

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

DIPLOMSKO DELO
UPORABA GRADBENEGA SISTEMA ISORAST S
PRIMERJAVO KLASIČNE HIŠE TRATNJEK

Kandidat: Benjamin Skledar

Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190060126

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor: Bojan Dapčević, univ.dipl. inž. gradb.

Mentor v podjetju: Denis Rajbar inž. gradb.

Maribor, 2014

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Benjamin Skledar, z vpisno št 111900060126, sem avtor diplomskega dela z naslovom Uporaba gradbenega sistema Isorast, primerjavo klasične hiše Tratnjek, ki sem ga napisal/a pod mentorstvom g. Bojana Dapčeviča

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predložena projektna naloga izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia,
- se zavedam, da je plagiatstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; UL št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, september 2014

Podpis študenta:

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomskega dela bi se zahvalil mentorju g. Bojanu Dapčeviću in zaposlenim na šoli.

Zahvalil bi se tudi podjetju Dengrad, Denis Rajbar s.p., ki mi je omogočil praktično izobraževanje in pridobivanje dodatnega znanja s področja gradbeništva ter g. Denis Rajbarju, mentorju v podjetju.

Zahvalil bi se tudi družini, ki mi je pomagala in stala ob strani.

POVZETEK

Danes je v Sloveniji veliko mladih investorjev, kateri so vse bolj ozaveščeni o vplivu ljudi na okolje, zaradi tega se investorji odločajo za gradbeni material, ki je okolju prijazen, izkoristek energije pa največji.

V prvem delu diplomskega dela je predstavljena vsem znana klasična gradnja, ter izvedba stanovanjske hiše Tratnjek – Pertoča. Predstavljena so vsa dela, ki so potrebna za izgradnjo klasične gradnje, opisana sta tudi finančni in terminski plan.

Drugi del diplomskega dela pa predstavlja enak objekt z razliko, da je uporabljen gradbeni sistem Isorast. Gradbeni sistem Isorast spada med cenovno višji razred, ampak je izgradnja enostavna in hitrejša. Dotaknil sem se še tudi pozitivnih strani Isorasta.

Ključne besede: klasična gradnja, Isorast zidaki, kvaliteta izvedbe, toplotna izolacija, gradbeni sistem, nizkoenergijska hiša

ZUSAMMENFASSUNG

Use of building system Isorast a comparison of classical houses Tratnjek

Heute in Slowenien sind viele junge Anleger, die immer sich zunehmend der Einfluss des Menschen auf die Umwelt, aus diesem Grund, Investoren entscheiden sich für Baustoffe, die umweltfreundlich ist und Energieeffizienz am größten.

In den ersten Teil der Diplomarbeit ist die Konstruktionsarbeiten des klassischen Hauses beschrieben und umsetzung Wohnhauses Tratnjek – Pertoča. Präsentiert sind auch die ganze Arbeit für den Bau von klassischen Werken mit Beschreibung der Finanz plan und Zeit plan.

In den zweiten Teil sind der Bausystem Isorast vorgestellt, und auch der Vergleich zwischen dem klassischen Haus und Haus gebaut mit Isorast Ziegel vorgestellt. Ich führte auch vor allem seine positiven Seiten .

Stichwörter: klassischer Bau, Isorast Ziegel, Qualitätsleistung, Wärmeisolierung, Bausystem, Niedrigenergiehaus

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	11
1.1	OPREDELITEV OBRAVNAVANE ZADEVE.....	11
1.2	NAMEN, CILJ IN OSNOVNE TRDITVE DIPLOMSKEGA DELA	11
1.3	PREDVIDENE METODE RAZISKOVANJA	12
1.4	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE.....	12
2	KLASIČNA GRADNJA	13
3	IZVEDBA STANOVANJSKE HIŠE TRATNJEK	14
3.1	ZEMELJSKA DELA PRI KLASIČNI GRADNJI	15
3.2	TEMELJNA PLOŠČA $D=12\text{CM}$ PRI KLASIČNI GRADNJI	15
3.3	OBODNE STENE, NOTRANJE NOSILNE STENE IN NENOSILNE NOTRANJE STENE.....	16
3.4	AB NOSILCI, AB VEZI, AB STEBRI	17
3.5	STREŠNA KONSTRUKCIJA.....	18
3.6	TERMINASKI PLAN KLASIČNE GRADNJE PROJEKTA STANOVANJSKE HIŠE TRATNJEK – PERTOČA.....	19
3.7	FINANČNI PLAN KLASIČNE GRADNJE PROJEKTA STANOVANJSKE HIŠE TRATNJEK - PERTOČA.....	20
4	GRADBENI SISTEM ISORAST	21
4.1	POMEN U -VREDNOSTI	22
4.2	TOPLOTNA IZOLACIJA – ANKETIRANJE INVESTITORJEV.....	22
4.3	TOPLOTNA IZOLACIJA IN VARSTVO OKOLJA	22
4.4	POMEN TOPLOTNE IZOLACIJE ZA PROSTORSKO KLIMO IN IZOLACIJO POLETI.....	23
4.5	ENERGIJA	23
4.6	PREDNOSTI ISORASTA.....	25
5	PREDSTAVITEV KONSTRUKCIJSKE ZASNOVE HIŠE TRATNJEK S SISTEMOM ISORAST	26
5.1	STREŠNA KONSTRUKCIJA.....	26
5.1.1	Montažna stropna konstrukcija nad pritličjem in podstrešjem.....	26
5.1.2	Stene, AB nosilci, AB vezi, AB stebri	27
5.2	TEMELJNA PLOŠČA $D=25\text{CM}$	27

5.2.1	<i>Kvaliteta materialov</i>	28
5.3	<i>TERMINSKI PLAN PROJEKTA STANOVANJSKA HIŠA TRATNJEK S SISTEMOM ISORAST</i>	35
5.4	<i>FINANČNI PLAN PROJEKTA STANOVANJSKA HIŠA TRATNJEK S SISTEMOM ISORAST</i>	36
5.5	<i>KOLIČINA POSAMEZNIH ELEMENTOV ZA IZVEDBO OBJEKTA TRATNJEK Z ISORAST ZIDAKI</i>	37
6	PRIMERJAVA OBJEKTA ISORAST Z KLASIČNO GRADNJO	38
7	ZAKLJUČEK	41
8	VIRI, LITERATURA.....	43
8.1	<i>LITERATURA.....</i>	43
8.2	<i>INTERNETNI VIRI:</i>	43

KAZALO SLIK

SLIKA 1: SITUACIJA OBJEKTA TRATNJEK.....	14
SLIKA 2: TLORIS TEMELJEV	15
SLIKA 3: TERMOMÖRTEL.....	16
SLIKA 4: POROTHERM 20.....	NAPAKA! ZAZNAMEK NI DEFINIRAN.
SLIKA 5: TLORIS PRITLIČJA POZICIJE	17
SLIKA 6: OSTREŠJE IN RAVNA STREHA	18
SLIKA 7: ISORAST ZIDAK	21
SLIKA 8: STROPNI PRIKLJUČEK.....	38
SLIKA 9: ZGORNJI OKENSKI PRIKLJUČEK (PREKLADA).....	38

KAZALO TABEL

TABELA 1: TERMINSKI PLAN KLASIČNE GRADNJE	19
TABELA 2: FINANČNI PLAN KLASIČNE GRADNJE.....	20
TABELA 3: POVPREČNI STROŠKI KURILNEGA OLJA	24
TABELA 4: TRDNOSTNI RAZREDI IN KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI.....	29
TABELA 5: KVALITETNI RAZRED LESA	30
TABELA 6: TRDNOSTNI RAZREDI IN LASTNOSTI BETONA	33
TABELA 7: TRDNOSTNI RAZRED BETONA	34
TABELA 8: TERMINSKI PLAN ZA GRADNJO Z ISORAST.....	35
TABELA 9: FINANČNI PLAN ZA GRADNJO Z ISORAST.....	36
TABELA 10: KOLIČINA ELEMENTOV ISORAST.....	37
TABELA 11: RAZLIKE MED KLASIČNO GRADNJO IN GRADNJO S ISORAST ZIDAKI	40

1 UVOD

Roki izdelave objektov so vedno krajši, gradnja pa hitrejša, investitorji pa se odločajo za dražji in kakovostnejši materiali.

Sodobni pristopi v gradbeništvu zato vse pogostejše zahtevajo tudi pospešeno sušenje tlakov in sten. Ker je v večina primerih posledica hitre gradnje vlaga v prostorih, jih pogosto rešujemo s prekomernim ogrevanjem. Prekomerno ogrevanje bi bilo učinkovito samo z rednim prezračevanjem in le ob nizki zunanji vlažnosti.

Ker Slovenija spada med povprečno relativno vlažne države, zaradi tega je to skoraj nemogoče. Ob vsem navedenem ne preseneča, da je stroka vedno bolj enotna ob spoznanju, da samo dobro izsušen stanovanjski objekt omogoča hitro in kakovostno izgradnjo objekta ter prijetno bivanje.

1.1 *Opredelitev obravnavane zadeve*

Za diplomsko delo sem si izbral gradbeni sistem Isorast s primerjavo klasične gradnje. Ker Slovenija spada med države v kateri prevladuje klasična gradnja in je tudi veliko mladih investorjev, kateri velik pomen je varčnost in okolju prijazna hiša. Prednost montažnih elementov prava rešitev za hitro in enostavno gradnjo brez poškodb na ometih in drugih konstrukcijskih sklopih. Izognemo se dodatnemu delu lepljenja toplotne izolacije, saj imamo toplotno izolacijo zagotovljeno z Isorast zidaki, zaradi enostavne in hitre zidljivosti s sistemom Isorast je čas izgradnje krajši.

1.2 *Namen, cilj in osnovne trditve diplomskega dela*

Cilj diplomskega dela je podrobneje predstaviti osnove gradbenega sistema Isorast. Namen diplomskega dela je predstaviti stanovanjsko hišo zgrajeno na klasični način s primerjavo enakega objekta zgrajeno s gradbenim sistemom Isorast. Na kratko pa bi se dotaknil še

prednosti gradbenega sistema Isorast. Osnovna trditev se nanaša na primerjavo klasične gradnje z gradnjo z Isorast zidaki ter glavne razlike med objektoma.

1.3 Predvidene metode raziskovanja

Študija obstoječe literature, izdelani projektni nalog že obstoječega objekta in sodelovanje pri izvedbi projekta.

1.4 Predpostavke in omejitve

Predpostavljam, da na podlagi projektne mape in znanja, ki sem ga pridobil ob praktičnem izobraževanju in samem sodelovanju pri izvedbi obeh objektov, bom lahko predstavil gradbeni sistem Isorast in samo primerjavo med klasično gradnjo in gradnjo z Isorast zidakom.

2 KLASIČNA GRADNJA

Klasična gradnja je vsem znana. Klasična gradnja je gradnja z zidaki, malto in betonskimi vložki. Gradnja poteka postopno po določenih fazah in raste od temeljev navzgor. Večje prelomnice pri gradnji so izdelava temeljev, izdelava prve nadstropne plošče, izdelava druge nadstropne plošče in postavitve strehe.

