

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Zih, S., 2016. Kronološki pregled zakonodaje o varčevanju z energijo v stavbah na našem prostoru. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Kunič, R., somentor Pajek, L.): 110 str.
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5837/>

Datum arhiviranja: 28-09-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Zih, S., 2016. Kronološki pregled zakonodaje o varčevanju z energijo v stavbah na našem prostoru. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kunič, R., co-supervisor Pajek, L.): 110 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5837/>

Archiving Date: 28-09-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

**VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
SMER OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO**

Kandidatka:

SANDRA ZIH

**KRONOLOŠKI PREGLED ZAKONODAJE O
VARČEVANJU Z ENERGIJO V STAVBAH NA NAŠEM
PROSTORU**

Diplomska naloga št.: 589/SOG

**A CHRONOLOGICAL OVERVIEW OF LEGISLATION
ABOUT ENERGY EFFICIENCY IN BUILDINGS IN OUR
AREA**

Graduation thesis No.: 589/SOG

Mentor:

doc. dr. Roman Kunič

Somentor:

asist. Luka Pajek

Ljubljana, 15. 09. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisana študentka Sandra Zih, vpisna številka 26104796, avtorica pisnega zaključnega dela študija z naslovom: »KRONOLOŠKI PREGLED ZAKONODAJE O VARČEVANJU Z ENERGIJO V STAVBAH NA NAŠEM PROSTORU«

IZJAVLJAM

- 1) Obkrožite eno od variant a) ali b)
 - a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
 - b) da je pisno zaključno delo študija lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;
- 2) da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
- 3) da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in sem jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označila;
- 4) da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;
- 5) soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
- 6) da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
- 7) da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V Ljubljani, 19.08.2016

Podpis študentke:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	52-334.6:69-027(497.4)(043.2)
Avtor:	Sandra Zih
Mentor:	doc. dr. Roman Kunič, univ. dipl. inž. grad.
Somentor:	asist. Luka Pajek, mag. inž. stavb.
Naslov:	Kronološki pregled zakonodaje o varčevanju z energijo v stavbah na našem prostoru
Tip dokumenta:	Diplomska naloga
Obseg:	110 str., 83 pregl., 7 graf.
Ključne besede:	toplotna prehodnost, zakonodaja, gradbeni materiali, zasnova konstrukcijskih sklopov

Izvleček:

V diplomski nalogi so opisane spremembe zakonodaje o varčevanju s energijo v stavbah na našem področju od 1875 do 2010. Opisane so zahteve za povečanje energetske učinkovitosti objekta za posamezen zakonik. Prikazani so zahtevani ukrepi in njihovo zaostrovanje skozi čas. Z grafikoni je prikazano zniževanje največje dovoljene toplotne prehodnosti za:

- zunanjo steno,
- streho,
- medetažno stropno konstrukcijo proti neogrevanem podstrešju,
- steno pod terenom,
- tla nad terenom, oz. tla nad hladnim prehodom in
- tla na terenu.

Podani so primeri konstrukcijskih sklopov za zunanjo steno, medetažno stropno konstrukcijo proti neogrevanem podstrešju in streho. Konstrukcijski sklopi so sestavljeni iz slojev zgrajenih s karakterističnimi materiali za posamezno obdobje.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 52-334.6:69-027(497.4)(043.2)
Author: Sandra Zih
Supervisor: assist. Prof. Roman Kunič, Ph. D.
Cosupervisor: assist. Luka Pajek, MSc in Build.
Title: A chronological overview of legislation about energy efficiency in buildings in our area
Document type: Graduation Thesis
Notes: 110 pag., 83 tab., 7 graph.
Keywords: Thermal Transmittance, Legislation, Building material, Construction examples

Abstract:

In graduation thesis I described the legislation about energy efficiency in buildings in our area from 1875 to 2010. I showed the changes in legislation through time in order to provide energy efficiency. Lowering thermal transmittance through time is shown by graphs:

- outer wall
- roof
- ceiling between floors (unheated attic)
- underground wall
- floor above ground
- floor on the ground.

I wrote construction examples for outer wall, ceiling between floors and roof. Construction examples are made of building materials typical for each period.

KAZALO VSEBINE

Stran za popravke.....	I
Izjave	II
Bibliografsko-dokumentacijska stran in izvleček.....	III
Bibliographic-documentalistic information and abstract.....	IV
UVOD.....	1
2 STAVBNI RED ZA VOJVODINO KRANJSKO.....	2
2.1 Uvod	2
2.2 Lokacija objekta.....	2
2.3 Sestava konstrukcijskih sklopov	2
2.3.1 Zunanja stena	2
2.3.2 Strehe in stropovi	2
2.3.3 Tla	3
2.4 Gabariti objekta.....	3
2.5 Transparentni konstrukcijski sklopi.....	3
3 STROKOVNO PRIPOROČILO ZA UPORABO OPEKE PRI ZIDANJU ZIDOV, STEN IN STROPOV STANOVANJSKIH ZGRADB (IS – SRS)	4
3.1 Uvod	4
3.2 Sestava konstrukcijskih sklopov	4
3.2.1 Zunanja stena	4
3.2.2 Strehe in stropovi	4
4 PREDLOG PREDPISA O TOPLOTNI ZAŠČITI V GRADBENIŠTVU	5
4.1 Uvod	5
4.2 Splošna navodila za projektiranje stavb v pogledu toplotne zaščite	5
4.2.1 Lokacija objekta.....	5
4.2.2 Sestava konstrukcijskih sklopov	5
4.2.3 Gabariti objekta.....	6
4.2.4 Transparentni konstrukcijski sklopi.....	6
4.2.5 Prezračevanje	6
4.2.6 Ogrevanje	6
4.3 Definicije pojmov potrebnih za izračun potrebne toplotne zaščite z označbami enot.....	7
4.3.1 Merska enota toplote Q [kcal], sedanja veljavna enota (Q[kWh])	7
4.3.2 Toplotni tok ϕ [kcal/h], sedanja veljavna enota ([W]).....	7

4.3.3	Koeficient toplotne prevodnosti λ [kcal/(mh ⁰ C)], sedanja veljavna enota λ ([W/(mK)])	7
4.3.4	Koeficient prestopa toplote α [kcal/(m ² h ⁰ C)] sedanja veljavna enota α [W/(m ² K)]	7
4.3.5	Koeficient celotnega toplotnega prehoda k [kcal/ (m ² h ⁰ C)] sedaj U [W/(m ² K)]	7
4.3.6	Relativna vlaga zraka φ [%]	7
4.3.7	Rosišče t_r	8
4.4	Seznam karakteristik gradbenih materialov in toplotne zaščite (prostorninsko težo posameznega materiala in njegov koeficient toplotne prevodnosti)	8
4.4.1	Toplotna zaščita	8
4.4.2	Toplotna prevodnost	8
4.4.3	Akumulacija toplote	9
4.4.4	Gradbeni in izolacijski materiali	9
4.5	Razdelitev po klimatskih conah	9
4.5.1	Klimatska cona I	9
4.5.2	Klimatska cona II	9
4.5.3	Klimatska cona III	10
5	PRAVILNIK O MINIMALNIH TEHNIŠKIH POGOJIH ZA GRADNJO STANOVANJ	11
5.1	Uvod	11
5.2	Sestava konstrukcijskih sklopov	11
5.2.1	Zunanja stena	11
5.2.2	Tla	11
5.3	Transparentni konstrukcijski sklopi	11
5.4	Ogrevanje	12
5.5	Toplotna zaščita	12
6	PRAVILNIK O TEHNIČNIH UKREPIH IN POGOJIH ZA TOPLOTNO ZAŠČITO STAVB	13
6.1	Uvod	13
6.2	Lokacija objekta	13
6.3	Sestava konstrukcijskih sklopov	13
6.4	Prezračevanje	15
6.4.1	Naravno prezračevanje	16
6.4.2	Prezračevanje skozi pripire	16
6.4.3	Prezračevanje skozi zidove	17
6.4.4	Prezračevanje skozi okna in prezračevalne odprtine	18
6.4.5	Prezračevanje skozi ventilacijske kanale	18
6.4.6	Umetno prezračevanje	19
6.5	Ogrevanje	19
6.6	Gradbene klimatske cone	19

7	TEHNIŠKI POGOJI ZA PROJEKTIRANJE IN GRADITEV STAVB	20
7.1	Uvod	20
7.2	Sestava konstrukcijskih sklopov	20
7.2.1	Zunanja stena	21
7.2.2	Streha	21
7.2.3	Tla	21
7.3	Transparentni konstrukcijski sklopi.....	22
7.4	Prezračevanje	23
7.4.1	Koeficient zračne prepustnosti oken in vhodnih vrat	23
7.4.2	Toplotni upor zračnega sloja	23
7.5	Definicije pojmov potrebnih za izračun potrebne toplotne zaščite z označbami enot.....	25
7.5.1	Toplotni upor R [m^2K/W] in koeficient celotnega toplotnega prehoda k[W/m^2K].....	25
7.6	Gradbene klimatske cone.....	25
7.7	Gradbeni in izolacijski materiali	25
7.8	Difuzija vodne pare v gradbeni konstrukciji.....	25
7.9	Zahteve za izračun izsuševanja vodne pare v gradbenemu konstrukcijskemu sklopu v objektu brez možnosti ohlajanja s klimatskimi napravami in brez procesa večjega prepuščanja vodne pare v posameznih prostorih objekta	27
7.10	Zahteve za izračun izsuševanja vodne pare v gradbenemu konstrukcijskemu sklopu v objektih s klimatiziranimi prostori ali s takšni konstrukcijski sklopi, ki imajo sposobnost večjega sproščanja vodne pare	27
8	TEHNIŠKI POGOJI ZA PROJEKTIRANJE IN GRADITEV STAVB	29
8.1	Uvod	29
8.2	Sestava konstrukcijskih sklopov	29
8.2.1	Zunanja stena	31
8.2.2	Streha	31
8.2.3	Tla	31
8.2.4	Transparentni konstrukcijski sklopi.....	31
8.3	Prezračevanje	32
8.4	Osenčenost objekta.....	32
8.5	Akumulacija toplote	33
8.6	Difuzija vodne pare v gradbeni konstrukciji.....	33
8.7	Gradbene klimatske cone.....	34
9	PRAVILNIK O TOPLOTNI ZAŠČITI IN UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH (PTZURES)	36
9.1	Uvod	36
9.2	Osnovne tehnične zahteve za toplotno zaščito in učinkovito rabo energije	37

9.2.1	Osnovna zahteva (Q)	37
	(Ur. l. RS 42, 2002).....	37
9.2.2	Dodatna zahteva (H_T in U_{max})	38
9.2.3	Druge tehnične zahteve	39
9.3	Transparentni konstrukcijski sklopi.....	39
9.4	Prezračevanje	40
9.5	Osenčenost objekta zaradi zunanjih ovir in osončenje.....	40
9.6	Ogrevanje	40
9.7	Akumulacija toplote	41
9.8	Gradbeni in izolacijski materiali	41
9.9	Difuzija vodne pare v gradbeni konstrukciji.....	41
10	PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH (2008)	42
10.1	Uvod	42
10.2	Sestava konstrukcijskih sklopov	43
10.3	Transparentni konstrukcijski sklopi.....	45
10.4	Prezračevanje	45
10.5	Osenčenost objekta zaradi zunanjih ovir	46
10.6	Ogrevanje in hlajenje ter priprava tople vode	46
10.7	Razsvetljava.....	46
10.8	Gradbeni in izolacijski materiali	47
11	PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH (PURES)	48
11.1	Uvod	48
11.2	Lokacija objekta.....	49
11.3	Osnovne tehnične zahteve za toplotno zaščito in učinkovito rabo energije	49
11.4	Sestava konstrukcijskih sklopov	49
11.5	Transparentni konstrukcijski sklopi.....	51
11.6	Prezračevanje	51
11.7	Osenčenost objekta zaradi zunanjih ovir	51
11.8	Ogrevanje in hlajenje ter priprava tople vode	52
11.9	Razsvetljava.....	53
11.10	Gradbeni in izolacijski materiali	53
11.11	Difuzija vodne pare v gradbeni konstrukciji.....	53
11.12	Obnovljivi viri energije.....	53
12	PRIKAZ SPREMINJANJA ZAHTEV ZA NAJVEČJO DOVOLJENO TOPLOTNO PREHODNOSTJO ZA POSAMEZNE KONSTRUKCIJSKE SKLOPE V ODVISNOSTI OD ČASA	55
13	ZASNOVA KONSTRUKCIJSKIH SKLOPOV PO ČASOVNIH OBDOBJIH.....	59

13.1	Stavbni red za Vojvodino Kranjsko	61
13.1.1	Zunanja stena	61
13.1.2	Poševna streha	62
13.1.3	Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju.....	63
13.2	Strokovno priporočilo za uporabo opeke pri zidanju zidov, sten in stropov stanovanjskih zgradb.....	65
13.2.1	Zunanja stena	65
13.2.2	Poševna streha	66
13.2.3	Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju.....	66
13.3	Pravilnik o minimalnih tehniških pogojih za gradnjo stanovanj.....	68
13.3.1	Zunanja stena	68
13.3.2	Poševna streha	69
13.3.3	Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju.....	70
13.4	Pravilnik o tehniških ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb	72
13.4.1	Zunanja stena	72
13.4.2	Poševna streha	73
13.4.3	Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju.....	74
13.5	Tehniški pogoji za projektiranje in graditev stavb JUS U.J5.600/87.....	76
13.5.1	Zunanja stena	76
13.5.2	Poševna streha	77
13.5.3	Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju.....	79
13.6	Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (PTZURES) (2002)	80
13.6.1	Zunanja stena	80
13.6.2	Poševna streha	81
13.6.3	Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju.....	83
13.7	Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (2008) in Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES) (2010).....	85
13.7.1	Zunanja stena	85
13.7.2	Poševna streha	86
13.7.3	Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju.....	87
14	ZAKLJUČEK.....	88
15	VIRI	90

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: »Največji dopustni koeficient toplotne prehodnosti k za masivne gradbene konstrukcije«	14
Preglednica 2: Prevedena preglednica iz največjega dopustnega koeficienta toplotne prehodnosti k za masivne gradbene konstrukcije v največjo dovoljeno toplotno prehodnost U_{max}	15
Preglednica 3: Načini prezračevanja glede na vrsto prostora	16
Preglednica 4: » Računske zunanje temperature in relativne vlažnosti za izračun difuzije vodne pare «	34
Preglednica 5: » Največja dovoljena toplotna prehodnost, U_{max} «	38
Preglednica 6: » Največje toplotne prehodnosti za konstrukcijske sklope «	44
Preglednica 7: »Toplotne prehodnosti za medetažne konstrukcijske sklope, tla in strehe«	50
Preglednica 8: Primer – zunanja stena 1	61
Preglednica 9: Rezultat – zunanja stena 1	61
Preglednica 10: Primer – zunanja stena 2	61
Preglednica 11: Rezultat – zunanja stena 2	62
Preglednica 12: Primer – poševna streha 1	62
Preglednica 13: Rezultat – poševna streha 1	62
Preglednica 14: Primer – medetažna konstrukcija 1	64
Preglednica 15: Rezultat - medetažna konstrukcija 1	64
Preglednica 16: Primer – medetažna konstrukcija 2	64
Preglednica 17: Rezultat – medetažna konstrukcija 2	64
Preglednica 18: Primer – zunanja stena 1	65
Preglednica 19: Rezultat- zunanja stena 1	65
Preglednica 20: Primer- zunanja stena 2	65
Preglednica 21: Rezultat – zunanja stena 2	66
Preglednica 22: Primer – medetažna konstrukcija 1	66
Preglednica 23: Rezultat – medetažna konstrukcija 1	67
Preglednica 24: Primer – medetažna konstrukcija 2	67
Preglednica 25: Rezultat – medetažna konstrukcija 2	67
Preglednica 26: Primer – zunanja stena 1	68
Preglednica 27: Rezultat - zunanja stena 1	68
Preglednica 28: Primer – zunanja stena 2	68
Preglednica 29: Rezultat – zunanja stena 2	69
Preglednica 30: Primer- poševna streha 1	69
Preglednica 31: Rezultat – poševna streha 1	69
Preglednica 32: Primer – poševna streha 2	70
Preglednica 33: Rezultat – poševna streha 2	70
Preglednica 34: Primer- medetažna konstrukcija 1	71
Preglednica 35: Rezultat – medetažna konstrukcija 1	71
Preglednica 36: Primer – medetažna konstrukcija 2	71
Preglednica 37: Rezultat – medetažna konstrukcija 2	71
Preglednica 38: Primer – zunanja stena 1	72
Preglednica 39: Rezultat – zunanja stena 1	72
Preglednica 40: Primer – zunanja stena 2	72
Preglednica 41: Rezultat – zunanja stena 2	73
Preglednica 42: Primer – poševna streha 1	73
Preglednica 43: Rezultat – poševna streha 1	73
Preglednica 44: Primer – poševna streha 2	74
Preglednica 45: Rezultat – poševna streha 2	74
Preglednica 46: Primer- medetažna konstrukcija 1	74
Preglednica 47 : Rezultat – medetažna konstrukcija 1	75

Preglednica 48: Primer- medetažna konstrukcija 2	75
Preglednica 49: Rezultat – medetažna konstrukcija 2	75
Preglednica 50: Primer – zunanja stena 1	76
Preglednica 51: Rezultat – zunanja stena 1	76
Preglednica 52: Primer – zunanja stena 2	77
Preglednica 53: Rezultat – zunanja stena 2	77
Preglednica 54: Primer –poševna streha 1	78
Preglednica 55: Rezultat – poševna streha 1	78
Preglednica 56: Primer – poševna streha 2.....	78
Preglednica 57: Rezultat – poševna streha 2	78
Preglednica 58: Primer- medetažna konstrukcija 1	79
Preglednica 59: Rezultat – medetažna konstrukcija 1	79
Preglednica 60: Primer – medetažna konstrukcija 2.....	79
Preglednica 61: Rezultat – medetažna konstrukcija 2	79
Preglednica 62: Primer – zunanja stena 1	80
Preglednica 63: Rezultat – zunanja stena 1	80
Preglednica 64: Primer – zunanja stena 2.....	80
Preglednica 65: Rezultat – zunanja stena 2	80
Preglednica 66: Primer – poševna streha 1.....	81
Preglednica 67: Rezultat – poševna streha 1	81
Preglednica 68: Primer – poševna streha 2.....	81
Preglednica 69: Rezultat – poševna streha 2	82
Preglednica 70: Primer- medetažna konstrukcija 1	83
Preglednica 71: Rezultat – medetažna konstrukcija 1	83
Preglednica 72: Primer- medetažna konstrukcija 2	84
Preglednica 73: Rezultat – medetažna konstrukcija 2	84
Preglednica 74: Primer- medetažna konstrukcij 3	84
Preglednica 75: Rezultat – medetažna konstrukcija 3	84
Preglednica 76: Primer – zunanja stena 1	85
Preglednica 77: Rezultat – zunanja stena 1	85
Preglednica 78: Primer – zunanja stena 2.....	85
Preglednica 79: Rezultat – zunanja stena 2	85
Preglednica 80: Primer – poševna streha 1.....	86
Preglednica 81: Rezultat – poševna streha 1	86
Preglednica 82: Primer- medetažna konstrukcija 1	87
Preglednica 83: Rezultat – medetažna konstrukcija 1	87

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Zunanja stena	55
Grafikon 2: Streha	55
Grafikon 3: Medetažna stropna konstrukcija proti neogrevanemu podstrešju.....	56
Grafikon 4: Stena pod terenom (v kleti)	56
Grafikon 5: Tla nad terenom – tla nad hladnim prehodom.....	57
Grafikon 6: Tla na terenu.....	57
Grafikon 7: Zaostrovanje slovenske zakonodaje na področju učinkovite rabe energije v stavbah, pregled in načrt	60

Legenda pretvornika enot

	Nekdanja oznaka	Nekdanja enota	Sedanja oznaka	Sedanja (SI) enota	Pretvorba
Upornost pri prepuščanju toplote	$1/\square$	$(\text{m}^2\text{hK}) / \text{Kcal}$	R	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	$1 (\text{m}^2\text{hK})/\text{Kcal}$
					$=$
Toplotna prevodnost	λ	$\text{kcal} / (\text{mhK})$	λ	$\text{W} / (\text{mK})$	$1 \text{ Kcal} / (\text{mhK}) =$
					$1,163 \text{ W/mK}$
Toplotna prehodnost	k	$\text{kcal} / (\text{m}^2\text{hK})$	U	$\text{W} / (\text{m}^2\text{K})$	$1 \text{ Kcal} / (\text{m}^2\text{hK}) =$
					$1,163 \text{ W/m}^2\text{K}$
Toplotna prestopnost	α	$\text{kcal} / (\text{m}^2\text{hK})$	α	$\text{W} / (\text{m}^2\text{K})$	$1 \text{ Kcal} / (\text{m}^2\text{hK}) =$
					$1,163 \text{ W/m}^2\text{K}$
Količina toplote	Q	kcal	Q	kWh	$1 \text{ kcal} =$
					$1,163 \text{ kWh}$
Toplotni tok	φ	Kcal/h	P	kW	$1 \text{ kcal/h} =$
					$0,001163 \text{ kW}$
Specifična toplota	c	$\text{Kcal}/(\text{kg}\square\text{C})$	c	$(\text{Wh})/(\text{kgK})$	$1 \text{ Kcal} / (\text{kg}\square\text{C}) =$
					$1(\text{WH})/(\text{kgK})$

(Neufert, 2002, str.2)

Ta stran je namenoma prazna.

UVOD

V diplomski nalogi bom spremljala zakonodajo o varčevanju z energijo v stavbah na našem področju skozi zgodovino do danes. Skozi čas so se potrebe in zahteve človeka po ugodju v stavbah spreminjale. Tako so se tudi zakoni na področju varčevanja z energijo v stavbah hitro spreminjali. Pri varčevanju z energijo v stavbah je velikega pomena toplotna zaščita stavb. Ta mora biti projektirana pravilno in učinkovito, da v notranjosti objekta omogoča klimo, ki zagotavlja ugodno in zdravo bivalno in delovno okolje. Ugodno klimo v prostorih objekta zagotovimo z:

- določeno temperaturo zraka
- temperaturo obodnih površin obravnavanega prostora
- prijetno vlažnostjo zraka
- določenim gibanjem zraka v prostoru

V prvem delu naloge opisujem spreminjanje zakonodaje gradnje objektov skozi čas s poudarkom na uporabi toplotne zaščite objekta. V drugem poglavju je grafični prikaz pridobljenih največjih toplotnih prehodnosti skozi konstrukcijski sklop zunanje stene, strehe, medetažne stropne konstrukcije proti neogrevanem podstrešju, steno pod terenom, tla nad terenom oz. tla nad hladnim prehodom in tla na terenu v letih 1875, 1958, 1966, 1967, 1970, 1980, 1987, 2002, 2008, 2010. V nalogi bom raziskala, kako je sprememba gradbene zakonodaje vplivala na spremembe v gradnji. Spremembe v zakonodaji na področju energetske učinkovitosti stavb so posledično spodbudile raziskavo in uvedbo novih, energetske bolj učinkovitih gradbenih materialov, ki jih poznamo danes. Za vsako spremembo zakona na področju varčevanja z energijo v stavbah bom primerjala izračunane toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov zgrajenih iz takratnih materialov s takratno največjo toplotno prehodnostjo posameznega konstrukcijskega sklopa.

Poskušala bom dokazati, da je z uvedbo novih materialov in načinov gradnje, spodbujenih z spremembami zakonodaje na področju izolativnosti prišlo do zmanjšanja toplotnih izgub v objektih in s tem do zmanjšanja porabe energije potrebne za vzdrževanje ugodne mikroklimi v objektih, kar ima tako finančni kot ekološki učinek.

