VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

DIPLOMSKO DELO

PRIMERJAVA GRADNJE KLASIČNE IN MONTAŽNE HIŠE NA PRAKTIČNEM PRIMERU

Kandidat: Dejan Petrušić

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Gradbeništvo

Mentor predavatelj: Vladimir Dragorajac, univ. dipl. inž. grad.

Mentor v podjetju: Petar Vekić, univ. dipl. inž. arh.

Lektor: Špela Novak, prof. slov.

Maribor, 2021

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Dejan Petrušić sem avtor diplomskega dela z naslovom PRIMERJAVA GRADNJE KLASIČNE IN MONTAŽNE HIŠE NA PRAKTIČNEM PRIMERU, ki sem ga napisal pod mentorstvom g. Vladimirja Dragorajaca, univ. dipl. inž. grad.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oziroma citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oziroma misli kot moje lastne – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor, skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, maj 2021 Podpis študenta:

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil svojemu mentorju, g. Dragorajacu, univ. dipl. inž. grad., za vso strokovno vodenje, svetovanje in popravke pri nastajanju diplomskega dela.

Hvala tudi mami in očetu za vso moralno in finančno podporo pri študiju.

Hvala tudi Višji strokovni šoli Academia za vso podporo in pridobljeno znanje, ki sem ga pridobil v času samega študija.

POVZETEK

Z zahtevami trajnostne gradnje ter hitrim razvojem montažnih materialov in procesov postaja montažna gradnja hiš vse bolj aktualna alternativa tradicionalnemu načinu mokre gradnje. Z namenom spodbujanja bolj množičnega odločanja za montažne gradnje, ki omogočajo večji nabor trajnostnih praks, je bistvenega pomena, da uporabnikom zagotovimo verodostojne informacije glede upravičenosti alternative.

V diplomskem delu skladno s temi prizadevanji opravljamo primerjalno analizo klasične in montažne gradnje z vidika prednosti in slabosti za naročnika. V teoretičnem delu predstavljamo same razlike v materialih, gradbenih postopkih in gradbenih fazah, v empiričnem delu pa na praktičnem primeru primerjamo hitrost gradnje, ceno, kakovost in uporabnost ter primerjave združujemo v končno analizo prednosti in slabosti. S primerjalno analizo ugotavljamo, da montažna gradnja omogoča enkrat hitrejši zaključek gradbenih del ter da cena med alternativama ne odstopa.

Na ravni kakovosti in uporabnosti ugotavljamo, da kakovost in uporabnost nista neposredno odvisni od tipa gradnje, da pa montažna gradnja ponuja več različnih trajnostnih opcij, med katerimi lahko uporabnik izbira.

Ključna prednost klasične gradnje je z vidika uporabnika možnost postopne gradnje in posledično postopnega financiranja. Prednosti montažne gradnje so na drugi strani predvsem trajnostne narave, koristi pa prinašajo predvsem za družbo in manj za posameznika. Rezultat analize s tem kaže na potrebo dodatnih spodbud uporabnikom pri odločanju za montažne gradnje, ki bodo trg motivirale za hitrejše povečevanje obsega te vrste gradnje, posledično pa tudi za pospešen razvoj še optimalnejših trajnostnih materialov in procesov.

Ključne besede: trajnostna gradnja, montažna gradnja, klasična gradnja, montažne hiše

ABSTRACT

COMPARING THE CONSTRUCTION OF A TRADITIONAL HOUSE AND A PREFABRICATED HOUSE IN A PRACTICAL EXAMPLE

With the requirements of sustainable construction and the rapid development of prefabricated materials and processes, prefabricated construction of houses is becoming an increasingly popular alternative to the traditional method of wet construction. In order to encourage more mass decision-making for prefabricated buildings that allow for a wider range of sustainable practices, it is essential to provide users with credible information on the viability of the alternative.

In accordance with these efforts, the diploma work performs a comparative analysis of classical and prefabricated construction in terms of advantages and disadvantages for the client. In the theoretical part we present the differences in materials, construction procedures and construction phases, and in the empirical part we compare the speed of construction, price, quality and usability and combine the comparisons into a final analysis of advantages and disadvantages.

With the comparative analysis, we find that prefabricated construction enables faster completion of construction works and that the price does not deviate between the alternatives. At the level of quality and usability, we find that quality and usability do not directly depend on the type of construction, but that prefabricated construction offers several different sustainable options from which the user can choose. The key advantage of classic construction is, from the user's point of view, the possibility of gradual construction and consequently gradual financing. The advantages of prefabricated construction, on the other hand, are primarily of a sustainable nature and bring benefits primarily for society and less for the individual. The result of the analysis thus indicates the need for additional incentives for users when deciding on prefabricated constructions, which will motivate the market for a faster increase in the volume of prefabricated construction and consequently for the accelerated development of even more optimal sustainable materials and processes.

Keywords: sustainable construction, prefabricated construction, classical construction, prefabricated houses

KAZALO VSEBINE

1 UVOD 6

1.1 Opis področja in opredelitev problema 6

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve 6

1.3 Predpostavke in omejitve 7

1.4 Uporabljene raziskovalne metode 7

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI 8

3 KLASIČNA GRADNJA 11

3.1 Materiali 11

3.2 Gradbene faze 12

3.3 Postopki 14

4 MONTAŽNA GRADNJA 15

4.1 Materiali 15

4.2 Gradbene faze 16

4.3 Postopki 17

5 PRIMERJALNA ANALIZA 19

5.1 Hitrost 24

5.2 Cena 26

5.3 Kakovost 27

5.4 Uporabnost 29

5.5 SWOT ANALIZA 30

6 DISKUSIJA 33

7 KROVNA TEMA – KAKO LAHKO UPORABA NOVIH MATERIALOV IN PROCESOV VPLIVA NA TRAJNOST? 38

8 SKLEP 40

9 VIRI IN LITERATURA 42

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer hiše 8
Slika 2: SWOT pomen 9
Slika 3: Tloris pritličja 19
Slika 4: Tloris nadstropja 20
Slika 5: Prerez A-A 21
Slika 6: Prerez B-B 21
Slika 7: Fasada jug 22
Slika 8: Fasada sever 22
Slika 9: Fasada vzhod 23
Slika 10: Fasada zahod 23

KAZALO TABEL

Tabela 1: Čas gradbenih postopkov 25
Tabela 2: Cene posameznih del in končna cena 26
Tabela 3: SWOT analiza klasične gradnje 30
Tabela 4: SWOT analiza montažne gradnje 31

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Klasična in montažna gradnja sta pomembni alternativi, ki jih imajo naročniki na izbiro pri odločanju za postavitev hiše. V Sloveniji še vedno prevladuje klasična gradnja, ki simbolizira varnost in kakovost, medtem ko velja montažna gradnja za enostavno in nestabilno alternativo. Za južne dele Evrope je tudi sicer klasična gradnja značilnejša kot za severnejše predele, na kar vplivajo podnebne značilnosti. Klasična gradnja po drugi strani omogoča postopno gradnjo, pri kateri lahko velik delež gradbenih del naročnik opravi sam in skladno s svojimi finančnimi zmožnostmi (Završnik, 2019). Razlike med klasično in montažno gradnjo se nanašajo še na ceno, čas, debelino sten, izolacijo, dizajn, izkoristek prostora, kvaliteto, sanacijo, bivalno klimo in trajnost (Roškar, 2018). Praviloma je gradnja montažne hiše nekoliko dražja, vendar financiranja ni mogoče razporediti na daljše časovno obdobje. Gradnja montažne hiše je tudi hitrejša, saj so moduli vnaprej pripravljeni in hišo sestavljamo iz večjih konstrukcijskih enot, medtem ko pri tradicionalni gradnji stene postavljamo sproti. Predvsem se pri klasični in montažni gradnji razlikujejo osnovni materiali, s tem pa tudi osnovni gradbeni postopki in osnovne funkcionalnosti. Obe alternativi hiš sta lahko okolju prijazni in varčni, vendar pri klasični gradnji nastaja več odpadkov (Zhang, Pan, Li in Sun, 2014). Uporabnik se tako pri odločanju sooča z večdimenzionalnim odločanjem, pri katerem bi mu prišle prav primerjalne smernice, ki jih bomo v diplomskem delu pripravili na osnovi primerjalne študije.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomskega dela je, na podlagi primerjalne analize klasične in montažne gradnje pripraviti priporočila za potencialne naročnike pri odločanju glede ene ali druge alternative. V ta namen zastavljamo naslednje cilje diplomskega dela:

- Predstaviti podobnosti klasične in montažne gradnje.
- Predstaviti razlike klasične in montažne gradnje.
- Primerjati cene in hitrost gradnje.
- Preveriti dejavnike kakovosti klasične in montažne gradnje.

1.3 Predpostavke in omejitve

Ključna predpostavka diplomskega dela je, da lahko z rezultati primerjalnih analiz pridobimo podatke, s katerimi lahko uporabnike spodbudimo pri odločanju za montažne gradnje, ki ponujajo več trajnostnih alternativ kot klasične gradnje. V diplomskem delu se v takšni primerjalni analizi omejujemo na primer enostanovanjske hiše, saj predpostavljamo, da se za tak tip gradnje zanima največji delež populacije in bodo rezultati zato zanj najbolj zanimivi. Primerjalno analizo cene in hitrosti gradnje opravljamo na osnovi pridobljenih ponudb, primerjalno analizo kakovosti in uporabnosti pa na osnovi sekundarnih virov. Ponudbe pridobivamo zgolj od enega izvajalca za montažno in enega izvajalca za klasično gradnjo s predpostavko, da ponudbe med različnimi izvajalci bistveno ne odstopajo. Predpostavljamo tudi, da sekundarni viri zagotavljajo relevantne podatke za primerjalno analizo kakovosti in uporabnosti.

Med samim pisanjem diplomskega dela smo si zastavili tri hipoteze, ki jih bomo na koncu tudi potrdili ali ovrgli.

Hipoteze/trditve diplomskega dela:

- H1: Gradnja montažne hiše je cenejša od gradnje klasične hiše.
- H2: Gradnja montažne hiše je hitrejša od gradnje klasične hiše.
- H3: Gradnja klasične hiše je kakovostnejša od gradnje montažne hiše.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Pri doseganju namena diplomskega dela uporabljamo kvalitativni raziskovalni pristop, in sicer realiziramo primerjalno študijo primera. V okviru primerjalne študije primera pripravljamo simulacijo dveh alternativ gradnje enodružinske hiše, in sicer opcijo klasične gradnje in opcijo montažne gradnje. Pri tem za obe alternativi opisujemo postopek gradnje, časovni načrt gradnje, uporabljene materiale, funkcionalnost, kakovost in ceno. Obe alternativni nato primerjamo ter na osnovi primerjalne analize podajamo rezultate v obliki prednosti in slabosti ene in druge možnosti.

2 DELO V PROJEKTNI SKUPINI

Predpriprave za diplomsko delo so potekale na sedežu Academie, kjer smo opravili Myerss Brigssov test osebnosti in Belbinov popis tima. Po opravljenih testih smo se na podlagi rezultatov obeh testov razdelili v skupine. Naša skupina je sestavljala tri člane, in sicer: osebo zadolženo za pripravo dela, nadzornika in vodjo gradbenih del. V skupini sem opravljal delo vodje gradbenih del, saj so moji rezultati pokazali, da sem zaključevalec, kar pomeni, da je moja naloga izpolnjevanje rokov in imam kot vodja visoke standarde.

Ob prvem srečanju s svojo skupino sem ji predstavil temo svojega diplomskega dela, tj. primerjava med klasično in montažno gradnjo na praktičnem primeru. Moja primerjava je temeljila na nepodkleteni enodružinski hiši neto tlorisne površine 149 m^2 (že izdelan projekt družinskega podjetja DEKOGRAD d. o. o.).



Slika 1: Primer hiše

Vir: Lasten vir

Cene in celoten popis del za klasično gradnjo naše hiše smo že imeli, zato smo se lotili pridobivanja ponudb za montažno hišo, kar se je izkazalo za zelo težek zalogaj. Popis gradbenih del, kot ga poznamo za klasične gradnje, je v primeru montažnih hiš težko pridobiti, saj so ponudniki zelo skrivnostni in svojih cen ne razkrivajo radi. Večinoma ponudijo končno ceno glede na kvadraturo in strukturo hiše, posamezne cene pa je bilo precej težko pridobiti. Po več tednih dopisovanja in vztrajanja smo le uspeli pridobiti dokaj natančno ponudbo, ki je bila razčlenjena kot v primeru klasičnega popisa gradbenih del. Ponudnik je želel ostati anonimen, zato ga ne bomo omenjali.

Lotili smo se priprave ponudbe hiše na ključ. Z vsemi obstoječimi dokumenti smo lahko naredili projektantski predračun, ki je vseboval cene in vsa gradbena ter obrtniška dela. Nato smo s pomočjo tabel za načrt izvedbe posameznih gradbenih del na objektu tako za klasično kot tudi za montažno gradnjo naredili časovno analizo. Terminski plan smo prikazali s tabelo in ga med seboj primerjali. Končni rezultat primerjave obeh tabel nam je pokazal, kateri objekt bi bil izveden hitreje in kateri z manjšimi stroški (Tabela 1 in 2).

Naredili smo še analizo notranjih in zunanjih dejavnikov. Gre za SWOT analizo, ki prikazuje prednosti, slabosti, priložnosti in grožnje oziroma nevarnosti za določen primer. Prikazali smo jih za klasično kot tudi za montažno hišo, tako da stranka vidi vse pozitivne in negativne strani za obe vrsti gradnje.



