



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ**



мр Александар Рудник Милановић, дипл.инж.арх.

**РАЗВОЈ ПОДЗЕМНИХ СТАМБЕНИХ ОБЈЕКТА
И ЊИХОВА САВРЕМЕНА ПРИМЕНА У СРБИЈИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад , 2016.



КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР :	
Идентификациони број, ИБР :	
Тип документације, ТД :	Монографска публикација
Тип записа, ТЗ :	Текстуални и графички штампани материјал
Врста рада, ВР :	Докторска дисертација
Аутор, АУ :	Мр Александар Рудник Милановић
Ментор, МН :	Проф. др Нађа Куртовић-Фолић
Наслов рада, НР :	Развој подземних стамбених објеката и њихова савремена примена у Србији
Језик публикације, ЈП :	Српски
Језик извода, ЈИ :	Српски и енглески
Земља публиковања, ЗП :	Србија
Уже географско подручје, УГП :	Војводина
Година, ГО :	2016
Издавач, ИЗ :	Ауторски репринт
Место и адреса, МА :	Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, ФО : (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	7 поглавља, 195 страна, 140 цитата, 6 табела, 4 графикона, 4 дијаграма, 2 цртежа, 367 слика
Научна област, НО :	Архитектура
Научна дисциплина, НД :	Архитектонско – урбанистичка теорија и пракса
Предметна одредница/Кључне речи, ПО :	Подземни стамбени објекат, историја и трансформација, савремени модел, стратегије имплементације
УДК	
Чува се, ЧУ :	Библиотека ФТН и последипломска библиотека Департмана за архитектуру и урбанизам
Важна напомена, ВН :	
Извод, ИЗ :	Подземни објекти због својих позитивних утицаја на смањивање негативних процеса урбанизације, све више постају саставни део урбаних простора како у градским тако и у сеоским срединама. Посебан аспект истраживања посвећен је моделима који интегративно могу допринети превентивним поступањима за заштиту насеља и објеката од загађајења попут буке и загађења ваздуха, али и могућој превентивној заштити од временских непогода и њихових последица попут поплава. Насути подземни објекти могу дакле имати значајну улогу у изградњи објеката који би поред стамбене, имали и фортификациону улогу посматрајући начине изградње и функционисања подземних стамбених објеката.
Датум прихватања теме, ДП :	
Датум одбране, ДО :	
Чланови комисије, КО :	Председник: Др Радомир Фолић, проф. емеритус
	Члан: Др Александра Крстић, ред. професор
	Члан: Др Мирјана Малешев, ред. професор
	Члан: Др Јелена Атанацковић Јеличић, ван. проф.
	Члан, ментор: Др Нађа Куртовић Фолић, ред. професор
	Потпис ментора



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :			
Identification number, INO :			
Document type, DT :	Monographic Publication		
Type of record, TR :	Textual and Graphic Material		
Contents code, CC :	Doctoral Dissertation		
Author, AU :	Mr Aleksandar Rudnik Milanović		
Mentor, MN :	Prof. Dr Nađa Kurtović-Folić		
Title, TI :	The development of underground residential houses and their contemporary implementation in Serbia		
Language of text, LT :	Serbian		
Language of abstract, LA :	Serbia		
Country of publication, CP :	Serbia		
Locality of publication, LP :	Vojvodina		
Publication year, PY :	2016		
Publisher, PB :	Author's Reprint		
Publication place, PP :	Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 6		
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	7 chapters, 195 pages, 140 quotes, 6 tables, 4 charts, 4 diagrams, 2 drawings, 367 photos		
Scientific field, SF :	Architecture		
Scientific discipline, SD :	Architectural – Urban Theory and Practice		
Subject/Key words, S/KW :	Underground houses, history and transformation, modern transformation, implementation strategies		
UC			
Holding data, HD :	Library of the Faculty of Technical Science and Postgraduate Library of the Department of Architecture and Urban Planning		
Note, N :			
Abstract, AB :	Underground structures because of its positive effect on reducing negative process of urbanization, are increasingly becoming an integral part of the urban area in both urban and rural areas. A particular aspect of the research is dedicated to integrative models that can contribute to preventive actions to protect settlements and objects from pollution such as noise and air pollution, and possible preventive protection from the weather and their consequences like flood. Underground houses can therefore play an important role in the construction field, where besides residential purpose that type of buildings could have a important role as a fortifications against the floods wave.		
Accepted by the Scientific Board on, ASB :			
Defended on, DE :			
Defended Board, DB :	President:	Dr Radomir Folić, prof. emeritus	Menthor's sign
	Member:	Dr Aleksandra Krstić red. profesor	
	Member:	Dr Mirjana Malešev, red. profesor	
	Member:	Dr Jelena Atanacković Jeličić, van. prof.	
	Member, Mentor:	Dr Nađa Kurtović Folić, red. profesor	

Под кладом рупа, тамна и глуха,
 простирка у њој од лишћа суха.
 Ту Жежић уђе, плива у срећи,
 шушти и пипа гдје ли ће лећи.
 Намјести кревет, од педља дужи,
 зијевну, па леже и ноге пружи.
 Сав блажен, сретан, није без броја:
 Кућицо драга, слободо моја!
 Палато дивна, дрвеног свода,
 колијевко мека, лиснатог пода,
 увијек ћу вјеран остати теби,
 низашто ја те мијењао не би!
 У теби живим без бриге, страха
 и бранит ћу те до задњега даха!



Јежева кућица / Бранко Ћопић

САДРЖАЈ

1.0 УВОДНА РАЗМАТРАЊА

1.1. Предмет и проблем истраживања	1
1.2. Радне хипотезе и полазишта за рад	1
1.3. Задаци и циљ истраживања	2
1.4. Очекивани резултати истраживања и њихова примењивост	3
1.5. Научне методе истраживања	3
1.6. Преглед досадашњих истраживања	4
1.7. Сажетак рада	5

2.0 РАЗВОЈ ПОДЗЕМНИХ СТАМБЕНИХ ОБЈЕКТА ОД ПРАИСТОРИЈЕ ДО ДАНАС

2.1. Порекло и обликовање подземних објеката кроз праисторију	6
2.1.1. Палеолит	7
2.1.2. Неолит	9
2.1.3. Гвеоздено доба	14
2.2. Развоја подземних објекти кроз историју	15
2.2.1. Стари век	15
2.2.2. Средњи век	21
2.2.3. Нови век	23
2.3. Подземни објекти у савремено доба	25
2.3.1. Подземни градови	25
2.3.2. Подземни појединачни стамбени објекти	31
2.3.3. Подземни појединачни стамбени објекти у Србији	37
2.3.3. Примена подземних објеката у новој стамбеној архитектури	40

3.0	ОСНОВНЕ ДЕФИНИЦИЈЕ ПОДЗЕМНИХ СТАМБЕНИХ ОБЈЕКТА ,	
	ТИПОЛОГИЈА, СТРУКТУРА И СВОЈСТВА	
3.1.	Еволуција подзмених објеката	41
3.2.	Дефиниција подземних објеката	49
3.2.1.	Подземни стамбени објекти интегрисани у постојећи амбијент	50
3.2.2.	Вештачке подземне стамбене структуре	51
3.3.	Основна типологија подземних објеката	53
3.3.1.	Подземни стамбени објекти у терену укопаног типа	57
3.3.2.	Подземни стамбени објекти у терену отвореног типа	57
3.3.3.	Подземни стамбени објекти у терену елевационог типа	58
3.3.4.	Насутих подземни стамбени објекти елевационог типа	59
3.3.5.	Подземни нивои стамбених објеката - градски стамбени блокови	60
3.3.6.	Комбинација надземног и укопаног подземног стамбеног објекта	61
3.3.7.	Насути подземни стамбени објеката продирућег типа	62
3.4.	Структура подземних објеката	
3.4.1.	Структура укопаног подземног објекта	63
3.4.2.	Структура насуте подземне стамбене архитектуре	64
3.4.3.	Структура насутог подземног објекта елевационог типа	65
3.4.4.	Структура подземног стамбеног објекта продирући тип	67
3.4.5.	Структура елевационог типа - објекти од фибергласа	69
3.4.6.	Структура зелених и природних слојева вегетације	70
3.5.	Приказ основних утицаја на функционисање подземних објеката	
3.5.1.	Утицај атмосферских падавина на подземне објекте	72
3.5.2.	Утицај биодиверзитета на подземне објекте	75
3.6.	Подземни стамбени објекти у контексту енергетски ефикасних објеката	76
3.7.	Подземни стамбени објекти у контексту смањења негативних еколошких утицаја на животну средину	80
3.8.	Ограничења при изградњи подземних објеката	83

4.0. РЕГУЛАТИВЕ И СТАНДАРДИ И АСПЕКТИ

ИЗГРАДЊЕ ПОДЗЕМНИХ СТАМБЕНИХ ОБЈЕКТА (ПСО)

4.1.	Интернационалне правно - административне регулативе	84
4.1.1	Урбанистичко планирање и веза са изградњом ПСО	90
4.1.2	Урбанистичка правила за изградњу ПСО	97
4.1.3	Регулатива везана за безбедоносни аспект при пројектовању ПСО	104
4.1.4	Регулатива везана за енергетски аспект при пројектовању ПСО	108
4.2.	Социо - просторни аспект ПСО	113
4.3.	Економски аспект одрживости ПСО	116
4.4.	Предлог за измену законске регулативе Србије	
4.6.1.	Предлог за измену Закона о планирању и изградњи	118
4.6.2.	Предлог за израду Правилника за изградњу ПСО	119

5.0. СТУДИЈЕ СЛУЧАЈА ПРИМЕРИ РЕАЛИЗОВАНИХ ОБЈЕКТА У СВЕТУ

5.1. Насути подземни стамбени објекти

5.1.1.	Подземни стамбени објект Токио, Јапан	120
5.1.2.	Подземни стамбени објект Кумбрија, Велика Британија	123
5.1.3.	Подземни стамбени објект Ostin ,Teksas,САД	125
5.1.4.	Подземни стамбени објект Minesota,САД	128

5.2. Укопани подземни стамбени објекти

5.2.1.	Подземни стамбени објект у Глочестершајр Велика Британија	131
5.2.2.	Подземни стамбени објект Јангпјонг Кјонги-до, Сеул, Јужна Кореја	134
5.2.3.	Подземни стамбени објект у Валсу, Швајцарска	137
5.2.4.	Подземни стамбени објект у Лаудвотеру , Велика Британија	140

6.0. МОДЕЛ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ ПОДЗЕМНИХ ОБЈЕКТА У СРБИЈИ

6.1. Анализа структуре грађевинског фонда – подземних стамбених објеката	143
6.2. Пример реализованог ПСО у селу ДОБРАЧА код Крагујевца	150
6.3. Метод моделовања	
6.3.1. Дефинисање сценарија – опција	163
6.3.2. Пренамена подземних објеката у ПСО	166
6.3.2Асоцијативни приступ моделовању	169
6.3.2. Савремени типолошки модела за пројектовање ПСО	172
6.4. Компаративна анализа и дискусија резултата	175
6.5. Закључак	180
7.0 ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	
7.1. Резултати истраживања	181
7.2. Препоруке и могући правци даљег истраживања	186
7.3. Нерешени проблеми	194

БИБЛИОГРАФИЈА

ПОПИС ТАБЕЛА, ГРАФИКОНА И ДИЈАГРАМА

БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

Овај докторат је резултат љубави, воље и упорности,
али и моје обавезе као истраживача, да са овом темом одем *корак даље*,
ка новим границама спознаје смисла бављења архитектуром.
Овај *корак даље* не би био могућ без посвећености
моје менторке проф. др Нађе Куртовић Фолић,
која ме је својом стручношћу и искуством,
а пре свега са великом подршком,
да тај корак буде сигуран, водила кроз цео рад.
Посебну улогу у изради овог рада заузима моја породица,
супруга Александра и кћерка Дарија
које су биле моји највећи мотиватори, да овај рад буде баш овакав какав јесте.
Овај докторат посвећујем мојим родитељима,
просветним радницима у пензији,
Љубинки и Драгославу Милановић.

1.0 УВОДНА РАЗМАТРАЊА

1.1. Предмет и проблем истраживања

Предмет истраживања је развој и трансформације подземних објеката кроз историју, са нагласком на критичкој анализи савремених примера реализованих подземних објеката, која обухвата различите аспекте утицаја на њихову изградњу, уз дефинисање основне типологије и утврђивање предности и недостатака појединих типова и облика, концепата, ради формулисања стратегије имплементације и начина усвајања модела који оптимално одговара нашој средини кроз законску регулативу, процесе планирања и пројектовања у Србији.

Последње две деценије XX. века, прво у Америци, а касније и у другим развијеним земљама, почела су интензивна научна истраживања, а паралелно са тим, и реализација савремених облика подземне куће. Научна истраживања су пратила и технолошка достигнућа, посебно у домену хидроизолације и дренаже слојева који контактирају површину земље а затим и слојева који представљају кровне зелене површине објекта, елементе који представљају саму суштину функционисања подземне архитектуре. Истраживања се спроводе мултидисциплинарно у областима архитектуре и урбанизма, историје, енергетике, грађевинарства, психологије, социологије и медицине. Због слојевитости и сложености истраживања постављена су различита полазишта и примењени су различити методолошки поступци. Бројни проблеми истраживања односе се на комплексне програмске, функционалне и просторне утицаје подземних објеката у односу на окружење за које је потребно дефинисати решење. За тај процес је неопходан синтетички приступ заснован на теоријским истраживањима из свих наведених области у оквиру којих се разматрају елементи, делови или целина подземних објеката. Погодност при решавању проблема је што су владајући ставови о значају и начину примене изградње подземних објеката исти или веома слични, с тим што се уважавају локалне специфичности климе, због природе основних грађевинских материјала као и структуре објеката и њихових контаката са земљом и окружењем.

1.2. Радне хипотезе и полазишта за рад

У складу са изнетим проблемима и предметом истраживања, дефинисане су следеће радне хипотезе :

- подземни стамбени објекти су у различитом обиму и подручјима присутни већ више од 2 милиона година са увек јасно израженом функционалном оправданошћу;
- иако постоји велика разноликост у конструкцији и техникама изградње која се уочава кроз историјски развој, не може се дефинисати препознатљива градитељска традиција, осим у периоду у којем се примењују различите врсте бетона као преовлађујућег конструктивног материјала за подземне објекте;
- подземни објекат је адекватан, односно примерен модел за становање и у Републици Србији, којим се унапређује животна средина, побољшава енергетска ефикасност објеката, очување биодиверзитета, естетике и поседује низ других предности у односу на неке друге стамбене облике заступљене у нашој средини.
- Већа заступљеност подземних објеката стратешки се обезбеђује се израдом Правилника за изградњу подземних објеката, усвајањем Закона о планирању и изградњи и изменама чланова који се односе на термине и начине употребе подземних објеката чиме се успоставља стимулативни законски и плански оквир у изградњи и урбанистичком планирању

1.3. Задаци и циљ истраживања

Циљ истраживања са нагласком на резултате које се очекују:

1. На основу анализе и вредновања историјског развоја стамбених подземних објеката, дефинисањем јаких типолоских карактеристика формирана је типологија подземних стамбених објеката са базом података потребном за дефинисање савремене методологије планирања и пројектовања подземних стамбених објеката у различитим климатским, друштвеним, културним и економским условима.

2. На основу критичког истраживања савремене праксе у реализацији подземних објеката, дефинисани су индикатори за формирање модела који се оптимално могу имплементирати у урбаним срединама Србије.

3. Формулисане су препоруке за планирање, пројектовање и извођење подземних објеката у Србији.

У односу на постављене циљеве, дефинисани су и обављени следећи **задаци** истраживања:

- да се истраживањем континуитета присуства и обликовања подземних стамбених објеката кроз праисторију, историју и савремено доба, идентификују, верификују и валоризују значајни примери који су имали специфичну функционалну оправданост;
- да се омогући боље разумевање ове појаве у савременом добу, кроз анализу и валоризацију градитељског наслеђа, мотива њиховог настанка, утврђивањем каузалности између друштвених, економских и појавних облика подземне стамбене архитектуре у односу на достигнути ниво у свету;
- да се адекватно вреднују и прикажу савремене тенденције развоја и примене подземне стамбене архитектуре, узимајући у обзир чињеницу да се подземни објекти све више примењују као модел у контексту једне од мера за обезбеђивање услова за побољшање утицаја урбаних средина на климатске промене;
- да се сагледају иновативне политике које би поспешиле примену модела подземне стамбене архитектуре ради планирања простора у складу са принципима одрживог развоја

1.4. Очекивани резултати истраживања и њихова примењивост

Најважнији резултат је прихватање и имплементација модела подземних објеката као веома квалитетног облика становања у урбанистичким и архитектонским документима, ради унапређења планерских и пројектантских процеса у урбаним срединама Србије. Дефинисани модели формулисани су као теоријски основ, а препоруке су дате у облику препорука за израду приручника за реализацију подземних објеката. Резултатима рада дефинисани су услови за промоцију пројектовања различитих типова и варијантних решења подземних објеката, и то у контексту функције, специфичних енергетски ефикасних модела и других перформанси. Истовремено сви добијени резултати служе у едукативне сврхе стручњака и корисника.

Резултат треба да се оствари усвајањем препорука за иновирање предлога Нацрта Закона о уређењу простора и изградње, са циљем успостављања законских и планских оквира у просторном и урбанистичком планирању. Очекује се да ће рад служити и за израду Правилника за изградњу подземних објеката, уз успостављање критеријума и за остале комплементарне законске регулативе, чиме би се квантификовале остале вредности које се остварују са пројектовањем подземних објеката. Подземни објекти представљају комбиновани одрживи модел, који своје функционисање заснивају претежно на рециклирању атмосферских вода са површине зелених кровова, уз коришћење енергије добијене из земље или подземних вода за потребе грејања и хлађења објекта. Услед ограничених просторних могућности у градовима за примену биоклиматских принципа пројектовања, афирмисањем развоја подземних објеката ван насељених места која нису инфраструктурно снабдевена, могуће је постићи максималну енергетску ефикасност уз увођење соларних система као трећег допунског вида снабдевања енергијом. Посредан резултат примене модела подземних објеката у урбанизованим срединама је задржавање укупне површине земљишта под вегетацијом, чиме се постиже максимални ефекат остваривања повољних утицаја на квалитет и квантитет екосистема који се применом овог облика у изградње може очувати.

1.5. Научне методе истраживања

С обзиром на комплексност истраживања примењено је неколико метода рада:

Историјски метод коришћен је са циљем истраживања развоја и трансформација подземног објекта у зависности од друштвено-историјског контекста, односно периода у коме су се ови објекти појављивали, као и на ком подручју су настајали. Паралелно ће се примењивати и компаративни метод, ради проучавања начина организације простора, начина изградње подземних објеката, дефинисања одлика и типологије подземних објеката.

Типолошки метод, који се заснива на проучавању и синтетизовању заједничких просторних, конструктивних и функционалних карактеристика, примењен је за проучавање постојећих реализованих подземних објеката. Дефинисана је типологија на основу неколико јаких типолошких карактеристика. Основна типологија је изведена према локацији, структури и начину функционисања. На основу карактеристика репрезентативних примера кроз историју, утврђене су и савремене типологије подземних објеката.

Метод моделовања повезаће својства подземних објеката са препорукама за пројектовање и ширу примену подземних објеката у градитељској пракси. На основу практичних (стварних) модела, већ изграђених подземних објеката, биће дат идеализовани модел (угледни пример) заснован на стварности и законодавној регулативи. *Метод асоцијације* биће приказан као средство за подстицање креативности и стваралачког чина који настаје најчешће у фази концепта – идејног решења. Метод асоцијација засниван на генерисању форме и облицима из природе као један од покрета у архитектури где доминира примена ове методе, биће приказан са циљем указивања на позитивне ефекте успостављених релација на линији функција - архитектура која настаје применом ове методе.

1.6. Преглед досадашњих истраживања

Група аутора Donna Ahrens, Tom Ellison, Ray Sterling из 1981. у својој књизи под називом *Earth Sheltered Homes: Plans and Designs: Underground Space Center*, University of Minnesota, приказује детаљне описе и изводе из пројектне документације са фотографијама пројектованих и изведених подземних објеката у Сједињеним Америчким Државама и Европи. Приказани примери су пројектовани и успешно реализовани како у погледу функције, тако и у односу на форму и положај објекта у односу на локацију. Књига Robert L. Roy, у 1994., *The Complete Book of Underground Houses*, Sterling Publishing Company, даје преглед реализованих подземних објеката уз коментаре власника ентузијаста али и архитеката из *Underground Space Center*, University of Minnesota. Утисци корисника тих простора али и стручњака у великој мери промовишу концепт изградње подземних стамбених објеката. Књига Malcolm Wells, 2009., *The Earth-Sheltered House: An Architect's Sketchbook*, Chelsea Green Publishing дефинише типологију, предности и недостатке појединих типова подземних објеката. Сprovedена истраживања приказана у овој књизи су од великог значаја за приступе пројектовању подземних стамбених објеката, посебно због критичког приступа који ће будућим пројектантима свакако бити од великог значаја.

Проучавање историјског контекста настајања станишта и односа према подземној стамбеној архитектури, је од великог значаја за прихватање подземне стамбене архитектуре као градитељског наслеђа али и иновативног приступа планирању, пројектовању и изградњи стамбених простора. Књига Драгослава Срејовића, Лепенски Вир нова праисторијска култура у подунављу, у издању Српске књижевна задруга Београд, представља полазну тачку проучавања станишта човека ван његових природних склоништа. Геометризација у форми кућа Лепенског вира, представља први грађевински пројекат у историји цивилизације.

Подаци о подземној стамбеној архитектури, насељима са земуницама из доба неолита који се могу наћи у истраживањима Милитина Гарашанина публикованих у *Праисторији југославенских земаља II – неолит* 1979., као и књизи Миленка Богдановића, *Гривац – насеља протостарчевачке и винчанске културе*, 2004. али и групе аутора John Boardman, I. E. S. Edwards, N. G. L. Hammond, E. Sollberger; *The Cambridge Ancient History; The Prehistory of the Balkans, the Middle East and the Aegean World, Tenth to Eighth Centuries BC*; 1982., представљају значајна истраживања која о постојању земуница утврђују њихов контекст као архетипског модела становања.

Истраживања која су спровели Eoyer, L. L. and W. T. Grondzik, *Habitability and Energy Performance of Earth-Sheltered Dwellings*, Oklahoma State University, 1980, Wendt R. L, 1982, *Earth-Sheltered Housing: An Evaluation of Energy-Conservation Potential*. U.S. Department Of Energy, Oak Ridge Operations, у правцу потврђивања подземних стамбених објеката као енергетски ефикасних објеката, била су од великог значаја за однос према општој оцени ефикасности подземних стамбених објеката.

Пројектовање подземне стамбене архитектуре је детаљно представљено у истраживањима које је спровео Истраживачки центар за подземну архитектуру у Минесоти, који је публикован у *Earth Sheltered Housing Design: Guidelines, Examples, and References* Paperback – 1979., али и у истраживањима Robert McConkey публикованим у *The Complete Guide to Building Affordable Earth-Sheltered Homes*: Atlantic Publishing Group Inc. Публиковање нових пројеката изведених као подземна стамбена архитектура представљено је на најзначајнијим сајтовима посвећеним архитектури попут; <http://inhabitat.com>; www.terradome.com; www.earthshelteredhome.com, <http://www.inspirationgreen.com>.

1.7. Сажетак рада

Подземни објекти у Републици Србији су у до сада били недовољно заступљени као позитивни примери из интернационалне праксе у урбанистичкој и пројектантској области. У великом делу света, међутим, тема изградње подземних објеката је присутна и озбиљно се разматра како у круговима професионалне, тако и шире јавности.

Паралелни развој научних истраживања и технологије, посебно у последњој деценији, основ су за све квалитетнију примену изградње подземних објеката. Насупрот томе, у Републици Србији, потреба за изградњом подземних енергетски ефикасних објеката скоро да и не постоји, маргинализована је и често није ни позната у појединим срединама. Скроман фонд реализованих пројеката је заснован искључиво на ентузијазму и авангарди појединаца, са неколико примера који су реализовани или у фази реализације у којима у појединим случајевима учествују и читави тимови стручњака. Свест о значају пројектовања подземних објеката је врло мало присутна у нашим програмима образовања, посебно у сфери високог образовања, перманентног професионалног усавршавања стручњака, законодавства и регулативе. Наведена тема није заступљена, зато што се о подземним објектима врло мало пише и зна, иако се још од праисторијских станишта бележе први облици ових типова објеката.

Примена изградње ових типова објеката, забележена је готово кроз све праисторијске и историјске периоде до данашњих дана, када се такви типови објеката граде у готово свим географским подручјима. Подземни стамбени објекти који су изграђени пре више хиљада година и који се и данас могу наћи на просторима Африке, Аустралије, Азије, Европе и Америке, представљају значајне примере градитељског наслеђа на интернационалном нивоу. Из свих наведених закључака је проистекла и потреба за детаљнијим истраживањем праисторијског и историјског контекста развоја подземних стамбених објеката.

Важан разлог за одабир ове истраживачке теме био је утврђивање степена утицаја ових типова објеката на очување природних ресурса: земљишта, воде и климе. Приступ грађењу објеката у градским срединама који имплементирају елементе пејзажне архи - тектуре са најчешће зеленим крововима, један од препознатљивих обележја ове архитектуре.

Како се градови убрзано развијају и њихова територија интензивно проширује, све више се успостављају релације које градове стављају у зависни положај у односу на шире окружење. Савремени развој градова је усмерен ка повећању густине која се одражава на заузеће парцела и усмеравање изградње ка типологији градова са кулама - облакодерима. Једна од значајних опција, која обезбеђује здравију животну средину, је изградња подземних објеката који негативне утицаје емисије ЦО₂ може знатно умањити.

Подземни објекти због својих позитивних утицаја на смањивање негативних процеса урбанизације, све више постају саставни део урбаних простора како у градским тако и у сеоским срединама. Изградњом ових објеката се регулише смањење загађења ваздуха, земљишта, воде, буке, потребе за хлађењем и грејањем објеката, смањује укупна количина „урбаних топлотних острва“ и др.

Посебан аспект истраживања посвећен је моделима који интегративно могу допринети превентивним поступањима за заштиту насеља и објеката од загађајења попут буке и загађења ваздуха, али и могућој превентивној заштити од временских непогода и њихових последица попут поплава. Насути подземни објекти могу дакле имати значајну улогу у изградњи објеката који би поред стамбене, имали и фортификациону улогу, посматрајући могуће начине изградње и функционисања подземних стамбених објеката.

2.0 ПОРЕКЛО И РАЗВОЈ ПОДЗЕМНИХ СТАМБЕНИХ ОБЈЕКТА

Од праисторије до данас човек се прилагођава условима и окружењу у којем борави, постепено подижући квалитет живота и функције заједнице коју он као јединка чини. Пећине, планине и пустињски амбијенти су нудили могућности за различите облике подземних станишта. Од човековог изласка из пећине, он се бори са проблемима савладавања природе и избора најфункционалнијег и најподеснијег облика физичке структуре за обављање својих животних потреба. Подземни објекти као специфичан облик структура за задовољавање потреба становања, појављују се у свим деловима наше планете. Њихова типологија је најчешће зависила од климатских карактеристика поднебља које је човек настањивао.

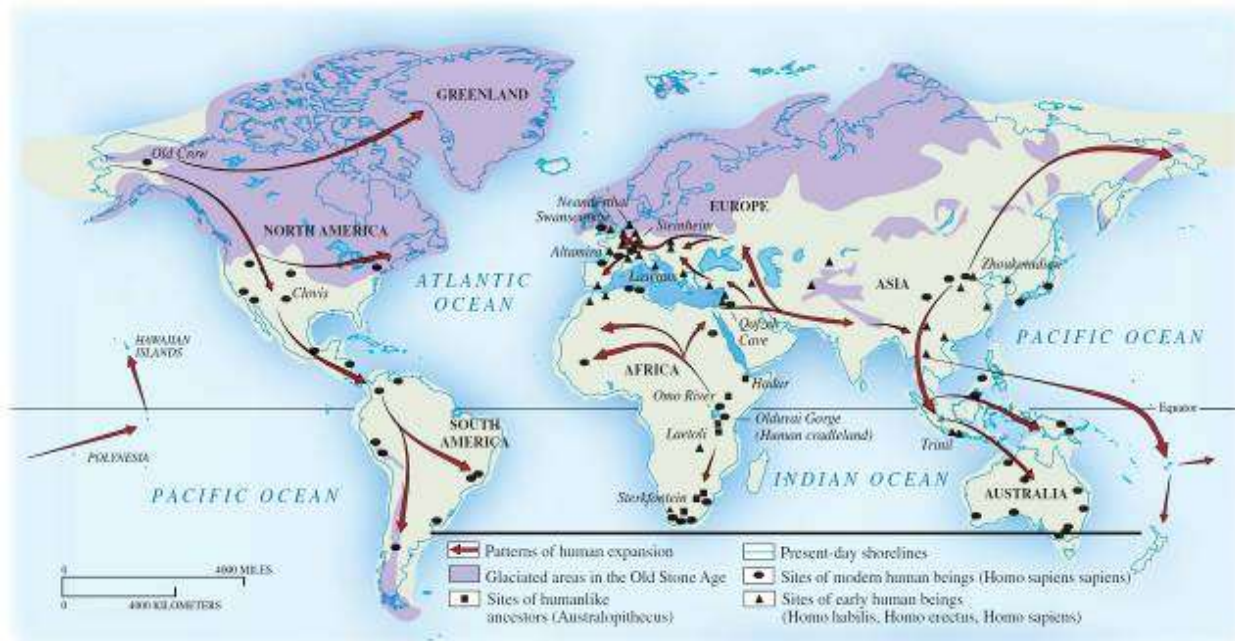
Подземни стамбени објекти се суштински могу посматрати кроз њихова два најзаступљенија појавна облика и то ;

- подземних стамбених објеката који се налазе у природном окружењу са минималним интервенцијама од стране човека
- подземних стамбених објеката које човек ствара тако што мења карактеристике природног амбијента, и нове структуре прилагођава природном окружењу.

За разлику од праисториског човека, човек XXI века, има далеко веће технолошке могућности да живот у подземним објектима примери својим потребама, било да се ради о једном или другом наведеном приступу коришћењу ових објеката.

2.1. Порекло и обликовање подземних објеката кроз праисторију

Проучавање подземних стамбених објеката се хронолошки може посматрати кроз резултате археолошких истраживања порекла човека, која указују на чињеницу да "дуга историја еволуције хоминида почиње од Australopithecines-а пре око три милиона година па надаље преко раног каменог доба, средњег каменог доба и појаве Homo sapiens-а све до касног каменог доба до 2000гпне"¹.



Сл.1. Миграције рода Homo пре 10.000 година

Путем истраживања и презентације подземних објеката на локацијама које се налазе на мапи миграција и експанзије рода Homo sapiens, могуће је извршити проучавање типологије подземних станишта човека на читавој планети Земљи.

¹ John Gunn /2004/ Encyclopedia of Caves and Karst Science/ Taylor & Francis/ USA

2.1.1. Палеолит

Подземни објекти се у филозофским делима попут Платоновог дела "Држава" помињу у алегорији у којој он замишља да људи живе "у некој подземној пећини"², али и у делима психолога попут Јунгове књиге о "Човеку и симболима", у којој се наводи да се "често пећине у стенама могу посматрати као материца мајке земље у којима се могу десити преображаји и препороди"³. Највећи број пећина у Србији се налази у источној Србији. Оне које су богате примерцима пећинских украса и пећинских дворана се налазе у централној Србији. Пећина Рисовача код Аранђеловца, представља својеврсни музеј палеолита, а археолошка истраживања професора др Бранка Гавеле која су трајала од 1953. - 1977., су указала на постојање материјалних доказа о боравку човека из рода *homo neanderthalensis*.

Да је праисторијски човек бирао пећинска станишта често и према квалитету амбијента који је некада имао и читав низ погодности за живот, говори и податак из музеолошког истраживања крапинског човека у Хрватској, у којој се наводи да је овај "праисторијски европљанин бирао идеално место за живот, са пећинским локалитетом који је пружао безбедноста, али и шумом у његовом окружењу са водом и обиљем флоре и фауне, са позиције са које је константно могао пратити дешавања у долини реке Крапиннице"⁴.



Сл.2. Осликана пећина Алтамира, Шпанија

Интензивније коришћење пећина се свакако може повезати са потребом човека да своја станишта украси, попут осликаних стена у пећинама Алтамуре, која је "декорисана у различитим периодима од 14.000 година пне до 16.000 година пне"⁵.

Да је пећинско сликарство настало управо на местима која су била посебна и "здрава" за одвијање функције становања у својем раду на конференцији посвећеној пећинској уметности Susan Denyer истиче да је "приликом процена уметности пећинског сликарства, неопходно узети у обзир, не само његов уметнички квалитет и културни значај, већ и квалитет места где се пронађени а посебно њихово природно окружење"⁶.