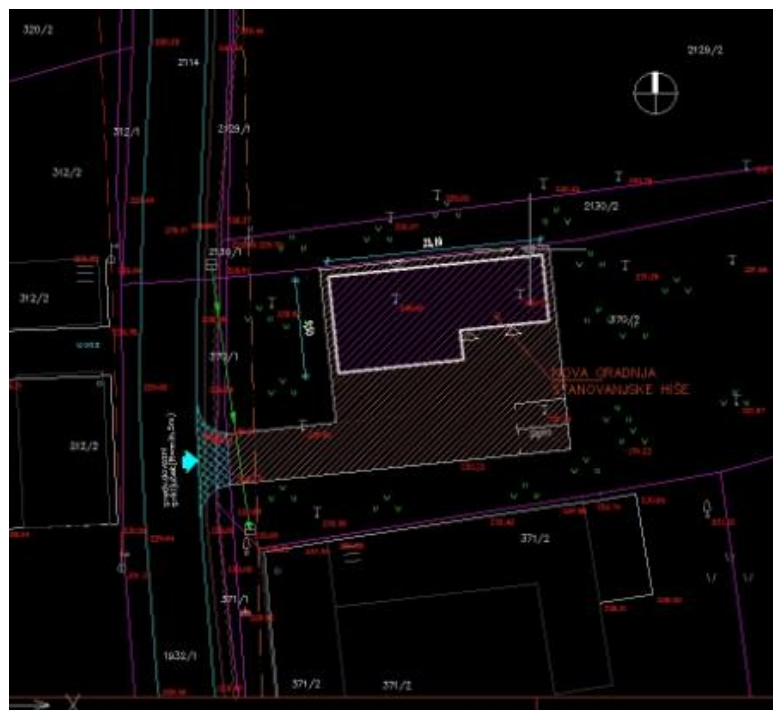
Običajno je gradnja do te stopnje končana v nekaj mesecih, v toplem obdobju leta. Seveda lahko investitor po vsaki fazi gradnjo začasno ustavi, saj lahko investitor gradnjo usmeri glede na svoje finančne zmožnosti in lahko vloži še svoje znanje, lasten trud dela ali trud prijatelja, ter s tem še zniža stroške gradnje, kar je največja prednost klasične gradnje.

(<http://www.gradim.si/od-ideje-do-gradnje/klasicna-montazna-gradnja.html>)

3 IZVEDBA STANOVANJSKE HIŠE TRATNJEK

Projekt je dobilo gradbeno podjetje Dengrad, Denis Rajbar s.p., zaradi razumljive cene predračuna. Na podlagi idejne zasnove se je izdelal končni načrt, ki so ga izdelali v PG inženiring v Kuzmi. Izvajanje del se je pričelo aprila 2014, z pripravljalnimi deli, kot so postavitve kontenerja, postavitve zaščitne ograje, izdelava dovozne poti in vsega potrebnega za hitro in učinkovito gradnjo. Prikaz zemljiške parcele na kateri bo stal objekt je prikazana na spodnji sliki.

Gradnja je potekala po fazah: gradbena dela, obrtniška dela, elektroinštalacija in strojne inštalacije. V nadaljevanju sledi opis gradbenih del na osnovi terminskega plana.



Slika 1: Situacija objekta Tratnjek

Vir: Lasten

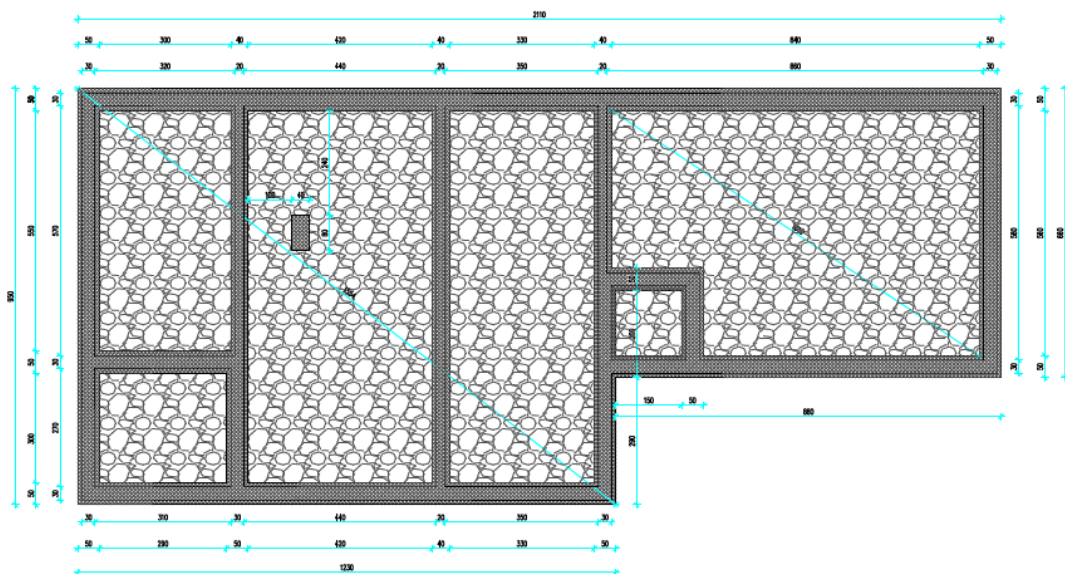
3.1 Zemeljska dela pri klasični gradnji

Zemeljska dela so vsa dela, ki so namenjene pripravi in zaščiti gradbene jame. Zemeljska dela delimo na izkope in zasipe.

Zemeljska dela so trajala 4 dni v terenu III. kategorije, poravnali smo teren in izkopali temelje. Za obodne stene je bil temelj 50 cm širok in 50 cm globok, za predelne stene je bil 40 cm širok in 50 cm globok.

3.2 Temeljna plošča $d=12\text{cm}$ pri klasični gradnji

Temeljna plošča je zasnovana na temeljih kot enojno armirana plošča v spodnji coni. Na temelje se položi votli betonski zidak, zaradi višine ničle objekta. Obodne stene votlih zidakov so se zaopazile, položi se armatura MAG 500/560. Za temelje je bila »marka« betona 25, za temeljno ploščo pa 30. Kvaliteta betona C25/30. Debelina betonske plošče je bila 12 cm.



Slika 2: Tloris temeljev

Vir: projekt Tratnjek – Pertoča

3.3 Obodne stene, notranje nosilne stene in nenosilne notranje stene

Obodne stene pri klasični gradnji so zidane iz Porotherma 30 elementov dimenzije (DxŠxV) 25/30/23,8.

Vsi notranji nosilni zidovi se zidajo z opeko Porotherm 20 elementov dimenzije (DxŠxV) 37,5/20/23,8 ali Unitherm 19 elementov dimenzij (DxŠxV) 50/19/23,8. Nenosilne vmesne predelne stene so zidane s Porotherma ali Unitherma dimenzij 50/12/23,8.

Nenosilne notranje stene so zidane z opeko Porotherm 11,5 elementov dimenzije (DxŠxV) 50/11,5/23,8.

V vseh vogalih in na kritičnih mestih so predvideni stebri kot vertikalne zidne vezi – čelni zidovi so zaključeni in povezani v sistem horizontalnih in vertikalnih vezi. Vertikalne vezi se naredijo iz Porotherm EURO vogalnikov dimenzij (DxŠxV) 38/30/23,8. Vsi zidovi v objektu so zidani s Termomörtel.



Slika 3: Termomörtel

Vir: http://www.baumit.si/front_content.php



Slika 4: Porotherm

Vir: <http://www.wienerberger.si/porotherm-20-s-pe.html?lpi=1136805938211>

3.4 AB nosilci, AB vezi, AB stebri

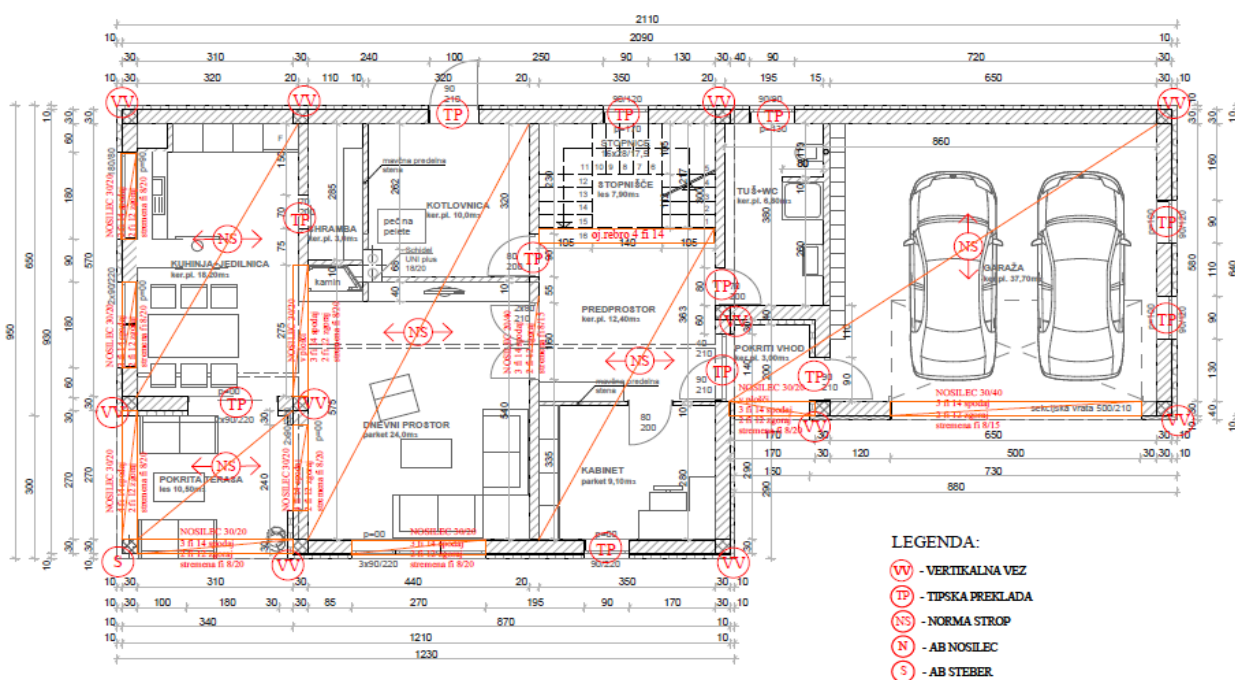
AB nosilci se naredijo klasično, iz MB 30. Nosilce armiramo po statičnem izračunu oziroma armaturnem načrtu. Armatura RA 400/500.

Na objektu je bilo 11 AB nosilcev, 10 vertikalnih AB vezi, eno ojačeno rebro in en steber AB.

AB nosilci:

- 6x nosilec 30/20 3x fi 14 spodaj, 2x fi 12 zgoraj, stremena fi 8/20
- 1x nosilec 30/20 6x fi 14 spodaj, 2x fi 12 zgoraj, stremena fi 8/20
- 2x nosilec 30/20 4x fi 14 spodaj, 2x fi 12 zgoraj, stremena fi 8/20
- 1x nosilec 30/40 5x fi 14 spodaj, 2x fi 12 zgoraj, stremena fi 8/15
- 1x nosilec 20/40 3x fi 14 spodaj, 2x fi 12 zgoraj, stremena fi 8/15

Vertikalne vezi in stebri so armirani po armaturnem načrtu, ojačano rebro je armirano 4x fi 14. Horizontalne vezi nad okni so narejene s tipskimi prekladami.