Slika 2: SWOT pomen

Delo v projektni skupini je potekalo zelo uspešno, saj so bile vloge dobro razdeljene. Edini večji problem smo imeli pri pridobivanju ponudb za montažno hišo, saj ponudniki cene precej neradi razkrivajo. Vsak član je imel točno določeno nalogo, ki jo je opravil zelo uspešno. Kadar smo naleteli na probleme, smo jih reševali skupaj kot ekipa in smo tako s skupnimi močmi prišli do željenih rezultatov. V našem primeru smo z debatami in raziskavami prišli do željenih ugotovitev in zaključkov, ki so tema diplomskega dela.

3 KLASIČNA GRADNJA

Za slovenski geografski prostor so značilne gradnje iz opeke in kamna. Temeljni gradniki tovrstne klasične gradnje so opečni zidaki, ki tvorijo konstrukcijsko osnovo tradicionalne hiše. Konstrukcijske komponente opečne hiše zajemajo (a) temelje, (b) zunanje nosilne zidove, (c) vertikalne in horizontalne vezi, (d) notranje nosilne zidove, (e) notranje nenosilne zidove, (f) medetažne plošče in mansardni strop, (g) streho (Hošpel, Kalamar in Strehar, 2016; Žitko, 2012).

3.1 Materiali

Pri klasični gradnji uporabljamo tradicionalne gradbene materiale, kot so (a) zidaki, (b) malta, (c) beton, (d) armaturno jeklo, (e) hidroizolacija, (f) toplotna izolacija, (g) les ipd. (Lovše, 2010).

Zidaki predstavljajo najbolj temeljni sestavni del klasične gradnje. Gre za predhodno oblikovane gradnike različnih oblik in materialov, katerih specifike izberemo glede na nosilnost, toplotno in zvočno izolativnost, maso, ekonomičnost, uporabnost ipd. Izbiramo lahko med opečnimi, betonskimi in plinobetonskimi zidaki ter med polnimi ali perforiranimi in votlimi ali celičastimi zidaki, ki so primerni za različne sisteme. Opečnati zidaki so izdelani iz gline, ki so ji lahko dodani pesek ali drugi dodatki, in nato žgani pri visokih temperaturah. Poznamo različne vrste opečnatih zidakov. Votlo opeko z vertikalnimi odprtinami uporabljamo za postavitev zunanjih in notranjih nosilnih zidov. Za postavitev zunanjih in notranjih nosilnih zidov lahko uporabljamo tudi termobloke, ki predstavljajo izolacijsko opeko z mikroporno strukturo. Za preostale namene so nam na razpolago še druge oblike opek, kot so polne glinene opeke, polne glinene fasadne opeke, glinene porolitne plošče ter različne vrste radialnih in specialnih opek. Za postavitev nosilnih kletnih zidov pogosto uporabimo votle betonske zidake, ki omogočajo hitro in ekonomično gradnjo (Hošpel, Kalamar in Strehar, 2016).

Za povezovanje zidakov uporabljamo malto, ki jo mešamo iz peska, cementa, maltita, (pogojno apna), vode. Za mešanico lahko uporabimo tudi eventualne dodatke, s katerimi povečamo želene specifike mešanice, kot je plastičnost. Zidanje je zaradi tega lažje in specifike zidovja kakovostnejše. Glede na sestavino mešanice poznamo apneno malto, podaljšano ali apnocementno malto in cementno malto (Belingar, 2012).

Plošče vlivamo z betonom, tj. z mešanico cementa oziroma veziva, agregata oziroma peska, proda ali gramoza ter vode. V beton lahko mešamo tudi eventualne kemične dodatke ali pa polnila, ki vplivajo na specifike, kot so trdnost, fleksibilnost, elastičnost, krhkost, odpornost ipd. V beton vgrajujemo armaturno jeklo, s čimer vplivamo na večjo natezno trdnost. Uporabljamo lahko rebraste jeklene palice in jeklene mreže, sestavljene iz palic in kvadratnih prečnih profilov (Lovše, 2010; Žitko, 2012).

Na konstrukcijske elemente iz zidakov, malte in betona nanašamo toplotno izolacijo, ki se nahaja v premaznih ali kompozitnih oblikah. Hidroizolativni premazi so običajno sestavljeni iz cementa in polimerov, hidroizolativni kompoziti pa iz PVC-ja, EPDM-ja ipd. Za toplotno izolacijo lahko uporabljamo stekleno in/ali kameno volno, ekspandirane in ekstrudirane polistirene, penjene poliuretane, pa tudi nekatera rastlinska ali živalska vlakna. Hidro- in toplotno izolacijo nameščamo tudi pod strešno kritino. Pri strešni nosilni konstrukciji običajno uporabljamo les, na katerega položimo kritino, redkeje pa tudi beton ali jeklo.

3.2 Gradbene faze

Proces klasične gradnje stanovanjskega objekta običajno delimo v pet gradbenih faz (Žitko, 2012).

Prva faza zajema postopke od priprave terena do postavitve temeljne plošče. Pred samo pripravo terena je treba pripraviti gradbišče, tj. po potrebi zemljišče ograditi in poskrbeti za osnovno infrastrukturo, ki jo bodo uporabljali izvajalci. Priprava terena gradnje zahteva odstranjevanje morebitne rasti, kot so drevesa in grmičevje, pa tudi morebitnih skal in neravnosti terena, kot so jarki in kotanje. Če je zaradi vlage potrebno odvodnjavanje terena oziroma drenaža, to opravljamo v prvi gradbeni fazi, običajno pred zakoličenjem. Zakoličenje predstavlja pozicioniranje objekta v naravo, glede na projekt in tloris, ki mora biti povsem skladno z gradbenim dovoljenjem. Sledijo izkopavanje, priprava in utrjevanje gradbene jame, v katero betoniramo temelje in temeljno ploščo. Kakovostno izgrajeni temelj je ključni dejavnik nosilnosti in trajnosti objekta. Uporabljamo lahko pasovne in točkovne temelje, ki zagotavljajo linijsko in točkovno obtežbo, temeljna plošča pa zagotavlja površinsko obtežbo. S toplotno izolacijo temeljev in temeljne plošče preprečimo propadanje konstrukcije ter zagotovimo učinkovitejše vzdrževanje želene klime v objektu (Belingar, 2012).

V drugi gradbeni fazi postavljamo kletno ploščo, če gre za podkleteni objekt. Tudi kletno konstrukcijo ustrezno zaščitimo pred vlago in mrazom.

V tretji gradbeni fazi nadaljujemo s konstrukcijo etaž, konstrukcijo strehe in krovska dela. Postavljamo torej nosilne zidove, na katere nameščamo strope, kar realiziramo z vnaprej izbranimi materiali. Funkcija zunanjih nosilnih zidov je osnovna konstrukcija in varovanje notranjosti pred zunanjimi vplivi. Glede na statične zahteve in vrste izbranih materialov izbiramo debelino zidu. V nosilne zidove vstavljamo vertikalno in horizontalno armaturo, ki nosilne zidove povezuje v vertikalnih in horizontalnih smereh. Njena funkcija je zagotavljanje večje stabilnosti in potresne varnosti glede na statične izračune, pogojene od razporeditev in dimenzij nosilnih zidov. Običajno vertikalno in horizontalno armaturo vstavljamo v vogalih in stikih nosilnih zidov, nad in pod zidnimi odprtinami, v medetažnih ravninah ter v stiku nosilnega zidu in strešne konstrukcije. Z vertikalno armaturo zunanje nosilne zidove povežemo tudi notranjimi nosilnimi zidovi. Ti prav tako zagotavljajo nosilnost objekta, njihovi funkciji pa sta tudi pregrada in zvočna izolacija med notranjimi prostori (Hošpel, Kalamar in Strehar, 2016; Lovše, 2010).

Nosilnost nadalje zagotavljajo medetažne plošče, ki razdeljujejo etaže ter med njimi vzpostavljajo tudi zvočno in toplotno izolacijo. Večinoma pri njihovi gradnji uporabljamo armiran beton ali pa delno montažne stropne sisteme iz prednapetih opečnih in betonskih nosilcev. Delno montažni stropni sistemi prinašajo nekatere omejitve glede razdalje med nosilnimi zidovi, zato so vse pogosteje v rabi armiranobetonske medetažne plošče. Pred vgrajevanjem betona pri tem vgradimo podporo in opaž iz podpornikov, lesenih nosilcev in opažnih plošč, po vgradnji betona pa površino sistemskih elementov zgladimo z gladilci. Celotna betonska površina mora biti na koncu zaprta, beton pa še dodatno zaščitimo pred padavinami, sušenjem, vibracijami in velikimi temperaturnimi odstopanji (Sendi idr., 2017).

Zadnji postopek tretje gradbene faze je postavitev strehe, ki jo sestavljajo ena ali več nagnjenih ploskev, ki objekt ščitijo pred vremenskimi vplivi. Streho sestavljata nosilna konstrukcija in kritina z vidno oblogo, parno oviro, toplotno izolacijo, paroprepustno folijo, žlebovi in letvami. Po zaključku tretje gradbene faze so tako končana vsa groba gradbena dela etaž in podstrešja, osnovna konstrukcije hiše torej stoji. Podaljšana tretja gradbena faza zajema še vgradnjo zunanjega stavbnega pohištva, tj. oken in vhodnih vrat, eventualno tudi izdelavo zunanje izolacije, ometov in fasade (Žitko, 2012).

Četrta gradbena faza se nanaša na nadaljnje urejanje notranjosti. V četrti gradbeni fazi tako postavljamo notranje predelne stene, izdelujemo betonske tlake, nameščamo izolacije ter notranje in zunanje omete, napeljujemo inštalacije, vgrajujemo mokre talne in stenske obloge, vgradimo stavbno pohištvo ter postavimo tudi masivna stopnišča.

Za postavljanje predelnih sten uporabljamo različne materiale, kot so mavčne plošče. Njihovi funkciji sta pregrajevanje prostorov in zvočna izolacija med njimi, zato se poskusimo pri načrtovanju inštalacij izogibati njihovemu prebijanju. Inštalacije zajemajo električno omrežje, informacijsko omrežje, vodovodno in odtočno omrežje, plinsko omrežje in omrežje ogrevanja (Belingar, 2012).

Peta gradbena faza zajema še zaključna dela, kot so zaključevanje inštalacij, pleskanje ter polaganje preostalih stenskih in talnih oblog (Hošpel, Kalamar in Strehar, 2016).

3.3 Postopki

Klasična gradnja zajema postopke priprave in gradnje objekta, ki se lahko odvijajo zaporedno in po etapah. Večinoma so naknadno možne večje in manjše spremembe in dozidave, zato pri načrtovanju vseh postopkov in komponent objekta ni treba natančno predvideti vnaprej. Tudi med samo gradnjo so mogoče spremembe načrtov, tako lahko priprava in gradnja do določene mere potekata tudi vzporedno. Priprava se nanaša predvsem na prvo gradbeno fazo, v kateri pripravljamo zemljišče, ki pa lahko deloma posega že v fazo, ko na nekem drugem delu že pričnemo z gradnjo. Gradnja objekta se nanaša na preostale gradbene faze, v katerih sestavljamo izbrane materiale v načrtovano konstrukcijo, ki pa se prav tako lahko pripravlja postopoma. Osnovno konstrukcijo hiše tvorijo temelji s temeljno ploščo, nosilni zidovi in streha, na osnovno konstrukcijo pa nato nameščamo stavbno pohištvo, izolacijo, obloge in inštalacije. Vsem gradbenim fazam, ki so predstavljene v nadaljevanju, pa se na vseh delih objekta ni treba odvijati sočasno. V praksi si družine pogosto del hiše uredijo do takšne gradbene faze, da se lahko vanjo že vselijo, nato pa preostanek objekta nadalje urejajo skladno s sredstvi, ki so jim na razpolago. Pri klasični gradnji konstrukcijo iz osnovnih gradnikov sestavljamo na mestu gradnje, tj. mešamo vezivno maso in jo uporabljamo za učvrstitev fiksnih gradnikov. Ker gre za relativno surove in generične materiale, večinoma ni potrebno, da bi vse nabavili naenkrat. Tudi če gradnja objekta traja veliko let, smo lahko prepričani, da bomo lahko material zmeraj dokupili (Hošpel, Kalamar in Strehar, 2016).

4 MONTAŽNA GRADNJA

Pri gradnji stanovanjske hiše se lahko odločimo tudi za montažno stavbo. Montažne stavbe gradimo s sestavljanjem predhodno proizvedenih komponent in enot, ki jih na gradbišču zgolj ustrezno nameščamo, vežemo in pritrjujemo. Montažne gradnje predstavljajo moderno alternativo klasični gradnji in pospešen razvoj tega sektorja vključuje tudi vse večji poudarek na trajnostnih rešitvah. Uporabniki lahko izbirajo med vse širšo ponudbo montažnih sistemov, ki nudijo eno ali drugo vrsto prednosti: bodisi so cenovno dostopnejši, zagotavljajo še posebej hitro gradnjo, so posebej trajnostni, ponujajo nenavadne arhitekturne rešitve ipd. Montažne gradnje je vse lažje prilagajati različnim potrebam, od velikosti, oblik, funkcionalnosti do klimatskih specifik in vzdržljivosti (Torelli, 2012).

4.1 Materiali

Pri montažni gradnji imamo relativno večjo izbiro materialov kot pri klasični gradnji. Razpoložljivi materiali se razlikujejo glede ne vrsto montaže, ki je lahko skeletna oziroma okvirna ali modularna. Skeletna oziroma okvirna gradnja pomeni, da je hiša sestavljena iz nosilnega skeleta, ki je lahko iz različnih materialov. Samo konstrukcijo hiše lahko postavljamo iz jekla, betona ali lesa, nadalje pa lahko med različnimi materiali izbiramo tudi pri nenosilnih panojih in polnilih (Smith, 2010). Predizdelane komponente konstrukcijske gradnje so običajno relativno lahke.