1 STAVBNI RED ZA VOJVODINO KRANJSKO

1.1 Uvod

Zametki predpisov za območje današnje Slovenije, kateri posredno zadevajo energetske zakon, kot ga poznamo v sedanjem času, najdemo v »Stavbnem redu za Vojvodino Kranjsko« iz leta 1875. Ta predpis (Locus, 2014) je večinoma omenjal ukrepe zaradi požarne varnosti in stabilnosti objekta.

1.2 Lokacija objekta

Predpisuje, da morajo biti objekti za bivanje grajeni na lokacijah, katere omogočajo, da so na sončni legi odprti. Zagotoviti je bilo potrebno, da objekt ne senči sosednjih objektov. Sončna svetloba vpliva na klimo v objektu, kakor tudi na psihološko počutje ljudi. Potrebe po ogrevanju se zmanjšujejo, če je objekt izpostavljen sončni legi, v primerjavi, ko bi objekt postavili v senčno lego. Za potrebe senčenja v spomladanskem in poletnem času je predpisano zasaditev drevja v bližnji okolici objekta.

1.3 Sestava konstrukcijskih sklopov

1.3.1 Zunanja stena

Stene so se zidale iz kamna ali iz opek predpisanih dimenzij (dolžine 29 cm, širine 14 cm in debeline 6,5 cm).

Debelina nosilne stene se je predpisala za najvišje nadstropje in se je ta debelina postopno povečevala proti dnu stavbe za 7,5 cm do 15,00 cm. Ta povečava debeline zunanje stene je odvisna od debeline stropa. V nadstropju za prostore širine do 6,3 m je predpisana debelina za zunanje stene, če so zidani iz kamna 60,00 cm, če pa so zidani iz opeke pa 45,00 cm. Za prostore večjih širin se predpisane debeline nosilnih sten povečajo in sicer, za kamnito steno je predpisana debelina 70,00 cm, za opečno pa 60,00 cm.

Predpisane debeline stene so podane za neometane stene.

1.3.2 Strehe in stropovi

Stavbni red za Vojvodino Kranjsko daje poudarek na zaščiti od požara pri gradnji objekta. Strehe in stropovi se gradijo iz lesa. Dimniki se ločujejo z kamnom ali polno opeko v kombinaciji z ilovico od lesene konstrukcije. V podstrešno medetažno konstrukcijo se polaga vlažna ilovica, prvenstveno kot zaščita od požara potem kot toplotni in zvočni izolator. Prepoveduje se uporaba slame in lesenih skodel za strešno kritino. Obvezna je uporaba ognjevarnih materialov za strešno kritino, kot so opeka, škrlj ali pločevinasta kritina. Podstrešja se obmetavajo z ilovico v minimalni debelini od 11,00 cm.

1.3.3 Tla

Objekte, katere so gradili v bližini vodnih virov, se je določila kota tal v bivalnih prostorih, katera mora biti vsaj 32,00 cm nad najvišjim stanjem vode.

Tla se postavljajo v pritličjih objektov namenjenih bivanju vsaj 32,00 cm nad zunanjim cestnim nivojem. S tem predpisom so zagotovili suhost, svetlost in zračnost bivalnega objekta.

Tla v na terenu se oblagajo z ilovico v sloju debeline 11,00 cm. Za zaključni sloj tlaka se uporablja kamen ali opeka vtisnjena v ilovico. Tlaki na ostalih medetažnih konstrukcijah so leseni.

1.4 Gabariti objekta

Objekti namenjeni bivanju ne smejo imeti več kot štiri nadstropja nad pritličjem. Višina prostorov v bivalnih objektih je predpisana na vsaj 3,0 m višine, če je strop raven.

1.5 Transparentni konstrukcijski sklopi

Prvič se omenjajo stekleni svetlobniki. Svetuje se vgradnjo svetlobnikov nad stopnišča in v prostorih, ki ne dobijo sončne svetlobe skozi okna.

2 STROKOVNO PRIPOROČILO ZA UPORABO OPEKE PRI ZIDANJU ZIDOV, STEN IN STROPOV STANOVANJSKIH ZGRADB (IS – SRS)

2.1 Uvod

Strokovno priporočilo za uporabo opeke pri zidanju zidov, sten in stropov stanovanjskih zgradbe je nastalo na podlagi zahtev podanih s Ur. Lista LRS, št. 9-46/58 in mnenja strokovnega sveta Izvršnega sveta za stanovanjsko izgradnjo (27.12.1957) in strokovnega sveta Izvršnega sveta za industrijo (7.7.1958) (Vir: Sekretariat izvršnega sveta za urbanizem, 1958).

2.2 Sestava konstrukcijskih sklopov

2.2.1 Zunanja stena

Zunanje stene morajo biti najmanj debeline 38,00 cm s $\lambda = 0,65[\text{cal}/\text{m}^2\text{hC}]$ oz. $\lambda = 0,756 [\text{W}/\text{mK}]$.

Vse nosilne stene se še vedno izračunavajo po DIN 1053 do naslednje spremembe.

Opeka s katero zidamo nosilne stene, mora ustrezati standardu JUS B. D. 1. 011. Za ekonomičen in hitrejši način gradnje se uporablja votla opeka, in sicer za notranje in zunanje nosilne stene OB-N po JUS B.D. 1. 011.

Zidni bloki BH4 in BH6 se lahko uporabljajo za zidanje nosilnih zidov v zadnjih dveh etažah objekta. Pri zidanju s temi bloki je maksimalna dovoljena obremenitev pri uporabi apnene malte $7 \text{ kg} / \text{cm}^2$, pri uporabi cementne malte pa $10 \text{ kg} / \text{cm}^2$.

Votline v votli opeki, pri zidanju zunanjih zidov morajo potekati vzporedno s steno.

Zaradi ekonomičnosti se opušča zidanje sten s polno opeko. Polno opeko nadomeščajo votlaki. Z zmanjšanjem debeline sten zidanih z votlo opeko z $\lambda = 0,65[\text{cal}/\text{mh}^2\text{C}]$, oz. $\lambda = 0,756 [\text{W}/\text{mK}]$ se ekonomičnost še poveča.

Proizvajajo se votličave opeke različnih dimenzij. Z razvojem novih tehnologij pri proizvodnji opeke se opušča zidanje sten iz kamna. Nosilnost opeke se povečuje do te meje, da se začne gradnja zunanjih sten v višjih nadstropjih objekta s debelino 25,00 cm.

Priporoča se zidanje notranjih predelnih sten z votlo opeko, tipa porolit debeline 5 in 8 cm s prostorninsko težo pod $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ ali iz votlakov BH2 in BH4.

2.2.2 Strehe in stropovi

Zaradi ekonomičnosti stropnike tipa LGD in Emona zamenjajo stropi tipa SAT, RAPID, SUPER in Goriška MONTA.

3 PREDLOG PREDPISA O TOPLOTNI ZAŠČITI V GRADBENIŠTVU

3.1 Uvod

Predlog predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu (ZRMK, 1966) predpisuje minimalne debeline toplotne zaščite pri gradnji objektov. Toplotna zaščita mora biti takšnih dimenzij, da še z njenim delovanjem v konstrukcijskem sklopu dosežemo zadovoljive higienske in zdravstvene pogoje bivanja. Obvezen je izračun toplotne zaščite vseh predvidenih gradbenih materialov, ki se vgrajujejo v posamezne gradbene elemente. V ta namen obravnavani Predlog predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu navaja računске vrednosti koeficienta toplotne prevodnosti za posamezne materiale in toplotno izolacijske vrednosti za zračne plasti.

Predpis (ZRMK, 1966) podaja:

- splošna navodila za projektiranje stavb v pogledu toplotne zaščite
- definicije pojmov potrebnih za izračun potrebne toplotne zaščite
- seznam karakteristik gradbenih materialov in toplotne zaščite (prostorninsko težo posameznega materiala in njegov koeficient toplotne prevodnosti)
- razdelitev po klimatskih conah

3.2 Splošna navodila za projektiranje stavb v pogledu toplotne zaščite

3.2.1 Lokacija objekta

Izbira lokacije objekta vpliva na toplotne izgube stavbe. Postavitev objekta na pozicijo s čim večjo osončenostjo in v zavetju bistveno vpliva na zmanjšanje toplotnih izgub, pri tem sta relief in mikroklima, zlasti veter pomembna dejavnika.

3.2.2 Sestava konstrukcijskih sklopov

3.2.2.1 Zunanja stena

Zunanja stena se projektira in izvede tako, da se prepreči prodor meteorne vode v konstrukcijo zunanje stene. Prodor meteorne vode preprečimo s pravilno izbiro fasadnega ometa ali fasadne obloge. S pravilno preprečitvijo prodora meteorne vode v konstrukcijski sklop vplivamo na trajnost vgrajenih materialov in s tem ne povzročamo zmanjšanja izolacijskih sposobnosti uporabljenih materialov v konstrukcijskem sklopu.

Materiale z večjim koeficientom difuzijskega upora postavljamo na toplejši strani konstrukcijskega sklopa – notranji strani objekta, oz. zunanje stene.

Zunanje stene z notranje ogrevane strani naj se obložijo z ometom, zaradi prijetnejšega občutka bivanja v tem prostoru.

3.2.2.2 Streha

Streha se projektira in izvede s nadstreškom, da bi se preprečilo vpijanje meteorne vode v konstrukcijo zunanje stene.

Hidroizolacija ravnih streh se izvede vodotesno.

3.2.3 Gabariti objekta

Toplotne izgube objekta proporcionalno naraščajo z povečanjem površin zunanjih sten. Projektirajo naj se enostavne oblike tlorisov, da bi z zmanjšanjem zunanje površine zidov in zmanjšanjem števila vogalov zmanjšali toplotne izgube in s tem toplotne mostove.

3.2.4 Transparentni konstrukcijski sklopi

V skladu z opisanim predlogom predpisa (ZRMK, 1966), se odsvetujejo velike transparentne površine, kot so okna na objektu, da bi se izognili dodatnim toplotnim izgubam. Okna naj se projektirajo s čim manjšo skupno dolžino pripir in čim manjšim koeficientom zračne propustnosti.

3.2.5 Prezračevanje

Potrebno je zagotoviti stalno izmenjavo zraka v prostorih. Pri vgradnji dobro tesnjenih oken to izmenjavo zagotovimo s projektiranjem in vgradnjo dodatnih odprtín.

3.2.6 Ogrevanje

Predlagano (ZRMK, 1966) je grelnó telo za vsak bivalni prostor. Ta predlog strogo velja za II. in III. klimatsko cono.

Razvodi dimnih kanalov, vodovodnih cevi in cevi za ogrevanje naj se ne bi izpeljale v zunanji steni.

Če pa to ni izvedljivo, se morajo obvezno izolirati, da bi preprečili dodatne toplotne izgube.

Ogrevani prostori naj se projektirajo, tako, da mejijo med seboj. Odsvetuje se postavitev ležišč in sedišč, oz. pohištva na katerem se ljudje dlje časa zadržujejo, ob zunanjo hladno steno.

3.3 Definicije pojmov potrebnih za izračun potrebne toplotne zaščite z označbami enot

3.3.1 Merska enota toplote Q [kcal], sedanja veljavna enota (Q [kWh])

Merska enota toplote Q je količina toplote, ki je potrebna, da 1 kg vode povišamo temperaturo z $+14,5^{\circ}\text{C}$ na $+15,5^{\circ}\text{C}$.

3.3.2 Toplotni tok ϕ [kcal/h], sedanja veljavna enota ([W])

Toplotni tok ϕ pomeni količino toplote, ki gre skozi določeno površino v enoti časa.

3.3.3 Koeficient toplotne prevodnosti λ [kcal/(mh⁰C)], sedanja veljavna enota λ ([W/(mK)])

Koeficient toplotne prevodnosti λ pomeni množino toplote, ki prehaja v eni uri skozi sloj obravnavanega materiala površine 1m^2 in debeline 1 m pri razliki temperature 1K med obema površinama slojev materiala.

3.3.4 Koeficient prestopa toplote α [kcal/(m²h⁰C)] sedanja veljavna enota α [W/(m² K)]

Koeficient prestopa toplote α pomeni množico toplote, ki preide v 1 uri med površino stene velikosti 1m^2 in zraka, ki meji s to površino, ko je razlika temperature med zrakom in steno 1K.

3.3.5 Koeficient celotnega toplotnega prehoda k [kcal/ (m² h⁰C)] sedaj U [W/(m² K)]

Koeficient celotnega toplotnega prehoda k pomeni množico toplote, ki preide v eni uri skozi 1m^2 gradbenega elementa debeline d , pri čem je razlika temperature zraka na obeh straneh 1°C .

3.3.6 Relativna vlaga zraka ϕ [%]

Relativna vlaga zraka pomeni razmerje absolutne vlage in maksimalne vlage pri dani temperaturi.

3.3.7 Rosišče t_r

Rosišče predstavlja tisto temperaturo, pri kateri je tlak vodne pare v zraku enak tlaku nasičenja. Voda, katera nastane zaradi ohlajanja zraka pod temperaturo rosišča, imenujemo kondenzat.

3.4 Seznam karakteristik gradbenih materialov in toplotne zaščite (prostorninsko težo posameznega materiala in njegov koeficient toplotne prevodnosti)

3.4.1 Toplotna zaščita

Toplotna zaščita pomeni sledljivost k preprečitvi prehoda toplote iz prostora s višjo temperaturo v prostor z nižjo temperaturo.

Lastnosti dobre toplotne zaščite rastejo proporcionalno z povečanjem debeline toplotne zaščite pri uporabi materiala za toplotno zaščito s čim manjšim koeficientom toplotne prevodnosti.

3.4.2 Toplotna prevodnost

Toplotna prevodnost gradbenih materialov se lahko izraža kot:

- transmisijsko prevajanje toplote v samem gradbenem materialu
- konvekcijski prenos toplote
- toplotno sevanje v porah materiala ali votlinah gradbenega elementa

Toplotna prevodnost gradbenega materiala je odvisna od naslednjih faktorjev:

- prostorninske teže gradbenega materiala -
material z večjim številom manjših in gosto razporejenih por ima manjšo prostorninsko težo in zaradi tega boljšo toplotno izolativnost. Najboljši topotni izolator je miren zrak v porah materiala.
- vlažnosti -
izolacijske sposobnosti materiala močno upadajo z vsebnostjo vlage v tem materialu. Da bi izolativnost služila svojemu namenu, moramo posebno pozornost posvetiti pri izbiri, projektiranju posameznih sklopov gradbenih elementov, skladiščenju in vgradnji materialov, da bi preprečili prekoračitev dovoljene vlažnosti materiala.

3.4.3 Akumulacija toplote

Zunanje obode objekta (stene in stropove) projektiramo in gradimo, na ta način, da so toplotno akumulativni. To je sposobnost gradbenega elementa, da se postopoma ohlaja po prekinitvi ogrevanja notranjega prostora oz. počasi ogreva poleti s čimer ščitimo prostore pred pregrevanjem.

Za doseganje večje toplotne akumulacije Predlog predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu (ZRMK, 1966) priporoča vgradnjo toplotne izolacije na zunanji strani večslojnih konstrukcijskih sklopov, kot so stene, stropovi, ki mejijo na podstrešje in ravne strehe.

Če je potreba po doseganju hitrega ogrevanja notranjega prostora, se postavlja toplotna zaščita na notranji, topli strani. Pri takšni postavitvi toplote zaščite moramo nameniti posebno pozornost pri izbiri materiala celotnega konstrukcijskega sklopa, da bi se izognili pojavu kondenzacije na notranji hladni površini nosilnega elementa.

3.4.4 Gradbeni in izolacijski materiali

Predlog predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu (ZRMK, 1966) navaja računске vrednosti koeficienta toplotne prevodnosti za posamezne materiale. Podani koeficienti toplotne prevodnosti za posamezne materiale so povprečne vrednosti dobljene s preiskavami izmerjene vrednosti v laboratoriju in na samih objektih.

3.5 Razdelitev po klimatskih conah

V času izdaje Predloga predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu leta 1966 (ZRMK, 1966) je Republika Slovenija bila del ozemlja SFRJ. Na podlagi meteoroloških podatkov in vpeljanih načinov gradnje je področje SFRJ bilo razdeljeno na tri klimatske cone. Meje con so predstavljale izbrane meje občin ali pa nadmorska višina.

3.5.1 Klimatska cona I.

V klimatsko cono I. spadajo občine na področju sedanje Slovenije, katere so do 300 m nadmorske višine. To so naslednje občine: Ajdovščina, Izola, Koper, Nova Gorica, Piran, Sežana.

3.5.2 Klimatska cona II.

V klimatsko cono II. spadajo občine, katerih nadmorska višina leži med 300 m in 800 m.

3.5.3 Klimatska cona III.

V klimatsko cono III spadajo področja s nadmorsko višino nad 800 m.

4 PRAVILNIK O MINIMALNIH TEHNIŠKIH POGOJIH ZA GRADNJO STANOVANJ

4.1 Uvod

Pravilnik (Uradni list SFRJ št. 45/1967) predpisuje minimalne tehniške pogoje za graditev stanovanj v ožjih okoliših mest in naselij v mestih. Ta pravilnik velja tudi za gradnjo stanovanj na komunalno urejenem zemljišču, katero se šteje za mestno zemljišče.

Ta pravilnik ne velja za objekte, kateri so namenjeni za občasno bivanje.

4.2 Sestava konstrukcijskih sklopov

Pravilnik (Uradni list SFRJ št. 45/1967) določa, da vsi uporabljeni materiali za gradnjo objekta, morajo biti zadosti varni in odporni proti učinku vseh sil in vplivov, katerimi bi lahko objekt bil izpostavljen.

Objekt mora biti projektiran in grajen tako, da ob normalnem vzdrževanju doseže življenjsko dobo vsaj 60 let.

Trajnost objekta zgrajenega z lahko konstrukcijo se ugotavlja z atestom, ki izda strokovna organizacija, ki je registrirana za tako dejavnost.

4.2.1 Zunanja stena

Zunanja površina zunanjih sten mora biti odporna na prodiranje meteorne vode v konstrukcijo.

4.2.2 Tla

Podi v stanovanjskih prostorih morajo biti odporni proti obrabi in kemičnemu učinku čistil. Tla v ogrevanih prostorih, obvezno pa v spalnicah in dnevnih sobah morajo zadostiti glede toplotnih značilnosti vsaj poltoplim podom.

Tla stanovanjskih površin, ki se gradijo na poplavnem območju, morajo biti dvignjena vsaj 0,50 m nad najvišjo koto, ki jo dosežejo talne vode.

4.3 Transparentni konstrukcijski sklopi

Velikosti odprtih za okna in vrata morajo ustrezati veljavnim jugoslovanskim standardom. Okna in vrata morajo dobro tesniti in biti narejena tako, da ob nalivu ne prepuščajo dežja. Kot površinska zaščita vrat in oken se nanaša zaščitni premaz v dveh nanosih.

Vhodna vrata v stanovanje morajo imeti minimalno 0,80 m svetle širine.

Sobe in kuhinje v stanovanju morajo imeti zagotovljeno pridobivanje naravne svetlobe skozi vsaj eno ali več oken ali balkonska vrata. Celotna steklena površina teh odprtin mora dosegati vsaj sedmino talne površine prostora. Upoštevajo se le steklene površine, katere so višje od 0,50 m, merjeno od kote dovršenega flaka v obravnavanem prostoru.

4.4 Ogrevanje

Pri gradnji stanovanj se mora zagotoviti varno ogrevanje in na vsako stanovanjsko enoto pripada vsaj en priključek na dimnik. Priključek na dimnik mora ustrezati zahtevam toplotne tehnike.

4.5 Toplotna zaščita

Količnik prehajanja toplote "k" za velike površine sten ne sme presegati naslednje vrednosti glede na klimatsko cono, vse dokler ne bodo izdani tehnični predpisi za toplotno izolacijo objektov:

1,54 Kcal/(m²h⁰C), oz. 1,79 W/(m²K).....za I. klimatsko cono

1,33 Kcal/(m²h⁰C), oz. 1,55 W/(m²K).....za II. klimatsko cono

1,18 Kcal/(m²h⁰C), oz. 1,37 W/(m²K).....za III. klimatsko cono

5 PRAVILNIK O TEHNIČNIH UKREPIH IN POGOJIH ZA TOPLOTNO ZAŠČITO STAVB

5.1 Uvod

Pravilnik o minimalnih tehničnih pogojih za gradnjo stanovanj (Ur. l. SFRJ 35, 1970) predpisuje tehniške ukrepe in pogoje, ki določajo kvaliteto toplotne zaščite stanovanjskih, javnih in poslovnih objektov. To je prvi veljavni predpis o toplotni zaščiti za področje Slovenije. Pravilnik (Ur. l. SFRJ 35, 1970) predpisuje največje dovoljene toplotne prehodnosti k [W/m^2K] elementov ovoja stavbe glede na klimatsko cono, v kateri se stavba nahaja. S tem Pravilnikom o tehničnih ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb so prej predpisane zahteve za največje dovoljene toplotne prehodnosti "k" poostrene.

5.2 Lokacija objekta

S Pravilnikom o tehničnih ukrepih in pogojih za prezračevanje stanovanjskih hiš iz leta 1970 (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970, str.4-6), je postavljen pogoj za lokacijo za gradnjo stanovanjskih hiš in objektov v katerih se ljudje zadržujejo. Zunanja atmosfera lokacije na kateri se bo gradilo mora izpolnjevati pogoje podane v tabeli 1. Pravilnika o tehničnih ukrepih in pogojih za prezračevanje stanovanjskih hiš (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970, str.4-6). V tej tabeli so podane največje dovoljene koncentracije škodljivih snovi v atmosferi naselja, katere ne smejo prekoračiti koncentracije škodljivih snovi v atmosferi okoliša v katerem se namerava graditi.

5.3 Sestava konstrukcijskih sklopov

Vsi konstrukcijski sklopi, kateri se nahajajo na objektu morajo biti zaščiteni pred vlago (atmosferske vode, difuzije, podtalne vode..).

Zidovi, stropovi in strehe objektov morajo imeti enake ali manjše koeficiente prevoda toplote (k), kot so predpisani v 3. in 4. tabeli Pravilnika o tehničnih ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb (Ur. l. SFRJ, št.35/1970, čl. 10, str. 999 in 1002). Spodnja tabela 1 je tabela 3 v zgoraj omenjenem pravilniku iz 10. člena.

Preglednica 1: »Največji dopustni koeficient toplotne prehodnosti k za masivne gradbene konstrukcije«

Gradbena konstrukcija	Način ogrevanja	Gradbena klimatska cona						Vrednost	
		I		II		III		α_i	α_e
		k	1/Λ	k	1/Λ	k	1/Λ		
1. Zunanje stene		1,45	0,50	1,25	0,61	1,10	0,72	7,00	20,00
2. Stene med stanovanji in neogrevanimi stopnišči	lokalno gretje	1,70	0,31	1,60	0,34	1,40	0,43	7,00	7,00
3. Stene proti stopnišču ogrevanem nad 10 °C	centralno gretje	2,50	0,12	2,50	0,12	2,50	0,12	7,00	7,00
4. Stropi med stanovanji	lokalno gretje	1,20	0,55	1,20	0,55	1,20	0,55	7,00	7,00
	centralno gretje	2,00	0,22	2,00	0,22	2,00	0,22	7,00	7,00
5. Konstrukcija tal na tleh		0,80	1,05	0,80	1,05	0,80	1,05	5,00	0,00
6. Strop proti podstrešju		1,00	0,81	1,00	0,81	1,00	0,81	7,00	20,00
		1,30	0,58	1,30	0,58	1,30	0,58	7,00	20,00
7. Strop nad kletjo		0,90	0,77	0,90	0,77	0,90	0,77	7,00	5,00
		1,20	0,49	1,20	0,49	1,20	0,49	7,00	5,00
8. Strop nad odprtimi prehodi		0,60	1,42	0,50	1,75	0,45	1,97	5,00	20,00
		0,75	1,08	65,00	1,29	0,60	1,42	5,00	20,00
9. Poševne in ravne strehe-podstrešja nad ogrevanimi prostori		0,80	1,06	0,80	1,06	0,80	1,06	7,00	20,00
		1,30	0,58	1,30	0,58	1,30	0,58	7,00	20,00

(Ur. l. SFRJ, št.35/1970, čl. 10., str. 999, tabela 3)

Vrednosti koeficienta toplotne prehodnosti k [kcal/(m²h□C)] v tabeli 1 sem prevedla v vrednosti U_{max} [W/ (m²K)] in jih prikazala v spodnji tabeli 2. Za pretvorbo enot sem uporabila Legendo pretvornika enot.

