide v eni sekundi skozi en kvadratni meter snovi z debelino en meter pri temperaturni razliki en kelvin (K). Označba za toplotno prehodnost je λ (prav tam). »Je snovna konstanta in intenzivna količina, določena pri preverjanju toplote kot sorazmernostni koeficient med gostoto toplotnega toka in gradientom temperature.« (http://sl.wikipedia.org/wiki/Toplotna_prevodnost).

$$\lambda = \frac{k}{d} = \frac{1}{R} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]; k = \text{sorazmerni koeficient, } d = \text{debelina plasti, } R = \text{toplotni upor}$$

Toplotna prehodnost ovoja stavbe je eden od ključnih kazalnikov toplotnih lastnosti stavbe, njena vrednost pa je omejena z najvišjo dovoljeno vrednostjo (Medved, 2014, str. 71). Toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa, na primer fasadni zid, tla, streha ali podobno, nam opiše kakovost toplotne zaščite ovoja stavbe. Ovoj stavbe je meja med notranjim okoljem in zunanjo okolico oziroma neogrevanimi prostor (prav tam). Toplotna prehodnost U nam pove kolikšen toplotni tok $P(W)$ preteče pri stacionarnih pogojih skozi konstrukcijski sklop površine $1m^2$ pri temperaturni razliki $1K$ (kelvin) na obeh straneh zidu:

$U = \frac{1}{R} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$, kjer je R toplotni upor konstrukcijskega sklopa (seštevek uporov

uporabljenih materialov konstrukcijskega sklopa in notranje ter zunanje plasti zraka). Toplotni upor nam pove koliko kelvinov (K) temperaturne razlike mora biti med obema stranema zidu,

da skozi teče 1W toplotnega toka P: $R = \frac{d}{k} = \frac{1}{\lambda} \left[\frac{m^2 K}{W} \right]$.

Toplotna prehodnost je torej odvisna od posameznih vgrajenih materialov in njihovih debelin. »Toplotna prehodnost elementov zunanje površine stavbe in ločilnih elementov stavbe z različnimi režimi notranjega toplotnega ugodja, ki se določi po standardih SIST EN ISO 6946 in SIST EN ISO 10211, ne sme presegati vrednosti, navedenih v tabeli.« (TSG-1-004:2010, 2010, točka 3.1.1).

Tabela 2: Prikaz toplotnih prehodnosti U_{max}

	Gradbeni elementi stavb, ki omejujejo ogrevane prostore:	U_{max} [W/(m²K)]
1	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.	0,28
2	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom – manjše površine, ki skupaj ne presegajo 10 % površine neprozornega dela zunanje stene.	0,60
3	Stene, ki mejijo na ogrevane sosednje stavbe.	0,50
4	Stene med stanovanji in stene proti stopniščem, hodnikom in drugim manj ogrevanim prostorom. Notranje stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov v nestanovanjskih stavbah.	0,70 0,90
5	Zunanja stena ogrevanih prostorov proti terenu.	0,35
6	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe).	0,35
7	Tla nad neogrevano kletjo, ne ogrevanim prostorom ali garažo.	0,35
8	Tla nad zunanjim zrakom.	0,30
9	Tla na terenu in tla nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem – talnem ogrevanju.	0,30
10	Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi ravnih ali poševnih streh.	0,20
11	Terase manjše velikosti, ki skupaj ne presegajo 5 % površine strehe.	0,60
12	Strop proti terenu.	0,35
13	Vertikalna okna ali balkonska vrata in ogrevani zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umestnih mas.	1,30
14	Strešna okna, steklene strehe.	1,40
15	Svetlobniki, svetlobne kupole (do skupno 5 % površine strehe).	2,40
16	Vhodna vrata	1,60
17	Garažna vrata	2,00

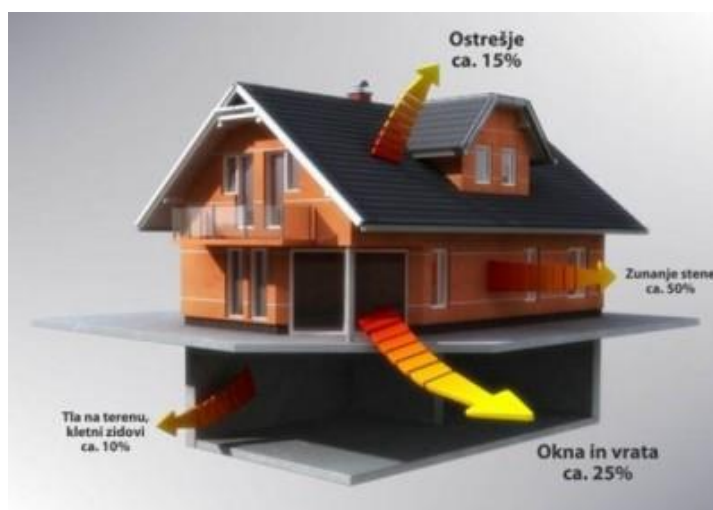
Vir: TSG-1-004:2010, točka 3.1.1, tabela 1 in Ministrstvo za delo 2011

Za javne stavbe so zahteve približno za 10 % strožje kot pri ostalih bivalnih ali poslovnih stavbah. In kot je bilo že omenjeno, naj bi bile javne stavbe zgled energijske učinkovitosti, zato so tudi zahteve toliko strožje. Zahteve za sanacijo javnih stavb s področja vzgoje in izobraževanja otrok in za energetska sanacija s področja zdravstva so podane v zadnjem, desnem stolpcu tabele 3.

Tabela 3: Prikaz toplotnih prehodnosti U_{max} za javne stavbe

	Gradbeni elementi stavb, ki omejujejo ogrevane prostore:	JAVNE STAVBE (-10%) U_{max} [W/(m²K)]
1	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom.	0,25
2	Stene, notranje stene in medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov v nestanovanjskih stavbah.	0,81
3	Zunanje stene in strop proti terenu.	0,25
4	Tla oziroma pod na terenu.	0,27
5	Strop proti neogrevanemu prostoru, stropi v sestavi ravnih ali poševnih streh.	0,18
6	Strop nad neogrevano kletjo	0,18
7	Tla ali strop proti terenu ali nad neogrevano kletjo, neogrevanim prostorom ali proti zunanjemu zraku ali proti odprtem prehodu ali proti tlom na terenu pri panelnem – talnem ogrevanju.	0,27
8	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem.	0,18
9	Ravna streha.	0,18
10	Lahke gradbene konstrukcije razen streh (pod 150kg/m ²)	0,27
11	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umestnih mas.	1,17

Vir: Razpis za sanacijo javnih zgradb s področja vzgoje in izobraževanje in energetska sanacija s področja zdravstva (Ministrstvo za delo 2011)



Slika 1: Toplotne izgube stavbe

Vir: <http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/stavbni-ovoj/>

Iz slike se vidi, da so največje toplotne izgube skozi zunanje stene stavbe, kar predstavlja približno 50 % vseh izgub. Ostale izgube so skozi stavbno pohoštvo (okna in vrata), streho in tla. Za preprečitev toplotnih mostov in s tem energijska učinkovitost stavbe se najučinkoviteje doseže s toplotno izolacijo ovoja stavbe. Če je ta čim boljše, tem manjši so toplotni tokovi skozi obodne konstrukcije.

(<http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/stavbni-ovoj/>)

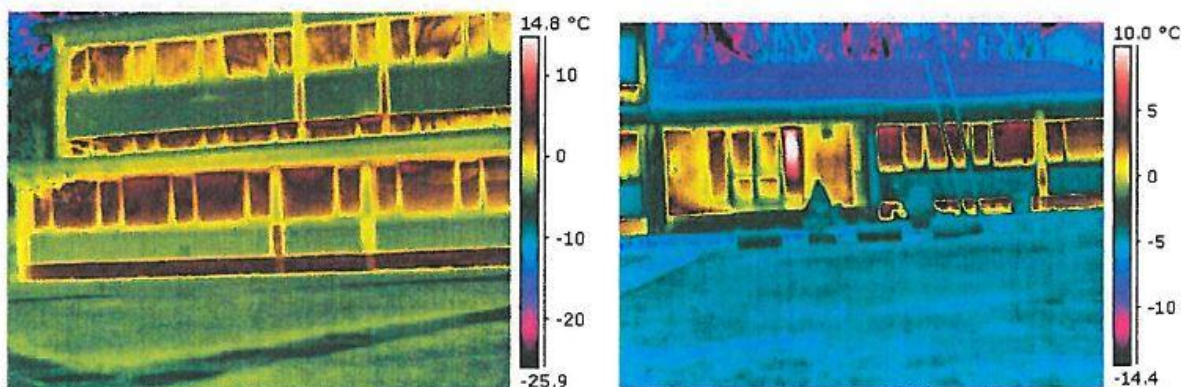
Toplotni tok – toplotni most

Toplotni tok oziroma toplotni most je mesto povečanega prehoda toplote v gradbeni konstrukciji ali napravi, zaradi spremembe materiala, debeline in geometrije konstrukcije (TSG-1-004:2010, 2010, točka 3.1.2). Kot je bilo napisano pod točko »*Toplotna prehodnost in prevodnost materiala*«, pride do prehoda toplote pri temperaturni razliki med notranjim in zunanjim prostorom (Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe, 2015, str. 22).

Toplotni tok nastaja pri prenosu toplote iz notranjih v zunanje prostore stavbe ali obratno. Na podlagi toplotnega toka izračunamo koliko toplote se prenese iz notranjih prostorov v zunanje oziroma v okolje ali obratno. Na toplotni tok, ki prehaja skozi ovoj stavbe, vplivajo poleg toplotnih prehodnosti gradbenih konstrukcij oziroma materialov, tudi površina in oblika stavbe. Obliko stavbe na energijsko rabo toplote v stavbi opredeljuje faktor oblike stavbe

$$f_0 = \frac{A}{V_e} \left[\frac{m^2}{m^3} = m^{-1} \right], \text{ kjer je } A \text{ zunanja površina ovoja stavbe, } V_e \text{ pa bruto termostatirana}$$

prostornina stavbe (Medved, 2014, str. 71). Mesta, kjer prihaja do povečanja prehajanja toplote v gradbeništvu, imenujemo toplotni mostovi. Jasno je, da mora biti vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po toploti čim manjši. Izognemo se jim lahko z učinkovitim načrtovanjem podrobnosti dosedanje gradbene tehnike, če pa to ni mogoče pa je treba dokazati, da vodna para na mestih toplotnih mostov ne bo kondenzirala in s tem povzročala škodo na stavbi. Vplivi in izračuni toplotnih mostov se upoštevajo po predpisanih standardih (TSG-1-004:2010, 2010, točka 3.1.2).



Slika 2: Termografska slika - prehod toplote skozi zunanje stene objekta v rumeni barvi

Vir: Razširjeni energetski pregled OŠ Veržej, Gradal Bojan Sekereš s.p.

Zmanjševanje pregrevanja in prezračevanje stavb

Dandanes preživimo ljudje večino časa v stavbah. Zato je pomen prezračevanja stavb s kakovostjo zraka velikega pomena poleg drugih zahtev bivalnega in delovnega ugodja (Medved, 2014, str. 97). S pasivnimi ukrepi je treba zagotoviti, da bodo potrebe po hlajenju in pregrevanje stavbe čim manjše. Pasivni ukrepi so na primer primerna arhitekturna zasnova stavbe, senčenje in naravno prezračevanje stavbe v nočnih in jutranjih urah. Za izračun in načrtovanje potreb po hlajenju je treba izkoristiti ugodne razmere nočnega in jutranjega prezračevanja, če je to glede na predvideni način rabe možno in dopustno. Z naravnim prezračevanjem v nočnih in jutranjih urah pripomoremo k povečanju hlajenja stavbe in s tem posledično k zmanjšanju pregrevanja stavbe. Pomembno vlogo pri zmanjševanju pregrevanja stavbe pa imajo tudi zastekljene površine in senčila. Po TSG-1-004:2010 morajo vse zastekljene površine na stavbi, ki so večje od $0,5 \text{ m}^2$, omogočati tako zaščito proti sončnemu obsevanju, pri kateri je faktor prepustnosti g (celotnega sončnega obsevanja stekla in senčila) manjši od 0,50 ($g < 0,50$). Izjema so zastekljene površine stavbe, ki so obrnjene na severno, severovzhodno ali severozahodno stran neba ali so v poletnem času umetno zasenčene z umetno ali naravno oviro. Faktor se določi po enačbi $g = g_{st} \cdot g_s$, kjer je g_{st} faktor prepustnosti celotnega sončnega obsevanja stekla in g_s faktor prepustnosti celotnega sončnega obsevanja senčila. Zaščita je lahko vgrajena na zunanjo stran zastekljenih površin ali vgrajena zaščita v medstekelni prostor, kot na primer vgradne notranje žaluzije med stekli oken. Zaščita proti sončnemu obsevanju, ki je kot senčilo vgrajeno v notranjosti zastekljenih površin, se ne šteje kot zaščita, na primer notranje zavese. Ukrepe, ki so potrebni za zmanjšanje pregrevanja

stavbe je treba določiti že v zasnovi samega načrtovanja stavbe (TSG-1-004:2010, 2010, točka 3.2).

2.6.3 Stavbno pohoštvo

Med stavbno pohoštvo se štejejo vertikalna zunanja okna in balkonska vrata, strešna okna, steklene konstrukcije gretih prostorov (npr. zimski vrt), steklene strehe, svetlobniki in svetlobne kupole, vhodna in garažna vrata. Po navadi je vso ostalo stavbno pohoštvo, razen vhodnih in garažnih vrat, zastekljeno. Z zastekljenostjo pa imajo ti proizvodi stavbnega pohoštva lahko še naslednje naloge, kot na primer dnevna osvetlitev prostorov, osončenje prostorov, naravno prezračevanje, vidni stik z zunanjim okoljem ipd. Toplotna prehodnost stavbnega pohoštva U je višja od toplotne prehodnosti dobro izolirane zunanje stene. Kljub temu pa je pomembno, da so svetlobne in druge lastnosti stavbnega pohoštva zadovoljive. Toplotna zaščita zato ni osnovna funkcija stavbnega pohoštva, je pa pomembna, kot pri ostalih gradbenih konstrukcijah. Pri sodobnem stavbnem pohoštvi je stopnja toplotne zaščite odvisna od lastnosti samega okna, vrat ali drugega stavbnega pohoštva (Vrste stavb, stavbnega pohoštva, 2015, str. 20).

Vsa okna in vrata vgrajena v stavbi morajo imeti izjavo o skladnosti z razredi o zrakotesnosti. Ti se določajo oziroma izvedejo po dveh standardih, in sicer SIST EN 12207 in SIST EN 13829. Pomembno je tudi, da zrakotesnost stavbe brez mehanskega prezračevanja ne presega treh izmenjav zraka na uro (TSG-1-004:2010, 2010, točka 3.4).