Slika 5: Tloris pritličja pozicije

Vir: projekt Tratnjek – Pertoča

3.5 Strešna konstrukcija

Stanovanjski objekt je pokrit s strešno konstrukcijo, ki je lesene izvedbe - dvokapnica s strešnim naklonom 37° - opeka Tondach črni (norma). Nad garažo je ravna streha, okrog je sezidana atika, na katero je dana pločevina z odkapnimi kanali. Na ploščo je zabetonirani betonski naklon, kateri je pokrit s Sika folijo. Vsi spoji med lesenimi nosilnimi elementi se izvedejo po priznanih tesarskih zvezah. Za izvedbo se uporabi les II. kategorije. Lege so sidrane z jeklenimi antikorozijsko zaščitenimi vijaki M16. Zidne lege so sidrane v horizontalne oziroma vertikalne AB vezi razmika približno 2.0 do 3.0 m, vse ostale lege pa na mestu podpiranja. Za strešno konstrukcijo se je uporabil naslednji material:

- Kapna lega 16/16
 - 2 kom 6m 16/16
 - 4 kom 5m 16/16
- Vmesna lega 18/24
 - 2 kom 6m 18/24
 - 4 kom 5m 18/24
- Špirovci 16/10
 - 30 kom 7m 16/10
 - 1 kom 3m 16/10
- Škarje 8/12
 - 8 kom 4m 8/12
- Štaflin 5/8
 - 57 kom 4m 5/8
- Late 4/5
 - 206 kom 4m 4/5



Slika 6: Ostrešje in ravna streha

Vir: Lasten

3.6 TERMINASKI PLAN klasične gradnje projekta stanovanjske hiše Tratnjek – Pertoča

Tabela 1: Terminski plan klasične gradnje

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January					February				March		
					29.12	5.1	12.1	19.1	26.1	2.2	9.2	16.2	23.2	2.3	9.3	16.3
1	A. GRADBENA DELA	40 days?	Mon 5.1.09	Fri 27.2.09												
2	I. ZEMELJSKA DELA	4 days?	Mon 5.1.09	Thu 8.1.09												
3	II. BET. IN AB DELA	16 days?	Thu 8.1.09	Thu 29.1.09												
4	III. TESARSKA DELA	18 days?	Wed 7.1.09	Fri 30.1.09												
5	IV. ZIDARSKA DELA	31 days?	Mon 12.1.09	Mon 23.2.09												
6	V. STREHA	8 days?	Wed 4.2.09	Fri 13.2.09												
7	VI. FASADA	9 days?	Tue 17.2.09	Fri 27.2.09												
8	B. OBRITNIŠKA DELA	21 days?	Wed 11.2.09	Wed 11.3.09												
9	I. KLEPARSKA DELA	3 days?	Wed 11.2.09	Fri 13.2.09												
10	II. KROVSKA DELA	3 days?	Fri 13.2.09	Tue 17.2.09												
11	III. PVC OKNA	3 days?	Tue 17.2.09	Thu 19.2.09												
12	IV. MIZARSKA DELA	2 days?	Tue 17.2.09	Wed 18.2.09												
13	V. GIPSKARTONSKA DELA	4 days?	Mon 23.2.09	Thu 26.2.09												
14	VI. PODOPOLAGALSKA DELA	3 days?	Mon 9.3.09	Wed 11.3.09												
15	VII. SLIKOPLESKARSKA DELA	7 days?	Thu 26.2.09	Fri 6.3.09												

Vir: Lasten

Terminski plan nam pove kako dolgo so trajala posamezna dela, katera so se izvajala na objektu, izdelava se na osnovi predračuna za določeni objekt. Terminski plan je razdeljen na gradbena in obrtniška dela. Pod gradbena dela spadajo zemeljska dela, betonska in armirano betonska dela, tesarska, zidarska dela, streha in fasada. Pod obrtniška dela pa spadajo kleparska dela, krovska dela, PVC okna, mizarska dela, mavčnokartonska dela, podopolagalska dela in slikopleskarska dela. Pri izdelavi terminskega plana se nam lahko zgodi, da dobimo kritično pot izvajanja del, pri objektu Tratnjek kritične poti ni bilo.

3.7 **FINANČNI PLAN** klasične gradnje projekta stanovanjske hiše Tratnjek - *Pertoča*

Spodaj navedeni finančni plan projekta Stanovanjska hiša Tratnjek - Pertoča nam pove, kakšna je bila vrednost vseh del, ki so potekala na tem objektu. Najdražja so bila obrtniška dela, sledila so jim gradbena dela. Skupna cena projekta je bila 105.339, 92 €.

Tabela 2: Finančni plan klasične gradnje

Stanovanjska hiša Tratnjek- Pertoča		Trajanje			Vrednost
1	Gradbena dela	40 days	Mon 5.1.09	Fri 27.2.09	49.771,97 €
1.1	zemeljska dela	4 days	Mon 5.1.09	Thu 8.1.09	2.322,70 €
1.2	zidarska dela	31 days	Mon 12.1.09	Mon 23.2.09	22.222,29 €
1.3	betonska dela in AB dela	16 days	Thu 8.1.09	Thu 29.1.09	11.386,05 €
1.4	tesarska dela	18 days	Wed 7.1.09	Fri 30.1.09	1.015,42 €
1.5	Streha	8 days	Wed 4.2.09	Fri 13.2.09	12.825,51 €
2.	Obrtniška dela	21 days	Wed 11.2.09	Wed 11.3.09	55.567,95 €
2.1	kleparska dela	3 days	Wed 11.2.09	Fri 13.2.09	6.450,00 €
1.2	krovska dela	3 days	Fri 13.2.09	Tue 17.2.09	3.157,95 €
2.3	mizarska dela	3 days	Tue 17.2.09	Wed 18.2.09	9.500,00 €
2.4	PVC okna	3 days	Tue 17.2.09	Thu 19.2.09	16.000,00 €
2.5	gipskartonska dela	4 days	Mon 23.2.09	Thu 26.2.09	4.700,00 €
2.6	Slikopleskarska dela	7 days	Thu 26.2.09	Fri 6.3.09	10.000,00 €
2.7	podpolagalska dela	3 days	Mon 9.3.09	Wed 11.3.09	5.760,00 €
	SKUPAJ	61 days	Mon 5.1.09	Wed 11.3.09	105.339,92

Vir: Lasten

4 GRADBENI SISTEM ISORAST

Gradbeni sistem Isorast je sistem, ki je izdelan iz penjenega polistirena – Neopor in spadajo med opažne elemente. Pri izdelavi elemente položimo skupaj in zalijemo z betonom. Sistem je primeren za vse stene, pri katerih je bistven pomen toplotna izolacija. Isorast je energetsko varčen in okolju prijazen (Arhem d.o.o. 2011, str. 3).



Slika 7: Isorast zidak

Vir: http://www.pasivnagradnja.si/pasivna_nizkoenergijska_gradnja_isorast.shtml

U-vrednosti (toplotna prehodnost, prej: K-vrednosti):

- debelina zidu 35 cm, $U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- debelina zidu 31,25 cm, $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- debelina zidu 25 cm, $U = 0,26 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- **debeline zidu 43,75 cm, $U = 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$**

37 cm in 43 cm stena je primerna za nizkoenergijske hiše = hiše brez običajne naprave za ogrevanje.

Obstajajo različne stene z debelinami 25.00, 31.25, 35 in 43.75 cm. Elementi brez toplotnih mostov za preklade, balkoni, stropni priključki, ohišja za rolete, obok in zunanja previsna konzola, dobavljivi so tudi elementi za stopnice, strope in elementi za izolacijo streh (prav tam).

4.1 Pomen U-vrednosti

Pri zasnovi objektov bi morala biti toplotna prehodnost skozi zunanje stene objekta - U-vrednost ($\text{W/m}^2\text{K}$). U-vrednost nam pove, koliko toplotne energije uhaja skozi gradbeni element velikosti 1 m^2 , pri razliki temperature $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Nižja je U-vrednost, boljša je toplotna izolacija s tem večji prihranek energije. Koeficient toplotne prevodnosti je poenostavljeno definiran kot U-vrednost pri debelini stene 1 m , zato se U-vrednost in koeficient ne smeta zamenjati.

Klasičen opečni zidak s koeficientom toplotne prevodnosti $0,21$ ima pri 37 cm debeline U-vrednost $0,52$ (prav tam).

4.2 Toplotna izolacija – anketiranje investorjev

Toplotna izolacija z odločilnim faktorjem ne govori samo v prid stroškom energije, temveč tudi v prid prijetni bivalni klimi ter manjša prisotnost škodljivih snovi. V večini primerov investorji zanemarijajo toplotni izolacijo, ko se stroški ogrevanja povečujejo, bivalna klima postaja neugodna, začne investitor razmišljati o toplotni izolaciji. Če se investitor odloči za dodatno toplotno izolacijo. Ker je to poseganje v objekt lahko problematični in posledično cenovno zelo drago. V večini primerov se investitor zardi cenovne obremenjenosti za ta poseg ne odloči, stroški ogrevanja se pa iz leta v leto višajo (prav tam).

4.3 Toplotna izolacija in varstvo okolja

Ogljikov dioksid je glavni povzročitelj segrevanja naše zemeljske atmosfere. Pri izgorevanju 1 l kurilnega olja nastane s povezavo ogljika (C), glavnega sestavnega dela kurilnega olja, in kisika (O_2), v zraku $2,7 \text{ kg}$ ogljikovega dioksida (CO_2). Za naše razmere U-vrednost $1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ pomeni, da je na leto potrebnih 10 l kurilnega olja na m^2 površine zunanje stene, če hočemo, da je sobna temperatura $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (Zvezno ministrstvo za gospodarstvo Bonn, 1983, str: 15)

4.4 Pomen toplotne izolacije za prostorsko klimo in izolacijo poleti

Za domače, prijetno bivalno klimo v zimskem času je stopnja toplotne izolacije glavni pomen. Če se površinska temperatura zunanje stene za več kot 3 °C razlikuje od temperature v sobi, pride do prevelikega gibanja zraka. Ob tem ima človek občutek, da piha. Ta klima ne prinaša prijazne, domače atmosfere. V slabem primerih lahko pride tudi do zdravstvenih težav, kot na primer revmatična obolenja.

Ob gradnji z Isorastom se temperatura stenske površine pri -15 °C v primeru 31 cm zidaka zunanje stene, od sobne temperature razlikuje le za 0,9 °C. Pri Isorast-zidaku, debeline 37 cm, je razlika samo 0,7 °C, pri Isorast super zidakih, debelina 42,75 cm, za debele stene za samo 0,5 °C.