Preglednica 2: Prevedena preglednica iz največjega dopustnega koeficienta toplotne prehodnosti k za masivne gradbene konstrukcije v največjo dovoljeno toplotno prehodnost U_{max}

Gradbena konstrukcija	Način ogrevanja	III. gradbena klimatska cona	
		k	U
		kcal/(m ² h°C)	w/(m ² K)
1. Zunanje stene		1,10	1,28
2. Stene med stanovanji in neogrevanimi stopnišči	lokalno gretje	1,40	1,63
3. Stene proti stopnišču ogrevanem nad 10 °C	centralno gretje	2,50	2,91
		1,20	1,40
4. Stropi med stanovanji	lokalno gretje	1,20	1,40
	centralno gretje	2,00	2,33
5. Konstrukcija tal na tleh		0,80	0,93
6. Strop proti podstrešju		1,00	1,16
		1,30	1,51
7. Strop nad kletjo		0,90	1,05
		1,20	1,40
8. Strop nad odprtimi prehodi		0,45	0,52
		0,60	0,70
9. Poševne in ravne strehe-podstrešja nad ogrevanimi		0,80	0,93
		1,30	1,51

5.4 Prezračevanje

Prezračevanje se s Pravilnikom o tehničnih ukrepih in pogojih za prezračevanje stanovanjskih hiš iz leta 1970 (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970), prvič deli na naravno in umetno prezračevanje. Predlagani ukrepi se morajo upoštevati pri projektiranju in gradnji objektov namenjenih bivanju in prostorov v katerih se zadržujejo ljudje. Pri projektiranju in gradnji stanovanjskih objektov se mora izvesti vsaj eden od možnih načinov prezračevanja podanih po vrsti prostora v tabeli 3 (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970, str. 7). S prezračevanjem prostorov moramo doseči predpisano potrebno število zamenjav zraka v prostoru na enoto časa. Pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za prezračevanje stanovanjskih hiš (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970, 7.člen, str. 7) podaja predpisano število zamenjav zraka v eni uri v odvisnosti od svetle višine prostora.

Preglednica 3: Načini prezračevanja glede na vrsto prostora

VRSTA PROSTORA	NAČINI PREZRAČEVANJA					
	PRIPIRE	OKNA	VENTILA- CIJSKI KANALI	ODPRTINE NA VRATIH	ODPRTINE NA STENI	UMETNO
garaže	DA	DA	DA	DA	DA	
kuhinje		DA	DA			DA
kopalnice		DA	DA			
shrambe za živila		DA				
pralnice perila		DA	DA			DA
sobe za delo in bivanje		DA				
spalnice		DA				
stopnišča		DA				
stranišča		DA	DA			DA
delavnice v stanovanjskih hišah						DA
DA	oznaka predpisanega možnega načina prezračevanja za posamezno vrsto prostora					

(Ur. l. SFRJ, št.35 - 426/1970, str. 7, 6. člen)

5.4.1 Naravno prezračevanje

Pojem naravnega prezračevanja, pomeni izmenjava zraka različnih temperatur v prostoru, katerega prezračujemo od temperature zraka zunaj tega prostora, brez uporabe mehanskih naprav. Pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za prezračevanje stanovanjskih hiš iz leta 1970 (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970) loči naslednje načine naravnega prezračevanja:

1. skozi pripire,
2. skozi zidove,
3. skozi okna in prezračevalne odprtine
4. ventilacijske kanale.

5.4.2 Prezračevanje skozi pripire

Za projektiranje prezračevanja skozi pripire je potrebno zadostiti dvema pogojema, in sicer določili so največje dopustno prepuščanje zraka skozi pripiro in toplotne izgube v prostoru zaradi pripir.

Največje dopustno prepuščanje zraka skozi prepire določimo po enačbi (1) (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970, str. 8).

$$E_p = D * a \quad (1)$$

E_p [m^3/h] prepuščanje zraka

D [m^1]..... celotna dolžina pripir pri oknih ali balkonskih vratih

a [m^2/h] največji dovoljeni faktor propustnosti pripir po dolžinskemu metru

Največji dovoljeni faktor propustnosti pripir po dolžinskemu metru **a** je podan v Tabeli 4., Pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za prezračevanje stanovanjskih hiš iz leta 1970, v odvisnosti od hitrosti vetra in razlike pritiska, katera delujejo pravokotno na okno in vrste okna (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970, str. 8) .

Če je v prostorih, ki jih ogrevamo s pečmi, prepuščanje zraka pri prezračevanju skozi pripire manjše od 50% največje dovoljene vrednosti E_p , se v te prostore vgrajujejo posebna okna za ventilacijo.

Toplotne izgube v prostoru zaradi prepuščanja pripir oken in vrat ne smejo presežati naslednje meje določene z enačbo (2) (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970, str. 8).

$$H_1 = 0,288 (E_p / F) \quad (2)$$

H_1 izguba toplote na uro zaradi prepuščanja pripir ob oknih, reducirana na eno $^{\circ}C$ temperaturne razlike in $1 m^2$ zidu, v katerem sta okno ali balkonska vrata

E_p [m^3/h] prepuščanje zraka

F [m^2] celotna površina zidu, v katerem je okno

5.4.3 Prezračevanje skozi zidove

Izgube zaradi prezračevanja skozi zidove ne smejo biti večje od 10,00 % transmisijskih izgub, ko je zunanja temperatura $-15 ^{\circ}C$ in notranja temperatura zraka $+ 20 ^{\circ}C$.

V tabeli 5, Pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za prezračevanje stanovanjskih hiš iz leta 1970 (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970) so določeni koeficienti prepuščanja zraka skozi zid E [m^2/h mm VS] v odvisnosti od materiala iz katerega je zid narejen in debeline zidu v milimetrih.

Toplotne izgube na uro pri prepuščanju $1,0 m^2$ zidu pri temperaturni razliki $1 ^{\circ}C$ določimo z enačbo (3) (Ur. l. SFRJ, št.35-426/1970, str. 10).

$$H_2 = 1,465 * 10^{-2} * E * V^2 \quad (3)$$

E [(k p) / ($m^2 * h * VS$)]..... koeficient prepuščanja zidu (VS – vodni steber)

V [m/sek]..... hitrost vetra

Za hitrost vetra morajo biti izpolnjeni pogoji:

$H_2 < 0,10 K$ velja za zidove brez oken

$H_1 + H_2 < 0,10 K$ velja za zidove z okni

K [kcal / (m²*h*°C)].....največji dovoljeni koeficient toplotne prevodnosti za posamezno klimatsko cono .

5.4.4 Prezračevanje skozi okna in prezračevalne odprtine

Z odpiranjem oken, balkonskih vrat ali prezračevalnih odprtin prezračujemo zaprte prostore.

Projektiramo in vgrajujemo okna, balkonska vrata ter prezračevalne odprtine, s katerimi lahko zagotovimo učinkovito menjavo zraka v prostoru.

5.4.5 Prezračevanje skozi ventilacijske kanale

Pri prezračevanju s ventilacijskimi kanali prezračujemo vsak prostor z vertikalnim prezračevalnim kanalom, kateri se vodi od prezračevanega mesta do iznad strehe. Ventilacijski kanali se projektirajo za vsa stranišča, kopalnice in shrambe za živila, ki nimajo oken v zunanji steni in za sobe nad kuhinjami. Ventilacijski kanali so lahko posamezni ali zbirni.

Posamezni ventilacijski kanal poteka za posamezni prostor, katerega prezračujemo iz prostora do iznad strehe. Izvaja se za objekte, kateri imajo največ pritličje in štiri etaže.

Zbirni ventilacijski kanal je kanal od najnižje etaže objekta do iznad strehe, na katerega se priključujejo pomožni ventilacijski kanali iz prostorov vseh ostalih etaž. Na vsaki etaži se lahko priključita največ dva pomožna ventilacijska priključka na zbirni ventilacijski kanal.

Zbirni ventilacijski kanali se projektirajo in izvajajo v objektih višjih od objekta s pritličjem in štirimi etažami.

5.4.6 Umetno prezračevanje

Umetno prezračevanje je takšna vrsta prezračevanja, katero dosežemo s pomočjo mehanskih naprav, kot so ventilatorji. Izvaja se na območjih z močno turbulenco vetrov, v prostorih, kjer naravno prezračevanje ne zadovoljuje pogojem za potrebno število izmenjave zraka v enoti časa. Umetno prezračevanje je možno doseči z izsesavanjem zraka, z dodajanjem zraka in s kombinacijo izsesavanja in dodajanja zraka.

Prezračevanje z dovajanjem zraka in kombinirano prezračevanje se projektira in izvaja v trgovinah in delavnicah, katere se nahajajo v stanovanjskih hišah, katere nimajo pomožnega vhoda za stopnišče in nimajo ventilacijskih kanalov.

5.5 Ogrevanje

Dimniške tuljave in ventilacijski kanali, vodovodne cevi in cevi za toplovodno ogrevanje morajo biti toplotno izolirani do takšne mere, da se omogoči njihovo nemoteno delovanje.

V vseh stanovanjih zgrajenih v II. in III. klimatski coni mora obstajati možnost za ogrevanje v vseh bivalnih prostorih. V I. klimatski coni mora obstajati možnost ogrevanja najmanj enega prostora v stanovanju.

5.6 Gradbene klimatske cone

Karta s prikazom gradbenih klimatskih con je sestavni del tega pravilnika. Podane so srednje vrednosti najnižjih letnih temperatur za posamezno cono:

- | | | |
|---|------------------------------|--------------------|
| 1 | gradbena klimatska cona..... | -12 ⁰ C |
| 2 | gradbena klimatska cona..... | -18 ⁰ C |
| 3 | gradbena klimatska cona..... | -24 ⁰ C |

6 TEHNIŠKI POGOJI ZA PROJEKTIRANJE IN GRADITEV STAVB

6.1 Uvod

Tehniški pogoji za projektiranje in graditev stavb (JUS. U.J5. 600:80) je standard z obvezno uporabo na področju toplote na področju nekdanje Jugoslavije, ki jo danes obravnavamo pod področjem gradbene fizike. Podaja minimalne tehniške pogoje na področju toplotne zaščite, difuzije vodne pare, toplotnega upora zraka "Toplotni odpor sloja vazduha" (JUS u.J5.600:1980, str. 24), ki so obvezni za uporabo pri projektiranju, gradnji in izvajanju objekta. Projektiranje z izvedenimi predpisanimi izračuni na področju toplote je pogoj za pridobivanje gradbenega dovoljenja in kasneje za projekt za izvedbo.

Zahteve tega standarda se uporabljajo na delih objekta, kateri je namenjen za rekonstrukcijo. Pod pojmom rekonstrukcija stavb, standard določa vsako izvedbo dela na gradbenem objektu, kot so adaptacija, popravek, nadgradnja, dogradnja in podobna dela, katera bi lahko vplivala na toplotno zaščito objekta.

Standard (JUS. U.J5. 600:80) se ne nanaša na objekte, na katerih ni predvidena instalacija ogrevanja ali hlajenja.

Podaja kriterije za:

- maksimalno dopustno toplotno izgubo stavb
- minimalno toplotno stabilnost gradbenih konstrukcij
- načrtovanje konstrukcijskih sklopov stavbe

Standard JUS. U.J.5.600:1980 je ozko povezan s standardi JUS.U.J.5.510, JUS.U.J.5.520 in JUS.U.J.5.530. Predpisovali so računske postopke za presojo elementov konstrukcijskih sklopov ovoja stavbe in posledično s tem usmerjali v samo zasnovo stavbe.

JUS. U.J5. 600:1980 standard podaja zahteve za toplotno stabilnost zunanjih konstrukcijskih sklopov gradbenih elementov za zimsko in posebej za poletno obdobje.

Obvezna vsebina projektov za gradbeno dovoljenje je izračun toplotne stabilnosti zunanjih gradbenih konstrukcijskih sklopov v poletnem obdobju. Z izračuni podajamo dokazilo, da projektirane gradbene konstrukcije zadovoljujejo zahteve za toplotno stabilnost objekta, podane s standardom JUS.

U.J.5.600:1980 in JUS U.J5.530:1980. S standardom JUS U.J5.530:1980 so predpisane metode računanja toplotne stabilnosti zunanjih gradbenih konstrukcij za poletno obdobje.

6.2 Sestava konstrukcijskih sklopov

Standard (JUS. U.J5. 600:80) določa:

- najvišje dovoljene vrednosti koeficienta celotnega toplotnega prehoda "k" za posamezne gradbene konstrukcijske sklope, ki se ne smejo prekoračiti
- najmanjše dovoljene vrednosti toplotnega upora za posamezne gradbene konstrukcijske sklope, ki se ne smejo prekoračiti.

6.2.1 Zunanja stena

Standard (JUS. U.J5. 600:80) opredeljuje, da podane zahteve za zunanje stene veljajo tudi za stene, ki mejijo na odprte prehode ali za stene, ki mejijo s prostori z slabšo toplotno izolativnostjo, oz. če mejijo s prostorom, v katerem je lahko v zimskem času dosežena temperatura zraka nižja od +10°C.

Izračun vrednosti toplotnega upora R, oz. koeficienta celotnega toplotnega prehoda "k" za zunanjo steno računamo le za sloje nad hidroizolacijo.

6.2.2 Streha

Standard JUS U.J5.600:1980 podaja minimalne potrebne vrednosti faktorja zadužitve oscilacij temperatur α in časovnega premika faze oscilacije temperature τ za neklimatizirane objekte.

Če je faktor zadužitve oscilacij temperatur α večji od 45 ni potrebno upoštevati časovnega premika faze oscilacije temperature τ .

Za ravne strehe standard JUS U.J5.600:1980 določa faktor zadužitve oscilacij temperatur α da je enak 25 (JUS U.J5.600:1980, tabela 8).

Za strehe v ravni in poševni izvedbi z zračnim slojem kot komponento konstrukcijskega sklopa velja, da ni potrebe po zahtevah faktorja zadužitve oscilacij temperatur α in časovnega premika faze oscilacije temperature τ .

6.2.3 Tla

Standard JUS U.J5.600:1980, tla kot gradbeno konstrukcijo razdeli v pet podskupin:

- tla na terenu

Računamo koeficiente celotnega toplotnega prehoda za tla na terenu od zgornje kote hidroizolacije.

- medetažna konstrukcija med ogrevanimi stanovanji
- medetažna konstrukcija proti podstrešju

Veljajo predpisane karakteristike tudi za stropove, ki ležijo pod ventilacijskimi kanali velikosti, da se v njih lahko plazi, ali pa sploh ne, oz. povsod, kjer je prerez odprtine za ventilacijo minimalno 2 % osnovne zračne površine prostora.

Za vse zunanje konstrukcijske sklope moramo zadostiti pogojem za zadušitev amplitude temperaturne oscilacije znotraj konstrukcije in kriteriju premika faze temperaturnih oscilacij. Ti pogoji so podani v 5. poglavju standarda JUS U.J5.600:1980, "Zahtevi v pogledu toplotne stabilnosti spoljašnjih građevinskih konstrukcija za letnje razdoblje."

- medetažna konstrukcija nad kletnimi prostori
- medetažna konstrukcija nad odprtimi prehodi

Za izračun koeficienta celotnega toplotnega prehoda "k" pri tleh ogrevanega prostora, ki meji na neogrevano garažo, se obravnava kot tla, ki mejijo z okoljem s svoje spodnje strani.

6.3 Transparentni konstrukcijski sklopi

Standard JUS U.J5.600:1980 podaja najvišje dovoljene koeficiente celotnega toplotnega prehoda "k" glede na vrsto zasteklitve in materiala okvirja oken ali balkonskih vrat.

Vrsta zasteklitve:

1. Enojna okna z dvojn timer izolirnim steklom (6 mm debeline zračnega sloja med stekli)
2. enojna okna z dvojn timer izolirnim steklom (12 mm debeline zračnega sloja med stekli)
3. enojna okna s trojn timer izolirnim steklom (2×12mm debeline zračnega sloja med stekli)
4. enojna okna s spojenimer krili (krilo na krilo)
5. enojna okna s spojenimer krili (z izolirnim steklom + 1 steklo)
6. enojna okna s spojenimer krili (z dvema izolirnimer stekloma)
7. dvojna okna z odmaknjenimer krili

Vrste okvirja:

1. lesen, PVC ali kombiniran $\lambda < 0,35$ W/mK
2. toplotno izolirani $0,35$ W/mK $< \lambda < 1,20$ W/mK
3. aluminijski, betonski $\lambda > 1,20$ W/mK

Podane vrednosti dovoljenega največjega koeficienta celotnega toplotnega prehoda "k" v tem standardu JUS U.J5.600:1980 velja za:

- okna površine: $< 5,0$ m² površino okvirja $\leq 25\%$
 $\geq 5,0$ m² površino okvirja $\leq 15\%$
- vrata površine: $2,0$ m² površino okvirja $\leq 25\%$

Steklene stene, oz. nepremične steklene površine ta standard JUS U.J5.600:1980 opredeljuje kot okna. Vrednosti koeficienta celotnega toplotnega prehoda "k" za okna velja, ko skupna nezastekljena površina obravnavanega prostora ne presega 1/7 površine obravnavanega prostora.

Okna večjih dimenzij morajo zadostiti pogojem, da povprečna vrednost koeficienta celotnega toplotnega prehoda "k" stene s oknom ne presega povprečne vrednosti koeficienta celotnega toplotnega prehoda "k" steklene površine.

JUS U.J5.600:1980 v 5. poglavju: Zahteve za toplotno stabilnost zunanjih gradbenih konstrukcij za poletno obdobje, navaja obvezno vgraditev zaščite od sončnega sevanja na zunanji strani zunanjega transparentnega konstrukcijskega sklopa v času poletnega obdobja. Te zahteve niso obvezne za zunanje transparentne konstrukcijske sklope locirane na severni, severovzhodni in severozahodni strani objekta.

6.4 Prezračevanje

6.4.1 Koeficient zračne prepustnosti oken in vhodnih vrat

Koeficient zračne prepustnosti oken in vhodnih vrat ne smejo presegati vrednosti podane v standardu JUS D.E8.193:1982. Koeficient zračne prepustnosti oken in vhodnih vrat je odvisen od izpostavljenosti objekta vplivom vetra in dežja. Stavbno pohištvo je razdeljeno v štiri kategorije in sicer: A, B, C, D. Pri čem kategorija D ima najboljše lastnosti glede preprečitve prepuščanja zraka skozi element.

S tabelo 1 podaja maksimalno dovoljeno specifično zračno prepustnost V_1 [m^3_n/hm] glede na hitrost vetra na mestu vgradnje stavbnega pohištva in razlike v tlaku (JUS D.E8.193, 1982).

6.4.2 Toplotni upor zračnega sloja

Standard JUS U.J5.600:1980 tabela 10 podaja računске vrednosti odpora toplotnega toka R_a [m^2K/W] zaprtega zraka debeline v cm (od 1,0 cm do 10,00 cm) glede na položaj zaprtega zračnega sloja in smeri toplotnega toka v odvisnosti od vrednosti faktorja e.

Faktor e je podan z enačbo (4) (JUS U.J5.600, 1980, tabela 10)

$$1/e = 1/e_1 + 1/e_2 - 1 \quad (4)$$

e_1 in e_2 sta faktorja oddajanje toplote nasprotnih površin, ki zapirajo zračni sloj.

Podane vrednosti v tabeli 10, JUS U.J5.600:1980 se ne nanašajo na okna. Veljajo le za prenos toplote s konvekcijo in radiacijo.

Položaj zaprtega zračnega sloja in smer toplotnega toka standard JUS U.J5.600:1980 razdeljuje v tri skupine in sicer:

- horizontalni zračni sloj in vhodni toplotni tok
- horizontalni zračni sloj in izhodni toplotni tok
- vertikalni zračni sloj dolžine do 3 m.

6.5 Definicije pojmov potrebnih za izračun potrebne toplotne zaščite z označbami enot

6.5.1 Toplotni upor R [m^2K/W] in koeficient celotnega toplotnega prehoda k [W/m^2K]

Toplotni upor konstrukcije R in koeficient celotnega toplotnega prehoda k konstrukcije se izračunava skladno s standardom JUS U.J5.510.

Toplotni upor konstrukcije se prvič omenja pod oznako R_v standardu JUS U.J5.600:1980. Toplotna izolacija gradbene konstrukcije je odvisna od koeficienta celotnega toplotnega prehoda k [W/m^2K], oz. toplotnega upora konstrukcije R .

Vrednost toplotnega upora konstrukcije mora presegati podane vrednosti toplotnega upora konstrukcije R podanih v tabeli 1, standarda JUS U.J5.600:1980, oz. koeficient celotnega toplotnega prehoda k ne sme presegati podanih vrednosti v tabeli 1 tega standarda.

6.6 Gradbene klimatske cone

Karta s prikazom gradbenih klimatskih con je sestavni del tega standarda, prevzet po Pravilniku o tehniških ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb (Ur. 1 SFRJ 35, 1970). Podane so srednje vrednosti najnižjih letnih temperatur za posamezno cono:

- I. gradbena klimatska cona.....-12⁰C
- II. gradbena klimatska cona.....-18⁰C
- III. gradbena klimatska cona.....-24⁰C

6.7 Gradbeni in izolacijski materiali

Predpisani materiali za vgradnjo v objekt morajo pred vgraditvijo imeti ustrezna dokazila, s katerimi je določena vrednost toplotne prevodnosti λ za vsak material, ki ga imamo namen vgraditi. Vrednost toplotne prevodnosti λ se določi s preizkusi za vsak material.

Vrednost toplotne prevodnosti λ za vsak material, ki ga imamo namen vgraditi v konstrukcijski sklop je potreben za izračun toplotnega upora konstrukcije R , oz. koeficienta celotnega toplotnega prehoda k , ki ga primerjamo s podanimi mejnimi vrednosti v obravnavanem standardu JUS U.J5.600:1980.

6.8 Difuzija vodne pare v gradbeni konstrukciji

V Predlogu predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvo (ZRMK, 1966) se prvič omenja pomembnost vlažnosti gradbenega materiala pri zmanjšanju toplotne izolativnosti gradbenega materiala zaradi vsebnosti vlage v samem gradbenem materialu. Ta vpliv vlažnosti materiala na zmanjševanje njegove toplotne izolativnosti sem opisala v 3. poglavju Predlog predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvo pod

podpoglavjem Toplotna prevodnost. Standard JUS U.J5.600:1980 prvič podaja konkretne zahteve glede difuzije vodne pare v gradbenem konstrukcijskem sklopu s podanimi vlažnosti mase in gostote posameznih gradbenih materialov. Objekti se morajo projektirati in graditi, tako da v teh objektih ne pride do kondenzacije vodne pare zaradi difuznega prehoda vlage, oz. vodne pare skozi gradbeni konstrukcijski sklop ter, da skupna količina vodne pare nastale v gradbenem konstrukcijskem sklopu po končanem procesu difuzije vodne pare, ne vpliva na stabilnost vgrajenega materiala v gradbenem konstrukcijskem sklopu.

Da bi zadostili zgoraj navedenim zahtevam, da kondenzirana vodna para, katera je prodrla v notranjost gradbenega konstrukcijskega sklopa s procesom difuzije, ne spreminja še karakteristik vgrajenega materiala, do te mere, da ne bi služil svojemu namenu, preverjamo na dva načina z enačbo (5) (JUS U.J5.600,1980).

$$X_{uk}' = X_r' + X_{dif}' \leq X_{max}' \quad (5)$$

Skupna vlažnost mase materiala X_{uk}' v gradbenem konstrukcijskem sklopu v katerem je prišlo do kondenzacije vodne pare na začetku procesa difuzije mora biti manjša od največje dovoljene vlažnosti mase vgrajenega gradbenega materiala X_{max}' . Vrednosti X_{max}' za posamezni gradbeni material, ki se lahko vgrajujejo, so podane v tabeli 4 standarda JUS U.J5.600:1980 .