Tabela 4: Največje dovoljene toplotne prehodnosti stavbnega pohištva

STAVBNO POHIŠTVO	NAJVEČJA DOVOLJENA TOPLOTNA PREHODNOST $U_{\max}$ [W/m ² K]
Zasteklitev v ogrevanih prostorih U_{st}	1,10
Okna z lesenim profilom ali profilom iz umetne mase ali kombinacije materialov profilov, katerih osnova je les ali umetna masa	1,30
Okna s kovinskimi profili	1,60
Strešna okna in steklene stene	1,40
Zunanja vrata	1,60
Garažna vrata	2,00
Del na ovoju stavbe, kjer je vgrajena omarica za rolete ali druga senčila	0,60

Vir: Tehnična smernica TSG-1-004:2010 Učinkovita raba energije

Vgradnja stavbnega pohištva, RAL vgradnja

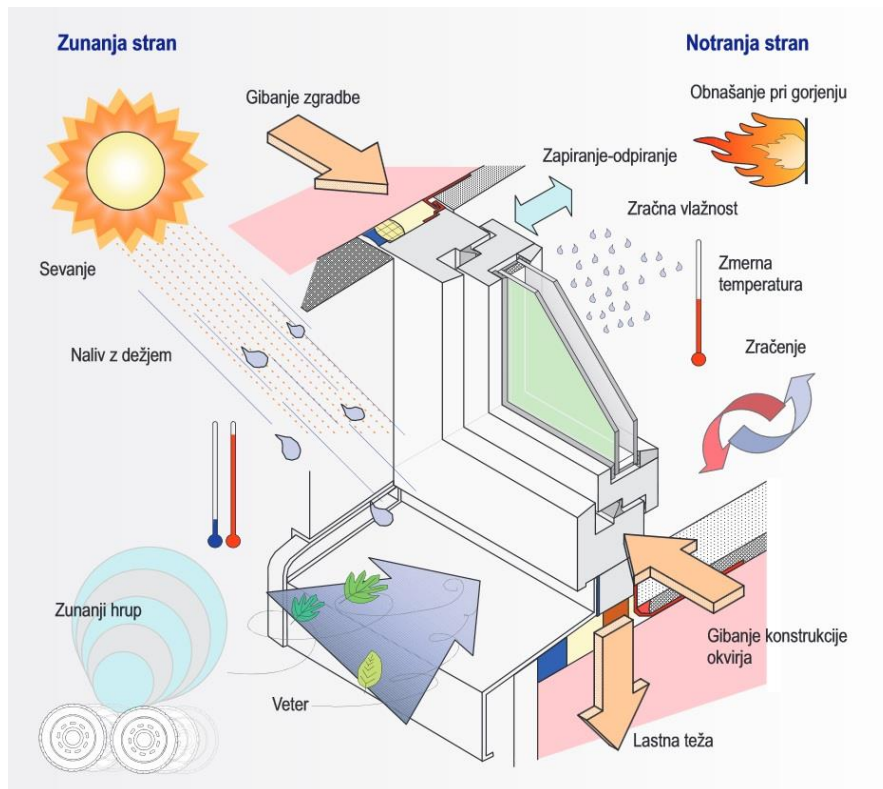
S sodobno vgradnjo stavbnega pohištva želimo preprečiti materialne, konstrukcijske, konvekcijske in zvočno toplotne mostove ter preprečiti poškodbe na stavbi zaradi vdora vlage in kondenzacije vodne pare. K sodobni vgradnji oken spada t.i. RAL vgradnja ali vgradnja oken po smernicah RAL. Smernica ne določa uporabe konkretnih materialov za posamezna okna, ampak se osredotoča na ciljno vgradnjo s priporočili in postopki vgradnje. Smernica obravnava tesnjenje fug, vse elemente vgradnje okna vključno z načrtovanjem (Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe, 2015, str. 4).

Smernica RAL izhaja iz Nemčije, kjer so nemški strokovnjaki s področja gradbeništva zaradi porabe energije in velikih izpustov škodljivih snovi v okolje, pričeli raziskovati možnosti varčevanja z energijo pri novogradnjah in tudi že zgrajenih stavbah. Konkretno so se osredotočili na rege med okenskimi in vratnimi podboji ter samo konstrukcijo, kjer je največja možnost nastanka neugodnih toplotnih mostov. Na teh delih prihaja do kondenzacije in s tem do plesni v notranjosti rege, lahko pa tudi na zunanosti rege na konstrukciji ali zidni špaleti. Znano pa je, da so plesni nevarne za človeško zdravje. Zato so strokovnjaki na podlagi analiz prišli do pravila energijsko učinkovite in pravilne vgradnje stavbnega pohištva, da se poškodbam na stavbi izognemo. Pravilna vgradnja stavbnega pohištva po evropskih smernicah EnEV, ki so jih poimenovali RAL smernice, gre po principu trinivojskega tesnjenja, znotraj bolj tesno kot zunaj, ki je sestavljeno iz treh delov:

1. zunanje tesnjenje kot zapora za veter in dež, ki mora biti paroprepustno,
2. notranje tesnjenje, ki mora biti zračno in paroneprepustno ter

3. toplotno-zvočne izolacije v vmesnem funkcionalnem delu rege
(<http://www.madizajn.si/montaza/ral-montaza/>).

Pravilno in učinkovito tesnjenje dosežemo s tesnilnimi trakovi in (ali) masami.



Slika 3: Sodobna vgradnja oken – Delovanje in vplivi na stavbni element

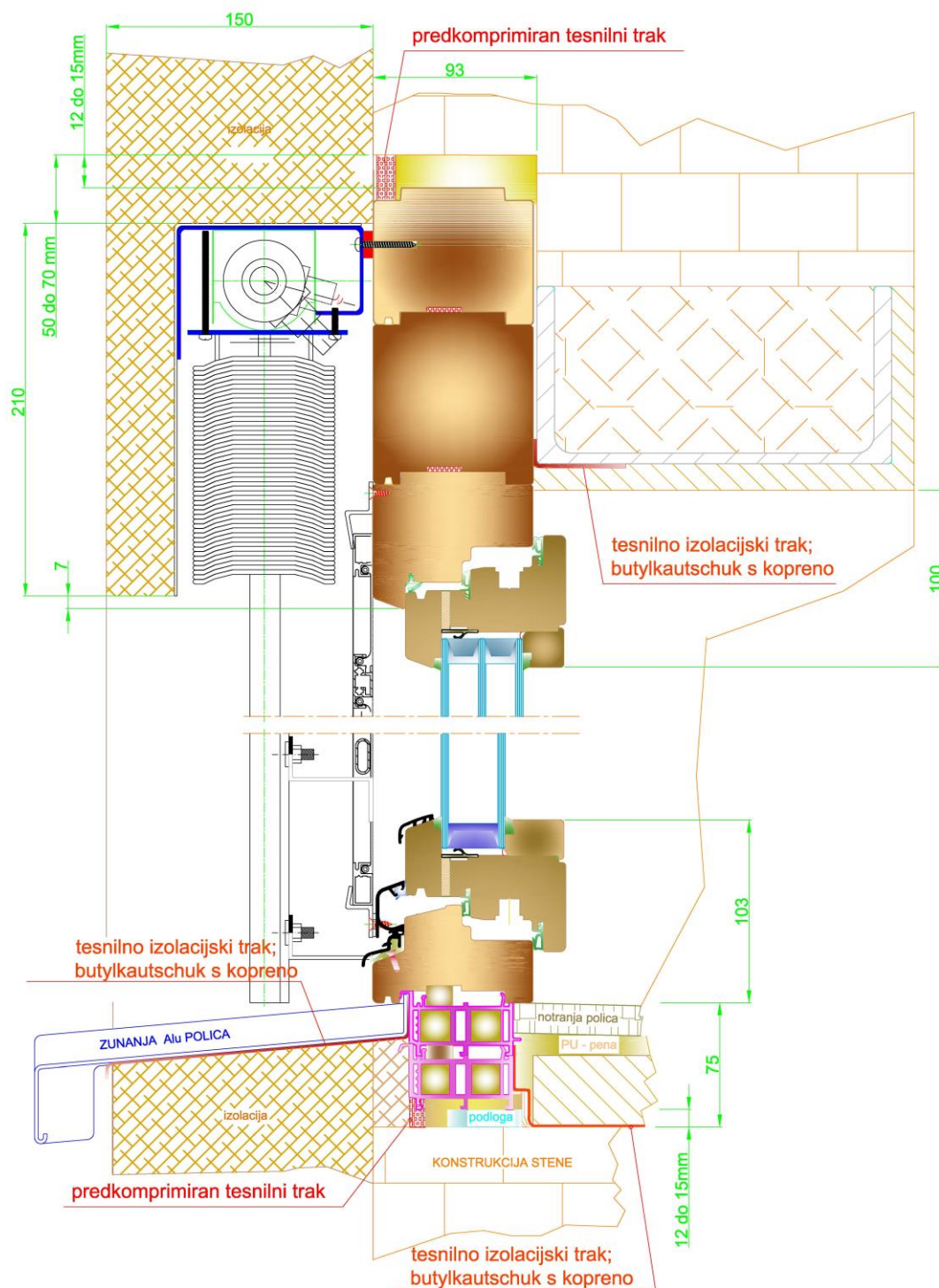
Vir:

http://www.vbhtrgovina.si/Resource/galleries/vbh/download/SI/Katalogi/Fachgerechte_Fenstermontage_greente_Q_SLO.pdf

Za stavbno pohištvo je velikega pomena tudi zrakotesnost. Zahteve stavb glede zrakotesnosti razvrščamo stavbno pohištvo v kakovostne razrede zračne prepustnosti. Ti razredi se določijo s preizkusi meritev pretoka zraka pri različnih tlačnih razlikah v laboratoriju. Energetsko učinkovitejša okna in vrata imajo nizko prepustnost zunanjega zraka v notranje stavbe, s tem pa omogočajo nizko porabo po energiji za ogrevanje. Z zrakotesnostjo stavbnega pohištva pa je treba omogočiti potrebno količino svežega zraka s prezračevanjem prostorov, na primer z odpiranjem oken in vrat (Medved, 2014, str. 113).

Za uspešno izvedbo RAL montaže, ki vključuje tesnjenje, pripravo podlag in končno sidranje stavbnega pohištva, je treba montažo po RAL smernici že ob načrtovanju projektne dokumentacije za novogradnje in tudi za sanacijo obstoječih stavb upoštevati in vključiti v dokumentacijo.

Prerez: A - A



Slika 4: RAL montaža stavbnega pohištva – okno

Vir: AJM okna-vrata-senčila d.o.o.

2.7 Energetska izkaznica stavbe

»Energetska izkaznica stavbe je javna listina s podatki o energetske učinkovitosti stavbe s priporočili za povečanje energetske učinkovitosti.« (EZ-1, 2014, čl. 313).

Energetska izkaznica naj bi bila neke vrste promocijski inštrument, ki v skladu z zakonodajo o energetske učinkovitosti spodbuja najem ali nakup energetske učinkovitejših objektov. Lastnika stavbe spodbuja k boljši energetske učinkovitosti svoje nepremičnine. Prav tako pa pri javnih stavbah spodbuja lastnike ali uporabnike k večji energetske učinkovitosti stavb in k kvalitetnejšemu spremljanju porabe energije v stavbi. Pri javnih stavbah s površino večjo od 250 m² mora biti energetska izkaznica na javno dostopnem mestu (prav tam, čl. 333 – 336). Tu se znova kaže spodbuda za javni sektor stavb, ki naj bi bile vzor energijske učinkovitosti drugim bivalnim ali proizvodnim stavbam. Vrste javnih stavb, za katere je potrebna izdelava energetske izkaznice so klasificirane z oznakami 12201 – stavbe javne uprave, 12630 – stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo, 12640 – stavbe za zdravstvo in 12610 – stavbe za kulturo in razvedrilo (Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena, priloga 1: Klasifikacija ravni objektov, 2011, čl. 2).

Pomembno o energetske izkaznici:

- Vsebuje referenčne vrednosti za primerjavo in oceno energetske učinkovitosti stavbe.
- Vsebuje priporočila za stroškovno učinkovite izboljšave energetske učinkovitosti za obstoječe stavbe.
- V večstanovanjskih stavbah velja samo ena energetska izkaznica za celotno stavbo.
- Izda jo pravna ali fizična oseba, ki je po 339. členu EZ-1 pooblaščen za to. Izda jo na zahtevo stranke.
- Energetska izkaznica se sočasno z njeno izdajo prijavi za vpis v register energetske izkaznic, ki ga vodi ministrstvo pristojno za energijo.
- Veljavnost izkaznice je 10 let (EZ-1, 2014, čl. 333).

Energetska izkaznica je obveznost lastnika stavbe, da pri prodaji ali oddaji v najem te stavbe ali dela stavbe, stranki predloži energetske izkaznico. Prav tako je obveznost investitorja, da pridobi energetske izkaznico pred uporabnim dovoljenjem za stavbo ali njen del, če je to potrebno. Pri tem pa mora energetska izkaznica vsebovati izpolnitve zahtev iz zakonodaje za energetske učinkovitost v stavbah. So pa tudi primeri stavb ali posamezni deli stavb za katere ni potrebno izdelati oziroma predložiti energetske izkaznice. To je na primer pri:

- oddaji v najem za obdobje manj kot eno leto,
- prodaji v primeru izkazane javne koristi za razlastitev,
- prodaji v postopku izvršbe in v stečajnem postopku,
- prodaji ali najemu nepremičnine, ki je v last Republike Slovenije ali kakšne lokalne skupnosti prešla na podlagi sklepa o dedovanju,
- stavbah, ki so varovane v skladu s predpisi o varstvu kulturne dediščine,
- stavbah, ki se uporabljajo za obredne namene ali verske dejavnosti,
- industrijskih stavbah in skladiščih,
- enostavnih in nezahtevnih objektih ter
- samostojnih stavbah s celotno uporabno površino manjšo od 50 m² (prav tam, čl. 334 in Direktiva 2010/31/EU, 2010).

Obveznost izdelave in uporabe energetske izkaznice je februarja 2014 predpisal EZ-1. Od 24. februarja 2015 naprej pa lahko inšpektorji kršiteljem izrečejo kazni, če pride do neupoštevanja zahtev za energetske izkaznice. S tem se želi poudariti vzpostavitev celovitega sistema kontrole kakovosti in neupoštevanja določil energetske izkaznice.

Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb

Pravilnik o metodologiji in izdaji energetske izkaznice stavb je bil izdan decembra leta 2014. Poleg samih metod izračunavanja predvideva in določa podrobnejšo vsebino in obliko energetske izkaznice ter kje jo je potrebno namestiti. V tem pravilniku so javne stavbe prav tako posebej obravnavane (Pravilnik o metodologiji in izdaji energetske izkaznice stavb, 2014, čl. 1).