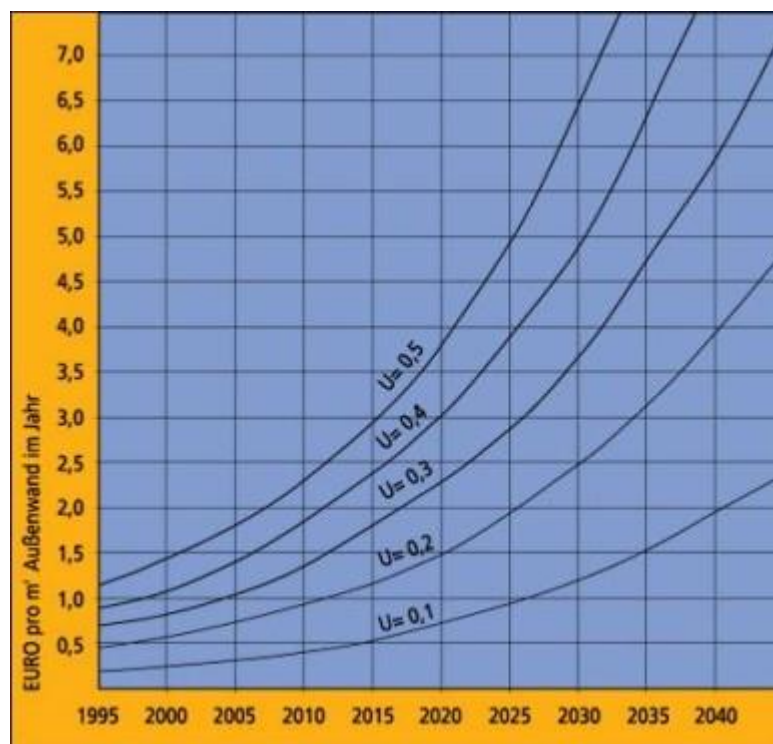
Slabša izvedba toplotne izolacije v vročih dneh, ki je privedla do pregrevanja prostorov. Zaradi pregrevanih prostorov je bila prevelika uporaba klimatskih naprav in s tem posledično večji stroški električne energije (Arhem d.o.o., 2011, str. 6).

4.5 Energija

Strokovnjaki so napovedali, da surovine katere uporabljamo za segrevanje objektov bodo zaradi velike porabe popolnoma izginile. Tudi potem ne bo prišlo do popuščanja porabe energije. Cena surovin se bo vedno večala, ko bo količina surovin padala.. Pride lahko do prihodnjih sorazmernih stroškov ogrevanja v primeru letne podražitve za 5%, ki je razvidno iz tabele spodaj.

300 m² zunanje stene z najnižjo toplotno zaščito $U=0,5 \text{ W (m}^2\text{K)}$, leta 2020 bi sorazmerni stroški ogrevanja bili 1.110 EUR, s steno z U -vrednostjo 0,1 W (m²k) pa samo 360 EUR (prav tam).

Tabela 3: Povprečni stroški kurilnega olja



Vir: http://www.pasivnagradnja.si/pasivna_nizkoenergijska_gradnja_isorast.shtm

Tabela prikazuje podatke iz leta 1995 in povprečni stroški kurilnega olja 0, 22 EUR/l. Dvigovanje cen za 5 % je realistično in ustreza dejanski podražitvi zadnjih 10 let.

Tabela prikazuje le napoved, zato ni primerna za natančni izračun podražitve (prav tam).

4.6 Prednosti Isorasta

- Prednosti Isorasta so tudi v kakovosti. Isorast je odporen na vlago, gnilobo, mrčes
- Je odličen zvočni izolator.
- Odlika Isorasta je tudi v stabilnosti in trdnosti.
- Gradnja z Isorastom je primerna za vse oblike objektov.
- Enostaven za uporabo.
- Je trajnejši od običajnih gradbenih sistemov.
- Je okolju prijazen in energetsko varčen gradbeni sistem.
- Prednost Isorasta je tudi v izredni stabilnosti. Nudi protipotresno in proticiklonsko odpornost ter možnost dodatne ojačitve.
- Primeren je za raznorazne notranje in zunanje omete.
- S sistemom Isorast odpade dodatna izolacija, kar pomeni manj dela in manj stroškov.
- Kvadratni meter zunanje stene Isorast je 50 % trdnjši v primerjavi s klasičnim zidom.
- Posebnost Isorasta je tudi 90- minutna požarna odpornost (F90). Stanovanjske in druge zgradbe bodo ocenjene višje od običajno grajenih. Ponekod po svetu so prav zaradi tega požarne in nevihtne zavarovalnine nižje.
- Z Isorastom zagotovimo popolnoma izoliran stropni sistem za zaščito in izjemno statično trdne zgradbe.
- Gradnja z Isorastom pomeni krajši delovni proces in manjši strošek. Omogoča preprost postopek vgrajevanja betona in neverjetno hitrost gradnje, dolgotrajnost stavbe in lahkost gradbenega materiala.
- Gradbeni sistem Isorast predstavlja najhitrejši način gradnje popolnoma izoliranih zidov, streh in tal brez toplotnih mostov, toplotnih izgub, za kar so na voljo certifikati.
- Zmanjša strošek ogrevanja in hlajenja do 90 %.
- Z Isorastom se znebimo termitov in je idealen tudi za alergike.
- Na voljo sta dve vrsti elementov za zvočno izolacijo.
- Isorast predstavlja idealno življenjsko okolje tudi za najobčutljivejše ljudi.

(Vir: http://www.isorast.si/isorast_prednosti.php?menu=1&submenu=3)

5 PREDSTAVITEV KONSTRUKCIJSKE ZASNOVE HIŠE

TRATNJEK S SISTEMOM ISORAST

Objekt je zasnovan kot zidan iz lahkih Isorast elementov s sistemom povezovanja prečnih in vzdolžnih zidov po, detajlih proizvajalca z izvedbo vertikalnih vezi. Isorast elementi so izdelani iz ekstrudiranega polistirena, kateri ima v sredini odprtino 15 cm za zapolnjevanje z betonom kvalitete C25/30. Vsi Isorast zidovi se zaključijo s horizontalno zidno vezjo. Stropna plošča nad pritličjem se izvede s tipskimi norma stropom po navodilu proizvajalca. Strešna konstrukcija v nadstropju je lesena, izvedbe naklona 37° - pločevina. V pritličju in nadstropju so vsi kolenčni in čelni zidovi zaključeni in povezani v sistem horizontalnih in vertikalnih vezi. Nizkoenergijska gradnja predstavlja za vse sodelujoče tudi svojevrsten izziv, saj zahteva usposobljene načrtovalce in izvajalce kot tudi kakovostne materiale in opremo (Zbašnik-Senegačnik, 2006, str. 24).

5.1 Strešna konstrukcija

Strešna konstrukcija bi bila zasnovana enako kot pri klasični gradnji le dodali bi toplotno izolacijo iz celuloze debeline 25 cm. Dvokapnica s strešnim naklonom 37° - pločevina. Vsi spoji med lesenimi nosilnimi elementi se izvedejo po priznanih tesarskih zvezah. Za izvedbo se uporabi les II. kategorije. Lege sidramo z jeklenimi antikorozijsko zaščitnimi vijaki M16. Zidne lege so sidrane v horizontalne oz. vertikalne AB vezi razmaka približno. 2.0 do 3.0 m, vse ostale lege pa na mestu podpiranja. Kritina je predvideno pločevinasta - Metrapan.

5.1.1 Montažna stropna konstrukcija nad pritličjem in podstrešjem

Stropna konstrukcija bi bila izvedena kot polmontažna. Med montažne nosilce medosnega razmaka 40 cm se postavijo opečna polnila višine 16 cm. Tlačna plošča se zabetonira na licu mesta v višini 4 cm, tako da znaša skupna višina stropa 20cm. Tlačno ploščo armiramo z mrežno armaturo Q-131. Kvaliteta betona je MB 25 (C 20/25), armatura MA 500/560. Vsi

detalji podpiranja, naleganja in sidranja se izvajajo po tehničnih navodilih proizvajalca OPEKARNA PRAGERSKO.

5.1.2 Stene, AB nosilci, AB vezi, AB stebri

Obodne stene bi bile zidane iz lahkih ISORAST 40 elementov dimenzije 20 cm+15 cm (armiran beton)+5 cm, kjer se odprtina 15 cm naknadno zapolni z betonom kvalitete C25/30.

Prevodnost toplote za element ISORAST 40 $U = 0,125 \text{ W/m}^2$

Vsi notranji nosilni zidovi bi bili zidani iz lahkih ISORAST 25 elementov dimenzije 5 cm+15 cm (armiran beton)+5 cm, kjer se odprtina 15 cm naknadno zapolni z betonom kvalitete C25/30.

Prevodnost toplote za element ISORAST 25 $U = 0,25 \text{ W/m}^2$.

Nenosilne vmesne predelne stene bi bile zidane z porobetonom debeline 15 cm.

V vseh vogalih in na kritičnih mestih so predvideni stebri kot vertikalne zidne vezi – čelni zidovi bi se zaključili in povezali v sistem horizontalnih ter vertikalnih vezi.

Vsi nosilci in AB vezi bi bile izvedene klasično iz MB 25 (C 20/25). Armatura RA 400/500. Nosilce in stebre bi armirali po statičnem izračunu oziroma armaturnem načrtu. Horizontalne vezi armiramo s 4 Ø 12, vertikalne s 4 Ø 14, stremena Ø 8/20.

Opomba: Glede podpiranja ISORAST elementov se je potrebno držati navodil proizvajalca.

5.2 Temeljna plošča $d=25 \text{ cm}$

Plavajoča temeljna plošča je zasnovana kot dvojno armirana plošča v zgornji in spodnji coni. Kvaliteta betona C20/25. Betonska plošča bo na vsako stran širša za 15 cm. Količina in vrsta armature bo podano v statičnem izračunu.

Dimenzionirani so na dopustno napetost tal 200 kN/m^2 . Pred betoniranjem temeljev je potrebno s strani geomehanika preveriti geomehansko nosilnost tal.

Najprej bi odkopali humos in kopali tako globoko, da bi prišli do trdnih tal, na trdna tla bi se položil geotekstil- politlak folijo na katero bi se navozili tampon in utrdili do zbitosti 200 MPa. Položili bi se vse inštalacije (elektrika, voda, odtoki), ko bi bilo vse položeno, bi tla še dodatno utrdili z 10 cm podbetona kvalitete C 12/15. Na podbeton bi položili prvo plast XPS debeline 5 cm z tlačno trdnostjo 30 t/m². Pred drugo plastjo bi nanegli še plast samoleplive hidroizolacije Isoself V3. Na hidroizolacijo bi položili drugo plast XPS, ko bi končali z XPS, bi položili PVC folijo in začeli z armaturo.

5.2.1 Kvaliteta materialov

Kvaliteta vseh materialov je označena skladno s slovenskimi in evropskimi standardi. Ker so ti standardi pri nas, predvsem pri nekaterih izvajalcih, še zaenkrat relativno slabo poznani, se v nadaljevanju osnove označevanja in s tem zahtevane mehanske lastnosti materialov.