- ali če je znano, da se skupna količina vodne pare q_{mz}' znotraj gradbenega konstrukcijskega sklopa v času difuzijskega vlaženja lahko sama posuši v času difuzijskega izsuševanja. Postopek izračuna časa difuzijskega izsuševanja d in skupne količine vodne pare q_{mz}' znotraj gradbenega konstrukcijskega sklopa v času difuzijskega vlaženja razložene so v standardu JUS U.J5.5.520:1980, pod 8. izračun količine kondenzata in 12. izračun potrebnega časa izsuševanja gradbene konstrukcije.

Standard JUS U.J5.600:1980 tabela 7, podane so predvidene temperature zraka t_i in relativna vlažnost zraka φ_i za posamezne namene uporabe prostorov.

Standard JUS U.J5.600/80 loči izračun izsuševanja gradbenega konstrukcijskega sklopa :

- objekti brez možnosti ohlajanja s klimatskimi napravami in brez procesa večjega prepuščanja vodne pare v posameznih prostorih objekta
- objekti s klimatiziranimi prostori v objektu ali s takšnimi konstrukcijskimi sklopi, kateri imajo sposobnost večjega sproščanja vodne pare

6.9 Zahteve za izračun izsuševanja vodne pare v gradbenemu konstrukcijskemu sklopu v objektu brez možnosti ohlajanja s klimatskimi napravami in brez procesa večjega prepuščanja vodne pare v posameznih prostorih objekta

Standard JUS U.J5.600:1980, v tabeli 5 podaja število dni pojava difuzije vodne pare in število dni izsuševanja vodne pare, ki je nastala v gradbenemu konstrukcijskemu sklopu, porazdeljeno po klimatskih conah na zimsko in letno obdobje.

Za izračun izsuševanja vodne pare, ki je nastala v gradbenemu konstrukcijskemu sklopu, se upoštevajo naslednje karakteristike:

- temperatura zraka v objektu t_i je enaka temperaturi zraka zunaj objekta t_e , ki je enaka $+18$ °C
$$t_i = t_e = +18 \text{ } ^\circ\text{C}$$
- relativna zračna vlažnost v notranjem prostoru φ_i je enaka relativni vlažnosti zraka zunaj objekta φ_e ki je enaka 65% vlažnosti zraka
$$\varphi_i = \varphi_e = 65 \%$$

6.10 Zahteve za izračun izsuševanja vodne pare v gradbenemu konstrukcijskemu sklopu v objektih s klimatiziranimi prostori ali s takšni konstrukcijski sklopi, ki imajo sposobnost večjega sproščanja vodne pare

Standard JUS U.J5.600:1980 določa, da se izračun izsuševanja vodne pare v gradbenem konstrukcijskem sklopu v objektih s klimatiziranimi prostori ali s takšni konstrukcijski sklopi, ki imajo sposobnost večjega sproščanja vodne pare, izračunava se z dejanskimi temperaturami in vlažnosti zraka v objektu in izven objekta. Za izračun difuzije vodne pare v gradbenem konstrukcijskem sklopu v zimskem času se podatki o temperaturi in relativni vlažnosti zraka zunaj objekta vzamejo po tabeli 6, Standard JUS U.J5.600:1980. Tabela 6, Standard JUS U.J5.600:1980, podaja temperaturo in relativno vlažnost zraka zunaj objekta za zimsko obdobje porazdeljeno po treh klimatskih conah.

Po tabeli 7 standarda JUS U.J5.600:1980 se uporabljajo podatki za temperaturo zraka v prostoru in relativne vlažnosti zraka v prostoru v odvisnosti od namembnosti uporabe prostora. Podatkov iz tabele 7 standarda JUS U.J5.600:1980 se poslužujemo, če ne razpolagamo s potrebnimi podatki.

Postopek za izračun difuzije vodne pare v konstrukcijskem sklopu, količino kondenzata in izsuševanje vodne pare v konstrukcijskem sklopu je podana v JUS U.J5.520:1980.

Materiali ki se vgrajujejo v zunanje konstrukcijske sklope, ki so v stiku z zunanjim zrakom, je potrebno pridobiti dokazila, da faktor upora difuzije vodne pare zadovoljuje standardu JUS U.J5.600:1980. Če se izmerjena vrednost faktorja difuzije vodne pare razlikuje za več kot 20 % od vrednosti, katero smo uporabili v izračunu, je potrebno ponoviti izračun difuzije vodne pare.

Vse gradbene konstrukcijske sklope moramo projektirati in graditi, tako da na njih ne pride do površinske kondenzacije vodne pare. Za industrijske in kmetijske objekte je potrebno izdelati računske

dokaze, da ne bo prihajalo na vgrajenih gradbenih konstrukcijskih sklopih do površinske kondenzacije vodne pare.

7 TEHNIŠKI POGOJI ZA PROJEKTIRANJE IN GRADITEV STAVB

7.1 Uvod

Standard JUS U. J5.600:1987 je nadgradnja standarda JUS U. J5.600:1980. Nadgrajuje se s Pravilnikom o racionalni rabi energije ... (Ur. l. SRS 31/84), ki je predpisoval tudi specifične toplotne izgube zaradi prehoda toplote skozi obodne konstrukcije in prezračevanja v odvisnosti od razčlenjenosti objekta. Bistvene spremembe standarda JUS U.J5.510:1987, ki določa metodo računanja toplotne prehodnosti k upošteva je linijske toplotne izgube objekta, skupaj z dodatnimi kriteriji za specifične toplotne izgube, poostrujejo zahteve predpisov.

Zahteve v tem standardu JUS U. J5.600:1987 veljajo za objekte v katerih je predvidena temperatura ogrevanja ali hlajenja nad 12⁰ C. Tehnični pogoji podani v tem standardu JUS U. J5.600:1987 tudi, kot v JUS U. J5.600:1980 morajo biti upoštevani pri projektiranju, izgradnji in rekonstrukciji objekta. Standard JUS U. J5.600:1987 podaja zahteve za gradbeno toplotno tehniko v treh poglavjih:

- "Dovoljene specifične toplotne izgube objekta" (JUS U. J5.600, 1987, stran 6)
- "Zahteve glede difuzije vodne pare skozi gradbene konstrukcije" (JUS U. J5.600, 1987, stran 18)
- "Zahteve glede toplotne stabilnosti zunanjih gradbenih konstrukcija za poletno obdobje" (JUS U. J5.600, 1987, stran 32)
- "Toplotni upor zračnega sloja" (JUS U. J5.600, 1987, stran 32)

7.2 Sestava konstrukcijskih sklopov

Standard JUS U. J5.600:1987 v poglavju "Dovoljene specifične toplotne izgube objekta" (JUS U. J5.600:1987, stran 6) vpeljuje nov izraz za specifične transmisijske toplotne izgube \square_{VT} [W/m³] glede na namembnost uporabe objekta.

Priporočljiva vrednost specifične transmisijske toplotne izgube podana v enačbi (6) (Savezni Zavod za standardizacijo, JUS U.J5.600, 1987, str.6)

$$\square_{VT} \leq 7 + 14 f_o \text{ [W/m}^3\text{]} \quad (6)$$

$$f_o = A / V \text{ [1/m}^{-1}\text{]} \quad (7)$$

A – skupna zunanja površina stavbe v m² določena po standardu JUS U.J5.510

V - prostornina katero zajema površina A v m³

f_o -faktor oblike

\square_{VT} -specifične toplotne izgube

Minimalna vrednost specifične transmisijske toplotne izgube, ki jo moramo upoštevati pri projektiranju izračunamo po enačbi (8) (Savezni Zavod za standardizacijo, JUS U.J5.600, 1987, str.6)

$$\square_{VT} \leq 5 + 10 f_o [\text{W/m}^3] \quad (8)$$

Zgoraj navedeni pogoji veljajo za objekte naslednjih namembnosti, v katerih se ogreva ali hladi zrak nad 18°C celo leto in so navedeni v Standardu JUS U. J5.600:1987 v poglavju 4.1.1 :

- Za stanovanje
- Poslovanje in upravljanje
- Izobraževanje
- Zdravstvene usluge (šole, vrtci, domovi za ostarele, bolnišnice...)
- Gostinske
- Trgovske
- Industrijske – velja le za industrijske objekte, kateri se ogrevajo na temperaturo višjo od 18°C

Objekti za industrijsko namembnost (navedeni v Standardu JUS U. J5.600:1987 v poglavju 4.1.2), kateri ogrevajo zrak v objektu povprečno od 12°C do 18°C več kot štiri mesece v letu ter objekti namenjeni za šport in druge družbene dejavnosti, ki se ogrevajo tri mesece v letu več kot 15°C, morajo zadostiti naslednji zahtevi specifične transmisijske toplotne izgube izračunane po enačbi (9) in (10) (JUS U.J5.600, 1987, str.6).

$$\square_{VT} \leq 8 + 14 f_o [\text{W/m}^3] \quad (9)$$

minimalna zahteva za izolacijo objekta, katero moramo upoštevati pri projektiranju:

$$\square_{VT} \leq 6 + 10 f_o [\text{W/m}^3]$$

(10)

Skupne dovoljene specifične izgube objekta so določene z enačbo (11) (JUS U.J5.600, 1987, str.9)

$$\square_v = \square_{VT} + \square_{VV} \quad (11)$$

$\square_v \leq 7 + 14 f_o + 0,25 (t_i - t_e) \quad [\text{W/m}^3]$velja za objekte iz poglavja 4.1.1JUS U. J5.600:1987

$\square_v \leq 8 + 14 f_o + 0,25 (t_i - t_e) \quad [\text{W/m}^3]$velja za objekte iz poglavja 4.1.2JUS U. J5.600:1987

velja za pogoje $n = 0,7 \text{ h}^{-1}$ in $\square = 1$

7.2.1 Zunanja stena

Standard JUS U. J5.600:1987 tabela 3 nadgrajuje tabelo 1 iz standarda JUS U. J5.600:1987, v katerem določa največji dovoljeni koeficient toplotnega prehoda k za:

- zunanje stene na tleh
- predelni zid med stanovanji in ogrevanim stopniščem (v JUS U. J5.600:1980 je bilo neogrevano stopnišče)
- zunanje stene in stene proti neogrevanem stopnišču

Zaostrujejo se pogoji za največji dovoljeni koeficient toplotnega prehoda za vse konstrukcijske sklope. Za zunanje vertikalne gradbene konstrukcije je merodajna tudi njihova odpornost na poletni temperaturni režim razložen v poglavju 6 (JUS U. J5.600, 1987, stran 32).

Za zunanje stene orientirane na sever je določena zahteva za faktor zadužitve oscilacij temperatur $\square_{\min} = 10$, za zunanje stene orientirane na ostale strani neba pa faktor zadužitve oscilacij temperatur $\square_{\min} = 15$ (JUS U. J5.600, 1987, poglavje 6, stran 32).

7.2.2 Streha

Za zunanje poševne gradbene konstrukcije je merodajna tudi njihova odpornost na poletni temperaturni režim razložen v poglavju 6 JUS U. J5.600:1987, stran 32.

Za ravne strehe je določena zahteva za faktor zadužitve oscilacij temperatur $\square_{\min} = 25$ (JUS U. J5.600:1987, v poglavju 6, stran 32).

7.2.3 Tla

Za zunanje horizontalne gradbene konstrukcije je merodajna tudi njihova odpornost na poletni temperaturni režim razložen v poglavju 6 JUS U. J5.600:1987, stran 32.

7.2.4 Transparentni konstrukcijski sklopi

Stavbno pohištvo na zunanjih stenah objekta skupaj s škatlo za rolete morajo zadovoljiti zahtevam tega standarda Standardu JUS U. J5.600:1987, oz. morajo imeti manjši ali enak koeficient toplotne prehodnosti kot jih določa standard JUS U. J5.600:1987, v tabeli 5 na strani 17.

Zračna prepustnost za stavbno pohištvo na zunanjih stenah objekta ostaja enaka, kot v standardu JUS U. J5.600:1980, zadostiti morajo zahtevam JUS D. E8.193. Nova zahteva, vpeljana v JUS U.

J5.600:1987 se nanaša na zračno prepustnost prostorov ali skupine prostorov, ki ne sme biti večja kot

dve izmenjavi na uro pri 50 Pa podtlaka. Glede na te zahteve moramo projektirati in vgrajevati okna, balkonska vrata in fiksne zastekljene površine.

Podane vrednosti v tem standardu (JUS U.J5.600, 1987) za dovoljen največji koeficient celotnega toplotnega prehoda "k" so poostrene vrednosti podanih vrednosti v prejšnjem standardu:

- okna površine: $\leq 5,0 \text{ m}^2$ površino okvirja $\leq 30\%$
 $\geq 5,0 \text{ m}^2$ površino okvirja $\leq 15\%$
- vrata površine: $2,0 \text{ m}^2$ površino okvirja $\leq 30\%$

7.3 Prezračevanje

Standard JUS U. J5.600:1987 loči prezračevanje na naravno in umetno z oznako $\square_{vv}[\text{W/m}^3]$.

Za objekte navedene v poglavju 4.1.1, JUS U. J5.600:1987, je podana zahteva za potrebno povprečno dnevno količino zraka za prezračevanje:

$0,4 < n \leq 0,7$ na urno izmenjavo zraka.

Za objekte, kje je potreba po večji količini svežega zraka, zahteva se vgradnja rekuperatorjev za rekuperacijo toplote zajetega zraka z naslednjimi zahtevami:

- Za rekuperatorje $\square_{RK, \min} \geq 0,45$, priporoča pa se $\square_{RK, \min} \geq 0,60$
- Za regeneratore $\square_{RG, \min} \geq 0,80$, priporoča pa se $\square_{RG, \min} \geq 0,80$

Specifične dovoljene izgube zaradi prezračevanja določimo z enačbo (12) (JUS U.J5.600, 1987, str.8)

$\square_{vv} \leq (n / 3600) * \rho * c_p * (t_i - t_e) * \square \quad [\text{W/m}^3] \quad (12)$
za: $n \leq 0,7$ $\square = 1$
za: $n > 0,7$ $\square = \square_{RK}$ ali \square_{RG}
ρ – gostota zraka pri projektni zunanji temperaturi zraka t_e [kg/m ³], vrednosti gostote zraka so podane v tabeli 2, JUS U. J5.600/87 v odvisnosti od temperature zraka.
c_p – specifična toplota zraka pri konstantnem tlaku [J/ kg K]
t_i – povprečna temperatura zraka znotraj prostora [°C]
t_e – zunanja projektna temperatura zraka [°C]

7.4 Osenčenost objekta

Če v objekt vgrajujemo okna večjih dimenzij, in sicer ko površina oken presega 1/7 neto površine prostora kjer se vgrajujejo okna, je obvezno projektiranje in vgradnja premične toplotne zaščite v obliki toplotne zavese, rolete, polkna, itd. Obravnavani standard (JUS U.J5.600, 1987) ponuja še eno

možnost, če prej navedeni ukrep ne bi bil adekvaten za uporabo. To je, vgradnja dodatne izolacije objekta tako, da povprečna površinska temperatura zraka v prostoru, v kateri so vgrajena okna večjih dimenzij, ni manjša za 2⁰C pri projektnih pogojih od projektne temperature zraka v ogrevanem prostoru.

7.5 Akumulacija toplote

Standard JUS U. J5.600:1987 priporoča pri projektiranju in vgradnji oken večjih površin in sicer večji od 1/7 osnovne površine prostora v katerega se vgrajujejo okna, lociranje teh transparentnih površin na južno, jugovzhodno in jugozahodno stran sveta, zaradi večjega izkoristka sončne energije v zimskem obdobju. Pri tem je obvezno projektiranje in vgradnja premične toplotne zaščite, da bi se izognili pregrevanju prostora v poletnem času.

7.6 Difuzija vodne pare v gradbeni konstrukciji

V standardu JUS U.J5.600:1987 se omenja standard JUS U.J5.520 s katerim se določajo pravila za izračun difuzijskih lastnosti. Še vedno velja, da se objekti projektirajo in gradijo tako, da pri uporabi objekta vodna para, katera prodre v gradbeno konstrukcijo v njej ne kondenzira, oziroma če že kondenzira, da ne povzroči gradbene škode v tem materialu.

Difuzija vodne pare se računa za zunanje konstrukcijske sklope, oziroma za konstrukcijske sklope, ki mejijo na neogrevano cono.

Za izračun difuzije vodne pare uporabljamo difuzijsko upornost vodni pari za posamezni gradbeni material, ki sestavljajo konstrukcijski sklop.

Za objekte v katerih ni predvidena klimatizacija in objekte v katerih ne nastaja vodna para sta skupno računsko število dni difuzijskega vlaženja enaka 60 dni za zimsko obdobje in skupno računsko število dni difuzijskega sušenja za III. gradbeno klimatsko cono 90 dni . Za ostale klimatske gradbene cone so navedeni podatki v tabeli 7, tega standarda JUS U.J5.600:1987. Pri takšnih objektih se predpostavi:

$$t_i - t_e = +18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\varphi_i = \varphi_e = 65 \%$$

t_itemperatura zraka v objektu

t_etemperatura zunanjega zraka

φ_irelativna vlažnost zraka v objektu

φ_e relativna vlažnost zunanjega zraka.

(JUS U.J5.600, 1987)

Za klimatizirane objekte ali objekte, kjer nastaja več vodne pare, se računa z dejanskimi parametri vlažnosti in temperatur znotraj in zunaj objekta. Za izračun difuzije vodne pare za objekt v zimskem obdobju se vzamejo podatki iz tabele 8, standarda JUS U.J5. 600:1987. Za poletno obdobje so podatki za relativno vlažnost in temperaturo v notranjosti objektov podani v tabeli 9, standarda JUS U.J5. 600:1987 glede na namembnost prostora.

Preglednica 4: » Računske zunanje temperature in relativne vlažnosti za izračun difuzije vodne pare «

Gradbena klimatska cona	t_e	φ_e
	°C	%
I	5	90
II	-5	90
III	-10	90

(JUS U.J5.600, 1987, Tabela 8)

Računska debelina plasti vodne pare, ki je kondenzirala v materialu konstrukcijskega sklopa je d_r . Če se kondenzat pojavi le površinsko so s standardom podane d_r :

- plast nazračenega betona, penastega betona ali betona z lahkim agregatom $d_r = 0,02m$,
- plast opeke $d_r = 0,05 m$,
- za vse ostale materiale je d_r enak debelini plasti tega material, vendar ne več kot $0,07m$.

Standard podaja zahtevo glede zaključnega dekorativnega sloja fasade, ki mora zadostiti pogoju za relativno difuzijsko upornost vodne pare:

$$\mu * d = r \leq 2,00 \text{ m}$$

računano po JUS U.J5.520, ali izmerjeno po zahtevah standarda JUS U.J5.023 in JUS U.J5.024.

Kapilarna vpojnost vode za zaključni zaščitno - dekorativni sloj zunanjega konstrukcijskega sklopa mora zadostiti zahtevam standarda JUS U.M8.300:

$$A \leq 2,0 \quad [\text{kg}/(\text{m}^2 \text{h}^{(1/2)})]$$

$$\mu * d * A = r * A \leq 1,00 \quad [\text{kg}/(\text{m} * \text{h}^{(1/2)})]$$

7.7 Gradbene klimatske cone

Še naprej je teritorij SFRJ razdeljena na enake tri gradbene klimatske cone. Te klimatske cone so prikazane na karti klimatskih cona, katera je sestavni del tega standarda JUS U. J5.600:1987. Standard JUS U. J5.600:1987, tabela 1., podaja bolj podrobno tabelo zunanjih projektnih temperatura za vsako mesto v posamezni republiki SFRJ. Skladno s tem je kot obvezna priloga tega standarda JUS U.

J5.600:1987 priložena karta zunanjih projektne temperature za SFRJ, katera je bila narejena v GC Slovenije leta 1966.

8 PRAVILNIK O TOPLOTNI ZAŠČITI IN UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH (PTZURES)

8.1 Uvod

Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah je postavil temelje sodobni toplotni zaščiti (Ur. l. RS 42, 2002). Slovenija mora sprejemati nove evropske standarde in direktive. Delovna skupina za toploto pri TC Gradbena fizika pri nekdanjem USM, (danes SIST- tehnični odbor za toploto v sklopu Slovenskega inštituta za standardizacijo), je sprejela vse standarde, ki jih je pripravil CEN/TC 89 (Thermal performance of buildings and building components) in so sprejeti kot EN standardi. Ti standardi določajo pravila za določitev količine porabljene energije v objektih ter načine za analizo toplotnih mostov. Najpomembnejši standard za določanje toplotne bilance objekta po računski metodi je SIST EN 832, 1998, Thermal performance of buildings – Calculation of energy use for heating – Residential buildings, (Toplotne karakteristike stavb – Izračun potrebne energije za ogrevanje – stanovanjske stavb) (Zupan, 2002).

Varčevanje z energijo se v Evropi stopnjuje. Slovensko direktivo usklajujemo z evropsko. S Slovensko direktivo moramo zagotoviti izpolnjevanje direktiv na področju gradbene fizike, ki posegata na področje graditve objektov. To sta Direktiva o gradbenih proizvodih 89/106/EEC in Direktiva SAVE 93/76/EEC o zmanjšanju emisij CO₂ na področju učinkovite rabe energije. Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah predpisuje največjo dovoljeno toplotno prehodnost U_{max} za posamezne konstrukcijske sklope objekta. Toplotna prehodnost U [$W/m^2 K$] je nadomestila v prejšnjih pravilnikih uporabljan koeficient celotnega toplotnega prehoda K [$kcal/m^2 h^{\circ}C$] (Zupan, 2002).

Ta pravilnik (Ur. l. RS 42, 2002) se obvezno upošteva za novogradnje in za rekonstrukcije stavb, ki so namenjene za bivanje in delo ljudi, oz. velja za stavbe, ki se ogrevajo ali klimatizirajo na temperaturo v prostorih nad $12^{\circ}C$. Določa tehnične zahteve glede toplotne zaščite in učinkovite rabe energije za ogrevanje stavb.

Učinkovito rabo energije določamo z izračuni po računski metodi, predpisani s standardom SIST EN 832. V skladu s standardom SIST EN 832, objektu se dodeli količina energije za ogrevanje glede na oblikovni faktor in ogrevano prostornino. Vrednost količine potrebne energije za obratovanje projektiranega objekta, izračunana po računski metodi v skladu s standardom SIST EN 832, mora biti manjša od dovoljene vrednosti potrebne energije za obratovanje objekta. Računska metoda izračuna upošteva izgube toplote skozi vse konstrukcijske sklope ovoja objekta in izgube zaradi prezračevanja. Dobitki zaradi notranjih virov in dobitkov sončnega sevanja se odštejejo od zgoraj navedenih toplotnih izgub. Rezultat takšnega izračuna je letna poraba energije objekta pri standardizirani uporabi.

PTZURES 2002 stavbo obravnava kot celoto in projektantu s tem daje večjo svobodo pri projektiranju. Projektant lahko projektira večje steklene površine na objektu, če bo toplotne izgube,

katere nastanejo skozi steklene površine nadomestil z vračanjem toplote zraka ali z ukrepom povečave toplotne izolativnosti ostalih konstrukcijskih sklopov ovoja objekta.

Pri projektiranju objektov, ki proizvajajo večje količine notranjih dobitkov toplote, lahko za to količino toplote zmanjšamo izolativnost ovoja s večjimi steklenimi površinami, ali pa izberemo manjšo debelino toplotne izolacije (Zupan, 2002).