Jeklene konstrukcije montažnih hiš so popularne zaradi dobrih tehničnih lastnosti in prednosti, ki zagotavljajo ekonomično uporabo. Ključni element jeklenih nosilnih konstrukcij so stiki, pri katerih imamo na razpolago možnosti varjenih ali vijačnih stikov. Varjeni stiki, predvsem v primeru paličnih in cevnih konstrukcij, omogočajo različne estetske rešitve, vijačni stiki pa cenejšo in hitrejšo gradnjo. Ključno vlogo pri projektiranju jeklenih konstrukcij imajo statiki in jeklarski strokovnjaki, ki lahko že v fazi načrtovanja prispevajo ekonomsko, estetsko in tehnično optimalne rešitve (Kitek Kuzman, 2009; Mikič, 2012).

Betonske konstrukcije v gradnji stanovanjskih hiš običajno uporabljamo v kombinaciji z jeklom in lesom. Beton je običajno v uporabi za nosilce, lahko pa tudi za plošče. Pogosteje predizdelane betonske elemente uporabljamo pri gradnji poslovnih in industrijskih stavb.

Za montažne hiše najpogosteje in v največji meri uporabljamo les. Les ima kot gradbeni material najstarejšo tradicijo, s sodobnimi gradbenimi pristopi pa postaja znova vse

pomembnejši in pogostejši material pri izbiri montažnih gradenj. V različnih oblikah je primeren tako za izdelavo nosilnih kot nenosilnih konstrukcij. Osnovno konstrukcijo za zidove lahko predstavljajo lepljenci, ki so zgrajeni iz ostankov lesa. Vanje je vstavljena izolacija po izbiri. Zidovi so proizvedeni v proizvodnem objektu, nato pa jih transportiramo na gradbišče, kjer jih z dvigali postavljamo v pravilno lego in jih fiksiramo. Za medetažne plošče in slemena lahko uporabljamo lesene tramove (Kitek Kuzman, 2009).

Les kot gradbeni material odlikujejo številne prednostne specifike. Poleg tega da omogoča številne različne oblike obdelave, s katerimi ga je mogoče prilagoditi za različne potrebe, ima že v svoji osnovni obliki ugodno razmerje gostote in trdnosti. Visoka je tudi elastičnost lesa, kar zagotavlja visoko varnost in stabilnost objektov. Je nizko toplotno prevoden in s tem nudi dobro toplotno izolacijo, hkrati pa zagotavlja prijetno površinsko temperaturo. Ima zmožnost uravnavanja vlažnosti zraka, zraka ne onesnažuje s škodljivimi snovmi in ni alergen. Prispeva tudi k dobri akustiki, ki še dodatno vpliva na dobro počutje v objektu. Gre za obnovljivi material, ki ima izjemno čist življenjski cikel. Niti predelava in obdelava lesa ne zahtevata veliko energije. Čeprav je les v osnovi vnetljiv in gorljiv material, z vidika požarne varnosti ni tako kritičen, kot bi predpostavljali. Zaradi slabe toplotne prevodnosti prenaša tudi velike požarne obremenitve ter vzdržuje dobre mehanske specifike (Mikič, 2012; Smith, 2010).

Pri modularni gradnji, pri kateri hišo sestavimo iz predizdelanih modulov, prav tako pogosto uporabljamo les, poleg tega pa še steklo in aluminij. Modularna gradnja zahteva, da posamezne komponente izdelamo v proizvodnem obratu in jih nato transportiramo na mesto gradnje, kjer jih sestavimo. Ena od oblik modularne gradnje so modularni razbojniki, ki so iz aluminija in jekla. Gre za cenovno in časovno učinkovito rešitev gradnje, ki pa je manj kakovostna in je za zdaj večinoma v rabi le kot začasna.

4.2 Gradbene faze

Gradbene faze montažne gradnje si sledijo podobno kot gradbene faze klasične gradnje. V prvi gradbeni fazi pripravljamo teren in gradbišče, zakoličimo objekt, izkopljemo gradbeno jamo ter postavimo temelje in temeljno ploščo. Temeljna plošča mora biti pri montažni gradnji izdelana bolj natančno, kot je to potrebno pri klasični gradnji, saj kakršna koli odstopanja onemogočajo postavitev vnaprej točno dimenzioniranega in v celoti načrtovanega montažnega objekta. V drugi gradbeni fazi postavljamo kletno ploščo v primeru, da je objekt podkleten. Tretja gradbena faza zajema postavitev konstrukcije vseh etaž, podstrešja in strehe, v podaljšani tretji fazi pa lahko vgradimo še stavbno pohištvo. Četrta gradbena faza zajema postavljanje predelnih

sten, vgradnjo betonskih tlakov, nameščanje izolacije, notranjih in zunanjih ometov, napeljevanje inštalacij, nameščanje mokrih talnih in stenskih oblog, vgrajevanje stavbnega pohištva ter masivnih stopnišč (Mikič, 2012; Panjehpour in Ali, 2013).

Ključna razlika med gradbenimi fazami klasične in montažne gradnje je ta, da si gradbene faze pri montažni gradnji sledijo bolj celostno. Veliko težje ali pa kdaj tudi nemogoče je pri montažni gradnji na enem delu objekta z gradbenimi fazami prehitevati, na drugem pa zaostajati. Gradbene faze si večinoma sledijo tudi hitreje, saj je glavnina del opravljena že pred začetkom gradnje, predvsem pri panelni gradnji so vsi konstrukcijski elementi izdelani v proizvodnji in jih je treba na gradbišču le še sestaviti. Skeletna gradnja montažne hiše je sicer nekoliko počasnejša, vendar večinoma še vedno hitrejša od klasične gradnje. Konstrukcijo namreč pripravijo računalniško vodeni stroji in se jo na gradbišču le sestavi in poveže, je pa treba nato še zapreti stene, vgraditi izolacijo ter pripraviti odprtine za stavbno pohištvo (Costa Duran, 2019).

4.3 Postopki

Poznamo različne metode in pristope montažne gradnje, od katerih so odvisni postopki gradnje. Ne glede na metodo montaže, pa si nekatere faze sledijo in jih vključujemo v vse metode. Pred samim začetkom izvajanja montaže, na primer, zmeraj opravimo podrobno kontrolo in pripravo prostora, na katerem bomo postavljali montažni objekt. Natančno moramo preveriti celotno področje in poskrbeti za popravila morebitnih nepravilnost, ostankov ipd. Pred začetkom gradnje natančno pregledamo in pripravimo tudi vse montažne elemente oziroma tiste, ki so prispeli na gradbišče in jih bomo uporabili v naslednji etapi gradnje. Pomembno je, da montažne elemente ustrezno pripravimo in razporedimo za nemoteno dostavo neposredno na lokacijo uporabe. Preveriti moramo, ali so elementi ustrezno orientirani, prav tako jih je treba za prenos po gradbišču zaščititi, da se ne poškodujejo. Ni dovolj, da načrt naredimo le za samo montažo, ampak je treba natančno načrtovati tudi proces montaže, torej v kakšnem zaporedju bomo po gradbišču transportirali elemente, s čim, kdaj, kako jih bomo montirali itn. Običajno je, da določene elemente tudi predhodno preizkusno dvignemo in priklapljamo. To lahko pomembno vpliva na hitrost kasnejše realizacije (Kitek Kuzman, 2009; Panjehpour in Ali, 2013).

Pri montažni gradnji je transport po gradbišču zahteven zaradi velikosti elementov, prav tako je zahtevno nameščanje elementov na potrebna mesta in njihova združitev. Montiranje panela je denimo povsem nekaj drugega kot zidanje z zidaki, in pri vseh premikih ter montaži sodeluje

več delavcev, ki elemente usmerjajo, postavljajo v pravilne lege, držijo in montirajo (Costa Duran, 2019).

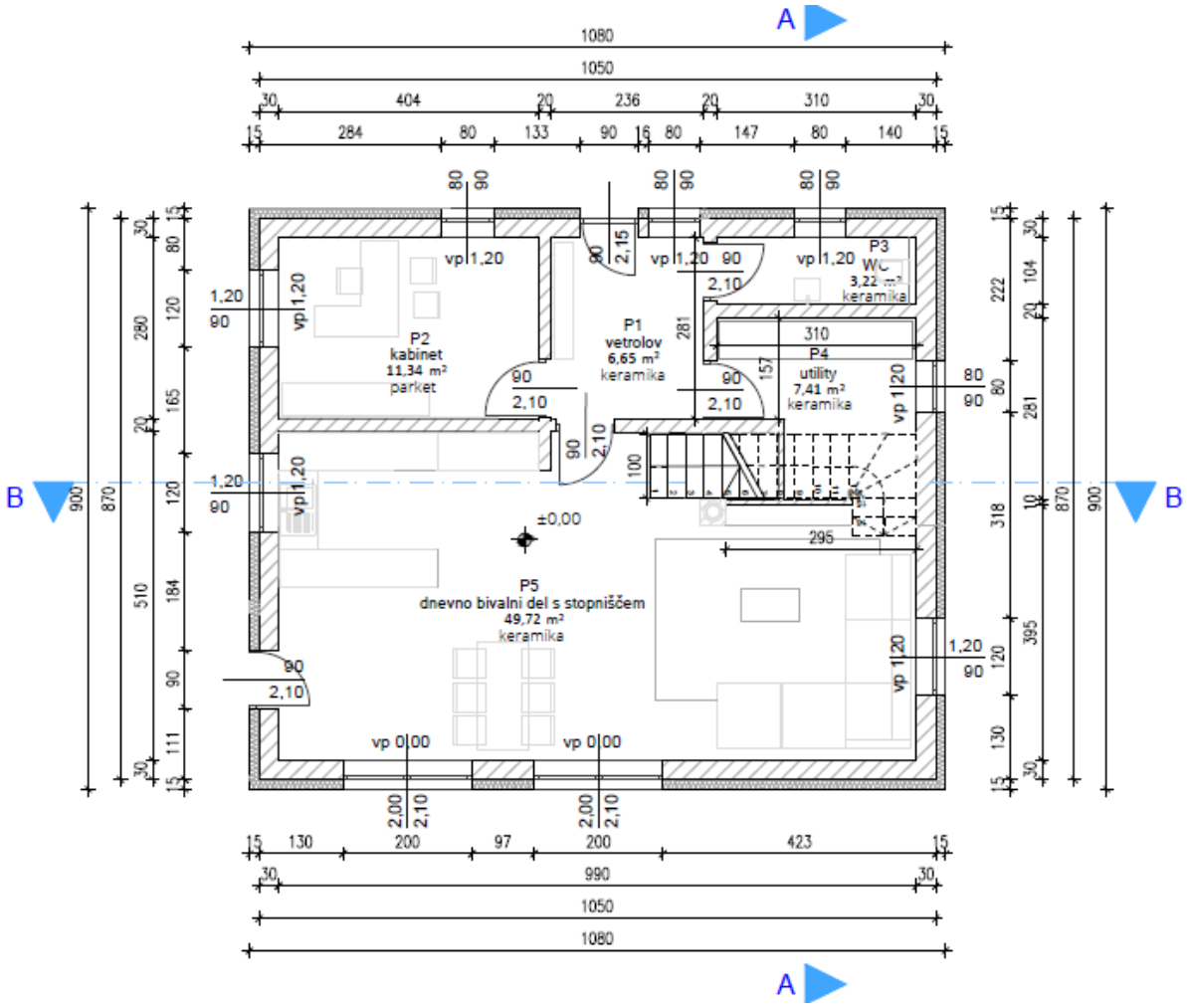
Montažna gradnja ponuja različne možnosti gradnje, ki jih lahko v prvi vrsti delimo na (a) masivne in (b) skeletne sisteme. Masivni sistemi so starejši in pogostejši ter predstavljajo gradnjo s panoji in etažnimi ploščami. Skeletni sistemi so novejši in redkejši, predstavljajo pa način gradnje, pri katerem najprej postavimo nosilno ogrodje iz masivnih nosilcev, nato pa nosilce povežemo z izbranimi izolacijskimi materiali (Torelli, 2012).

Montažni elementi so običajno proizvedeni v objektu proizvodnje, ker so v nekaterih primerih lahko tudi preveliki za transport, pa lahko na mesto gradnje prispejo v obliki prefabrikatov, ki se sestavijo na gradbišču. Poznamo več metod montaže, in sicer lahko ta poteka po (a) konstruktivnih komponentah, (b) kompletnih enotah, (c) celicah. Pri montaži po konstruktivnih elementih najprej montiramo temeljne plošče, zidove, stebre, loke ipd., torej najprej postavimo konstrukcijo. Montaža po kompletnih enotah pomeni, da se na gradbišče pripelje enota v enem kosu, nato pa montažo opravljamo z žerjavi. Lahko pa manjše enote oziroma celice postavljamo eno ob drugo. Takšne vrste so modularne hiše, kjer na teren pripeljemo že skoraj dokončno izdelane dele hiše in jih na mestu zgolj sestavimo. Tovrstno montažno hišo lahko postavimo v nekaj dneh (Costa Duran, 2019).