5.2.1.1 Les (monoliten gradbeni les)

Gradbeni monolitni les se razvršča v trdnostne razrede skladno s standardom SIST EN 338

Tabela 4: Trdnostni razredi in karakteristične vrednosti

		iglavci in topolovina									Listavci					
		C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40	D30	D35	D40	D50	D60	D70
trdnost (MPa)																
upogib	$f_{m,k}$	14	16	18	22	24	27	30	35	40	30	35	40	50	60	70
nateg vzporedno z vlakni	$f_{t,0,k}$	8	10	11	13	14	16	18	21	24	18	21	24	30	36	42
nateg pravokotno na vlakna	$f_{t,90,k}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9
tlak vzporedno z vlakni	$f_{c,0,k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26	23	25	26	29	32	34
tlak pravokotno na vlakna	$f_{c,90,k}$	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6,0	6,3	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
strig	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
togost (GPa)																
modul elastičnosti vzporedno z vlakni	$E_{0,mean}$	7	8	9	10	11	12	12	13	14	10	10	11	14	17	20
modul elastičnosti vzporedno z vlakni	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4	8,0	8,0	8,7	9,4	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
modul elastičnosti pravokotno na vlakna	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37	0,40	0,40	0,43	0,47	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
strižni modul	G_{mean}	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
gostota (kg/m³)																
karakteristič na gostota	ρ_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420	530	560	590	650	700	900
povprečna gostota	ρ_{mean}	350	370	380	410	420	450	460	480	500	640	670	700	780	840	1080

Vir: http://www.fgg.uni-lj.si/kmlk/Drago/OLJK/OLJK_2013_2014/Trdnostni_razredi_2008.pdf

V prehodnem obdobju, dokler ne bodo slovenski in evropski standardi v popolnosti zaživel, lahko les iglavcev, po dosedaj veljavnih predpisih kvificirani kvalitetne razrede, razvrstimo v trdnostne razrede, kot sledi:

Tabela 5: Kvalitetni razred lesa

kvalitetni razred	I.	II.	III.
trdnostni razred po SIST EN 338	C30	C24	C16

Vir: http://www.fgg.uni-lj.si/kmlk/Drago/OLJK/OLJK_2013_2014/Trdnostni_razredi_2008.pdf

Ta razvrstitev je izvedena skladno s standardom SIST EN 1912 in SIST EN 1912/AC, ki podaja vizualno določitev trdnostnih razredov in vrst lesa. Upoštevan je srednjeevropski les, razvrščen po nemških standardih (S13, S10, S7).

5.2.1.2 *Jeklo za armiranje*

Jeklo za armiranje mora zadovoljiti zahteve za izdelavo, karakteristike ob preizkušanju kvalitete jekla, metode preizkušanja in atestiranja, kot jih določa standard EN 10080. Standard loči jekla glede na karakteristično mejo plastičnosti, razred duktilnosti (običajna in visoka duktilnost), prerez, karakteristike površine (rebrasto in gladko jeklo) ter glede na varljivost.

V splošnem lahko v prehodnem obdobju privzamemo, da visokoduktilnim jeklom S 400 ustreza RA 400/500 po JUS oziroma S 500, ustreza MA 500/560.

5.2.1.3 Uporabljeni predpisi, standardi in normativi

Pri izdelavi načrta gradbene konstrukcije so bili uporabljeni naslednji standardi:

- Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 110/2002)
- Pravilnik o obliki in vsebini enotnega žiga projektivnih podjetij - UL RS št. 39/1998,68/2000
- Pravilnik o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije - UL RS št. 35/1998,41/2001
- Pravilnik o vrstah zahtevnih, manj zahtevnih in enostavnih objektov, o pogojih za gradnjo enostavnih objektov brez gradbenega dovoljenja in o vrstah del, ki so v zvezi z objekti in pripadajočimi zemljišči - UL RS št. 114/2003.
- Pravilnik o tehničnih normativih za zaklonišča in zaklonilnike - UL RS št. 17/1998, 26/98, 25/00
- SIST ENV 1991-1:1998 (ENV 1991-1:1994) – Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije – 1. del: Osnove projektiranja
- SIST ENV 1991-2-1:1998 (ENV 1991-2-1:1995) – Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije – del 2-1: Vplivi na konstrukcije – Gostote, lastna teža in koristne obtežbe.
- SIST ENV 1991-2-3:1998 (ENV 1991-2-3:1995) – Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije – del 2-3: Vplivi na konstrukcije – Obtežbe snega.
- SIST ENV 1991-2-4:1998 (ENV 1991-2-4:1995) – Osnove projektiranja in vplivi na konstrukcije – del 2-4: Vplivi na konstrukcije – Vplivi vetra.
- ENV 1992-1-1:1991: Projektiranje betonskih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila in pravila za stavbe
- pr ENV 1992-3:1996: Projektiranje betonskih konstrukcij – 3. del: Betonski temelji.
- SIST ENV 1993-1-1:1996 (ENV 1993-1-1:1992 in popravek ENV 1993:1-1: 1992/AC: 1992): Projektiranje jeklenih konstrukcij - Del 1-1: Splošna pravila in pravila za stavbe.
- SIST ENV 1993-1-1/A1:1996 (dopolnilo ENV 1993-1-1/A1:1994): Projektiranje jeklenih konstrukcij - Del 1-1: Splošna pravila in pravila za stavbe.
- SIST ENV 1994-1-1:1998 (ENV 1994-1-1:1992): Projektiranje sovprežnih konstrukcij iz jekla in betona – del 1-1: Splošna pravila in pravila za stavbe.
- ENV 1995-1-1: 1993: Projektiranje lesenih konstrukcij – del 1-1: Splošna pravila in pravila za stavbe.
- ENV 1996-1-1: Projektiranje zidanih konstrukcij - 1. del: Splošna pravila za stavbe – Pravila za ojačane in neojačane zidove.

- ENV 1996-1-1: Projektiranje zidanih konstrukcij - 2. del: Ognjevarno projektiranje.
- ENV 1997: Geotehnično projektiranje.
- SIST ENV 1998-1-1:2000-04 – Projektiranje konstrukcij na potresnih območjih – del 1-1: Splošna pravila – Potresna obtežba in splošne zahteve za konstrukcije.
- SIST ENV 1998-1-2:2000-04 – Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – del 1-2: Splošna pravila – Splošna pravila za stavbe.
- SIST ENV 1998-1-3:2000-04 – Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – del 1-3: Splošna pravila – Posebna pravila za različne materiale in elemente.
- SIST ENV 1998-1-4: 2000-04 – Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – del 1-4: Utrditev in popravilo stavb.
- SIST ENV 1998-5:1995 (ENV 1998-1-1:1994) – Projektiranje konstrukcij na potresnih območjih – 5. del: Temelji, oporne konstrukcije in geotehnični vidiki.
- Pravilnik o varstvu pri gradbenem delu (Uradni list SFRJ, št. 42-489/1968).
- Zakon o varstvu pri delu (ZVD) – UL RS št. 56/99, 22/2001.
- (ZVD) – UL RS št. 56/99, 22/2001.

5.2.1.4 Beton

Tehnologija izdelave betona in beton kot izdelek morata zadovoljiti zahteve iz evropskih standardov ENV 206 in ENV 1992: 1991. Betoni se označujejo z oznako »C« (concrete = beton) in vrednostmi tlačne trdnosti valj/kocka, kot je to opredeljeno v členu 7.3.1.1. standarda ENV 206.

Tabela 6: Trdnostni razredi in lastnosti betona

trdnostni razred	f_{ck} (MPa) karakteristična tlačna trdnost valja	f_{ctm} (MPa) srednja vrednost natezne trdnosti	$f_{ctk\ 0.05}$ (MPa) spodnja karkteristična natezna trdnost (5% fraktila)	$f_{ctk\ 0.95}$ (MPa) zgornja karkteristična natezna trdnost (95% fraktila)	modu elastičnosti E (GPa)	Poissonov količnik	Spec. toplotni raztezek ($^{\circ}C^{-1}$)
C 12/15	12	1,6	1,1	2,0	26	0,2	10^{-5}
C 16/20	16	1,9	1,3	2,5	27,5		
C 20/25	20	2,2	1,5	2,9	29		
C 25/30	25	2,6	1,8	3,3	30,5		
C 30/37	30	2,9	2,0	3,8	32		
C 35/45	35	3,2	2,2	4,2	33,5		
C 40/50	40	3,5	2,5	4,6	35		
C 45/55	45	3,8	2,7	4,9	36		
C 50/60	50	4,1	2,9	5,3	37		

Vir: http://www.fgg.unilj.si/kmlk/Drago/MK_I/MK_I_2009_10/EN_Preglednica_3_1_Trdnostne_in_deformabilnostne_lastnosti_betona.pdf

Karakteristično tlačno trdnost betonov (dokazovanje tlačne trdnosti) je potrebno ugotavljati na valjastih preizkušancih starih 28 dni (dodatno lahko še na kockastih preizkušancih) skladno s standardom ENV 206. Preizkušanci morajo biti hranjeni v pogojih kot jih določa standard ISO 2736. Karakteristična tlačna trdnost je definirana, kot tista tlačna trdnost preizkušancev pri kateri najmanj 95 % preizkušancev dosega karakteristično vrednost (5 % fraktila).

V prehodnem obdobju, dokler niso zagotovljeni pogoji za dokazovanje tlačne trdnosti na valjastih preizkušancih, je možno tlačno trdnost betonov ugotavljati še skladno s PBAB ob upoštevanju razmerja med tlačno trdnostjo kocke z robom 20 cm in valja višine 40 cm in premera 20 cm, ki ga podaja PBAB in znaša 1,26 in upoštevamo še, da je po PBAB dopustna 10 % fraktila, je potrebno faktor razmerja tlačnih trdnosti povečati še za faktor 1,06. Tako mora po PBAB ugotovljena tlačna trdnost kocke presegati karakteristično tlačno trdnost betonov iz evropskih standardov za faktor $f=1,26 \times 1,06=1,34$.