Projekt za gradbeno dovoljenje mora vsebovati "Izkaz toplotnih karakteristik stavbe", ki je sestavni del tega Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 42, 2002), priloga 4. Izkaz toplotnih karakteristik stavbe vsebuje povzetke toplotnih izračunov, ki so sestavni del elaborata gradbene fizike objekta za področje toplote.

8.2 Osnovne tehnične zahteve za toplotno zaščito in učinkovito rabo energije

8.2.1 Osnovna zahteva (Q)

Osnovna zahteva za dovoljeno specifično potrebno toploto za ogrevanje v stanovanjskem objektu, ki se ogreva na najmanj 18 °C, ne sme biti večja od Q_h/A_u (Ur. l. RS 42, 2002).

$Q_h/A_u \leq 45 + 40 f_0$
Q_h/A_u [kWh/m ² a].....dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe Q_h preračunana na enoto uporabne površine A_u f_0 [m ⁻¹].....faktor oblike, razmerje med celotno zunanjo površino A in ogrevalno prostornino stavbe $V(e)$, ki jo ta površina obdaja

Dovoljena specifična potrebna toplota za ogrevanje nestanovanjskega objekta, ki se ogreva na najmanj 18 °C, preračunano na enoto ogrevalne prostornine objekta V_e , ne sme biti večja od Q_h/V_e .

$Q_h/V_e \leq 14,40 + 12,80 f_0$

Dovoljena specifična potrebna toplota za ogrevanje nestanovanjskega objekta, ki se v ogrevalni sezoni ogreva dlje časa kot tri mesece skupaj na povprečno projektno notranjo temperaturo od 12 °C do 18 °C mora zadostiti spodaj navedenemu pogoju. Temu pogoju morajo zadostiti tudi vsi občasno ogrevani športni, kulturni in vzgojno – izobraževalni objekti ogrevani v ogrevalni sezoni vsaj tri mesece na temperaturo zraka notranjega prostora vsaj 15 °C.

$Q_h/V_e \leq 28,80 + 25,60 f_0$
Q_h/V_e [kWh/m ³ a].....dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe Q_h preračunana na enoto neto ogrevalne prostornine stavbe V_e

(Ur. l. RS 42, 2002)

8.2.2 Dodatna zahteva (H_T in U_{max})

Toplotna prehodnost posameznih konstrukcijskih sklopov projektiranega objekta ne sme presežati vrednosti podane v tabeli 1, ki je sestavni del tega pravilnika.

Preglednica 5: » Največja dovoljena toplotna prehodnost, U_{max} «

Gradbena konstrukcija		U_{max}
		(W/m^2K)
1.	Zunanje stene in stene proti neogrevanem prostoru	0,60
2.	Stene med ogrevanimi prostori	1,60
3.	Zunanja stena in strop proti terenu	0,70
4.	Stropna konstrukcija med ogrevanimi prostori	1,35
5.	Pod na terenu	0,45
6.	Strop proti neogrevanemu podstrešju	0,35
7.	Strop nad neogrevano kletjo	0,50
8.	Strop ali tla, ki mejita na zunanji zrak ali odprti prehod ali tla na terenu pri panelnem - talnem ogrevanju	0,40
9.	Poševna streha nad ogrevanim podstrešjem	0,25
10.	Ravna streha	0,25
11.	Lahke gradbene konstrukcije (pod 150 kg/m ²)	0,30

(Vir: Ur. l. RS 42, 2002, Priloga 1, Tabela 1)

Pravilnik (Ur. l. RS 42, 2002) v skladu s standardom SIST EN 832 določa največjo dovoljeno vrednost specifičnih transmisijskih toplotnih izgub objekta H_T , ki se ogreva na najmanj 18°C. Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub H_T je podan v odvisnosti od deleža transparentnih površin glede na zunanjo površino objekta. Iz tega naslova Pravilnik (Ur. l. RS 42, 2002) podaja zahtevo za koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub za vse stanovanjske in druge ogrevane objekte z manj kot 30% transparentnih površin ter za nestanovanjske objekte z več kot 30% transparentnih površin.

8.2.2.1 Postopek izračuna po SIST EN 832

Predpis o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v objektih se izvaja v skladu s standardom SIST EN832 / 1998. 4.2. člen tega standarda določa potek izračuna rabe energije projektiranega objekta:

1. » določitev meja ogrevanega prostora, različnih con in neogrevanih prostorov,

2. račun skupnih specifičnih toplotnih izgub H ogrevanega prostora,
3. določitev projektne notranje temperature in morebitnega režima prekinjenega ogrevanja,
4. določitev ali račun dolžine ogrevalne sezone in klimatskih podatkov,
5. račun toplotnih izgub, Q_i ,
6. račun notranjih toplotnih dobitkov, Q_i ,
7. račun sončnih dobitkov, Q_s ,
8. račun faktorja izkoristka za celotne pritoke,
9. račun rabe energije «. (Zupan, 2002, str. 11).

8.2.3 Druge tehnične zahteve

8.2.3.1 Zunanja stena

Steklena fasadna stena kot zunanja stena mora biti projektirana in izvedena tako, da ima toplotno prehodnost manjša od $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Če se na notranji strani steklene stene predvidijo grelna telesa in se toplotna prevodnost steklene sten ne da izvesti tako, da je toplotna prevodnost steklene sten manjša, se med toplotnim telesom in fasado namešča toplotna izolacija s toplotno prehodnostjo najmanj $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. (Zupan, 2002)

8.3 Transparentni konstrukcijski sklopi

Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 42, 2002) deli zahteve za vgradnjo stavbnega pohištva na vgradnjo oken in balkonskih vrat na vgradnjo v:

- eno ali dvoetažne objekte
- tri ali štiri etažne objekte
- pet ali več etažne objekte

V objektih z eno ali dve etaže je dovoljena uporaba zasteklitve za okna in balkonska vrata in vhodna vrata, s toplotno prehodnostjo manjšo od $1,4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ in faktorjem prehoda celotnega sončnega sevanja najmanj $0,55$ v ogrevanih prostorih objekta.

Celotna toplotna prehodnost stene s omarico za rolete mora biti manjša od $0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Zasteklitev oken in balkonskih vrat in vhodna vrata s stekli s povišano zvočno izolativnostjo, ki se vgrajujejo v tri ali štiri etažne objekte v skladu s predpisi o zvočni zaščiti objektov, mora biti toplotna prehodnost zasteklitve manjša od $1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Okna, balkonska vrata in vhodna vrata, ki se vgrajujejo v pet ali več etažne objekte, njihova toplotna prehodnost v odvisnosti od materiala okvirjev ne sme biti večja od $1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ za stavbno pohištvo z

lesenim profilom okvirja, ali okvirja iz umetne mase, ali okvirja iz kombinacije materialov, oz. manjši mora biti od $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ za kovinske ali betonske okvirje. Toplotna prehodnost zunanjih vrat ne sme presegati vrednosti $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

(Zupan, 2002)

8.4 Prezračevanje

Urna izmenjava zraka n v ogrevanih prostorih stanovanjskih in nestanovanjskih objektih z zunanjim zrakom se računa na neto ogrevano prostornino objekta:

$$0,5 \leq n \leq 0,7 \text{ h}^{-1}$$

Za objekte v katerih je potrebno zagotoviti urno izmenjavo zraka večjo od $0,7 \text{ h}^{-1}$ moramo zagotoviti vračanje toplote odpadnega zraka.

Stavbno pohištvo in fiksne steklene površine se vgrajujejo tako, da je zračna prepustnost prostora pri podtlaku 50 Pa ni večja kot dve izmenjavi na uro, ki določa SIST ISO 9972 (Ur. l. RS 42, 2002).

8.5 Osenčenost objekta zaradi zunanjih ovir in osončenje

Vse zastekljene površine na objektu morajo imeti vgrajeno zunanjo zaščito proti sončnemu sevanju. Ti zahtevi se lahko izognemo na steklenih površinah lociranih na sever, ali na steklenih površinah, katere so zasenčene z naravno ali umetno oviro. Za senčila se štejejo vsa senčila navedena v podpoglavju Tehniški pogoji za projektiranje in graditev stavb JUS U.J5.600:1987 ter še vgradnja stekel z zaščito proti sončnemu sevanju.

Kakovost zaščite od sončnega sevanja mora zadostiti naslednjima pogojema:

$$f_{st} = A_{st} / A_f$$

$f_{st} * g < 0,25$ pogoj za posamezno fasado

f_{st} faktor kakovosti zaščite od sončnega sevanja

A_{st} delež zastekljenih površin

A_f celotna površina fasade

g faktor prepustnosti celotnega sončnega sevanja (skozi steklo in senčilo)

8.6 Ogrevanje

Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 42, 2002) zahteva obvezno vgradnjo termostatskih radiatorских ventilov. Termostatski ventil se vgrajuje po eden na 60% moči

grelnih teles, če je v ogrevanem prostoru predvideno več grelnih teles. Več grelnih teles v ogrevanem prostoru predvidevamo, če je površina ogrevanega prostora večja od 6,00 m².

8.7 Akumulacija toplote

Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 42, 2002) spodbuja pripravo tople vode z vgradnjo sprejemnikov sončne energije (SSE). Spodbuja tudi vgradnjo hranilnikov toplote (HT) in prostor za njegovo hrambo. Obvezna je vgradnja cevnega razvoda med SSE in HT in prostora, kjer se hrani HT.

Na objektih z največ štirimi stanovanji, če so izpolnjeni pogoji po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, 15. člen, se vgrajujejo cevni razvodi za pripravo tople vode, ki povezujejo sprejemnike na strehi objekta s hranilnikom toplote.

8.8 Gradbeni in izolacijski materiali

Vrsta gradbenih proizvodov, ki jih vgrajujemo v objekt morajo biti skladni s predpisi o gradbenih proizvodih, določenih v direktivi o gradbenih proizvodih 89/106 EEC (Zupan, 2002).

Pri vgradnji stavbnega pohištva se zahtevajo dokazila o zračni prepustnosti in vodotesnosti.

8.9 Difuzija vodne pare v gradbeni konstrukciji

Metoda izračuna difuzijskih lastnosti je nespremenjena glede na standarda JUS U. J5.600:1987 oziroma JUS U.J5.520, katera smo omenjali v poglavju Tehniški pogoji za projektiranje in graditev stavb JUS U.J5.600/87 (1987). Zahteve po JUS U. J5.600 oziroma JUS U.J5.520 so združene v standard SIST 1025.

9 PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH (2008)

9.1 Uvod

Direktiva SAVE zahteva izdelavo tehničnega predpisa s strožjimi kriteriji glede rabe energije v objektu in uvajanje različnih spodbujevalnih programov, kot so subvencije za energetske preнове objektov (eko sklad) ter izdelava energetske izkaznice za novogradnje in obstoječe objekte. Pri projektiranju in gradnji novih objektov ali rekonstrukciji objektov je potrebno upoštevati zahteve tega pravilnika s stališča učinkovite rabe energije na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja in priprave tople vode, razsvetljave v objektih, zagotavljanje lastnih obnovljivih virov energije. V tem pravilniku so nove zahteve za učinkovito rabo energije za toplo vodo, razsvetljava v objektih in zagotavljanje lastnih obnovljivih virov energije za funkcionalno delovanje objekta. PURES 2008 predvideva pokritje 25% celotne končne energije v objektu z obnovljivimi viri energije, v nadaljevanju OVE. Predpisuje se uporaba vsaj enega vira obnovljive energije s področja: toplote okolja, sončnega obsevanja, biomase, geotermalne energije in energije vetra. Potrebo po obnovljivih virih energije lahko zagotovimo tudi z naslednjimi ukrepi, če so izpolnjene zahteve navedene v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 93, 2008, člen 8):

- vgradnjo sprejemnikov sončne energije, v nadaljevanju SSE
- vgradnjo sončnih celic (PV)
- vgradnjo hranilnika za naravni led ali sistema za aktivno naravno hlajenje

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 93, 2008) tehnične zahteve za učinkovito rabo energije v stavbah razdeljuje na osnovne in dodatne tehnične zahteve.

» Osnovne tehnične zadeve so izražene z:

- dovoljenimi toplotnimi izgubami in močjo naprav za gretje in prezračevanje stavbe,
- dovoljenimi toplotnimi obremenitvami in močjo naprav za hlajenje stavbe,
- obvezno vgradnjo naprav za uporabo obnovljivih virov energije,
- obvezno izdelavo izkaza o toplotnih karakteristik stavbe.

Dodatne tehnične zahteve so:

- zahteve za gradbeno fiziko,
- zahteve za grelne in hladilne naprave,
- zahteve za prezračevalne in klimatizacijske naprave,
- zahteve za razsvetljava «.

(Ur. l. RS 93, 2008, str. 4)

Dokazilo, da so zagotovljene zahteve tega pravilnika pri projektiranju objekta so zbrana v elaboratu o energijski učinkovitosti stavbe, kateri je sestavni del projekta za izdajo gradbenega dovoljenja. Izkaz o toplotnih karakteristik objekta je obvezni del dokazila o zanesljivosti objekta.

9.2 Sestava konstrukcijskih sklopov

Sestavo konstrukcijskih sklopov projektiramo in gradimo skladno z zahtevami podanim v standardu SIST EN ISO 6946 in SIST EN ISO 10211-1. V tabeli 1., 1. priloge tega pravilnika (Ur. l. RS 93, 2008) so podane zahteve toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov glede na doseženo temperaturo notranjega zraka v poletnem in zimskem času. V tej tabeli so podane zahteve toplotne prehodnosti za medetažne konstrukcijske sklope, tla in strehe.

Zahteve toplotne zaščite, vgrajene v konstrukcijske sklope se zaostrejejo.

Preglednica 6: » Največje toplotne prehodnosti za konstrukcijske sklope «

	Gradbena konstrukcija	U_{max} (W/m ² K)	U_{max} (W/m ² K)
		za stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi nad 19 °C ali poleti hlajene na 26 °C	za stavbe s temperaturo notranjega zraka pozimi med 12 °C in 19 °C in nestanovanjske stavbe po CC-SI
1.	Zunanje stene proti neogrevanim prostorom, tla nad neogrevano kletjo ali nad neogrevanim prostorom in tla nad zunanjim zrakom	0,28	0,35
1.a	Zunanje stene in stene proti neogrevanim prostorom - manjše površine pod 10% površine neprosojnega dela	0,60	0,60
2.	Stene nad ogrevanimi prostori različnih enot, različnih uporabnikov ali lastnikov	0,90	1,00
	Stene, ki mejijo na sosednje stavbe	0,50	0,60
3.	Dvojne fasade:	1,40	1,90
	prepustnost celotnega sončnega sevanja stekla g	0,48	0,60
	svetlobna prepustnost stekla □	0,72	0,78
4.	Zunanja stena proti terenu in strop proti terenu	0,30	0,35
5.	Stropna konstrukcija med ogrevanimi prostori	1,35	1,35
6.	Strop proti neogrevanemu prostoru, ravna in poševna streha nad neogrevanim prostorom	0,20	0,35
7.	Tla na terenu (ne velja za industrijske stavbe)	0,30	0,35
8.	Tla na terenu in tla nad terenom pri ploskovnem gretju	0,30	0,30
9.	Lahke gradbene konstrukcije (pod 150 kg/m ²) razen streh	0,20	0,30
10.	Okna in okenska vrata v gretih prostorih:	1,30	1,90
	prepustnost celotnega sončnega sevanja stekla g	0,60	0,60
	svetlobna prepustnost stekla □ _{D65}	0,78	0,78
11.	Steklene strehe, svetlobniki, zimski vrtovi:	2,40	2,40
	največja prepustnost celotnega sončnega sevanja stekla g	0,69	0,69
	najmanjša svetlobna prepustnost stekla □ _{D65}	0,72	0,72
12.	Svetlobne kupole	2,70	2,70
	največja prepustnost celotnega sončnega sevanja stekla g	0,64	0,64
	najmanjša svetlobna prepustnost stekla □ _{D65} za okna in okenska vrata	0,59	0,59
13.	Zaščita pred soncem. Pri uporabi refleksijskih stekel veljajo naslednje vrednosti; za dvojne fasade	0,35	0,35
	največja prepustnost celotnega sončnega sevanja stekla g	0,58	0,58
	najmanjša svetlobna prepustnost stekla □ _{D65} za okna in okenska vrata	0,35	0,35
	največja prepustnost celotnega sončnega sevanja stekla g	0,62	0,62

» Se nadaljuje ...«

»...nadaljevanje Preglednice 6«

	najmanjša svetlobna prepustnost stekla \square_{D65}		
14.	Dodatek k U_m zaradi manjših toplotnih mostov ΔU_m	0,05	0,10
15.	Srednje vrednosti dovoljeni toplotni prehodnosti U_{pov} za skupine konstrukcij, kadar se zahteve iz točk 1 do 15 zaradi tehnoloških razlogov ne morejo uporabiti za posamezne dele konstrukcije:		
	a) neprosojne gradbene konstrukcije ovoja stavbe (razen če niso zahteve v c) in d))		0,35
	b) prosojne gradbene konstrukcije ovoja stavbe (razen če niso zajete v c) in d))		1,90
	c) dvojne fasade		1,90
	d) steklene strehe, svetlobniki, svetlobne kupole		3,10

(Ur. L. RS, št.93, 2008, Priloga 1)

9.3 Transparentni konstrukcijski sklopi

Predpisana (Ur. l. RS 93, 2008) je največja dovoljena toplotna prehodnost zasteklitve v ogrevanih stanovanjskih in poslovnih prostorih in sicer $U_{st}=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Zahteve po toplotni prehodnosti celotnega okna skupaj z okvirjem ne sme presegati vrednosti $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Milejša zahteva za toplotno prehodnost okna skupaj s steklom in kovinskim okvirjem v poslovnih objektih je $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Za industrijske objekte so podane zahteve za toplotno prehodnost transparentnih konstrukcijskih sklopov v tabeli 1. priloge 1, Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 93, 2008) .

Toplotna prehodnost stene v kateri je vgrajena omarica za rolete ali druga senčila ne sme presegati vrednosti $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

9.4 Prezračevanje

V objektih v katerih je zagotovljeno le naravno prezračevanje, zračna prepustnost ovoja objekta ne sme presegati 3,5 urni izmenjavi zraka, skladno s standardom SIST ISO 9972. Pri klimatiziranih ali delno klimatiziranih objektih večjih površinah od 5000 m^2 naprej se test zračne prepustnosti ovoja preveri skladno s standardom SIST EN 13829 s preizkusom ali se izmeri indeks zračne prepustnosti. Pri objektih, kateri imajo zagotovljeno mehansko prezračevanje z več kot 0,7 – kratno izmenjavo zraka, zračna prepustnost mora biti tolikšna, da zagotovi manj kot dve urni izmenjavi zraka pri razliki tlaka od 50Pa. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 93, 2008) v 4. poglavju Dodatne tehnične zahteve za prezračevalne in klimatizacijske naprave podaja zahteve glede vračanja toplote zraka (19. člen) in zahteve za moč ventilatorjev in črpalk ter tesnost kanalov (20. člen).

Zahteva se, da vse prezračevalne in klimatizacijske naprave vsebujejo prenosnike toplote za vračanje toplote zavrženega ali odtočnega zraka s 65% temperaturnim izkoristkom pri ogrevanju zraka.

Reverzibilne topotne črpalke, katere ogrevajo zrak v prostoru po zimi in ohlajajo v poletnem času, so dovoljene za uporabo pri centralnem prezračevanju večstanovanjskih in nestanovanjskih objektov z namenom pridobivanja odpadne toplote. Vgradnja naprav za vračanje toplote ni obvezna pri stanovanjskih stavbah, katere uravnavajo vlago z naravnim prezračevanjem. Če se uporablja prisilno prezračevanje, rekuperatorji toplote morajo imeti izkoristek vsaj 50%.

9.5 Osenčenost objekta zaradi zunanjih ovir

Vse zastekljene površine na objektu večje od 0,5 m² morajo imeti vgrajene z zunanje strani senčila, katera omogočajo zaščito od sončnega obsevanja in bleščanja. Senčila se vgrajujejo s faktorjem prepustnosti celotnega sončnega sevanja stekla in senčila $g < 0,5$. Senčila niso obvezna na zastekljenih površinah objekta, katere so orientirane na severno, severovzhodno in severozahodno stran, ali so v poletnem času med 9. in 17. uro zasenčene s kakšno umetno, ali naravno zunanjo oviro.

9.6 Ogrevanje in hlajenje ter priprava tople vode

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah v 3. poglavju Dodatne tehnične zahteve za grelne in hladilne naprave (Ur. l. RS 93, 2008) podaja obsežne zahteve za uporabo goriv, generatorjev toplote, dovoljeno specifično porabo energije za zagotavljanje transporta tople vode, lokacijo postavitve posamezne vrste ogrevalnega telesa. V vseh objektih mora biti omogočena samodejna regulacija za delovanje naprav za ogrevanje, hlajenje in prezračevanje.

Cevi in armature za razvod tople vode morajo biti izolirane. V 17. členu Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 93, 2008) so določene natančne zahteve za toplotno izolacijo razvodnih cevi, ki so skladne s standardom SIST EN ISO 12241 IN SIST ISO 8794.

V večstanovanjskih in nestanovanjskih objektih je obvezna vgradnja merilnikov ali delilnikov toplote zaradi spremljanja porabe toplote ali hlada po enotah ali za celotno stavbo.

9.7 Razsvetljava

Projektirajo se in vgrajujejo v nove in prenovljene objekte svetilke z elektronskimi predstikali. Žarnice z žarilno nitko se omejujejo le na lokalno in občasno uporabo, kjer skupna priključna moč ne sme presežati 20% priključne moči vse razsvetljave. V prostorih, ki se ne uporabljajo pogosto (npr. stopnišča, kleti, pomožni prostori, hodniki) se vgrajujejo svetilke na senzor prisotnosti.

9.8 Gradbeni in izolacijski materiali

Projektiramo in vgrajujemo lahko stavbno pohištvo v objekt, kateri imajo dokazila, da so narejena po zahtevah standarda SIST EN 12207.

10 PRAVILNIK O UČINKOVITI RABI ENERGIJE V STAVBAH (PURES)

10.1 Uvod

S 1. julijem 2010 je prišel v veljavo Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS, št. 52, 2010), kateri je nadomestil Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS, št. 42, 2002) in Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS, št. 93, 2008). Slednji se zaradi kompliciranosti izračunov ni prijel v praksi. Pri projektiranju in gradnji novih objektov ali rekonstrukciji objektov je potrebno upoštevati zahteve Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS, št. 52, 2010) v pogledu učinkovite rabe energije na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja in priprave tople vode, razsvetljave v objektih, zagotavljanje lastnih obnovljivih virov energije. V tem pravilniku so nove zahteve za učinkovito rabo energije za toplo vodo, razsvetlavo v objektih in zagotavljanje lastnih obnovljivih virov energije za funkcionalno delovanje objekta. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah iz leta (Ur. l. RS, št. 52, 2010), v nadaljevanju PURES se mora uporabljati skupaj s Tehnično smernico TSG-1-004: Učinkovita raba energije. S pravilnikom PURES se določa prehodno obdobje z blažjimi zahtevami do konca leta 2014 in strožjimi zahtevami po letu 2014, glede upoštevanja zahtev tega predpisa. Do 31. decembra 2010 se lahko vloga za izdajo gradbenega dovoljenja izdelala po prejšnjem predpisu, po 1. januarju 2011 se zahteva za gradbeno dovoljenje izdelala v skladu s PURES 2010.

Učinkovito rabo energije v objektu, v nadaljevanju URE, zagotovimo z upoštevanjem PURES 2010 na naslednjih točkah (robnih pogojih):

1. celotno življenjsko dobo objekta
2. namembnost objekta
3. klimatske podatke za lokacijo, kjer bo objekt postavljen
4. materiali vgrajeni v konstrukcijo objekta in njen ovoj
5. lega in orientiranost objekta
6. parametre notranjega okolja
7. vgrajene sisteme in naprave
8. uporaba obnovljivih virov (Ur. l. RS, št. 52, 2010).