² Платон /1976 / Држава / Београд/ БИГЗ

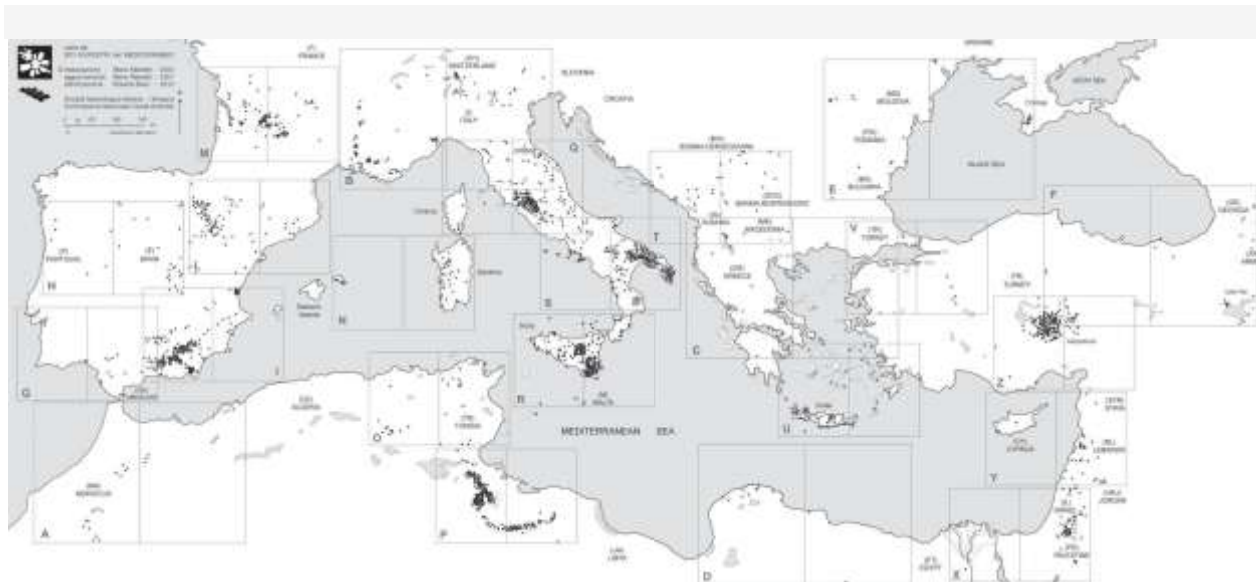
³ Carl Gustav Jung / 1968 / Man and His Symbols / J. G. Ferguson Publishing / USA

⁴ Vlasta Krklec / 2010 / The "Hušnjakovo" site in Krapina - the site of the Neanderthal man/ The Museums of Hrvatsko zagorje, The Museum of Evolution and the Site of the Pre-historic Man "Hušnjakovo" Krapina Croatia

⁵ John Gunn / 2004/ Fitzroy Dearborn An Imprint of the Taylor and Francis Group 29 West 35 Street New York, NY

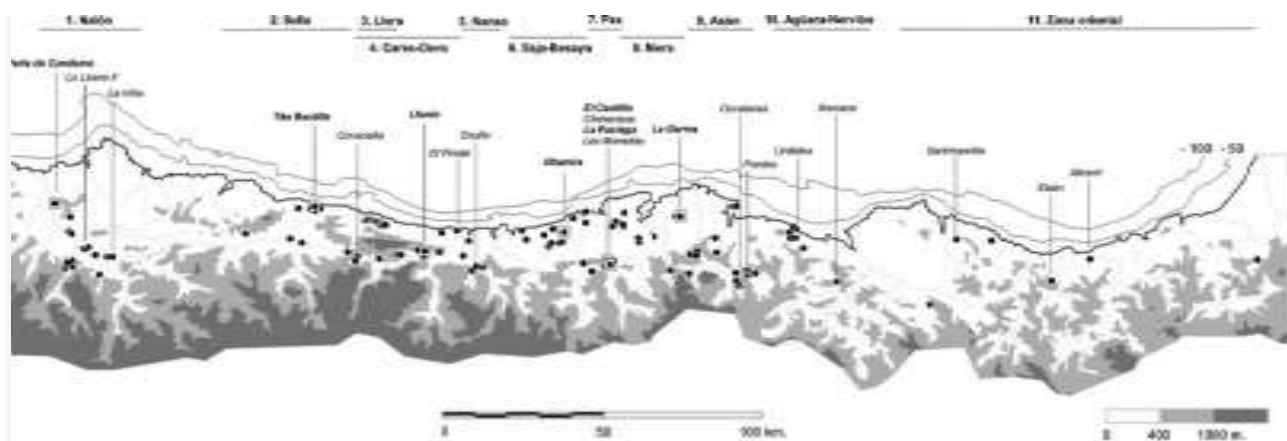
⁶ Susan Denyer /2006/ Rock art of Latin America & Caribbean / ICOMOS Regional Thematic Studies on Rock Art

У зони медитеранског приобаља подземни стамбени објекти су најзаступљенији управо у земљама које имају највише природних пећина попут Шпаније, Италије и Грчке, а најстарији а у исто време и најједноставнији пример пећине која је коришћена за становање у Егеју је кућа која се често назива и пећинска кућа. Према Луису Мамфорду, прапочетак оснивања градова представља управо боравак човека у пећинама, када се његов ум ослобађа анималних нагона, и када поред лова почиње да осликава простор у којем борави, као и да га употребљава за складиштење и припремање намирница.



Сл.3. Мапа локација пећинских структура у Медитерану

Иберијско полуострво је карактеристично по броју осликаних пећинских станишта. Недавно публикован број осликаних пећинских станишта људи је 116. Неке су једноставне, а неке "са великим бројем слика и различитим стиливима и техникама које указују на дугогодишњу употребу пећина за ликовне изразе човека из палеолита у кантабријанском региону у Шпанији" ⁷.



Сл.4. Горњи Палеолит, кантабријански регион у Шпанији

⁷ Nuno Bicho, Antonio F. Carvalho, Cesar Gonz'alez-Sainz, Jose Luis Sanchidri'an, Valent'in Villaverde, and Lawrence G. Straus/ 2007/ The Upper Paleolithic Rock Art of Iberia / Journal of Archaeological Method and Theory, Vol. 14, No. 1

2.1.2 Неолит

"Orkney срце неолита" који је проглашен за UNESCO светску културну баштину 1999., обухвата групу неолитских споменика на Оркни архипелагу у Шкотској и састоји се од велике гробнице са катакомбама (Maes Hove), два свечана венца камених кругова (Stenness и прстен Brodgar) и насеља (Skara Brae).

У истраживањима владине агенције Историјска Шкотска пише, да " након коначног повлачења ледених плоча пре око 12.500 година, нешто касније од остатка Британије из пре свега климатских разлога, биљна и животињска колонизација постаје интензивнија, а прва људска насеља се појављују око 8.500 пне. Људи сезонски користе плодне делове река, али се и даље настављају и бораве у пећинама и склоништима од стена"⁸. Skara Brae, представља неолитско насеље са делимично укопаним стамбеним објектима изграђеним између 3180. и 2500. године п. н. е.



Сл. 5 Насеље Скара Бре на западној обали острва Мејнленд, Шкотски архипелаг Оркни, Велика Британија



Сл.6 Укопани објекти Скара Бре



Сл.7 Реконструкција одвијања свакодневног живота

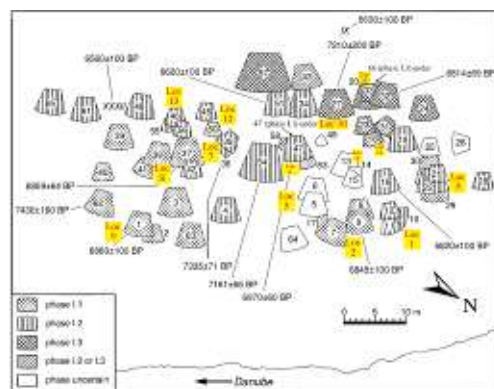
Данас стављене на листу светске културне баштине, куће изграђене од стена и прекривене земљом као трајна архитектура Orkney острва, пружају јединствену прилику за истраживање куће из периода заједница раног неолита.

⁸ Rod McCullagh и Anna Ritchie / 2011/ Prehistoric settlement /Historic Scotland Scottish Government Giles Carey / Around the houses. Towards a more robust interpretation and analysis of the Early Neolithic domestic settlement record in Britain – lessons from Orkney / assemblage 13 (2014): 39-62

На прелазу између палеолита у неолит, у периоду мезолита, човек мења однос према сезонским стаништима попут пећина и вртача, и креће пут стварања унапред смишљених објеката. Приликом изградње кућа у Лепенском виру у Србији, човек примењује одређене геометријске обрасце. "Станишта се више не граде произвољно, већ по утврђеном обрасцу. Њихове основе, прекривене чврстим подовима од издробљеног кречњака, прецизно су размераване и увек имају облик зарубљеног кружног исечка. У средишту свих насеља налазе се пространи трг и велика кућа, а станишта око њих распоређена су у редове" ⁹

Лепенски Вир (од 9500 пне до 5500 пне) представља најзначајније археолошко налазиште на Балкану, које представља заједницу, која своје станиште гради према хијерархији заједнице која подразумева како типологију објеката, тако и њихов размештај - урбанистички план у зони превиђеној за боравак одређене групе људи. Иако по карактеру припада номадским структурама, разлику од свих привремених објеката ови објекти имају организацију насеља са основама куће која има сасвим наменске димензије и значај.

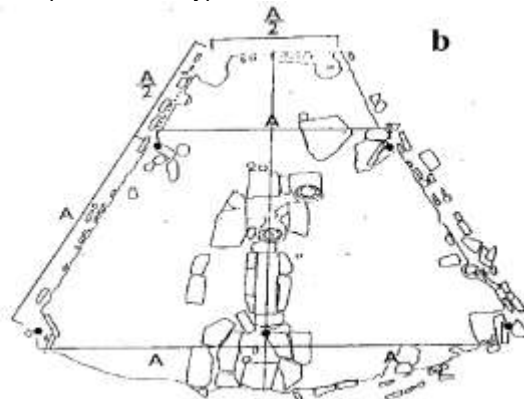
Сл.8. Првобитна локација станишта Лепенски Вир



Сл.9. Распоред кућа, археолошко - урбанистички план Лепенски вир



Сл.10. Реконструкција изгледа куће



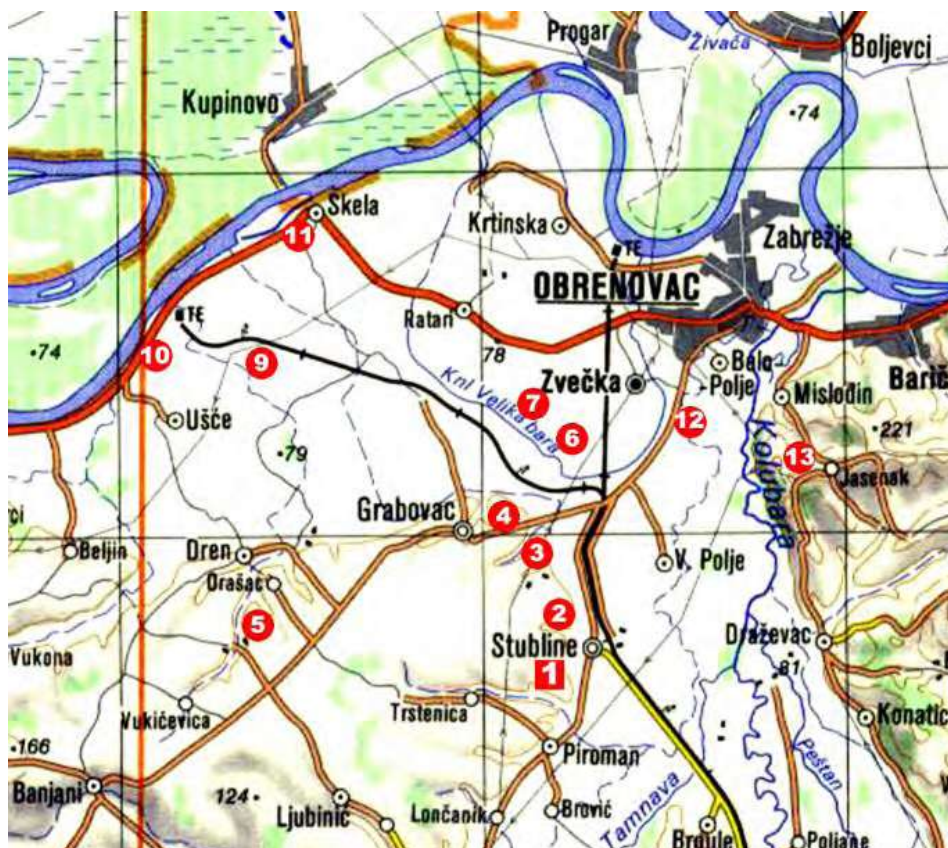
Сл.11. Основа са односима и пропорцијама

Значајно је нагласити истакнуту геометризацију и трапезасти облик основе куће. Како је терен у паду, извесно је да је њен задњи део насупрот реци био делом укопан, па се као таква може довести у контекст полукупаних објеката, мада по својој структури не припада групи архетипских подземних објеката.

⁹ Драгослав Срејовић /1994/ Културе старијег и средњег каменог доба на тлу Србије / Историја српског народа I, Београд, Српска књижевна задруга

Појава земуница односно полу - укопаних подземних објеката у старчевачком периоду, представља традицију грађења која се на територији данашње Србије може наћи на више локалитета.

Археолошка истраживања која су вршена у периоду од 1967. до 1969. године, кроз три кампање и на укупној површини од око 300 m², вршена су са ископавањима на локалитету Ђурића виногради у Грабовцу у општини Обреновац, где је утврђено постојање два хоризонта насеља – старијег, старчевачког, са полуукопаним земуницама и млађег, позновинчанског, са надземним кућама грађеним од плетера и лепа (Todorović, 1969).

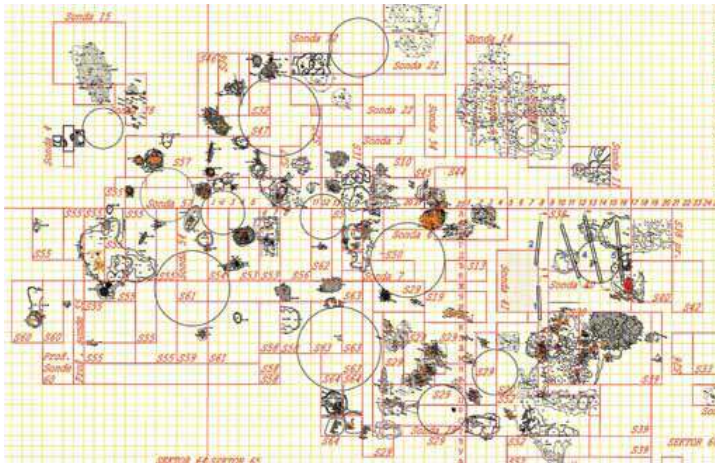


Сл.12. Неолитски локалитети на територији Обреновца

Евидентирана неолитска насеља:¹⁰

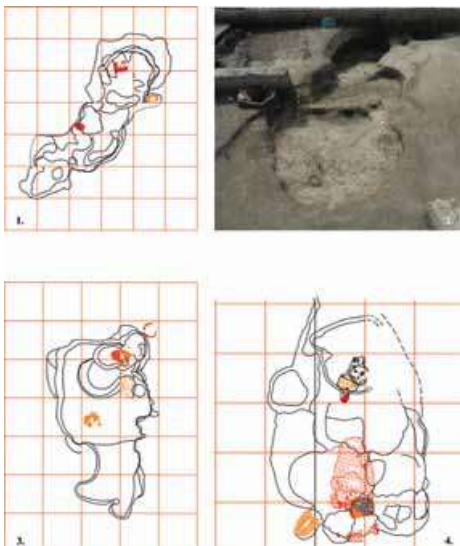
- 1 - Црквине (винчанска);
- 2 - Шарена чесма (винчанска);
- 3 - Ново село (старчевачка и винчанска);
- 4 - Ђурића виногради (старчевачка и винчанска);
- 5 - Јасење (винчанска);
- 6 - Три хрста (винчанска);
- 7 - Нурча (винчанска);
- 8 - Учино поље (винчанска);
- 9 - Гола бара (винчанска);
- 10 - Ушће (винчанска);
- 11 - Скела (винчанска);
- 12 - Воденични брег (старчевачка);
- 13 - Бачевица (винчанска)

¹⁰ Адам Н. Црнобрња / 2009 / Неолитско насеље на Црквинама у Стублинама – истраживања 2008. године, Београд, Музеј града Београда 22 стр.



Сл. 13. Композитни технички снимак археолошких целина са приказом распореда земуница

Истраживањима су констатовани покретни и непокретни археолошки објекти више култура из неколико периода праисторије. Најстарије и уједно најобимније насеље припада старчевачкој култури и заузима централни део платоа. "Насеља старчевачке културе, детектована су и приликом ранијих истраживања на источном и западном пољу копа Тамнава (Јеж 1998), али нити једна од локација није представљала насеље ових размера. Објекти старчевачког насеља су полу - укопане земунице печуркастог, кружног или облика осмице са једним или више одељака, јасно одвојених у нивоу поднице која није третирана ни на који начин (сл. 3). Димензије објеката су разноврсне и тешко их је груписати, али се крећу од 2x2 или 2x3 метра па све до 12x6 метара и већи. Кровна конструкција је највероватније била шаторастог типа од дрвене грађе, мада је у знатном броју земуница проналажен леп са отисцима облика при нивоу основе, што би могло указивати и на прекривање дрвене конструкције."¹¹



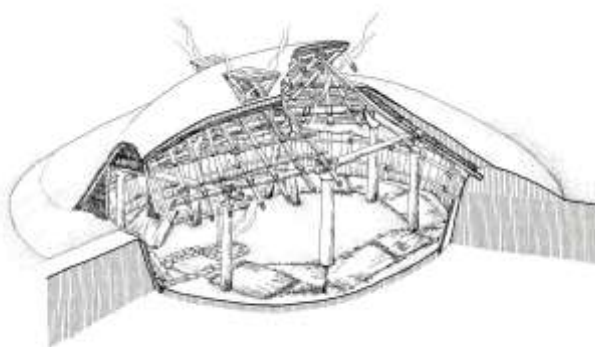
Сл.14. Различити облици земуница старчевачке културе.
Археолошка целина 1.62 (1 и 2), археолошка целина 1.11 (3) и археолошка целина 1.87 (4)

¹¹ Мирослав Марић / 2013 / Балканолошки Институт САНУ / Заштитна археолошка истраживања на локалитету јаричиште 1 / Резултати нових археолошких истраживања у северозападној Србији и суседним територијама, ур. В. Филиповић, Р. Арсић, Д. Антоновић, Београд: Српско археолошкодруштво; Ваљево: Завод за заштиту споменика културе, стр 19, 20

На прелазу између палеолита у неолит "према етнографским истраживањима везаним за номадска - ловачка племена може се доћи до закључка да су они полу-укопане структуре користили у 77% случајева, док су 23% укључивала друштва племена која су практиковала мале групе, које су биле окренуте ка фармама које су карактеристичне за неолитског човека" ¹². Такође је значајно истаћи да се овај тип становања појављује у свим деловим планете који су имали такве природне карактеристике и климатске услове. Делом укопане куће у рупама се могу наћи како на америчком тако и у деловима афричког, азијског и европског континента.



Сл.15. Реконструкција куће Татеана Јуко, Јапан



Сл.16. Аксонометрија куће Татеана Јуко, Јапан



Сл.17. Унутрашњост куће Татеана Јуко, Јапан

Куће у јамама tateana juuko су карактеристичне за Јомон период у Јапану. То су куће чији је под укопан, и које су прекривене вегетацијом, дрветом или насутом земљом. Куће овога типа су постојале у Јапану од Јомон периода до средњег века, и посматране су као типичне куће северно азијског континента. " Периоди Јомон, Яауо и Кofun, имају исти приступ изградњи и становању, па се може рећи да је tateana juuko класична типологија јапанске архитектуре из времена неолита" ¹³.

¹² Teemu Mökkönen / 2009/ Neolithic housepits in the vioksi river valley, Karelian isthmus, Russia – chronological changes in size and location / Fennoscandia archaeologica XXVI / стр147

¹³ <http://www.aisf.or.jp/~jaanus/deta/t/tateanajuuko.htm> (11.09.2015.)

2.1.3 Гвоздено доба

Кућа прекривена земљом „turfhouse” (куће од турфа), изграђена пре око 3500 година у данашњој Великој Британији, представља тип објекта који је прављен у бронзано доба, али је њихова употреба настављена и у гвоздено доба. Кружне куће обично садрже јединствене собе, иако су неке често подељене и на неколико соба. У већим кућама кровни део простора користио се и као складиште. Већина кућа имала је камин и пећницу на сред куће. Ако кућа није имала отворе, једина светлост долазила је од ватре. У неким деловима Британије, улаз у кућу је био често на истоку или на југоистоку ка положају изласка сунца.



Сл.18. Реконструкција куће из гвозденог доба Кренбор источни Дорсет, Енглеска, Велика Британија

Положај улаза често је имао и верски значај. Истраживања стамбених објеката гвозденог доба указују на то да су те "структуре биле полукупани објекти односно куће са земљаном таваницом" ¹⁴.



Сл.19. 3д модел - реконструкција



Сл.20. Изведен објекат - реконструкција

Кућа од земље је имала импозантан кров прекривен слојем земље, који је био ослоњен на 21 храстов стуб. Унутар куће су формирани слојеви од креде на којима могу сести и до 250 посетилаца. Овај објекат се употребљава и данас за држање лекција и за гостовање уметника који публици причају приче из прошлости. Овај објекат је инспиративан и посебан и данашњим генерацијама. Овај објекат је реконструисан за одржавање јавних догађаја попут музичких и сценских представа.

¹⁴ Francis Pryor / 2001/ The Flag fen basin / Archaeology and environment of a Penland landscape / English Heritage

2.2. Развој подземних објеката кроз историју

2.2.1 Стари век

Меиманд је древно село "које се налази у близини града Схахр-е Бабак у провинцији Керман, у Иран-у. Многи мештани живе и данас у ручно ископаним кућама усред стене, од којих су неки насељеним и преко 3.000 година. Стоне гравуре од пре 10.000 година пронађени су по целом селу, као и грнчарије стара скоро 6.000 година као сведочанство о дугој историји насеља" ¹⁵.

"Меиманд је село троглодита и стално је насељено последњих 2.000 до 3.000 година, што га чини једним од иранских четири најстаријих преживелих села. Насупрот троглодитском селу, Кандован у северозападном Ирану је насељен протеклих 700 година" ¹⁶. Грнчарија нађена на локалитету Меиманд, указује да је место било насељено и пре 12.000 година, то јест, од средњег каменог доба, што га чини и специфичним примером села са територије данашњег Блиског истока из периода Мезолита.



Сл.21. Меиманд село троглодита, Иран

Пећине у Ирану се често називају "Eshkaft". Ови геомоетријски облици не само да имају природне тремове, већ имају и широке површине унутар стена које представљају природне рупе и патерне стеновитих кућа у Меиманду" ¹⁷.



Сл.22. Изглед дела села испред стена



Сл.23. Уређена подземна станишта

Архитектура стенских стамбених објеката се данас приказује као неопходан артефакт сцене људске борбе са природом и борбе за очување природних стенских објеката посебно посматрајући значај ове, у односу на надземну стамбену архитектуру.

¹⁵ <http://www.timeforiran.com/about-iran/iran-touristic-hotspots/iran-historic-villages/meymand-village/>

¹⁶ Dr. Mohammad Reza Iravani, Mohsen Pourkhosravani/2011/ The Role of Geomorphic Unites in Forming Tourism Village of Meymand In Babak Town/ International Journal of Business, Humanities and Technology /Vol. 1 No. 2;

¹⁷ <http://www.heritageinstitute.com/zoroastrianism/kerman/maymand.htm> (11.06.2015.)

Објекти са основом круга или куполом од дрвета представља типологију древног грађевинског модела који се може наћи у многим деловима света са наменом становања, церемонијалних и јавних објеката. У Северној Америци, у држави Џорџији су "30 - тих година прошлог века, спроведена истраживања ради утврђивања датума изградње првих објеката прекривени земљом"¹⁸, чији су остаци пронађени у зони данашњег Остулгее националног парка. Најстарији објекат прекривен земљом датира из периода од пре 1000 година. У новом веку забележено је њихово интензивно коришћење. За потребе презентације тог наслеђа урађена је реконструкција тих објеката.



Сл.24. Реконструисане Мандан укопане куће, Форт Абрахам Линколн, Национални Парк, Северна Дакота

Куће прекривене земљом су представљале објекте за становање многих индијанаца у Северној Америци." Њихова величина кретала се у радијусу од 12-18 метара покривајући површину од 120-250м² и најчешће су се употребљавале као куће за две до три генерације коришћења"¹⁹. Позиција куће у односу на племе, зависила је од година које је имао власник куће. Куће су се преносиле генерацијама на женске наследнике.



Сл.25. Модел куће Рони индијанаца



Сл.26. Аутентична фотографија, друга половина XIX века

¹⁸ Т. Н. Jones / 2004/ Historic Structure Report The Earth Lodge /Ocmulgee National Monument /Georgia USA

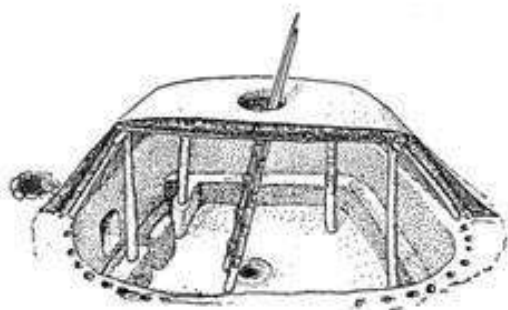
¹⁹ <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/462761/Plains-Indian/260983/Plains-life-after-the-horse#ref518080> (9.12.2015.)

Према Мердоковом Етнографском атласу " постоје три услова који су готово увек присутни да се полу - укопане структуре као рупе у земљи користе за становање. Један од услова је да то нису тропске структуре, већ структуре које се употребљавају у хладном временском периоду, засноване на складиштењу хране у њима, претежно у зимским периодима године " ²⁰. У основи "pithouses" (куће у рупама) су зимски облик становања, јер су те структуре, посматрајући квалитет и хигијену, подложне посетама штеточина и заразама током топлих периода године. Одвод влаге и воде био је омогућен, јер су се јаме најчешће градиле у иловачи, која служи као природни филтер за атмосферске падавине.



Сл. 27. Реконструкција индијанске подземне куће из племена Чинук ,САД

"Pithouse"²¹ куће у јамама су имале различите фазе развоја, и њихова структура је свакако зависила од тога да ли се ради о кућама које су на отвореном у планинском или пустињском амбијенту, или кућама које се налазе заштићене од атмосферских прилика испод литице стена, или планинског венца.



Сл.28. Аксонометрија куће Меса Верде, Колорадо,САД

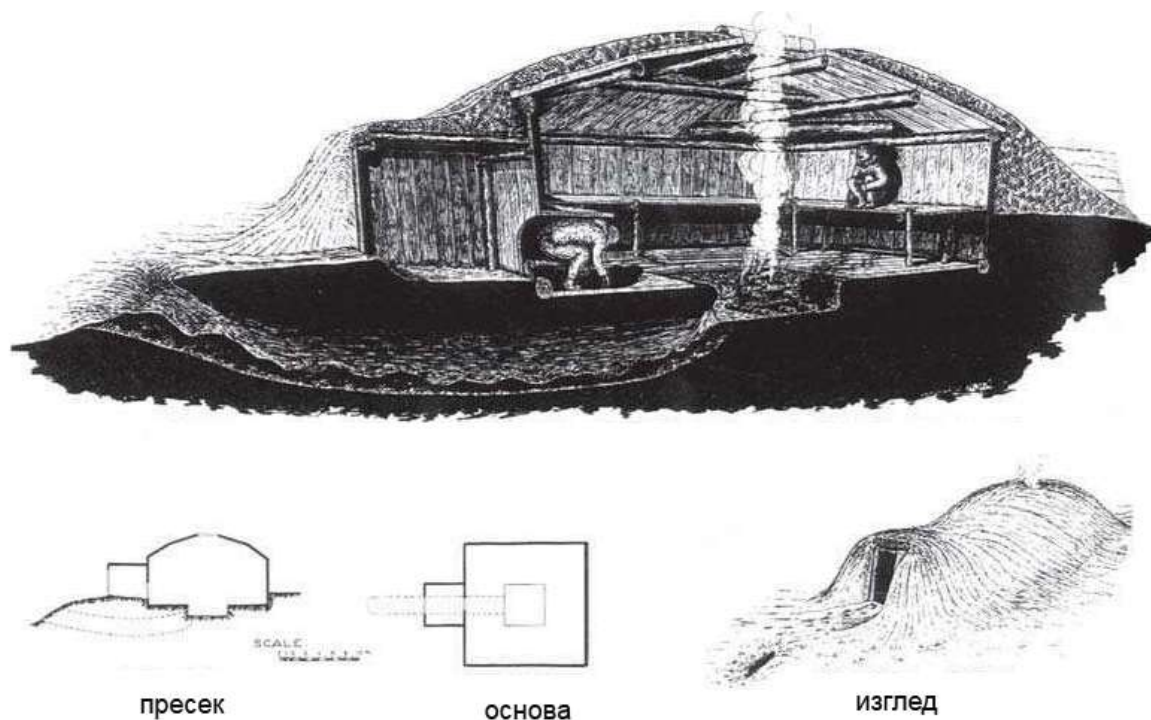


Сл.29. Реконструкција куће Меса Верде

²⁰ Teemu Mökkönen / 2009 / Neolithic housepits in the Vuoksi river valley, Karelian Isthmus, Russia / chronological changes in size and location / Fennoscandia archaeologica XXVI

²¹ Vernon L. Scarborough / Site Structure of a Village of the Late Pithouse-Early Pueblo Period in the Valley of Mexico / University of Cincinnati Cincinnati / Ohio / USA

Земља Ескима се протеже од Сибира са источне стране преко Аљаске и Канаде до Гренланда. " Усред зиме сунце се на хоризонту не појављује готово 70 -100 дана. У месецу јануару просечна температура износи око -30.6°C . Такве околности захтевале су изградњу посебних кућа комуна, које спадају у делимично подземне објекте у којима обитавати некада чак и до 6 породица, односно 20 до 30 људи" ²² . Ескимске куће се најчешће праве из неколико зона са посебно наглашеним улазним тунелом.



Сл.30. Кашки кућа, у којој је било смештено више породица , Западна обала Аљаске, САД



Сл.31. Летњи период ,ескимска кућа



Сл 32. Зимски период, игло као помоћни објекат

Старе ескимске куће из касног XIX века, су прекривене земљом и са полу-укопаним пасажом, којим се приступа главном објекту. Током зимског периода, ескимски су дограђивали куће од леда поред полу-укопаних објеката, које су користили као помоћне просторе током периода са снежним падавинама.

²² Molly Lee and Gregory A. Reinhardt / 2003/ Eskimo architecture : dwelling and structure in the early historic period / University of Alaska Press and University of Alaska Museum

Све до XIX века Исланд је у много чему још увек био друштво које је функционисало на праисторијским принципима појединачних заједница из гвозденог доба, са постојањем великог броја фарми распоређених по земљи која није била урбанизована. "Исланђани су живели у кућама чији су зидови били изграђени од слоја земље и камења, као слојевима који имају лимитиран број година за коришћење. Током година међутим исланђани су развили специфичне облике кућа „turfhouse” (куће од турфа), које су прилагођене клими Исланда”²³ и које данас бележе готово читав миленијум постојања.



Сл.33. Куће покривене слојем земље и бусењем траве, Келдур фарма, Исланд

Ови објекти грађени око 1193., данас представљају најстарије саграђене куће на Исланду.



Сл.34. Пример куће у Келдур 1



Сл.35. Пример куће у Келдур 2

Северна европска традиција довела је убрзаног развоја земље која се до тада углавном ослањала на становништво које се формирало миграцијама и то искључиво од нордијских досељеника. " Дрва су се користила за кровну структуру, која је прекривена травом, и тако постављена да у исто време формира дебеле зидове и кров. Понекад се камење користило са или без травњака за зидове, а шкриљци су се користили и као подлога за кров”²⁴.

²³ Archaeological sites in Europe: conservation, maintenance and enhancement/ European colloquy jointly organised by the Council of Europe and the Institute Portugues do Patrimonio Cultural Conimbriga, Portugal, 18-20 October 1990/ Council of Europe Press, 1992/ страна 62

²⁴ <http://whc.unesco.org/en/tentativelists/558> (1.10.2015.)

Троглодити су живели у типовима стамбених јединица које се могу наћи као групација пустињских села распоређених на северу Африке, попут Матмате у Була регији у Тунису. Троглитиди су прављени као пећине укопане директно у земљу. Троглодите карактерише ситуација, да и у време зимског периода имају константну температуру која омогућава адекватно функционисање тих јединица. Оригинални назив троглодити долази од грчког описа за становнике пећина *trōglodytai*.



Сл.36. Подземни стамбени објекти у Матмати, Була регија, Тунис

Троглодити се сматрају релативно новим типом становања у Сахари, и у примени су не више од 700-800 година. Како се данас интензивно ради на изградњи инфраструктуре на северу Африке, све мање је људи који се враћају овом типу становања, посматрајући могућности савремених система грејања и хлађења који им стоје на располагању.



Сл.37 Унутрашњост куће



Сл.38 Изглед испред улаза у објект

За проучавање подземног становање и типологије троглодита, јужни Тунис обезбеђује јединствену прилику за истраживаче, јер се ради о објектима које Бербери још увек насељавају и користе . " Највећа концентрација ових објеката је на 3000 фита, односно 43км јужно од Габеса. Неколико независних процена указује на то, да поједини становници користе тај облик становања од 13. века, па све до данас" ²⁵ .

²⁵ Grant Brill/2011/Dr. Michael Peyron The Troglodyte Dwellings of the Matmata Berbers

2.2.2. Средњи век

Вардзиа су пећинске насеобине које се налазе у јужној Грузији, на падинама планине Ерушети на левој обали реке Мтквари, тридесет километара од Аспиндза. Главни период изградње био друга половина XII века. " Пећине се протежу дуж литице у висину која одговара висини деветнаест спратова. У области Вардзиа налази се Црква Успења, која датира из 1180., из златног доба Тамар и Руставели, и поседује важну серију зидног сликарства. Локалитет је у великој мери напуштен после турског заузимања у XVI веку. " Сада та целина представља део државне баштине, проширене на област Вардзиа - Хертвиси и налази се на листи светске баштине UNESCO-а. У источном делу комплекса налази се седамдесет девет одвојених пећина, на осам спратова, са укупно 242 собе, укључујући шест капела, собе за састанке, коморе за рецепцију, апотеке, и двадесет и пет винских подрума, од чега су 185 винске боце скривене у поду цркве, у којима се налазе детаљни описи о значају виноградарства за монашку привреду" ²⁶.



Сл.39. Пећинске насеобине са манастиром, Вардзиа, Грузија

У западном делу, између звоника и главне цркве, се налазе четрдесет кућа, у тринаест слојева са укупно 165 соба, укључујући шест капела, трпезарија манастира са пекарном, пећницама за печење хлеба, и железаром. Иза звоника се налази комплекс који досеже деветнаест спратова, са степеницама које воде до гробља. Инфраструктура укључује приступе путем тунела, као и водопривредне објекте и објекте за одбрану.