Podajam vrednosti karakterističnih tlačnih trdnosti za betone po evropskih standardih, določenih na osnovi kock s stranico 20 cm po PBAB:

Tabela 7: Trdnostni razred betona

trdnostni razred	karakteristična tlačna trdnost valja po ENV 206	karakteristična tlačna trdnost kocke po PBAB
C 12/15	12	16,08
C 16/20	16	21,44
C 20/25	20	26,80
C 25/30	25	33,50
C 30/37	30	40,20
C 35/45	35	46,90
C 40/50	40	53,60
C 45/55	45	60,30
C 50/60	50	67,00

Vir: http://www.fgg.uni-lj.si/kmlk/Drago/MK_I/MK_I_2009_10/EN_Preglednica_3_1_Trdnostne_in_deformabilnostne_lastnosti_betona.pdf

5.3 **TERMINSKI PLAN** projekta stanovanjska hiša Tratnjek s sistemom Isorast

Tabela 8: Terminski plan za gradnjo z Isorast

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	January				February				March
					29.12	5.1	12.1	19.1	26.1	2.2	9.2	16.2	23.2
1	A. GRADBENA DELA	40 days?	Mon 5.1.09	Fri 27.2.09									
2	I. ZEMELJSKA DELA	4 days?	Mon 5.1.09	Thu 8.1.09									
3	II. BET. IN AB DELA	16 days?	Thu 8.1.09	Thu 29.1.09									
4	III. TESARSKA DELA	18 days?	Wed 7.1.09	Fri 30.1.09									
5	IV. ZIDARSKA DELA	10 days?	Mon 12.1.09	Fri 23.1.09									
6	V. STREHA	9 days?	Mon 19.1.09	Thu 29.1.09									
7	VI. FASADA	5 days?	Fri 30.1.09	Thu 5.2.09									
8	B. OBRATNIŠKA DELA	22 days?	Thu 22.1.09	Fri 20.2.09									
9	I. KLEPARSKA DELA	6 days?	Thu 22.1.09	Thu 29.1.09									
10	II. KROVSKA DELA	4 days?	Fri 23.1.09	Wed 28.1.09									
11	III. PVC OKNA	3 days?	Wed 21.1.09	Fri 23.1.09									
12	IV. MIZARSKA DELA	2 days?	Thu 29.1.09	Fri 30.1.09									
13	V. GIPSKARTONSKA DELA	4 days?	Mon 2.2.09	Thu 5.2.09									
14	VI. PODOPOLAGALSKA DELA	4 days?	Tue 17.2.09	Fri 20.2.09									
15	VII. SLIKOPLESKARSKA DELA	8 days?	Mon 9.2.09	Wed 18.2.09									

Vir: Lasten

Terminski plan za gradnjo z Isorast sistemom, se ne razlikuje veliko od terminskega plana klasične gradnje. Gradbena dela potekajo v večini časovno enako dolgo kot pri klasični gradnji, razen zidarskih del, ki se izvedejo v krajšem času kot pri klasični gradnji. Razlika je še v tem, da lahko pri gradnji z Isorast zidaki začnemo prej z obrtniškimi deli. Čas izgradnje objekta je enako dolg kot pri klasični gradnji.

5.4 *FINANČNI PLAN projekta Stanovanjska hiša Tratnjek s sistemom Isorast*

Spodaj navedeni finančni plan projekta Stanovanjska hiše Tratnjek, grajen s sistemom Isorast nam pove, kakšna bi bila vrednost vseh del za ta objekt. Obrtniška dela so ostala enaka kot pri klasični gradnji, spremenila so se samo gradbena dela. Najdražja so bila obrtniška dela, sledila so jim gradbena dela. Skupna cena projekta bi bila 122.342, 92 €.

Tabela 9: Finančni plan za gradnjo z Isorast

Stanovanjska hiša Tratnjek- Pertoča		Vrednost
1	gradbena dela	66.774,97 €
1.1	zemeljska dela	2.324,70 €
1.2	zidarska dela	32.223,29 €
1.3	betonska dela in AB dela	18.386,05 €
1.4	tesarska dela	1.015,42 €
1.5	Streha	12.825,51 €
2.	obrtniška dela	55.567,95 €
2.1	kleparska dela	6.450,00 €
1.2	krovska dela	3.157,95 €
2.3	mizarska dela	9.500,00 €
2.4	PVC okna	16.000,00 €
2.5	gipskartonska dela	4.700,00 €
2.6	slikopleskarska dela	10.000,00 €
2.7	podpolagalska dela	5.760,00 €
	SKUPAJ	122.342,92

Vir: Lasten

5.5 KOLIČINA POSAMEZNIH ELEMENTOV ZA IZVEDBO OBJEKTA TRATNJEK Z ISORAST ZIDAKI

Tabela 10: Količina elementov Isorast

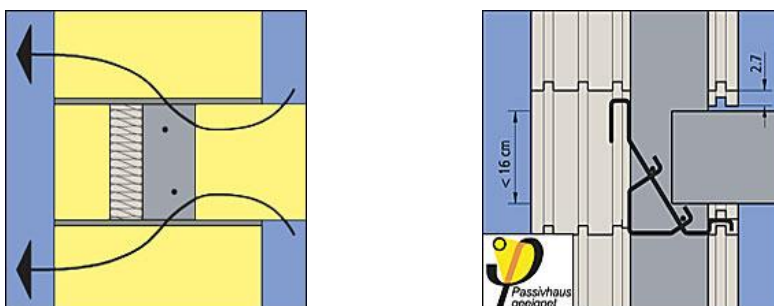
	Pritličje	Mansarda	SKUPAJ
ZIDAK 25	33 kom	-----	33
ZIDAK 30	105 kom	-----	105
ZIDAK 40	386 kom	295 kom	681
OBOD	82 kom	-----	82
VOGALNIK 400	63 kom	14 kom	77
MULDA	27 kom	6 kom	33
ŠPALETNIK	300 kom	60 kom	360
50 ZA PREKLADO	46 kom	12 kom	58

Vir: Lasten

6 PRIMERJAVA OBJEKTA ISORAST Z KLASIČNO GRADNJO

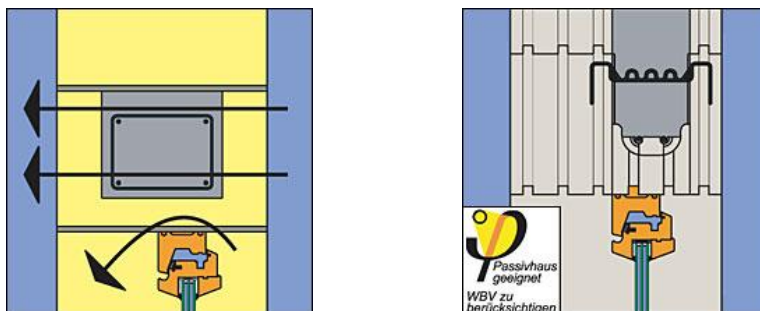
Klasična gradnja z opečnimi zidaki je v Sloveniji najbolj razširjena gradnja. Kot vemo, klasična gradnja poteka po določenem oziroma ustanovljenem vrstnem redu, saj je med posameznimi gradbenimi fazami potreben določen čas izdelave. Pri klasični gradnji je možen tudi lasten vložek dela in s tem lahko znižamo stroške gradnje. Kot vemo, da pri vsaki gradnji klasične hiše ali hiše zgrajene s gradbenim sistemom Isorast, obstajajo pozitivne ter negativne lastnosti, ki nas obdajajo. Zaradi teh lastnosti je lahko določitev investitorja dokaj enostavnejša.

Pri klasičnih hišah lahko hitro pride do nastanka toplotnih mostov, zaradi slabše ali nič izoliranih balkonov, tudi zrakotestnost je v večji meri problem, saj okna in vhodna vrata ne tesnijo najbolje. Pri gradnji s gradbenim sistemom Isorast mora izvedba gradnje zagotoviti predpisano stopnjo zrakotestnosti. Dve rešitvi toplotnih mostov s sistemom Isorast:



Slika 8: Stropni priključek

Vir: http://www.isorast.si/isorast_detajli_konstrukcije.php?menu=3&submenu=1



Slika 9: Zgornji okenski priključek (preklada)

Vir: http://www.isorast.si/isorast_detajli_konstrukcije.php?menu=3&submenu=1

Prva slika prikazuje, kako se pojavijo toplotni mostovi pri klasični gradnji, druga slika pa nam prikazuje, kako se znebiti toplotnih mostov pri istem delu objekta s sistemom Isorast.

Največji pomen pri gradnji so toplotne izgube, ki se s gradbenim sistemom Isorast zmanjšajo v primerjavi klasično gradnjo. Zaradi samega materiala iz katerega je narejen Isorast, slednji omogoča, da ni potrebne dodatne izolacije, kot pri klasični in s tem investitorju zniža stroške izdelave.

Gradnja z Isorast zidaki v veliki meri omogoča vir primarne energije, ki ima danes v gradnji velik pomen.

Materiala se med seboj ne razlikujeta po načinu in času zidanja, temveč po času, ki je potreben za sušenje zidov, preprečitev nastanka toplotnih mostov ter drugih zapletov.

([http://www.varcna-](http://www.varcna-gradnja.si/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=57)

[gradnja.si/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=57](http://www.varcna-gradnja.si/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=57))

Tabela 11: Razlike med klasično gradnjo in gradnjo s Isorast zidaki

	KLASIČNA GRADNJA	GRADNJA S SISTEMOM ISORAST
PREDNOSTI	• cenovno ugodnejša • čas izdelave se lahko prilagodi finančni sposobnosti investitorja	• dobra toplotna izolacija • enostavno za uporabo in izdelavo • okolju prijazno • nižji stroški ogrevanja • vir primarne energije • kratek čas izgradnje • odličen zvočni izolat • izredna stabilnost in proti potresna in anticiklonska odpornost
SLABOSTI	• daljša doba izdelave • pojav toplotnih mostov • slabša zrakotesnost • večja poraba toplotne energije	• cenovno dražji • pomanjkljivo strokovno znanje delavcev s gradnjo Isorast

Vir: Lasten

V zgoraj prikazani tabeli sem predstavil prednosti in slabosti med klasično gradnjo in gradnjo s sistemom Isorast. Kot lahko izberemo iz tabele, da ima vsak sistem svoje dobre in slabe lastnosti. Iz svojih lastnih izkušenj, katere sem pridobil pri gradnji obeh sistemov in tudi pri izdelavi diplomskega dela, lahko povem, da investitorji preveč gledajo na stroške izdelave, večina pa jih ne gleda na stroške, ki jih kasneje porabijo za ogrevanje, dodatno izolacijo, itd. Koliko je sistem Isorast dražji od klasične gradnje, se čez čas povrne pri stroških, ki se vsak mesec nakopičijo pri klasični gradnji.

Moje mnenje je, da naj čim več investitorjev ne gleda na izbiro sistema po stroških izdelave, katerega bi uporabili za lasten stanovanjski objekt ampak na lastnosti samega sistema.

7 ZAKLJUČEK

Na slovenskih tleh danes zasledimo največ gradenj s opečnimi zidaki, zato bi jo lahko uvrstili že v tradicijo Slovenije. Poznamo veliko različnih gradbenih sistemov, kateri je vsak zase poseben in cenovno tudi različen, zato pa je odločitev investitorja precej težka.

Znano je, da je od 40 % do 50 % vseh izpustov CO₂ povezanih z zgradbami, ki so v gradnji ali v uporabi. Kar 80 % energije potrošimo za ogrevanje in ohlajevanje. Varčevanje z zemljiščem in s tem povezana primerna gostota zazidave, sta enako pomembna dejavnika oziroma temi trajnostnega razvoja. Vedeti moramo, bolj fleksibilno ko gradimo, dlje časa preživijo stavbe, ki jih je mogoče prilagajati novim rabam in novim potrebam (Azinović...et al. 2009, str. 48).

Ker se pa časi spreminjajo in je čim več mladih investorjev, ki jim je pomembno tudi varstvo okolja ter sama finančna sposobnost posameznika oziroma družine. Ker pa tudi človek počasi izčrpava dar narave, ki nam nudi energijo, se njegovi stroški višajo. Čez čas bo seveda dosegla tako visoko ceno, da si je človek več ne bo mogel privoščiti in narava ne bo imela več moči, da bi proizvedla dovolj energije. Zaradi teh razlogov in seveda, ker se sam enkrat vidim v vlogi investitorja, sem se odločil, da predstavim gradbeni sistem Isorast v primerjavi s klasično opečno gradnjo.