Vsebina iz elaborata URE se izpisuje v obrazec "izkaz energijskih lastnosti stavbe". Ta obrazec je priloga 1 PURES 2010 (Ur. l. RS, št. 52, 2010). Po izvedeni gradnji se še enkrat izpolnjuje obrazec "izkaz energijskih lastnosti stavbe" z dejansko izmerjenimi količinami, potrebnimi za zadovoljitev zahtev 7. in 16. člena PURES 2010. Ta "izkaz energijskih lastnosti stavbe" z dejansko izmerjenimi količinami je sestavni del dokazila o zanesljivosti objekta.

10.2 Lokacija objekta

PURES 2010 (Ur. l. RS, št. 52, 2010) v 8. členu določa, da objekt projektiramo in gradimo, tako orientiranega, da s celotno svojo površino izkoristi največ od naravnih obnovljivih virov. Tudi sama razporeditev notranjih prostorov v objektu naj bo takšna, da povečuje učinkovitost rabe energije.

10.3 Osnovne tehnične zahteve za toplotno zaščito in učinkovito rabo energije

Mejne vrednost učinkovite rabe energije dosežemo z izpolnitvijo predpisanih pogojev s PURES 2010 (Ur. l. RS, št. 52, 2010) za koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub H_T' in dovoljene letne potrebne toplote za ogrevanje Q (NH). Zahteva za koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja objekta v tem pravilniku PURES 2010 (Ur. l. RS, št. 52, 2010) je spremenjena, glede na Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS, št. 42, 2002).

$$H_T' \leq 0,28 + T_L / 300 + 0,04 / f_0 + z / 4 \quad (13)$$

H_T' [W/m² K].....koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub skozi površino toplotnega ovoja objekta.

f_0 [m⁻¹]..... faktor oblike

T_L [°C].....povprečna letna temperatura zunanjega zraka

z [m].....debelina toplotnega ovoja stavbe

Koeficient specifičnih transmisijskih toplotnih izgub je razmerje med deležem okenskih površin gradbene mere in med površino toplotnega ovoja stavbe podan v enačbi (13).

Dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje objekta Q (NH) je naslednji robni pogoj za doseganje učinkovite rabe energije. Pravilnik PURES 2010 robne pogoje za dovoljeno letno potrebno toploto za ogrevanje določa posebej za stanovanjske, nestanovanjske in javne objekte.

S PURES 2010 so določene še največje vrednosti za dovoljen letni potrebni hlad za hlajenje objekta Q (NC), ki se obvezno upošteva pri stanovanjskih objektih in največja vrednost letne primarne energije za delovanje sistemov v objektu $Q(p)$.

10.4 Sestava konstrukcijskih sklopov

Objekt je potrebno projektirati in graditi, na način, da se izognemo toplotnim mostovom, ki povečujejo porabo energije za delovanje objekta in lahko vplivajo na nastajanje škode v konstrukcijskih sklopih. Projektira se in izvaja toplotna zaščita konstrukcijskih sklopov objekta tako, da toplotna prehodnost konstrukcijskih sklopov objekta ne presega predpisanih vrednosti, (Ur. l. RS, št. 52, 2010, Priloga 1, tabela 1).

S toplotno izolacijo objekta je potrebno zadostiti naslednjim zahtevam:

- zmanjšanju uhajanja energije skozi zunanji toplotno izolirani sloj objekta
- zmanjšati podhlajevanje in pregrevanje objekta
- projektirati in izvajati konstrukcijske sklope v mejah zahtev tega pravilnika za vplive difuzijskega prehoda vodne pare v materialih konstrukcijskega sklopa
- nadzorovati zrakotesnost objekta – to je vpeljana novost v primerjavi s PURES 2008.

V preglednici 7 so podane zahteve toplotne prehodnosti za posamezne konstrukcijske sklope.

Preglednica 7: »Toplotne prehodnosti za medetažne konstrukcijske sklope, tla in strehe«

	Gradbeni elementi stavb, ki omejujejo ogrevane prostore	U_{max}
		[W/(m ² K)]
1.	Zunanja stena in stene proti neogrevanem prostoru	0,28
2.	Zunanja stena in stene proti neogrevanem prostoru - 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, neogrevanim prostorom ali garažo	0,35
8.	Tla nad zunanjim zrakom	0,30
9.	Tla na terenu in tla nad kletjo, neogrevanim prostorom ali garažo pri panelnem - talnem ogrevanju (ploskovnem gretju)	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.	Stropi proti terenu	0,35

» Se nadaljuje ...«

»...nadaljevanje Preglednice 7«

	Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz lesa ali umetnih mas. Vertikalna okna ali balkonska vrata in greti zimski vrtovi z okvirji iz kovin	1,30
13.		1,60
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: Tabela 1, TSG-1-004:2010 toplotna prehodnost elementov)

10.5 Transparentni konstrukcijski sklopi

Predpisana je (TSG-1-004, 2010) največja dovoljena toplotna prehodnost zasteklitve v ogrevanih prostorih in sicer $U_{st}=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Zahteve po toplotni prehodnosti oken v odvisnosti od materiala okvirja in zunanjih vrat so podane v Tabeli 1, TSG-1-004:2010.

Toplotna prehodnost stene v kateri je vgrajena omarica za rolete ali druga senčila ne sme presegati vrednosti $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

10.6 Prezračevanje

Naravno prezračevanje objekta v povezavi s senčenjem objekta in njegovo arhitekturno zasnovo bistveno lahko zmanjšamo potrebo po klimatiziranju objekta. Objekt se projektira in izvaja tako, da se izkoristi v čim večji meri možnost naravnega prezračevanja v jutranjih in večernih urah, da bi s tem omogočili hlajenje in samo pregrevanje objekta.

Za zagotavljanje zrakotesnosti objekta projektiramo in vgrajujemo stavbno pohištvo z izjavama o zrakotesnosti po standardu SIST EN 12207. Pri klimatiziranih ali delno klimatiziranih objektih z uporabno površino večjo od 5000 m^2 zrakotesnost ovoja objekta določa standard SIST EN 13829. Zrakotesnost objekta ali dela objekta z le naravnim prezračevanjem ne sme presegati tri izmenjavi zraka na uro (SIST EN 13829). Objekti, kateri imajo mehanski način prezračevanja z več kot 0,7 - kratno izmenjavo zraka, standard SIST EN 13829 določa največ dve izmenjavi zraka na uro (TSG-1-004, 2010).

10.7 Osenčenost objekta zaradi zunanjih ovir

Zagotavljanje potrebe po senci na transparentnih konstrukcijskih sklopih ostaja skladno kot je določeno s Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS 93, 2008).

10.8 Ogrevanje in hlajenje ter priprava tople vode

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS, št. 52, 2010, čl. 10) podaja zahteve glede ogrevanja. S projektiranjem in vgradnjo energijsko učinkovitih regenerativnih toplote, energijsko učinkovitega cevne razvoda, izbora nizke projektne temperature ogrevalnega sistema in regulacije temperature zraka v objektu, dosežemo zahteve energijsko učinkovitega ogrevalnega sistema. Vse tehnične zahteve glede ogrevanja, hlajenja in priprave tople vode so podane v TSG – 1-004:2010.

10.9 Razsvetljava

Pravilnik PURES 2010 (Ur. l. RS, št. 52, 2010) obravnava energijske kriterije razsvetljave z upoštevanjem predpisov s področja zdravja in varstva pri delu in predpisov s področja gradnje stanovanj in stanovanjskih objektov. Objekte je potrebno projektirati in graditi tako, da je prostor osvetljen z zadostno količino dnevne svetlobe. S TSG-1-004:2010, tabela 4. je določena največja dovoljena povprečna moč vgrajenih svetilk glede na namembnost objekta.

10.10 Gradbeni in izolacijski materiali

Pri projektiranju objektov izbiramo materiale, kateri vplivajo ugodno na zahteve toplotne zaščite in ohranjanja toplote, oz. energije, zahteve prezračevanja ter takšne materiale, kateri preprečujejo pojav površinske kondenzacije in škodljiv vpliv na gradbeni material zaradi difuzije vodne pare v samem materialu znotraj konstrukcijskega sklopa. Vsi vgrajeni materiali v objekt morajo zadostiti zahtevam predpisov o varnosti pred požarom, predpisov o varnosti pri uporabi in zahtevam okoljskih predpisov (TSG-1-004, 2010).

10.11 Difuzija vodne pare v gradbeni konstrukciji

Difuzijo vodne pare računamo za zunanje konstrukcijske sklope in tiste kateri mejijo na neogrevane prostore. Zahteve so skladne s standardom SIST EN ISO 13788. Za izračun difuzije vodne pare v ogrevanem prostoru vzamemo temperaturo zraka 20°C in relativno vlažnost zraka 65%. Skupna količina kondenzirane vlage v materialu, ne sme presegati vrednosti, določenih v tabeli F, Priloge F standarda SIST EN ISO 13788. Pri izračunu uporabljamo mesečne vrednosti zunanje temperature zraka in zunanje relativne vlažnosti zraka, ki jih najdemo v klimatskih podatkih (TSG-1-004, 2010).

10.12 Obnovljivi viri energije

Zahteva iz Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (2008) za obnovljive vire energije je nadgrajena. Za potrebe ogrevanja in hlajenja objekta ter priprave tople vode z obnovljivimi viri energije je dosežena energetska učinkovitost stavbe na enega od navedenih načinov:

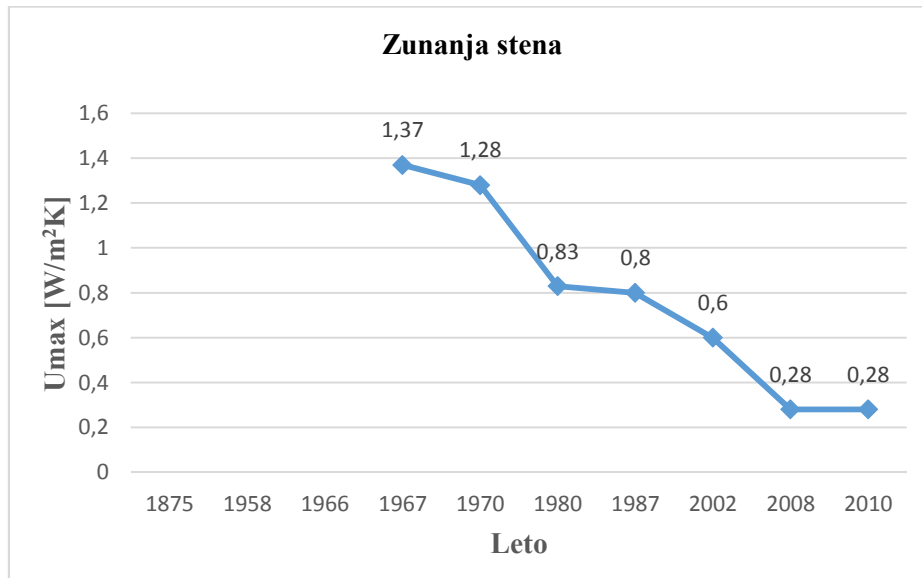
- 25% potrebe po energiji pridobljene iz sončnega obsevanja,
- 30% potrebe po energiji pridobljene iz plinaste biomase,
- 50% potrebe po energiji pridobljene iz trdne biomase,
- 70 % potrebe po energiji pridobljene iz geotermalne energije,
- 50% potrebe po energiji pridobljene iz toplote okolja,

- 50 % potrebe po energiji pridobljene iz SPTE (naprave za soproizvodnjo toplote in električne energije z visokim izkoristkom) naprav
- 50% oskrbe objekta za potrebe ogrevanja in hlajenja preko sistema energijsko učinkovitega daljinskega ogrevanja in hlajenja

(Ur. l. RS, št. 52, 2010).

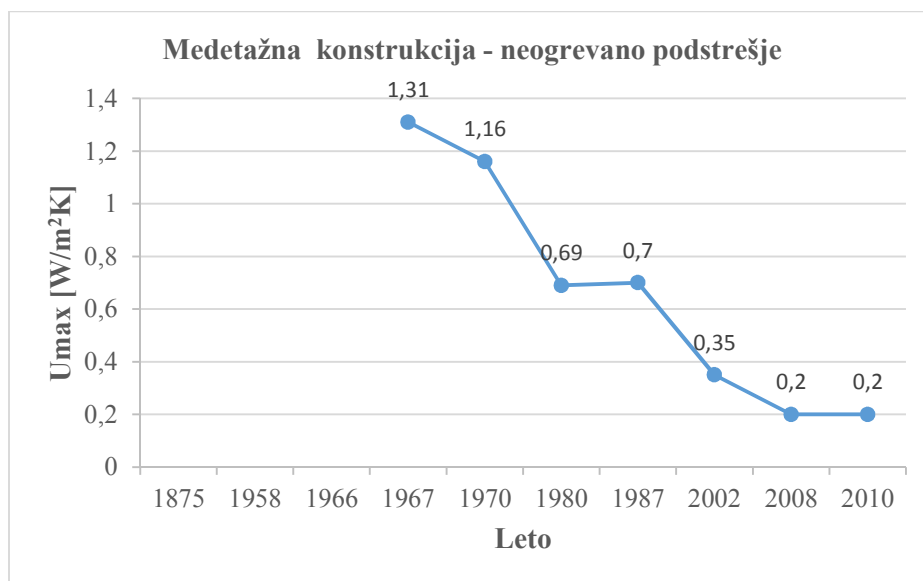
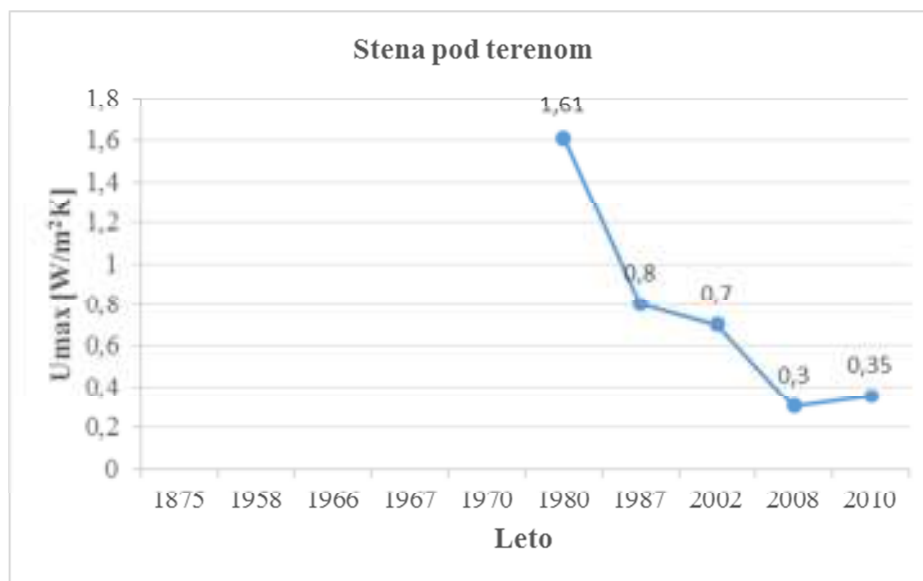
11 PRIKAZ SPREMINJANJA ZAHTEV ZA NAJVEČJO DOVOLJENO TOPLOTNO PREHODNOSTJO ZA POSAMEZNE KONSTRUKCIJSKE SKLOPE V ODVISNOSTI OD ČASA

Grafikon 1: Zunanja stena



Grafikon 2: Streha



Grafikon 3: Medetažna stropna konstrukcija proti neogrevanemu podstrešju**Grafikon 4: Stena pod terenom (v kleti)**

Za največjo dovoljeno toplotno prehodnost za konstrukcijski sklop stene pod terenom ni znanih vrednosti od 1875. do 1970. leta.

Grafikon 5: Tla nad terenom – tla nad hladnim prehodom



Vrednosti za največjo dovoljeno toplotno prehodnost za konstrukcijski sklop tla nad terenom so znane od 1970. leta naprej.

Grafikon 6: Tla na terenu



Največje dovoljene toplotne prehodnosti za konstrukcijski sklop tla na terenu niso znane vrednosti za obdobje pred letom 1970.

Največje dovoljene toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov zunanjih sten, strehe, medetažne stropne konstrukcije proti podstrešju, stene pod terenom, tla nad terenom in tla na terenu so podane za III. klimatsko gradbeno cono.

Iz grafov je razviden največji upad največje dovoljene toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa med letoma 1970 in 1980. Takrat je sprejet standard Tehniški pogoji za projektiranje in graditev stavb

(JUS U.J5.600, 1980). Uporaba postane s tem standardom obvezna. Zniževanje dovoljene toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov v naslednjih letih je pogojena z novejšimi materiali z boljšimi izolacijskimi karakteristikami.

12 ZASNOVA KONSTRUKCIJSKIH SKLOPOV PO ČASOVNIH OBDOBJIH

V diplomski nalogi primerjam vrednosti največje dovoljene toplotne prehodnosti U_{max} za posamezne konstrukcijske sklope glede na časovna obdobja spreminjanja zakonodaje o varčevanju z energijo v stavbah. Konstrukcijski sklopi so sestavljeni iz materialov, ki so karakteristični za posamezno obdobje. Za 1875. in 1958. leto vrednosti največje dovoljene toplotne prevodnosti niso podane s pravilniki. S Predlogom pravilnika o toplotni zaščiti (ZRMK, 1966) tudi niso znane vrednosti največje dovoljene toplotne prehodnosti za konstrukcijske sklope. Predlog predpisa (ZRMK, 1966) ni pravilnik in ga v izračunih toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov ne bom obravnavala. Manjkajoče vrednosti največje dovoljene toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa sem določila sama. Upoštevala sem višje vrednosti, kot sem jih dobila z izračunom v računalniškem programu Tedi. Vse primere konstrukcijskih sklopov bom obravnavala za III. klimatsko gradbeno cono. Za vsako časovno obdobje sem izračunala toplotno prehodnost treh konstrukcijskih sklopov, in sicer za zunanjo steno, streho in medetažno konstrukcijo v podstrešju. Vsak primer izračuna toplotne prehodnosti posameznega konstrukcijskega sklopa sem izračunala s pomočjo računalniškega programa Tedi:

- Zunanja stena je zgrajena iz opeke v različnih kombinacijah konstrukcijskih slojev
- Lesena strešna konstrukcija z različnimi kombinacijami slojev, ki ustrezajo predpisanim zahtevam gradnje posameznih pravilnikov
- Medetažna konstrukcija

Sestavo medetažne konstrukcije do leta 1967 primerjam med različnimi lesenimi izvedbami (Peulić, 1964). Z letom 1967, oz. sprejetjem Pravilnika o minimalnih tehniških pogojih za gradnjo stanovanj in razvojem novih tehnologij gradenj se začne gradnja z betonskimi stropovi z opečnatimi vložki. Za leto 1967 primerjam toplotno prehodnost lesene medetažne stropne konstrukcije z toplotno prehodnostjo medetažne stropne konstrukcije izvedene iz betonske plošče z opečnimi vložki (Seliškar, 1994).

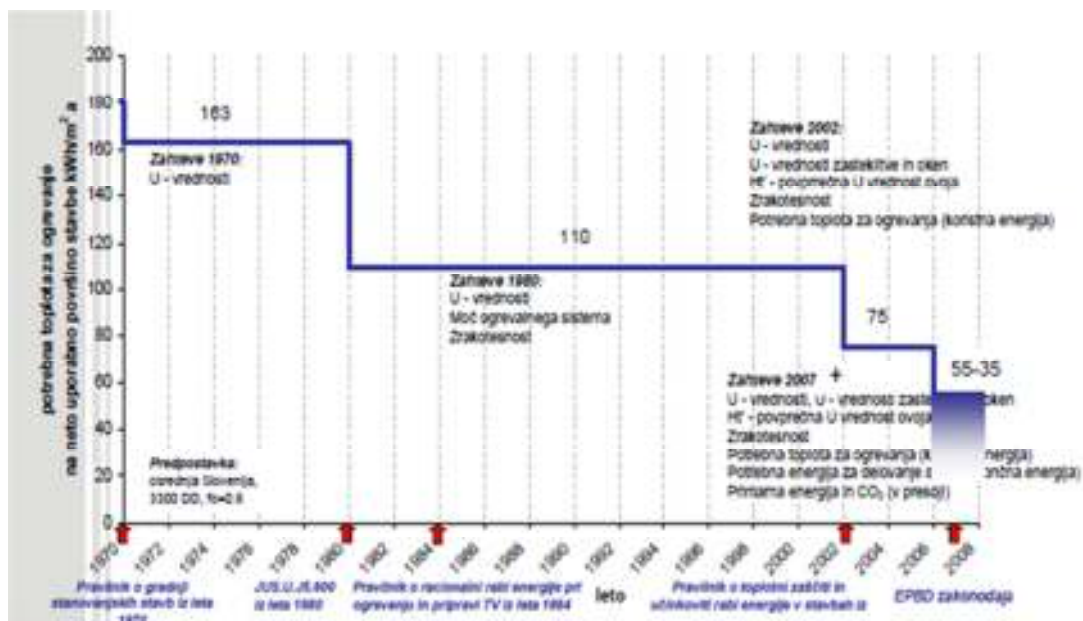
Leta 1970 se že začne vgradnja armirano betonske plošče v medetažno konstrukcijo. Za to obdobje sem naredila primerjavo toplotnega prehoda skozi medetažno konstrukcijo v armiranobetonski izvedbi in leseni izvedbi.

V obdobju od 1970 do 1980 se ne prakticira gradnja lesenih medetažnih konstrukcij. Leseno izvedbo medetažne konstrukcije nadomešča izvedba polmontažnih betonskih medetažnih konstrukcij. Za obdobje od 1980. leta do 2002. leta primerjam toplotno prehodnost medetažne konstrukcije v izvedbi iz polmontažnih betonskih elementov z toplotno prehodnostjo medetažne konstrukcije izvedene iz armirano-betonske plošče.

Za obdobje od 2002. do 2010. leta je značilna gradnja medetažnih konstrukcijskih sklopov iz armirano-betonskih plošč. V tem obdobju primerjam toplotno prehodnost medetažne konstrukcije v različnih kombinacijah slojev z armirano-betonsko ploščo.

Spremembe načina gradnje s razvojem novih tehnologij na področju gradbenih materialov so prispevale zmanjševanju porabe energije za ogrevanje in hlajenje objekta. Poraba energije za proizvodnjo potrebne toplote za ogrevanje na enoto površine objekta v odvisnosti od spremembe zakonodaje na področju učinkovite rabe energije v stavbah skozi čas je prikazana z grafikonom 7.

Grafikon 7: Zaostrovanje slovenske zakonodaje na področju učinkovite rabe energije v stavbah, pregled in načrt



(Šijanec, 2010).

12.1 Stavbni red za Vojvodino Kranjsko

12.1.1 Zunanja stena

Izračun toplotne prehodnosti zunanje stene sem izračunala za opečno steno in steno zidano iz kamna. Opečnata stena je debeline 45,00 cm zgrajena iz polne opeke. Karakteristike takrat uporabljenih materialov niso znane. Za karakteristike, takrat uporabljane polne opeke, sem uporabila karakteristike za polno opeko z gostoto 1200 kg/m^3 , podano v računalniškem programu TEDI.

Podatki o največji dovoljeni toplotni prehodnosti zunanje stene niso določeni, zato bom predvidela $U_{\max} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, ki je večja od izračunane vrednosti toplotne prehodnosti za zunanjo steno zgrajeno iz opeke in kamna.

Preglednica 8: Primer – zunanja stena 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m^3	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,0015	1600	1050	0,81	10
2.	Polna opeka	0,45	1200	920	0,47	5
3.	Apnena malta	0,0025	1600	1050	0,81	10

(vir: Peulić, 1964)

Preglednica 9: Rezultat – zunanja stena 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\max 1875}$	$U_{\max 2010}$
Enota	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$
Vrednost	0,883	1,6	0,28

Preglednica 10: Primer – zunanja stena 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m^3	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,0015	1600	1050	0,81	10
2.	Zid iz naravnega kamna	0,6	2000	920	1,16	22
3.	Apnena malta	0,0025	1600	1050	0,81	10

(vir: Deu, 2004)

Preglednica 11: Rezultat – zunanja stena 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1875}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$
Vrednost	1,445	1,6	0,28

Rezultati izračunov toplotne prehodnosti za zunanjo steno za leto 1875 kažejo, da ima zunanja stena grajena iz polne opeke večjo izolativnost od stene grajene iz kamna.