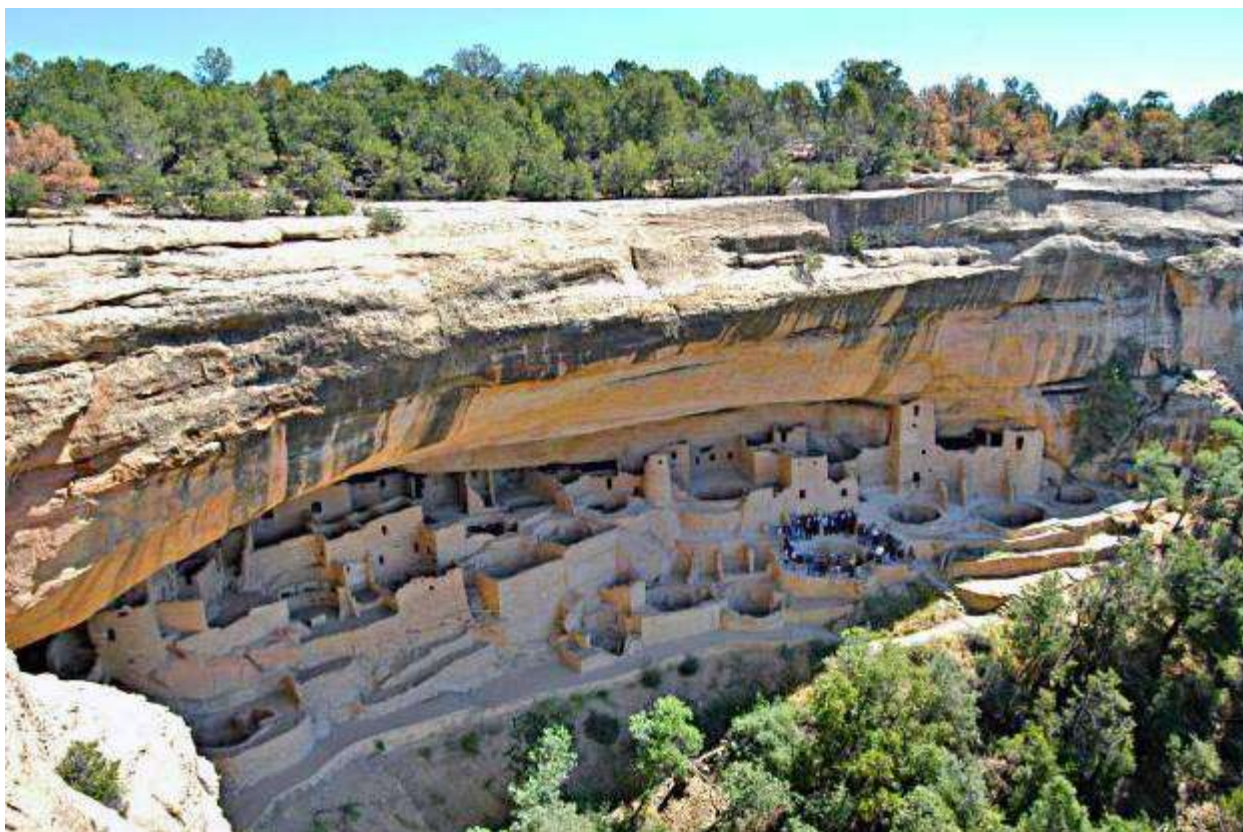
Сл.40. Изглед пећинских подземних објеката 1



Сл.41. Изглед пећинских подземних објеката 2

²⁶ <http://whc.unesco.org/en/tentativelists/5236/> (18.07.2015.)

Локација станишта испод литице Mesa Verde је најзначајније и најбоље очувана локација на северно америчком континенту. Негде крајем 12. века, након дугог коришћења врха литице за живот у периоду од 600 година, многи преци Пуебло индијанаца изградили су објекте испод литице на којој су живели. Иако су становници и даље живели од пољопривреде којом су се бавили на врху литице, они су наставили да живе у објектима које су изградили уз литицу, уз поправљање, адаптацију, и изградњу нових соба за сваки нови век"²⁷. У периоду од 1200 не до 1300не преци Пуебло индијанаца су престали са коришћењем објеката испод литице Mesa Verde , после чега изненада нестају са те локације".



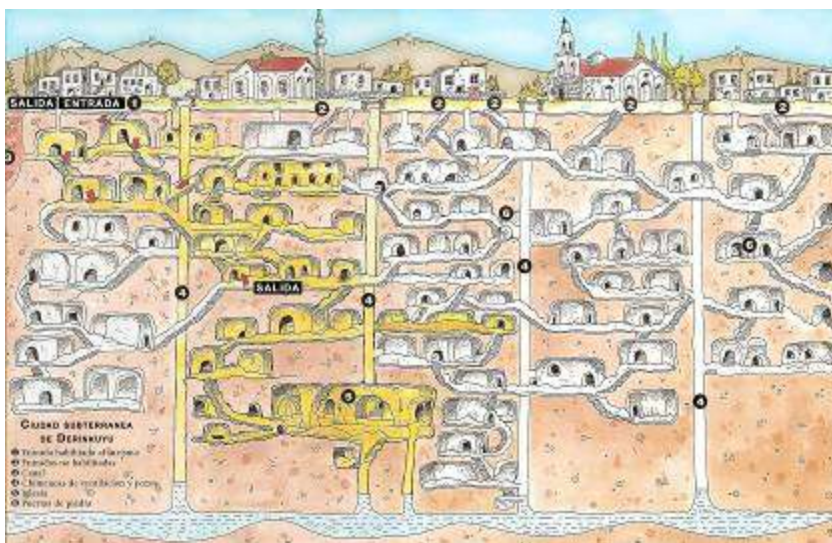
Сл42. Меса Верде, литица са полу- укопаним објектима испод стене

Импресивне, вишеспратне конструкције (најпознатији као " Палата Литица" и " Дугачка кућа ", са својом 181 собом и 15 етажа) подигнуте су под окриљем литице. Ти објекти су својеврсна демонстрација изненађујућег напретка у изградњи насеља, са посебним техникама и веома израженим осећајем за коришћење простора. " Први истраживачи Меса Верде наилазили су на плетено пруже, ткање и керамику запањујућег квалитета. Откривен тек 1874., Меса Верде село уклесано у стене, било је више пута опљачкано од сакупљача покретног културног добра (велика продаја грнчарије забележена је у 1889.), пре него што је су је простудирали и ископали професионални археолози"²⁸. Локалитет је упркос девастирању заштићен Савезним законом за старине, који је ступио на снагу 1906. године, и који је је један од најефикаснијих и дугогодишњих закона из ове области на америчком континенту.

^{27, 28} Frank G. Matero / 2003 / Managing Change: The Role of Documentation and Condition Survey at Mesa Verde National Park / University of Pennsylvania Scholarly Commons

2.2.3. Нови век

Подземни градови су се користили као одбрана позиција локалне заједнице током напада или окупације, нарочито током хришћанског угњетавања у римско доба. Пећине су исклесани руком са дугим уским ходницима који повезују собу по собу на више нивоа. Огромне округле камене стене су ваљане преко пролаза, да би спречиле упаде освајача. Ови градови су имали штале са храном у коритима уклесаним у зидове. Забележено је и постојање ниша у зидовима, које су служиле за уљане лампе и смештај хране. У овом подземном граду је такође било и кухиња са каменим пећима, тоалетима, септичким јамама и бунарима као и просторијама за смештај вина. " У Кападокији у Турској, људи живе у подземним објектима дуги низ векова. Насеља, од којих се нека простиру и на шест подземних нивоа, су извајана у стенама кречњачког порекла. Изградња ових насеља је пре свега била одговор на негостољубљиву климу на површини земље, услед непромењиве климе у подземним нивоима " ²⁹.



Сл43. Подземни град, Кападокија, Турска

Многе империје и религије су користиле ова јединствена подземна уточишта, а прва фаза свакако представља време када су коришћене од стране раних хришћана за скривање од римских војски. Она су и даље активна, и у њима се и даље налазе подземна села и градови, повезани са тунелима и скривеним пролазима са тајним собама и древним храмовима, са изузетном представом историје сваке нове цивилизације која је користила ове веома особене и специфичне подземне структуре.



Сл.44. Унутрашњост подземних стамбених објеката, Кападокија, Турска

²⁹ Rob Roy /1994./ The Complete Book Of Underground Houses: How To Build A Low Cost Home Paperback /стр 7

Бандиагара се налази у Догон земљи у Мали - ју. Ту области насељава Догон народ. Пре њих, ту су били настањени Телем и Толои народи. Многе структуре остале су од Телем народа. " Ова област се састоји од Бандиагара литице (висине 200м која се простире у дужини од 200км), платоа Пинари и равница Сено"³⁰



Сл. 45. Град под стеном, Мали, Африка

Крај масива обележен је Хомбори Тондо - највишим врхом Мали-ја на 1.115 метара. Телем наслеђе је евидентно у пећинама, у којим су могли да сахране своје мртве високо и далеко од честих поплавама у тој зони. Низ литицу се налази велики број села, попут насеља Кани Бонзон. Догон-и су у ово село стигли у 14. веку, а одатле су се ширили преко платоа, ескарпе и равница Сено - Гондо.



Сл.46. Изглед објекта 1, Мали, Африка



Сл.47. Изглед објекта 2, Мали, Африка

Бандиагара представља вансеријски природни амбијент, са особеном архитектуром и покретним и непокретним добрима. Неколико векова стара традиција социјалне интеракције, уз етнолошко, геолошко и археолошко наслеђе, заједно са Бандиагара платоом, у западном делу Африке, чини овај амбијент једним од најимпресивнијих локалитета Африке. Бандиагара се налази на Листи светске баштине од 1989.

³⁰ Josine Lambert, Jurriaan van Stigt / 2012/ RESTORATION YOUNGO DOGOROU Project proposal for the backbone of the Dogon culture/ SDO

2.3. Подземни објекти у савремено доба

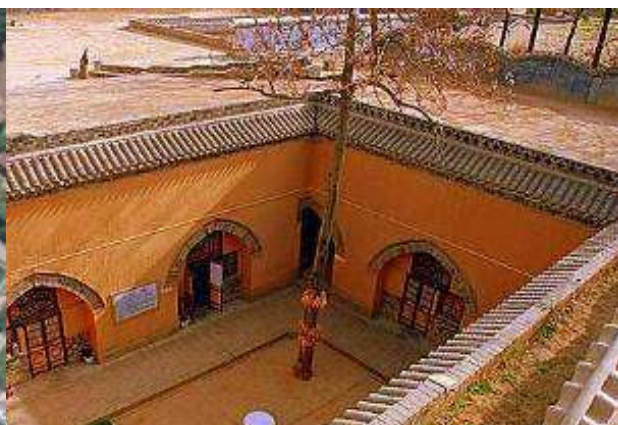
2.3.1. Подземни градови

Незванични подаци указују на то "да данас око 35 милиона Кинеза још увек живи у пећинама, и да преко 100 милиона људи живи у кућама са једном или више преграда изграђених на падини. Многи појединци у таквим објектима живе у Шанкси Хенан и провинцији Гансу. Пећине су хладне током лета, а топле зими, а за изградњу преграда се углавном користи земљиште које се не може користити за обраду"³¹.

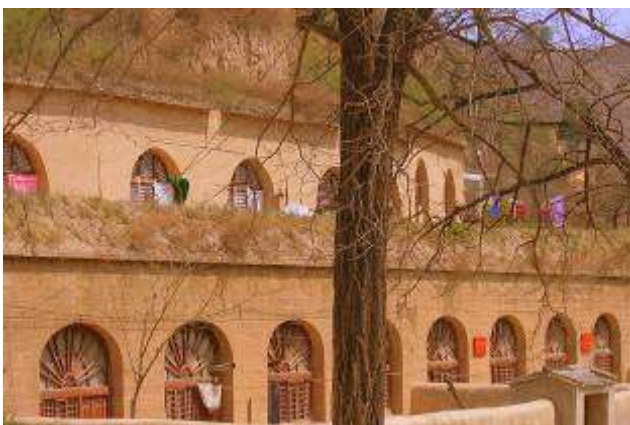
Постоје две врсте јаодонг подземних објеката; објекти који су укопани у стени и објекти који су укопани у терену, служећи као унутрашње двориште, под називом јаодонг бунари или потопљена дворишта.



Сл.48. Село подземних објеката, Шанкси, Кина



Сл.49. Унутрашње двориште јаодонг



Сл.50. Изглед укопаних објеката Шанкси, Кина



Сл.51. Унутрашњи изглед једне стамбене јединице

"Где изградња подземног јаодонга више није дозвољена, граде се јаодонг у целини или делимично на отвореном, са лучном структуром инспирисаном подземним становима"³². Народна архитектура је одувек имала најбољи избор приступа коришћења природних материјала. Велики број објеката изграђен је тако што је човек обликовао унутрашњост природних слојева земље и стена. У Кини овај облик становања постоји пре више од 6000 година.

^{31,32} R. Roy /1994./ The Complete Book Of Underground Houses: How To Build A Low Cost Home Paperback /стр 7

Кандован је село у дистрикту Саханд у централној области округа Оску провинције источни Азербејџан у Ирану. У овом јединственом селу, домови су не само изграђени на планини, већ су и урезани у њу. " Настала из вулканског пепела и крхотина током ерупције планине Саханд, ова каменита структура је компримована и обликована у купасте стубове који садрже џепове идеалне за становање" ³³. Они су током година еродирали са процесима који су видљиви на њиховим садашњим облицима.

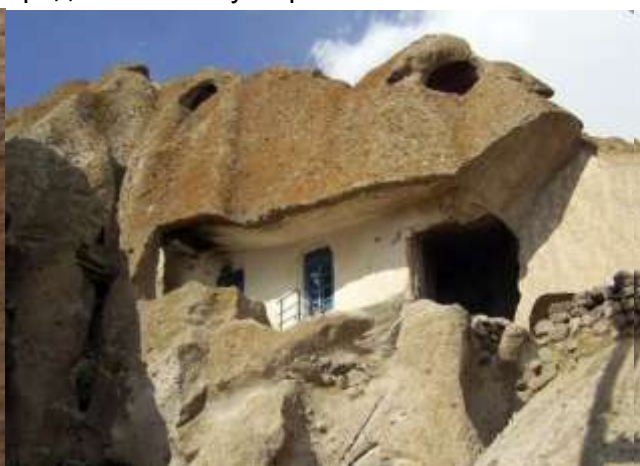


Сл 52. Изглед села Кандован, Иран

Неке од ових кућа су старе и више од 700 година, и још увек су насељене. Већина кућа су високе од два до четири спрата. Легенда каже да су се први становници у Кандован доселили пре много векова, под инвазијом Монголске армије. Далеко од загађења и бучних метропола, ово камено село свакако представља оазу мира и тишине.



Сл. 53. Детаљ улаза 1, Кандован



Сл. 54. Детаљ улаза 2, Кандован

³³ <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2012/Vouliagmeni/GED/GED-09.pdf> (16.11.2015.)

Кубер Педи је подземни град у Јужној Аустралији који се налази 850км северно од Аделаиде.Изолован и удаљен,град је годинама доживљавао хладне ноћи у зимском периоду и врелине у летњем периоду.Таква клима натерала је своје становнике да живе у пећинама ископаним на брежуљцима на обронцима града.



Сл.55. Изглед дела града са подземним објектима, Кубер Педи, Аустралија

" Прилике за развој подземних објеката су велике, и убудуће се свакако очекује да ће бити све више заинтересованих страна за изградњу под земљом. У многим градовима постоји бојазан да се то најбоље решење ипак неће достићи, јер су у претходним истраживањима били заузимани супротни ставови." ³⁴ Упркос томе што Кубер Педи (Coober Pedy) управо представља град у којем се становници све више одлучују да граде под земљом, то ипак није град који своју целу инфраструктуру има изграђену под земљом. Па ипак број становника који се опредељује да граде подземне објекте је из године у годину све већи.



Сл.56. Улаз у подземни објект Кубер Педи, Аустралија



Сл.57. Унутрашњост подземног објекта

Као у неком скривеном граду, у Кубер Педију (Coober Pedy) се могу наћи подземне хотели, ресторани, барови, цркве, па чак и јединствени голф терен на свету без иједног листа траве. Температура варира између 35 и 45 степени у хладу, а у летњем периоду више од половине становништва од 4000 људи живи под земљом, где температуре остају константне и пријатне за живот. Кубер Педи опал поља, су откривена 1913. године и покривају површину од 4.954 квадратних километара.

³⁴ Ken Dobinson and Rod Bovven / 1997/ Underground space in the urban environment development and use, The Warren Centre for Advanced Engineering The University of Sydney / стр20

Сетенил де ла Бодегас (Setenil de las Bodegas) је мали град у провинцији Кадис, Шпанија. Назван је по једној од својих цветних винарија - бодегас - Setenil de las Bodegas (Сетенил

од назива за винске подруме) јединствен је међу белим селима Андалузије, и посебно познат по својим објектима за становање изграђеним испод стена . Град се простира дуж тока реке Рио Трејо, а неке куће се граде и у каменим зидовима саме клисуре, као проширења пећина са додавањем спољних зидова испод стена.



Сл.58. Улица испод стене , Сетенил де ла Бодегас, Шпанија

Природне пећине Сетенила, представљају место које се за становање користи још од праисторије, посматрајући археолошке налазе из периода неолита у непосредном окружењу Сетенила. Уместо да изграде целу кућу са свом потребном изолацијом за зимске и летње услове, становницима Сетенила је остало само да изграде једну фасаду и да створе адекватне климатске услове за становање.



Сл.59.Фасада улице испод литице 1



Сл. 60. Фасада улице испод литице 2

У својој дисертацији на тему Укопана архитектура о Сетенил де ла Бодегас Marco José Santos Antunes пише “ иако се начелно сматра архитектонски примитивном, ова архитектура је још увек велики део светског архитектонског наслеђа. На први поглед мрачна и клаустрофобична па чак и нехумана, у стању је да побуди осећања и обезбеди изузетан квалитет становања.”³⁵. Захваљујући предностима ових структура, пре свега због очувања константне температуре, ови објекти представљају добар пример савремене архитектуре која опстаје на темељима својег вековног наслеђа.

³⁵ Marco José Santos Antunes /2012/ Arquitectura Escavada Materialidade da Luz e do Espaço como protagonistas na arquitectura, Departamento de Arquitectura Faculdade de Ciências e Tecnologias Universidade de Coimbra, Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitectura

Особеност грчке архитектуре представљају управо објекти који су грађени као подземне или укопане пећинске структуре, које су у Грчкој коришћене " за различите намене и то од :религијских и обредних објеката, до складишта и резервоара за уље, преко подземних стамбених објеката за смештај морнара, до данашње функције хотела" ³⁶. Архитектуру острва Санторини, карактерише бела боја и плава столарија, које се савршено уклапају у острвски амбијент.



Сл.61. Подземни полу-укопани стамбени објекти, Оиа, Санторини, Грчка

Присуство људи на Санторинију се бележи још од 3000 пне. Сlike на кућама сведоче о постојању али и просперитету живота на Санторинију у бронзано доба. Архитектура пећинских кућа на Санторинију се састоји најчешће из два дела и то: предњег дела у којем се налазе кухиња и дневна соба, и задњег дела куће у којем се најчешће налазе спаваће собе.



Сл.62. Унутрашњост куће Оиа



Сл.63. Улаз у кућу Оиа

³⁶ М. N. Assimakopoulos; A. Tsolaki; E. I. Petraki; S. Bekakos; Crhima cultural rupestrian heritage in curcum-Mediterranean area Common Identity - New Perspective/ Crhima-Cinp 2010 – 2012 / D. Asimakopoulos Department of Environmental Physics, National and Kapodistrian University of Athens, Greece/ Underground or cave structures in Greece

Подземни градови као место егзодуса и спаса човечанства су за сценаристе научно - фантастичних филмова често били предмет одвијања значајних сцена. Један од свакако упечатљиво приказаних подземних градова, је град Зион из чувене филмске трилогије Матрикс. Зион је у том филму представљен као последњи град који насељавају људи на планети Земљи. То је град у којем живи 250 000 људи, и који се састоји од серије пећина испод уништене површине планете земље. Зион је у том филму приказан као подземни град близу средишту земље са идеалним условима за становање који се огледају у топлотом али пре свега сигурном амбијенту.

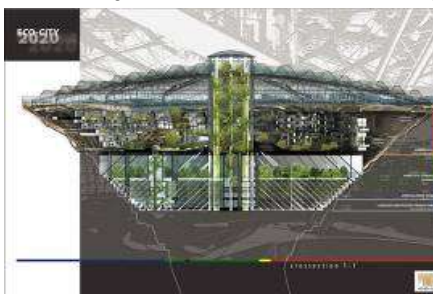


Сл.64. Подземни град Зион - сцена из филма Матрикс

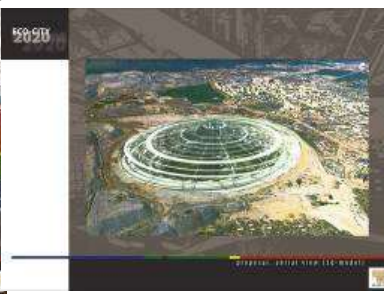
Ако концепт еко - града представља "образац урбаног развоја који је базиран на еколошким принципима, теорији одрживости и синтетички детерминисаним природним окружењем у којем се град налази"³⁷ можда би најбољи пример био футуристички коцепт подзменог града Еко-града 2020, израђеног АБ ЕЛИС Московском архитектонском студију, за постојећу локацију некадашњег рудника дијаманата Мир, у Сибиру. Масивни био - еколошки концепт предлог пројекта са стакленим кровом, садржи хиљаде соларних панела који пружају енергију за цео објекат и штите град од сурове климатске промене.



Сл.65. Напуштени рудник Мир



Сл. 66. Еко-град 3д модел пресек



Сл.67. Еко-град 3д модел купола

Изградња града планирана је у самом средишту некада највећег светског каменолома величине више од једног километра у пречнику и дубине до 550 метара. Нови град је планиран за више од 100.000 људи и састоји се од три главна нивоа које чине: вертикална фарма-шума, резиденцијални и рекреативни ниво. Централно језгро представља инфраструктурни блок са истраживачким центром, пројектованим на више нивоа.

³⁷ Eco-cities : sharing European and Asian best practices and experiences / editors, Dr. Wilhelm Hofmeister, Patrick Rueppel, Lye Liang Fook. – Singapore : Konrad Adenauer Stiftung : East Asian Institute : European Union Centre in Singapore ; Brussels, Belgium : European Policy Centre, [2014] / Qin Tianbao/ Wuhan University and China Society of Environmental and Resources Law/ The Construction of Eco-cities in China: The Case Study of Sino-Singapore : Tianjin Eco-city

2.3.2. Подземни појединачни стамбени објекти

У области Аруша и Мануара, региона у северном делу централне Танзаније, и данас се могу наћи подземни стамбени објекти, које користе људи из раки племена - етничке групе настале око великих језера региона источне Африке. Недавна истраживања указују на то да се први талас раки миграције, креће од Етиопије ка Кенији, а онда и ка Танзанији, где тренутно живе.



Сл 68. Полу-укопане " Умали куће ", Танзанија

Умали куће су " полу-укопани објекти, који су грађени ради безбедности, али и као заштита од лоших временских услова" ³⁸



Сл.69. Унутрашњост Умали куће

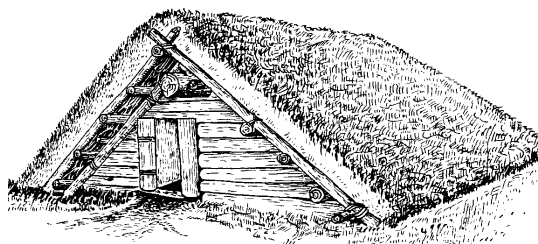


Сл.70. Изглед Умали куће

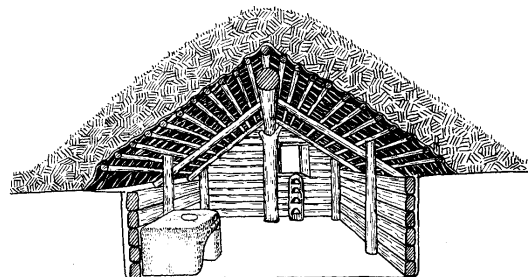
Грађене са дрвеном конструкцијом, преко које су набацивани слојеви земље, куће су имале само једну фасаду за приступ објекту и његовој просторији под земљаним насипом.

³⁸ <http://www.umalibnb.com/main.html?page=8> (22.02.2015.)

Проучавајући живот раних средњовековних словенских племена, Zbigniew Kobylinski наглашава да јужно од Дунава та племена нису оставила значајнију материјалну културу. Петер Донат каже да "постоји значајна разлика у изградњи укопаних објеката у Централној и Источној Европи. У Централној Европи укопавање објеката је било у дубину од не више од 0.5м, док се у источној Европи, веома често могу наћи археолошки докази о укопавању објеката и преко 1м"³⁹.



Сл.71. Реконструкција бурдељ куће - изглед



Сл.72. Реконструкција бурдељ куће - пресек

Једна од есенцијалних карактеристика социо-културних система, је простор који човек користи као своје станиште. Велика концентрација специфичних полу-укопаних објеката налази се на територији данашње Украјине. У зависности од земље у којима су грађени такви објекти, њихови називи су имали своје специфичности. Назив хут или колиба, је адекватан по питању основних карактеристика тих објеката, а то су да су грађени од дрвета и прекривени бусенима траве. Руски термин за ове објекте је полуземлянка док се у Украјини и Румунији називају бурдей, бурдій⁴⁰.



Сл.73. Изглед бурдељ куће, Украјина

³⁹ Zbigniew Kobylinski /1997/ Settlement structures in Central Europe at the beginning of the Middle Ages 97-114
Origins of Central Europe, ed. P. Urbanczyk Warsaw/ стр 101

⁴⁰ <http://www.earthhomesnow.com/burdeis.htm> (26.03.2015.)

Пећина у Фестусу у Мисурију, је почетком XIX века коришћена за вађење кречњака и пешчара, да би 1960. била претворена у велико клизалиште. Курт Слипер је купио пећину 2004., када је пренаменио клизалиште у кућу са три спаваће собе и великим дневним простором.



Сл.74. Фестус - унутрашњост куће 1



Сл.75. Фестус - унутрашњост куће 2

Употреба подземних објеката у савремено доба се може у великој мери односити на коришћење природног амбијента и његовог непосредног окружења. Заклонити се од временских неприлика значило је имати добар кров над главом. До појаве механизације са којом је могао да утиче на промену конфигурације терена, али и којом је могао да врши интервенције у утроби мајке земље, човек савременог света врло вешто користи природу и њене предности.

Поред насељских градских облика груписања подземних објеката, данас се врло често могу наћи примери појединачних подземних стамбених објеката укупаних у стене. Њихова изградња се најчешће заснива на опредељењу власника да има објекат који је пре свега усмерен ка мањој потрошњи енергије, али и ка њиховој потреби да живе у објекту који представља персонификацију праисконског осећаја скривености и сигурности, какав је пећина симбол кроз векове посматрања феномена пећинског човека.



Сл.76. Изглед - постојеће стање Фестус, Мисури, САД

Почетком 70-тих година прошлог века, William Morgan се одлучује да пројектује кућу са два независна стана. Избор локације за изградњу подземне куће на месту некадашње пешчане дине, која је створена приликом урагана Дора 1964 године, представља њену специфичну карактеристику, која се пре свега односи на поштовање тако новонастале конфигурације терена.



Сл.77. Изглед Дина куће, Флорида, САД

Инспирисан књигом и филмом “Lord of the Rings”, изради пројекта подземне куће приступио је пре свега штитећи визуре ка океану на сопственој кући, која се налази на суседној парцели.



Сл.78. Изглед Дина куће - поглед ка мору



Сл.79. Изглед улаза у Дина кућу

Један од људи који је изнајмио кућу је г-дин Шилдхаус (Shieldhouse) који је и члан борда интернационалног удружења DOCOMOMO, које ради на томе да се овакве куће ставе под заштиту као културно наслеђе Америке. Дина кућа је захваљујући његовом промовисању, уврштена у програм туристичких обиласка запажених објекта на Флориди.

Wayne Eyre из Кантербурија на Новом Зеланду се одлучио да купи напуштену подморницу за чију куповину је издвојио 100,000 долара. У зарђали ентеријер подморнице, уградио је столице за уживање и велики ТВ екран са модерним системом за емитовање звука. Подморница је имала перископ који је у функцији .



Сл. 80. Унутрашњост куће подморнице 1



Сл.81. Изглед куће подморнице 2

Ради уређења ентеријера Wayne Eyre је у помоћ позвао Dean Johnstone, који је сарађивао као сценариста са многим познатим режисерима попут Peter Jackson-а.



Сл.82. Унутрашњост куће подморнице 2 са перископом који је у употреби

Упркос томе што је 1961.год. Џ.Р.Толкин одбијен за Нобелову награду за књижевност, уз образложење једног од чланова жирија г-дина Андерс Остерлинга, да његов начин приповедања није на највишем нивоу, суштина успеха његове трилогије о Хобитима, заснивала се управо на описивању посебног магичног села Хобита, и њихових подземних кућа.



Сл.83. Подземни стамбени објекти Матамата, Хобитон, Нови Зеланд

За писања свог магичног епско - фантастичног дела " Господар прстенова ", Џ.Р. Толкин је користио многобројну литературу Универзитета Оксфорд (где је предавао као професор англо - саксонског језика), која је везана за историју и типологију станишта човека. Он куће хобита назива "рупама у земљи", и пише да су хобити технику грађења научили од вилењака, и да су им "куће обично биле дугачке, ниске и удобне. Најстарије међу њима биле су тек пукe имитације смиала, покривене сухом травом или сламом, или чак бусењем, а зидови им бијаху понешто испупчени"⁴¹. Као главну карактеристику њихових подземних објеката наводи "склоност ка округлим прозорима, па чак и округлим вратима".



Сл. 84. Изглед улаза куће у Хобитону



Сл.85. Унутрашњост куће у Хобитону

Филмски сет коришћен за екранизацију трилогије који се налази на малој фарми у месту Матамата на Новом Зеланду, данас је веома посећена туристичка дестинација, и то пре свега захваљујући великом успеху Толкинове књиге.

⁴¹ J.R.R. Tolkien /2005/ The Lord of the Rings / Mass Market Paperback /стр10

2.3.3. Подземни појединачни стамбени објекти у Србији

Монашке испоснице

Након старчевачке културе и периода изградње земуница, у средњем веку у Србији су поред укопаних објеката у терену, присутни и посебни облици становања у стенама, који се у складу са религијским односом према теми испосништва, појављују као простори за становање монаха у стенама.

Испосница као место подвизавања монаха, је представљала место за становање монаха познатих и под називом пустињаци или еремите. “ Главна одлика овог монашког начина живота је одвојеност, не само од света, него и од монаха са којима се живи у заједници. Пустињачком начину живота приступали су, по савету и надзору игумана и искусних духовника, само они монаси који су се одликовали дугогодишњим подвижничким животом.”⁴²

Прве испоснице у Србији свакако су везане за лик и дело Светог Саве. Његову духовност и подвизање пратили су и велики градитељски подухвати. За разлику од храмова који су подизани поред река, а посебно у шумама у којима су били заштићене од погледа и непријатеља, изградња испосница била је свакако велики градитељски подухват.



Сл.86. Горња испосница Светог Саве, планина Чемерно

Горња испосница Светог Саве саграђена је уз стрме стене Чемерна, и десетак километара је удаљена од манастира Студенице. Ова испосница представља живописан комплекс, кога чини јединство природних и градитељских елемената. Датована је у почетку XIII века, и везује се за личност и књижевну делатност Саве Немањића. Испосница је лоцирана на тешко приступачном терену. Најстарији објекти - црква, стамбена зграда и цистерна - смештени су на малим проширењима стазе, која је на западној и источној страни затворена зидовима са капијама. Храм посвећен Св. Ђорђу је својим северним зидом приљубљен уз литицу. Зидан је ломљеним каменом, једнобродне је основе са полукружном апсидом.

Према предању, испосницу је саградио Свети Сава, после његовог повратка са Хиланадара. Мир и тишина планинског амбијента као и неприступачност испоснице, надахнули су Светог Саву да управо на овоме месту напише Студенички типик и Житије Светог Симеона. Ова испосница била је такође место стварања прве преписивачке школе, по којој је Свети Сава и заслужено остао упамћен као први српски просветитељ.

⁴² <http://spomenickulture.mi.sanu.ac.rs/spomenik.php?id=882> (15.02.2016.)



Сл.87. Испосница у манастиру Дечани



Сл.88.Испосница Светог Петра Коришког

Заштиту културних добара Србије, темељно прати евидентирање и проглашење споменицима културе значајних непокретних добара Србије. Историја грађења испосница, забележена је у служби заштите непокретних добара, путем проглашења испосница манастира Дечани за споменике културе. “ Високо у стенама, изнад северне обале Дечанске Бистрице, налази се неколико средњовековних испосница. Углавном су их користили монаси манастира Дечани.”⁴³

У манастиру Туман крај Голупца, којег је према предању, пре Косовског боја у 14. веку, подигао Милош Обилић у знак сећања на друга страдалог у лову, налази се кивот са моштима светог Зосима Синаита.

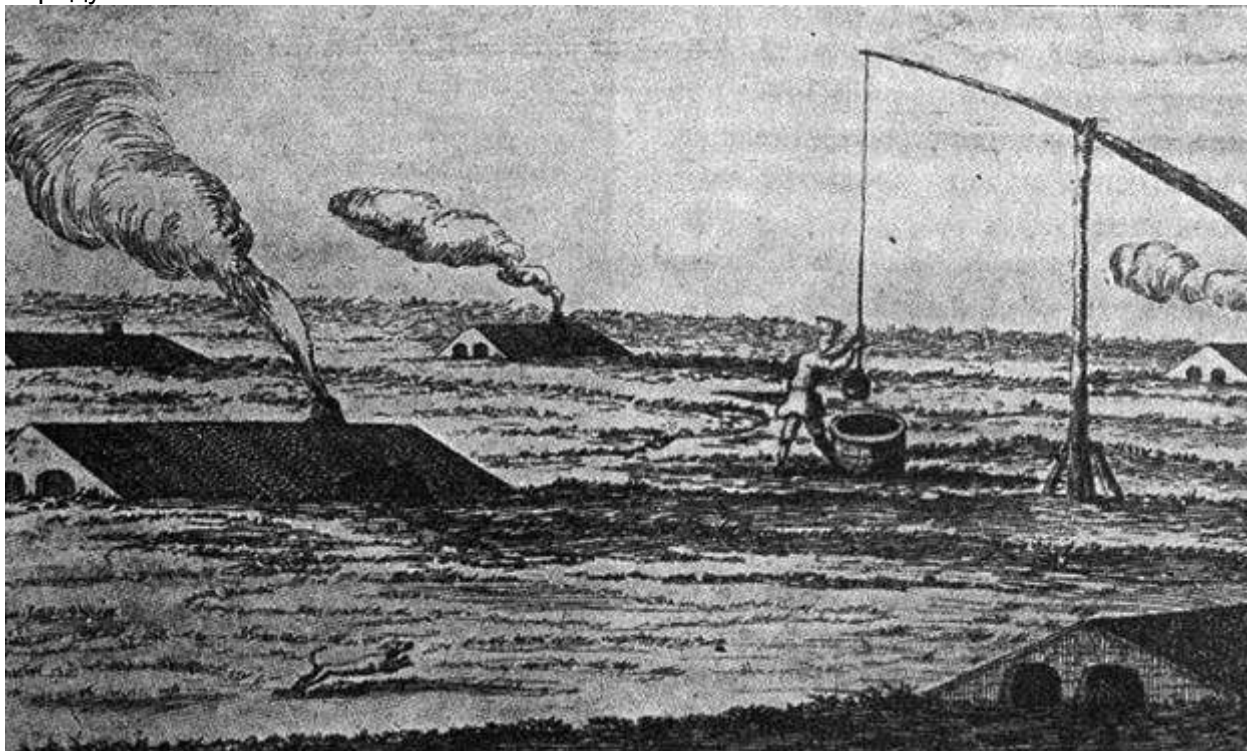


Сл.89. Зосимова испосница код Голупца, манастир Лепавина

⁴³ <http://spomenickulture.mi.sanu.ac.rs/spomenik.php?id=53> (16.02.2016.)