Energetska izkaznica je lahko računsko ali merjena. Računska energetska izkaznica se lahko izda za vse vrste stavb (stanovanjske ali nestanovanjske, obstoječe ali novogradnje), medtem ko se merjena energetska izkaznica izda samo za obstoječe nestanovanjske stavbe (šole, pisarne, trgovske centre, ipd.) ali nestanovanjske dele stavbe. Iz izračunov računske energetske izkaznice lahko zastavimo priporočene ukrepe in njihove vračilne dobe. Na primer izračunamo ali se bolj splača zamenjati stavbno pohištvo ali izolirati podstrešje oziroma streho. Merjena energetska izkaznica se izdelava in izda iz računov za energijo za dobo zadnjih treh let. Rezultati računske izkaznice so odvisni od prejšnjega uporabnika ali lastnika oziroma njegovega življenjskega sloga. Vsebina in oblika računske energetske izkaznice je določena v

prilogi 1 Pravilnika o metodologiji in izdaji energetskih izkaznic stavb, vsebina in oblika merjene energetske izkaznice pa je določena v prilogi 2 (prav tam, čl. 3).

Vsaka vrsta energetske izkaznice ima določene kazalnike. Pri računski energetski izkaznici je kazalnik letne potrebne toplote za ogrevanje stavbe na enoto kondicionirane površine stavbe razvrščen v energijske razrede (A1, A2, B1, B2, C, D, E, F, in G), od najbolj energijsko učinkovitega oziroma varčnega razreda po abecedi navzdol. Priporočila v energetski izkaznici, ki so navedena v prilogi 3 Pravilnika o metodologiji in izdaji energetskih izkaznic stavb so na primer: izboljšanje kakovosti ovoja stavbe in energetskih sistemov, povečanje rabe OVE in organizacijski ukrepi (prav tam, čl. 6 in 7).

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi	Vrsta izkaznice: merjena
Št. izkaznice: _____ Velja do: _____	Vrsta stavbe: nestanovanjska
Identifikacijska oznaka stavbe, posameznega dela ali delov stavbe:	Fotografija stavbe (obvezno vstaviti)
Klasifikacija stavbe: Leto izgradnje: Naslov stavbe:	
Katastrska občina: Parcelna št.: Koordinati stavbe (X,Y):	

Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto

XXX kWh/m²a

Dovedena električna energija

XXX kWh/m²a

Primarna energija in Emisije CO₂

XXX kWh/m²a

XXX kg/m²a

Izdajatelj	Izdelovalec
Izdajatelj d.o.o. (st. pooblastila) Ime in podpis odgovorne osebe: Ostale elektronske podatke: Datum izdaje:	Janez Novak (st. pooblastila) Ime in podpis: Ostale elektronske podatke: Datum izdaje:

Informacije: ta energetska izkaznica je predpisani obliki, da jo lahko kadarkoli oddate v Energetski sklad. (Za 10.2022) - vsebinski prof. besedilo in opombe/izdaja, ki jo ni potrebno oddati v Energetski sklad.

Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb in v Energetski zakonici (Za 10.2022) - vsebinski prof. besedilo in opombe/izdaja.

list 1/4

ENERGETSKA IZKAZNICA STAVBE

Podatki o stavbi	Vrsta izkaznice: merjena
Št. izkaznice: _____ Velja do: _____	Vrsta stavbe: nestanovanjska

Podatki o velikosti stavbe

Kondicionirana površina stavbe A_k (m²)

Energent	Enote	Količina porabljenega energenta	Dovedena energija kWh/a	Primarna energija kWh/a	Emisije CO ₂ kg/a
ELKO	L				
UNP	m ²				
Zemeljski plin	m ³				
Dajinska toplota	kWh				
Lesna biomasa	kg				
Premog	kg				
Elektrika	kWh				
Drugo					
Skupaj					

graf (obvezno vstaviti)

Dovedena energija, namenjena pretvorbi v toploto, se porablja za:	☐ pripravo tople vode ☐ drugo ☐ ogrevanje ☐ toplo vodo ☐ prezračevanje ☐ razsvetljavo ☐ hlajenje ☐ drugo
Električna energija vključuje energijo za:	☐ pripravo tople vode ☐ drugo ☐ ogrevanje ☐ toplo vodo ☐ prezračevanje ☐ razsvetljavo ☐ hlajenje ☐ drugo

Energetska izkaznica stavbe je izdelana v skladu s Pravilnikom o metodologiji izdelave in izdaji energetske izkaznice stavb in v Energetski zakonici (Za 10.2022) - vsebinski prof. besedilo in opombe/izdaja.

list 2/4

Slika 5: Primer energetske izkaznice stavbe - 1. in 2. stran

Vir: <http://www.energetska-izkaznica.eu/vrste-izkaznic/merjena-energetska-izkaznica-stavbe/>

2.8 Požarna varnost v stavbah

Eden izmed pomembnih dejavnikov, ki ga prav tako rešimo s kvalitetno in primerno izbiro izolacije oziroma izolacijskega materiala, je požarna varnost v stavbah. Razmere glede nevarnosti pred požarom se z izolacijskim materialom bistveno izboljšajo. Še posebej to velja v javnih stavbah, kjer je zaradi večjega števila uporabnikov to velikega pomena. Stavbe morajo ljudem nuditi varno bivanje, delo ali izobraževanje. Najpogosteje je to ogroženo ob pojavu požara (Medved, 2014, str. 279).

Požarno varnost v stavbah določajo Zakon o varstvu pred požarom (v nadaljevanju ZVPoz-UPB1), Pravilnik o požarni varnosti v stavbah in z njim Tehnična smernica TSG-1-001:2010 Požarna varnost v stavbah (v nadaljevanju TSG-1-001:2010). ZVPoz-UPB1 določa, da se ob rekonstrukciji in vzdrževanju objektov v primeru nove toplotne zaščite požarna varnost stavbe ne sme zmanjšati (ZVPoz-UPB1, 2007, čl. 23). Pravilnik o požarni varnosti v stavbah je gradbeni predpis za stavbe, ki podrobneje opredeljuje bistvene zahteve varnosti pred požarom. Zahteve, ki jih določa so širjenje požara na sosednje objekte, nosilnost konstrukcije in širjenje požara po stavbi, evakuacijske poti in sistemi za javljanje ter alarmiranje ter naprave za gašenje in dostop gasilcev do stavbe (Medved, 2014, str. 306).

Pravilnik med drugim določa tudi, da morajo biti uporabljeni taki materiali oziroma proizvodi na stavbi, ki se težko vžgejo, v primeru vžiga pa dajejo nizke količine toplote in dima ter kar je zelo važno, omejujejo hitro širjenje požara po površini (Pravilnik o požarni varnosti v stavbah, 2004, čl. 3 - 6). TSG-1-001:2010 je prav tako kot že prej omenjena TSG-1-004:2010 vodilo za projektiranje stavb. V TSG-1-001:2010 so konkretno navedene minimalne tehnične zahteve za različne vrste objektov. Pri stavbah visokih do 10 m in od 10 do 22 m, ki so prav tako po višini ločene z požarnimi sektorji, je treba nujno uporabiti protipožarne pasove z vsemi odprtinami z negorljivo izolacijo. Ti pasovi so po navadi iz kamene volne, ki je klasificirana v višji razred negorljivosti. Prav tako se za energetske sanacije obstoječih fasad priporoča uporaba izolacijskih materialov ovoja stavbe iz kamene volne, ki je zelo dober izolator toplote in še primeren negorljiv material za zaščito pred požarom (TSG-1-001:2010, 2010, točka 2).

3 PRIMER: ENERGETSKA SANACIJA OSNOVNE ŠOLE VERŽEJ

3.1 Osnovne informacije objekta

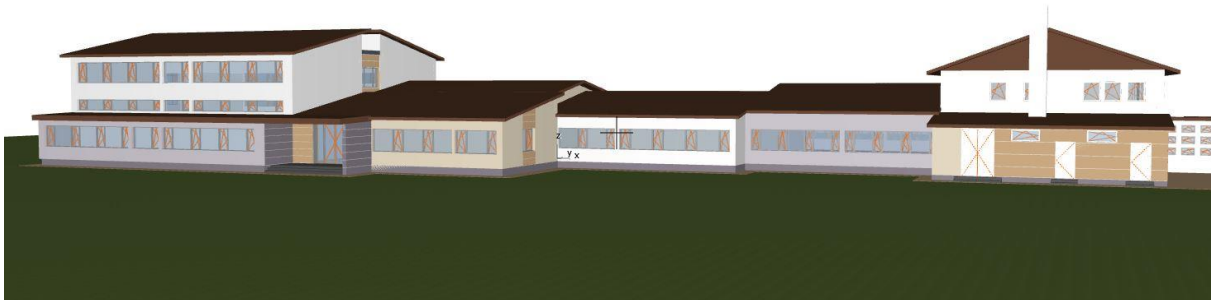
Tabela 5: Osnovne informacije obravnavanega objekta šole

Ime stavbe:	Osnovna šola Veržej
Naslov stavbe:	Puščenjakova ulica 7, 9241 Veržej
Katastrska občina:	234 – Veržej
Št. parcele:	2020/1
Leto zgraditve/ustanovitve:	1969, 1989 in 1992
Število etaž:	P+1
Tip in klasifikacija stavbe:	Javna stavba, 12630 – Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

Vir: Lasten

Ustanovitelja Občina Ljutomer in Republika Slovenija sta ustanovila Vzgojno izobraževalni zavod v Veržeju. Sedaj je, po reorganizaciji občin, vlogo ustanovitelja prevzela Občina Veržej. Leta 2007 se je zavod preimenoval v Osnovno šolo Veržej (v nadaljevanju OŠ Veržej). V OŠ Veržej se izobražujejo otroci iz treh območij občin (Banovci, Bunčani in Veržej). Del OŠ Veržej je vzgojni zavod, v katerem domujejo in se prav tako izobražujejo otroci s čustvenimi in vedenjskimi motnjami. Vse skupaj šolo obiskuje 151 učencev, ki so razporejeni v 14 oddelkov.

Celoten objekt osnovne šole je sestavljen iz več gradbenih sklopov, ki so bili zgrajeni v različnih časovnih obdobjih, kot so narekovale potrebe po novih prostorih in namenih. Tako je bil osnovni del šole zgrajen že leta 1969. Leta 1989 je šola doživela dozidavo štirih matičnih učilnic, zbornice, kotlovnice, telovadnice s pripadajočimi prostori, hodnik, pisarne v nadstropju in vhodni vetrolov. V sklopu dozidave se je s časoma dozidal še objekt Vzgojno-izobraževalnega zavoda Veržej, ki je z zastekljenim hodnikom povezan z objektom OŠ Veržej.



Slika 6: Vsi objekti OŠ Veržej po barvni študiji projekta energetske sanacije

Vir: Projekt PZI, podjetje Gradal Bojan Sekereš s.p.

Danes lastnika OŠ Veržej, Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport RS in Občina Veržej, sta tudi naročnika projektne dokumentacije - projekta za izvedbo, s katero želita izboljšati energetske učinkovitost OŠ Veržej. Vključen je tudi projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja za dozidavo in rekonstrukcijo kotlovnice za nove potrebe ogrevanja. Predmet projekta za izvedbo energetske sanacije ovojja OŠ Veržej je le del šole, brez vzgojnega zavoda. Projekt za izvedbo je izdelal Gradal, Bojan Sekereš s.p. Energetska sanacija OŠ Veržej pred letom 2016 še ni predvidena in jo bosta lastnika financirala iz lastnih sredstev v kombinaciji z morebitnimi sredstvi pridobljenimi na kakšnem javnem razpisu EU (http://www.verzej.si/index.php?option=com_content&task=view&id=228&Itemid=67).



Slika 7: Osnovna šola Veržej - objekti šole

Vir: Lasten

3.2 Priprava projekta

Projekt za izvedbo (v nadaljevanju PZI) energetske sanacije OŠ Veržej obsega samo del osnovne šole. Sem spadajo prostori za izobraževanje, pisarniški prostori, šolska dvorana in prenova kotlovnice. K projektu za izvedbo energetske sanacije je vključen tudi projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (v nadaljevanju PGD) za novi prizidek kotlovnice. Primer energetske sanacije OŠ Veržej, preko PZI in PGD, je z dovoljenjem Gradal-a, Bojan Sekereš s.p., uporabljen v diplomskem delu. Pri tem projektu sem tudi sam osebno sodeloval v sklopu obvezne delovne prakse.

V projektu energetske sanacije je vključena nova toplotna zaščita stavbnega ovoja, zamenjava stavbnega pohištva, dozidava novega dela kotlovnice k obstoječi, prenova strojnih inštalacij za ogrevanje v kotlovnici in samem objektu OŠ Veržej in dela električnih inštalacij ter naprav. Streha obravnavanega objekta je nova, prenovljena in se je ne obdeluje v projektu. Prav tako so na predelu nad pisarniški prostori že nameščeni solarni kolektorji za OVE.