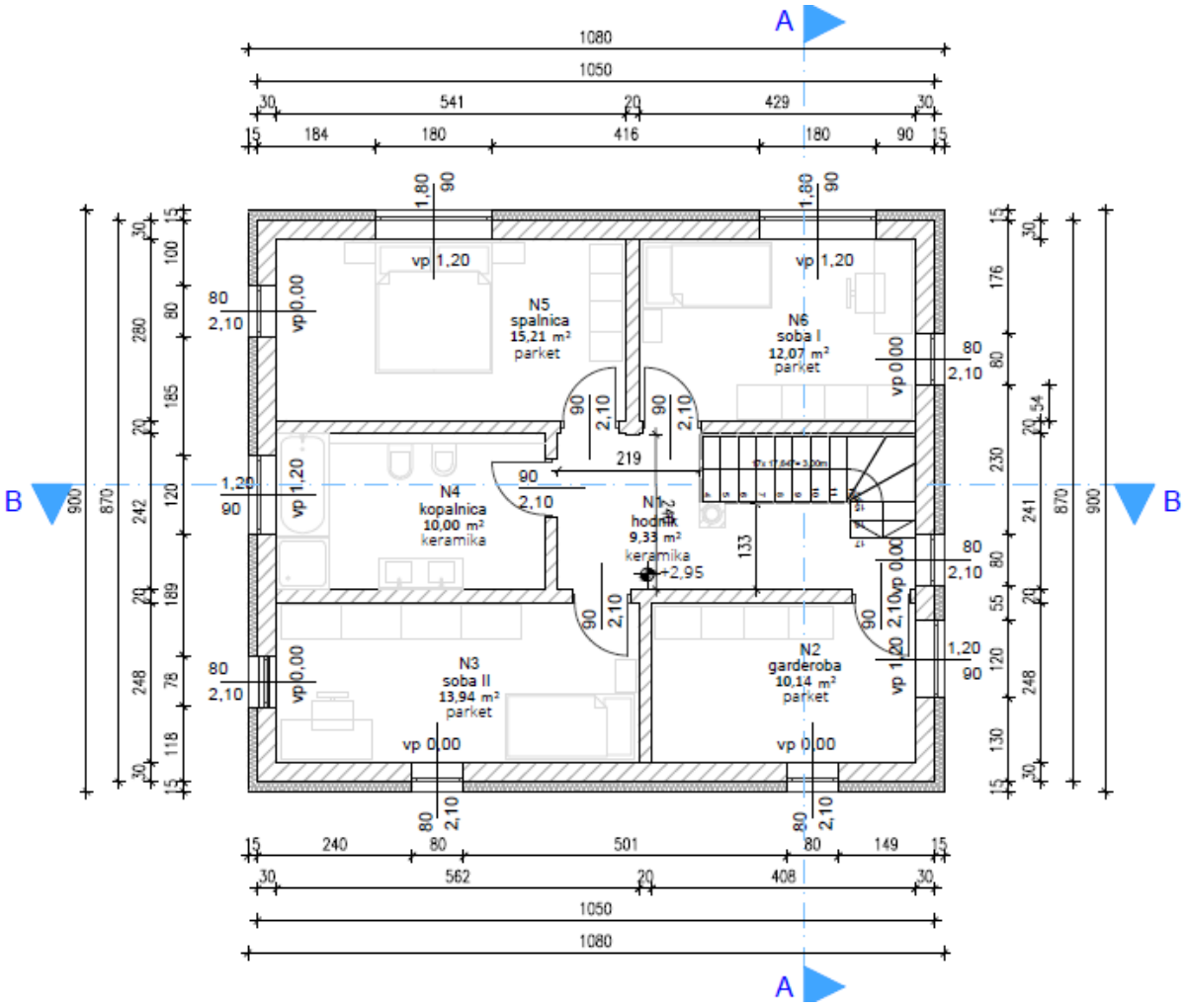
Montaže lahko opravljamo tudi v različnih vrstnih redih, in sicer (a) sekvenčno, (b) kompleksno in (c) kombinirano. Sekvenčna metoda pomeni montažo po vnaprej točno določenem vrstnem redu, običajno pri tem najprej montiramo vse nosilce, nato vse srebre, nato vse panele itn. Pri tej metodi montaže porabimo manj materiala in mehanizacije, vendar pa se hkrati opravlja samo ena linija postopkov, kar lahko podaljša čas izvedbe. Kompleksna metoda dovoljuje istočasno montažo različnih konstrukcijskih enot, vendar pa hkrati zahteva zelo dober načrt montažnih postopkov in zelo dobro koordiniranost delovne ekipe. Kombinirana metoda montaže pomeni kombinacijo sekvenčne in kompleksne metode ter izkoriščanje prednosti in slabosti obeh pristopov (Smith, 2010; Torelli, 2012).

5 PRIMERJALNA ANALIZA

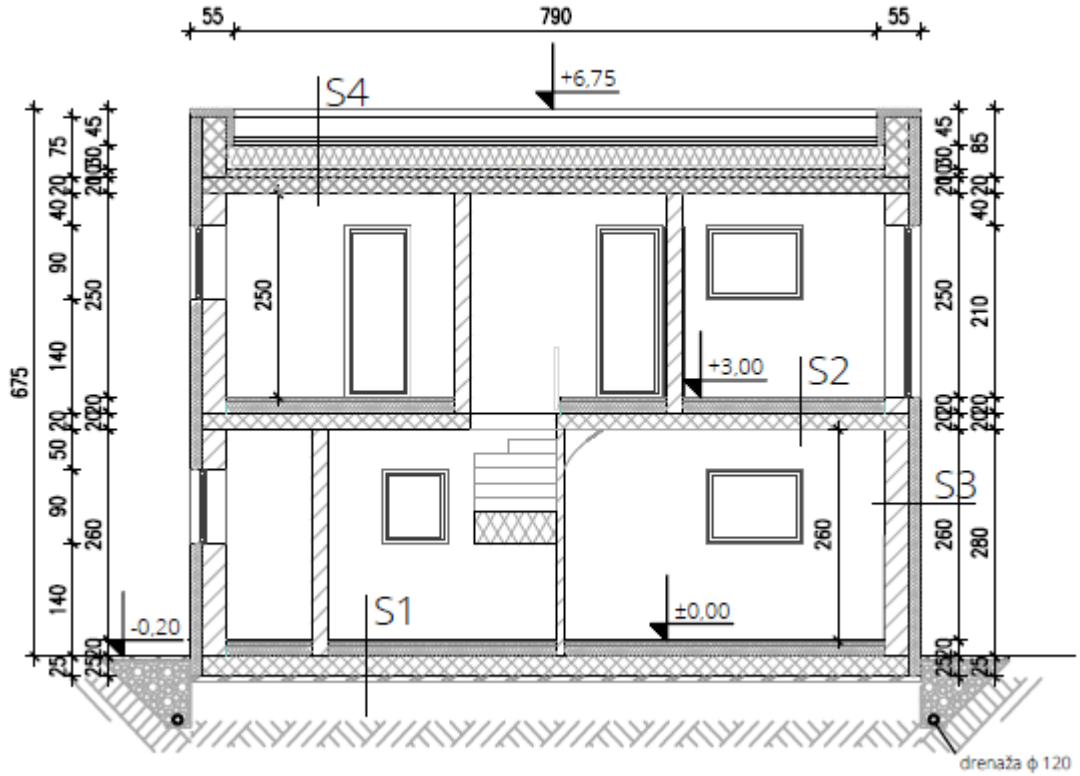
V namen primerjalne analize uporabljamo primer enostanovanjske hiše pravokotnega tlorisa, zazidalne površine 97,20 m^2, bruto tlorisne površine 194,40 m^2 in neto tlorisne površine 149,10 m^2. Hiša ima dve etaži, in sicer pritličje in prvo nadstropje z ravno streho. Hitrost in ceno gradnje primerjamo na osnovi pridobljenih informativnih ponudb, kakovost in uporabnost pa na osnovi vsebinske analize sekundarnih virov.