Земунице у Срему

Постојање земуница у Срему забележено је у XVII и XVIII веку, а налазимо их такође у долини Тимока, у Хомољу, око Пирота, у Ресави, Гружи и у другим деловима Србије. Земунце у седименту су на територији Балкана највише прављене у Срему и Бугарској. Прављене су не само за време турског периода владавине, већ и много раније. " По Срему је било много таквих станишта, а по њима је и данашњи Земун (земунице) добио то име. Енглески путописац Brown (1669. г.) видео је многобројне земунице између Осјека и Сремске Митровице. Доситеј Обрадовић је забележио да је при крају XVIII века у Иригу било на стотине земуница, које су људи користили за становање" ⁴⁴. Земунце се сматрају објектима привременог карактера, и не могу се приписати неком одређеном времену или народу.



Сл.90. Подземне куће у Срему (гавира из XVIII века)

Карактеристично је за земунице, да их најчешће налазимо на почетку стварања живота у насељу, или у периодима када су изражене велике миграције становништва. У том смислу су досељеници из Украјине у Канаду пренели и свој однос према типологији изградње објеката, па су се полу-укопани објекти могли наћи у Канади али и Канзасу, управо захваљујући поменутиим околностима.



Сл.91. Канзас (гавира из XVIII века)

⁴⁴ <http://www.prvisvetskirat.rs/prolog/balkan-i-juznoslovenske-zemlje/tipovi-kuca-brvnare/> (21.04.2015.)

2.3.4. Примена подземних објеката у новој стамбеној архитектури

Подземне објекте као функционалне стамбене просторе, без обзира на терминологију која зависи од њихових специфичних форми и типова, карактерише једна особина, а то је да су или делом под земљом, или имају део крова под земљом.

Одржавање константних температурних услова у стамбеним објектима у XXI веку, постаје један од главних аспеката који битно утичу на квалитет живота.

Температура земље постаје стабилнија што се мери дубље од површине земље. "Студије указују на то да је релативна стабилизација температуре у флукуацији на дубини од 0.2м, док је на 2м испод површине земље температура једнака просечној годишњој дневној температури"⁴⁵.

Услед великих и непредвиђених промена временских услова, потражња за алтернативним енергетским ресурсима, постаје све већа од понуде, па се са у складу са том чињеницом, постепено прихвата значај консеквенци неконтролисаног коришћења енергије. " У таквим околностима, подземни стамбени објекти постају један од најприкладнијих модела становања, који обезбеђују адекватан ниво очувања енергетских ресурса, термални комфорт и микроклиматско управљање"⁴⁶.

Нова подземна архитектура, углавном бележи појаву грађења појединачних подземних стамбених објеката, који се веома ретко налазе у зони градова, а чешће у зонама природних амбијената, попут планинских, или пустињских предела.

Изградња подземне архитектуре је данас у том контексту постала сасвим оправдан и примерен приступ грађењу, управо услед измењених климатских услова и цене енергената. Нова подземна архитектура, свој повратак на сцену бележи на америчком континенту, управо због наслеђа затеченог на тлу Америке, у односу на ову специфичну типологију објеката. Проучавањем приступа изградње индијанских кућа насутих земљом, узимајући у обир све њихове потребе за заштитом, и то како од атмосферских прилика, тако и од животињског света, може се закључити да прве куће нове подземне стамбене архитектуре, настају оног тренутка када се приступање њиховој изградњи може повезати са појавом нових материјала у грађевинарству, у којима изолација, али и конструктивни елементи, имају пресудну улогу за реализацију оваквих објеката.

Са искуствима која су пренешена и на остале континенте, подземна стамбена архитектура, све више постаје један од могућих модела приступа за изградњу објеката за стамбене намене. Значајно је такође истаћи, да се насељска подземна стамбена архитектура, јавља углавном у зонама у којима се већ вековима одвија становање, које се само унапређује са материјалима који унапређују живот у таквом амбијенту. Азија и Африка, свакако представљају континенте где се природни амбијент користи и данас у те сврхе. Од пећина, преко стена вулканског порекла, до кућа под земљом, у подземним стамбеним објектима живи данас преко 50 милиона људи. Нова подземна стамбена архитектура настаје са повећањем свести за повећану потрошњу енергије и почива на искуствима анонимних градитеља подземних објеката, чији концепти и данас представљају иновативна решења за решавање стамбених проблема човека XXI века.

⁴⁵ Meir, I. A., I. Gilead. Underground dwellings and their microclimate under arid conditions. In Greco & Acad (eds.) Design With the Environment, Proc. 19th PLEA 2002 Int. Conf. Toulouse, France, Vol.2, pp. 618-624.

⁴⁶ <https://flore.unifi.it/retrieve/handle/2158/780933/24509/prefazione.pdf> (19.09.2015.)

3.0 ОСНОВНЕ ДЕФИНИЦИЈЕ ПОДЗЕМНИХ СТАМБЕНИХ ОБЈЕКТАТА, ТИПОЛОГИЈА, СТРУКТУРА И СВОЈСТВА

Подземна стамбена архитектура није нов, нити појам који се више не употребљава, јер се запажа да "постоји велики број објеката који припадају групи подземних објеката са различитим наменама".⁴⁷ Традиционално, ови објекти су грађени, пре свега, као објекти у којима се ниво утрешка енергије за њихово функционисање своди на најмањи ниво. Подземно становање, свакако почиње са коришћењем постојећих, или стварањем вештачких укопаних структура у терене, те природних или вештачких створених пећина. Употреба пећина као станишта човека, има своје значајне корене у многим религијама. Према подацима из UNESCO -а, пећина у Витлејему изнад које се од 2 века нове ере налази Црква рођења Христовог је управо место Христовог рођења, што је податак који поред религијског значаја, указује на историјске чињенице у погледу постојања подземних облика становања, који су пре више од две хиљаде година забележени на само 10км од данашњег града Јерусалима.

Модерна подземна архитектура се нарочито развија у области становања. "Главни циљ употребе овог типолошког облика становања, је могућност уштеде енергије употребом земље као изолатора, као и других пасивних система, попут употребе соларне енергије за хлађење, односно загревање објеката"⁴⁸. Развој подземних стамбених физичких структура се интензивира са крајем прошлог и почетком овог века, управо са појавом иновација у области технологије грађења, појавом нових материјала и система за снабдевање објеката енергијом. Проучавање подземних стамбених објеката, с обзиром на њихову дужину трајања, обухвата истраживања физичких облика подземног становања кроз различите епохе, али и приступе изградњи оваквих објеката.

3.1. Еволуција подземних објеката

Еволуција подземне стамбене архитектуре, је у великој мери зависила од средине у којој је зграда изграђена (клима, географско подручје...), али и од материјала и технологије која је примењена приликом изградње. Највише стамбених подземних објеката изграђено је у областима где су основне климатске карактеристике велике врућине и мало падавина, док су ређе присутне у хладнијим, планинским пределима са снегом. Сprovedена истраживања указују на то да су подземни стамбени објекти грађени у многим земљама Медитерана, Азије и Африци, Северне Америке и Европе, са мањим или већим интензитетом, кроз све историјске периоде. Историја такође бележи значајне градитељски подухвате у Медитерану из бронзаног доба, попут палате у Кнососу, где је забележена примена изградње подземних стамбених објеката, који се граде у подземним нивоима, претежно због потребе за постизањем константне температуре током летњих периода, услед чега је одређени број стамбених просторија у палати смештен у подземне нивое овог комплекса.



Сл.92. Улаз у подземни део, Кносос, Крит, Грчка



Сл.93. Подземни део палате у Кнососу

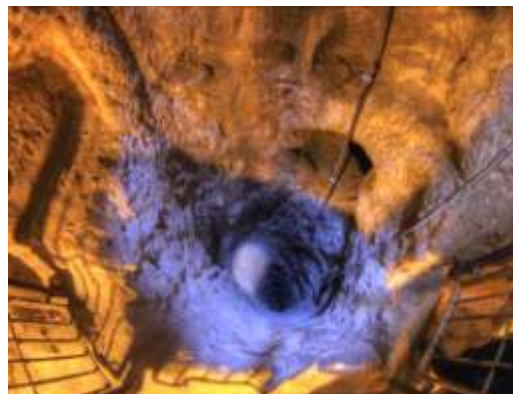
⁴⁷ Golany, G./ 1983/ Earth-sheltered habitat: History, architecture, and urban design. New York: Van Nostrand Reinhold

⁴⁸ Wines, James/ 2000/ Green Architecture. Taschen / London / New York

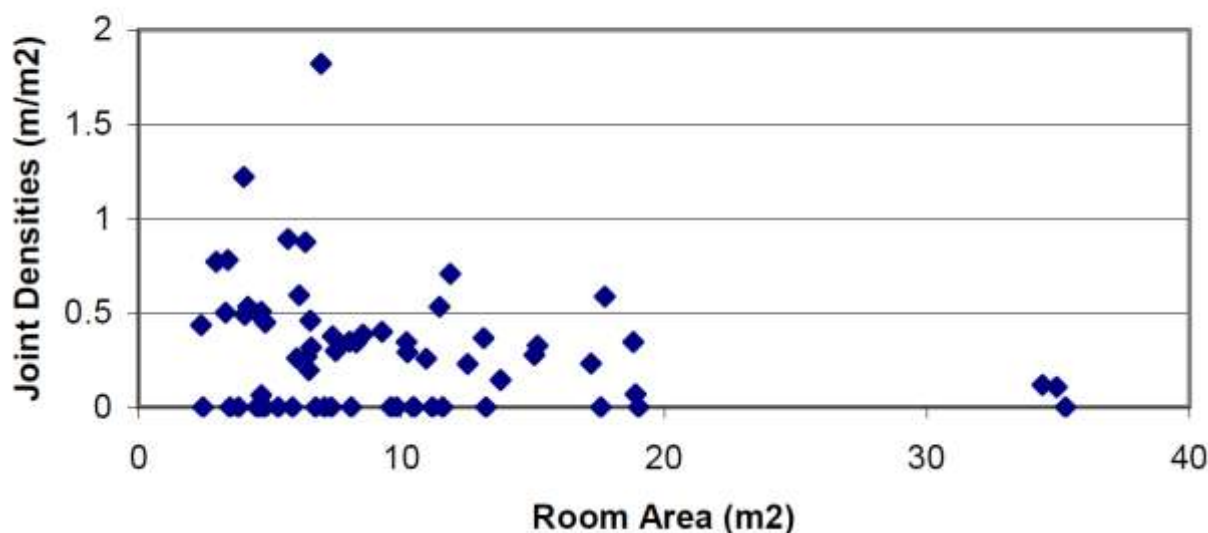
Првобитно изграђен од народа Бриги (касније Фриги), а затим коришћен од стране народа Византије и надаље Грчке, један од најпрепознатљивијих примера подземне стамбене архитектуре, настао је у 8 веку. Њега представљају подземни градови Кајмакли (Каумакли) и Деринкују (Derinkuyu) и некада грчка села Анаку (Inegi) and Malakopi (Melagob), где се подземни нивои простиру до чак 85 метара испод земље . Кајмакли је први пут отворен за туристе 1964., а од 1985. се налази под заштитом UNESCO-а.



Сл.94. Хоризонталне комуникације Кајмакли, Турска



Сл.95. Вертикалне комуникације Кајмакли



Дијаграм 1. Однос густине и површине просторија у подземног граду Кајмакли, Турска

Сprovedена истраживања указују да је " повећана густина просторија у подземном граду била у границама површина соба од 0-10м ,односно од 10.20м², док се мања густина концентрације соба читава у зони од 30-40м², просторијама за које се претпоставља да су биле заједничке јавне просторије овог подземног града."⁴⁹ Подземни стамбени објекти у овом граду су, дакле, представљали низ вертикално и хоризонтално повезаних просторија. Ови подаци указују на то, да је изградња овог подземног града била осмишљена и праћена образцима пројектовања, који су се пре свега односили на површине, али и типолошки образац, који овај град сврстава у ред укопаних атријумских структура.

⁴⁹ Mehmet Özgür Mutlu/2008/ Geology and joint analysis of the Derinkuyu and Kaymakli underground cities of Cappadocia/ Middle East Technical University/ Turkey

За разлику од Анадолије, у којој се прилаз подземним нивоима одвија путем приступа светлим "бунарима", кинески модел подземне стамбене архитектуре поред јаодонг атријумског типа изградње, као најзаступљенији модел има објекте елевационог типа, који настају укопавањем просторија у терен.



Сл.96. Низови укопаних стамбени објекти у терен, Лијишан, Кина

Упркос закључцима до којих је Ернест Вон Мејинфилд (Ernest Von Meijenfeldt) дошао проучавајући подземне објекте, када је и написао коментар " о револуцији повлачења из природних станишта у градове"⁵⁰ као и констатацији да елевациони тип подземних стамбених објеката у стенама у Кини " постоји већ готово више од 6000 година"⁵¹, они се и данас се успешно примењују ван градског урбаног амбијента.

Од 18-тог века, човек је поставио себе изнад природе и утицаја којима се морао прилагодити. Од тог периода, архитектура представља рефлексију човековог обуздавања природе. Са романтичним покретом промена односа према природи, манифестује се и промена односа према човечијем станишту. Међутим током свих векова постоји непрекидна потреба успостављања односа са природним формама. У почетним фазама у 19.веку, асоцијације на природне форме имају више носталгични призив. Са појавом модернизма, настаје потреба за јасном и видљивом везом између архитектуре, пејзажа и природе. Поједина дела Ле Корбизјеа (Le Corbusier) и Френк Лојд Рајта (Frank Lloyd Wright), ипак показују интуитивну везу која је успостављена у њиховој архитектури.

Повећани интерес за успостављањем тих релација, доводи и до поновног успостављања потребе повратка природи. Са друге стране људи траже нове асоцијације између земље као "мајке" природе, и грађевина као простора који штити људско тело и душу (Von Meijenfeldt, 2003). Лорета Хал (Loretta Hall) је истакла чињеницу да становање испод земље, као и верникуларна архитектура, своју ренесансу доживљавају у Кини, Јапану, Азији, Америци, широм Европе, Аустралије и Русије (Hall, 2004).

⁵⁰ Ernst von Meijenfeldt /2002/ Below Ground Level: Creating New Spaces for Contemporary Architecture/ Birkhäuser

⁵¹ Rob Roy /1994/ The Complete Book Of Underground Houses: How To Build A Low Cost Home

Континуитет постојања подземних стамбених објеката који су и данас у функцији, илуструје потребу за представљањем ове свакако актуелне теме. Доследно, са дугим низом година постојања типологије подземне стамбене архитектуре, са посебним освртом на дизајн подземних стамбених објеката, савремена архитектура потврђује потребу за даљим интервенцијама у правцу ремоделације и пренамене постојећих подземних структура.



Сл.97. Бункер адаптиран у подземни стамбени објекат, Холандија

Архитектура се данас све више посматра и као вештина рециклирања простора, који су у одређеном амбијенту имали сасвим другачију улогу. Потребна да се побегне ван града, и тако оствари контакт са природом, настаје уз обезбеђивање два кључна предуслова. Један је да је температура у викенд кућама под земљом константна, за разлику од температуре надземних градских објеката, а други да се поред таквих објеката који су енергетски стабилни формирају и простори који могу служити за боравак на отвореном.



Сл.98. Бункер ентеријер соба



Сл.99. Кухиња и трпезарија

Адаптирани подземни холандски војни објекат - бункер, пренамењен је у подземни стамбени објекат са свим потребним просторијама за повремено коришћење за стамбену намену.

Многи архитекти данашњице попут, Ренца Пјана (Renzo Piano) и Доминика Пероа (Dominique Perrault), постављају себи задатке да раде са окружењем, и стварају подземну архитектуру у контексту. Њихове креације подземне архитектуре, представљају комбинације садржаја, које неретко имају и делове привременог стамбеног смештаја за боравак особља у таквим комплексима.



Сл.100. Вишенаменски комерцијални центар, Вулкано буоно, Нола, Италија



Сл.101. Ева кампус- универзитетски комплекс, Јужна Кореја
Архитекта Доминик Перо (Dominique Perrault) унео је природно светло унутар кампуса упркос томе што се објекат налази испод површине тла. Спектакуларан улаз кроз динамичну "долину" - шеталиште истакао је значај зеленог крова који се издиже изнад простора за шетњу и одмор. Ова вишенаменска универзитетска зграда, отворена 2008, може се назвати и штедљивом, будући да је акумулирала 25 одсто више енергије, него да је изграђена по усаглашеним техникама градње.

Специфични облици становања, који се пројектују и граде као хотелски комплекси, имају и своје репрезентативне представнике у подземном стамбеној градњи. Архитектура као уметност али и као енергетски ефикасни објекти настаје у Аустрији, на локацији некадашње фарме, испод које је откривена велика количина геотермалних потенцијала. Пројектовању хотелског комплекса у Аустрији, Хундертвасер (Friedensreich Regentag Dunkelbunt Hundertwasser) је приступио уз претходну детаљну визуелну опсервацију локације, ради приступа пројектовању са једним основним циљем, а то је повезивање планираних физичких структура са постојећим амбијентом.

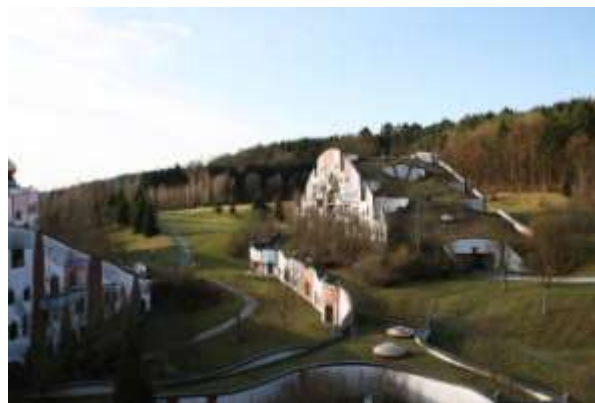


Сл.102. Хотелски комплекс Ронер, Бад Блумау, Аустрија

Објекти су започети 1993. а отворени су 1997.године. Овај комплекс је испунио основне успостављене критеријуме, који су везани за енергетску ефикасност и комбинацију зелених кровова. Објекти су делом укопани а делом структуре насуте земљом. Данас је зона овог хотела највећа геотермално постројење у Аустрији. Вода се доводи са дубине од 3000м, а производи се до 190 MW годишње. Ова количина енергије, је довољна да објекат буде самоодржив и енергетски независан.



Сл.103. Детаљи зеленог крова



Сл.104. Уклапање објеката у амбијент

Посматрање феномена концепта места, је свакако адекватни поступак у односу на посматрање феномена простора. То се дешава пре свега јер у месту, постоји и конкретан осећај за локацију у којем се тај осећај конкретно остварује. Проучавање овог феномена свакако значи и проучавање суштине ствари у избору места за становање. Избор места не значи и нужно опредељење за исти концепт стварања архитектуре који је карактеристичан у простору. Један од таквих примера настао је 2009.-те године у Швајцарском месту Валс.



Сл.105. Вила Валс, Валс, Швајцарска

Значење "места" са метафизичке позиције, идеолошких разлога и искустава у свакодневном животу у кући и граду, је тема којом су се после Баухаус школе бавили многи архитекти и филозофи (Lefebvre, 1991). Симултаност у дефинисању нових перцепција простора, градова, локација као и експериментална истраживања места за становање, је тема којом су се у својим делима бавили Хајдегер (Martin Heidegger), Мерло-Понти (Maurice Merleau-Ponty) и многи други. "Истина је да би нас ако би све објашњавали са психоаналитичког подсвесног станивошта, то могло одвести до нетолерантног редукционизма и догматизма, попут прецењеног појма структуралног. Па ипак, структуре постоје баш као и појам подсвесног."⁵² Подземни стамбени објекти би се свакако могли појаснити објаснити путем њиховог дефинисања као структуралних творевина, али такође и путем подсвесног односа према теми безбедност, и сигурност боравка у "утrobi мајке земље" .



Сл.106, Тераса Вила Валс

⁵² Henri Lefebvre/1982/The Production of Space/ Wiley-Blackwell

Постоји свест, и подсвест о месту становања коју доживљавају корисници простора. Свест о месту, свакако има и конкретних ефеката на његове кориснике, пре свега у правцу тога, да се они свесно или несвесно у неком простору осећају осетљивим и сигурнијим, него у неком другом. Једна од највећих жеља човека јесте комфорт. Архитектура представља фокалну тачку тих жеља, и метафизичку идеју о комфорту. Ако тело и душа желе комфор, и скровиште и сигурност буду осећаји који испуњавају то место, извесно је да ће касније та особа бити мотивисана да живи управо на таквом месту (Eisenman, 2003).

Управо комфор чини један од главних разлога у којем еволуција подземних објеката постаје феномен, у којем се инвеститори - власници, сами одлучују да изаберу овај тип објеката као комфоран, и у исто време ефикасан објекат.



Сл.107. Део стамбеног насеља под земљом Параме, Свети Мало, Француска

Увођењем бетона и нових изолационих материјала, увећавају се могућности за изградњу подземне стамбене архитектуре која у комбинацији са геотермалним потенцијалима и соларним колекторима, овакве објекте ставља у контекст куће нулте енергетске потрошње. Тако у урбаним подручјима еволуирањем од пустињског и пећинског ка модерном - подземном, настају читава насеља која представљају еволутивни низ наслеђа поземне архитектуре.

Еволуција изградње подземних стамбених објеката је у блиској релацији са задовољством становања на специфичној локацији и креирањем таквог места за становање. Осећај задовољства местом становања, је разлог за доношење одлука за становање на специфичним локацијама, односно чињенице да људске жеље производе иницијалне разлоге за становање на специфичним локацијама.

3.2. Дефиниција подземног стамбеног објекта

Појам подземни стамбени објекат, упркос вишедеценијском присуству у разматрањима научних и експертских кругова, није у законским регулативама на интернационалном нивоу заживео као посебан законом дефинисан појам, уз ретке изузетке попут правилника за изградњу на територији Аустралије, или помињања посебности приликом процедура прибвљања дозвола за изградњу на територији САД. Изузетак такође представља и помињање појма подземни објекти, који се најчешће односи на тунелске и објекте који се граде у сврху заштите од елементарних непогода.

Као најчешћи појам у архитектури који се посредно може довести у везу са подземним стамбеним објектима, појављује се појам "сутерен", од француског израза sous - terrain односно латинског subterraneus, којим се најчешће дефинише део објекта испод приземља, делимично укопан у складу са падом терена.

Поменути назив се интензивно користио у археологији као појам, којим се појашњавају подземне структуре претежно из периода гвозденог доба.



Сл.108. Сутерен, Оркни, Шкотска, Велика Британија



Сл.109. Свети Килда, Шкотска, Велика Британија

Други појам, који се такође појављује у већини интернационалне законске регулативе која се везује за изградњу објекта, јесте појам подрум, који најчешће искључује могућност његовог коришћења у функцији стамбених простора. Појам сутерен, је појам којим се појашњава ниво објекта који настаје као последица изградње објекта на терену у паду, и за разлику од подрума подразумева и стамбену функцију, али не појам који се директно може повезати са појмом подземног стамбеног објекта.

Концепт подземног стамбеног објекта се не може појаснити општом дефиницијом, а најчешћи појам који их дефинише у јавности је да су то куће покривене земљом. Постоје различити приступи дефиницији, попут услова да " 50-80% зоне крова буде прекривено земљом"⁵³, док је друга али далеко логичнија верзија, да је услов услов да се неки објекат прогласи подземним стамбеним објектом, да минимум 50% његовог целог омотача буде под земљом. Према Реј Скоту, типичан подземни стамбени објекат мора бити " укопан најмање 2 - 5 стопа "⁵⁴. Своје образложење за ту дефиницију, даје пре свега у односу на губитак степена изолације која се добија са насипањем објекта земљом, јер је са 1.5м већ створено 90 % изолационих потенцијала у односу на дебљину слоја од 3м, која у случајевима прорачуна оптерећења, захтева далеко више инвестиција у изградњу конструктивних елемената за ношење таквог слоја земље.

За разлику од приступа дефинисању подземног стамбеног објекта, који је дат на основу детаљних анализа и података везаних за димензије слојева или површине слојева земље које су под објектом, према Стоктону "подземни, земљом покривени или интегрисани у земљу стамбени објекти, су структуре које су или укопане у земљу или прекривене земљом".⁵⁵

⁵³Earth sheltered homes : plans and designs / Donna Ahrens, Tom Ellison, Ray Sterling ; Underground Space Center, University of Minnesota/New York / Van Nostrand Reinhold Co., 1981.

⁵⁴Ray G. Scot /How to build your own underground home /Tab Books; First Edition edition (1979)

⁵⁵Janet Stockton Parker/ /1979/Interiors of underground houses : Suggestions for consumers /Texas Tech University

3.2.1. Подземни стамбени објекти интегрисани у постојећи амбијент

Појава подземне стамбене архитектуре запажена је на свим континентима. Постоје физичке структуре које су изграђене људском руком, али постоје и оне које су биле природни заклони, а које су касније пренамењене за становање.

Велики број пећинских природних структура је напуштен, и њихово коришћење је завршено у периоду праисторије. У периоду средине 20-тог и почетком 21 века, уочена је појава поновног коришћења пећинских структура и склоништа у стамбене намене.



Сл.110. Чуфут Кале, Бакчисарај, Крим



Сл.111. Коахуља пустиња, Мексико



Сл.112. Сера де Фафе, Португал



Сл.113. Моаб пустиња Јута, САД

Архитектура имплантације, у којој се на постојећој стенској маси врши доградња одређених структура за потребе обезбеђивања функције становања, представља специфичан облик, настао као комбинација природних структура и грађевинских форми интегрисаних у једну јединствену форму. Примери објеката Сера де Фафе (Sierra de Fafe) и објекта у Моаб пустињи, нису типични примери подземне стамбене архитектуре, али како су грађени под окриљем природних слојева, приказани су у контексту структура, наткривених каменом и посматраних као подземна стамбена архитектура.

Најчешћи појавни облик појединачних интервенција у простору представљају подземни стамбени објекти који су изграђени на тај начин, и то тако да се стенске масе користе за кровну површину и заштиту од непогода. За ту врсту подземних објеката је карактеристична константна температура простора, и интервенција извршена само у делу изградње спољњег зида, који има улогу фасаде, али и преграда која додатно доприноси заштити од климатских промена, и нежељеном приступу у унутрашње делове простора такве структуре.

3.2.2. Вештачке подземне стамбене структуре

Изградња стамбених објеката се најчешће посматра као појава надземне структуре, али се данас пре свега услед два најзначајнија аспекта, а то су однос према избору места и енергетска ефикасност објекта, све већи број људи одлучује заправо за подземну стамбену архитектуру. Главни разлози су свакако осећај комфора "у утроби мајке земље" али и енергетска ефикасност, односно потреба да се што више уштеди на употреби и плаћању енергената за загревање или хлађење објеката.

Подземна архитектура је у том контексту уопштени израз, који се употребљава када се говори о структурама које се налазе под земљом. Најкраћи опис подземне архитектуре, би био грађевинска структура изграђена под земљом. Постоји свакако више појмова који се могу наћи у литератури, или чути у називима којима се описују подземни објекти.

Семантика речи "подземна" одговара широком појму структура које не морају бити заиста и целом својом структуром под земљом.

Подземни стамбени објекти се данас могу разврстати у насуте, и потпуно укопане објекте. Насути или полу-укопани објекти, јесу они објекти којима је приступ могућ са више страна. Такви објекти најчешће комбинују и више енергетских извора за снабдевање јер су структурно приступачнији, и њихове могућности не зависе само од једностраног приступа. Потпуно укопани објекти имају најчешће само једну фасаду, путем које се приступа објекту, док су остали делови у потпуности под земљом. Ови објекти могу такође бити у комбинацији са зеленим крововима, или се њихове структуре потпуно укопавају у земљу па се као кровни покривач задржавају постојећи слојеви земље на самом терену.

У теорији и пракси се појављује низ појмова којима се могу дефинисати подземни стамбени објекти и то :

Сутеренски објекат ⁵⁶ (француски *souterrain*) подземни пролаз или подземна просторија

Кућа јама ⁵⁷ (pit-house) примитивни облик становања, који се састоји од рупе укопане у земљу и прекривене травом или земљом

Кућа од блата ⁵⁸ (mud hut) мало једноставно склониште од исушеног блата, може бити и делимично укопано

Бурдеи ⁵⁹ (румунски *bordei*, украјински *бурдей*, *бурдiй*) представљају тип полуукопаног склоништа - куће. Овај појам представља објекат који је делом кућа од земље, а делом колиба која се најчешће могла видети у степама источне Европе.

Земунице ⁶⁰ у лесу прављене су највише у Срему и Бугарској где је лес највише распрострањен и најдебљи. Прављене су не само за време турске периоде већ и много раније. По Срему је било много таквих станова и по њима је сигурно и Земун (земунице) име добио. Енглески путник Brown (1669. г.) видео је многобројне земунице у лесу између Осека и Митровице. Доситеј је забележио при крају XVIII века да је у Иригу било на стотине земуница у којима су људи становали. Има их и сада у селу Батини у Барањи поред Дунава.

Кућа од земље ⁶¹ (на руском Землянка, на пољском *ziemianka*) је тип источно европске куће од земље која је служила као склониште за људе или стоку. Базиране на изградњи објекта као рупе или јаме у земљи ове структуре су најпознатији архетип становања. Кућа од земље може бити делом или комплетно под земљом, са равним кровом прекривеним земљом или травом. Овај тип је касније еволуирао у куће прекривене земљом као куће које се и данас граде од савремених материјала

Земљана колиба ⁶² (earth lodge) је полуукопани објекат покривен земљом најчешће кружног облика са куполом у центру објекта за отвор за ложење ватре, претежно грађен у Северној Америци

Кућа под земљом⁶³ (Underground Homes) најчешће употребљаван израз за подземну стамбену архитектуру. Овај израз се употребљава за све врсте подземних стамбених објеката, Subterranean Houses израз који се готово идентично употребљава као израз *Underground Homes*,

Кућа прекривена земљом⁶⁴ (Earth-Sheltered Houses) представља објекат који је прекривена земљом са једне или више страна. Прецизнија дефиниција је да су то куће прекривене земљом са најмање 50% спољног омоточа.

⁵⁶ <http://www.dictionary.com/browse/souterrain> (24.11.2015.)

⁵⁷ <http://www.merriam-webster.com/dictionary/pit%20house>(24.11.2015.)

⁵⁸ <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/mud-hut>(24.11.2015.)

⁵⁹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Burdei>(24.11.2015.)

⁶⁰ <http://www.prvisvetskirat.rs/prolog/balkan-i-juznoslovenske-zemlje/tipovi-kuca-brvnare/>(24.11.2015.)

⁶¹ <https://en.wikipedia.org/wiki/Zemlyanka>(24.11.2015.)

⁶² https://en.wikipedia.org/wiki/Earth_lodge(24.11.2015.)

⁶³ <http://www.underground-homes.com/>(24.11.2015.)

⁶⁴ ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/94_220.html(24.11.2015.)

3.3. Основна типологија подземних објеката

Теоретски, сваки објекат који има поједине делове своје структуре укопане испод површине земље може се делом посматрати као подземни објекат.

Ради дефинисања основних типолошких структура анализирана је литература из области археологије и архитектуре.

Упркос чињеници да се поједини зелени кровови могу сматрати делимично и структурама које спадају у ред подземних стамбених објеката, овај рад неће имати посебан однос према зеленим крововима, изузев у случајевима када ти кровови припадају структурним склоповима, као делови објеката покривених земљом. Насипање земље и формирање зелених кровова, такође може бити окарактерисано као подземни објекат, али је ипак значајно направити управо ту разлику, а то је да ли је објекат грађен под земљом, или представља надземни објекат прекривен слојем земље, који се свакако може посматрати у контексту типа објекта са зеленим кровом.

У том смислу, потребно је истаћи да се овај рад неће бавити истраживањима посебних делова објеката у функцији зелених кровова. Ради јасне диференцијације свакако је потребно истаћи да се код савремених начина изградње кровног врта препознају два главна приступа, односно две категорије које су изведене из савремене немачке праксе зависно од употребе, врсте вегетације и обима одржавања и то: екстезиви и интензивни кровни вртови.



Сл.114. Екстезиви кровни врт, стамбени објекат Блок К, Амстердам, Холандија

Ауторски тим NL Architects пројектовао је блок К у Амстердаму. Блок је лоциран између историјског језгра и зоне луке у источном делу града, недавно поновно реактивираним са новим наменама. Зграда се састоји од 10 апартмана и део је реализације мастер плана којим се разрађује изградња 500 нових станова.

Екстензивни кровни врт користи плитак супстрат од 3 см до 15 см, и представља лакши и јефтинији систем од интензивног кровног врта, и првенствено се користи као еколошки кровни покривач

У својој докторској дисертацији "Развој и трансформације кровног врта од настанка до савремених тенденција" Мирјана Б. секулић напомиње да "Интензивни кровни вртови највише личе на традиционалне вртове. Важно је напоменути да функционисање кровног врта има веома мало сличности са функционисањем традиционалног врта, пошто су природни елементи промењени (температура, ветар, тло). У односу на екстензивне вртове, избор биљака је шири; поред покривача тла, жбуња, пузавице, користе се и нижа стабла, а постоје примери и са дрвећем средње висине. Дубина подлоге зависи од кровне конструкције док је дебљина покривача је већа од 15 см, а максимална забележена дубина је преко 4 м."⁶⁵



Сл.115. Стамбени објект Боско Вертикале, Милан, Италија



Сл.116. Пресек

Bosco Verticale састоји од две стамбене куле од 110 и 76 метара висине. Изграђене су у центру Милана, на рубу насеља Исола. Ови објекти имаће на својим терасама кровне вртове са око 900 стабала (висине од 3, 6 или 9 м) са широким спектром жбуња и цветних биљака.