12.1.2 Poševna streha

Podatkov o sestavi konstrukcijskega sklopa lesenega ostrešja ni veliko na razpolago.

Sloje konstrukcijskega sklopa lesene strehe sem naštevala od tople notranje strani proti zunanji. Glina je nanešena na napraskan leseni opaž iz smrekovega lesa. Lesen opaž je pritrjen na špirovce z zgornje strani. Lesen opaž je hrapave površine zaradi boljšega sprijema gline. Glina se je uporabljala zaradi večje varnosti od požara (Locus, 2014). Strešniki se položijo na lesen smrekov opaž preko nosilnih letvic. Letvice dimenzij 5,00 / 3,00 cm, kot nosilni element strešnikov.

Podatki o največji dovoljeni toplotni prehodnosti strehe niso določeni, zato bom predvidela $U_{\text{max}} = 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Preglednica 12: Primer – poševna streha 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m^3	J/kgK	W/mK	-
1.	Glina	0,110	1700	840	2,100	0,00
2.	Lesen opaž	0,024	500	2090	0,140	70,00

Preglednica 13: Rezultat – poševna streha 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1875}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$
Vrednost	2,539	2,8	0,20

Izračunana toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa strehe je $2,539 \text{ W/m}^2\text{K}$. Izračunana vrednost je manjša od vrednosti, katero sem predpostavila za največjo dovoljeno ($2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$).

12.1.3 Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju

Medetažne konstrukcije so zgrajene iz lesa in dosegaajo višino do 45,00 centimetrov. Za zvočno in toplotno izolacijo se v leseno medetažno konstrukcijo vgrajuje plast čistega suhega peska brez organskih primesi. Nasip peska se vgrajuje v debelini od 8,00, 10,00 ali 12,00 cm. Nasip omogoča enakomeren prenos obtežbe s tal na stropne grede. Zraven peska se vgrajuje tudi glina (Peulić, Građevinske konstrukcije I, 1964), (Locus, 2014).

Glina je zelo dober material v vlogi toplotne in zvočne izolacije. Glina se v konstrukcijo vgrajuje v vlažnem stanju na hladni in prezračevalni strani medetažne konstrukcije. Primerna je za vgradnjo v kletna tla in tla na medetažni konstrukciji proti podstrešju. Kletni in podstrešni prostori niso bili namenjeni bivanju iz tega razloga niso bili ogrevani. Prezračevanje za odvajanje odvečne vlage je bilo zagotovljeno s prezračevalno streho ali umetnim prezračevanjem preko okna na podstrešju in s prezračevalno zunanjo steno v kletnih prostorih. Tako je bilo zagotovljeno hitrejše izsuševanje vlage iz vlažne gline v konstrukcijskem sklopu in posledično s tem vlaga iz vlažne vgrajene gline ni agresivno delovala na leseno konstrukcijo medetažnega konstrukcijskega sklopa. Glina je v Stavbnem redu za Vojvodino Kranjsko bila predpisana kot obvezen gradbeni material, kateri se vgrajuje v podstrešne medetažne konstrukcije, kot ognjevarna izolacija (Locus, 2014).

Dovoljena toplotna prehodnost za posamezne konstrukcijske sklope ni bila predpisana s stavbnim redom za Vojvodino Kranjsko. Izračun za toplotno prehodnost konstrukcijskega sklopa sem naredila v programu Tedi za dva primera za III. gradbeno klimatsko cono.

Podatki o največji dovoljeni toplotni prehodnosti medetažne stropne konstrukcije proti podstrešju niso določeni, zato bom predvidela $U_{max} = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V 1. primeru je mavčna malta na trstiki narejena na lesenem opažu med stropnimi gredami. V 2. primeru je mavčna malta na trstiki pritrjena na dno stropnika.

Preglednica 14: Primer – medetažna konstrukcija 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Glina v dveh slojih	0,080	1700	840	2,10	0,00
2.	Slepi opaž	0,025	500	2090	0,14	70,00
3.	Suh pesek	0,08	1800	840	0,58	1,40
4.	Slepi opaž	0,025	500	2090	0,14	70,00
5.	Mavčna malta na trstiki	0,040	1000	920	0,47	3,00

Preglednica 15: Rezultat - medetažna konstrukcija 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1875}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,833	1,5	0,20

Preglednica 16: Primer – medetažna konstrukcija 2

Strop proti podstrešju 2						
ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Polna opeka	0,065	1200	920	0,47	5,00
2.	Sloj gline	0,035	1700	840	2,10	0,00
3.	Slepi opaž	0,025	500	2090	0,14	70,00
4.	Suh pesek	0,08	1800	840	0,58	1,40
5.	Slepi opaž	0,025	500	2090	0,14	70,00
6.	Horizontalna zračna plast	0,100	1	1000	0,71	1,00
7.	Horizontalna zračna plast	0,600	1	1000	0,43	1,00
8.	Horizontalna zračna plast	0,600	1	1000	0,43	1,00
9.	Mavčna malta na trstiki	0,040	1000	920	0,47	3,00

(Peulić, 1964).

Preglednica 17: Rezultat – medetažna konstrukcija 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1875}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,759	1,5	0,20

Rezultati obeh primerov se s svojo izolativnostjo lahko primerjajo z največjo dovoljeno toplotno prehodnost iz 1970. leta. Tudi rezultati dobljeni v 1. in 2. primeru so skoraj enaki

12.2 Strokovno priporočilo za uporabo opeke pri zidanju zidov, sten in stropov stanovanjskih zgradb

12.2.1 Zunanja stena

Podatki o največji dovoljeni toplotni prehodnosti zunanje stene niso določeni, zato bom predvidela $U_{max} = 1,39 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V obeh primerih sem izračunala toplotno prehodnost zunanje stene debeline 38,00 cm brez ometa le z različno gostoto materiala. Uporabljajo se nove dimenzije opeke z drugačnimi karakteristikami materiala. Namesto polne opeke se uporabljajo votličave zaradi večje toplotne izolacije. (IS – SRS, 1958).

Preglednica 18: Primer – zunanja stena 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,0015	1600	1050	0,81	10
2.	Mrežast opečni votlak	0,38	1200	920	0,52	4
3.	Apnena malta	0,0025	1600	1050	0,81	10

Preglednica 19: Rezultat- zunanja stena 1

	$U_{izračunani}$	$U_{max 1958}$	$U_{max 2010}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	1,104	1,39	0,28

Preglednica 20: Primer- zunanja stena 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,0015	1600	1050	0,81	10
2.	Mrežast opečni votlak	0,38	1400	920	0,61	6
3.	Apnena malta	0,0025	1600	1050	0,81	10

Preglednica 21: Rezultat – zunanja stena 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1958}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$
Vrednost	1,253	1,39	0,28

V obeh primerih sem uporabila enak mrežasti opečni votlak debeline 0,38 m z apneno malto na notranji in zunanji strani. Rezultat toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa je približno enak največjemu toplotnemu prehodu $U_{\text{max}} =$ iz leta 1967.

12.2.2 Poševna streha

Strokovno priporočilo za uporabo opeke pri zidanju zidov, sten in stropov stanovanjskih zgradb (IS – SRS) (1958) ne podaja zahtev glede streh. Iz tega razloga izračun toplotne prehodnosti za streho ne bom v tem primeru posebej računala. Predvidevam, da so zahteve pri gradnji strehe nespremenjene.

12.2.3 Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju

Medetažne konstrukcije so še vedno lesene masivne izvedbe. Za zmanjšanje teže medetažne konstrukcije se namesto sloja peska pod tlaki uporablja žaganje. Z izračunanega primera je razvidno, da z uporabo žaganja v sloju pod tlakom medetažne konstrukcije, dosežemo večjo toplotno izolativnost konstrukcijskega sklopa, kot pri uporabi sloja suhega peska v medetažni konstrukciji. Podatki o največji dovoljeni toplotni prehodnosti medetažne stropne konstrukcije proti podstrešju niso določeni, zato bom predvidela $U_{\text{max}} = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$. (Peulić 1964)

Preglednica 22: Primer – medetažna konstrukcija 1

Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m^3	J/kgK	W/mK	-
1.	Glina	0,110	1700	840	2,100	0
2.	Slepi opaž	0,025	500	2090	0,140	70
4.	Horizontalna zračna plast	0,040	1	1000	0,286	1
3.	Žaganje	0,040	250	2090	0,090	1
5.	Slepi opaž	0,025	500	2090	0,140	70
6.	Mavčna malta na trstiki	0,040	1000	920	0,470	3

Preglednica 23: Rezultat – medetažna konstrukcija 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1958}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K
Vrednost	0,801	1,5	0,20

Preglednica 24: Primer – medetažna konstrukcija 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Glina	0,110	1700	840	2,100	0
2.	Slepi opaž	0,024	500	2090	0,140	70
3.	Horizontalna zračna plast	0,035	1	1000	0,286	1
4.	Suh pesek	0,080	1800	840	0,580	1
5.	Slepi opaž	0,024	500	2090	0,140	70
9.	Mavčna malta na trstiki	0,040	1000	920	0,470	3

Preglednica 25: Rezultat – medetažna konstrukcija 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1958}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K
Vrednost	1,098	1,5	0,20

Večjo izolativnost medetažne konstrukcije proti podstrešju dobimo v 1. primeru, kjer je nasip iz žagovine boljši toplotni izolator in lažji gradbeni material kot suh pesek uporabljen v 2. primeru.

12.3 Pravilnik o minimalnih tehniških pogojih za gradnjo stanovanj

Zahteve po Pravilniku o minimalnih tehniških pogojih za gradnjo stanovanj (Ur. l. SFRJ, št. 45, 1967) z upoštevanjem Predloga predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu (ZRMK, 1966) bom prikazala za zunanjo steno, streho in medetažno stropno konstrukcijo proti podstrešju.

12.3.1 Zunanja stena

Obravnane vhodne podatke za primerjavo bom podajala za III. gradbeno klimatsko cono. Pravilnik o minimalnih tehniških pogojih za gradnjo stanovanj (Ur. l. SFRJ, št. 45, 1967) podaja za III. gradbeno klimatsko cono za zunanjo steno količnik prehajanja toplote v vrednosti $1,37 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podala sem dva primera zunanje stene zgrajene iz mrežastega opečnega votlaka. Prvi primer ima mrežasti opečni votlak z večjo gostoto kot v drugem primeru. Primer z mrežastim opečnim votlakom z večjo gostoto ima manjšo izolativnost kot tisti z manjšo gostoto.

Preglednica 26: Primer – zunanja stena 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,0015	1600	1050	0,81	10
2.	Mrežast opečni votlak	0,38	1400	920	0,61	6
3.	Apnena malta	0,0025	1600	1050	0,81	10

Preglednica 27: Rezultat - zunanja stena 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1967}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	1,253	1,28	0,28

Preglednica 28: Primer – zunanja stena 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,0015	1600	1050	0,81	10
2.	Mrežast opečni votlak	0,38	1200	920	0,52	4
3.	Apnena malta	0,0025	1600	1050	0,81	10

Preglednica 29: Rezultat – zunanja stena 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1967}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K
Vrednost	1,104	1,28	0,28

Sestava konstrukcijskega sklopa zunanje stene je v obeh primerih enaka, le da je v 1. primeru mrežast opečni votlak z večjo gostoto materiala ($\rho = 1400 \text{ kg / m}^3$) kot v drugem primeru. Večja izolativnost zunanje stene je dosežena v 2. primeru, kjer je stena zgrajena iz mrežastega opečnega votlaka manjše gostote ($\rho = 1200 \text{ kg / m}^3$).

12.3.2 Poševna streha

Strehe se še vedno gradijo iz lesa. Za kritino se uporabljajo novi materiali, ki so lažji in cenovno bolj ugodni od opečne kritine. Podstrešja se praviloma ne uporabljajo kot ogrevani bivalni prostori. V 1. primeru konstrukcijskega primera poševne strehe se na špirovce postavlja slepi opaž na katerega se postavijo letvice za strešno kritino. Pod letvicami je strešna lepenka. Med lesenim opažem in strešno kritino letvice tvorijo zračno plast debeline 3,00 cm. Pod lesenim opažem se nahaja zračni sloj do toplotne izolacije na katero se izvede omet. V 2. primeru je enaka sestava konstrukcijskega sklopa le, da je dodan dodatni sloj toplotne izolacije na vlaknaste lesne plošče med špirovci. Ločilni sloj toplotnih izolacij je mehka PVC folija. Predlog predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu (ZRMK 1966) podaja gostot mineralnih toplotnih izolacij od 80 do 200 kg/m^3 . Izbrala sem stekleno volno z manjšo predpisano gostoto od 80 kg/m^3 , zaradi manjše teže celotnega konstrukcijskega sklopa.

Preglednica 30: Primer- poševna streha 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m^3	J/kgK	W/mK	-
1.	Mavčna malta na trstiki	0,020	1000	920	0,470	3
2.	Vlaknaste lesne plošče	0,035	190	2000	0,045	10

Preglednica 31: Rezultat – poševna streha 1

	$U_{\text{izračunani}}$	U_{max}	U_{max}
		1967	2010
Enota	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K
Vrednost	1,005	1,31	0,20

Preglednica 32: Primer – poševna streha 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Mavčna malta na trstiki	0,022	1000	920	0,470	3
2.	Vlaknaste lesene plošče	0,035	190	2000	0,045	10
3.	PVC folija	0,0008	1200	960	0,19	42000
4.	Steklena volna	0,04	200	840	0,041	1

Preglednica 33: Rezultat – poševna streha 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1967}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,46	1,31	0,20

Večja izolativnost strehe je dosežena v 2. primeru s dodatkom mineralne volne med škarniki.

12.3.3 Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju

Razvoj novih tehnologij pri proizvodnji opečnih gradbenih izdelkov je pripeljalo do lažje izvedbe manj težkih stropnih konstrukcij. Prvi primer stropne konstrukcije proti podstrešju je narejen s SUPER stropom. Drugi primer je lesena medetažna konstrukcija zgrajena iz mostnic in lahkih gradbenih plošč brez nasipa. (Peulić, Građevinske konstrukcije I, 1964, str. 93).

Za medetažno, oz. ravno streho je podana največja dovoljena toplotna prehodnost 1,31 W/m²K za vse gradbene klimatske cone. Z veljavo Pravilnika o minimalnih tehniških pogojih za gradnjo stanovanj (Ur. l. št. 45, 1967) se omenja toplotna izolacija s podanimi karakteristikami toplotnih izolacij.

Preglednica 34: Primer- medetažna konstrukcija 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Cementni estrih	0,030	2200	1050	1,400	30
2.	PVC folija	0,001	1400	960	0,230	10000
3.	Stiropor	0,060	15	1260	0,041	25
4.	AB plošča	0,050	2500	960	2,330	90
5.	Super strop	0,200	1200	920	0,520	4
6.	Podaljšana apnena malta	0,020	1700	1050	0,850	15

Preglednica 35: Rezultat – medetažna konstrukcija 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1967}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,479	1,31	0,20

Preglednica 36: Primer – medetažna konstrukcija 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Ladijski pod	0,024	520	1670	0,140	15
2.	Slepi pod	0,024	500	2090	0,140	70
3.	Bitumenska lepenka	0,002	110	1460	0,190	2000
4.	Zračna plast	0,240	1	1000	0,714	1
5.	Plošče iz lesne volne	0,050	400	1670	0,081	5
6.	Apnena malta	0,002	1600	1050	0,810	10

Preglednica 37: Rezultat – medetažna konstrukcija 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1967}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,637	1,31	0,20

Razlika v debelini medetažnih konstrukcij izvedenih iz lesa in SUPER stropa je 2,00 cm. Večjo izolativnost medetažne konstrukcije dobimo v 1. primeru s SUPER monta stropom.

12.4 Pravilnik o tehniških ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb

12.4.1 Zunanja stena

Zunanja stena je zgrajena iz mrežastih opečnih votlakov debeline 0,38 m. Pravilnik o tehniških ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb (Ur. 1 SFRJ 35, 1970) ponuja karakteristike toplotno izolacijskih materialov. Toplotna izolacija se začinja uporabljati. Zato sem v 1. primeru sestavo zunanje stene podala s toplotno zaščito. Debelino toplotne izolacije sem povečevala dokler konstrukcijski sklop zunanje stene ni ustrezal pogojem $U_{max} = 1,28 \text{ W/m}^2\text{K}$. S takšno sestavo konstrukcijskega sklopa zunanje stene prihaja do kondenza vodne pare v sloju toplotne izolacije. V sedanjem času bi pojav kondenzacije vodne pare preprečili s polietilensko folijo. Zaradi tega sem jo dala kot pripadajoči sloj konstrukcijskega sklopa zunanje stene.

Preglednica 38: Primer – zunanja stena 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,002	1600	1050	0,810	10
2.	Mrežast opečni votlak	0,380	1400	920	0,610	6
3.	Polietilenska folija	0,001	1000	1250	0,190	80000
4.	Plošče iz lesne volne	0,250	500	1670	0,099	8
5.	Plemenita fasadna malta	0,002	1850	1050	0,700	15

Preglednica 39: Rezultat – zunanja stena 1

	$U_{izračunani}$	$U_{max 1970}$	$U_{max 2010}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,301	1,280	0,280

Preglednica 40: Primer – zunanja stena 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,0015	1800	1050	0,87	20
2.	Mrežasti opečni votlak	0,3800	1400	920	0,61	6
3.	Podaljšana apnena malta	0,0200	1800	1050	0,87	20

Preglednica 41: Rezultat – zunanja stena 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1970}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K
Vrednost	1,223	1,28	0,28

Sestava konstrukcijskega sklopa zunanje stene v 1. primeru in 2. primeru ne presega največje dovoljene toplotne prehodnosti zunanje stene. Izračunana toplotna prehodnost zunanje stene v 1. primeru se približuje največji dovoljeni vrednosti toplotnega prehoda, ki je podana v Pravilniku o učinkoviti rabi energije v stavbah PURES 2010.

12.4.2 Poševna streha

Streha je izvedena v leseni konstrukciji. Sestava konstrukcijskega sklopa strehe v 1. primeru je podana v vrstnem redu od notranje toplejše površine proti hladnejši zunanji površini. Leseni opaž je na spodnji strani špirovcev na njega je položena PVC folija v vlogi parne zapore. Nad njo pa toplotna izolacija v debelini 4,00 cm z najmanjšo podano gostoto (80 kg/m^3) - podano po Predlogu predpisa o toplotni zaščiti v gradbeništvu (ZRMK 1966). Po predlogu predpisa (ZRMK 1966) so podane gostote za stekleno in kameno volno od 80 do 200 kg/m^3 . Na zgornji strani špirovcev je napeljana strešna lepenka, na njo pa nosilna konstrukcija strešne kritine. Med toplotno izolacijo in strešno kritino je zračni sloj. Primer 2 ima enako sestavo konstrukcijskega sklopa strehe kot primer 1, le da je v 2. primeru namesto steklene volne uporabljena kamena volan gostote 100 kg/m^3 .

Preglednica 42: Primer – poševna streha 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m^3	J/kgK	W/mK	-
1.	Ladijski pod	0,0120	520	1670	0,1400	15
2.	PVC folija	0,0008	1200	96	0,1900	42000
3.	Steklena volna	0,0400	80	840	0,0340	1

Preglednica 43: Rezultat – poševna streha 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1970}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K
Vrednost	0,696	0,93	0,20

Preglednica 44: Primer – poševna streha 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	□
1.	Ladijski pod	0,0120	520	1670	0,1400	15
2.	PVC folija	0,0008	1200	96	0,1900	42000
3.	Kamena volna	0,04	100	840	0,033	1

Preglednica 45: Rezultat – poševna streha 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1970}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,679	0,93	0,20

Sestava konstrukcijskega sklopa poševne strehe z kameno volno večje gostote od gostote steklene volne navedene v 1. primeru ima boljšo toplotno prehodnost.

12.4.3 Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju

Konstrukcijski sklop medetažne stropne konstrukcije v 1. primeru je zgrajen iz armirano – betonske plošče v vlogi nosilnega elementa konstrukcijskega sklopa. Izračun toplotne prehodnosti medetažne konstrukcije v 1. primeru primerjam z medetažno konstrukcijo v 2. primeru, ki je izvedena v leseni izvedbi.

Preglednica 46: Primer- medetažna konstrukcija 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,0015	1600	1050	0,8100	10
2.	Beton iz kamnitega agregata	0,0200	2400	960	2,0400	60
3.	Podozadrževalni sloj	0,0010	1000	1250	0,1900	1
4.	Plošče iz komprimirane slame	0,0600	350	1470	0,0980	3
5.	Vodozadrževalni sloj	0,0010	1000	1250	0,1900	1
6.	Zračna plast	0,0250	1	1000	0,0970	1
7.	Ladijski pod	0,0240	520	1670	0,1400	15

Preglednica 47 : Rezultat – medetažna konstrukcija 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1970}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K
Vrednost	0,811	1,28	0,20

Preglednica 48: Primer- medetažna konstrukcija 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,0020	1900	1050	0,9900	25
2.	Ladijski pod	0,0240	520	1670	0,1400	15
3.	Zračna plast	0,1000	1	1000	0,7140	1
4.	Zračna plast	0,0600	1	1000	0,4290	1
5.	Zračna plast	0,0600	1	1000	0,4290	1
6.	Ladijski pod	0,0240	520	1670	0,1400	15

Preglednica 49: Rezultat – medetažna konstrukcija 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1970}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m^2K	W/m^2K	W/m^2K
Vrednost	1,07	1,28	0,20

Izračunani toplotni prehodnosti za oba primera medetažne konstrukcije zadostujeta zahtevam glede največje dovoljene toplotne prehodnosti. Medetažna konstrukcija v 1. primeru iz armirano – betonske plošče ima večjo izolativnost od lesene medetažne konstrukcije v 2. primeru.

12.5 Tehniški pogoji za projektiranje in graditev stavb JUS U.J5.600/87

Največje dovoljene toplotne prevodnosti za posamezne konstrukcijske sklope iz Tehničnih pogojev za projektiranje in graditev (JUS U.J5.600, 1987) so enake tistim, katere so sprejete s Tehničnimi pogoji za projektiranje in graditev stavb (JUS U.J5.600, 1980). Zato naslednji primeri konstrukcijskih sklopov zadostujejo zahtevam od obeh obdobjih (1980 leta in 1987 leta).

12.5.1 Zunanja stena

Primerjam toplotno prehodnost konstrukcijskih sklopov zunanje stene. V 1. primeru je zunanja stena zgrajena iz mrežastega opečnega votlaka debeline 0,19 m v drugem pa 0,29 m.

(Seliškar, 1994)

Preglednica 50: Primer – zunanja stena 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,015	1900	1050	0,990	25
2.	Mrežasti opečni votlak	0,190	1400	920	0,610	6
3.	Polistirenske plošče v blokih	0,050	15	1260	0,041	25
4.	Cementna malta	0,010	2100	1050	1,400	30

Preglednica 51: Rezultat – zunanja stena 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1987}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,576	0,83	0,28

Preglednica 52: Primer – zunanja stena 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,015	1900	1050	0,990	25
2.	Mrežasti opečni votlak	0,290	1200	920	0,520	4
3.	Ekspandirana impregnirana pluta	0,060	120	1670	0,041	10
4.	Cementna malta	0,010	2100	1050	1,400	30
5.	Plemenita fasadna malta	0,010	1850	1050	0,700	15

Preglednica 53: Rezultat – zunanja stena 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1987}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,449	0,83	0,28

Konstruktivski sklop zunanje stene zgrajene iz mrežastega opečnega votlaka debeline 0,29 m (2. primer) ima boljšo izolativnost od zunanje stene zgrajene iz mrežastega opečnega votlaka debeline 0,19 m (1. primer).