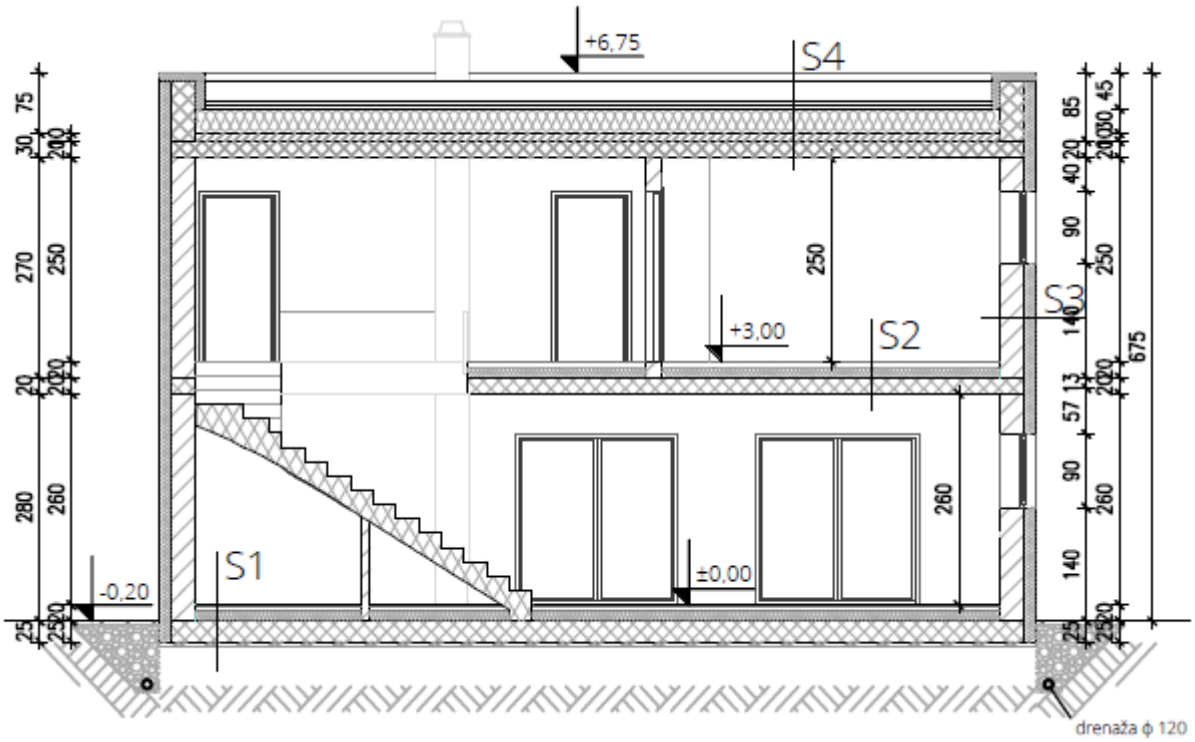
Slika 3: Tloris pritličja



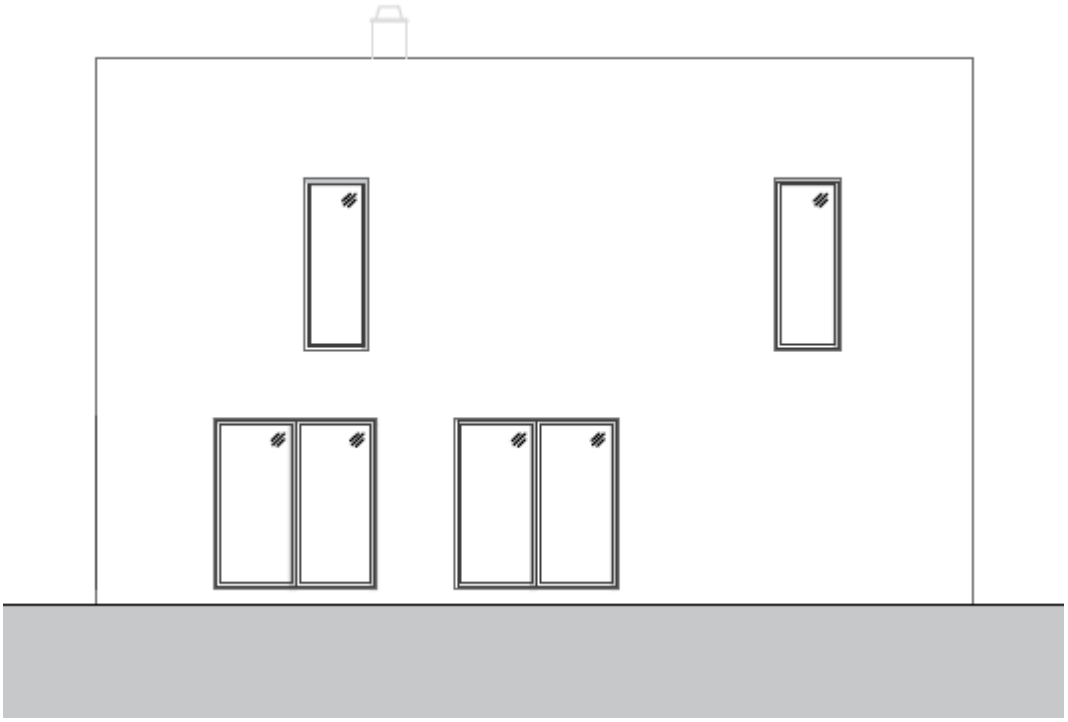
Slika 4: Tloris nadstropja



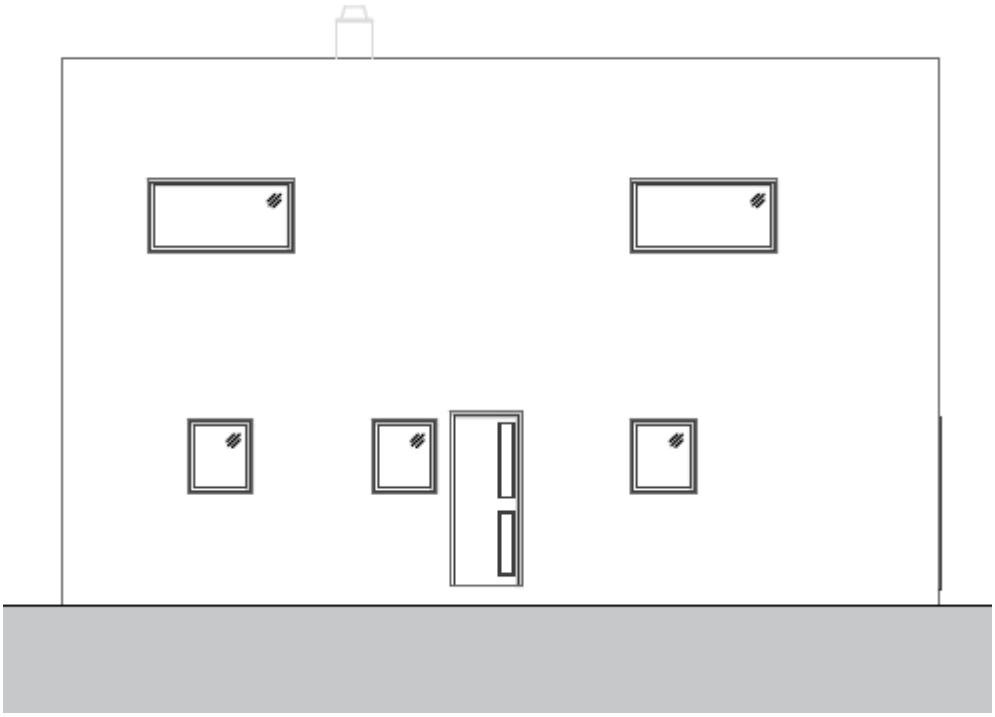
Slika 5: Prerez A-A



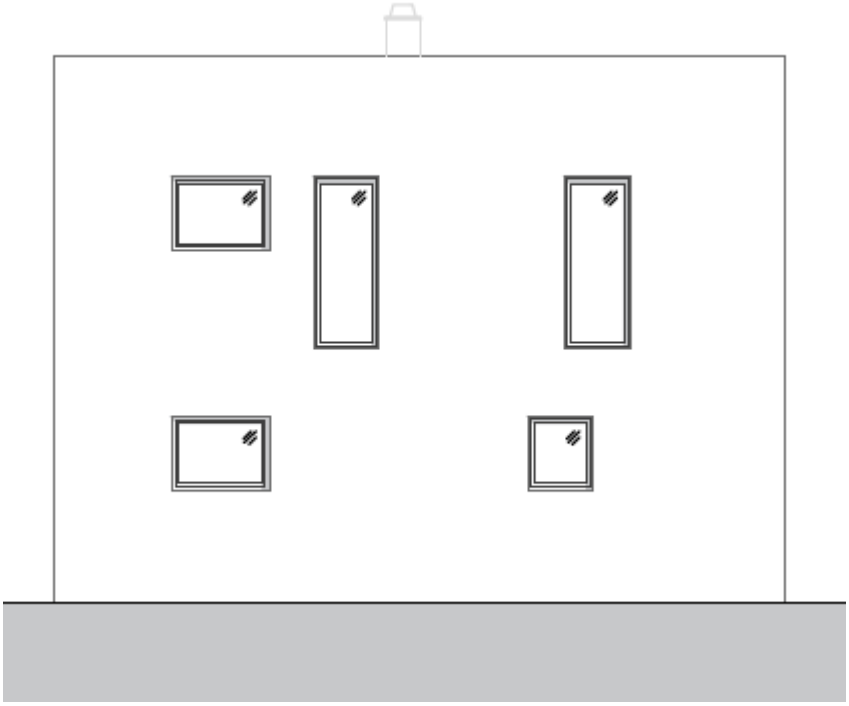
Slika 6: Prerez B-B



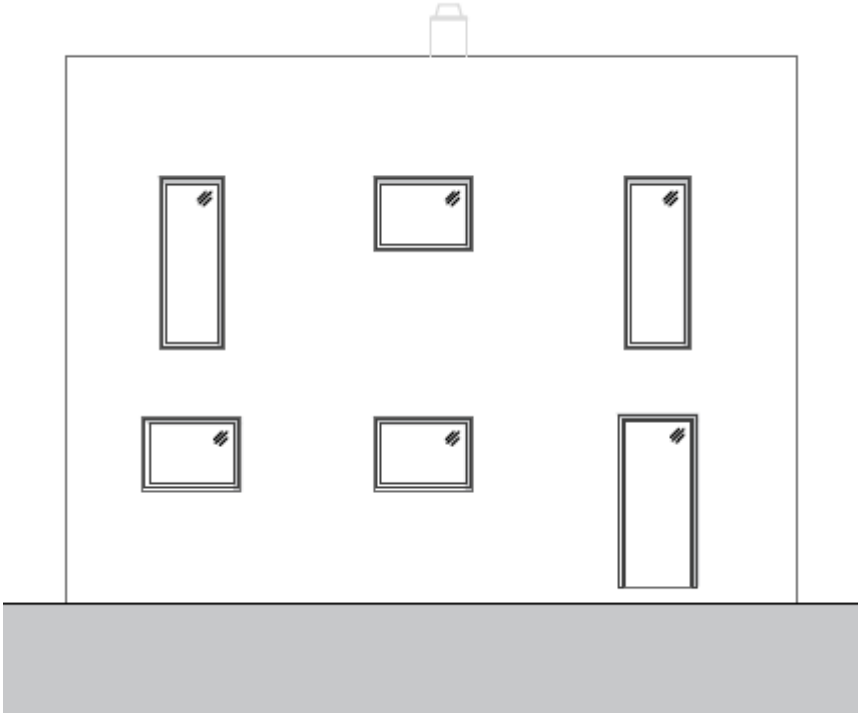
Slika 7: Fasada jug



Slika 8: Fasada sever



Slika 9: Fasada vzhod



Slika 10: Fasada zahod

5.1 Hitrost

Primerjava predvidenih časov trajanja posameznih gradbenih postopkov kaže, da se klasična in montažna gradnja pomembno razlikujeta v hitrosti. Medtem ko je za klasično gradnjo predvidenih 108 dni, je za montažno gradnjo predvidenih 71 dni. To pomeni razliko 37 dni. Medtem ko se časi pripravljalnih in zemeljskih del, urejanja meteorne kanalizacije, krovskih del, inštalacij, estrihov, suhomontažnih, slikopleskarskih in tlakarskih del ne razlikujejo, se bistvene razlike v času pojavljajo na področju zidave, manjše pa na področju betoniranja, tesarskih del in suhomontažnih del.

Na teh področjih pride do pomembnega odstopanja v prid montažne gradnje, saj so elementi gradnje že vnaprej pripravljeni in jih je treba samo sestaviti (upoštevan je čas priprave elementov v tovarni).

Betoniranje in tesarska dela pri klasični gradnji zahtevata dvakrat več časa kot pri montažni gradnji, sama zidava pa trikrat toliko časa. Pri montažni gradnji so tako betoniranje, tesarska dela in zidava zaključeni v treh tednih, pri klasični gradnji pa ti postopki zahtevajo osem tednov. Preostali postopki so prikazani v tabeli na naslednji strani (Tabela 1).

Tabela 1: Čas gradbenih postopkov

Postopek	Klasična gradnja	Montažna gradnja	Razlika v času postopka
Pripravljalna dela	2 dni	16 dni	14 dni
Zemeljska dela	4 dni	4 dni	0 dni
AB dela	14 dni	7 dni	7 dni
Tesarska dela	14 dni	7 dni	7 dni
Zidarska dela	28 dni	7 dni	21 dni
Urejanje meteorne kanalizacije	4 dni	4 dni	0 dni
Krovsko-kleparska dela	7 dni	7 dni	0 dni
Inštalacije	7 dni	7 dni	0 dni
Ometi	2 dni	0 dni	2 dni
Estrihi	1 dan	1 dan	0 dni
Suhomontažna dela	4 dni	4 dni	0 dni
Slikopleskarska dela	7 dni	7 dni	0 dni
Tlakarska dela	4 dni	4 dni	0 dni
Fasaderska dela	10 dni	3 dni	7 dni
Skupaj:	108 dni	71 dni	37 dni

Pri posploševanju teh rezultatov lahko upoštevamo, da lahko določeni postopki pri različnih vrstah montažnih hiš trajajo različno dolgo. Večina sodobnih montažnih hiš je lesene konstrukcije, ki jo pokrivamo z mavčno-kartonskimi ploščami.

5.2 Cena

Razlika v ceni med klasično in montažno gradnjo je v mojem primeru približno 7 %. Cena klasične gradnje hiše je 156.596,16 evra (z 9,5 % DDV), cena montažne gradnje pa 167.195,69 evra (z 9,5 % DDV). To pomeni razliko 10.599,61 evra. Večje razlike med eno in drugo vrsto gradnje se pojavljajo v okviru posameznih gradbenih del. AB dela so pri klasični gradnji za 16.418,11 evra dražja od AB del pri montažni gradnji, so pa tesarska dela pri montažni gradnji glavni strošek in tiste pri klasični gradnji presegajo za kar 55.299,86 evra. Nasprotno so pri klasični gradnji dražja zidarska dela, in sicer za 18.908,74 evra, pa tudi ometi, suhomontažna dela in fasaderska dela, kar je prikazano spodaj (Tabela 2).

Tabela 2: Cene posameznih del in končna cena

Postopek	**Klasična gradnja**	**Montažna gradnja**	**Razlika v ceni postopka (€)**
Pripravljalna dela	400,00	400,00	0,00
Zemeljska dela	4.265,69	4.265,69	0,00
AB dela	28.987,56	12.569,45	16.418,11
Tesarska dela	10.456,36	65.765,22	55.299,86
Zidarska dela	18.908,74	0,00	18.908,74
Urejanje meteorne kanalizacije	2.987,69	2.987,69	0,00
Krovsko-kleparska dela	13.569,15	13.569,15	0,00
Okna	11.900,00	11.900,00	0,00
Vrata (zunanja in notranja)	5.200,00	5.200,00	0,00
Inštalacije	15.430,00	15.430,00	0,00
Ometi	2.400,00	0,00	2.400,00
Estrihi	1.800,00	1.800,00	0,00
Keramičarska dela	3.156,92	3.156,92	0,00

Suhomontažna dela	3.300,00	1.525,00	1.775,00
Slikopleskarska dela	6.825,00	6.825,00	0,00
Tlakarska dela	2.897,70	2.897,70	0,00
Fasaderska dela	10.480,00	5.764,00	4.716,00
Skupaj:	143.010,19	152.690,20	9.589,01
Skupaj z DDV (9,5 %)	156.596,16 €	167.195,69 €	10.599,61 €

5.3 Kakovost

Kakovost je eden od glavnih dejavnikov odločanja za stanovanjsko nepremičnino. Kakovost lahko opredelimo kot lastnost ali lastnosti objekta glede na določene standarde, ki pa se lahko nanašajo na številne specifike. Dejanska kakovost gradnje se pogosto pokaže šele po vselitvi ali šele po določenem obdobju bivanja v objektu. Takoj po vselitvi se lahko pokažejo dejavniki kakovosti, ki so vezani na uporabo, po daljšem času pa dejavniki kakovosti, ki so vezani na trajnost v pomenu vzdržljivosti. Nekateri dejavniki so vezani na letne čase, na primer naravna osvetlitev in toplotna izolacija, ter jih lahko opazimo šele ob menjavanju sezon. Kakovost hiše se torej nanaša na različne vidike, kot so trajnost gradnje oziroma življenjska doba, na energijsko učinkovitost ter na zdravje in udobje bivanja. Med posameznimi dejavniki kakovosti so med drugim: ustrezna postavitev, funkcionalna razporeditev prostorov, oblika in videz, dostopnost, prostornost, odprtost, osvetljenost, naravna osvetljenost, zračenje, naravno zračenje, uporabnost, požarna varnost, potresna varnost, varnost pred vlomom, poraba oziroma varčnost, zvočna izolacija ipd. (Suratkon in Jusoh, 2015; Zemke, Zhong in Raab, 2019).

Nekateri izmed teh dejavnikov niso odvisni od vrste gradnje, na primer postavitev objekta, razporeditev prostorov in osvetljenost so v večji meri odvisni od same zasnove, ki je sicer do določene mere pogojena z možnostmi, ki jih ponujata klasična in montažna gradnja, vendar lahko oblikovno objekt večinoma podobno prilagajamo ne glede na vrsto gradnje. Veliko dejavnikov kakovosti pa je pogojenih z uporabljenimi materiali in načini same konstrukcije teh materialov. Konstrukcija in materiali imajo velik vpliv na toplotno, vodno in zvočno izolativnost, na zračnost in klimo, na energetsko učinkovitost, požarno in potresno varnost ter trajnost (Bell, 2019; Koklič in Vida, 2011).