Када би се површина зеленила које се налази распоредила на равну површину била би то површина од 10.000 квадратних метара шуме. За разлику од екстензивних зелених кровова интензивни зелени кровови могу пружити већи ефекат озелењавања управо због дебљине зоне супстрата која омогућава и сађење високих стабала у деловима зеленог крова.

⁶⁵ Мирјана Б. Секулић, дипл.инж.пеј.арх.- мастер /2013./ Развој и трансформације кровног врта од настанка до савремених тенденција / Докторска дисертација / ФТН Нови Сад (необјављено)

Специфичан пример зеленог крова као природног слоја представља комплекс Музеја "Цистерна" у Копенхагену. Цистерна представља дуго заборављени подземни резервоар који је некада служио за прикупљање пијаће воде за Копенхаген у којем је могло да се складишти 16 милиона литара воде. Изграђена 1856 употребљавана све до 1933 и коначно стављена ван функције 1981. Од 1996 користи се као музејски простор. Објект се налази испод зелене парковске површине. Нема вештачки већ природни зелени кров.



Сл.117. Музеј под називом Цистерне, Копенхаген, Данска

Докторанд Александар Рудник Милановић, је аутор пројекта линеарног парка Воксал, који је формиран изнад железнице у делу општине Ламбет у Лондону. Парк је настао као потребе за обезбеђивање потребних парковских површина за велики број стамбених кула у непосредном окружењу локације, уз услов железнице за задржавањем железничког чворишта и колосека који воде ка самом срцу Лондона.

Овај парк у дужини од 2 км, нуди могућности за одвијање многобројних рекреативних садржаја за све генерације, а са својих 5 км бициклистичких стаза, представља главну градску бициклистичку променаду, на коју се путем рампи може приступити ка свакој од пет наслеђених парковских површина у непосредном контакту са постојећим колосецима.

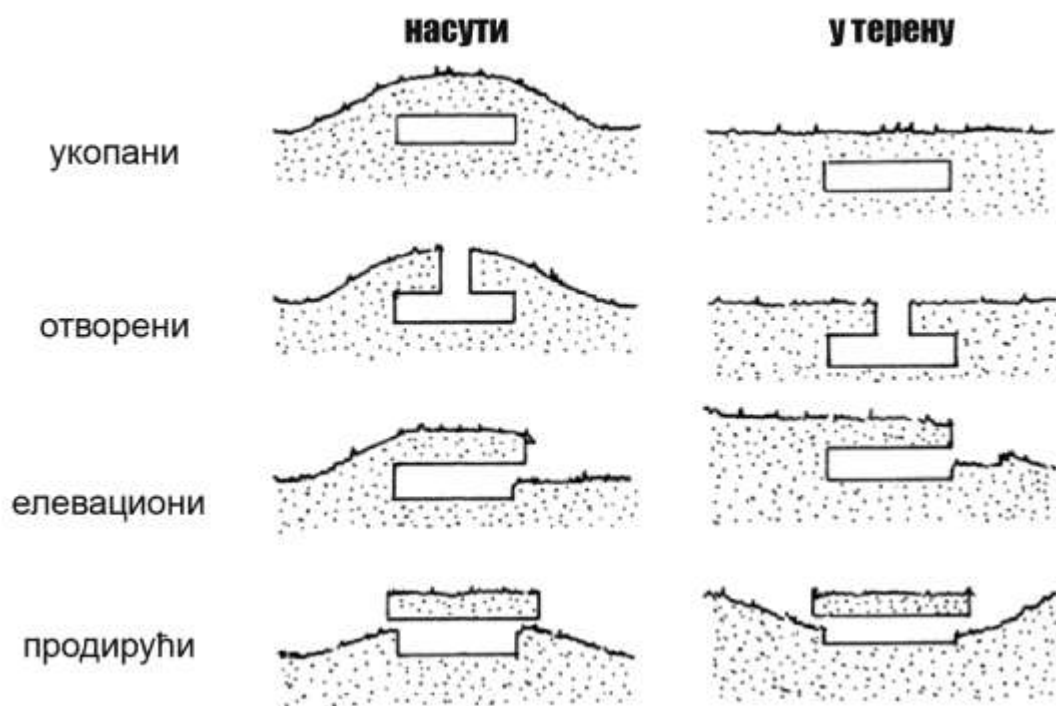


Сл.118. Линеарни парк Воксал, Лондон, Велика Британија

Интензивирање изградње подземне стамбене архитектуре, се поклапа са периодом енергетске кризе из 70. -тих и 80-тих година прошлог века. Типолошке студије рађене у последњих готово пола века, указују на појаву неколико подваријанти основних типова те архитектуре.

У највећем броју литературе коришћене за израду овог рада, појављују се две основне типолошке групе подземних стамбених објеката и то :

- подземни стамбени објекти **у терену**
- подземни **насути** стамбени објекти



Сл.119. Типови подземних стамбених објеката

При изградњи подземне стамбене архитектуре, појављују се типологије које настају пре свега у складу са карактеристикама терена на којима се такви објекти граде. Уместо типологије класичне изградње надземних објеката, који су статични и непромењиви модели, пројектовање и изградња подземне стамбене архитектуре представља делове адаптивног и динамичког процеса стварања. У том смислу, јасно је да "ако неки објекат садржи типолошке карактеристике које се могу повезати са групом коју тај објекат чини, онда се ти подтипови називају у складу са именима тих карактеристика".⁶⁵

Подземни стамбени објекти који се граде у терену, су објекти који немају никакав или имају минимални контакт са површином земље. Објекти који спадају у ову категорију, користе природни пад терена, или природне слојеве, са интервенцијама које подразумевају укопавање у постојећи терен. У принципу, код таквих објеката једино се позиције улаза налазе изван површине земље. Ови објекти, такође, најчешће имају механичко проветравање и убацивање светла.

Подземни насути стамбени објекти, су објекти који су настали са интервенцијама човека у делу топографије локације на којој се објекат гради. Објекти су покривени земљом, и њихове алтернативне типологије се заснивају на увођењу кровног покривача од вештачког или природног материјала.

⁶⁵ Memarian, G.,(2006), "Journey into Theoretical Architecture", 2nd ed., SorousheDanesh Press, Tehran, Iran.

3.3.1. Подземни стамбени објекти у терену укопаног типа

Подземни стамбени објекти који се граде у терену укопаног типа, се у пракси данас ретко могу срести, јер се за обезбеђивање функционисања таквих објеката, пре свега, мора обезбедити довољна количина енергије. Један од ретких примера потпуно укопаних објеката, је рударска област и град Кубер Педи (Coober Pedy) у Јужној Аустралији.



Сл.120. Улаз у подземни објект Кубер Педи, Аустралија



Сл.121. Ентеријер

3.3.2. Подземни стамбени објекти у терену отвореног типа

Подземни стамбени укопани објекти, настали као реминисценција класичног сихејуан дворишта, у случајевима подземних објеката потопљених дворишта у којима су укопане стамбене јединице. Овај тип објеката карактеристичан је за Хенан и Шанкси провинције у Кини.

Ови стамбени објекти указују на то да се становници ових провинција и даље прилагођавају својој околини, прихватајући сва природна и технолошка ограничења за коришћење овог типа објеката. Такође се може извући закључак, да вишевековно коришћења овог типа становања, није као последицу имало било какве штетне последице на животну средину, услед примене оваког типа становања. Међутим, традиција ових кућа под земљом, ускоро може бити прекинута и трајно изгубљена. Разлог за то је и ситуација, у којој се становници многих области у којима је заступљен овај тип стамбене подземне архитектуре исељава из својих делова насеља, услед покретања програма за пошумљавање, управо у зонама у којима се налазе ова насеља.



Сл.122.Подземни стамбени објекти Шанкси,Кина



Сл.123. Миошанг село, Хицхангун, Кина

3.3.3. Подземни стамбени објекти у терену елевационог типа

Подземни стамбени објекти који се граде у терену - елевационог типа, су такође карактеристични типови који се примењују за подземну стамбену изградњу у Кини у 21.веку. Овај тип објеката не припада само традиционалној изградњи која се у Кини одвијала у протеклим вековима, већ се такви објекти граде и данас. Преко 1000 објеката изграђено је у зони Лоес платоа у Кини, управо користећи искуства традиционалне изградње ради стварања нових енергетски ефикасних објеката.⁶⁷ Изградња јефтиних укопаних кућа у комбинацији са соларном енергијом и природном вентилацијом, створили су услове за минимум коришћења енергије потребне за одржавање објеката овог типа.



Сл.124. Терасасте објекте у зони Лоес платоа, Кина



Сл.125. Ентеријер подземне јединице

Класичан пример елевационог типа, у Европи представља концепт грађења који се заснива на изградњи камених кућа под земљом још из периода гвозденог доба.⁶⁸ Данашњи објекти, представљају ремоделовану архетипску архитектуру северне Шкотске. Приступом изградњи објекта, која је подразумевала коришћење материјала који су доступни на локацији, постигнут је максимални ефекат амбијенталног уклапања. Овај објекат представља типичан пример укопаног подземног стамбеног објекта, који настаје тако што се интервенција врши на постојећем терену, са кровним покривачем који представља део природног терена на којем је објекат изграђен.⁶⁹



Сл.126. Улаз у објекат Коигач Брош, Шкотска, Велика Британија



Сл.127. Изглед објекта

⁶⁷ https://qph.is.quoracdn.net/main-qimg-df9120afe1fd6d05070e4b0395b58123?convert_to_webp=true (25.10.2015.)

⁶⁸ <http://chinablog.cc/wp-content/gallery/residential/yaodong/multi-1.jpg> (25.10.2015.)

⁶⁹ <http://www.rias.org.uk/directory/practices/sba-architects/the-brochs-of-coigach/> (25.10.2015.)

3.3.4 Насути подземни стамбени објекти елевационог типа

Насути подземни стамбени објекти елевационог типа, своју традицију заснивају на историјском наслеђу архитектуре америчких Индијанаца, који су своје објекте градили често као насуте укопане објекте прекривене земљом, или објекте са кровним материјалима доступним у природном окружењу њихових станишта.

Један од таквих примера, који спада у категорију насутих подземних стамбених објеката код којих је већи део објекта насут земљом, је објекат изграђен 80-тих година прошлог века у Оклахоми.⁷⁰ Тај објекат представља редак примерак архитектуре народног градитељства, са шиндром као кровним покривачем, у комбинацији са земљаним насипима око целог објекта .



Сл.128. Изглед крова насуте куће у Оклахоми, САД



Сл.129. Фасада куће у Оклахоми САД

Ретки су примери попут објекта на Флориди који је грађен као насути подземни објекат продирућег типа. Вилијам Морган (William Newton Morgan) више пута награђивани архитекта, ученик Валтера Гропијуса (Walter Adolph Gropius) 1972. дизајнира објекат Хилтоп хаус, као део својих истраживања на тему подземне стамбене архитектуре.⁷¹



Сл.130. Аерофото снимак, Хилтоп кућа, Флорида,САД



Сл.131. Изглед објекта

Архитекта Вилијам Морган (William Newton Morgan), пројектује објекат са два комуникациона продора, као подземни насути стамбени објекат .

⁷⁰ <http://www.okieboy.com/sitemap.html> (28.01.2016.)

⁷¹ <http://cfasrq.org/programs/buildingaday2014/october15/> (28.01.2016.)

3.3.5. Подземни нивои стамбених објеката - градски стамбени блокови

Упркос томе што је стручној јавности Србије најчешће презентован став службе заштите, који се односи на то да се заштићени објекти не смеју, и не могу мењати, јер објекат који је потенцијално предмет интервенције има статус заштићеног објекта, интернационална пракса нас увек поново демантује својим атрактивним примерима из праксе.

Велики број обимних интервенција на подземним структурама стамбених објеката се интензивно дешава управо у Лондону. Упркос наизглед грубом нарушавању идентитета објекта, свака промена овога типа која се планира на физичким структурама мора имати сву неопходну планску и пројектну документацију за добијање дозволе за изградњу.



Сл.132. Објекат породице Choudhrie, Лондон, Велика Британија



Сл.133. Пресек кроз објекат

Пример у прилогу је објекат у дистрикту Белгравија у Лондону, за који је у месецу фебруару 2015. Општинско веће Westminster, одобрило доградњу подземних нивоа. Планиране интервенције на подземним нивоима у овом објекту, биле су засноване на потребама проширења функционалних капацитета објекта, у складу са потребама власника породице Choudhrie .



Сл.134. Извод из Студије изградње подрумских просторија у општини Вестминистер

Израдом пратеће документације за потребе реализације плана за општину Westminster под називом "Basement Development in Westminster", Supplementary Planning Document ⁷², ишло се у правцу дефинисања потребних правила, како би се омогућило што квалитетније коришћење подземних нивоа објекта.

⁷² http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications_store/adopted SPD publication version.pdf (27.02.2016.)

3.3.6. Комбинација надземног и укопаног подземног стамбеног објекта

Посебан тип подземне стамбене архитектуре, представљају објекти који настају као комбинација, стандардне надземних и подземних укопаних делова објеката.



Сл.135. Надземни део Лангтри куће, Лондон, Велика Британија



Сл.136. Подземни део Лангтри куће

У Лондону је "на простору некадашње блоковске подземне гараже у Хампстед Хиту (Hampstead Heath) изграђена вила Лангтри Хаус (Langtry House). Услови за изградњу су били специфични, јер се услед изграђеног ткива у овом блоку могао изградити само објекат са регулацијом у висини приземља, па је решење за потребне садржаје природно дошло као приступ изградњи комбинацијом надземних и подземних нивоа.

Комбинацијом надземног приземног објекта са зеленим кровом, и атријумског подземног дела ради обезбеђивања потребног осветљаја за садржаје у подземној етажи, овај објекат се може сврстати у комбиновани модел атипичан за надземну блоковску градњу, али са високим степеном функционалност и квалитета у изградњи и материјализацији потребној за зону урбаног градског ткива.



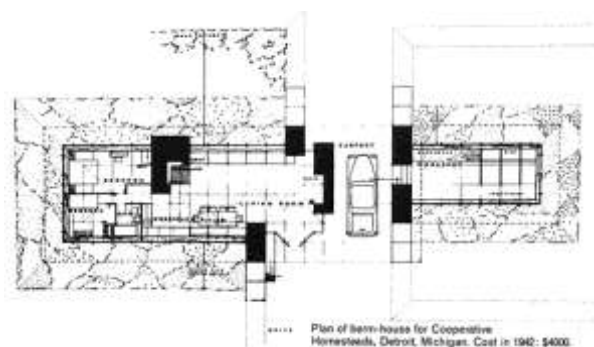
Сл.137. Ентеријер објекта дневна соба



Сл.138. Екстеријер објекта Атријум

3.3.7. Насути подземни стамбени објекта продирућег типа

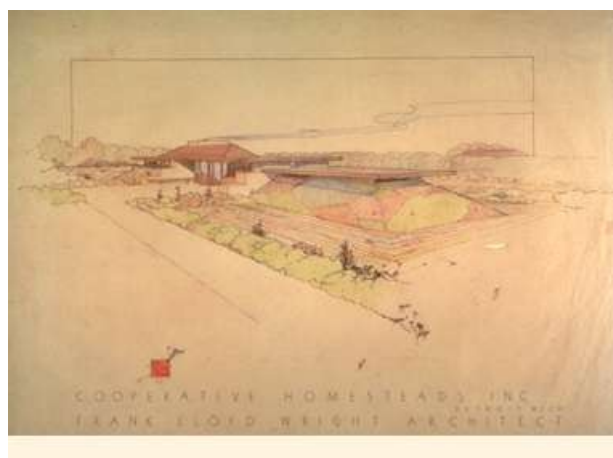
Примери подзмених насутих стамбених објекта продирућег типа, односе се на оне објекте који су делом укупани у терен, или код којих је терен насут до одређених нивоа - делова објекта. Један од типичних модела таквог објекта је пројекат Кооператив хоумстед куће (Cooperative Homestead) у Минесоти. Френк Лојд Рајт (Frank Lloyd Wright) је 1942., позив за пројектовање објекта упућен од Синдиката аутомобилске индустрије у Детроиту. У том тренутку, Рајт интензивно размишља о децентрализацији, контролисаној цени изградње и напуштању пренастањених градова, уз прилагођавање изградње периферији и природном амбијенту.



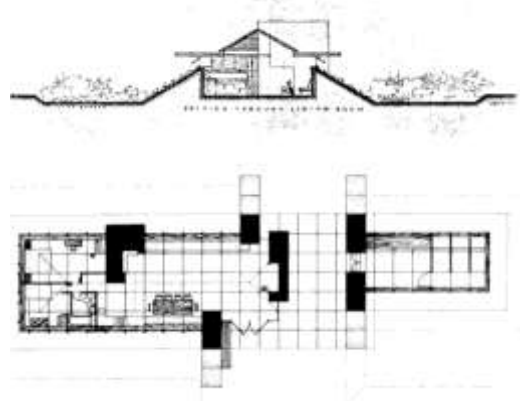
Сл.139 Основа куће Кооперјтив хоумстед, Минесота , САД



Сл.140. Ентеријер објекта, Френк.Л.Р.



Сл.141. Перспектива,Френк.Л.Р, Кооперјтив Хоумстед, Минесота ,САД



Сл.142. Основа - пресек

У оквиру тих размишљања, Френк Лојд Рајт управо тада врши експерименте са пројектовањем земљом насутих објекта, које би задовољиле све предуслове које је синдикат имао по питању пре свега трошкова одржавања и изградње таквих кућа. Пројекат је, нажалост, настао у време Другог светског рата, 1942.године, и упркос свим постигнутим договорима и прихваћеним пројектом, радови који су започети на изградњи насутих делова терена који су пројектом били врло прецизно дефинисани, остали су на терену без даље реализације пројекта. Упркос томе, тај пројекат се може сматрати "пионирским подухватом у области пројектовања насутих објекта"⁷³ чија експанзија се у Америци развија тек 20 година након овог пројекта.

⁷³ http://www.agachitects.com/pages/agg_and_fllw/coop_hmstd.html (2.03.2016.)

3.4. Структура подземних објеката

3.4.1. Структура подземне стамбене архитектуре у терену - укопаног типа

Структура подземне стамбене архитектуре се састоји из две целине :

1. Конструктивних слојева објекта
2. Вегетативних слојева изнад објекта

Конструктивни слојеви подземне стамбене архитектуре се могу поделити у три основне групе :

- изграђени у постојећим слојевима терена
- изграђени од вештачких материјала попут бетона, пластике...
- изграђених у комбинацији природних и вештачких материјала

Подземни стамбени објекти који су изграђени у постојећим слојевима терена, настају углавном као објекти који се граде путем укопавања потребних корисних површина у терен, у којем се смештају све просторије неопходне за функционисање једне породице. Објекти који представљају ову групу, могу се наћи и у Аустралији, Северној Африци, Кини, Америци и др.



Сл.143. Ентеријер куће у граду Саси ди Матера, Италија слика 1



Сл.144. Ентеријер куће слика 2

Један од типичних примера пећинске подземне архитектуре који се користио, и који се и данас користи за становање, је стари град Саси ди Матера (Sassi di Matera) у Италији. Саси ди Матера (Sassi di Matera), је проглашен светским културним наслеђем. Већина објеката и данас служи за становање, док се неки објекти користе и за хотелски смештај.



Сл.145. Ентеријер куће слика 3



Сл.146. Ентеријер куће слика 3

3.4.2. Структура насуте подземне стамбене архитектуре

Отворени тип / Блекстоуку (Black Stock), Онтарио, Канада

Пројектовање и извођење подземних објеката коришћењем вештачких материјала се посебно интензивира у Америци у другој половини 20. века. Најчешћи тип објеката су насуте - елевациони или атријумски тип, који се граде као бетонске структуре са зеленим - природним, или вештачким крововима, као деловима насutih слојева зелених структурних делова крова.

Изградња подземних објеката врши се најчешће на лицу места, ливењем бетона на већ постављеној арматурној мрежи или, ређе, изградњом уз помоћ префабрикованих бетонских панела, који се слажу директно на локацији која је предмет изградње.

Један од пионира изградње стамбених подземних објеката у облику куполе је Бил Лишман (Bill Lishman) уметник, природњак, проналазач и пилот ултралаких авиона. Лишман 1988. године заједно са члановима своје фамилије, започиње посао на подизању арматурне мреже као прве фазе изградње комплекса подземних стамбених објеката.⁷⁴

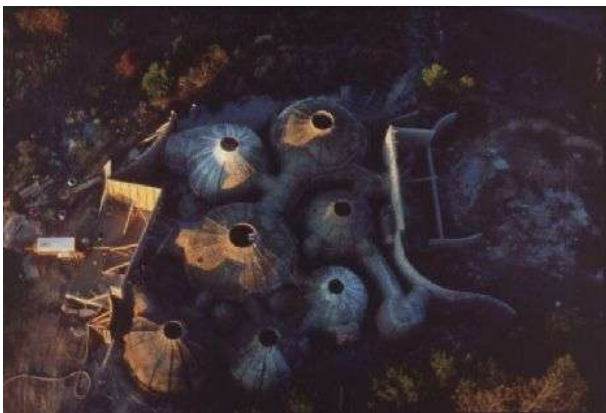


Сл.147. Постављање арматуре куће Блек Стоук, Онтарио, Канада



Сл.148 Фаза изградње 1

Након израде арматуре, са спољне стране је постављен слој хидроизолације, после чега је започето са машинским облагањем објекта бетоном са унутрашње стране. Унутрашњост објекта је прекривена миксом бетона и мермерног пудера. Куполе су подигнуте као низ повезаних структура израђених са челичном жицом промера 3/8 са растојањем између преплета од 20.32 сантиметара.



Сл.149 Фаза изградње 2



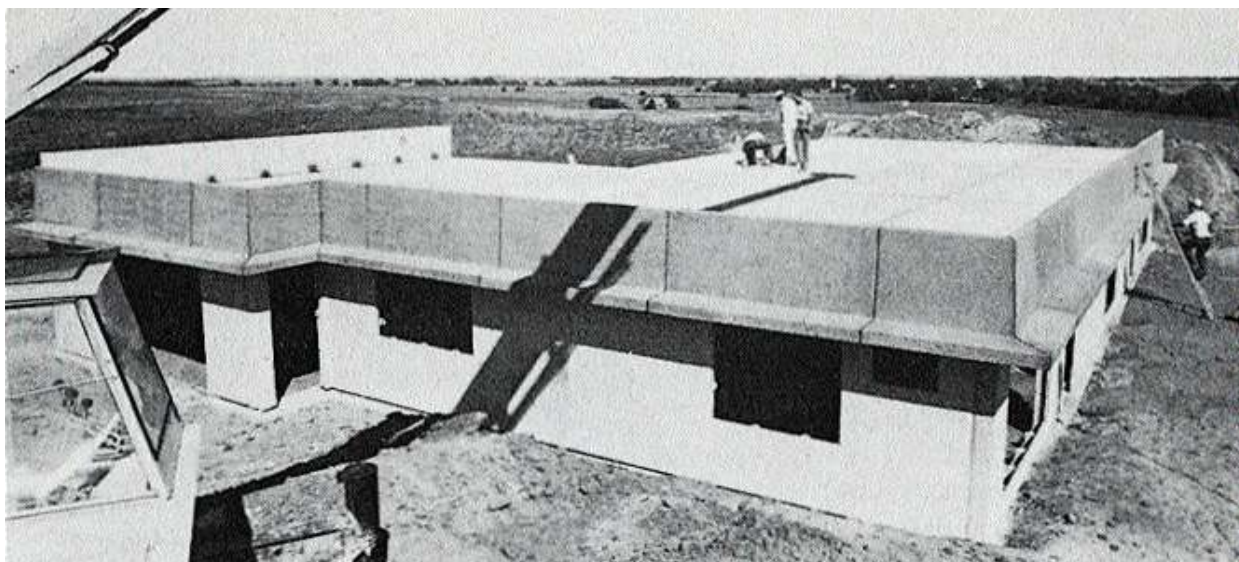
Сл.150 Ентеријер куће, Блек Стоук, Онтарио, Канада

⁷⁴ <http://www.elements.nb.ca/theme/building/bill/lishman.htm> (14.03.2015.)

3.4.3. Структура насутог подземног објекта елевационог типа

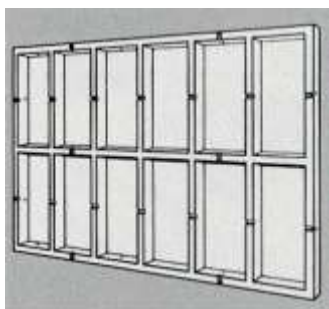
За разлику од ливења на лицу места, изградњом подземне стамбене архитектуре префабрикованим бетонским панелима, знатно се смањује број радне снаге укључен у изградњу на самој локацији, као и време за израду и контролу квалитета бетона, који се свакако може адекватније проверити и ван места изградње. Овај тип структуре подразумева зелени, или кров који у структури садржи природне слојеве терена, у зависности од типа подземног објекта, односно да ли се гради као насути или објект укопан у терен.

За изградњу подземне стамбене архитектуре на слици, коришћени су префабриковани бетонски панели димензија 2.4 x 3.6 метра. Панели се састоје од 5.08 сантиметара дебеле површине плоче, са 15.24 сантиметара висине ребара унутар панела. У зависности од тога да ли се панели користе у хоризонталном, и вертикалном смислу ребра имају улогу стубова или греда.



Сл.151. Изградња подземне стамбене куће префабрикованим панелима

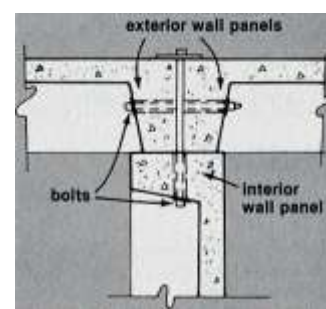
"Преднапрезање панела се може вршити у фабричким халама, или на терену, тако што се каблови држе у пренапрегнутом стању, а онда се касније на терену при слагању панела отпуштају".⁷⁵ У сваком случају коришћењем фабрички преднапрегнутог бетона, стварају се потенцијалне зоне цурења на сваких 0.6 метара, колико су најчешће ширине монтажних панела.



Сл.152. Панели

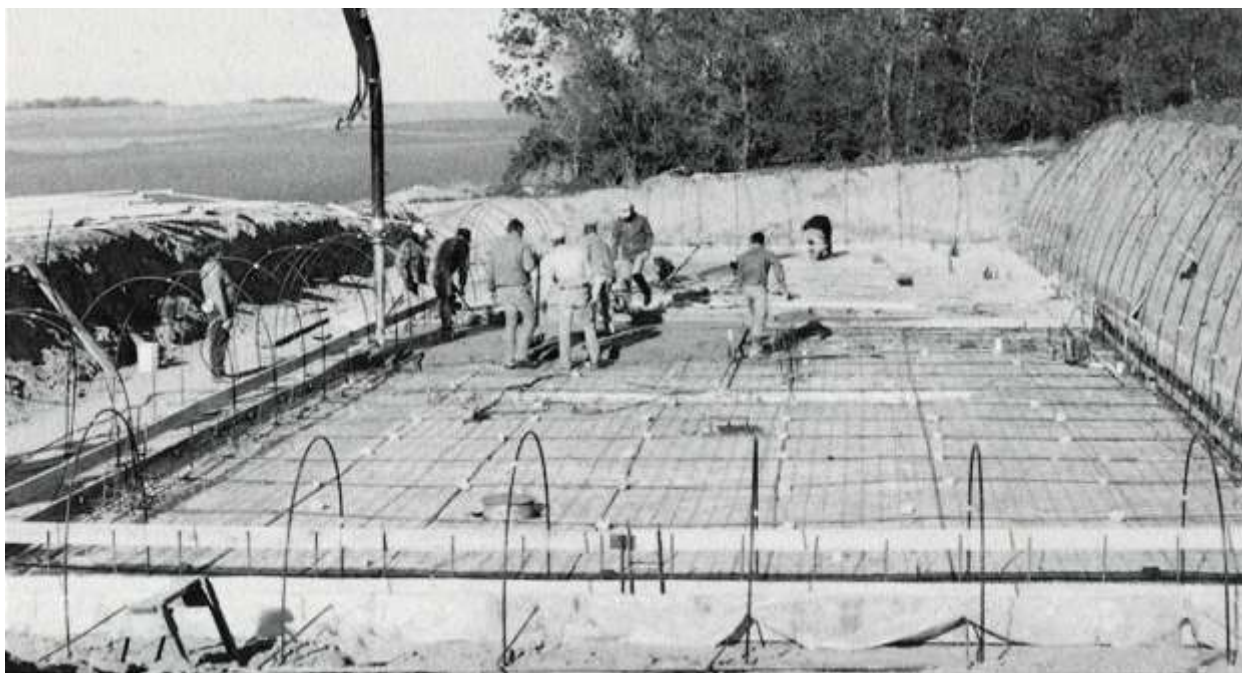


Сл.153. Насипање земљом



Сл.154. детаљ конструкције

⁷⁵ David Michael Lash /1982 / Opportunities and Limitations for the Use of Precast Concrete in Earth Sheltered Housing / Massachusetts Institute of Technology



Сл.155. Фаза бетонских радова 1

Поред изградње објекта са армирано - бетонским панелима, са постављањем арматурне мреже и наливањем бетона на лицу места, приликом изградња подземних стамбених објекта, примењује се и поступак постављања каблова у бетон, ливен на самој локацији. За разлику од монтажних панела, преднапрезање кабловима врше се на лицу места, са кабловима који се постављају у бази пода на сваких 1.2 метра у свим правцима, а који се затим затежу, у тренутку када се постигне потребна стабилност бетона.



Сл.156. Фаза бетонских радова2



Сл.157. Фаза бетонских радова 3

За стандарни тип изградње подземних објекта елевационог типа, са бетоном са преднапрегнутим кабловима уместо арматуре, " користе се каблови пресека 1.2 сантиметра. Каблови се пропуштају кроз бетон са танким слојем мазива, који омогућавају кабловима да клизе кроз бетон. Један крај каблова се осигурава сидрењем величине 7- 9 сантиметара, а након што је бетон сазрео и достигао потребну снагу, каблови се затежу до потребне јачине. Снага напрезања по сваком каблу са хидрауличим системом затезања износи око 33 тоне, или око 80% максималног затезања по једном каблу." ⁷⁶

⁷⁶ Lon B. Simmons / 1981/ Post-tensioning: it makes sense for earth-sheltered homes/ The Aberdeen Group/ Simmon Publication

3.4.4. Структура подземног стамбеног објекта - продирући тип џакови са земљом

Надахнути предавањем архитекте Надера Калилија (Nader Khalili) двоје ентузијаста Каки Хантер (Kaki Hunter) и Дони Кифмејер (Doni Kiffmeyer), граде своје прве објекте са џаковима испуњеним земљом. Желећи да своје искуство пренесу и другима, свој приступ изградњи оваквих кућа назвали су "флексибилне форме од набијене земље".⁷⁷ Њихов најпознатији тип објекта од џакова, има облик и назив кошница. За разлику од других објеката, где се приликом изградње комбинују земља и дрво, у овом случају је и кров - купола, изграђена управо од џакова са земљом.



Сл. 158. Изградња укопаног дела објекта типа - Кошница



Сл. 159. Изградња крова

Овај објекат спада у подземну архитектуру, пре свега јер је један његов део базе укопан у земљу, са отворима у висини коте терена, па у том смислу овај објекат представља продирући тип. Посебан детаљ при изградњи овог објекта, представља коришћење земље за кровни покривач, што је, такође, још једна од карактеристика која га може сврстати у категорију објеката покривених земљом, упркос чињеници да се земља налази у врећама. Финална материјализација зидова је малтер, који је нанесен на вреће са песком по зидовима, уз посебне приступе фиксирању џакова са металним мрежицама, а ради пријањања малтера, док је за кровни покривач употребљена слама.