3.3 Postopek izdelave projekta energetske sanacije OŠ Veržej

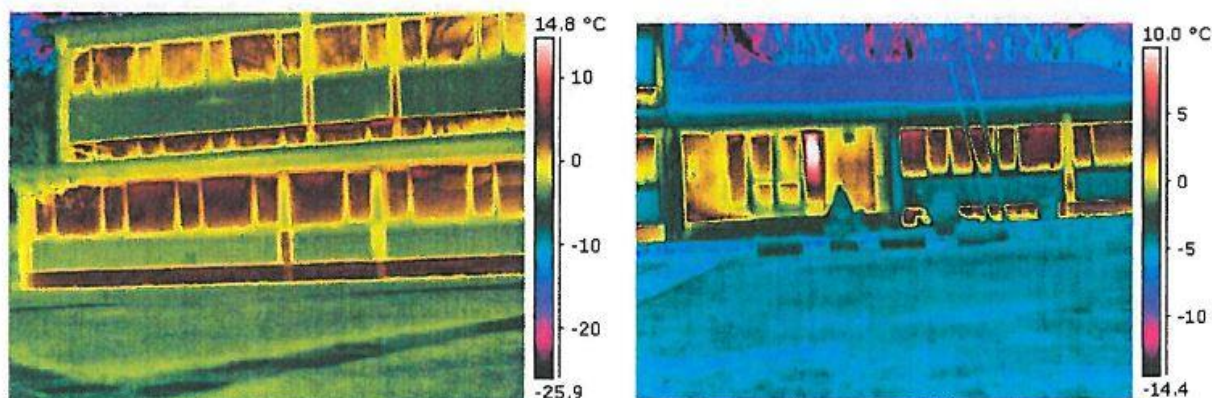
Postopek izdelave projekta energetske sanacije OŠ Veržej je potekal po naslednjem postopku:

1. Pridobitev, pregled in analiza razširjenega energetskega pregleda OŠ Veržej.

Naročnik je želel pred investicijo v energetske sanacije OŠ Veržej opraviti razširjeni energetski pregled. Z energetskim pregledom so želeli pridobiti informacije o porabah električne energije, kurilnega olja, plina in vode ter možnostih znižanja stroškov s primernimi ukrepi, ki so osnova za pripravo projektne in investicijske dokumentacije. Iz slike 5 je razvidno, da objekti OŠ Veržej spadajo med starejšo arhitekturo, ko tehnika gradnje ni posvečala veliko pozornosti toplotni zaščiti stavb. Na to kažejo dotrajana lesena okna s slabo zasteklitvijo in zunanji ovoj z minimalno toplotno izolacijo. Del objekta šole, ki obsega telovadnico in uradni del, je deloma saniran, kar pomeni da so ponekod vgrajena energijsko učinkovitejša okna iz PVC okvirjev, z dvojno zasteklitvijo in toplotno prehodnostjo $U = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Za potrebe ogrevanja objekta osnovne šole se uporablja kotlovnica, v kateri je nameščen sistem za ogrevanje s kotli na kurilno olje. Objekt se ogreva s panelnimi in rebastimi radiatorji različnih tipov in velikosti v dvocevnem ogrevalnem sistemu. Za pripravo tople vode je na strehi telovadnice vgrajenih 30 sprejemnikov sončne energije. Ti so

bili vgrajeni leta 2010. V kotlovnici pa je vgrajen hranilnik toplote PS 3000, prostornine 3000 L. Pomemben del pri porabi električne energije je razsvetljava, katere namen je zagotoviti energijsko učinkovito razsvetljavo. Trenutna razsvetljava je zadovoljiva, ne pa tako kvalitetna, da bi se na šolskih klopih in tablah povečala vidljivost, zagotovila varnost in dobro počutje učencev in zaposlenih. Površina celotne stavbe $A = 1.583 \text{ m}^2$. Dejanska letna poraba toplote za ogrevanje $Q_{dh} = 308.147 \text{ kWh/a}$. Specifični stroški za ogrevanje $C = 5,97 \text{ EUR/m}^2$.

Topografska slika objekta OŠ Veržej prikazuje temperature na površini objekta. Na sliki se vidi obarvan objekt v različnih barvnih odtenkih, ki nam povedo površinsko temperaturo objekta, ki jo odčitamo iz barvne temperaturne lestvice. Višja zunanja površinska temperatura pomeni višjo toplotno prevodnost stene ali stavbnega pohištva oziroma slabo toplotno zaščito - izolacijo. Iz slike se vidijo toplotne izgube skozi stavbno pohištvo (okna in vrata), toplotni mostovi skozi vmesne stebre in fasadni podzidek. Pri zunanji temperaturi -1°C je temperatura fasadnega podzidka 8°C , oken pa od 5°C do 7°C . To je vzrok za povečan toplotni tok med ogrevanimi prostori in zunanjim zrakom v zimskem času. S tem pa je tudi ogrevanje notranjih prostorov močno povečano (Razširjeni energetski pregled OŠ Veržej, 2012).



Slika 8: Topografska slika - zahodna stran OŠ Veržej, levo učilnice in desno vhod

Vir: Razširjeni energetski pregled OŠ Veržej, Gradal Bojan Sekereš s.p.

2. Koordinacija z naročnikom in uporabnikom OŠ Veržej glede zahtev energetske sanacije objekta.

3. Pregled obstoječe projektne dokumentacije OŠ Veržej.

Ugotovljeno je bilo, da je bila stavba osnovne šole grajena v več fazah in v več časovnih obdobjih. Temu se je objekt šole primerno tudi minimalno izoliral.

3.1 KONSTRUKCIJA:

Vsi objekti so zgrajeni iz opeke. Osnovni objekt, ki je bil zgrajen prvi, ima pritličje in nadstropje. Pritličje je večje tlorisne površine od nadstropja tako, da je nad delom pritličja izvedena enokapna streha. K osnovnemu delu objekta je prizidan pritlični del, v katerem so prostori garderob in glavnega vhoda v šolo, jedilnica, kuhinja, zbornica za učitelje in sanitarije. Preko hodnika je ta del povezan z dodatnim pritličnim prizidkom, v katerem so učilnice. V nadaljnjem prizidku so prostori uprave šole, kotlovnica ter telovadnica s pomožnimi prostori in garderobami. Ta del je nadstropen, razen telovadnice.

3.2 STREHA:

Streho nad nadstropjem osnovnega objekta sestavljata simetrični enokapni strehi. Dvokapna streha se nahaja nad jedilnico in nazadnje dozidanimi učilnicami ter nad delom uprave šole in telovadnice. V celoti je streha iz pločevinastih panelov, ki so izolirani s poliuretansko peno. Sanacija strehe je bila izvedena pred nekaj leti in je v dobrem stanju.

3.3 STAVBNO POHIŠTVO:

Obstoječa okna na objektu so lesena in sestavljenih oblik, razen oken na delu uprave šole in telovadnice, kjer so okna iz PVC umetne mase. Lesena okna kot taka ne ustrezajo predpisom energetske učinkovitosti stavb. Senčila so notranja iz tekstila. Zunanje ali vmesne zaščite oziroma senčil ni. Vsa notranja vrata so lesena. Vhodna vrata se nahajajo na glavnem vhodu v objekt šole pri garderobi in jedilnici. Ta vrata so lesena z dvojno zasteklitvijo. Na telovadnici in kotlovnici so kovinska vrata.

4. Pregled stanja OŠ Veržej na terenu:

- 4.1. Fotodokumentacije celotnega zunanjšega ovoja stavbe, notranjosti objekta in vseh potrebnih detajlov na ovoju stavbe in v notranjosti (na primer: špaleta odprtin, betonski napušč, debelina obstoječe toplotne izolacije, notranja razsvetljava,...) za učinkovito rabo energije.
- 4.2. Detajlne izmere zunanosti objekta, posameznih notranjih prostorov in izmere stavbnega pohištva.



Slika 9: Izmere okenskih polic in špalet oken ter lokacija dozidave novega dela kotlovnice

Vir: Lasten

4.3. Pregled lokacije dozidave novega dela stavbe, za potrebe razširitve obstoječe kotlovnice.

5. Določitev projektne dokumentacije za energetske sanacije OŠ Veržej.

Posegi za izboljšanje energetske učinkovitosti objekta osnovne šole se bodo izvedli kot vzdrževalna dela na podlagi projekta za izvedbo. Predvideni posegi v PZI so sledeči: zamenjava obstoječega stavbnega pohištva, ustrezna toplotna izolacija ovoja stavbe, dodatna izolacija stropov, kjer je potrebna zamenjava vseh obstoječih svetil z novimi varčnimi, zamenjava obstoječih ventilov na radiatorjih centralnega ogrevanja s termostatskimi ventili ter dozidava in rekonstrukcija kotlovnice s predelavo in novim medijem ogrevanja – toplotna črpalka. Za dozidavo novega dela kotlovnice je bil izdelan projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja v skladu s predpisano zakonodajo. Prizidek k obstoječi kotlovnici se bo zaradi potreb po novem sistemu ogrevanja izvedel v dimenzijah 12,80 x 4,20 m.

V sklopu PZI bi bilo priporočljivo izdelati tudi energetski izračun. Iz energetskega izračuna se lahko določijo točni prihranki in doba odplačevanja investicije. Kot je razvidno iz diplomskega dela se energetski izračun po navodilih naročnika ni izdelal. Naročnikom, ki želijo oceniti energetsko varčevalni potencial njihovih stavb pa se poleg izdelave energetskega pregleda stavbe priporoča, da za izhodišče uporabijo primerjavo energetskih kazalcev stavbe t.i. »benchmarking«. Primerjati več osnovnih šol glede na porabo toplote. Merilna sistema za primerjavo uporabimo bruto prostornino (kWk/m^3) in število razredov (MWh/razred). Rezultati bi sicer pokazali različne rezultate, ampak bi iz teh rezultatov lahko izbrali kako energetsko potratna je obravnavana šola v primerjavi z drugimi.

6. Izdelava arhitekturnih risb iz terenskih izmer in obstoječe projektne dokumentacije stavbe.

Izdelal se je tloris pritličja in nadstropja, vse fasade in prerez objekta, kot osnovne podloge za nadaljnjo izdelavo PZI in PGD.

7. Študije toplotno-izolacijskih materialov in stavbnega pohištva primernih za objekt

Vnovičen pregled namena, ciljev in ukrepov razširjenega energetskega pregleda ter obstoječe projektne dokumentacije. Posvetovanje s strokovnjaki za izolacijske materiale iz podjetja JUB kemična industrija d.o.o. Slovenija in posvetovanje s strokovnjaki za stavbno pohištvo iz podjetja AJM okna-vrata-senčila d.o.o. Po posvetovanju s strokovnjaki se je določil material toplotne izolacije in njegova debelina ter ustrezno stavbno pohištvo.

8. Nameravani posegi na objektu OŠ Veržej v sklopu energetske sanacije.

Pred vsemi posegi za potrebe sanacije fasade je potrebno predhodno odstraniti vse vertikalne odtočne cevi in vse zunanje elemente (klimatske naprave, telekomunikacijske omarice, strelovod,...) na ovoju stavbe.

8.1. FASADA:

Ugotovljeno je bilo, da je celotna fasada objekta energetsko neustrezna, saj je izvedena z nezadovoljivo toplotno zaščito. Podrobnosti fasade okoli oken, betonski strešni napušči in fasadni podzidek niso obdelani v skladu z današnjo gradbeno tehniko.

Obstoječi fasadi na osnovnem objektu šole, ki je debeline od 5 do 6 cm ekspandiranega polistirena (beli stiropor), se bo dodal novi sloj toplotne izolacije iz kamene volne za fasade, debeline 12 cm in s toplotno prevodnostjo $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ ali boljše. Na telovadnici in upravnem delu OŠ Veržej se bo k obstoječi toplotni izolaciji, ki je debeline 10 cm in istega materiala kot pri osnovnem objektu dodal sloj nove toplotne izolacije kamene volne, debeline 8 cm in s toplotno prevodnostjo $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ ali boljše. Novi prizidek kotlovnice se bo prav tako toplotno izoliral s kameno volno za fasade, debeline 18 cm. Na izvedeno toplotno izolacijo se bo namestila armirana mrežica z lepilom in zaključni sloj iz mineralnega materiala v barvi po izbiri naročnika in projektanta. Na mestih, kjer je možnost fizičnih poškodb fasade, se bo fasada dvojno armirala z mrežico, kar je razvidno iz načrtov in detajlov. Za potrebe pritrditve toplotne izolacije se bodo poleg lepila uporabila še sidra v skladu z navodili proizvajalcev fasadnih sistemov.

Zunanje okenske špalete se bodo toplotno izolirale s kameno volno, debeline 4 cm, notranje špalete pa s toplotno izolacijo iz stiropora, debeline 4 cm.

Ob zunanjih stenah objekta je za potrebe fasadnega podzidka potrebno odkopati in izvesti visokotlačno pranje podzidka. Pred lepljenjem izolacije fasadnega podzidka oziroma cokla, se bo izvedla izravnava s cementno maso kot na primer Hidrostop flex. Toplotna zaščita fasadnega podzidka bo izolacija iz ekspandiranega polistirena, kot na primer Jubizol EPS Strong ali podobno v debelini 12 cm. Prav tako se bo pred zaključnim slojem izvedlo še dvojno armiranje z mrežico in lepilom.

Poseben pomen je tudi na dilatacijah med vsemi objekti objekta šole. Na teh mestih je potrebno namestiti dilatacijske fasadne profile, kot na primer Baunit Dehnfugen Profil E-form ali podobno.

8.2 IZOLACIJA STROPOV

V notranjosti šole v vseh učilnicah, kabinetih, kuhinji in sanitarijah se bodo odstranili leseni spuščeni stropi, pred tem pa še vsa svetila in ostala morebitna oprema (projektorji, karnise, zavesa, ipd.). Izvedli se bodo novi spuščeni stropi iz montažnih mavčno-kartonskih plošč, parne zapore in toplotne izolacije v debelini 16 cm.

8.3 OKNA

Zamenjala se bodo vsa okna na objektu, razen na telovadnici in na uradnem delu OŠ Veržej, katera so bila nedavno že zamenjana in so ustrezna. Nova okna bodo v lesenih okvirjih z zunanjo zaščito iz aluminija. Zastekljena bodo s trojnim termopan steklom in morala bodo imeti koeficient toplotne prehodnosti vsaj $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ali manj. Nova okna se bodo vgradila v enaki obliki kot obstoječa. Na oknih, kjer se bodo montirale nove zunanje aluminijaste žaluzije in kjer se bodo dodatno toplotno izolirale okenske špalete, se bodo vgradila okna z razširitvenim lesenim profilom. Nove zunanje špalete bodo iz aluminija. Te morajo biti širše vsaj 3-4 cm od širine špalete okna, zaradi primernega odtekanja vode iz polic. Prav tako se bodo na notranji strani oken vgradile nove okenske police kot na primer Topalit ali podobno. Pod okenskimi policami se mora položiti še toplotna izolacija v naklonu.

8.4 ZUNANJA VRATA

Tudi vsa zunanja vrata se bodo odstranila. Nova vhodna vrata v objekt šole bodo lesena z aluminijasto zaključno oblogo in zasteklitvijo s trojnim termopan varnostnim steklom. Za

zunanja vrata telovadnice se bodo vgradila nova kovinska vrata z dvostranskim odpiranjem in s potrebnim okovjem za potrebe izhoda v sili s »panic« okovjem. Vrata se bodo tudi ustrezno toplotno izolirala.

8.5 ELEKTRIČNE INŠTALACIJE

V sklopu energetske sanacije je zaradi novega toplotnega ovoja stavbe in zaradi dotrajanosti električne opreme potrebno zamenjati priključno mesto merilnega razdelilnika R-PMR in razdelilnika za energetski razvod R-g. V sklopu električnih inštalacij se bo izvedla premestitev strelovoda, zaradi novega toplotnega ovoja stavbe. V notranjosti objekta šole in v telovadnici se bodo zamenjale stare svetilke z novimi, ki bodo imele boljši svetlobno tehnični izkoristek.