Isorast je certificiran sistem za pasivno gradnjo. Je edini sistem na tržišču, ki je certificiran kot sistem za pasivno gradnjo pri pristojnem inštitutu (Inštitut za pasivno gradnjo). Gradnja z gradbenim sistemom Isorast onemogoča dodatne poškodbe na konstrukcijskih sklopih, zaradi tega poteka gradnja hitro in enostavno.

Kot sem že navedel se oba gradbena sistema ne razlikujeta preveč. Ker je Isorast nekoliko cenovno dražji od opečnega sistema in se z Isorastom zmanjša strošek pri izolaciji, se s tem, v primerjavi s klasično hišo, strošek izenači. Pri obeh gradnjah lahko investitor v določeni fazi zaustavi gradnjo in jo s tem prilagodi finančnim zmožnostim.

Na spletnih straneh in forumih sem zasledil, da se večina investorjev spopada s težavo kot je betoniranje in zapolnjevanje Isorast zidakov, saj lahko pride do tega, da beton ne pokrije vseh predelov, ki so namenjeni betonu.

Pri objektu Tratnjek je podjetje imelo zastavljene cilje katere smo tudi dosegli. Sodelovalo je več udeležencev, ki so opravili razna dela. Seveda treba najprej investorju predstaviti načrt objekta in način gradnje. Ker pa vsako podjetje in tudi investor hočeta, da se gradnja konča ob določenem datumu, mora podjetje zraven načrta objekta, predstaviti še terminski plan. Zavedati se moramo, da pri vsaki gradnji lahko pride do ovir, ki nam čas gradnje samo še podaljša. Da financiranje objekta ne bi izšlo izpod nadzora, se naredi finančni plan. Finančni plan se od obračuna vseh del lahko razlikuje le za nekaj odstotkov, razen če gre za režijo.

Z diplomskim delom, z naslovom Uporaba gradbenega sistema Isorast s primerjavo klasične gradnje za objekt Tratnjek, sem predstavil osnove gradbenega sistema Isorast v primerjavi z objektom narejenem po sistemu Isorast, ter s tem dosegel zastavljene cilje, ki sem si jih zadal v uvodu diplomske naloge. S primerjavo Isorasta in klasične hiše, sem omogočil lažjo predstavbo investorjem ter same razlike med gradbenima sistemoma, tako se slednji odločijo za sistem Isorast. Seveda pri klasični hiši Tratnjek – Pertoča ni prišlo do nobenih omejitev.

8 VIRI, LITERATURA

8.1 Literatura

1. Arhem d.o.o. (2011). *Gradbeni sistem Isorast*. Ljubljana: Arhem.
2. Azinović, D., Kregar, P., Marn, T., Sajovic, P., Vujović, A.(2009). *Tipologija večstanovanjskih stavb*. Ptujška Gora: In obs medicus.
3. Zbašnik-Senegačnik, M.(2006). *Od nizkoenergijske do pasivne hiše*. Publikacija ob strokovnem izpopolnjevanju, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo.
4. Zvezno ministrstvo za gospodarstvo, Bonn(1983). *"Wärmeschutz bei Gebäuden"*. Bonn: RWE.

8.2 Internetni viri:

1. Arhem d.o.o., (2011). Gradbeni sistem Isorast. Pridobljeno 16.7.2014 s spletne strani http://www.isorast.si/isorast_prednosti.php?menu=1&submenu=3.
2. Graditi klasično ali montažno (2005). Pridobljeno 18.7.2014 s spletne strani <http://www.gradim.si/od-ideje-do-gradnje/klasicna-montazna-gradnja.html>.
3. Razlike med običajno in varčno hišo (2007). Pridobljeno 6.8.2014 s spletne strani http://www.varcna-gradnja.si/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=57.

9 PRILOGE

Priloga 1: Tloris pritličja

Priloga 2: Tloris mansarde

Priloga 3: Tloris ostrešja

Priloga 4: Prerez A-A

Priloga 5: Prerez B-B

Priloga 6: Fasade

Architectural floor plan of a house with dimensions and room labels. The plan includes a kitchen, living area, dining area, bathroom, and garage. Dimensions are provided in meters (m) and centimeters (cm).

Rooms and Dimensions:

- KUHINJA + JEDILNICA: kar.pl. 10,30m²
- PEKARNA: kar.pl. 3,5m²
- KOTLOVNICA: kar.pl. 18,5m²
- STOPNIŠČE: kar.pl. 7,90m²
- STOPNIŠČE: kar.pl. 17,3m²
- TUŠ+WC: kar.pl. 6,30m²
- GAJARA: kar.pl. 10,70m²
- PREDPROSTOR: kar.pl. 12,40m²
- DNEVNI PROSTOR: parket 34,5m²
- KABINET: parket 9,10m²
- POKRITA TERASA: kar.pl. 10,80m²

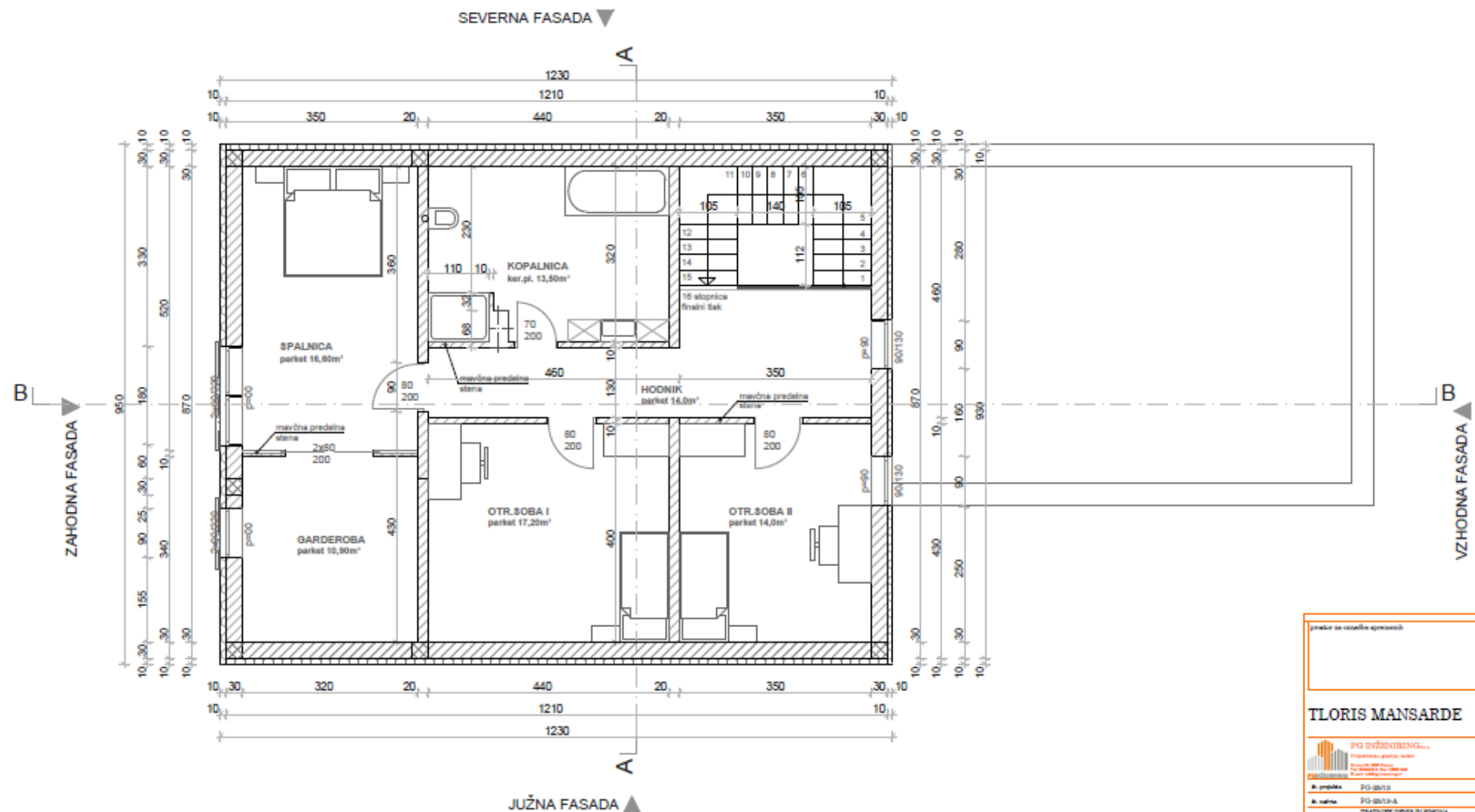
Dimensions:

- Overall width: 880m
- Overall depth: 1250m
- Garage width: 650m
- Garage depth: 500m
- Living area width: 340m
- Living area depth: 370m
- Kitchen width: 310m
- Kitchen depth: 30m
- Bathroom width: 170m
- Bathroom depth: 30m
- Garage width: 650m
- Garage depth: 500m

Labels:

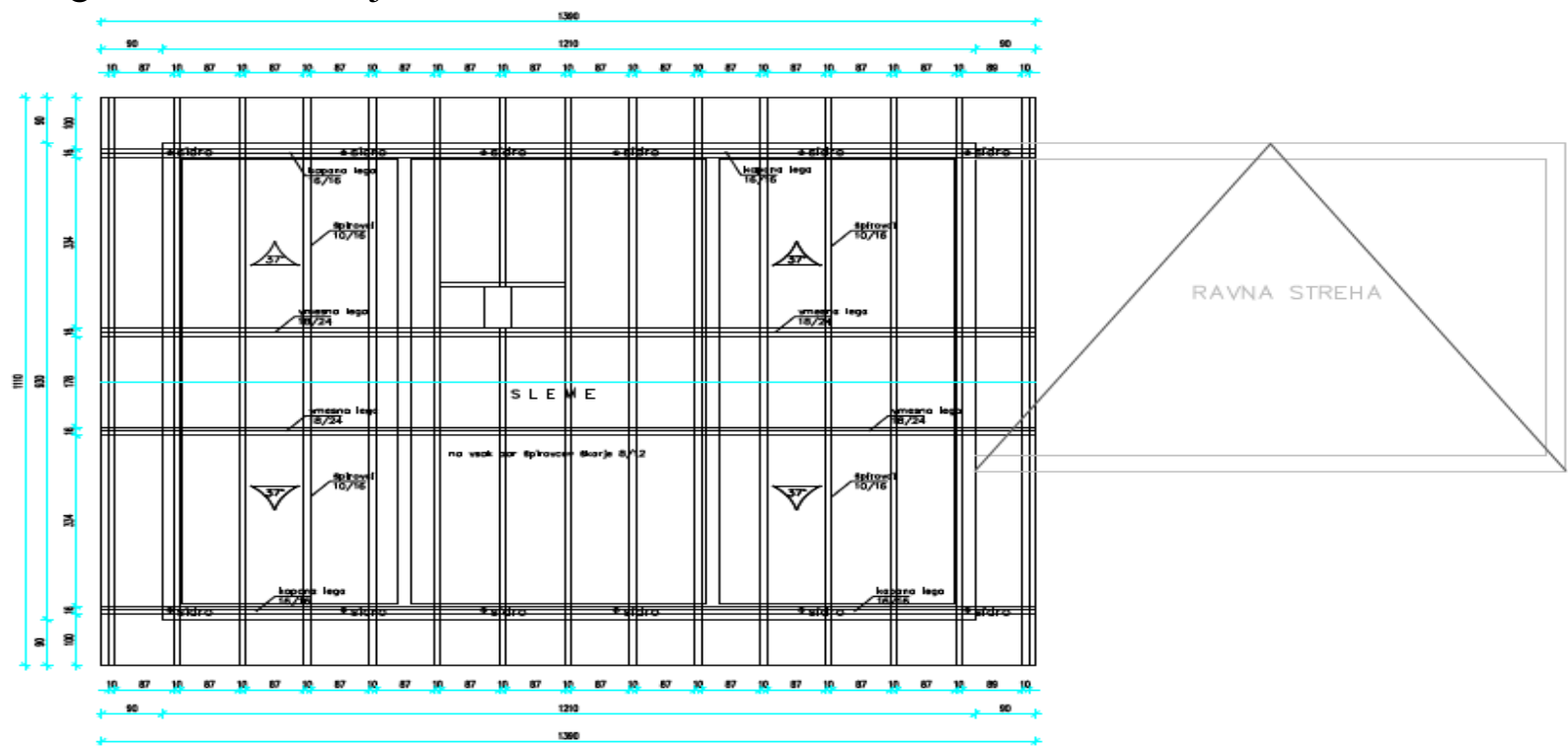
- ZAHOĐNA FASADA
- VZHOĐNA FASADA
- JUŽNA FASADA
- Sun Object