Сл. 160. Унтрашња структура

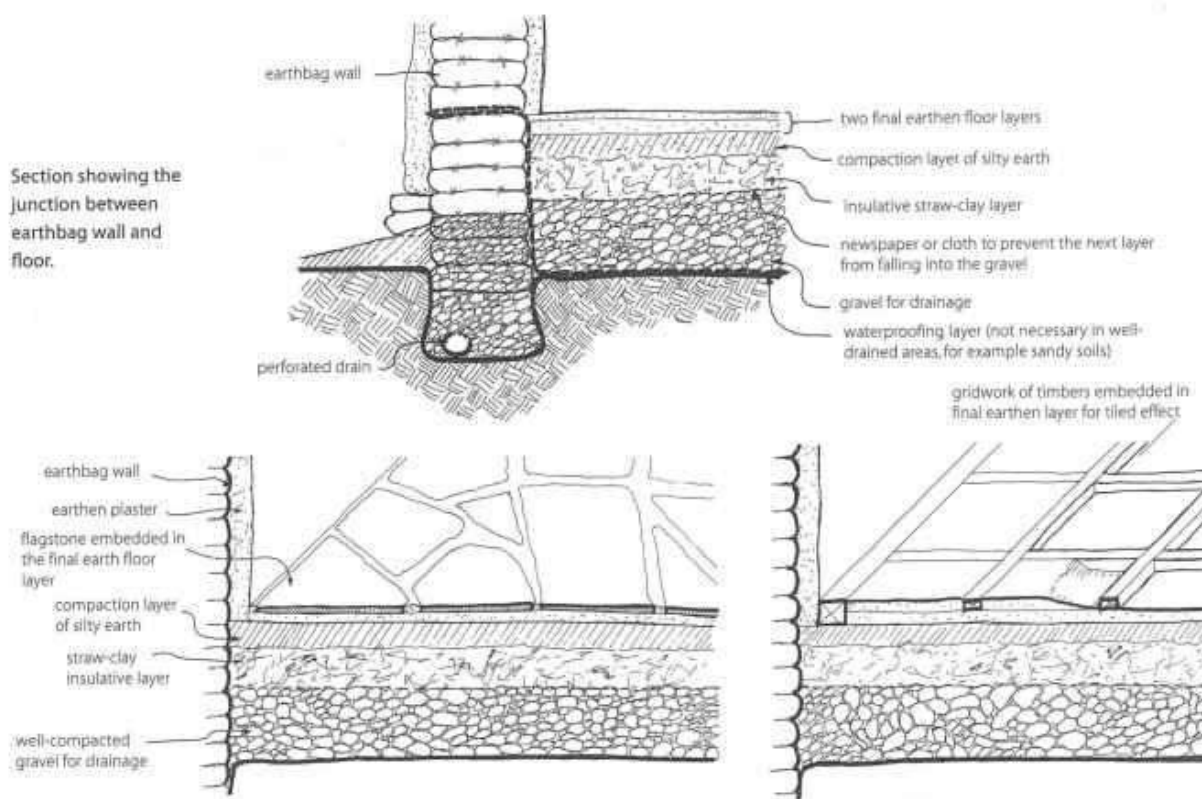


Сл. 161. Спољашња структура



Сл. 162. Завршна материјализација

⁷⁷ Kaki Hunter, Donald Kiffmeyer/2004/ Earthbag Building: The Tools, Tricks and Techniques / New Society Publishers



Сл.163. Детаљи слојева подне површине, код објеката изграђених са врећама земље или песка

Ова кућа је дизајнирана и изграђена у Моаб-у у држави Јути (Moab, Utah). " Кућа је у основи пречника 3.6 м. За изградњу куће било је потребно припремити 40 тона земље, за пуњење врећа које су коришћене за изградњу. Систем одводњавања воде, је пројектован са профилисаним фасадом која преузима улогу олука и одводи воду ван објекта."⁷⁸ Изградња је вршена са два типа врећа по величини и то 55.88 x 91,44 и 43.18x 76.2 цм. У вреће је убацивана мешовита испуна, која се састојала од 25% земље - глине, ископане на самом локалитету, и 75% песка са локалитета из непосредног окружења објекта. За разлику од кућа од бетона, где се бетонска плоча налази и у функцији подне површине, код кућа од џакова са земљом и песком, подови се изводе попут слојева подова код кућа народног градитељства у Србији, како би се објекат у потпуности сврстао у категорију објеката који имају епитет еколошке, односно верникуларне архитектуре. Овај објекат је делимично укопан, и то 60 цм испод површине терена. Слојеви врећа са земљом и песком почињу од овог нивоа, а његова карактеристика је такође, да овај тип објекта нема бетонске темеље. Унутрашњост зидова је обрађена са локалном белом глином и фарбом припремљеном на природној цветној бази, фарбом која се још назива боја глине, или алис боја.

Под је вишеслојни дебљине до 10цм, у којем се као први најдубљи слој налази шљунак, затим слојем глине са сламом као топлотним изолатором, слојеви набијене земље и као завршни слој камен, или нека друга облога од природног материјала.

⁷⁸ Paulina Wojciechowska/ 2001 / Building with Earth: A Guide to Flexible-form Earthbag Construction/Chelsea Green Publishing Company

3.4.5 Структура елевационог типа - објекти од фибергласа

Са новим композитним материјалима и новим технологијама производње и извођења, подземна стамбена архитектура добија структуре које се у претходним деценијама нису посматрале као адекватне и могуће, пре свега јер су објекти од пластике трпели велика оптерећења, и самим тим нису могли бити озбиљно разматрани као могући облик структуре који би био адекватан за изградњу овог типа становања.



Сл.164. 3д модел комплекса кућа од фибергласа

Специјализована фирма за производњу композитних префабрикованих заобљених панела, Куће зелене магије (Green Magic Homes), произвела је панеле са високим индексом стабилности, који такође има превенцију заштите од УВ зрачења, и било којих климатских и метеоролошких утицаја на објекат.



Сл.165. Фаза постављања префабрикованих елемената



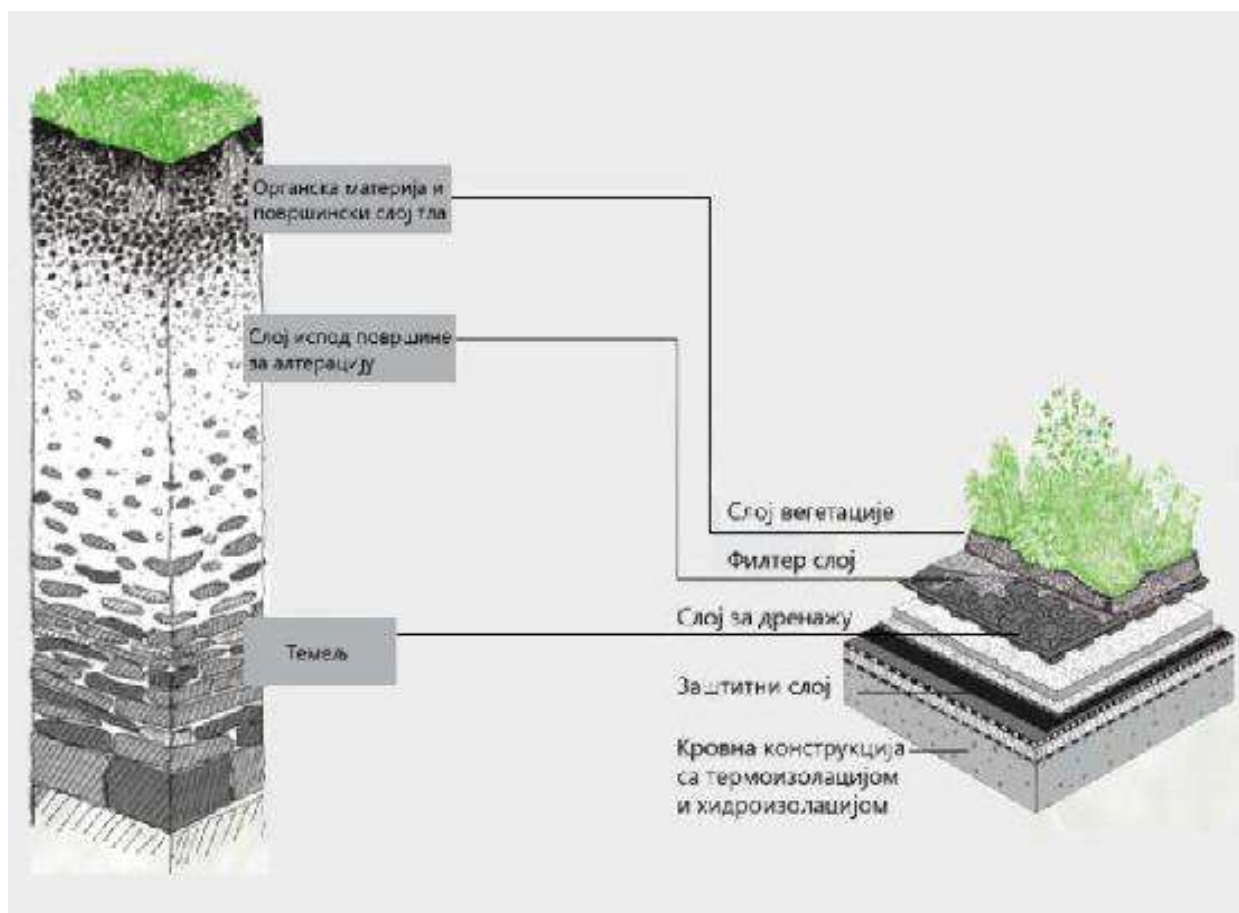
Сл.166. Фаза насипања

Овај тип објеката у том смислу је адаптиван у свим климатским зонама, са енергетски ефикасним билансом и високим степеном брзине израде и монтаже. Ови објекти могу се свакако сматрати пожељним, посебно за ситуације у којима је за врло кратко време потребно обезбедити велики број објеката, у условима ванредних околности изазваних временским непогодама, када постоји потреба за дислокацијом становништва и изградњом објеката за привремени, али и истовремено могућ и трајни смештај.

3.4.6. Структура зелених и природних слојева вегетације

Без обзира да ли се ради о укопаним, или насутим подземним објектима, обавезни слој приликом сваке изградње подземних објеката је вегетациони слој. Зелени кровови представљају аналогне структуре природним слојевима земље. Подземни стамбени објекти у зависности од тога да ли припадају групи насутих или објеката у терену, имају природне слојеве изнад конструктивних слојева кровне плоче или зелене кровове као саставне структурне делове свих подтипова насутих подземних стамбених објеката.

Подземни стамбени објекти се у том смислу у погледу структурних слојева могу посматрати као двослојни систем, састављен од слоја вегетације на врху објекта, и конструктивног слоја физичке структуре, која чини сам објекат. Вегетабилни слој чини биљни слој, супстрат за раст биљака, филтер - тканина, дренажно-акумулациони слој, корен-заштитни слој, и кровна конструкција са термоизолационим и хидроизолационим слојевима.



Сл.167. Детаљ упоредне структуре земљаних - природних слојева и слојева кровног врта

У терминологији изградње кровова, целокупан састав зеленог крова изнад хидроизолационог слоја је површински слој. У најједноставнијој форми, овај слој може бити сачињен од четири елемента: слоја са вегетацијом, супстрата за раст биљака, филтер-тканине и дренажно-акумулационог слоја.

До појаве дренажно акумулационих слојева, зелени кровови су се искључиво постављали на слојеве шљунка, који су филтрирали нагомилане количине атмосферских вода. Са технолошким иновацијама у правцу производње нових материјала за дренажу, омогућено је трајно и поуздано филтрирање вегетабилног слоја .

Сл.168. Детаљ састава стандарног зеленог кровног врта



Сл.169. Детаљ састава унапређених слојева зеленог врта

Одржавање вегетабилног слоја свежим, у великој мери зависи од дренажног слоја, посебно за системе зелених кровова у умереним климатским зонама, где је примарни циљ заустављање отицања кишнице, и задржавање и поновна употреба тако прикупљене количине атмосферске воде.



Сл.170. Екстензивни кровни врт



Сл.171. Итензивни кровни врт

У складу са дебљином вегетабилног слоја - супрата, можемо дакле и утврдити о којем се крову ради. Код подземних насутих стамбених објеката елевационог типа, појављују најчешће два типа вегетационог слоја. Најчешћи тип је екстензивни кровни врт, као природни или насут слој вегетације, док се интензивни кров појављује ретко, и то углавном у ситуацији када се и у непосредном окружењу налази вегетација тог типа, односно када је потребно да се интегрисање објеката у амбијент изведе у што већем обиму. Избор вегетације у том контексту, може одиграти кључну улогу за остваривање већег ефекта интегрисања подземног стамбеног објекта у његово непосредно окружење.

3.5. Приказ основних утицаја на функционисање подземних објеката

3.5.1. Утицај атмосферских падавина на подземне стамбене објекте

Посебну пажњу приликом изградње подземних стамбених објеката са циљем умањивања утицаја атмосферских падавина треба обратити на :

- избор локације за изградњу објекта
- израду дренаже у складу са локацијом и тереном
- хидроизолационе слојеве у свим сегментима контакта објекта са земљом

Утицај атмосферских падавина на подземну стамбену архитектуру, представља један од највећих ризика за њихову експлоатацију. Типологија подземних објеката представља могућност за мање или веће утицаје атмосферских вода. Према Реју Скоту (Ray G. Scott) аутору књиге "Како изградити свој подземни објекат" (How to build your own underground home) "највећу опасност по подземне објекте представљају укопани објекти, јер овај тип објеката омогућава појаву неконтролисане количине воде при обилним падавинама." ⁷⁹



Сл.172. Детаљ пресека кроз укопани - продирући тип подземног објекта , са приказом ризика за дренажање. Поред ризика од бочних улива атмосферске воде, основни проблем који су подземни објекти имали са великом количином воде и влаге у објекту, настајао би када би се при пројектовању одабрао погрешан тип објекта у односу на терен. Један од таквих управо је објекат атријумске укопане куће у Аризони, грађене 80.година прошлог века. Према изјавама самих власника, објекат је у највећем броју случајева имао проблеме са неконтролисаним продором атмосферске воде, услед позиције приступа објекту, који се одвија преко атријума формираног испод саобраћајнице, и то на нижој коти у односу на пут са којег се приступа објекту.



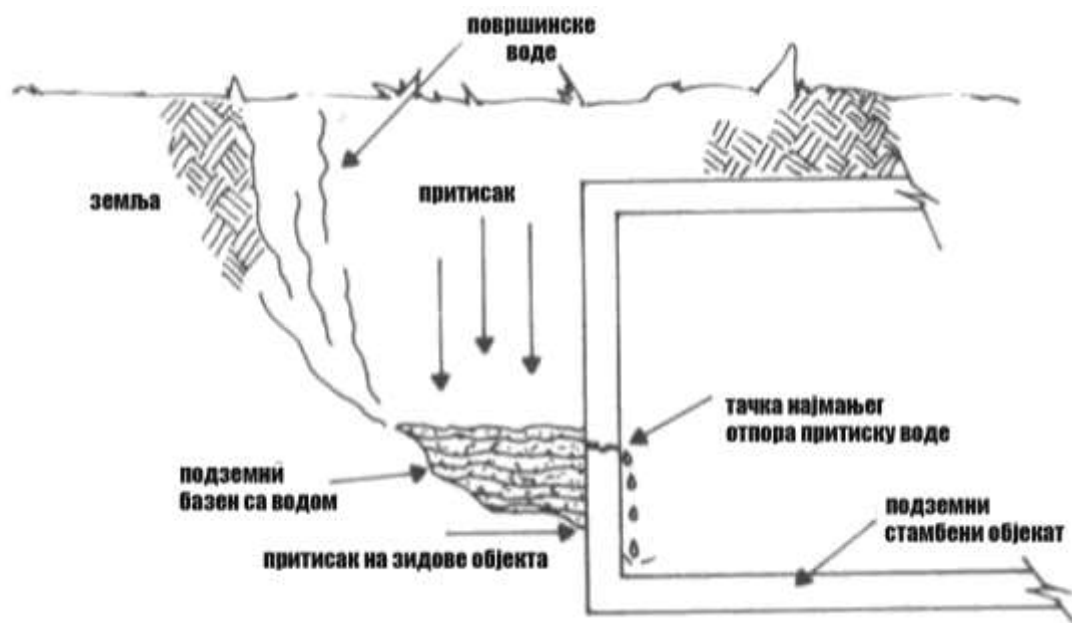
Сл.173. Позиција приступа објекту у Аризони



Сл.174. Објекат укопаног типа

⁷⁹ [http://hubpages.com/living/The-Pitfalls-of-an-Underground-House\(13.04.2015.\)](http://hubpages.com/living/The-Pitfalls-of-an-Underground-House(13.04.2015.))

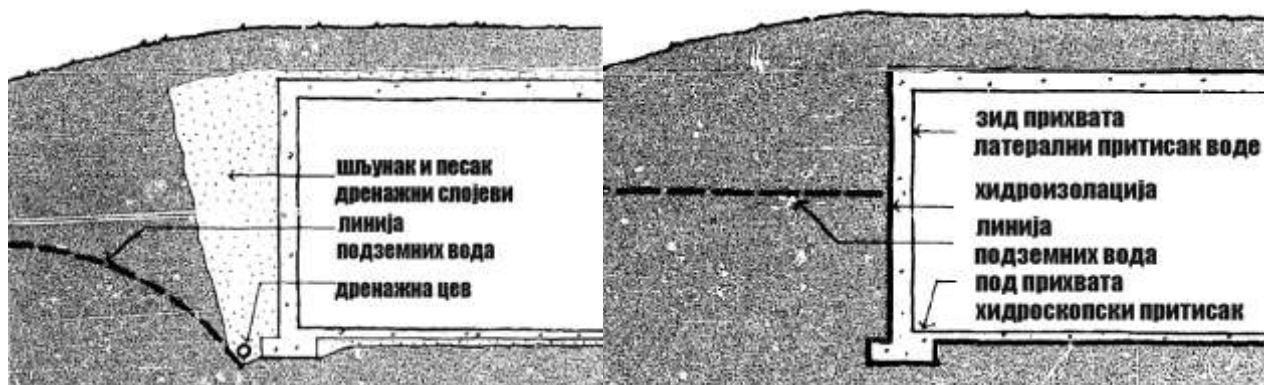
Посебан проблем за могућа оштећења услед притиска атмосферских вода које се ка објекту крећу кроз слојеве земље, настају код елевационих - укопаних подземних стамбених објеката, и то у случајевима када се око објекта не обезбеде дренажни канали са системом дренажних цеви, који по потреби одводе нагомилану количину воде на зиду ка падини.



Сл.175. Детаљ зоне притиска атмосферске воде

Појава привремених подземних вода при преласку из једног у друго годишње доба, " може створити проблем услед великог нагомилавања воде у ситуацијама када је неприпремљен објекат изложен притиску воде" ⁸⁰, који се може знатно смањити са предузимањем свих потребних корака приликом саме изградње објекта.

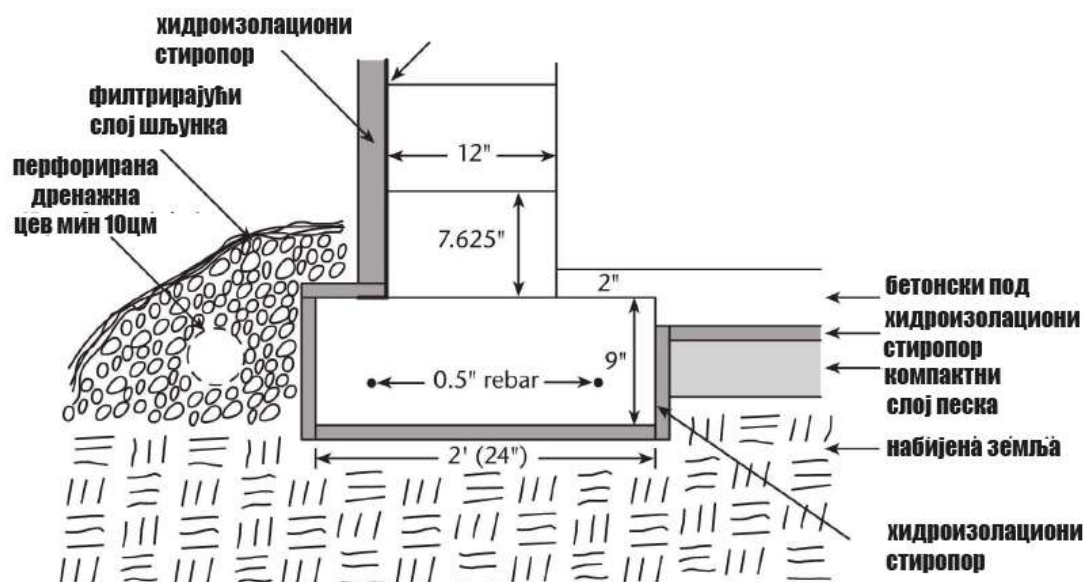
Сл.176. Детаљ објекта без слоја изолације



Сл.177. Детаљ објекта са изолацијом

Формирањем дренажног слоја од песка и шљунка, са постављањем дренажне цеви око објекта знатно се умањују могућности за оштећење објекта и продор атмосферских вода.

⁸⁰ Rob Roy / 2006 / Earth-Sheltered Houses : How to Build an Affordable house Earth-Sheltered Houses / New Society



Сл.178. Детаљ пресека кроз темељну зону зида подземног објекта

Поред стандардних приступа изради хидроизолационих слојева крова подземних стамбених објеката, негативни утицаји се данас свакако значајно могу умањити постављањем гумираних мембрана, које не само што утичу на немогућност продирања воде ка објекту, већ истовремено имају улогу задржавања воде ради наводњавања вегетабилног система изнад кровне конструкције.

Провера геолошких слојева земље, уз информације о стабилности и слојевима подземних вода, могу знатно спречити могуће негативне појаве приликом експлоатације објекта.



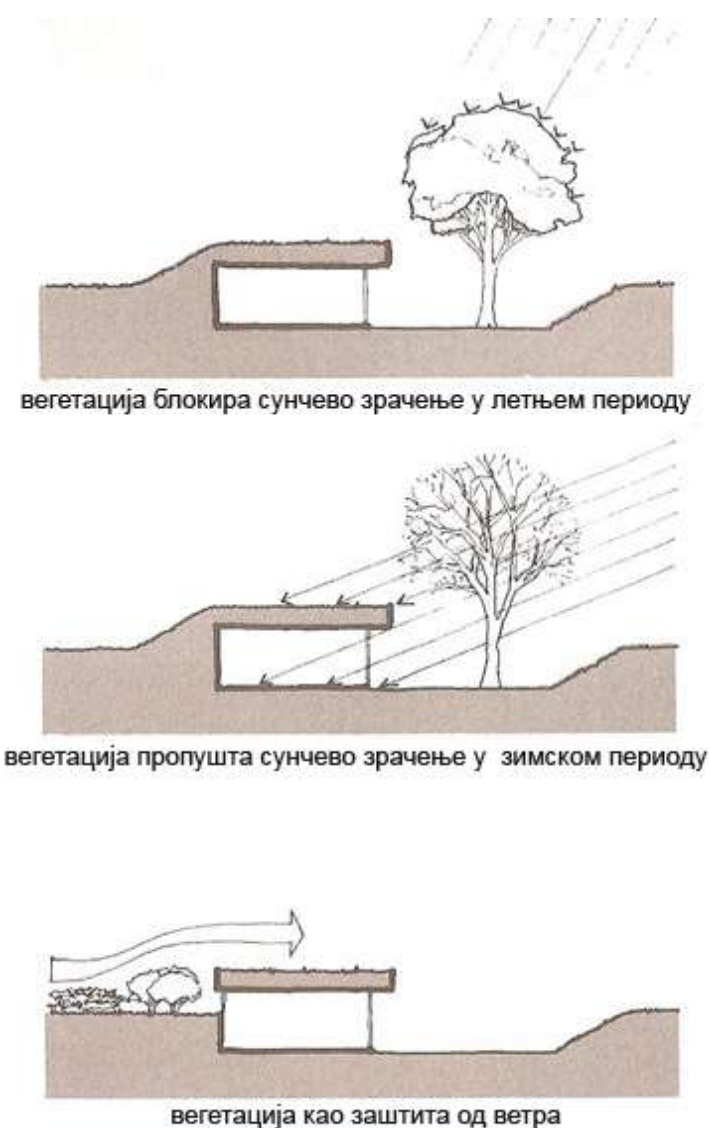
Сл.179. Пример изолације гумирана мембрана



Сл.180. Пример термоизолације

3.5.2. Утицај биодиверзитета на подземне стамбене објекте

Вегетација на локацији за изградњу може имати вишеструку корист по будуће функционисање објекта. Зелени фонд се може посматрати са више аспеката по питању његових утицаја на подземне стамбене објекте. Један од свакако значајних је и уштеда енергије, која се може постићи уз постојање или засађивање стабала на локацији планираној за изградњу подземног стамбеног објекта. Испитивања везана за количину енергије која се штеди са засадама зеленила још увек нису вршена, али је из праксе познато, да се засадама на јужној страни испред подземног стамбеног објекта, може знатно умањити температура у унутрашњости објекта у летњем периоду.



Уколико се сади ново зеленило, потребно је да се са јужне стране испред објекта засади листопадно дрвеће, како би се током зиме омогућио упад сунчеве светлости кроз крошње дрвећа.

Ветар такође може утицати на температуру објекта, па се у зависности од правца дувања ветра може посадити вегетација или користити постојећа вегетација, која би отклонила могућност директног удара ветра на објекат.

У извештају Агенције за енергетику из Минесоте, везаном за истраживања у Јужној Дакоти пише да се "приликом упоређивања параметара за два идентична објекта (један са зеленилом у непосредном окружењу а други без зеленила) дошло до следећих закључака:

-Кућа која је имала зеленило у непосредном окружењу објекта, имала је уштеде до 40% у односу на кућу без зеленила."⁸¹

Та истраживања су такође показала, да утицај вегетације на уштеде у коришћењу подземних стамбених објеката постоји, и да је приликом изградње оваквих објеката свакако потребно планирати вегетацију у складу са оријентацијом објекта и потребама на терену.

Сл.181. Примери утицаја биодиверзитета на подземне стамбене објекте

⁸¹ Earth Sheltered Housing Design: Guidelines, Examples, and References Paperback – 1979 / Minnesota Underground Space Center

3.6 Подземни стамбени објекти у контексту енергетски ефикасних објеката

У Америци се истраживања на тему енергетске ефикасности подземних стамбених објеката спровode још од 80.година прошлог века. Параметри који конкретно указују на потребу за дефинисањем регулативе за изградњу ових објеката, засновани су на чињеницама које су мерљиве, и које указују на то да подземни стамбени објекти представљају куће са веома добрим перформансама енергије. Према бази података скупљених током поменутих истраживања " може се рећи да су куће покривене земљом показале знатно боље енергетске перформансе у односу на стандардне куће изнад површине земље. Тврдња да се потрошња енергије за куће овог типа може смањити до 75%, се може доказати са подацима везаним за праћење параметара термалног фактора интегритета, који се у просеку за куће покривене земљом креће у износу од 28.40 KW/m² на дневном нивоу, док се исти параметар за традиционалну градњу изнад земље креће до 113.56 KW/m² ".⁸²

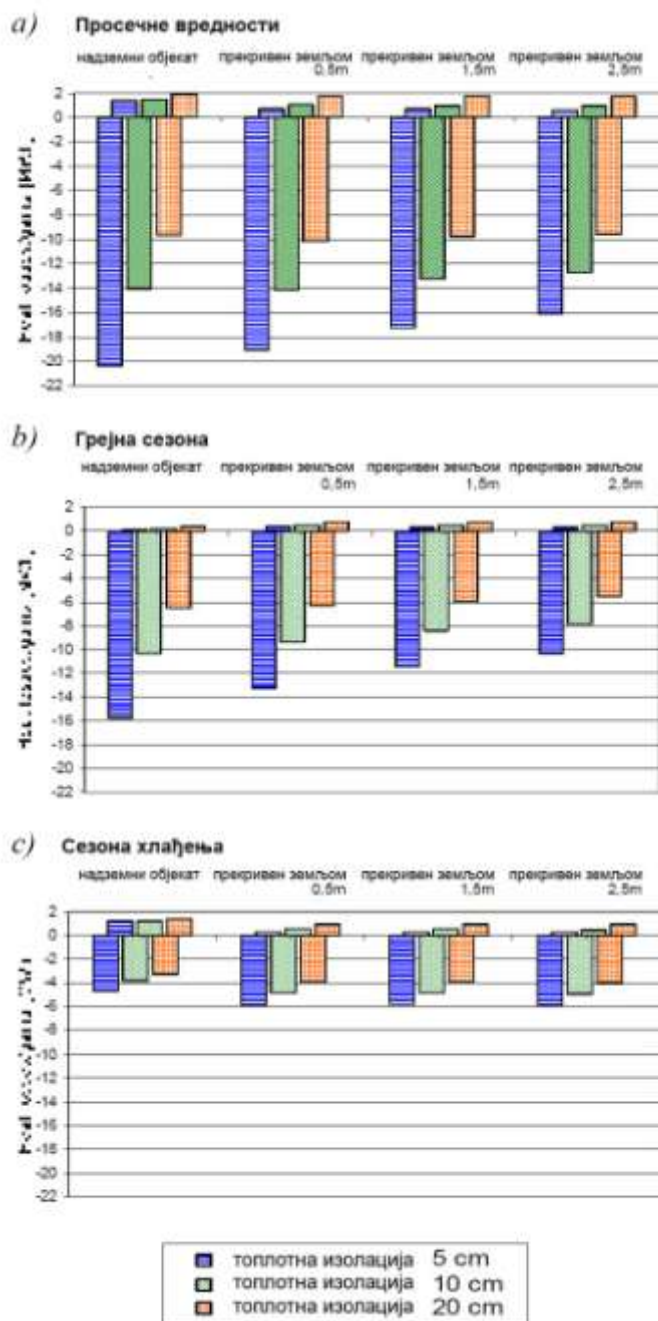
Када се статистика попут ове буде посматрала у светлу квалитативних иницијалних разлога, за промену читавог низа документације везане за област планирања и изградње, тада се свакако може очекивати и покретање масовније изградње подземне стамбене архитектуре, са једним од примарних циљева данашњице, а то је планирање и изградња појединачних објеката, али и читавих насеља, у којима се ова типологија становања свакако може примењивати у правцу стварању будућих енергетски ефикасних насеља у Републици Србији.

Приликом истраживања спроведених на два објекта са јужном оријентацијом и то; насутог подземног стамбеног објекта елеваципоног типа и стандардног надземног објекта исте површине, Маја Стањец и Хенрик Новак (Maja Staniec, Henryk Nowak) са Департмана за цивилно инжењерство Универзитета за технологију у Вроцлаву, су дошли до закључка да су губици и добици у одређеној сразмери, и са веома сличним показатељима. Такође су утврдили да се уколико се посебно анализирају вредносни параметри за хлађење и загревање, уочавају знатне разлике. Утврдили су да оне настају, пре свега, услед чињенице да су губици топлоте у подземном стамбеном објекту знатно мањи него у надземном објекту, али само током грејне сезоне и да су током лета, губици топлоте у подземном стамбеном објекту већи. Како је температура земље лети мања него температура ваздуха, та ситуација доводи до хлађења зграде. То је и један од главних разлога зашто подземни објекти захтевају знатно мање енергије од надземних. Запазили су, такође, да су усред сезоне грејања " топлотни губици у подземним стамбеним објектима за 14%, 8% и 5% мањи за 5цм, 10цм и 20цм дебљине термоизолације. Повећање дебљине слојева земље изнад кровне плоче умањује топлотне губитке за 20-25%, 10-15% и 5% за 5цм, 10цм и 20цм термоизолације упоређујући је са 0.5м термалном изолацијом".⁸³ У том смислу може се извести закључак, да су топлотни добици у подземним стамбеним објектима и до 40% већи него у објектима надземног типа.

⁸² R. L. Wendt / 1982 / Energy division earth-sheltered housing, an evaluation of energy – conservation potential / Department of energy / Office of Buildings Energy Research and Development Buildings Division / Страна 19

⁸³ Maja Staniec, Henryk Nowak/ Analysis of the energy performance of earth – sheltered houses with southern elevation exposed / Department of Civil Engineering, Wroclaw University of Technology/ Eleventh International IBPSA Conference Glasgow, Scotland July 27-30, 2009

Како би тезе из њихових истраживања биле приказане са јасним упоредним односима просечних вредности, Маја Стањец и Хенрик Новак су израдили "дијаграм са топлотним губицима који представљају компаративну анализу надземног и подземног објекта, у зависности од дебљине изолације и дебљине слојева земље код подземних објеката, представљене као просечне вредности, вредности за време сезоне грејања и сезоне хлађења.⁸⁴



Дијаграм 2. Топлотни губици по сезонама

⁸⁴ Maja Staniec, Henryk Nowak/ Analysis of the energy performance of earth – sheltered houses with southern elevation exposed / Department of Civil Engineering, Wroclaw University of Technology/ Eleventh International IBPSA Conference ,Glasgow, Scotland July 27-30, 2009

Истраживање румунског експертског тима, спроведено на тему упоредних односа стандардних слојева надземног објекта који подразумевају малтер, блокове од глине, стиропор као термоизолатор и спољашњи малтер са, такође, стандардним димензијама и дебљинама слојева подземног објекта, дала су као коначни резултат фактор топлотне отпорности од 2.805.

Приликом ових истраживања дошло се, такође, до закључка да је топлотна проводљивост и укупни утицај на природну средину, увелико смањен уколико се граде подземни стамбени објекти.

Они су такође дошли и до закључка да је подземни објекат еколошки прихватљивији него стандардна надземна кућа са најбољим условима и заштитом од непогода, услед нижих трошкова одржавања и савршеном интеграцијом у амбијент. У свом раду су показали да " подземна стамбена архитектурта има мањи утицај на окружење, посебно због високих коефицијената топлотне пропустљивости."⁸⁵ Фактори топлотне проводљивости дати у табелама према материјалима и карактеристикама сваког материјала посебно.

Layers	Thickness (d) [m]	Thermal conductivity (λ) [W/(m·K)]	$\frac{d}{\lambda} \left[\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right]$	Thermal resistance (R) [m ² ·K/W]
M ₅ Interior plaster	0.02	0.87	0.023	2.805
G.V.P	0.24	0.75	0.32	
Polystyrene	0.1	0.044	2.272	
M ₅ Exterior plaster	0.02	0.87	0.023	
External surface resistance – R _{se} =0.042 [m ² ·K/W]				
Internal surface resistance – R _{si} =0.125 [m ² ·K/W]				
$U = \frac{1}{R} = 0.356 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$				

Табела 1. Надземни објекат и коефицијент топлотне отпорности

Layers	Thickness (d) [m]	Thermal conductivity (λ) $\left[\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right]$	$\frac{d}{\lambda} \left[\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right]$	Thermal resistance (R) $\left[\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right]$
M ₅ interior plaster	0.02	0.87	0.023	6.737
Equivalent layer*	0.25	1.02	0.245	
Cork boards	0.25	0.043	5.814	
PVC protective layer	0.025	0.38	0.066	
Gravel	0.05	0.7	0.071	
Geotextile	0.008	0.1	0.08	
Gravel	0.05	0.7	0.071	
Soil growth medium	0.40	2	0.2	
External surface resistance – R _{se} =0.042 $\left[\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right]$				
Internal surface resistance – R _{si} =0.125 $\left[\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right]$				
U= $\frac{1}{R}$ =0.15 $\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$				

Табела2. Однос подземних објеката и коефицијент топлотне отпорности

⁸⁵ Environmental impact assessment and thermal performances of modern earth sheltered houses , Sebastian George Maxineasa, Isabela Maria Simion, Mihai Budescu, Maria Gavrilescu /2014/ Environmental engineering and management journal

Истраживања на тему енергетске ефикасности, подразумевају пре свега утврђивање параметара којима се долази до оцене повољности изградње подземних у односу на надземне објекте, али и насутих у односу на укопане објекте у терену. У зависности од унетих параметара и карактеристика објекта који се истражују, могу се добити и различити резултати. Ипак, значајно је истаћи да су подаци који се добијају егзактни и добијени рачунским путем, коришћењем специјализованих софтвера, који се управо баве таквим прорачунима. Поред података о топлотној спроводљивости, енергетска ефикасност зависи и од низа других фактора, који збирно утичу на оцену о енергетској категорији подземног стамбеног објекта.