8.6 SISTEM OGREVANJA

Za energetsko sanacijo objekta šole se bo v celoti obnovil sistem ogrevanja objektov. Za te potrebe se bo dozidal novi prizidek kotlovnice z novim medijem ogrevanja - toplotno črpalko voda-voda. Skupna toplotna moč toplotne črpalke bo 300 kW. Toplotna črpalka bo imela štiri črpalne in reverzibilne vrtine. Pri tem se izkorišča podtalno vodo kot toplotni vir, saj ima celoletno konstantno temperaturo med 8 in 12 °C. Talna voda tako nudi ugodne pogoje za delovanje, saj ima od večine alternativnih virov dokaj konstantno temperaturo, kar posledično prinaša tudi višja grelna števila in nižje stroške delovanja (predvsem v zimskem času). Za namen izkoriščanja toplote podtalnice so zgrajene tako zajemne (črpalne), kakor tudi povratne (reverzibilne) vrtine za vračanje talne vode nazaj v vodonosni sloj. Iz sesalne vrtine vodo na površje črpa potopna palična črpalka, talna voda pa se nato vodi preko uparjalnika toplotne črpalke, ki se pri tem ohladi za cca. 4-5°C, pri tem pa odda del svoje toplote.

Kot dodatni vir energije za ogrevanje se bo ohranilo kurilno olje, ki se bo po novem skladiščilo v novem prizidku kotlovnice. Obstoječi rezervoar za kurilno olje, ki se nahaja 10 m od obstoječega dela kotlovnice, se bo odstranil. V prihodnje se načrtuje še ogrevanje sosednjih stavb vrtca in učnih delavnic iz te iste kotlovnice. Za te potrebe se bo izdelal novi razdelilnik z devetimi ogrevalnimi krogi in hidravlična vključitev novega ogrevalnega vira. Poleg novega sistema za ogrevanje pa se bodo namestili termostatski ventili in s tem bo ravnovesje ogrevanja prostorov ustrezno.

8.7 NOVA KOTLOVNICA

K obstoječi kotlovnici se bo dozidal novi prizidek kotlovnice. Prizidek bo pritličen, dimenzij 4,80 x 12,80 m, velikosti približno 50 m². S tem se bo pridobil dodaten prostor za novi sistem ogrevanja objekta šole. Streha bo enokapnica z minimalnim naklonom. Prizidek bo sestavljen iz dveh prostorov. V prvem prostoru, ki bo manjši, bosta vgrajena dva rezervoarja za kurilno olje, skupnega volumna 6000 L. V drugem prostoru bodo vgrajene toplotne črpalke, zalogovnik, izmenjevalci toplote, raztezne posode in regulacijski elementi. Vsi priključki gospodarsko javne infrastrukture se bodo za potrebe prizidka podaljšali iz obstoječega objekta šole. Za prizidek novega dela kotlovnice k objektu šole je bil izdelan PGD v skladu za to predpisano zakonodajo.

9. Načrtovanje in izris vseh arhitekturnih risb za projekt energetske sanacije OŠ Veržej

Po vseh določenih nameravanih posegih je sledilo tehnično načrtovanje vseh načrtov in risb. Dopolnile so se tlorisne podlage obstoječega stanja. Vrisalo in označilo se je novo stavbno pohoštvo, označili nameravani posegi energetske sanacije in prizidek novega dela kotlovnice. Nato so se izrisale še vse fasade objekta OŠ Veržej in dva prereza. Na risbah fasad so se označila mesta dvojnega armiranja stavbnega ovoja. Ostala grafična priloga k projektu zajema trinajst detajlov, kjer je natančno prikazana izvedba in material posameznih elementov uporabljenih za energetske sanacije objekta.

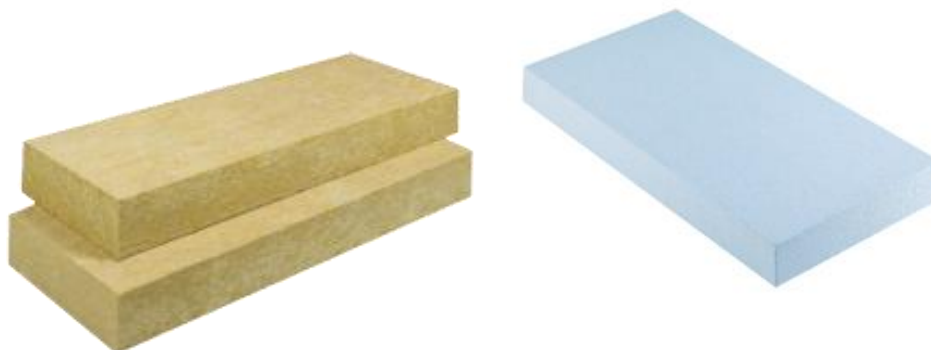
Za izvedbo energetske sanacije sta se izdelali dve barvni študiji celotnega objekta OŠ Veržej, ki prikazujeta kako naj bi bil videti objekt OŠ Veržej po energetske sanaciji. Barvna študija je izdelan prikaz predloga barvne študije fasade OŠ Veržej. Izdelana je bila po razpoložljivi barvni karti proizvajalca JUB – JUMIX, ki predstavlja usmeritve pri izboru barv. Barvna študija je bila izdelana s pomočjo 3D programa za projektiranje in izris stavb.

3.4 Uporabljeni toplotno- izolacijski materiali in stavbno pohoštvo v projektu

3.4.1 Toplotno-izolacijski materiali

Toplotno-izolacijski materiali, ki so uporabljeni v projektu energetske sanacije OŠ Veržej, so materiali, ki ustrezajo predpisom in zakonodaji energetske učinkovitosti stavb ter požarni varnosti v stavbah. V tem primeri so strokovnjaki na področju toplotne izolacije ovoja stavbe

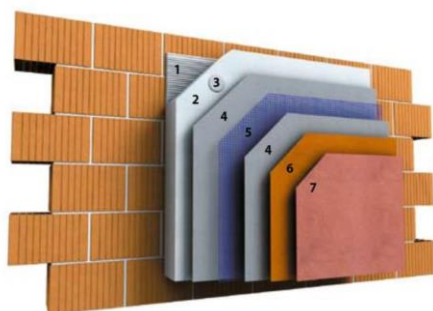
iz podjetja JUB Slovenija priporočali dva njhova proizvoda oziroma dva ustrezna fasadna sistema za ta projekt.



Slika 10: Jubizol MW - Plošče iz mineralne volne(levo) in Jubizol EPS Strong F S0(desno)

Vir: <http://www.jub.si/fasadni-sistemi-energetske-resitve/fasadni-sistemi-jubizol/jubizol-mw>

Prvi toplotnoizolacijski fasadni sistem je Jubizol MW. Ta fasadni sistem se bo uporabil za toplotno zaščito vseh zunanjih sten. Fasadni sistem Jubizol MW je namenjen za objekte do in tudi nad 22 m. Obloga so lahko lamele ali plošče iz mineralne oziroma kamene volne in komponente zaključnih materialov Jubizol. Sistem izpolnjuje vse zahteve za požarno varnost stavb, tako da je sistem Jubizol MW negorljiv in spada v razred gorljivosti A1 (EN 13501-1). Uporaba plošč iz mineralne (kamene) volne je zelo dobra toplotna zaščita, saj imajo koeficient toplotne prehodnosti λ : 0,036 W/mK. Zaključni sloj sistema ima dobro paroprepustnost in tako zagotavlja zaščito pred padavinsko vodo. Nudi zelo dobro zvočno izolacijo in odpornost pred algami in plesni na samem ovoju stavbe. Sistem Jubizol MW ima pridobljeno Evropsko tehnično soglasje – ETA (<http://www.jub.si/fasadni-sistemi-energetske-resitve/fasadni-sistemi-jubizol/jubizol-mw>).



Sestava fasadnega sistema JUBIZOL MW		
Sloj	Sestava	Izdelek
1	Izolacijska obloga	Lamele ali plošče iz mineralne volne za kontaktne fasade
2	Lepilo	JUBIZOL lepilna malta Možna uporaba JUBIZOL lepilo, Ultralight fix in Strong fix
3,5	Osnovni omet	JUBIZOL lepilna malta Možna uporaba JUBIZOL Ultralight fix ali Strong fix
4	Armatura	JUBIZOL fasadna mrežica 160 g/m ²
6	Osnovni premaz	JUBIZOL Unigrund
7	Zaključna obdelava	JUBIZOL Silicone finish S 1,5 mm JUBIZOL Silicone finish S 2,0 mm JUBIZOL Silicone finish T 2,0 mm Možna uporaba JUBIZOL Silicate, Unixil, Nano finish S (glajen) in T (zariban) granulacij 1,5 in 2,0 mm

Slika 11: Fasadni sistem Jubizol MW - komponente sistema

Vir: <http://www.jub.si/fasadni-sistemi-energetske-resitve/fasadni-sistemi-jubizol/jubizol-mw>

Drugi toplotno izolacijski fasadni sistem je sistem Jubizol Strong. V projektu energetske sanacije OŠ Veržej se bo uporabil za ovoj celotnega podzidka objekta šole. Toplotno izolacijski material v tem sistemu so plošče Jubizol EPS Strong – S0. Plošče zagotavljajo izjemno vodoodbojnost in mehansko zaščito hidroizolacije. Za izvedbo podstavka OŠ Veržej se je ta sistem izbral tudi zaradi vkopanega dela fasade. Tako se bodo zunanje stene pod terenom optimalno in ekonomično toplotno zaščitile. Jubizol EPS Strong je zelo lahek material in enostaven za vgradnjo. Pomembno pa je tudi, da ima ugoden koeficient toplotne prevodnosti λ : 0,037 W/mK. Da bi dosegli visoko upogibno in natezno trdnost nosilnih slojev sistema ter povečano odpornost fasade na udarce in perforacijo, pa je treba fasado dvojno armirati in za ta namen izdelati osnovni omet z mikroarmiranimi dodatki. S tem se fasadi zagotovi predvsem varnost pred točo, naravnimi ekstremi, vetrom in vandalizmom (<http://www.jub.si/fasadni-sistemi-energetske-resitve/izolacija/jubizol-eps-f-strong-s0>).

3.4.2 Stavbno pohištvo

Zunanje stavbno pohištvo, torej okna in vrata, ki je v projektu energetske sanacije OŠ Veržej namenjeno za zamenjavo, se je določilo s pomočjo strokovnjakov iz podjetja AJM okna-vrata-senčila d.o.o. iz Kozjaka nad Pesnico pri Mariboru. Lastnosti stavbnega pohištva, ki se jih zahteva v projektu energetske sanacije OŠ Veržej morajo biti izpolnjene. Proizvodi podjetja AJM te lastnosti izpolnjujejo, zato so se uporabili kot primeri v projektu.

Stavbno pohištvo mora biti iz lesa smreke z zunanjo zaščito iz aluminija in mora biti izdelano v skladu z zahtevami slovenskega standarda SIST EN 14351-1: 2006. Kot dokazilo za izpolnjevanje zahtev slovenskega standarda SIST EN 14351-1: 2006 mora ponudnik k ponudbi priložiti ustrezen certifikat o izpolnjevanju zahtev navedenega standarda ali izjavo o skladnosti. Vsi dokumenti morajo biti v slovenskem jeziku.

Zahtevane lastnosti oken v projektu energetske sanacije OŠ Veržej:

- ✓ Material okna mora biti smrekov les z zunanjo aluminijasto zaščito v RAL barvi po izbiri investitorja oziroma naročnika.
- ✓ Debeline profilov morajo biti minimalno 90 mm.
- ✓ Toplotna prehodnost okna (U_w) minimalno 0,80 W/m²K.
- ✓ Steklo 4-18-4-18-4 TGI lepljeno v krilo zaradi statike.

- ✓ Vgrajeno varnostno okovje za določena okna in vrata mora biti po stopnji RC 2 po DIN ali enakovrednem standardu v Evropi.
- ✓ Okenske police so sledeče: notranje so na primer Topalit ali enakovredno temu, globine do 25 cm in zunanje morajo biti aluminijaste, globine do 32 cm v RAL barvi.
- ✓ Montaža oken se izvede po RAL standardu, za katerega mora izvajalec priložiti certifikat za vgradnjo po RAL smernicah od pooblaščenih institucij v Sloveniji.
- ✓ Zunanje zaščita so aluminijaste žaluzije širine 80 mm, z vsemi potrebnimi vodili, zunanjo masko žaluzij in v podometni izvedbi ter barvah po izboru (Gradal Bojan Sekereš s.p., 2014, PZI).

Primer okna, v kombinaciji LES-ALU z zahtevanimi lastnostmi, je leseno okno z aluminijasto zaščito AJM pasiv 90ALU. Okna so primerna za nizkoenergijske in pasivne hiše. V osnovi je okno izdelano s trislojno zasteklitvijo, kar pripomore k dobri zvočni in toplotni izolativnosti. Višjo stopnjo izolativnosti in stabilnosti dosega tudi s širino okenskega profila 90 mm. Ta profil je površinsko impregniran in zaščiten s štirimi sloji barve. Okovje je skrito in vgrajeno v okno. Steklo je lepljeno v krilo in s tem še dodatno izboljša mehansko trdnost in izolativnost. Okno ima tako imenovano visokoizolativno letev za namestitev polic. Tudi ta pripomore k izboljšani izolativnosti, stabilni legi okna v okenski odprtini in natančno vgradnjo okenskih polic (<http://www.ajm.si/okna/lesena-okna/>).

Tehnična specifikacija okna:

- ✓ Toplotna prehodnost okna $U_w=0,69 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- ✓ Zvočna izolacija $R_w=$ do 51 dB.
- ✓ Skupna debelina stekla do 60 mm.
- ✓ Debelina podboja: 90 mm, debelina okna: 108,5 mm.
- ✓ Tip profila: ravni robovi.
- ✓ Trajno elastična tesnila v različnih barvah.
- ✓ ALU prekrivna obloga v RAL odtenkih (<http://www.ajm.si/okna/les-alu-okno-ajm-pasiv-90alu/>).



Slika 12: Leseno okno AJM pasiv 90 ALU

Vir: <http://www.ajm.si/okna/lesena-okna/>

Zahtevane lastnosti zunanjih vrat v projektu energetske sanacije OŠ Veržej:

1. Glavna vhodna vrata v objekt šole:

Vratna krila morajo biti zastekljena in izdelana po shemi iz grafične priloge PZI. Toplotna prehodnost vrat minimalno $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, troslojno steklo 4-18-4-18-4, z varnostnim steklom na zunanji strani in emajlirano steklo na notranji strani vrat. Podboj iz aluminija s prekinjenim toplotnim mostom. Vhodna vrata v šolo morajo imeti na notranji strani okovje za izhod v sili, tako imenovano »panik okovje«. Barva vrat v RAL-u po izboru projektanta.

2. Vhodna vrata v telovadnico in kotlovnico:

Polna vratna krila iz aluminija (rastrirana) po shemi iz PZI. Podboj iz aluminija s prekinjenim toplotnim mostom. Vhodna vrata v šolo morajo imeti na notranji strani okovje za izhod v sili, tako imenovano »panik okovje«. Barva vrat v RAL-u po izboru projektanta (Gradal Bojan Sekereš s.p., 2014, PZI).