Morda je za večino uporabnikov najpomembnejši dejavnik odločanja med klasično in montažno gradnjo na področju kakovosti energetska učinkovitost. Pri primerjavi energijske porabe moramo vedeti, da se lahko tako klasična kot montažna gradnja od hiše do hiše razlikuje, ne glede na vrsto gradnje. Tako med montažnimi kot tudi med klasičnimi hišami denimo poznamo nizkoenergijske pa tudi pasivne hiše, ki imajo različno energijsko porabo. Klasična in montažna gradnja se razlikujeta predvsem po vrsti in debelini toplotne izolacije, na področju katerih lahko izbiramo med različnimi opcijami, varčnost obeh vrst pa je v veliki meri odvisna tudi od zasnove in orientacije. Na splošno je bolje, če je parcela osončena in obrnjena proti jugu in če na južni strani namestimo steklene površine, medtem ko teh na severni strani načrtujemo čim manj. K varčnosti prispeva kompaktnost osnovne konstrukcije, ki jo lahko zasnujemo isto pri klasični in pri montažni gradnji. Preproste zunanje linije s čim manj razgibanosti zagotavljajo manjšo izgubo zaradi zunanjih površin in manjše tveganje za nastanek toplotnih mostov. Na toplotne izgube isto kot pri klasični tudi pri montažni hiši vplivajo balkoni, nadstreški, prizidki ipd. (Mao idr. 2013)

Tako pri montažni kot pri klasični gradnji lahko na izolativnost in energijsko varčnost vplivamo z izbiro ukrepov in materialov, s katerimi modificiramo osnovne običajne gradbene prakse. Osnovni zunanji izolativni sloj pri klasični hiši je denimo sestavljen iz podaljšane apnene malte, opeke, toplotne izolacije, cementne malte in fasadne malte. Pri montažni hiši pa je osnovni izolativni sloj sestavljen iz mavčno-vlaknene plošče, stiropora, armiranega ometa in fasadnega in dekorativnega ometa. Zunanja stena montažne gradnje ima tako praviloma boljšo paroprepustnost, medtem ko klasična gradnja dosega višjo toplotno akumulativnost. Klasična gradnja ima večjo akumulacijsko kapaciteto zaradi debelejših sten, je pa na drugi strani les montažne gradnje zelo dober toplotni izolator in ima bistveno boljše izolacijske kapacitete od opečnatih zidakov. Akumulativnost klasične gradnje pomeni, da lahko hiša sprejme in dlje časa hrani toploto ob padanju temperature v okolici. Notranji prostori klasične gradnje se tako načeloma počasneje segrejejo in počasneje ohladijo kot notranji prostori montažne gradnje. Stroški ogrevanja montažne gradnje so praviloma kljub vsemu nižji od stroškov ogrevanja klasične gradnje, ker ima montažna nižjo toplotno prehodnost zunanjih sten (Liu idr. 2018; Mao idr. 2013).

Ekološki vidik razlik med klasično in montažno gradnjo je bil kot na energetsko učinkovitost samih stavb vezan na okoljske vplive same proizvodnje in gradnje hiše. Pri gradnji montažne hiše večinoma uporabljamo ekološko najbolj sprejemljive in zdravju najmanj škodljive materiale. Predvsem lesene montažne gradnje so izrazito ekološke, saj že samo pridobivanje,

transport, obdelava in predelava lesa minimalno obremenjuje okolje. V procesu gradnje montažne hiše ustvarjamo precej manj odpadkov in drugih vrst posegov v okolje. Proizvodnja zidakov in uporaba gradbenih materialov, kot sta apno in cement, imata na okolje močnejše negativne vplive. Tudi mavčno-vlaknene plošče, ki se uporabljajo pri montažni gradnji niso ekološko oporečne, saj jih sestavljajo mavec, voda in celulozna vlakna. Pri klasični gradnji poleg tega običajno uporabljamo kameno volno in ekspandiran polistiren, ki sta cenovno dostopna in preprosta za uporabo, vendar pa nekoliko bolj okoljsko in tudi zdravstveno oporečna. Pri montažnih hišah pogosteje uporabljamo alternativne izolacijske materiale, kot so lesni ali celulozni kosmiči in vlaknenke, ki so zdravju in okolju prijazni in neškodljivi. Kosmiči se poleg tega nahajajo v razsutem stanju in jih vpihujemo v votlo konstrukcijo, s čimer lažje zapolnimo celotno površino, tudi težje dostopna mesta. Pri razlikah na tem področju gre torej predvsem za naravne in okolju neškodljive materiale, ki jih uporabljamo v montažni gradnji (Liu idr. 2018).

Na področju trajnosti oz. življenjske dobe je klasična gradnja kot celota nekoliko bolj zanesljiva, saj je les bolj občutljiv na vlago in vodo. Ob ustreznem vzdrževanju in pravilnih postopkih proizvodnje in vgradnje pa razlik ne bi smelo biti. Življenjska doba sodobne montažne hiše naj bi dosegala vsaj 50 let, redno pregledovanje in vzdrževanje pa to dobo podaljšujeta. Garancije na stabilnost konstrukcije klasičnih hiš se v nasprotju s tem gibljejo med 30 in 35 let (Koklic in Vida, 2011).

5.4 Uporabnost

Uporabnost stanovanjske hiše se nanaša na njeno funkcionalnost v okviru različnih potreb uporabe. Pri klasični gradnji je uporabnost hiše mogoče do relativno visoke mere spreminjati, saj način gradnje omogoča dograditve, pregraditve, preureditve ipd. Tudi montažna gradnja omogoča določene prilagoditve, vendar zgolj do neke mere. Montažne gradnje so do določene mere omejene v fleksibilnosti, saj vnaprejšnja proizvodnja modulov pri sestavljanju teh ponuja omejeno število možnosti. Predvsem prizadevanja za visoko stopnjo generičnosti, ki omogoča avtomatizacijo in zniževanje stroškov proizvodnje in gradnje, na drugi strani prinašajo omejitve v prilagodljivosti in eventualno v uporabnosti, če ima uporabnik specifične zahteve. Na drugi strani pa razvoj montažnih gradenj omogoča razvoj sistemskih sprememb, ki bi lahko prinesle tudi nove rešitve. Modularna zasnova lahko v prihodnosti omogoči standarde, ki bi nasprotno ravno olajšali visoko prilagodljivost montažne gradnje. Uporabnik bo mogoče z naročanjem vnaprej pripravljenih in generičnih modulov zaradi možnosti nizkih stroškov njihove

proizvodnje preprosto prilagajal svoje bivanjsko okolje svojim aktualnim potrebam. Ta trenutek pa montažna gradnja takšnih prilagoditev še ne omogoča. Ravno nasprotno, hiter in dinamičen razvoj gradbenih materialov in postopkov do neke mere onemogoča kontinuiteto in hitro zastaranje uporabljenih pristopov (Ku in Cardenas, 2019).

5.5 SWOT ANALIZA

Swot analiza je analiza prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti (Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats). Uporablja se večinoma v podjetnem svetu za načrtovanje strategij. Gre za strukturo, kjer posameznik ali investitor preverja, ali je dober ali slab, in kaj lahko naredi oziroma kaj mu grozi.

Gradnja klasične ali montažne hiše lahko pomaga pri upoštevanju dejavnikov odločanja, ki so za posameznega uporabnika bolj ali manj pomembne.

Tabela 3: SWOT analiza klasične gradnje

Prednosti klasične gradnje	**Slabosti klasične gradnje**
Možnosti postopne gradnje Možnost postopnega financiranja Možnost gradnje v različnem tempu na različnih koncih objekta Možnost naknadnih sprememb gradnje Možnost naknadnih sprememb inštalacij Manjša potreba po natančnosti Velika odpornost na okoljske vplive Lastna izbira postavitve prostorov	Dolgotrajnejši postopki Tveganje toplotnih mostov Manj ekološka gradnja Večja tveganja odstopanj pri gradnji Večja tveganja napak pri gradnji
Priložnosti	**Nevarnosti**
Možnost sprememb (dozidava, nadzidava, širitev)	Pri nepravilni gradnji je zdravje oziroma življenje ogroženo

Prednosti klasične gradnje se nanašajo predvsem na fleksibilnost in prilagodljivost, in sicer tako na ravni dinamike postopkov kot na ravni strukture objekta. Velika prednost je v lastni izbiri in postavitvi prostorov.

Slabosti klasične gradnje so vezane predvsem na ekološka tveganja in slabšo kakovost bivanja. Postopki so dolgotrajnejši in možnost napak pri sami gradnji je večja.

Velika prednost oziroma priložnost klasične gradnje je naknadna sprememba prostorov in širitev same hiše. Možno je tudi hišo nadzidati in posegati v nosilne zidove.

Ena izmed večjih nevarnosti je nepravilna gradnja oziroma napake med samo gradnjo, zato je potreben usposobljen in izkušen izvajalec. Med samo gradnjo je ključen nadzor in s tem možnost zmanjšanja napak in nevarnosti.

Tabela 4: SWOT analiza montažne gradnje

Prednosti montažne gradnje	**Slabosti montažne gradnje**
Hitrost gradbenih postopkov Varovanje okolja Zdrava bivalna klima Ekološka gradnja Majhna tveganja odstopanj pri gradnji Skrb za zdravje Energijska varčnost	Enkratnost stroška Tveganje velike škode zaradi nepopolne projektne dokumentacije Manjša odpornost na okoljske vplive Zahtevno vzdrževanje konstrukcije Hiše so tipske Akumulacija
Priložnosti	**Nevarnosti**
Možnost spremembe notranjih prostorov zaradi montažnih sten	Požarna varnost

Glavna slabost montažne gradnje je nizka stopnja prilagodljivosti dinamike in strukture gradnje. Montažne gradnje so pogosto tipske, gradbeni postopki pa ne omogočajo lastne izvedbe določenih del ali pa prilagajanja gradbenih postopkov finančnim zmožnostim uporabnika. Če je te ovire mogoče premostiti, pa montažna gradnja prinaša veliko prednosti, kot so kakovostna bivalna klima, visoka energetska učinkovitost, veliko inovativnih možnosti, v prihodnosti pa tudi potencial vse bolj stroškovno učinkovitih alternativ. V trenutnem stadiju

razvoja je lahko klasična gradnja tudi manj odporna na vpliv časa, medtem ko montažna gradnja klasično vse bolj prehiteva na področju odpornosti na potresne in požarne nesreče.

Prednosti montažne hiše se izražajo predvsem v ugodni bivalni klimi in sami hitrosti gradnje. Ekološka gradnja in energijska varčnost sta eni izmed ključnih elementov, ki govorita montažnim gradnjam v prid.

Ena izmed večjih nevarnosti montažne gradnje je požarna varnost, čeprav ponudniki zagotavljajo vsaj 30-minutno požarno odpornost.

Primerjava in zaključek Swot analize za obe hiši je stvar posameznika. V našem primeru nekatere stvari pričajo v prid klasični gradnji, nekatere pa v prid montažni gradnji. V obeh primerih gre za kakovostno in trajnostno gradnjo, kadar so zgrajene in sestavljene po predpisih in v skladu s pravili. Nepremičninski trg in povpraševanje po stavbah bosta vedno imela kupce tako za klasično kot za montažno gradnjo, kar je tudi zaželeno, saj je konkurenca vedno dobrodošla in zdrava za podjetja.

6 DISKUSIJA

Namen diplomskega dela je bil na podlagi primerjalne analize klasične in montažne gradnje za potencialne naročnike pripraviti priporočila pri odločanju glede ene ali druge alternative. V ta namen smo sledili štirim ciljem, ki se nanašajo na primerjavo klasične in montažne gradnje.

Prvi cilj diplomskega dela je bil predstaviti podobnosti klasične in montažne gradnje. S sintezo različnih teoretičnih virov smo tako predstavili gradbene materiale, gradbene faze in gradbene postopke pri obeh vrstah gradnje. Kot ključne materiale klasične gradnje smo izpostavili zidake, malto, beton, armaturno jeklo, izolacijo in les, predvsem za strešne dele. Pri zidakih lahko izbiramo med več različnimi vrstami, ki imajo različne nosilne in izolacijske lastnosti ter so različnih dimenzij. Zidake povezujemo z malto ter tako s polaganjem in pritrjevanjem enega zidaka ob drugega neposredno na mestu gradnje sestavljamo osnovne konstrukcijske elemente. Za temelje in plošče uporabljamo beton, horizontalno pa posamezne elemente povezujemo z jeklenimi in betonskimi elementi. Kot ključne materiale montažne gradnje nasprotno izpostavljamo predvsem les in mavčno-kartonske elemente, kot alternativo za konstrukcije pa tudi jeklo in beton. Pregled literature kaže, da so stanovanjski objekti največkrat lesenih konstrukcij in da les kot gradbeni material teh objektov prinaša veliko prednosti na ravni hitrosti gradbenih postopkov in kakovosti objektov.

Za obe vrsti gradnje smo predstavili gradbene faze in ugotavljali, da si gradbene faze obeh vrst gradnje sledijo podobno. Pri obeh načinih gradnje prva faza gradnje zajema pripravljanje terena in gradbišča, zakoličenje objekta, kopanje gradbene jame ter postavljanje temeljev in temeljne plošče. Razlika se pojavlja zgolj v zahtevah natančnosti, saj montažna gradnja nima veliko tolerance za odstopanja. Postavitev je vnaprej dimenzionirana in montaža objekta bolj kot ne v celoti načrtovana. Temeljna plošča mora povsem ustrezati objektu, saj objekta ni mogoče prilagajati temeljni plošči. Tudi druga faza je pri obeh tipih gradnje podobna, saj zajema postavitev kletne etaže, če je objekt podkleten. Neredko je kletna etaža tudi pri montažnih objektih zidana, saj je nekoliko lažje zagotoviti obstojnost kletnih materialov klasične gradnje oziroma je zanesljivost zaščite višja, kot če v kletno etažo vgrajujemo alternativne materiale. Tretja gradbena faza zajema postavljanje preostalih etaž in ostrešja, torej nosilne konstrukcije in strehe. Podaljšana tretja faza zajema še vgradnjo stavbnega pohištva, tako da je lahko objekt pred začetkom četrte faze ne glede na vrsto gradnje zaprt. Četrta gradbena faza nato zajema še vgradnjo predelnih sten, betonskih tlakov, izoliranje, notranje in zunanje ometanje, napeljavo

inštalacij, vgradnjo talnih in stenskih oblog in masivnih stopnišč. Gradnja objekta je s tem v obeh tipih gradnje zaključena.