Priloga 2: Tloris mansarde

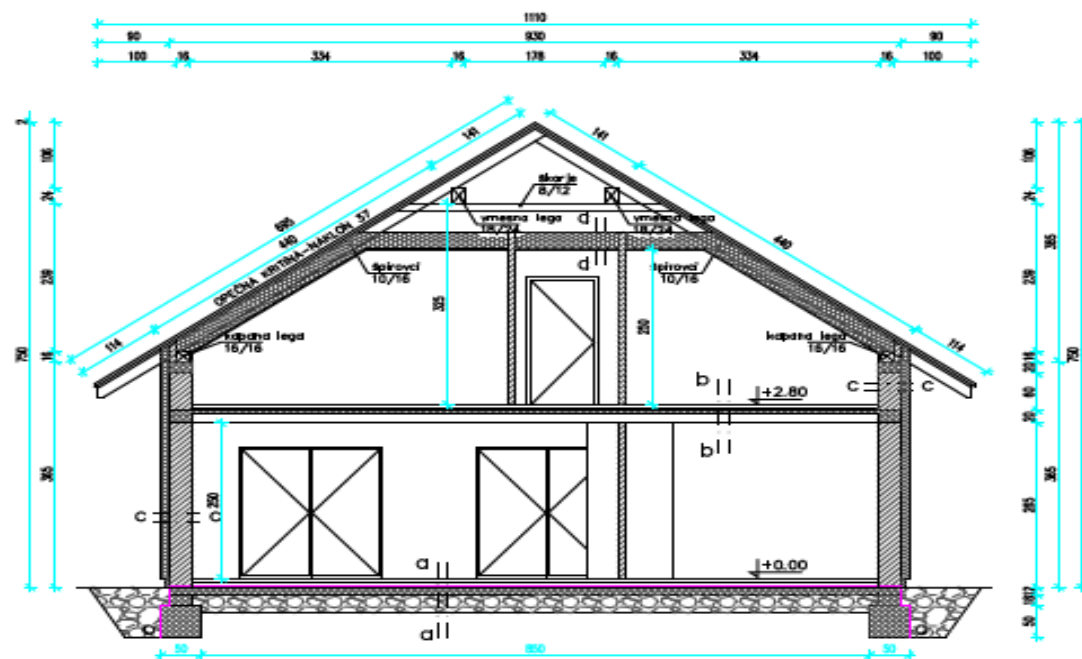


Projekt na osnovi spremila	
TLORIS MANSARDE	
 PG inženiring d.o.o. Projektiranje, gradnja, vzdrževanje Poslovna 400, 1000 Ljubljana Tel: 01 4784 10 10, Fax: 01 4784 10 11 E-mail: info@pgi.si	
A. projekat	PG-00119
A. naziv	PG-00119-A
TLAČNICE: 00119-01 KROVNICA 00119-02 Tloris I 00119-03 Tloris II	
Inventar	

Priloga 3: Tloris ostrešja



Priloga 4: Prerez A-A



PREREZ a-a

- širina 1,0m
- oem. stena 8cm
- izolacija polistiren 8cm
- hidroizolacija bitum V4
- hladni bitumenski premaz-bitul
- AS plošča 12 cm
- nosilje (račna kroglja) 30cm

PREREZ b-b

- širina 1,0m
- oem. stena 8cm
- ekspanzijski polistiren-4cm
- norma strop 20cm
- svet 1,5cm

PREREZ c-c

- notranji svet 2cm
- posredna opora 20cm
- ekspanzijski polistiren 8cm
- mrežica-leglo
- zid (jitré blo)

PREREZ d-d

- URSA SF 40 20,0cm
- Alu podroseti
- mavčna plošča 1,25cm
- paropropusna folija
- oplate

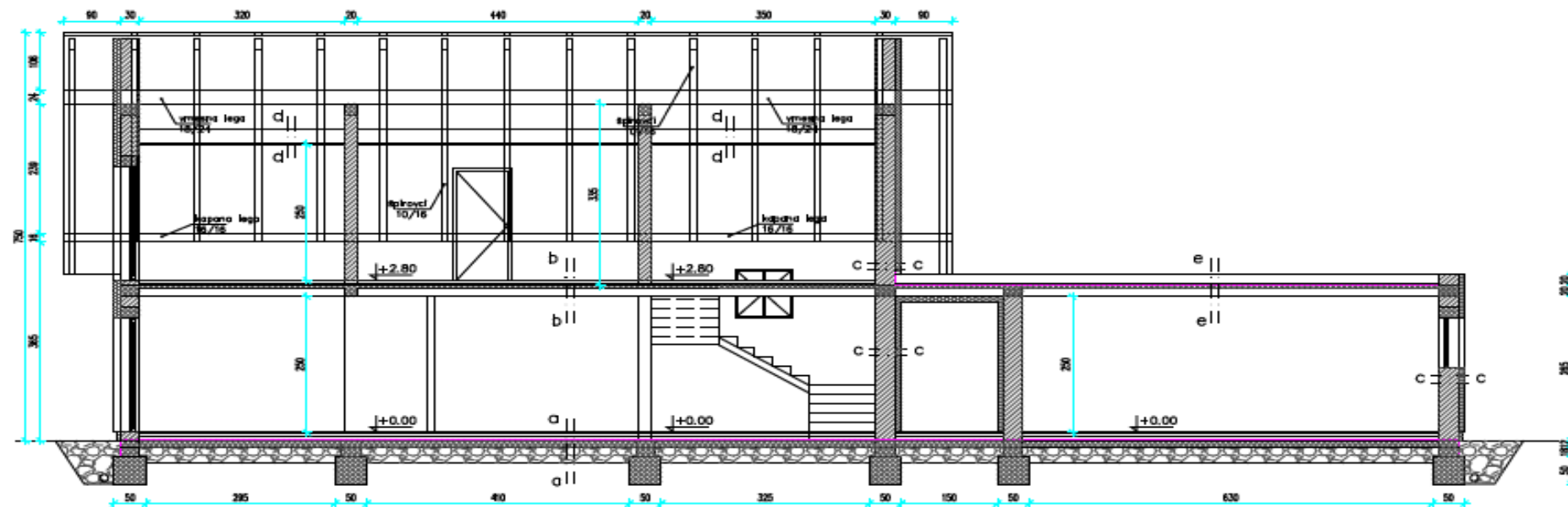
LEGENDA

POROČNA OPERA
 KROVIŠNA LEGA
 VRHOVA LEGA
 PREROČNA OPERA STENA
 URSA SF 32/SF 40
 EKSPANZIJSKI POLISTIREN
 KROVIŠNA



PREREZ A-A

Priloga 5: Prerez B-B



PREREZ a-a

- nosilec 1,0cm
- armaturni 6cm
- ekspandirani polistiren-eps 6cm
- hidroizolacija tanka vt
- hladni zračni prenos-10cm
- AB plošča 12 cm
- navrtje (redne legje) 30cm

PREREZ b-b

- nosilec 1,0cm
- cam, vrtih 6cm
- ekspandirani polistiren-eps 4cm
- norma strop 20cm
- svet 1,5cm

PREREZ c-c

- notranji svet 20cm
- parna ovira 20cm
- ekspandirani polistiren 6cm
- mrazolomna
- notranji svet

PREREZ d-d

- URSA SF 40 25,0cm
- Alu podkrovi
- mavčna plošča 1,25cm
- paropropusna folija
- oplatek

PREREZ e-e

- notranji svet 5/20
- ekspandirani polistiren-eps 6cm
- hidroizolacija tanka vt
- norma strop 20cm
- svet

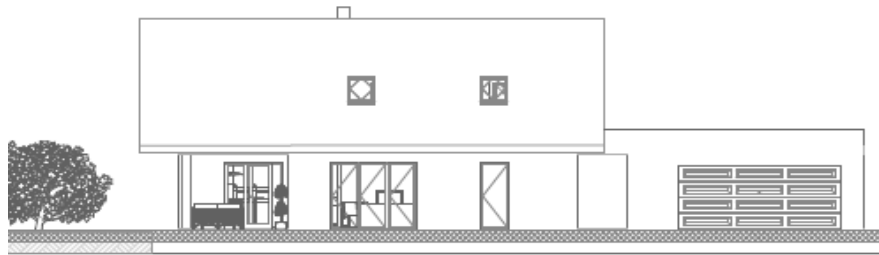
LEGENDA

- PORODNA OPONA
- NOČARJANJE BETON
- ARMIRANJE BETON
- PRESEJENA OPONA STONA
- URSA SF 32/SF 40
- BETONIRANJE POLISTIREN
- NAVITE

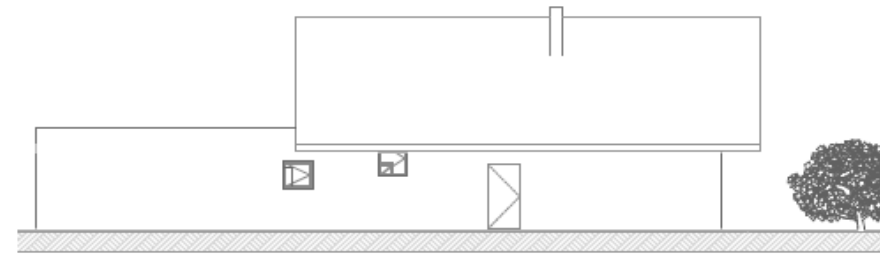


PREREZ B-B

Priloga 6: Fasade



JUŽNA FASADA



SEVERNA FASADA



VZHODNA FASADA



ZAHODNA FASADA

[illegible]