3.5 Fotodokumentacija načrtov in risb izdelanega projekta za energetske sanacije Osnovne šole Veržej

Vse slike načrtov in risb so izvzete iz projektne dokumentacije za energetske sanacije Osnovne šole Veržej. Slikovno gradivo je z dovoljenjem Gradal-a, Bojan Sekereš s.p. uporabljeno v diplomskem delu. Pri omenjenem projektu sem sodeloval tudi sam v sklopu obvezne delovne prakse. Uporabljeno slikovno gradivo je v diplomskem delu razvrščeno po vrsti kot so risbe v načrtu arhitekture projekta energetske sanacije OŠ Veržej. V načrtu arhitekture projekta za izvedbo je bilo narisanih 37 risb. Te so sledeče: ureditvena situacija, tloris pritličja in nadstropja OŠ Veržej, tloris pritličja in ostrešja prizidka kotlovnice, dva prereza, sheme oken in vrat, vse fasade, shema dvojnega armiranja toplotnega ovoja stavbe, trinajst pomembnih detajlov in na koncu dve barvni študiji OŠ Veržej. Merila risb v katerih so bile projektirane so: 1:500 – ureditvena situacija, 1:100 – tlorisi in fasade OŠ Veržej, 1:50 – tlorisi kotlovnice, sheme oken in vrat in 1:5 – vseh trinajst detajlov.

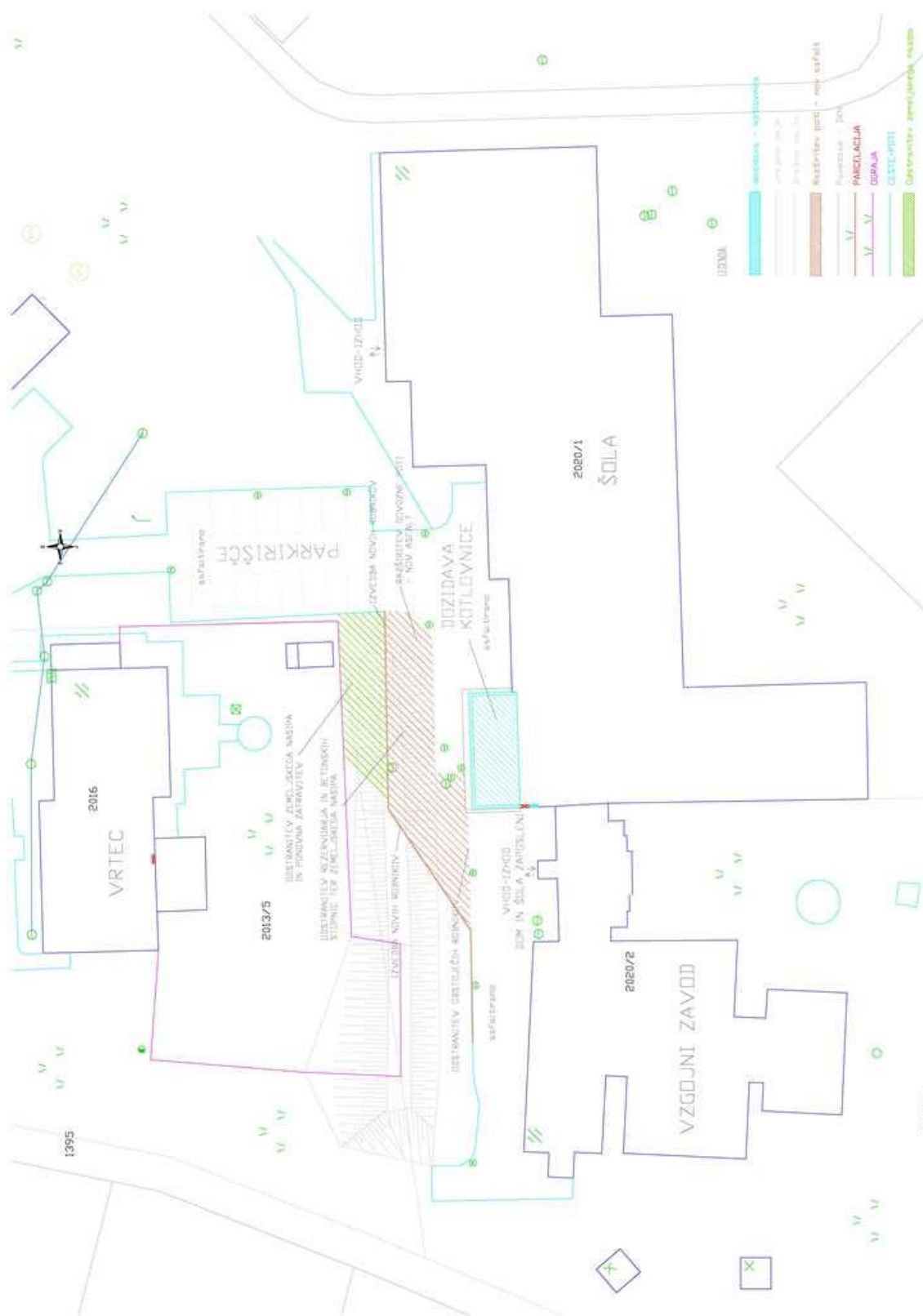
V diplomskem delu so iz primera prikazane naslednje skice in risbe:

Tabela 6: Skice iz primera OŠ Veržej

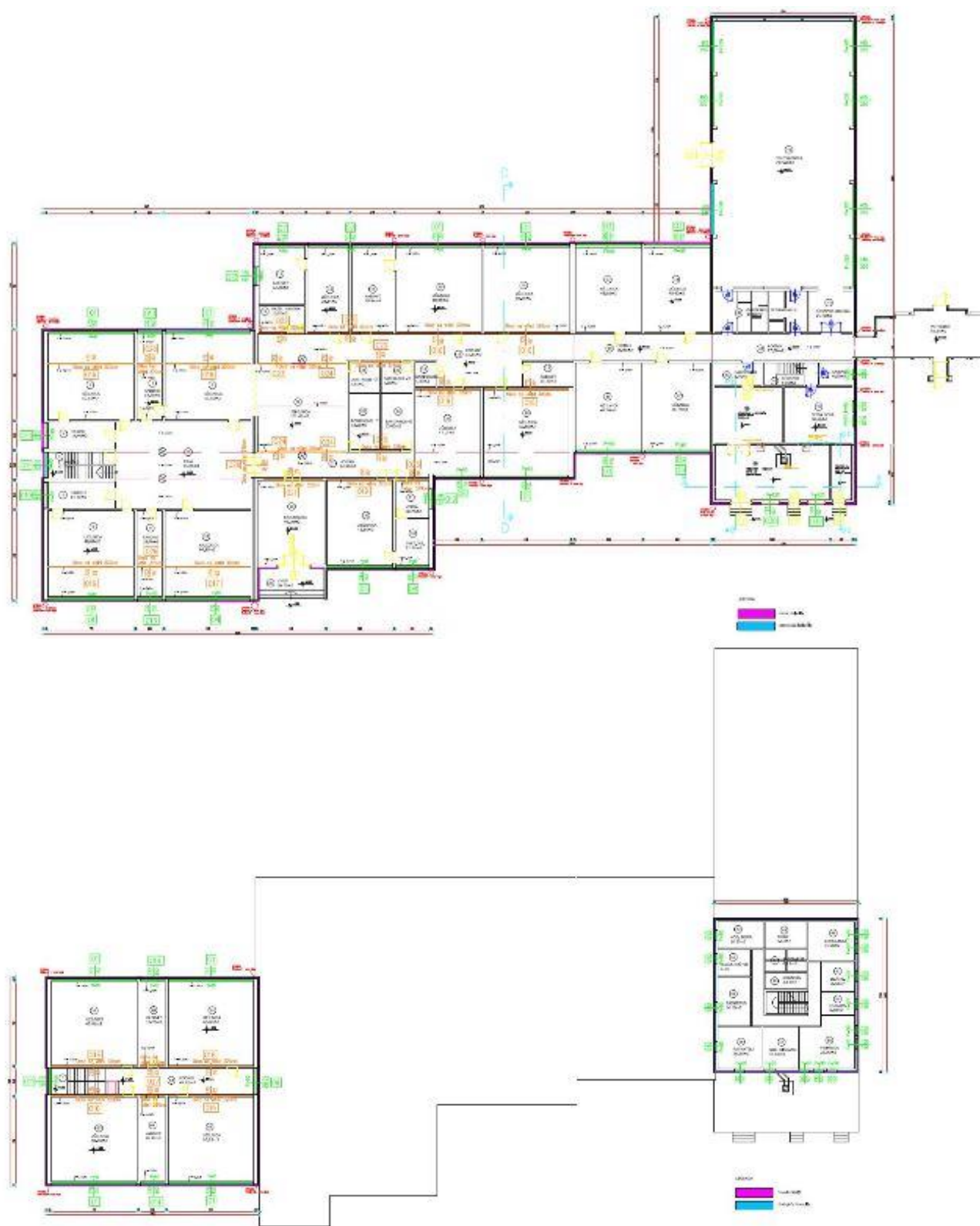
Točka 3.5.1	Ureditvena situacija, tlorisi in fasade z dvojnimi armiranjem toplotnega ovoja stavbe
Točka 3.5.2	Detajli stavbnega ovoja za energetske sanacije objekta Osnovne šole Veržej
Točka 3.5.3	Barvna študija OŠ Veržej

Vir: Lasten

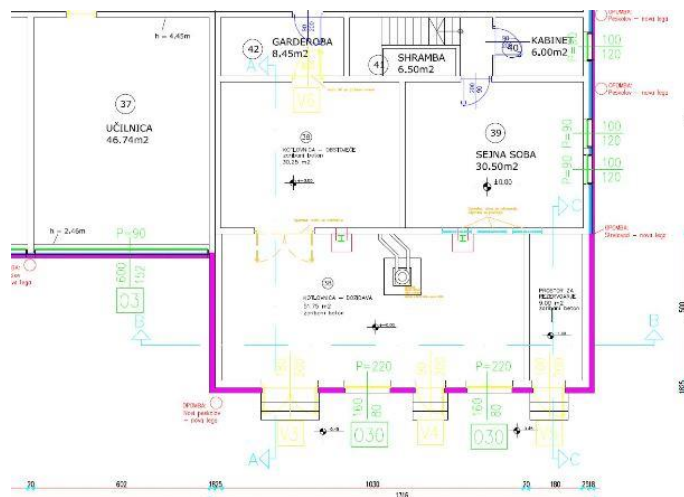
3.5.1 Ureditvena situacija, tlorisi in fasade z dvojim armiranjem toplotnega ovoja stavbe



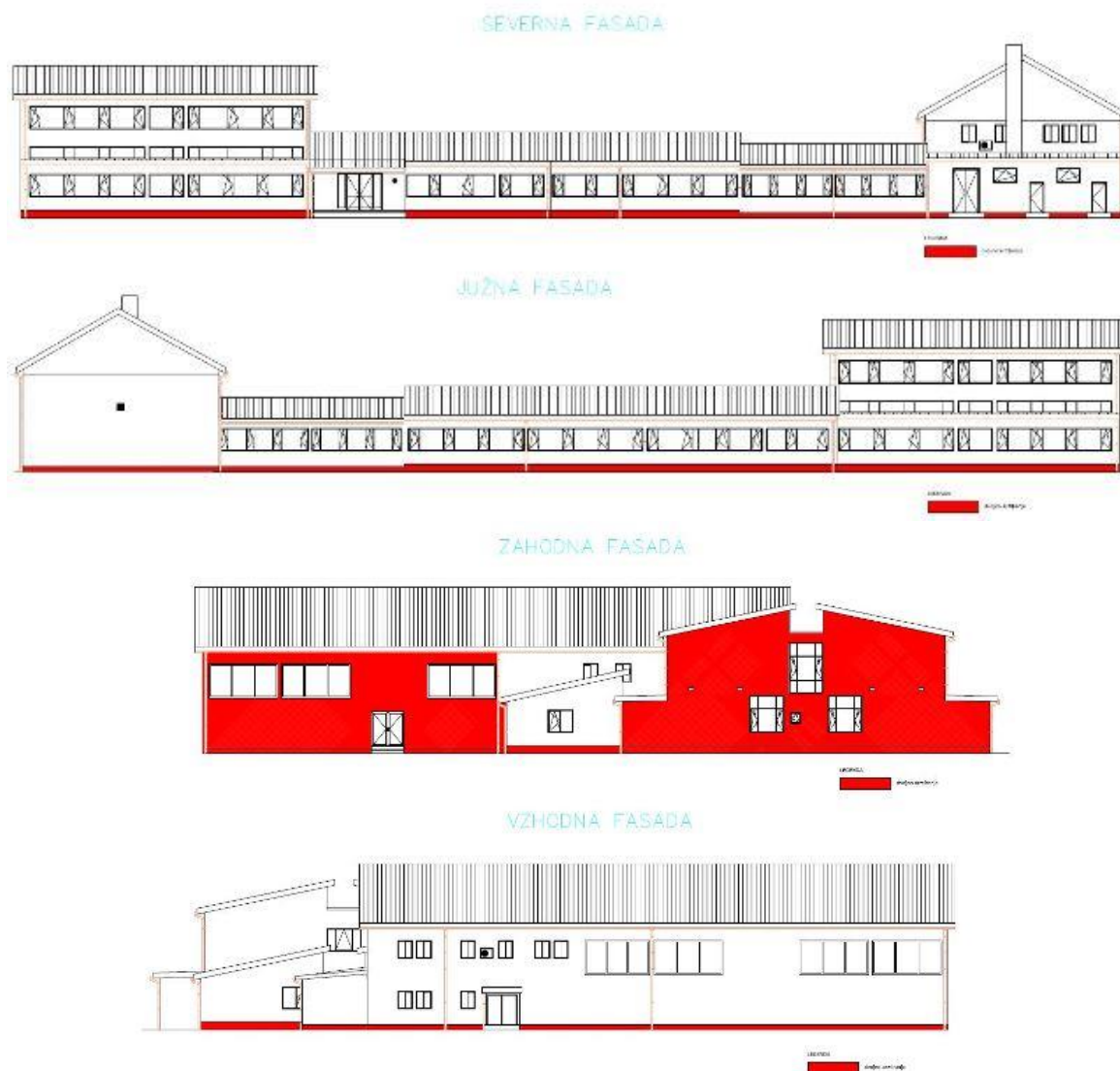
Slika 13: Tlorisna situacija OŠ Veržej in okolice



Slika 14: Tloris pritličja (zgoraj) in 1. nadstropja OŠ Veržej (spodaj)