Drugi cilj diplomskega dela je bil predstaviti razlike klasične in montažne gradnje. Te ugotavljamo že v gradbenih materialih, redko v samih fazah gradnje, najbolj pa v samih postopkih gradnje. Čeprav se veliko materialov pojavlja v obeh oblikah gradnje, se pomembno razlikujejo njihova razmerja. Pri klasični gradnji tako večinoma uporabljamo opečnate zidake in malto, pri montažni pa les. Pri obeh vrstah za temeljne dele konstrukcije uporabljamo beton in za nekatere konstrukcijske elemente tudi jeklo. Streho pri obeh vrstah gradnje pogosto postavljamo iz lesenih nosilcev in opečnate strešne kritine. Razlike se tako nanašajo predvsem na materiale osrednje konstrukcije, ki pogojujejo tudi rabo inovativnih materialov. Zaradi razlik v materialih osrednje konstrukcije imajo objekti klasične in montažne gradnje pomembne različne specifike, ki se nanašajo na klimo objekta, na njegove energijske cikle, predvsem pa tudi na trajnost. Klasična gradnja producira več odpadkov in zahteva uporabo naravi in človeku manj prijaznih materialov. Neredko zagotavlja montažna gradnja bolj kakovostno bivalno klimo, ker so objekti bolj zračni in oddajajo manj potencialno škodljivih snovi. Imajo tudi visoko potresno in požarno varnost, so pa lahko v povprečju manj vzdržljivi na časovne vplive.

Ključne razlike med montažno in klasično gradnjo se nanašajo tudi na same postopke gradnje, ki sicer lahko naročnika neposredno ne prizadevajo, če ne sodeluje v gradnji, vendar pa imajo vpliv na ceno in hitrost gradnje. Temeljna razlika v postopkih gradnje je ta, da je velik del montažne hiše predizdelan v proizvodnji in da se na mesto gradnje transportirajo bistveno večje komponente od zidakov. Montažne enote so običajno izdelane s pomočjo računalniškega vodenja, zato so večinoma generične oziroma serijske, kar pri montažnih gradnjah nekoliko omejuje možnosti prilagajanja strukture objekta. Z dinamičnim razvojem montažne gradnje so tovrstne nujne omejitve vse manjše, vendar pa nosi serijska proizvodnja velik potencial za nižanje cen v prihodnosti. Stopnja prilagajanja montažne gradnje je tako sorazmerna z njeno ceno, medtem ko prilagajanje strukture objekta pri klasični gradnji ni nujno povezano z višjimi ali nižjimi stroški. Pri naročnikih, ki imajo glede strukture konstrukcije specifične želje, zato velja posebna pozornost na cenovna razmerja. Če primerjamo klasične in generične strukture enodružinskih hiš, pa razlike v postopkih gradnje montažne in klasične narave vplivajo predvsem na hitrost in na potrebo sinhrone gradnje.

Postopki in materiali montažne gradnje zahtevajo, da se gradnja izvede celostno sekvenčno po fazah gradnje, torej da gradimo celotno hišo v enem zaporednem procesu.

Klasična gradnja nasprotno dovoljuje veliko več svobode pri izbiranju dinamike gradnje in hitrosti na splošno. V prvi fazi lahko izgradimo le določen del hiše do vselitve, nato pa z nadaljevanjem počakamo, dokler se za gradnjo znova ne vzpostavijo ugodni pogoji. Ti so večinoma vezani na finančne vire, ki jih moramo pri montažni gradnji zagotoviti v kratkem času, medtem ko lahko pri klasični gradnji dinamiko gradnje prilagajamo svojim zmožnostim. Klasična gradnja uporabnikom tudi omogoča, da v veliki meri sodelujejo pri gradnji in določena dela opravljajo sami, medtem ko montažna gradnja tega zaradi kompleksnosti postopkov in potrebne opreme ne dovoljuje. Pri montažni gradnji na lokacijo transportiramo večje enote montaže, ki jih nato montiramo s pomočjo dvigal in žerjavov, sklepanje posameznih montažnih komponent pa zahteva ustrezno znanje za načrtovanje in izvedbo spojev ipd. Uporabnik tako tudi ne more prevzemati določenih del, da bi si na ta način prihranil stroške, ter v samem procesu gradnje na splošno težko sodeluje. Ta razlika, da je klasična gradnja v veliki meri mogoča v delno lastni izvedbi in da omogoča postopno gradnjo, je pomembna za uporabnike, ki so omejeni s finančnimi sredstvi in težko zagotovijo enkratno kritje stroška celotnega objekta.

Tretji cilj diplomskega dela je bil primerjati cene in hitrost gradnje. Primerjavo smo izvedli na konkretnem potencialnem primeru ter pridobili informativne ponudbe za stroške in čas izvedbe gradnje klasične in montažne enodružinske hiše neto tlorisne površine 149,10 m^2. Primerjava podatkov iz pridobljenih ponudb kaže, da je montažna gradnja enodružinske hiše za približno eno tretjino hitrejša, in sicer je vsa gradbena dela mogoče zaključiti v 71 dneh. Klasična gradnja zahteva za zaključek vseh gradbenih del vsaj 108 dni. V ceni običajne enodružinske hiše pa ni velikih razlik med klasično in montažno gradnjo, in sicer je razlika približno 10.000,00 evrov. Podatki iz preteklosti kažejo, da so bile montažne gradnje predhodno dražje in da cene predvsem tipskih objektov padajo ter da lahko z nadaljnjim razvojem avtomatizacije in možnosti serijske proizvodnje pričakujemo še nadaljnje padanje cen (Berger, 2018). Glede na to, da sam znesek celotne investicije potemtakem trenutno ni pomemben odločitveni dejavnik, se bo v prihodnosti najbrž prevesil v prid montažnim gradnjam, ko bo šlo za tipske hiše.

Na področju cene moramo torej upoštevati prihodnje možnosti razvoja, ki na področju modularne montažne gradnje odpirajo tudi zelo pomembne možnosti postopnega zmanjševanja stroškov. Vnaprejšnja produkcija sestavnih elementov gradnje montažnih hiš omogoča serijsko proizvodnjo, katere stroške je mogoče zmanjševati na ravni optimizacije proizvodnih stroškov (Jiang idr. 2019). Možnost univerzalnih in generičnih modelov hiš, pri katerih bi bilo mogoče do velike mere avtomatizirati tako proizvodne kot montažne procese, odpira velike možnosti za precejšnje zmanjševanje stroškov gradnje stanovanjskih objektov v prihodnosti (Meşhur in

Çakmak, 2018). Zmanjševanje stroškov gradnje prinaša pomembne možnosti na dodatnem področju družbene problematike, to je vse bolj ostro pomanjkanje bivalnih možnosti zlasti v ubranih okoljih. Klasična gradnja pri zmanjševanju stroškov materialov in postopkov ne ponuja veliko manevrskega prostora, medtem ko montažna gradnja doživlja dinamičen razvoj tako na ravni razvoja novih materialov kot na ravni razvoja novih postopkov (Jiang idr. 2019). V prihodnosti si lahko obetamo, da bodo skladno s temi trendi stroški montažne gradnje padali in da bo alternativni način ponudil rešitve stanovanjske problematike, s katero se srečujemo tudi v Sloveniji (Tertai in Grum, 2019). Četrti cilj diplomskega dela je bil preveriti dejavnike kakovosti klasične in montažne gradnje. Gradnja hiše je pogosto ena največjih investicij posameznika, zato je kakovost gradnje bistvenega pomena pri odločanju za različne alternative. Kakovost se pri tem nanaša na različne vidike, in sicer sta za uporabnika pomembna predvsem vidik kakovosti bivanja v objektu, vzdržljivost objekta, z vidika družbene odgovornosti pa je pomembna tudi kakovost na ravni vpliva na okolje. Z vidika vplivov na okolje je interes predvsem na strani družbe kot skupnosti, zaradi česar je pomembno vpeljevanje spodbud za tisto vrsto gradnje, ki se izkaže kot bolj trajnostna in okolju prijazna. Primerjava med klasično in montažno gradnjo kot takšno izpostavlja montažno gradnjo, saj ta vrsta gradnje uporablja okolju bolj prijazne materiale. Les, ki je večinoma ključni material montažne gradnje, je eden najbolj trajnostnih materialov, saj tako njegova proizvodnja kot njegova obdelava in odpadki ne povzročajo škodljivih posegov v okolje. Poraba lesa kot vira ni problematična na isti način kot krčenje gozdov zaradi pridobivanja industrijskih in obdelovalnih površin. Les je mogoče načrtno in sistematično pridelovati, pridelava lesa pa ni le okolju prijazna, ampak za okolje pravzaprav koristna. Obdelava lesa zahteva majhne količine energije in proizvaja majhne količine odpadkov, ki niso okolju nevarni. Proizvodnja betona in preostalih materialov klasične gradnje nasprotno povzroča velike okoljske obremenitve, in sicer tako na ravni porabe energije kot na ravni proizvodnje za okolje obremenjujočih ali nevarnih odpadkov.

Medtem ko je prijaznost okolju pri okoljsko ozaveščenih posameznikih lahko pomemben odločitveni dejavnik, je primerjava trajnostnih specifik ene ali druge oblike gradnje bolj namenjena oblikovanju ustreznih politik, s katerimi bi posameznike posredno spodbujali k odločanju za bolj trajnostno obliko gradnje. Poleg neposrednih politik v obliki finančnih spodbud in subvencij, lahko na odločanje za montažne gradnje zaradi višje ravni trajnosti te oblike vplivamo tudi z ozaveščanjem populacije. Neposredno pa je lahko za uporabnike trajnost pomembna z vidika kakovosti bivanja. Tako kot imajo materiali montažne gradnje manjši negativni vpliv na okolje, imajo tudi blagodejni vpliv na človeka. Montažne hiše zagotavljajo

boljšo zračnost, manjšo oporečnost in s tem višjo kakovost zraka v objektu. Materiali, kot so les, mavec in celuloza ne sproščajo potencialno škodljivih snovi, hkrati pa vzdržujejo bolj optimalne količine vlažnosti kot umetni materiali, na primer beton. Hiter razvoj postopkov in materialov na področju montažne gradnje zagotavljajo tudi vse bolj učinkovite in zdrave oblike izolacije, ki zagotavljajo tako minimalne negativne učinke teh materialov na človeka kot tudi vse višje kapacitete izolativnosti. Kot izolacija se pri montažni gradnji pogosteje uporabljajo naravni materiali, katerih postopki obdelave zagotavljajo vse višjo učinkovitost teh materialov pri zadrževanju toplote in preprečevanju zvočnega prenosa.

Energetska učinkovitost hiš postaja zaradi ozaveščenosti uporabnikov vse pomembnejša in tudi razvoj tako na področju montažne kot razvoj na področju klasične gradnje gre v smeri vse bolj pasivnih objektov, ki porabljajo vse manj energije in ki v nekaterih primerih energijo tudi že sami pridobivajo. Montažna gradnja je v tem razvoju zaradi splošnega razvojnega trenda v prednosti, saj sektor ves čas posodablja materiale in postopke gradnje na sploh, s čimer lahko hitro in neposredno vključuje tudi optimizacije na področju energetske varčnosti. Montažna gradnja s tem kaže predvsem velik potencial za nadaljnji razvoj energetske učinkovitosti produktov, medtem ko trenutno tudi klasične gradnje ne nujno zaostajajo. Nazadnje sta za uporabnika na področju kakovosti bistvenega pomena tudi vzdržljivost gradnje na časovne pogoje in na potresne ali požarne nesreče. Najsodobnejši podatki pri tem kažejo, da so montažne hiše potresno in tudi požarno vse bolj varne ter da v povprečju presegajo potresno in požarno varnost klasičnih hiš.

Primerjava klasične in montažne gradnje z vseh različnih navedenih vidikov kaže, da prinašajo montažne hiše za uporabnika in družbo vse več pomembnih prednosti. Montažna gradnja je hitrejša, v prihodnosti bo zaradi vse bolj serijske in avtomatizirane proizvodnje lahko postajala vse cenejša, povzroča manjše okoljske obremenitve ter ponuja več potencialnih možnosti za energetsko učinkovitost in trajnost. Najmočnejši uporabniški argument za klasično gradnjo sta možnosti, da določena dela opravlja uporabnik sam ter da tempo gradnje prilagaja lastnim finančnim zmožnostim. Montažna gradnja zajema predizdelavo večine komponent v proizvodnem objektu in transport teh komponent na mesto gradnje, kjer so potrebni posebna mehanizacija in posebna znanja za ustrezno montažo. Klasična gradnja na drugi strani omogoča nakup materiala in zidanje na klasičen način, s katerim je seznanjenih veliko uporabnikov in ga lahko opravljajo samostojno. Klasična gradnja ponuja tudi veliko možnosti za prilagajanje strukture objekta, kar je pri nakupu montažnih, načeloma bolj tipskih objektov povezano z dodatnimi stroški.

7 KROVNA TEMA – KAKO LAHKO UPORABA NOVIH MATERIALOV IN PROCESOV VPLIVA NA TRAJNOST?

Gradbena industrija je po svoji naravi velik uporabnik naravnih virov. Z naraščajočo zaskrbljenostjo zaradi podnebnih sprememb in omejene narave teh virov narašča pritisk na gradbena podjetja, da zmanjšajo svoj vpliv na okolje. Čeprav trajnostne gradbene metode prinašajo številne izzive, so povezane tudi z veliko koristmi. Cilji trajnostne gradnje so predvsem, z razvojem novih materialov in novih procesov čim bolj zmanjšati vpliv gradbene industrije na okolje. Glavne metode trajnostne gradnje vključujejo (a) uporabo obnovljivih virov in virov, ki jih je mogoče reciklirati, (b) zmanjšanje porabe energije in odpadkov, (c) ustvarjanje zdravega, naravi, živalim in ljudem prijaznega okolja ter (d) varstvo naravnega okolja (Jiang idr., 2019).