12.5.2 Poševna streha

Streha je izvedena v leseni konstrukciji. Standard (JUS.U.J5.600, 1987) podaja gostote za kameno in stekleno volno od 30 do 200 kg/m³. Tukaj se da opaziti napredek v karakteristikah materiala. Najmanjša gostota za kameno in stekleno volno se je iz leta 1966 zmanjšala z 80 kg/m³ na 30kg/m³ (ZRMK 1966, JUS.U.J5.600, 1987). Sloje konstrukcijskega sklopa strešne konstrukcije bom navajala od notranje (toplejše) proti zunanji površini. Na spodnjo stran špirovcev je lesen opaž, na njega je postavljena parna zapora, kot ločilni sloj med toplotno izolacijo in lesenim opažem. Zračni sloj je med toplotno izolacijo in strešno lepenko, katera je položena na zgornjo zunanjo stran špirovcev. Strešna lepenka je postavljena v vlogi paroprepustne folije. Zračni sloj nad toplotno izolacijo preprečuje pojav kondenza vodne pare. Na strešno lepenko se postavlja podkonstrukcija strešne kritine in strešna kritina.

Preglednica 54: Primer –poševna streha 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Lesen opaž	0,012	520	1670	0,14	15
2.	Polietilenska folija	0,001	1000	1250	0,19	80000
3.	Kamena volna	0,060	30	840	0,038	1

Preglednica 55: Rezultat – poševna streha 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1987}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,54	0,55	0,20

Preglednica 56: Primer – poševna streha 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Lesen opaž	0,012	520	1670	0,14	15
2.	Polietilenska folija	0,001	1000	1250	0,19	80000
3.	Steklena volna	0,060	30	840	0,032	1

Preglednica 57: Rezultat – poševna streha 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1987}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,54	0,55	0,20

Sloji konstrukcijskega sklop strehe za oba primera so skoraj enaki. Razlikujeta se v vrsti toplotne izolacije. Kamena volna in steklena volana imata pri gostoti 30 kg/m³ enake karakteristike. Karakteristike posameznih slojev v konstrukcijskem sklopu strehe 1. primera so enake karakteristikam materialov navedenih v 2. primeru. Zato je toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa strehe s kameno volno enaka tisti s stekleno volno.

12.5.3 Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju

Preglednica 58: Primer- medetažna konstrukcija 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,002	1600	1050	0,810	10
2.	Norma strop	0,140	1200	920	0,520	
3.	AB plošča	0,050	2400	960	2,040	60
4.	Stiropor	0,060	15	1260	0,041	25
5.	PVC folija	0,001	1000	1250	0,190	1
6.	Cementni estrih	0,030	2200	1050	1,400	30

Preglednica 59: Rezultat – medetažna konstrukcija 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1987}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,51	0,69	0,20

Preglednica 60: Primer – medetažna konstrukcija 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Apnena malta	0,002	1600	1050	0,810	10
2.	AB plošča	0,140	2400	960	2,040	60
3.	Stiropor	0,060	15	1260	0,041	25
4.	PVC folija	0,001	1000	1250	0,190	1
5.	Cementni estrih	0,030	2200	1050	1,400	30

Preglednica 61: Rezultat – medetažna konstrukcija 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 1987}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,578	0,69	0,20

Rezultati toplotne prehodnosti medetažne stropne konstrukcije proti podstrešju zadostujejo predpisanim pogojem in ne presegajo največje dovoljene vrednosti toplotne prehodnosti. Izolativnost medetažne konstrukcije izdelane iz Norma stropa (1. primer) je večja kot izolativnost medetažne konstrukcije izdelane iz armirano – betonske plošče (2. primer).

12.6 Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (PTZURES) (2002)

12.6.1 Zunanja stena

Konstruktivski sklop zunanje stene je v obeh primerih zgrajen iz mrežastega opečnega votlaka kot v primerih zunanje stene iz Tehniških pogojev za projektiranje in graditev stavb (JUS U.J5.600, 1987) z različnimi kombinacijami slojev konstrukcijskega sklopa.

Preglednica 62: Primer – zunanja stena 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,015	1900	1050	0,990	25
2.	Mrežasti opečni votlak	0,190	1400	920	0,610	6
3.	Polistirenske plošče v blokih	0,060	15	1260	0,041	25
4.	Cementna malta	0,010	2100	1050	1,400	30
5.	Plemenita fasadna malta	0,010	1850	1050	0,700	15

Preglednica 63: Rezultat – zunanja stena 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2002}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,505	0,60	0,28

Preglednica 64: Primer – zunanja stena 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,015	1900	1050	0,990	25
2.	Mrežasti opečni votlak	0,290	1400	920	0,610	6
3.	Polistirenske plošče v blokih	0,100	15	1260	0,041	25
4.	Cementna malta	0,010	2100	1050	1,400	30
5.	Plemenita fasadna malta	0,010	1850	1050	0,700	15

Preglednica 65: Rezultat – zunanja stena 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2002}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,338	0,6	0,28

Zunanja stena zgrajena iz mrežastih opečnih votlakov debeline 0,29 m (2. primer) ima večjo izolativnost od zunanje stene zgrajene iz mrežastih opečnih votlakov debeline 0,19 m (1. primer).

12.6.2 Poševna streha

Streha je izvedena v leseni konstrukciji. Pravilnik (Ur. l. RS, št. 42, 2002, priloga 3, tabela 1) podaja gostote za kameno volno od 30 do 180 kg/m³ in stekleno volno od 14 do 80 kg/m³. Tukaj se da opaziti pojav novih materialov (steklena volna). Najmanjša gostota za stekleno volno se je iz leta 1987 zmanjšala z 30 kg/m³ na 14 kg/m³. Sloji konstrukcijskega sklopa strešne konstrukcije so skoraj enaki slojem navedenim v prejšnjem poglavju 12.5.2 za poševno streho. Razlika je povečana debelina toplotne izolacije in različna gostota za kameno volno in stekleno volno. Zračni prostor omenjen v primeru iz poglavja 12.5.2 zapolni toplotna izolacija.

Sloji konstrukcijskega sklopa strehe si sledijo od notranje (toplejše) proti zunanji površini. Na spodnjo stran špirovcev je lesen opaž, na njega je postavljena parna zapora, kot ločilni sloj med toplotno izolacijo in lesnim opažem. Na toplotno izolacijo je postavljena strešna lepenka v vlogi paroprepustnega sloja. Na njo se postavlja preko zračnega sloja podkonstrukcija za strešno kritino.

Preglednica 66: Primer – poševna streha 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Lesen opaž	0,012	520	1670	0,14	15
2.	Polietilenska folija	0,001	1000	1250	0,19	80000
3.	Kamena volna	0,160	30	840	0,038	1
4.	Sekundarna kritina	0,002	1100	1460	0,19	2000

Preglednica 67: Rezultat – poševna streha 1

	U _{izračunani}	U _{max 2002}	U _{max 2010}
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,223	0,25	0,20

Preglednica 68: Primer – poševna streha 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Lesen opaž	0,012	520	1670	0,14	15
2.	Polietilenska folija	0,001	1000	1250	0,19	80000
3.	Steklena volna	0,160	23	840	0,034	1
4.	Sekundarna kritina	0,002	1100	1460	0,19	2000

Preglednica 69: Rezultat – poševna streha 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2002}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$
Vrednost	0,201	0,25	0,20

Konstruktivski sklop strehe opisan v 2. primeru ima večjo izolativnost od tistega opisanega v 1. primeru. Debeline toplotnih izolacij so enake. Različni sta gostoti ρ in toplotni prevodnosti λ (kamena volna: $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$, $\rho = 30 \text{ kg/m}^3$, steklena volna: $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$, $\rho = 23 \text{ kg/m}^3$).

12.6.3 Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju

Izračun toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa v 1. in 2. primeru medetažne stropne konstrukcije proti podstrešju je narejen za podstrešje, ki ni ogrevano. 3. primer je medetažna konstrukcija med ogrevanimi prostori. V 21. stoletju se potrebe človeka po ugodju bivanja povečujejo in se podstrešni prostori čedalje več ogrevajo in uporabljajo v namen bivanja (Seliškar, 1994; Toplotna izolacija in ugodje bivanja, list 3). Pri projektiranju in gradnji medetažne konstrukcije proti podstrešju je smiselno upoštevati možnost spremembe neogrevanega prostora v ogrevanega. Sestava konstrukcijskega sklopa medetažne konstrukcije podstrešja v 1. in 3. primeru zadostuje največji dovoljeni toplotni prehodnosti za medetažne konstrukcije, ki mejijo proti neogrevanemu podstrešju. Največja dovoljena toplotna prehodnost medetažne konstrukcije med ogrevanimi prostori je $1,35 \text{ W / (m}^2 \text{ K)}$ zaradi česar izračun toplotne prehodnosti v 3. primeru zadostuje strožjim kriterijem za medetažno konstrukcijo neogrevanega podstrešja. Pri izračunu največje toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa medetažne konstrukcije proti neogrevanemu podstrešju v 2. primeru prihaja do pojava kondenza v toplotni izolaciji (stekleni volni). Takšna sestava konstrukcijskega sklopa medetažne konstrukcije proti ogrevanemu podstrešju ni primerna. Primerna je le za neogrevano podstrešje.

Preglednica 70: Primer- medetažna konstrukcija 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,0015	1900	1050	0,9900	25
2.	Beton iz kamnitega agregata	0,1500	2000	960	1,1600	22
3.	PVC folija mehka	0,0005	1200	960	0,1900	42000
4.	FRAGMAT EPS 100	0,1500	20	1260	0,0370	35
5.	Cementni estrih	0,0600	2200	1050	1,4000	30
6.	Ladijski pod	0,0150	520	1670	0,1400	15

Preglednica 71: Rezultat – medetažna konstrukcija 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2002}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,222	0,35	0,20

Preglednica 72: Primer- medetažna konstrukcija 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,0015	1900	1050	0,9900	25
2.	Beton iz kamnitega agregata	0,1500	2000	960	1,1600	22
3.	Polietilenska folija	0,001	1000	1250	0,190	80000
4.	Steklena volna	0,140	200	840	0,041	1
5.	PVC folija mehka	0,0005	1200	960	0,1900	42000
6.	Cementni estrih	0,0600	2200	1050	1,4000	30
7.	Ladijski pod	0,0150	520	1670	0,1400	15

Preglednica 73: Rezultat – medetažna konstrukcija 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2002}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,252	0,35	0,20

Preglednica 74: Primer- medetažna konstrukcij 3

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,0015	1900	1050	0,9900	25
2.	Beton iz kamnitega agregata	0,1500	2000	960	1,1600	22
3.	PVC folija mehka	0,0005	1200	960	0,1900	42000
4.	FRAGMAT EPS 100	0,1500	20	1260	0,0370	35
6.	Cementni estrih	0,0600	2200	1050	1,4000	30
7.	Ladijski pod	0,0150	520	1670	0,1400	15

Preglednica 75: Rezultat – medetažna konstrukcija 3

ogrevano	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2002}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,222	1,35	1,35

12.7 Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (2008) in Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES) (2010)

12.7.1 Zunanja stena

Konstruktivski sklop zunanje stene je v obeh primerih zgrajen iz mrežastega opečnega votlaka različnih dimenzij.

Preglednica 76: Primer – zunanja stena 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,015	1900	1050	0,990	25
2.	Mrežasti opečni votlak	0,190	1400	920	0,610	6
3.	Polistirenske plošče v blokih	0,150	15	1260	0,041	25
4.	Cementna malta	0,010	2100	1050	1,400	30
5.	Plemenita fasadna malta	0,010	1850	1050	0,700	15

Preglednica 77: Rezultat – zunanja stena 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2008}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,239	0,28	0,28

Preglednica 78: Primer – zunanja stena 2

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,015	1900	1050	0,990	25
2.	Mrežasti opečni votlak	0,290	1400	920	0,610	6
3.	Polistirenske plošče v blokih	0,150	15	1260	0,041	25
4.	Cementna malta	0,010	2100	1050	1,400	30
5.	Plemenita fasadna malta	0,010	1850	1050	0,700	15

Preglednica 79: Rezultat – zunanja stena 2

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2008}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,23	0,28	0,28

Sestava konstrukcijskega sklopa zunanje stene v 1. in 2. primeru ustreza pogojem za največjo dovoljeno toplotno prehodnost konstrukcijskega sklopa. V 1. primeru sem uporabila mrežasti opečni votlak širine 19,00 cm, v drugem pa 29,00 cm. V obeh primeri je enaka sestava konstrukcijskega sklopa zunanje stene, različna je le debelina opečnatega votlaka. Razlika izračunanih toplotnih prehodnosti zunanje stene za oba primera je minimalna. Skupna debelina zunanje stene v 1. primeru je 0,38 m, v 2. primeru pa 0,48 m. Iz teh rezultatov je razvidno, da zadostuje zidanje zunanje stene z mrežastimi opečnimi votlaki debeline 0,19 m.

12.7.2 Poševna streha

Streha je izvedena z leseno konstrukcijo in z opečno strešno kritino na nosilnih letvicah. Streha je izolirana z stekleno volno. Horizontalno zračno plast je nadomestila plast steklene volne kot je razvidno iz izračuna toplotne prehodnosti konstrukcijskega sklopa strehe skladno s Pravilnikom o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur. l. RS, št. 42, 2002).

Preglednica 80: Primer – poševna streha 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Lesen opaž	0,012	520	1670	0,14	15
2.	Polietilenska folija	0,001	1000	1250	0,19	80000
3.	Steklena volna	0,200	14	840	0,038	1
4.	sekundarna kritina	0,002	1100	1460	0,19	2000

Preglednica 81: Rezultat – poševna streha 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2008}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,181	0,20	0,20

Izračunana toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa strehe ne presega največje dovoljene toplotne prehodnosti za strehe določene po veljavnih pravilnikih iz 2008 in 2010.

12.7.3 Medetažna stropna konstrukcija proti podstrešju

Konstruktivski sklop medetažne konstrukcije je zgrajen iz armiranobetonske plošče. Od 1. primera medetažne konstrukcije proti podstrešju po Pravilniku o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (2002) se razlikuje v debelini toplotne izolacije.

Preglednica 82: Primer- medetažna konstrukcija 1

ZGRADBA KONSTRUKCIJE:						
Plast	Material	d	ρ	c	λ	μ
		m	kg/m ³	J/kgK	W/mK	-
1.	Podaljšana apnena malta	0,0015	1900	1050	0,9900	25
2.	Beton iz kamnitega agregata	0,1500	2000	960	1,1600	22
3.	Polietilenska folija	0,001	1000	1250	0,190	80000
4.	FRAGMAT EPS 70	0,2600	20	1260	0,0370	35
6.	Cementni estrih	0,0600	2200	1050	1,4000	30
7.	Ladijski pod	0,0150	520	1670	0,1400	15

Preglednica 83: Rezultat – medetažna konstrukcija 1

	$U_{\text{izračunani}}$	$U_{\text{max 2008}}$	$U_{\text{max 2010}}$
Enota	W/m ² K	W/m ² K	W/m ² K
Vrednost	0,143	0,20	0,20

Izračunana toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa medetažne konstrukcije ne presega največje dovoljene toplotne prehodnosti za medetažne konstrukcije proti podstrešju določene po veljavnih pravilnikih iz 2008 in 2010.

13 ZAKLJUČEK

S pregledom zakonodaje o varčevanju z energijo bi lahko zahteve pri gradnji objektov razdelila na obdobja:

- pred veljavo Pravilnik o tehniških ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb iz leta 1970
- obdobje od 1970. do sprejetja Tehniških pogojev za projektiranje in graditev stavb iz leta 1987.
- od 1987 leta do danes.

Objekti grajeni pred letom 1950 so grajeni s tradicionalnimi tehnikami in naravnimi materiali. Konstrukcijski sklopi v tem obdobju so masivni in z vidika toplotne zaščite in pojava kondenzacije vodne pare niso tako problematični kot konstrukcijski sklopi v objektih grajenih od 1950 leta naprej. Od leta 1950 do leta 1970 je obdobje masovne gradnje objektov ter uporabe novih gradbenih materialov, ki omogočajo manjše dimenzije posameznih konstrukcijskih sklopov. Takšen način gradnje ni upošteval toplotne dinamike konstrukcijskih sklopov. Iz tega razloga imajo objekti zgrajeni v tem obdobju velike porabe energentov za namene zagotavljanja prijetne klime v notranjosti stavb. Nezadostna toplotna izoliranost objekta pripelje do izgube toplote v zimskem času in pregrevanja v poletnem času skozi ovoj objekta ter poškodbe gradbenega materiala zaradi kondenzacije vlage. Z leti se človekove potrebe po ugodju povečujejo. V obdobju pred letom 1950 so bile potrebe po ogrevanju prostorov v objektih nižje kot po letu 1950. Z ogrevanjem prostorov na temperaturo višjo kot 18 °C se povečujejo toplotne izgube skozi ovoj objekta in prihaja do kondenzacije v gradbenih materialih. (Seliškar, 1994)

Naslednje obdobje od 1970. leta do 1987. leta je obdobje energetske potratnih objektov. Pravilnik o tehniških ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb iz leta 1970 je prelomnica za uporabo toplotne zaščite v gradbenih konstrukcijah. Gradijo se objekti tanjših konstrukcijskih sklopov z uporabo toplotne zaščite v minimalnih dimenzijah in sicer od 2,00 do 4,00 cm. Uporabljajo se toplotne izolacije kot so lesna volna povezana s cementom (heraklit, drvolit) ali EPS (okipor) v debelini od 2,00 do 4,00 cm. Zidajo se zidovi iz votličave opeke obmetane z obeh strani. Takšna gradnja komaj zadovoljuje takratne zahteve po toplotni prehodnosti sten. V tem obdobju niso upoštevali pomena toplotnih mostov, zaradi česar je v konstrukcijskih sklopih prihajalo do kondenzacije vodne pare.

V obdobju od 1987 do danes se gradijo objekti z upoštevanjem predpisov o toplotni zaščiti s preprečitvijo pojava toplotnih mostov. Za boljšo energetske učinkovitostjo objektov se upoštevajo ukrepi kot so uporaba termostatskih ventilov, grelnih teles z večjo učinkovitostjo, uporaba naprednih tehnologij za varčevanje energije, kot so rekuperatorji toplote.

Pridobljeni rezultati izračunanih toplotnih prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov zadostujejo zahtevam veljavne zakonodaje. Za vsako obdobje spremembe zakonodaje, ki je razdeljena po letih izdaje posameznega pravilnika sem sestavljala posamezne konstrukcijske sklope z uporabo

materiala značilnega za tisto obdobje. Toplotna prehodnost tako izdelanega posameznega konstrukcijskega sklopa za posamezno obdobje ni prekoračila največje dovoljene toplotne prehodnosti obravnavanega konstrukcijskega sklopa.

Z nalogo sem ugotovila, da se je zahtevana toplotna prehodnost konstrukcijskih sklopov s pojavom armiranega betona in zahtevo po dodatni toplotni zaščiti v obdobju od 1970 do 1980 znatno zmanjšala. To je razvidno iz grafa največje dovoljene toplotne prehodnosti za zunanjo steno, streho in medetažno stropno konstrukcijo proti podstrešju, tla na terenu in tla nad terenom ter zunanja stena proti terenu. Naslednji upad dovoljene toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih sklopov se pojavi v obdobju od 1987 do 2002. Preskok vrednosti dovoljene toplotne prehodnosti je posledica onesnaženja okolja z uporabo čedalje dražjih energentov za zagotavljanje bivalnega ugodja. Letne toplotne potrebe človeka v bivalnem in delovnem okolju se v tem obdobju povečujejo. S tem se povečujejo stroški energentov za zagotavljanje ugodnega bivalnega okolja.

Gradnja z novejšimi, bolj izolativnimi materiali je dražja, a ekonomsko in ekološko bolj upravičena, saj je poraba energije za ogrevanje in hlajenje objekta manjša.

Kljub tanjšanju konstrukcijskih sklopov se njihova toplotna prehodnost zaradi boljše izolativnosti gradbenih materialov zmanjšuje.

14 VIRI

Dančević, D. 1974. Arhitektonske konstrukcije. Niš, Institut jugoslavenske i inostrane dokumentacije zaštite na radu: 469 str.

Deu, Ž. 2004. Obnova stanovanjskih stavb na slovenskem podeželju. Ljubljana, Založba Kmečki glas: 262 str.

Neufert, E. 2002. Projektiranje v stavbarstvu. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 617 str.

Locus, Stavbni red vojvodine Kranjske. 1875, Ljubljana, Jožef Pfeifer

<http://www.locus.si/Stavbni%20red%20Vojvodine%20Kranjske/SR1%20-%202028.pdf> (Pridobljeno 20.5.2016).

Medved, S. 1997. Toplotna tehnika v zgradbah. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo: 188 str.

Perdan, R., Krainer, A. Računalniški program TEDI. Ljubljana, Slovenija.

Peulić, Đ. 1964. Građevinske konstrukcije I. Zagreb: Školska knjiga. 178 str.

Peulić, Đ. 1964. Građevinske konstrukcije II. Zagreb: Školska knjiga. 240 str.

Seliškar, N. 1994. Stavbarstvo. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.

Šijanec, M. G. 2010. Novi izzivi na področju nizkoenergijske gradnje

http://www.ditles.si/Files/DOM_10/6_Novi%20izzivi_Marjana%20Sijanec.pdf (Pridobljeno 20. maj 2016).

Strokovno poročilo za uporabo opeke pri zidanju zidov, sten in stropov stanovanjskih stavb. 1958.

Ljubljana, Sekretariat izvršnega sveta za urbanizem, stanovanjsko izgradnjo in komunalne zadeve in Sekretariat izvršnega sveta za industrijo in obrt.

Pravilnik o minimalnih tehničnih pogojih za graditev stanovanj. Uradni list SFRJ št. 45/1967: str.1057-1059

Pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za prezračevanje stanovanjskih hiš. Uradni list SFRJ št. 35-426/1970

Pravilnik o tehničnih ukrepih in pogojih za toplotno zaščito stavb. Uradni list SFRJ št. 35/1970: str. 997-1003.

Pravilnik o racionalni rabi energije pri gretju in prezračevanju objektov ter pripravi tople vode. Uradni list SRS, št. 31/1984:

Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 42/2002: str. 4114.
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=200242&stevilka=2012> (Pridobljeno 20. 5. 2016.).

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 93/2008: str. 12698.
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2008-01-3939> (Pridobljeno 20. 5. 2016.).

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Uradni list RS, št. 52/2010: str. 7840.
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?urlid=201052&stevilka=2856> (Pridobljeno 20. 5. 2016.).

Zupan, M. 2002. Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah. Novo Mesto. Pfleiderer novoterm.
http://www.ursa.si/_files/InforMator_Pravilnik_TZURES_21_03.pdf (Pridobljeno 2014.)

Tehnična smernica TSG-1-004:2010. 2010. Ministrstvo za okolje in prostor
http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf (Pridobljeno 20. 5. 2016.).

Standardi:

JUS U.J5.510:1980. Toplotna tehnika v građevinarstvu – Metode proračuna koeficijenta prolaza toplote k građevinskih konstrukcija

JUS U.J5.520:1980. Toplotna tehnika v građevinarstvu – Metode proračuna difuzije vodne pare kroz građevinske konstrukcije

JUS U.J5.530:1980. Toplotna tehnika v građevinarstvu – Metode proračuna karakteristike toplotne stabilnosti spoljašnjih građevinskih konstrukcija zgrada za letnje razdoblje. Beograd.

JUS U.J5.600:1980. Toplotna tehnika v građevinarstvu – Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada. Beograd.

JUS D.E8.193:1982. Građevinska stolarija – Spoljni prozori i balkonska vrata – Zahtevi u pogledu propustljivosti vazduha i vode. Beograd.

JUS U.J5.600:1987. Toplotna tehnika v građbeništvu – Tehnične zahteve za projektiranje in gradnjo stavb. Beograd.