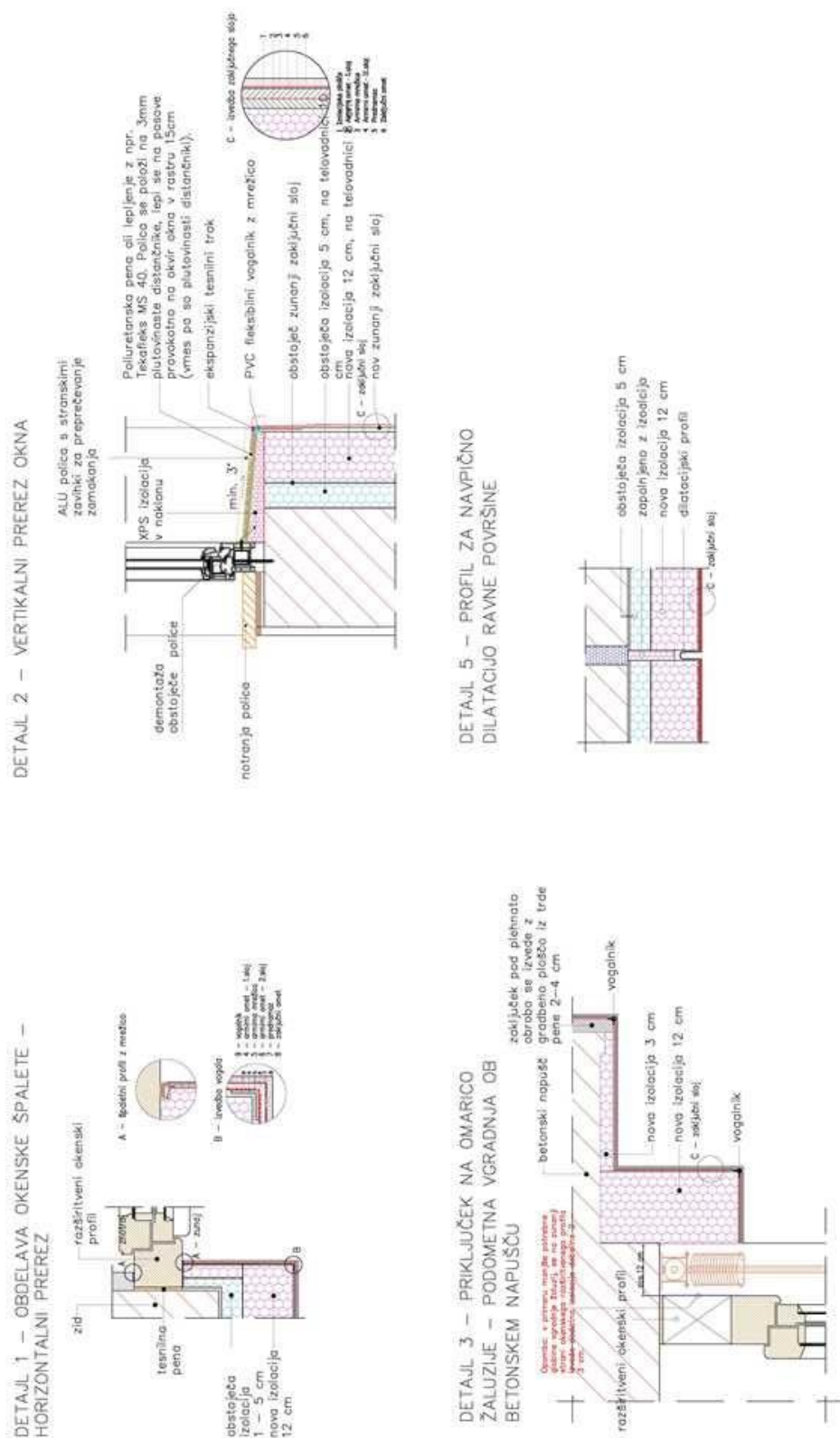


Slika 15: Tloris pritličja novega prizidka kotlovnice

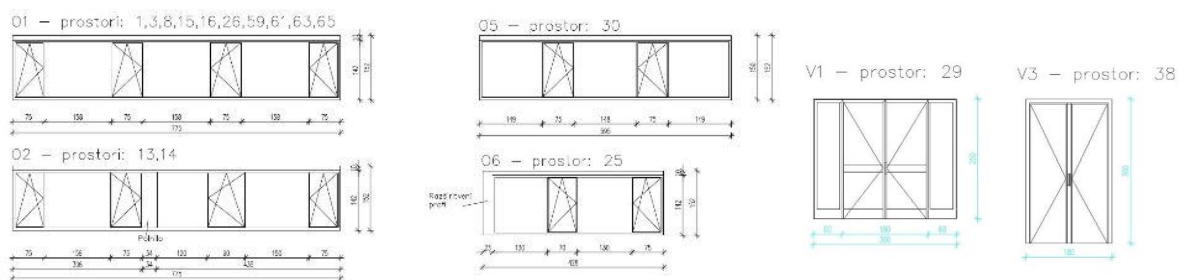


Slika 16: Fasade objekta OŠ Veržej s shemo dvojnega armiranja toplotne zaščite

3.5.2 Detajli stavbnega ovoja za energetske sanacije objekta Osnovne šole Veržej



Slika 17: Zbrani detajli izvedbe in materiali elementov 1



3.5.3 Barvna študija OŠ Veržej

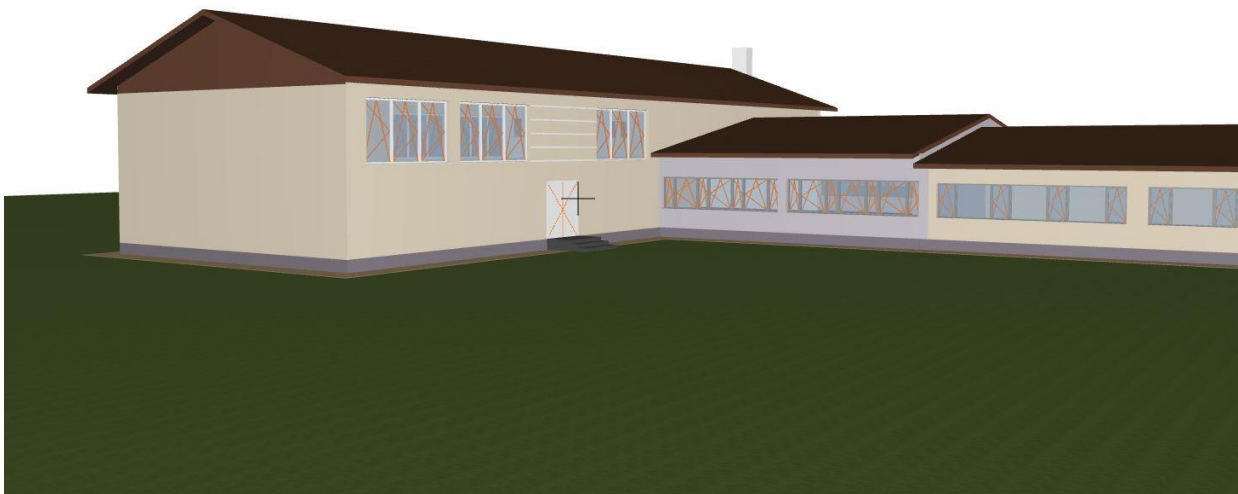




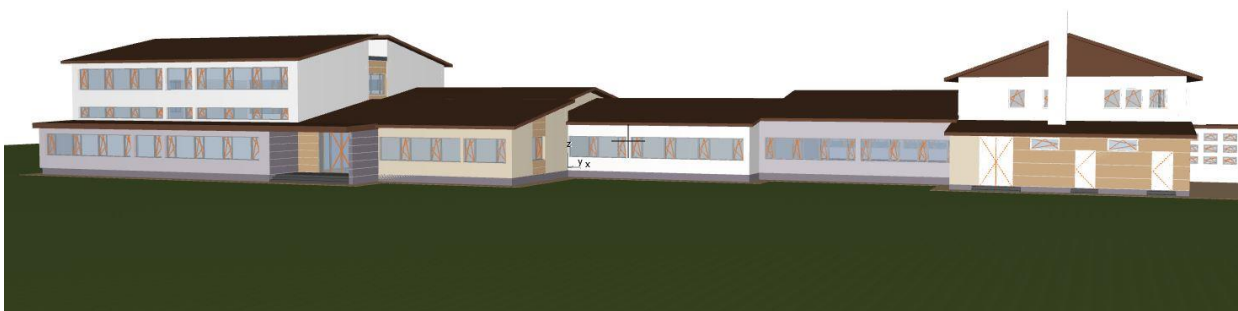
Slika 22: Barvna študija - glavni vhod v OŠ Veržej



Slika 23: Barvna študija - vhodna fasada



Slika 24: Barvna študija - južna fasada in telovadnica



Slika 25: Barvna študija - OŠ Veržej po energetske sanaciji

4 EKONOMIJA IN PLAN ENERGETSKE SANACIJE

4.1 *Stroški in financiranje investicije*

Stroške investiranja energetske sanacije OŠ Veržej si bosta naročnika Občina Veržej in Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport RS pravično razdelila. Za uspešno realizacijo investicijskih ukrepov energetske sanacije OŠ Veržej bo pomembno medsebojno usklajevanje obeh naročnikov. Trenutno, v času finančne krize, so proračunska sredstva Republike Slovenije zelo omejena, zato bosta naročnika verjetno sredstva kombinirala z morebitnimi javnim razpisi za pridobitev javnih sredstev in delno z lastnimi sredstvi.

Skupna rekapitulacija gradbeno obrtniških in inštalacijskih del s projektantsko oceno vrednosti za energetsko sanacijo OŠ Veržej znaša 743.432,95 € (brez DDV). Od tega so:

1. Gradbeno obrtniška dela – Objekt šole = 376.130,19 €
2. Gradbeno obrtniška dela – Novi prizidek kotlovnice = 48.450,92 €
3. Električne inštalacije in oprema = 68.851,84 €
4. Strojne inštalacije in oprema = 250.000,00 €

4.1.1 **Popis del s projektantskim predračunom**

Za finančni plan projekta energetske sanacije objekta OŠ Veržej bom prikazal postavko A.III. - fasadna dela gradbeno obrtniških del. Projektantski popis del je izdelan v programu Microsoft Excel, v obliki tabel. Sestavljen je iz petih stolpcev. V prvem stolpcu so zaporedne številke postavk in podpostavk, drugi stolpec je opis postavke, tretji je količina, četrti je cena v EUR na enoto količine in peti stolpec je znesek postavke in podpostavke v EUR brez DDV. Merska enota je pod vsakim opisom postavke.

Tabela 7: Finančni plan – Projektantski popis fasadnih del

A.III.	FASADNA DELA			
OPIS:	V ceni vseh postavk so zajeta vsa pomožna dela in material ter vsi prenos, ves material, vsa pritrdjevanja, vsi sloji in ostale - zagotovo obdelane postavke po opisih. Glej tudi tehnična poročila in opise sestav fasadnih oblog ter načrte fasad. Upoštevati je potrebno navodila proizvajalca. Stikovanja različnih fasadnih oblog po detajlih. V ceni je zajeta izvedba vseh zaključkov, vogalnikov, odkapnih profilov, okenskih profilov. V ceni posameznih postavk so zajeti vsi potrebni delovni, lovilni in fasadni odre. Naprava kompletne sestave fasadne obloge na fasadne stene z obstoječo toplotno izolacijo deb. od 5-8 cm. Sistemska rešitev proizvajalca fasadne obloge, z vsemi potrebnimi sloji, sidranjem in lepljenjem izolacije v podlago glede na zahteve proizvajalca, z upoštevanjem klimatske cone, vetrnih pogojev, višine. Izvajalec mora v ceni zajeti vse potrebne dodatke in ukrepe zaradi vremenskih pogojev (zaščita fasade...). Požarna odpornost fasadnega sistema B-d1, kar mora ponudnik dokazovati ob oddaji ponudbe – priloge k ponudbi. Opomba: podana neto površina fasade z odštetimi odprtinami v skladu z normativi. Obloge špalet, vencev, slopov - obračun po normativih.			
ZAP.ŠT.	POSTAVKA	KOLIČI NA	EUR/E M	EUR
1.	Fasadne obloge na izoliranih fasadnih stenah, debelina obstoječe izolacije: 5 cm - 12 cm toplotna izolacija, kamena volna, kot npr. Jubizol MW ali drugi enakovreden material, lepljena in sidrana v podlago (opečne stene), $\lambda=0,036$ W/m ² K ali boljše, upoštevati dodatno dolžino sider zaradi obstoječe toplotne izolacije. V ceni zajeto tudi: lepilo, PVC mrežica, tankslojni fasadni mineralni zariban omet v več barvah po izboru projektanta.			
	m ²	804,23	40	32.169,20
2.	Fasadne obloge na izoliranih fasadnih stenah, debelina obstoječe izolacije: 10cm. - 8 cm toplotna izolacija, kamena volna, kot npr. Jubizol MW ali drugi enakovreden material, lepljena in sidrana v podlago (opečne stene), $\lambda=0,036$ W/m ² K ali boljše, upoštevati dodatno dolžino sider zaradi obstoječe toplotne izolacije. V ceni zajeto tudi: lepilo, PVC mrežica, tankslojni fasadni mineralni zariban omet v več barvah po izboru projektanta.			
	m ²	500,60	38	19.022,80
3.	Fasadne obloge na novem prizidku kotlovnice, brez obstoječe izolacije. - 18 cm toplotna izolacija, kamena volna, kot npr. Jubizol MW ali drugi enakovreden material, lepljena in sidrana v podlago (opečne stene), $\lambda=0,036$ W/m ² K ali boljše, upoštevati dodatno dolžino sider zaradi obstoječe toplotne izolacije. V ceni zajeto tudi: lepilo, PVC mrežica, tankslojni fasadni mineralni zariban omet v več barvah po izboru projektanta.			
	m ²	75	48,27	3.620,25
4.	Fasadne obloge na neizoliranih fasadnih stenah, stena pri glavnem vhodu: 4 cm toplotna izolacija, kamena volna, kot npr. Jubizol MW ali drugi enakovreden izolacijski material, lepljena in sidrana v podlago (betonska stena), $\lambda=0,036$ W/m ² K. V ceno zajeto: lepilo, PVC mrežica, tankslojni fasadni mineralni zariban omet v več barvah po izboru projektanta.			
	m ²	20	35	700,00
5.	Fasadne obloge špalet Špalete globine do 20 cm. 4 cm toplotna izolacija EPS, lepljena in sidrana v podlago, $\lambda=0,036$ W/m ² K. Tankslojni fasadni mineralni zariban omet.			
	m ¹	423,23	12	5.078,76
6.	Podloge okenskih polic			