Pri gradnji objektov vplivamo na okolje na različne načine, od poseganja v naravno okolja z gradnjo objektov do velike porabe energije in emisij. Težke stroje, ki jih uporabljajo v gradnji, še vedno večinoma poganjamo s fosilnimi gorivi, nepotrebno izgorevanje fosilnih goriv pa lahko posredno po oskrbovalni verigi povzročamo tudi z neučinkovito rabo električne energije. Gradbena industrija tako dejansko porablja neverjetnih 36 % svetovne energije in prispeva 40 % emisij CO_2. Velik vpliv na emisije ogljika imata proizvodnja in transport nekaterih tradicionalnih gradbenih materialov. Proizvodnja betona denimo letno povzroči več kot 2,8 milijarde ton izpusta CO^2, kar se še povečuje, saj v gradbeništvu vsako leto vlijemo 4 milijarde ton betona. Rudarstvo surovin klasičnih gradbenih materialov lahko poleg tega povzroča onesnaženje lokalnih vodnih gladin. Gradnja povzroča tudi nevarne odpadke, nepravilno odstranjevanje takih odpadkov pa lahko povzroči onesnaženje, ki ne vpliva samo na okolje, temveč tudi na zdravje ljudi, ki živijo na območju odlaganja (Gorgolewski, 2018).

Prehajanje na metode trajnostne gradnje ni mogoče čez noč, nekateri sodobni pa ponujajo pristopi izjemno dobre priložnosti za prehajanje na trajnostne materiale in procese. Montažne gradnje so gotovo eden od takšnih načinov, saj je sektor v dinamičnem razvoju in že v osnovi zelo dovzeten za trajnostne inovacije. Čeprav obstajajo v družbi in tudi v industriji na splošno še nekateri pomisleki, predvsem glede stroškov in kakovosti, primerjalne študije kažejo, da so ti pomisleki odveč. Montažne in trajnostne gradnje vsaj na ravni stanovanjskih objektov v tem trenutku bistveno ne presegajo stroškov klasične gradnje, hkrati pa ponujajo različne opcije nadgradnje, ki lahko pomembno doprinesejo k energetski učinkovitosti objektov. Zelene gradnje so povezane z manjšimi operativnimi stroški in uporaba zadnjih trajnostnih tehnologij

in gradbenih procesov lahko po trenutnih podatkih na letni ravni privarčuje 400 milijard ameriških dolarjev porabe energije. Neposredni prihranki so med gradnjo vezani na zmanjšan obseg odpadkov, uporaba energetsko varčnejših strojev pa na zmanjšano porabo goriv (Tomažič, 2020).

Trajnostne učinke na ravni uporabe objektov dosegamo na dva načina, in sicer s tehnološko naprednimi rešitvami in z naravnimi rešitvami. Tehnološko napredne rešitve se nanašajo na povečanje debeline izolacije, vgradnjo energijsko učinkovitih oken in mehanskih prezračevalnih sistemov, ki zagotavljajo vračanje toplote zavrženega zraka. S tehnološko naprednimi rešitvami ustvarjamo želene specifike bivalnih pogojev, v odvisnosti od funkcionalnosti notranjih prostorov in potreb uporabnikov. Naravne rešitve se na drugi strani nanašajo na naravne, rastlinske in živalske materiale, ki jih uporabljamo pri gradnji in ne zahtevajo zahtevnih sistemov delovanja. Ti materiali zagotavljajo karseda optimalne bioklimatske pogoje, hkrati pa od uporabnika pričakujejo, da se bolj prilagaja razmeram v objektu (Tomažič, 2020).

8 SKLEP

Gradnja hiše pogosto predstavlja eno največjih posameznikovih investicij in s pojavom vse več različnih alternativ na trgu je uporabnik postavljen pred zahtevno odločanje med eno in drugo možnostjo. Namen diplomskega dela je bil opraviti sistematično primerjavo klasične in montažne gradnje ter na podlagi rezultatov podati smernice za odločanje. Na podlagi primerjave materialov in postopkov gradnje, cene in hitrosti ter kakovosti in uporabnosti ugotavljamo, da so trenutno glavne prednosti klasične gradnje prilagodljivost tempa gradnje in strukture objekta ter možnost samostojne izvedbe nekaterih postopkov. Klasična gradnja tako tudi uporabnikom z omejenimi viri in sredstvi omogoča, da zgradijo hišo. Montažna gradnja na drugi strani zahteva sklenjeno financiranje in sklenjeno izvedbo del v neprekinjenem vrstnem redu, za izvedbo postopkov pa so potrebna posebna znanja in mehanizacija. Vendar pa prinaša montažna gradnja vrsto prednosti, kot so hitra izvedba, uporaba trajnostnih materialov, ki povzročajo manj negativnih učinkov na okolje in človeka, večja potresna in požarna varnost, višja kakovost bivanja. Montažna gradnja v trenutni stopnji razvoja obljublja velik potencial za nadaljnji razvoj visoko energetsko učinkovitih, varnih, okolju in človeku prijaznih objektov, zaradi možnosti avtomatizacije in serijske proizvodnje pa tudi potencial za vse bolj cenovno dostopne rešitve.

Pri obeh vrstah gradnje si gradbene faze sledijo v podobnem vrstnem redu. Večja razlika se pojavi zgolj v natančnosti, saj montažna gradnja nima veliko toleranc pri odstopanjih, čeprav danes že pri klasični gradnji težko opazimo večja odstopanja, sploh, če dela izvaja renomirano in ugledno podjetje. V obeh primerih je glavni cilj zadovoljiti investitorja in dela izvesti v skladu z gradbeno zakonodajo in gradbenimi normami. Med samo gradnjo je ključen kakovosten nadzor, saj le tako lahko nadziramo postopke in kvaliteto vgrajenih materialov. Nadzor in kontrola sta ključna za kvalitetno izvedena dela in dolgo življenjsko dobo tako montažnih kot tudi klasično grajenih hiš.

Energetska učinkovitost objektov je v zadnjih letih postala zelo pomemben dejavnik vsake gradnje ali obnove. Med primerjavo klasične in montažne gradnje smo videli, da energetska učinkovitost govori z veliko prednostjo v prid montažnim gradnjam. Za gradnjo klasičnih stavb je še vedno velik problem vpliv na okoljske obremenitve, saj proizvodnja materialov povzroča velike porabe energije in nevarne odpadke za okolje. Nasprotno pa je v primeru montažnih gradenj, saj je les glavni material za izvedbo le teh. Med samo proizvodnjo in obdelavo lesa ne prihaja do škodljiivh posegov v okolje in ne nastajajo nevarni odpadki, ki bi bili nevarni za

okolje. Preostali materiali kot so mavec in celuloza pravtako ne škodujejo okolju in ne sproščajo potencialno nevarnih snovi, hkrati pa zadržujejo optimalne količine vlažnosti. Veliko ljudi se prav zaradi teh dejavnikov odloča za montažno gradnjo, pravtako govorijo v prid montažnih gradnjam različne subvencije in eko skladi kateri spodbujajo takšne vrste gradenj. Glede na trend kateri se je razvil v zadnjih letih bo montažna gradnja pridobivala vedno več potencialnih kupcev, sploh zaradi vedno večje avtomatizirane proizvodnje, katera bo pripomogla k cenejši ponudbi montažnih hiš.

Ključen faktor in prednost klasične gradnje bo še vedno prilagajanje investitorju, saj ta lahko sam prilagaja način gradnje v okviru svojih finančnih možnosti. Pravtako je pomemben faktor možnost sprememb med samo gradnjo in odločanje do katrere gradbene faze se objekt zaključi. Moramo se zavedati, da vsi investitorji nimajo veliko finančnih zalog in smatrajo gradnjo hiše kot dolgoročni projekt. Načeloma bodo ti dejavniki še vedno ključen faktor, da se bodo ljudje odločali za gradnjo klasične hiše. V obeh primerih gre za kakovostne gradnje in prav je, da lahko ljudje imajo izbiro kakšno vrsto hiše si želijo. Odločitev je in vedno bo stvar posameznika pa naj bo to klasična ali montažna hiša.

Po končanih analizah in raziskavah smo prišli do zaključka, katere hipoteze lahko potrdimo ali ovržemo:

H1: Hipotezo smo ovrgli, saj se je v našem primeru izkazalo, da je gradnja klasične hiše cenejša od montažne za 7 %.

H2: Hipotezo smo potrdili, saj je gradnja montažne hiše bistveno hitrejša do gradnje klasične hiše, v našem primeru za 37 dni.

H3: Hipotezo smo ovrgli, saj se je izkazalo, da gradnja klasične hiše ni nujno kakovostnejša od gradnje montažne hiše. Glede na naše analize in raziskave sta obe vrsti gradnje lahko zelo kakovostni, je pa seveda pri obeh potrebna kvalitetna gradnja in strokovni nadzor.

9 VIRI IN LITERATURA

Belingar, E. (2012). Moji kvadrati: najboljše ideje iz Večerovih Kvadratov. Maribor: Večer.

Bell, K. (2019). Rethink modular: assessing the durability and life cycle of modular construction. Charlottesville: Modular Building Institute.

Berger, R. (2018). Prefabricated housing market in Central and Northern Europe: Overview of market trends and development. Munich: Roland Berger.

Costa Duran, S. (2019). Prefab houses. Köln: Evergreen.

Dave, M., Watson, B. in Prasad, D. (2017). Performance and perception in prefab housing: An exploratory industry survey on sustainability and affordability. Procedia engineering, 18(1)0, 676–686.

Gorgolewski, M. T. (2018). 12 The potential for prefabrication in UK housing to improve sustainability. Smart and sustainable built environments, 12(1), 24–29.

Gunawardena, D., Mendis, P., Ngo, D., Aye, L., & Alfano, J. (2014). Sustainable prefabricated modular buildings. Resources, conservation and recycling, 139, 259–261.

Haarich, H. (1990). Družinska hiša brez napak. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Hošpel, I., Kalamar, B. in Strehar, T. (2016). Gradnja in obnova hiše: od ideje do hiše pod vodstvom strokovnjakov. Ljubljana: Lisac & Lisac.

Jiang, Y., Zhao, D., Wang, D. in Xing, Y. (2019). Sustainable performance of buildings through modular prefabrication in the construction phase: a comparative study. Sustainability, 11(20), 56–58.

Kitek Kuzman, M. (2009). Lesena gradnja v Sloveniji. Ljubljana: Sekcija slovenskih proizvajalcev montažnih hiš pri GZS.

Koklic, M. K. in Vida, I. (2011). Consumer strategic decision making and choice process: prefabricated house purchase. International journal of consumer studies, 35(6), 634–643.

Ku, K. in Cardenas, C. (2019). Flexibility in Prefabrication Approaches: Lessons from two US Homebuilders. V Rose, W. B. in Ten Wolde, A. (ur.), Wood structures symposium (7–9). Deweour: Forest Products Laboratory.

Liu, Y., Shen, L., Li, Z., & Liu, Y. (2018). Research on the Effect of Environmental Improvement on Prefabricated Housings Based on DSR Model [J]. Journal of Applied Science and Engineering Innovation, 5(3), 84–89.

Lovše, S. (2010). Sodobne hiše z najpopolnejšim katalogom enodružinskih hiš. Maribor: Večer.

Mao, C., Shen, Q., Shen, L. in Tang, L. (2013). Comparative study of greenhouse gas emissions between off-site prefabrication and conventional construction methods: Two case studies of residential projects. Energy and buildings, 66(3), 165–176.

Meşhur, H. F. A. in Çakmak, B. Y. (2018). Universal design in urban public spaces: the case of Zafer Pedestrian Zone/Konya-Turkey. Iconarp international journal of architecture and planning, 6(2), 15–40.

Mikič, H. (2012). Sodobne hiše s katalogom slovenskih ponudnikov hiš na ključ. Maribor: Večer.

Panjehpour, M. in Ali, A. A. A. (2013). A review of prefab home and relevant issues. Constructii, 14(1), 53–63.

Sendi, R., Cotič, B., Šuklje E., Erjavec, A., Slaček, M., Tržan, M., Tomšič, M. in Šantl, S. (2007). Priročnik za gradnjo družinske hiše v lastni režiji. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

Smith, R. E. (2010). Prefab architecture: a guide to modular design and construction. New York: John Wiley & Sons.

Suratkon, A. in Jusoh, S. (2015). Indicators to measure design quality of buildings. V Guarino, N. (ur.), First international conference on science, engineering & environment (126–132). Tsu City: Confsee.

Tertai, K. in Grum, B. (2019). Prehod mladih (družin) v samostojno gospodinjstvo: stanovanjska problematika. V Grum, B., Temeljotov Salaj, A. in Bogataj, D. (2019). Znanstvene razprave s področja nepremičnin (str. 77–98). Nova Gorica: Nova univerza.

Tomažič, R. (2020). Trajnostna gradnja – učinkovita in trajno neškodljiva. Dostopno na https://www.varcevanje-energije.si/novice-rss-zanimivosti/trajnostna-gradnja-koristna-ucinkovita-in-trajno-neskodljiva.html (18. 9. 2020).

Torelli, N. (2012). Montažne hiše. Ljubljana: Zveza lesarjev Slovenije.

Zemke, D. M., Zhong, Y. Y. in Raab, C. (2019). A building’s design quality: measuring the esoteric. Property Management.

Žitko, M. (2012). Sodobne hiše s katalogom slovenskih ponudnikov hiš na ključ. Maribor: Večer.