Фактор	Тип подземног стамбеног објекта			
	НАСУТИ		У ТЕРЕНУ	
Пасивни соларни потенцијал	Одличан		Мање ефикасан	
Термална стабилност	Мање ефикасан		Одличан	
Природни осветљај потенцијал	Ефасни		Мање ефикасан	
Заштита од ветра	Мање ефикасан		Одличан	
Заштита од буке	Мање ефикасан		Одличан	
Визуелизација	Одличан		Мање ефикасан	
Климатски услови	ефикасна за умерену климу		ефикасни за тропску климу	
Структурни трошкови	модеран дизајн	традиционална	модеран дизајн	традиционална
	просечни	мањи трошкови	високи трошкови	мањи трошкови

Табела 3. Степен ефикасности у односу на типологију објекта



Табела 4 Однос промена спољашње и унутрашње температуре подземни објекат у Мисуријау, САД

Истраживања термалних показатеља, вршена на насутуј подземној стамбеној кући у Мисурију, представљају "параметре праћења температуре у том објекту у периоду од 4 дана са интервалима мерења од 6 сати, приликом којих је детектована константна унутрашња температура, у односу на промене спољне температуре"⁸⁶. Ти подаци конкретно указују на предности изградње подземног насутог стамбеног објекта, посебно узимајући у обзир чињеницу да за одржавање константне температуре приликом мерења нису постојали нити коришћени системи за загревање објекта.

⁸⁶ <http://www.intechopen.com/books/energy-conservation/earth-shelters-a-review-of-energy-conservation-properties-in-earth-sheltered-housing> (12.06.2015.)

3.7 Подземни стамбени објекти у контексту смањења негативних еколошких утицаја на животну средину

Од 1900. и француског архитекте Еугена Енарда (Eugene Hénard) који је попут манифеста заговарао систем подземног саобраћаја у више нивоа, преко Френка Лојда Рајта који је 1930. године успоставио систем периферних градова, па до данашњих градова са кулама као карактеристичном типологијом високих објеката 21 века, долазимо до оне тачке епохалног развоја заједнице, у којој се потреба за умањењем негативних еколошких утицаја на живот, кроз модел повратка природи и животу ван загађених зона урбаних градских центара, сасвим извесно може спровести путем директне интеракције са природним окружењем. Подземни стамбени објекти, се у том контексти могу посматрати као структурни медијатори у епицентру таквих интеракција.

Статистика указује на конкретне податке, према којима данас више људи у свету живи у градовима, него у њиховом непосредном окружењу или даље, у природи. У последњих сто година, евидентиране су миграције и све већи проток људи који се сели из унутрашњости ка селима, од села ка градовима и од градова ка метрополама. Такође је познато да градови троше 75 одсто светских енергетских ресурса, и производе највећи део отпада. Са таквом потрошњом енергије, градови постају генератори негативних утицаја система глобалног загревања на планети Земљи.

"Посматрајући статистичке податке који указују на чињеницу да комерцијални и стамбени објекти у емисије ЦО₂ у атмосферу учествују са 39 процената, и да су ти објекти готово у 70% случајева потрошачи електричне енергије (узимајући пример анализа спроведених у САД), јасно је да је коришћење енергије за хлађење и загревање од кључне важности за еколошке утицаје које објекти врше на своје окружење."⁸⁷

Ради провере утршка финансијских средстава потребних за снабдевање енергијом једног просечног надземног стамбеног и подземног стамбеног објекта, спроведена је студија случаја на примеру потрошње енергије за објекат површине од 135м². У овој Студији је такође утврђено, да подземна стамбена архитектура може допринети смањењу од 72% коришћења енергије у односу на стандардну надземну кућу.

мерна јединица	надземни стамбени објекти	подземни стамбени објекти
зима :		
Gas (m ³)	2,656.9 m ³ (\$65.80)	871.5 m ³ (\$27.60)
нафта (gal.)	710 (\$129.90)	233 (\$42.60)
електрична енер. (kwh)	23,157 (\$428.80)	7,596 (\$191.10)
лето		
електрична енер. (kwh)	3,962 (\$98.40)	0

Табела 5. Однос потрошње енергије, надземни у односу на подземне објекте

Посматрајући ове податке, може се доћи до закључка да је потрошња струје у зимском периоду за трећину мања од потрошње енергије за загревање надземног стамбеног објекта, док је количина електричне енергије у летњем периоду равна нули, што по питању екологије значи значајно смањивање утицаја управо захваљујући примени овог типа објекта. У случајевима коришћења друге врсте енергената, попут гаса и нафте, такође се запажа однос од 3-4 пута мањег коришћења енергената тог типа, па се укупна количина енергије може на просечном нивоу током зимског периода посматрати као уштеда у економском смислу, али и као еколошки прихватљив ниво снабдевања објекта, пре свега посматрајући укупне утицаје на околину. Могућност формирања вештачких зелених кровова, се налази у обе типолошке групе подземних стамбених објеката, па се контекст еколошки прихватљивог облика грађења, може позитивно посматрати посебно узимајући у обзир чињеницу, да структура зеленог крова, интегративно утиче на повећање или задржавање површина под вегетацијом у зони изградње.

⁸⁷ The U.S. Green Building Council (USGBC) Building and climate change

Стварањем позитивних микроклиматских услова, избором изградње подземне стамбене архитектуре, отклањају се могуће нежељене последице за формирање амбијента у којем недостаје, или је у мањој мери присутан однос према теми квалитет биодиверзитета простора који се урбанизује.

"Смањење емисије ЦО₂, се постиже применом више енергетски ефикасних модела, који коначно смањују укупну потрошњу електричне енергије за објекат. Сваки објекат, а посебно подземни стамбени објекат, може значајно утицати на смањење негативних еколошких утицаја на животну средину"⁸⁸, посебно посматрајући структуру вегетационог слоја који :

- утиче на квалитет и квантитет атмосферских вода
- у саставу зеленог крова апсорбује 60% годишњих падавина, и враћа их у атмосферу путем евапотранспирације
- умањује ефекат топлотних острва;
- утиче на побољшање квалитета ваздуха;
- унапређује биодиверзитет урбаних средина;
- редукује градску буку;
- спречава деградацију кровне мембране и, више него дуго, продужава јој век трајања;

Поред визуелних и структурних предности једна од посебних позитивних карактеристика изградње подземних стамбених објеката " представља ефекат смањења буке, што оваквим објектима даје предност посебно у зонама које су већ под интензивним негативним утицајима инфраструктурних објеката попут аеродрома или ауто путева".⁸⁹



Сл.182. Подземни градски стамбени објекти у насељу Суард, Минеаполис, Минесота, САД

Па ипак, може се закључити да еколошки бенефити неће наступити аутоматски. Подземни стамбени објекти, такође и сами могу бити носиоци стварања негативних еколошких утицаја уколико се при пројектовању, изградњи али и одржавању посебна пажња не посвети детаљима зеленила на кровним конструкцијама, системима дренаже и одвода површинских вода.

⁸⁸ Kazmierczak, A., J. Carter (2010). *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure*, A database of case studies. The Interreg IVC Green and Blue Space Adaptation for Urban Areas and Eco Towns project (GraBS)

⁸⁹ Max R.Terman / 1985 / *Earth sheltered housing / Principles in Practice/* Van Nostrand Reinhold Company Inc.
Donna Ahrens / 1981/ *Earth Sheltered Homes: Plans and Designs/* Van Nostrand Reinhold

Експериментална подземна насеља, настала као пилот пројекти, представљају добру базу за проучавање могућности за животом у насељској заједници, чија типолошка опредељеност указује на могућност значајног смањивања негативних еколошких утицаја уз примену тих модела изградње. Минимизирање коришћења електричне енергије, представља један од примарних критеријума за смањивање тих утицаја.



Сл.183. Подземне стамбене насуте куће у низу у Аустралији

Архитекта Луиџи Росели (Luigi Rosseli), је пратећи линију пешчане дине и користећи је за насипање кровних површина, пројектовао насеље под називом " Велики зид Западне Аустралије". Низ подземних насutih стамбених објеката, представља део комплекса сточне станице, у којем се налази 12 објеката, који се користе сезонски, у складу са потребама фармера.



Сл.184. Аерофото изглед низа



Сл.185. Изглед појединачног објекта

Изградњу подземних стамбених објеката углавном карактеришу појединачни стамбени објекти у насељима или ван њих, па ће убудуће, од великог значаја за смањење негативних утицаја бити опредељење за изградњу читавих подземних насеља, како би се ефекти у еколошком смислу мултиплицирали, односно како би се са масовном применом типологије подземних објеката у већој мери утицало на позитивну еколошку слику ширих размера.

3.8. Ограничења при изградњи подземних објеката

Упознавање инвеститора - клијента, са свим ограничењима која су везана за њихово опредељење за изградњу подземних стамбених објеката, је дужност сваког пројектанта, како би се у сваком погледу отклониле недоумице по питању свих могућих негативних ефеката, који би се одразили на планирани финансијски оквир потребан за изградњу овог типа стамбених објеката.

Примарна ограничења, се односе на опредељење за избор конструктивног система. Значајна улагања се врше управо у делу изградње подземних слојева који, поред конструкција, захтевају и инвестирање у све потребне изолационе слојеве. Ретки су примери да се у подземне стамбене објекте не улаже у овај први и примарни конструктивни слој. Изузетак представљају структуре које су изграђене у постојећим слојевима земље или стена. Могући избор конструктивног слоја није велики, и заснива се углавном на могућностима избора кровног покривача. У зависности од типологије он може бити армирано - бетонски, али и део стандардног кровног покривача са дрвеним конструктивним елементима. Ограничења свакако постоје, јер уколико се ради о потпуно укопаним, атријумским или елевациони типовима, било да се ради о насутим или објектима у терену, у највећем броју случајева ради се о изградњи комплетне структуре као армирано бетонске. У тим случајевима се свакако мора рачунати и на увећане трошкове услед веће површине бетона. Код продирућих модела у насутим и укопаним типовима, ограничења су мања, јер постоји могућност комбиновања подземних армирано - бетонских слојева, са класичним или зеленим крововима. Уколико се ради о комбинацији која подразумева интегрисање зелених кровова, инвеститор мора рачунати на фазу одржавања објекта и после његове изградње, која подразумева мониторинг формирања зеленог слоја, који има своје фазе развоја. Период формирања зеленог крова може потрајати и неколико година. У првој години се најчешће одвија прилагођавање биљака условима места, и њихов раст је заснован на попуњавању празних места у крову. Прва година подразумева и посебну пажњу усмерену ка одстрањивању корова. Ограничења и опасности су усмерене ка превенцији оштећења које може створити коров, јер је њихов корен често агресиван и може оштетити хидроизолацију (Snodgrass, and McIntyre, 2010, стр. 231). У ограничења такође спадају и утицаји ветра на биљни материјал, као и избор садног материјала. За разлику од потпуног одсуства било какве конкретне регулативе у Србији која би се односила на правила и ограничења за изградњу подземних стамбених објеката, интернационална искуства и регулативе имају конкретне препоруке које говоре у прилог томе да се објекти са зеленим кровом прате минимум 4 године, а да се сви остали делови прате бар две године. Рок од две године, се уклапа у обавезе гарантног рока инвеститора односно извођача и у Србији, али се однос према праћењу радова изведених на крову код нас не помиње у било којем контексту па ни у облику препоруке. У том смислу, ограничења при употреби се морају посматрати као читав низ утицаја, па и на пример кроз доступност објекта глодарима, који могу знатно утицати на квалитет зеленог крова, који се у случају подземних стамбених објеката често појављује као подразумевани структурни део ових објеката.

Ограничења се, такође, могу посматрати и као збир свих утицаја који су наведени у претходним поглављима, а која директно или индиректно утичу на избор и цену изградње подземних стамбених објеката.

4.0 РЕГУЛАТИВЕ, СТАНДАРДИ И АСПЕКТИ ИЗГРАДЊЕ ПОДЗЕМНИХ СТАМБЕНИХ ОБЈЕКТА (ПСО)

4.1. Интернационалне правно-административне регулативе

Закони и правилници везани за изградњу објеката, су еволуирали у великој мери у односу на првобитну регулативу у којој се помињао само однос према изградњи објеката. Један од првих Закона који помиње однос према изградњи је закон владара Хамурабија (1955. пне - 1913. пне) који је предвиђао строге казне за градитеље који не обављају добро свој посао. Поједини чланови његовог Закона су веома строги, попут чланова 228, 229, 230, 231, 232 и 233. Данас се често помињу чланови 229: „Ако градитељ човјеку сагради кућу, не уради је чврсто и кућа се коју је саградио сруши, па усмрти власника, тај градитељ да се убије“, ⁹⁰ затим члан 230: „Ако је изазавао смрт сина власника куће, да се убије син тога градитеља“, ⁹¹ као и члан 232: „Ако уништи покретну имовину, надокнадит ће све што је уништено, а кућу коју је градио, па је није чврсто саградио, због чега је се срушила, поправит ће о свом трошку“ ⁹²

За разлику од Хамурабијевог закона, који је са драконским казнама и санкцијама за градитеље превентивно деловао да не дође до нежељених ситуација, затим низа сличних закона, правилника и препорука у античкој Грчкој, Риму, током средњег века и касније до XIX века, први детаљни правилници везани за безбедности објеката у XX веку, настају тек после Великог пожара у Чикагу и земљотреса у Сан Франциску.



Сл.186. Велики пожара у Чикагу (1886.)



Сл.187. Последице земљотреса у Сан Франциску (1906).

Изградња објекта на интернационалном плану се данас одвија уз регулативу која обједињено или независно прописује правила из свих области безбедности. Фокус свих регулатива је свакако усмерен ка обезбеђивању адекватног степена безбедности објекта за његову употребљивост.

Искуства у доношењу и примени правилника који регулишу различите области везане за изградњу су различита. Специјализовани правилници се најчешће доносе у земљама које имају посебне потребе за таквим документима. Суштина доношења правилника се свакако може посматрати као потреба за дефинисањем правила за изградњу објеката, који би посредно утицали и на повећање степена безбедности од елементарних непогода попут високих температура, поплава и др.

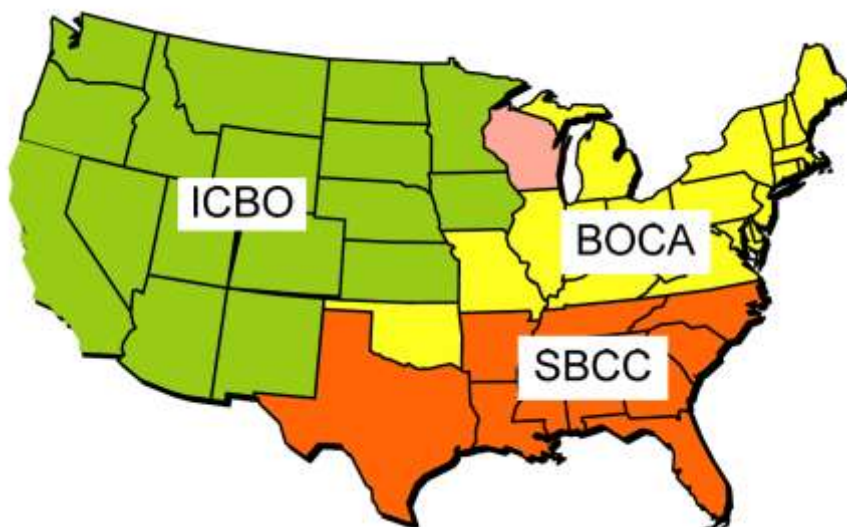
Подземна стамбена архитектура се у регулативама на интернационалном плану третира најчешће у оним деловима регулативе који се односе на дефинисање противпожарних услова за изградњу објеката, и то кроз појашњење начина безбедног напуштања објекта из подземних нивоа. Поред тог контекста, у земљама попут Аустралије, услед специфичних климатских услова и потреба за изградњом подземних стамбених објеката израђују се посебни правилници и услови за њихову изградњу. У Европи се раде урбанистички планови као и посебне специјализоване студије за изградњу подземних нивоа у градовима, док се у Азији регулативе интензивно мењају, да би се створили што флексибилнији услови за изградњу подземних нивоа простора.

^{90,91,92} Вишњић, М. Законници древне Месопотамије, Сарајево, Свејтлост, 1989., стр 121.

У раду су анализирани међународни релевантни примери законске регулативе која се односи на подземне објекте, попут примера регулативе из САД, Канаде, Аустралије и Сингапура.

Сједињене америчке државе **Интернационални Правилник за изградњу**

Пре доношења Интернационалног грађевинског правилника, на територији Сједињених Америчких Држава су важили различити правилници, који су се користили за дефинисање услова за изградњу објеката.

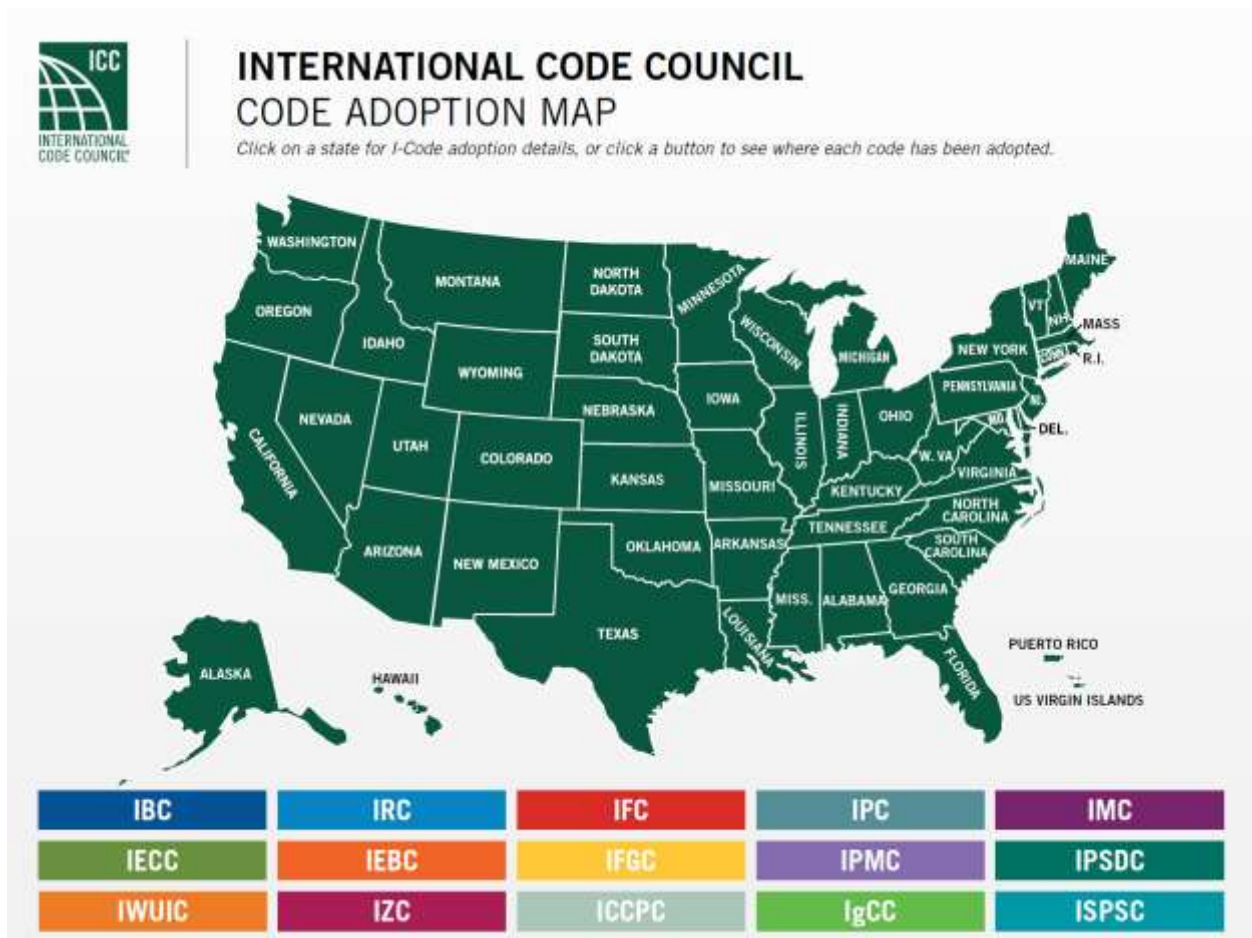


Сл.188. Примена различитих правила на територији САД до 2000.

Интернационални савет за дефинисање правила изградњу (ICC) је основан 1994. године, као непрофитна организација посвећена развоју јединственог сета свеобухватних и координираних интернационалних модела грађевинарства. Од почетка 20. века, ова организација је развила три одвојена модела правилника, који се користе широм Сједињених Америчких Држава. Дефинисање термина подземни стамбени објекти, појављује се у међународним документима у првом издању Интернационалног правилника о изградњи (2000). Тај Правилник је резултат напора покренутих у 1997. од стране Интернационалног савета за израду Правилника. То издање настало је од стране пет пододбора, које је именovalo интернационално веће за правилнике, састављено од представника; Интернационалног административног тела за област изградње (Building Officials Code Administrators International - BOCA), Међународне конференције званичних представника за област изградње (International Conference of Building Officials - ICBO) као и представника Конгреса интернационалне законске грађевинске регулативе југа (Southern Building Code Congress International - SBCCI).

Па ипак, и поред постојања различитих правилника, сви они су били засновани на јединственом односу према заштити од пожара. У том смислу сви правилници су имали или имају интегрисан Life Safety Code (NFPA 101), правилник израђен од стране National Fire Protection Association (NFPA), са седиштем у Квинсију, држава Масачусетс (Quincy, Massachusetts).

Поглавље 11 овог Правилника, под називом Специјалне структуре и високи објекти је формирано независно у односу на остала поглавља. Његова суштина је да специфичне објекте учини безбедним и функционалним за употребу. Поглавље 11 регулише структуре окупене водом, возила и пловила и приступом лимитиране подземне структуре.



Сл.189.Мапа свих врста правилника који се користе на територији САД

Овај Интернационални Правилник је усаглашен са

1. International Codes® (I-Codes®)
2. International Code Council(ICC)®
3. ICC Electrical Code®
4. International Energy Conservation Code®
5. International Existing Building Code®
6. International Fire Code®
7. International Fuel Gas Code®
8. International Mechanical Code®
9. ICC Performance Code®
10. International Plumbing Code®
11. International Private Sewage Disposal Code®
12. International Property Maintenance Code®
13. International Residential Code®,
14. International Wildland-Urban Interface Code™
15. International Zoning Code®

Интернационални правилник за изградњу који се користи на територији САД, представља документ који је интегративно обухватио све сегменте усвојене документације из различитих области, па се у том смислу може посматрати као јединствена обједињена регулатива за изградњу, садржана у једном документу .



Сл.190. Графички прилог примене Интернационалног правилника за изградњу на територији САД

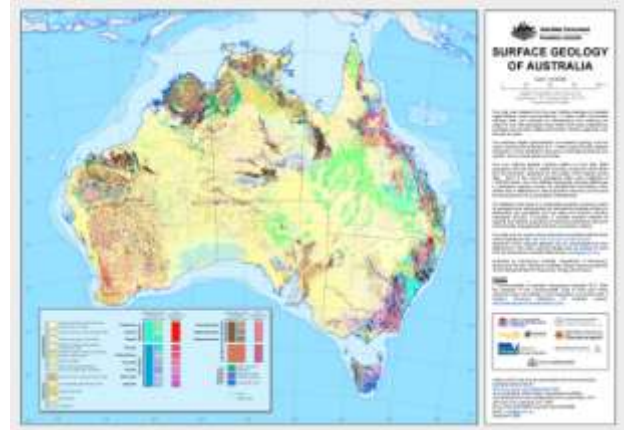
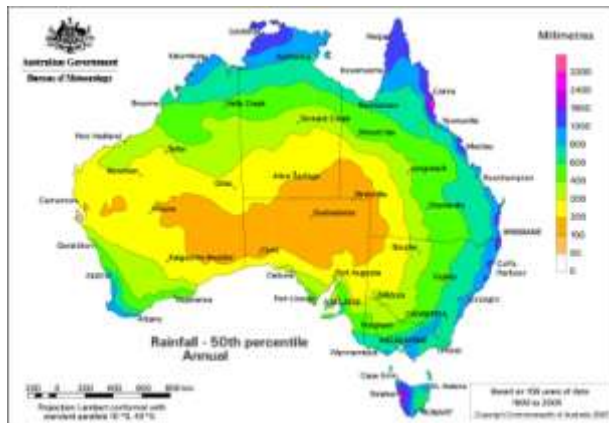
Интернационални правилник за изградњу се на територији САД примењује на следећи начин:

- Уз могућност доношења локалних измена - амандмана на Правилник који је усвојен на државном нивоу, што је спроведено у државама Арканзас, Аљаска, Калифорнија, Флорида, Луизијана, Мериленд, Невада, Нови Хемпшир, Нови Мексико, Охајо, Тенеси, Вашингтон, Висконсин и Вајоминг. У овим државама постоји могућност доношења локалних измена правилника који омогућавају изградњу специфичних облика становања попут подземних стамбених обејаката.
- Применом рестриктивних правилника само за јавне-државне објекте у државама Алабама, Ајова, Канзас, Мисисипи, Мисури, Небраска, Оклахома, Јужна Дакота и Вермонт
- Без могућности доношења локалних амандмана, уз искључиво важење Правилника на државном нивоу у државама Конектикат, Кентаки, Њу Џерси, Пенсилванија, Род Ајланд и Вирџинија.
- Локалним амандманима на Закон у државама Џорџија, Индијана, Масачусетс, Њу Јорк, Северна Каролина, Орегон, Јужна Каролина и Јута;
- Обавезном применом, уколико се усвоји на локалном нивоу, у државама Колорадо, Ајдахо, Мичиген, Минесота, Монтана, Северна Дакота и Западна Вирџинија.
- Правилници за изградњу у државама који се усвајају и предлажу на локалном нивоу у државама Аризона, Делевер, Хаваји, Илиној, Мејн и Тексас.

Аустралија

Правилник за изградњу објеката у Аустралији (The Building Code of Australia (BCA)) је израђен од стране Аустралијског савета за израду Правилника за изградњу (Australian Building Codes Board (ABCB)) који је оформљен у име Владе Аустралије и влада свих држава у Аустралији. Овај Правилник представља униформни сет техничких правила за дизајн и конструкцију објеката, и омогућава варијације на тему правилника, у зависности од геолошких и географских услова.

Сл.191.Мапа просечних стогодишњих падавинама у Аустралији



192.Геолошка мапа Аустралије

Значајно је нагласити да се пројектовање у великој мери ослања на климатске услове, па се геолошке, метеоролошке и сеизмичке мапе, у великој мери узимају за полазне основе приликом планирања простора.

Поред основног сета регулативе на државном нивоу, значајну улогу у прописивању посебних правила за изградњу имају истраживачи у области планирања и архитектуре, који перманентно указују на потребу, да се приликом планирања градова пажња мора усмерити на правила која ограничавају развој, али истовремено, и на идентификацију могућих модела који подстичу одрживи развој.

У том погледу инжењери имају одговорност да идентификују могућности употребе подземних простора који се уклапају у стратешке циљеве развоја градова. Историјски гледано, подземни простор је најчешће коришћен за комуналну инфраструктуру. Међутим, прилика да се унапреди коришћење подземних простора, није ограничена само постојећим регулативама, већ и ограничењима везаним за економску одрживост.

У том смислу јасно је да економски, социјални, али и енергетски аспект утичу на коначно дефинисање правила за изградњу подземне стамбене архитектуре. Инструменти за планирање идентификују могућности области (зоне) у оквиру којих су дозвољене одређене активности, уз сагласност локалних власти. Правила која су прописана у Правилнику на државном нивоу, не праве разлику између могућности за изградњу изнад или испод земље, али тај правилник дозвољава прописивање посебних услова за зоне у којима се исказе потреба за посебним правилима. У том смислу је у појединим државама попут Јужне Аустралије и зоне града Кубер Педија, израђена посебна документација, која се односи на дефинисање правила за изградњу подземних стамбених објеката, а која ће надале бити приказана у раду, као део поглавља који дефинише безбедносни аспект функционисања подземни стамбених објеката.

Сингапур

Држава Сингапур има посебну законску регулативу под називом Закон о контроли изградње, Building Control Act. Поред законске регулативе, Сингапур своју изградњу базира на активностима Агенције за урбани развој Сингапура (Urban Redevelopment Authority (URA)) која је задужена за планирање и физички развој Сингапура. На само 680 квадратних километара, и с потребом да адекватно планирају простор за популацију од 4 милиона становника, инжењери, али и правници, непрекидно раде на усвајању нових законских могућности, које би омогућиле оптимизацију простора за изградњу објеката.

У Сингапуру се управо покреће низ измена постојеће законске регулативе, како би се максимално искористио потенцијал надземних и подземних простора за изградњу. Изградња простора под земљом, дугорочно ће донети користи граду и држави, јер се пружа могућност употребе подземних површина испод паркова, зелених површина, кућа и пословних простора у свим деловима града - државе.

Кључни детаљи амандмана, односи се на проширење власничког статуса, односно на могућност изградње до 30 метара испод површине земље. Амандман неће утицати на то како се надземне површине тренутно користе, али ће свакако омогућити покретање нових инвестиција за изградњу простора на већим дубинама, за разлику од досадашњих законских обавеза, које су се односиле на могућност изградње до 15 метара испод површине парцеле.



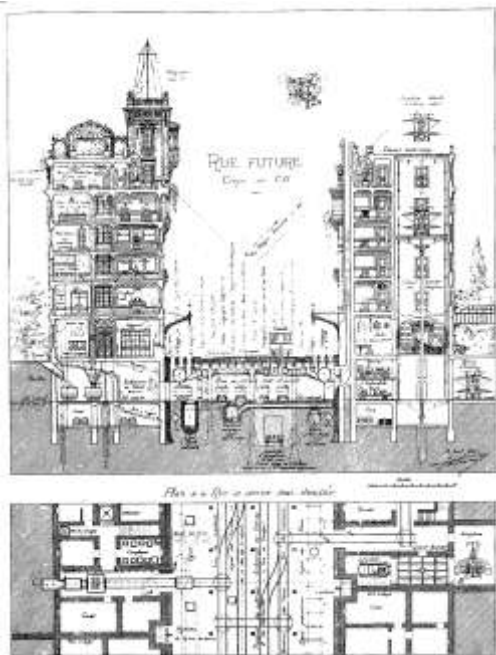
Сл.193. Мапа геолошких истраживања у Сингапуру

Однос према истраживањима која се интензивно спроводе, биће истовремено усмерен и ка промени законске регулативе, која ће интензивирати већи обим изградње подземних објеката. Промена дозвољене максималне дубине за изградњу, доведиће постепено и до нових типологија подземне архитектуре, које су актуелизоване истраживањима савремених ГИС технологија. Ове технологије омогућавају максималну искоришћеност подземног простора, с обзиром на велику заузетост надземне површине на целом острву држави.

4.1.1 Урбанистичко планирање и веза са изградњом ПСО

Друга половина 20. века је период у којем се однос према потребама за корисним простором интензивира. Пораст популације, уз значајно умањење површина за изградњу објеката, као и повећање вредности земљишта у градским целинама покрећу значајна питања о увећању степена мобилност и потребе за изградњом одговарајуће инфраструктуре. Већ готово једну деценију се износе статистички подаци који указују на то да ће половина светске поулације живети у градовима.

Енард (Hénard, 1849-1923), син професора архитектуре при Школи лепих уметности (Ecole des Beaux-Arts) у Паризу, почео је своју каријеру у париском сектору за јавне послове. Иако су на почетку његове каријере забележена два значајна објекта којима је Париз представљен на Светској изложби 1889. и 1900., он је већину времена проводио изучавајући проблеме везане за одвијање саобраћаја у Паризу, предлажући конкретна решења за њихово решавање. Бавио се питањима измештања и планирања подземних инфраструктурних токова, као и питањима формирања нових парковских површина изван зидина старог града, за које је било потребно формирати нове обилазнице и кружне раскрснице. Планирање се почетком 20. века, интензивно усмерава у правцу давања предлога за измештање транспорта у подземне нивое.



Сл.194.Пресек кроз регулацију улице Енард ,Француска

Почетком 21. века, велики број истраживача из различитих области, покреће истраживања са циљем добијања одговора на питања везана за повећање стандарда живота, и креирања бољих просторних услова за живот и рад становништва.

У својем Извештају под називом "У сусрет урбаној ренесанси", истраживачка група из организације Urban Task Force из Велике Британије, истражује начине и могућности за ревитализацију и регенерацију градова. Њихове препоруке се односе на усмеравање планирања ка унапређењу процеса располагањем градског грађевинског земљишта, уз наглашавање потреба за подизањем свести међу планерима и инвеститорима, у вези теме која указује на значај геотехничких и геопросторних утицаја на коришћење надземних, али и подземних просторних ресурса.

Монтерал представља један од градова пионира у промени приступа планирању подземних структура, пре свега као резултат потребе за заштитом од климатских промена.



Сл.195. Изглед подземних нивоа у Монреалу

Монтерал већ сада има изграђен највећи подземни град, који се састоји од пешачких подземних коридора, 10 метро станица, железничке станице, са преко 1600 радњи, 200 ресторана, 40 банки, 30 биоскопа, хотела, пословних објеката и театра.



Сл.196. Зоне изградње подземних нивоа у Монреалу

Подземни град започет са изградњом 1960 године, заснован на идеји Леонарда да Винчија "град у граду", развија се као значајна структурна мрежа, која повезује подземну мрежу структура са метроом. Подземни изграђени простор " штити становнике од снега, кише, ветра и врућине и обезбеђује микроклиму вечитог пролећа, као окружење ослобођено саобраћаја и акцедената на путној инфраструктури".⁹³ У складу са изведеном инфраструктуром, створени су услови за унапређење постојећих капацитета надземних комерцијалних, услужних и резиденцијалних намена, у комбинацији са новоизграђеним подземним површинама.

⁹³ Hidden Aspects of Urban Planning: Utilisation of Underground Space / F.C. Chow /Geotechnical Consulting Group, London, UK; T. Paul John Barnett & Associates Ltd (CSA Group), Dublin, Ireland ; I.T. Vähäaho City of Helsinki Geotechnical Division, Helsinki, Finland; B. Sellberg The Swedish Council for Environment, Agricultural Sciences & Spatial Planning, Stockholm, Sweden; L.J.L Lemos University of Coimbra, Portugal/2002

Према истраживањима које је спровео Ика Вахаахо (Ilkka Vähäaho) из Департмана за изградњу града **Хелсинкија** у Финској и израђеној пратећој документацији за потребе даљег планског развоја града, Хелсинки има могућност коришћења 10,000,000 m³ за изградњу паркинга, спортских терена, складишта угља и уља, метро структуре итд... Планирана је изградња преко 400 објеката, 220 техничких тунела, 24км мреже тунела за водене површине, као и 60км мреже тунела инфраструктурних развода кроз које се дистрибуира топлотна енергија, електрични и телекомуникациони каблови, вода... Поређења ради, овај план је понудио нове површине које су у односу на искоришћене надземне површине у таквим односима, да 1м² подземне површине одговара 100м² надземне површине.