	Globine do 32cm. 4 cm toplotna izolacija EPS, lepljena in sidrana v podlago, $\lambda=0,036$ W/m ² K.			
	m¹	369,87	7	2.589,09
7.	Horizontalne obloge AB napuščev Dobava in montaža obloge napušča - zapiranje z izolacijskimi ploščami, deb. 20mm (kot npr. Wedi gradbena plošča Balco 20mm ali drug enakovreden material), lepljena in sidrana v podlago, $\lambda=0,036$ W/m.K ali boljše. Tankoslojni fasadni mineralni zariban omet.			
	m²	25	34,62	865,50
8.	Vertikalne obloge AB napuščev Dobava in montaža obloge napušča - zapiranje z izolacijskimi ploščami, deb. 20mm (kot npr. Wedi gradbena plošča Balco 20mm ali drug enakovreden material), lepljena in sidrana v podlago, $\lambda=0,036$ W/m.K ali boljše. Tankoslojni fasadni mineralni zariban omet.			
	m²	6,36	35	222,60
9.	Obloga fasadnega podzidka - cokla: Višine od 30 - 45 cm, ostali vkopani del do 50 cm. Višina in globina novega podzidka se prilagaja obstoječemu podzidku. 12 cm toplotna izolacija EPS, kot npr. Jubizol EPS Strong ali drugi enakovreden izolacijski material, $\lambda=0,039$ W/m ² K ali boljše. KULIRPLAST sistemski fasadni omet, v barvi po izboru projektanta, z vsemi potrebnimi sloji, mrežico.			
	m²	200,77	42,50	8.532,73
10.	Izvedba stika fasad z nižjimi strehami sosednjega objekta, s tipskim profilom po sistemu kot npr. Baumit Blechanschluss Profil.			
	m¹	20	14	280,00
11.	Dodatek za dvojno armiranje po shemi za dvojno armiranje fasade. Mrežica 160g, kot npr. Jubizol mrežica 160g ali drugi enakovreden material.			
	m²	264	6	1.584,00
12.	Dobava in izvedba vertikalne dilatacije med objekti šole z dilatacijskim profilom, kot npr. K-uni dilatacijski Profil(Dehnfugenprofil) E-Form pro.			
	m¹	27,80	16	444,80
13.	Obloge notranjih okenskih špalet Špalete globine do 20cm. 4 cm toplotna izolacija iz EPS, za pokrivanje razširitvenega okenskega profila. V ceni zajeto tudi: lepilo, PVC mrežica, kotni in špaletni profili z mrežico.			
	m¹	423,23	9	3.809,07
A.III.	FASADNA DELA SKUPAJ:			78.918,80

Vir: Lasten

5 SKLEP

Diplomsko delo govori o tem, kako in na kakšen način energetske učinkovito sanirati obstoječo stavbo. V uvodu smo opredelili problem, namen in cilje diplomskega dela - to je, seznaniti se s postopkom energetske sanacije javne stavbe, pregledati in se seznaniti z veljavno evropsko in slovensko zakonodajo (direktiva EPBD 2010, EZ-1, PURES 2 in tehnična smernica TSG-1-004:2010) ter preučiti njene glavne zahteve na primeru energetske sanacije Osnovne šole Veržej.

Nekateri posamezniki, investitorji, ki se odločijo za energetske sanacije stavbe, si celoten projekt razlagajo precej poenostavljeno. Resda obstaja razlika med zahtevami iz zakonodaje pri javni stavbi, na primer osnovna šola v primerjavi s stanovanjsko hišo, na primer manjša družinska hiša, vendar kot smo ugotovili, je postopek energetske sanacije kakšnekoli vrste stavbe enak.

Iz primera energetske sanacije Osnovne šole Veržej je bilo ugotovljeno, da obravnavana stavba spada med nestanovanjske stavbe, in sicer med javne stavbe (osnovna šola). Ugotovitev je bila, da so zahteve za investicijske ukrepe v primeru energetske sanacije Osnovne šole Veržej, cca. 10 % strožje kot zahteve za stanovanjske in druge stavbe. Na porabo energije v javnih stavbah najbolj vplivajo sistemi ogrevanja, hlajenja in razsvetljave. Vpliv pa ima tudi sistem ovoja stavbe, ki vpliva na porabo toplote oziroma hladu in dnevne osvetljenosti v stavbi. S pomočjo sanacije oziroma obnove stavbnega ovoja zmanjšamo toplotne in električne obremenitve stavbe in s tem lahko dosežemo vidne prihranke energije. Za energetske sanacije stavbe je potrebno izdelati akcijski načrt kako se sploh lotiti energetske sanacije.

Razširjeni energetski pregled in terenski ogled stanja nam da vpogled v obstoječe stanje objekta OŠ Veržej. S tem izdelovalec projektne dokumentacije pride do popisa obstoječega stanja in delovanja elementov ter sistema ovoja stavbe. Naslednji korak je presoja primernosti možnih ukrepov varčevanja energije in akcijski načrt, ki opisuje ukrepe energetske sanacije. Tako iz izhodiščnih podatkov obstoječega stanja predvidimo, kje in kakšne so pomanjkljivosti objekta ter preučimo postopek, kako se pravilno lotiti prenove. Zato je pred večjo prenovo oziroma večjo energetske prenove objekta priporočljivo izdelati energetski pregled, pregledati stavbo na terenu in dodobra preučiti vse ukrepe, kateri so izvedljivi glede na finančen vloženi

naročnika. Za izhodiščne podatke o porabi energije je priporočljivo uporabiti primerjavo energetskih kazalcev stavbe, torej »benchmarking« z drugimi stavbami. S tem pridemo do prvih rezultatov, kako energetska potratna je obravnavana stavba.

V praksi se, po ugotovitvah, na žalost še prevečkrat dogaja, da se energetske sanacije izvajajo izven veljavnih predpisov in postopkov o učinkoviti rabi energije. Predvsem se to dogaja pri manjših enodružinskih hišah, kjer se lastniki stavb brez predhodne konzultacije s strokovnjaki lotijo energetske sanacije objekta. Pri tem je rezultat sicer lahko nižja poraba energije, ampak so lahko stroški investicijskih ukrepov visoki in na koncu precej višji od pričakovanih. V tem primeru ne pridemo do zelenih prihrankov, saj se nam ti stroški v želenem časovnem obdobju ne povrnejo. Zakaj je temu tako, lahko najdemo več razlogov. Eden izmed najpogostejših pa je verjetno finančni razlog. Je pa razlog tudi nepravilen postopek energetske sanacije od same zasnove, kako se lotiti sanacije, uporabe neustreznih toplotnoizolacijskih materialov, nepravilne vgradnje stavbnega pohištva, neustrezne zamenjave sistemov za ogrevanje do neupoštevanja detajlov na stavbnem ovoju, kjer lahko pride do toplotnih mostov. Prav zato, da se takim nevšečnostim izognemo, je opisan postopek pravilne energetske sanacije objekta po veljavni zakonodaji in predpisih.

Skozi opisan primer v diplomskem delu smo želeli predstaviti prihranke pri mesečnih in letnih stroških delovanja ogrevalnih sistemov, električne energije in vzdrževanja. Tako smo ugotovili, da lahko prihranke energije dosežemo v več korakih, kot na primer: izboljšave sistema oskrbe s toploto, izbiro energetsko učinkovitejših proizvodov in vgradnja sistemov z obnovljivimi viri energije. Pomembno pa je, da se k vsem tem korakom doda še pravilno usmerjanje uporabnikov k boljšim navadam. Izvedljivost vseh ukrepov k izboljšanju energetske učinkovitosti je odvisna od posameznih ukrepov in finančne strani ukrepov. Ugotovitve za posamezne ukrepe lahko presodijo strokovnjaki za energetske sanacije, vendar je na koncu vseeno odločitev naročnika, kateri ukrepi za izboljšanje energetske učinkovitosti se bodo izvedli. Na to pa predvsem vpliva prej omenjena finančna stran ukrepov, saj je dandanes do sredstev za financiranje le-teh zelo težko priti. Lahko pa že z najmanjšimi ukrepi prihranimo. Na primer z zamenjavo starih radiatorskih ventilov z novimi termostatskimi ventili lahko prihranimo že do 10 % energije za ogrevanje. Če pa tu vključimo še usmerjanje uporabnikov k boljšim navadam pri uporabi, kot na primer zapiranje termostatskih ventilov ob odhodu in izboljšanje njihovih navad pri prezračevanju prostorov, potem so lahko ti prihranki še dodatnih 5-10 % večji.

Za točne prihranke pri porabi energije za ogrevanje in hlajenje ter prihranke električne energije je priporočljivo izdelati še energetske izračune stanja po energetski prenovi stavbe. Kljub temu, da energetski izračun ne rabi biti izdelan v projektni dokumentaciji - PZI, ki je neke vrste vodilo za investicijska in vzdrževalna dela.

Eden izmed ciljev diplomskega dela je bil tudi stroškovno ovrednotiti celotno energetsko sanacijo. Stroški investicije, ki so bili povzeti iz projekta PZI, ki ga je izdelal Gradal, Bojan Sekereš s.p., so prikazani v obliki projektantskega popisa del za dela na fasadnem ovoju in skupne končne rekapitulacije vseh investicijskih del.

Notranja stopnja donosa vlaganj v energetsko sanacijo obstoječega ovoja stavbe povrne v prvih letih običajno med 5 % in 25 % v obliki prihrankov. Vse pa je odvisno od prvotnega stanja ovoja, razporeditve prostorov, cen dela, cen energije in pogojev financiranja. Je pa končni rezultat, ki ga zagotavlja pravilen postopek energetske sanacije stavb, od natančne projektne dokumentacije do pravilne izvedbe vseh sanacijskih del na stavbi, energetsko učinkovitejša stavba z nizkimi stroški energije in je kot takšna definitivno dobra naložba za prihodnost.

6 UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI

6.1 Literatura

1. Gradal Bojan Sekereš s.p. (2014). *Projekt - Energetska sanacija objekta Osnovne šole Veržej*. Lendava: Gradal Bojan Sekereš s.p.
2. Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. (2015). *Ukrepi za izboljšanje kakovosti ovoja stavbe, Usposabljanje za neodvisne strokovnjake za izdelavo energetskih izkaznic*. Ljubljana: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.
3. Knauf insulation. (2013). *Izolacija javnih stavb-brošura*. Škofja Loka: Knauf insulation d.o.o.
4. Medved, S. (2014). *Gradbena fizika II: toplota, vlaga, svetloba, zvok, požar, mikroklima v mestih*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.
5. Praznik M., Kovič S. (2013). *Energetska prenova javnih objektov v vzgojno izobraževalni funkciji*. Gradbeni inštitut ZMRK d.o.o.
6. Šijanec Zavrl. M. (2011). *Od energetske izkaznice k izzivom trajnostne gradnje, gradivo iz 7. slovenske nepremičninske konference*. Ljubljana, Portorož: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.
7. Šijanec Zavrl M., Tomšič M. (2014). *Usposabljanje za neodvisne strokovnjake za izdelavo energetskih izkaznic*. Ljubljana: Gradbeni inštitut ZMRK d.o.o.
8. Valenčič M., Malovrh M., Glušič A., Šijanec Zavrl M., Repič K. (2011). *Priročnik za povečanje energijske učinkovitosti stavb*. Ljubljana: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.

6.2 Viri

1. Direktiva EU o energetskih učinkovitosti stavb. (2002/91/ES). Ur. l. EU L 1/65.
2. Direktiva EU o energetskih učinkovitosti stavb. (2010/31/EU). Ur. l. EU L 153.
3. Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena. Ur. l. RS št. 109/2011.

4. Energetski zakon. (EZ). Ur. l. RS št. 79/99.
5. Energetski zakon. (EZ-1). Ur. l. RS št. 17/2014.
6. Zakon o graditvi objektov. (ZGO-1-UPB1). Ur. l. RS št. 110/2002.
7. Zakon o varstvu pred požarom. (ZVPoz-UPB1). Ur. l. RS št. 3/2007.
8. Zakon o varstvu okolja. (ZVO-1-UPB1). Ur. l. RS št. 39/2006.
9. Pravilnik o požarni varnosti v stavbah. Ur. l. RS št. 31/2004.
10. Pravilnik o metodologiji in izdaji energetskih izkaznic stavb. Ur. list RS št. 92/2014.
11. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Ur. l. RS št. 52/2010.
12. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. Ur. l. RS. št. 42/2002.
13. Tehnična smernica TSG-1-001-2010: Požarna varnost v stavbah.
14. Tehnična smernica TSG-1-004-2010: Učinkovita raba energije.

6.3 Internetni viri

1. Ministrstvo za infrastrukturo, Portal energetika. (2013). Energetski zakon EZ-1. Pridobljeno 30.7.2015 s spletne strani <http://www.energetika-portal.si/predpisi/energetika/slovenija/krovni-zakon-ez/ez-1/>.
2. Legada d.o.o. (2014). Energetska izkaznica stavbe. Pridobljeno 13.8.2015 s spletne strani <http://www.energetska-izkaznica.si/energetska-ucinkovitost/stavbni-ovoj/>.
3. Wikipedija. (2013). Toplotna prevodnost. Pridobljeno 15.8.2015 s spletne strani https://sl.wikipedia.org/wiki/Toplotna_prevodnost.
4. VBH Trgovina d.o.o. (2015). Sodobna vgradnja oken – delovanje in vplivi na okno. Pridobljeno 15.8.2015 s spletne strani: http://www.vbhtrgovina.si/Resource/galleries/vbh/download/SI/Katalogi/Fachgerechte_Fenstermontage_greenteQ_SLO.pdf.
5. Madizajn d.o.o. (2014). RAL montaža. Pridobljeno 16.8.2015 s spletne strani: <http://www.madizajn.si/montaza/ral-montaza/>.
6. Energetske izkaznice. (2014). Pridobljeno 18.8.2015 s spletne strani: <http://www.energetska-izkaznica.eu/vrste-izkaznic/merjena-energetska-izkaznica-stavbe/>.

7. JUB kemična industrija d.o.o. (2014). Fasadni sistem Jubizol MW. Pridobljeno 18.8.2015 s spletne strani: <http://www.jub.si/fasadni-sistemi-energetske-resitve/fasadni-sistemi-jubizol/jubizol-mw>.
8. JUB kemična industrija d.o.o. (2014). Fasadni sistem Jubizol EPS Strong. Pridobljeno 18.8.2015 s spletne strani: <http://www.jub.si/fasadni-sistemi-energetske-resitve/izolacija/jubizol-eps-f-strong-s0>.
9. AJM okna-vrata-senčila d.o.o. (2013). Lesena okna. Pridobljeno 20.8.2015 s spletne strani: <http://www.ajm.si/okna/lesena-okna/>.
10. AJM okna-vrata-senčila d.o.o. (2013). Leseno okno AJM pasiv 90ALU. Pridobljeno 20.8.2015 s spletne strani: <http://www.ajm.si/okna/les-alu-okno-ajm-pasiv-90alu/>.