Сл.197. Извод из урбанистичког плана за подземље Хелсинкија

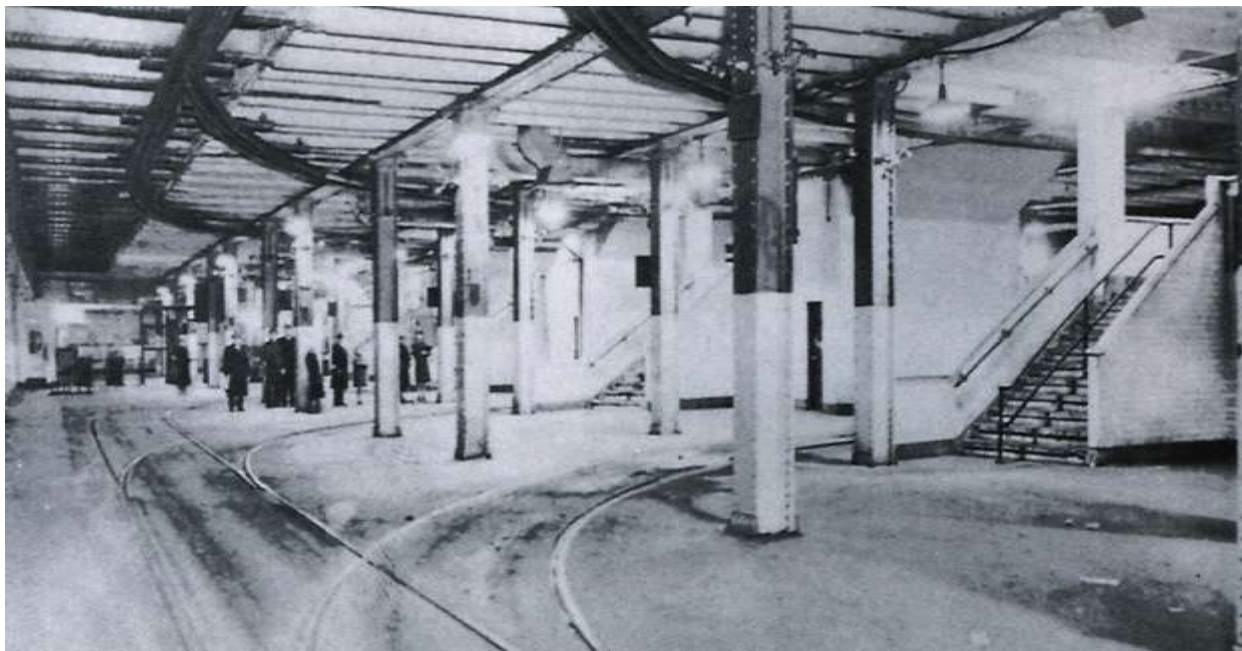
На слици 197. светло плаво су означени нови тунели и инфраструктура, тамно плаво су нови јавни садржаји, браон су простори који још увек немају своју намену, сиво су постојећи тунели, светло браон су стене испод 10м дубине.



Сл.198.Пренамена постојећих склоништа, у простор за јавне намене

Ради коришћења подземних физичких структура, као вишенаменских простора, данас се на више локација у Хелсинкију може видети двонаменско коришћење склоништа. Једна од таквих локација је, пример склоништа које може примити и до 3800 људи, и које је пренамењено у подземни базен, који има капацитет до 1000 корисника. Овај базен функционише са минималним трошковима за коришћење енергије, услед његовог положаја и константне температуре простора.

Lowline пројекат покренут је у **Њујорку** као студија случаја за ревитализацију и пренамену подземног трамвајског терминала под именом Williamsburg trolley terminal, који је функционисао од 1908. до 1948. Тај подухват представља пројекат имплементације технолошких иновација, комбинацијом соларних и лед технологија .



Сл.199. Трамвајски терминал отворен 1908. године , и затворен после 40 година употребе

Планирање подземног јавног парка, било је могуће уз обезбеђивање адекватних услова, који су се, пре свега, односили на могућност убацивања природног светла у подземне нивое. После вишегодишње презентације и лобирања јавности и градских званичника, иницијатива Џејмса Ремсија (James Ramsey), власника дизајн студија Raad Studio, је добила сагласност за реализацију и извођење тог пројекта.



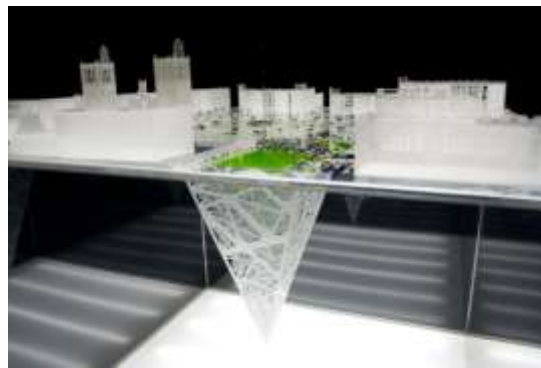
Сл.200 3д визуелизација будућег јавног простора-парка у подземним зонама града

Развојем градова интензивира се процес планирања ради изградње подземне инфраструктуре и јавних објеката. Иако се најчешће ради о објектима и инфраструктури у области јавног транспорта или јавних рекреативних површина, забележени су и примери концептуалне архитектуре у области подземног становања.

Асоцијативна архитектура и урбанизам, примењени су приликом давања предлога за решење недостајућег стамбеног капацитета у једној од највећих светских метропола, Мексику Ситију.

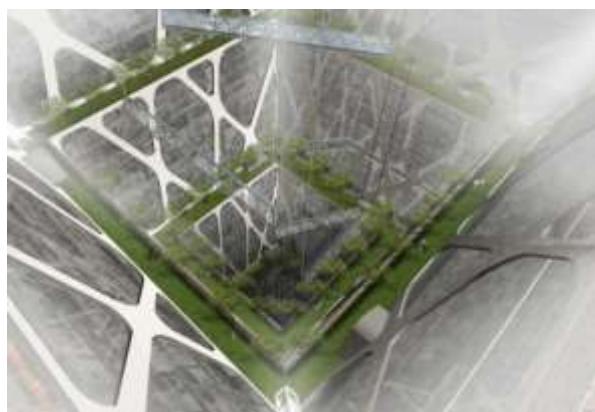


Сл.201.Пирамида у Теотиуасан Мексико

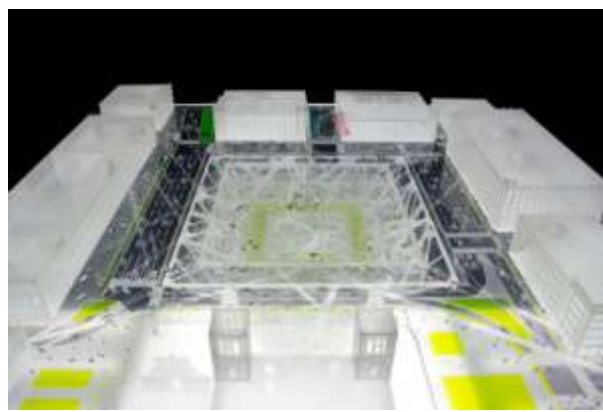


Сл.202.3д модел подземног солитера 1

Инспирисани пирамидама сунца у Теотикуану (Teotihuacan), архитектонски студио BNKR Arquitectura из Мексико Ситија, израдио је концептуални дизајн првог подземног пројекта солитера, са укупном површином од 17,652 m². Локација овог солитера, који представља пирамиду врхом усмереним у дубину земље, је у самом центру Мексико Ситија на тргу Зокало, у непосредној близини катедрале, државних палата и палата градске управе. Овај земљани солитер је пројектован са дужином последњег нивоа на 304 метра испод површине земље, и потенцијално би могао да прими 100.000 становника, који би били корисници овог јединственог стамбеног подземног објекта.



Сл.203.3д модел подземног солитера 2



Сл.204.3д модел подземног солитера 3

Применом савремених софтверских алата, уз претходно обављена неопходна геолошка и морфолошка истраживања, тродимензионални урбанизам представља будућност планирања простора у 21 веку. Употребом 3д визуелизације, могуће је сагледати усаглашености у развојним пројектима, приступити праћењу, имплементацији и предвиђању адекватног развоја структура.

На 14. Венецијанском бијеналу архитектуре, Мароко се представио са спекулацијама на тему Сахара. Павиљон Марока имао је за тему настањивање ненастањивог, полазећи од тезе да **Сахара** са својим екстремним географским и климатским условима и даље представља неистражену територију за архитектонске спекулације. Архитектонски тим OUALALOU+CHOI чија централа је у Паризу, а испостава у Казабланки, предложио је урбану структуру која симболично представља враћање коренима урбанизације и цивилизације. Овај пројекат представља град над и под земљом, град који се развија и укупани град. Поред своје алегоријске димензије, идеја аутора била је да је истраживање града по вертикали као знатно веће искуство него истраживање по хоризонтали. Унутрашњост града која се креира и активира током дана (подземни град) и током ноћи (надземни град), представља срце отвореног јавног простора града. Овај пројекат представља насељив простор који дозвољава амбијенту да се кроз њега прожима у пуном обиму.



Сл.205.Модел града у Сахари, са надземним и подземним нивоима града



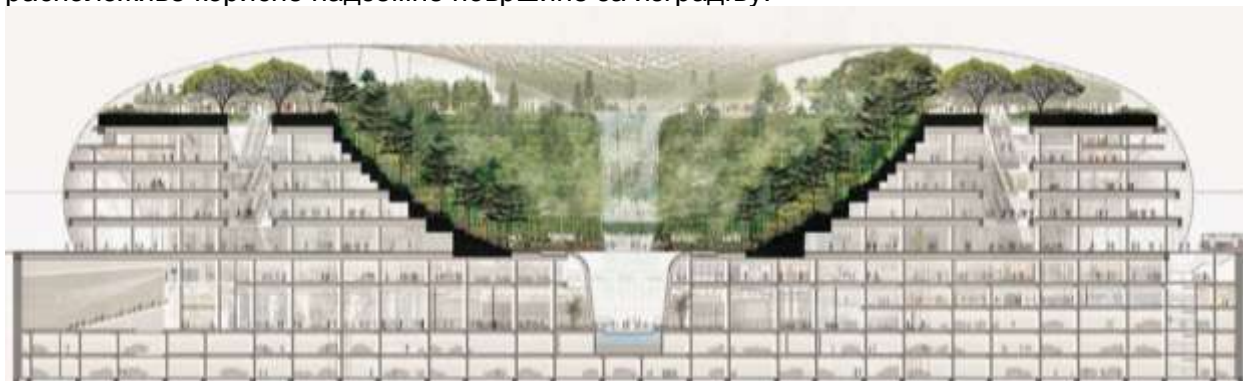
Сл.206.Град као црно бела слика, са дневним и ноћним временом за активирање живота у граду

Сингапур је покренуо више мултифункционалних урбанистичко - архитектонских пројеката. Један од најзначајнијих је, изградња нове аеродромске зграде према пројекту Safdie architects, која ће поред пословног, имати и стамбене и рекреативне просторе.



Сл.207.Изглед објекта Аеродромске зграде

Нова законска регулатива, али и геолошка истраживања која се интензивно спроводе, омогућиће интензивирање оваквих приступа пројектовању, које је пре свега усмерено ка обезбеђивању недостајећих површина за становање, услед ограничене укупне расположиве корисне надземне површине за изградњу.



Сл.208.Пресек кроз мултифункционални објект Аеродромске зграде



Сл.209.Енетеријер објекта



Сл.210. Поглед са врха куполе

4.1.2 Урбанистичка правила за изградњу ПСО

Истраживања показују, да се однос према подземним стамбеним објектима искључиво посматра кроз односе везане за могућности коришћења подземних простора, који подразумевају адекватну вентилацију, осветљеност, али и сигурност по питању свих могућих ризика и поступања у таквим ситуацијама.

Из тог разлога, приметно је да се урбанистичка правила појављују делом у законској регулативи и правилницима, али најчешће у урбанистичко - планској документацији. Преузимање стандарда датих у правилницима и њихово уграђивање у све видове документације се, углавном своди на преношење и навођење чланова Закона који покривају ту област. Па ипак, поред постојања законске регулативе, у пракси се свакако могу наћи изграђени објекти настали према искуствима која су истраживачи, који нису увек професионалци, прикупљали на терену на основу примера изграђених објеката, па се тако условно може рећи, да су урбанистичка правила заснована, у ствари, на постојећој документацији, публикацијама и књигама, у којима се налази велики број примера изграђених објеката или правила примењених приликом изградње таквих објеката.

Правила се, такође, могу наћи и у академским приступима и тезама које третирају све неопходне потребне предуслове за обезбеђивање функционисања подземних стамбених објеката. На ту тему Џенет Стоктон истиче да је потребно да, подземни стамбени објекти обезбеде одговарајућу количину светлости из најмање два аспекта и то:⁹⁴

- како би подземни објекат био енергетски ефикасан, и како би се обезбедила минимална количина соларне радијације, односно природног осветљаја, која у исто време представља и пасивни соларни систем загревања путем интеракције стаклених површина са сунчевом зрацима.
- како би се обезбедили социолошки предуслови за живот у овом типу објеката уз креирање простора који је пожељан за живот, за разлику од многобројних предрасуда које постоје о овим објектима као, тамним, мрачним и депресивним просторима.

По питању потребне количине светлости, у Аустралији се, на пример, у Правилницима за пројектовање који се употребљавају за зону Кубер Педија наводи "да је потребно да се за све просторије које немају директан осветљај обезбеди вештачко осветљење на сваких 16м² простора, у складу са АС 1680. Тај Правилник, такође, обрађује и односе према потребном степену вентилације објеката, па се у складу са тим прописују и потребни технички детаљи који се односе на вентилациона окна и њихове површине, где се наводи потреба да се " за сваки квадратни метар површине просторије обезбеди мин 3500мм² пресека вентилационог канала, такође, у складу са Законском регулативом Аустралије и клаузулом 3.8.5. односно Правилником за изградњу Аустралије, који се налази у Другој књизи овог Правилника. Два излаза за случај опасности, на најмањој дистанци од 9метара, такође представљају обавезу приликом изградње подземних објеката."⁹⁵

За разлику од Аустралије, која има посебне правилнике у складу са посебностима простора који се пројектује, у Америци се за пројектовање подземних стамбених објеката користе интернационални кодови. У појединим државама попут Тексаса, се у оквиру докумената који се прилажу за грађевинску дозволу наглашава обавеза достављања посебних прилога у документацији, посебно када је у питању изградња неконвенционалних објеката, које потписују лиценцирани инжењери архитектуре.

⁹⁴ Janet Stockton Parker / Interiors of underground houses : Suggestions for consumers /1979/Texas Tech University

⁹⁵ District Council of Council of Coober Pedy/2007/ Guidelines for the Construction of underground buildings in Coober Pedy



Building Permits

Phone (936) 550-2551 Fax Line (936) 550-2501

All construction in Nacogdoches must conform to the standards adopted by the City of Nacogdoches current codes, which are 2009 International Building Codes (IBC) & 2011 National Electric Code (NEC), and Local Zoning Ordinance. Reremodel or repair of an existing structure requires information similar to that which is needed for new construction.

PLAN REVIEW SUBMITTAL CHECKLIST:

- ☐ **CONTRACTOR'S LICENSE**
Proof of a valid Nacogdoches Contractor's License is required before any permit can be issued.
We require a \$5,000.00 License and Permit Bond made out to the City of Nacogdoches, and a license can be issued for \$25,000 (License is valid for 1 year: Oct. 1st – Sep. 30th). A state license is required for any Electrical, plumbing or mechanical work.
- ☐ **LEGAL DESCRIPTION**
Of the proposed site, available from your property tax statement deeds, or through the Nacogdoches Central Appraisal District (936)-560-3447.
- ☐ **ADDRESS**
Does already exist. Otherwise, a new address can be assigned by the City Engineer's Office.
- ☐ **PLAT PLAN**
 - Scale of the plan and the direction of North.
 - Location and length of all property lines.
 - Location, dimensions, and type of all easements (access, utilities) if any exist.
 - **NOTE: Please make careful consideration as to where driveways are to be located.**
The cost of relocation of fire hydrants and water meters are the responsibility of the developer.
 - Damage Plan, showing elevation and direction of drainage. (see attached damage plan checklist for small or large projects)
 - Location dimensions and use of all existing and proposed buildings, showing distances from property lines.
 - Show all proposed porches, walks, decks, screening walls, patios, etc.
 - Location and square of all streets which are adjacent to the site.
 - Location of all on-site parking and driveways.
 - Finished floor elevations shall be 1 foot above the 100 year flood elevation, (if property is located in a flood hazard area).
 - **NOTE: Sometimes, non-conventional construction (log homes, underground homes, steep slopes, etc.) will require plans stamped by an engineer or architect licensed in Texas.**
- ☐ **BUILDING PLANS** (SUGGEST SCALE: 1/8" INCH = 1 FOOT)
Two complete copies, including the owner, address and phone number of the person who prepared plans, including:
 - **FOUNDATION PLAN**
Shape and dimension of all foundation walls, and showing placement of all reinforcing steel. Location and size of all beams, posts, and interior footings. Floor joist size, spacing, direction and length of span, any supports or hangers, and solid blocking. Size and location of all vents, access holes and insulation. Floor Joists and Sills must be 18" above grade or natural finish.
 - **FLOOR PLAN** (for each floor area)
 - Location of all walls, use and dimensions of all areas. Location and dimension of all windows and doors, show direction of door swing, all handle sizes. Specifications and dimension of all fireplaces, wood stoves, chimneys, etc. Access to all attic spaces, and stairs. Location of all plumbing fixtures, hose bibs, hot water heaters, furnaces, laundry fixtures, appliances, pumps, smoke detectors, vent fans, and indication type of heat (natural gas, electric, etc.). Indicate capacities of mechanical equipment in BTUs or KWs. Show: outlets, switches, light panels, etc., and GFCI protection. List light emergency lighting. Exit locations.
 - **BUILDING CROSS SECTION**
Footings size, depth, foundation wall thickness, placement of reinforcing steel, final grade, bearing posts and footings, beam sizes, Trussed wall plates, and anchoring method (6" clearance from sill to earth, 12" maximum clearance under beams and 18" maximum under floor joists in crawl spaces. Sizes and spacing of all studs, joists, rafters, trusses, etc. (Trusses must be engineered.) Sheathing, wall, ceiling, floor and roof coverings shown, hand-drawn "R" values in walls, ceiling and floors. Control Space vapor barrier.

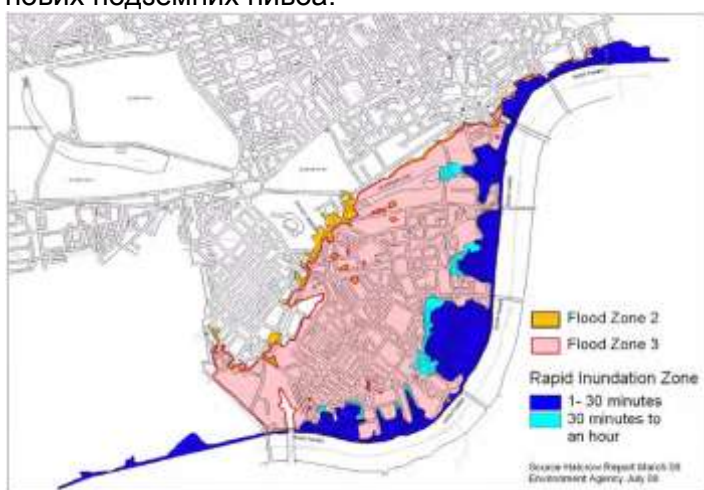
City of Nacogdoches • Code Compliance
202 E. Pine Room 230 – P.O. Box 650030 • Nacogdoches, TX 75963
(936) 550-2551 Fax (936) 550-2501 • www.ci.nacogdoches.tx.us
Home of Stephen F. Austin State University • www.sfasu.edu

Сл.211. Пример формулара за грађевинску дозволу из Тексаса

Однос максималног искоришћења парцеле (коэффициент изграђености), односно могућности за добијање максималне бруто површине на парцели, значајно варира и зависи од области у којој се планира изградња, односно односа према плановима који се доносе у локалној самоуправи. У Централној пословној зони у Сиднеју, на пример, максимални коефицијент креће се и до 12,5. У рубним подручјима се коефицијент изграђености креће до 3, док је у приградским насељима најчешће 0,5. Сви коефицијенти који се користе у прорачунима се, дефинишу без обзира на то да ли се парцела налази изнад или испод земље. Где постоји потреба за интензивирањем развоја, успостављају се и критеријуми и коефицијенти за остваривање таквих потреба. У приступу планирању је сасвим јасно да се, надземна изградња планира, јер су трошкови изградње надземне структура мањи него изградња подземних структура; такође се очекује да је надземна структура више тржишно оријентисана, и да ће стога донети бољу зараду од подземних простора. Успостављање параметара за изградњу, има пре свега два циља а то су : директан инструмент за ограничавање висине надземних структура и истовремено средство за ограничавање густине становања. Како је могуће да се и дубина простирања као и густина појаве и у подземним деловима, коефицијент изграђености би ипак морао бити активан инструмент планирања и за подземне нивое. Посебан аспект коришћења подземних простора представља, однос према смањењу коришћења енергије приликом планирања подземних простора.

За разлику од Америке, Аустралије и Сингапура, поступање са просторима који се могу сврстати у групу подземних стамбених објеката, је прописано у Европи у Великој Британији, у пратећој документацији за потребе израде урбанистичко - планске документације. Велики број објеката који се налази у заштићеним зонама насеља са исто тако великим бројем захтева за интервенцијама у подземним нивоима, био је разлог за израду специјализоване документације, како би се приликом издавања услова за пројектовање подземних стамбених простора, обезбедили услови за њихову максимално функционалну употребу..

Усмеравајући планску документацију у правцу ограничавања и забране изградње подземних стамбених нивоа у евидентираним поплавним зонама, за град Лондон и реку Темзу, израђен је графички прилог под називом Зона поплава. Тај прилог, практично представља полазну информацију за инвеститоре, који подносе захтев за издавање дозволе за интервенције у подземним деловима постојећих објеката, или за изградњу нових подземних нивоа.



Сл.212.Зоне поплавних таласа Темзе

У складу са тим графичким прилогом следе даљи поступци, односно селектују се зоне у којима се могу, или не могу наћи подземни стамбени објекти.



Сл.213 Зоне подземних водотокова

Подземни водотокови се такође посебно разматрају са аспекта испитивања могућности за формирања нових подземних нивоа, услед потенцијалних утицаја подземних вода на нове структуре.

Уколико се планиране интервенције у подземним деловима налазе ван поменутих зона угрожености површинским водама, дефинишу се посебна правила за изградњу, која се претежно односе на степен осветљености, вентилацију, али и степен сигурности за евакуацију приликом ризичних ситуација.

Поред ограничења за изградњу подземних стамбених објеката која настају као последица хидролошких својстава зоне, један од такође битних аспеката за изградњу подземних нивоа представља однос према заштићеним објектима и зонама. У пратећој документацији за потребе израде плана (SPD) за општину Вестминстер, наводи се да Градско Веће има посебну улогу у заштити постојећих зона конзервације, у смислу придавања посебне пажње интервенцијама на објектима који се у тим зонама налазе. У појединим зонама дрвеће, дворишта и ограде, имају посебан значај као специфичне карактеристике заштићених зона.

Приступање интервенцијама у подземним нивоима заштићених објеката се најчешће посматрају "од случаја до случаја", у зависности од значаја и степена заштите сваког појединачног објекта. Најчешће се ради о условима у којима је потребно очувати специфичне архитектонске детаље у подземним нивоима, материјале као и структурне карактеристике и форме просторија.

Интервенције у случају приказаном на слици 216. подразумевају нове подове као и стварање светлих бунара којима се светлост природним путем доводи у подземне нивое.



Сл.216.Детаљи ентеријера подземних простора

Посебна пажња при пројектовању подземних стамбених објеката се обраћа на задовољавања критеријума осветљења објеката, па се сходно томе у пратећој документацији за израду планске документације, дефинишу и могући приступи за решавање проблема везаних за осветљавање подземних нивоа.

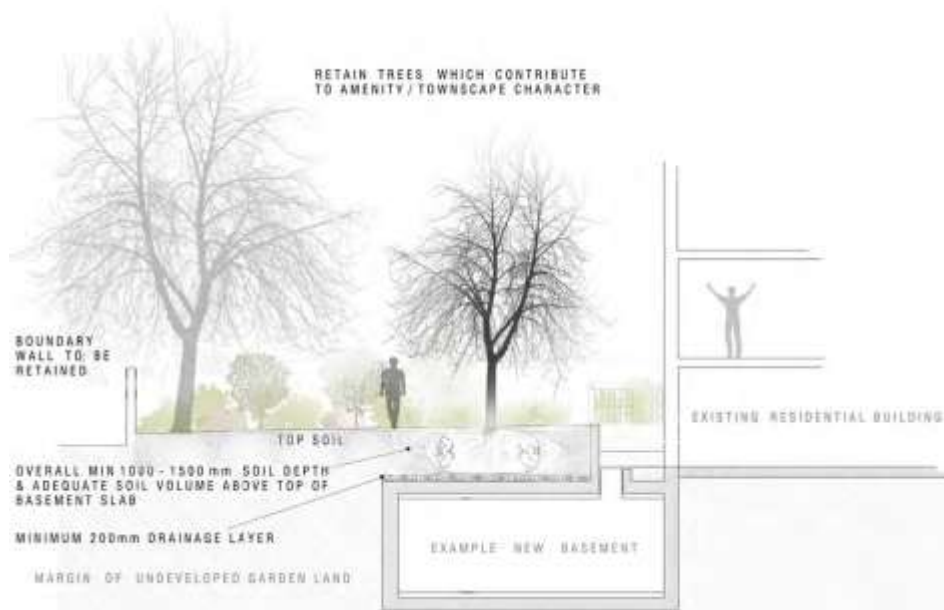
У зависности од категорије заштите, успостављају се и могућности додавања нових подземних етажа. Када се ради о посебним и значајним објектима, високог степена заштите, препоручује се правило да је додавање новог подземног нивоа неприхватљиво као интервенција, па се у том случају све интервенције базирају на формирању светлих бунара.

У неким случајевима интервенције се заснивају на веома ограниченим могућностима, а то су светли бунари по ободу самим објекта, док се остали делови дворишта и објекта морају задржати са истим карактеристикама.



Сл.217. Позиције светлих бунара на парцели на којој се планира интервенција

Уколико се интервенција на изградњи подземних нивоа планира у унутрашњем дворишту блока, посебна пажња се посвећује обезбеђивању адекватне дубине за развијање зеленила, па се под минималном дужином за раст дрвећа подразумева дубина од мин 1 метра испод површине земље. У неким случајевима се због потребног обезбеђивања дренажног слоја, та дубина помера и на 1.5м., како би се обезбедио адекватан раст дрвета.



Сл.218.Извод из Студије са обавезом чувања зеленила у унутрашњим деловима дворишта



Сл.219.Детаљи ентеријера у подземним нивоима постојећих објеката



Сл.220. Детаљи ентеријера у подземним нивоима постојећих објеката

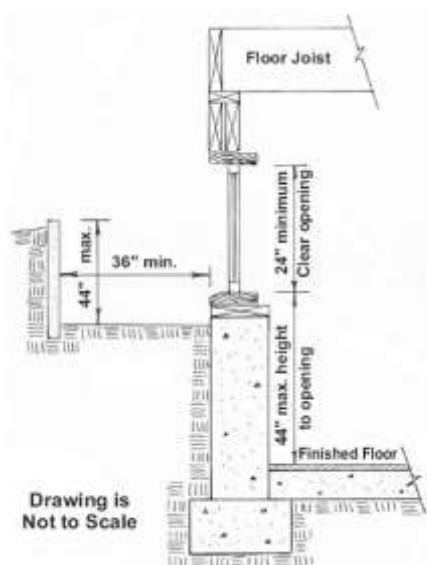
4.1.3 Регулатива везана за безбедоносни аспект при пројектовању ПСО

Правилник за заштиту људи приликом коришћења објеката (Life Safety Code) под називом NFPA 101, који је израдила америчка асоцијација за израду стандарда за ризичне ситуације (NFPA) , дефинише низ правила која се односе на подземне структуре , приступе и напуштање подземних нивоа.

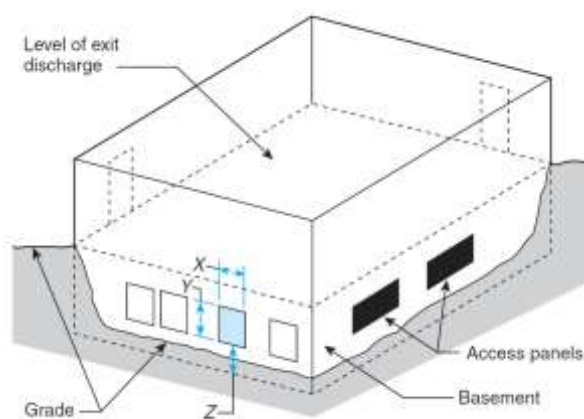
Овај Правилник дефинише два облика подземних структура и то :

- подземне структуре у којима је ниво излаза на следећи ниво испод нивоа терена
- подземне структуре у којима се отвори за излазак у случају пожара предвиђају на спољном зиду у делу подземног нивоа

Правилник прописује детаље везане за групу подземних стамбених структура, као посебно ризичних објеката због опасности од пожара, јер се ти објекти не могу проветравати у случају загађења димом. Посебно се наглашава, да у зонама у којима нема директног приступа споља, и где нема прозора како би се приступило унутрашњим зонама у објекту, постоји велика могућност за стварање панике. Правилник такође прописује посебне услове, који се односе пре свега на аутоматске системе за гашење пожара и детекцију дима, како би се постигао адекватан ниво сигурности. У случајевима коришћења подземних структура за јавне намене, наглашава се потреба за обезбеђивањем покретних степеница, како би се такође повећао степен сигурности напуштања подземних објеката. У овом документу је истакнут значај праваца приступа објекту, као и поступања у случајевима повећаног ризика.



Сл.221.Пресек сигурносни отвор



Сл.222.Аксометриски приказ зона за напуштање објеката

Однос према термину "подземне структуре" у овом Правилнику дат је тако што је прописано да се "неће сматрати подземним структурама оне структуре које обезбеђују најмање две стране на којима се могу наћи посебни отвори за напуштање тог нивоа у зони од 1.9м односно на којима се отвори за напуштање објеката у случају пожара могу комплетно наћи у дужини од зида од 15метара у том нивоу." ⁹⁶ Овако прописан правила јасно је не дозвољавају изградњу подземних стамбених објеката који су наведени као типолошки примери у претходном поглављу.

⁹⁶ https://www.nfpa.org/Assets/files/AboutTheCodes/101/101_A2014_FirstDraftForBallot.pdf (15.11.2015.)

Поглавље 405., у Интернационалном правилнику за изградњу које је израдило Интернационално Веће за израду Правилника (International Code Council (ICC)), као и посебна поглавља која дефинишу потребу за "постојањем посебног отвора у случају пожара"⁹⁷, из спаваћих соба у подземним полу - укопаним нивоима, онемогућавају изградњу подземних стамбених објеката, у случајевима када најчешће постоји само по један улаз у спаваћу просторију кроз који и допире светлост у подземне просторије (атријумски тип укопаних подземних стамбених објеката).

Ово правило је измењено у неким државама САД, у складу са одлукама које су поједине државе донеле ради омогућавања изградње подземних стамбених објеката, путем измене управо члана регулативе који дефинише обавезу потребе постојања, бар једног отвора улаза - излаза, за напуштање просторија у случају пожара.

Постојање правила другог отвора, је могуће погрешно тумачити посебно у случајевима када постоји само једна фасада на објекту и када нема могућности за формирање другог отвора. Те ситуације се свакако могу превазићи, прописивањем посебних правила у односу на специфичности терена и објеката у којима се подземни објекти планирају за изградњу, уз стављање ван снаге чланова Правилника који ту изградњу онемогућавају.

Аљаска

У многим деловима Аљаске, примењује се Интернационални правилник за изградњу, уз модификације које су урађене, како за укопани тип објеката, тако и за насуте и објекте покривене земљом или снегом. Уколико би се без промена у регулативи правила изградње дата у Интернационалном правилнику за изградњу примењивала у потпуности, може се извести закључак, да би у том случају настали проблеми у односу на традиционално грађење објеката на Аљасци. На пример, "уколико би се поштовало правило да објекти морају имати најмање 1/10 застакљене површине у односу на површину објекта у основи, ово правило би у случају када су просторије окружене земљом или другим просторијама био захтев који би било немогуће испунити"⁹⁷. Такође, постоји проблем везан за услов да собе имају друга врата или прозор који води ка спољном простору уколико се ради о укопаним објектима, како би се омогућила евакуација и спречило нагомилавање дима приликом пожара. Потенцијална решења за такве проблеме би свакако били детектори дима, али и добро планирани излази у случају нужде, што у том случају захтева искуство у пројектовању, односно извођењу радова на подземним објектима. Ови изузеци из правила су важни, јер би се могао стећи утисак да се на Аљасци и даље граде објекти који не задовољавају услове из стандардизације која је широко распрострањена на територији САД.

Дискриминација поводом изградње подземне стамбене архитектуре

У складу са свим наведеним, може се, такође, извести закључак да "постоји велика потреба да се проблеми у вези спровођења законске регулативе везани за Интернационална правила за изградњу и њихову примену на територији Америке превазиђу"⁹⁷. У оним државама у којима је утврђена нефлексибилност у приступу примене правила, потребно је учинити напоре да локалне заједнице ураде измене и допуне правила, у складу са потребама на терену. Истраживања указују на то да се са повећањем броја захтева за изградњу стамбених подземних објеката, ствара позитивнији став и расположење да се гради овај тип објеката.

⁹⁷ Rich Seifert / Earth-Sheltered Houses An Energy Factsheet / Energy Specialist Cooperative Extension Service / University of Alaska Fairbanks / EEM-01359

⁹⁸ Earth Sheltered Housing: Code, Zoning, and Financing Issues, prepared by the Underground Space Center, University of Minnesota. Published by U.S. Department of Housing and Urban Development, 1980,

⁹⁹ <http://www.iccsafe.org/about-icc/government-relations/map/alaska/>

Дефинисање појмова везаних за могућност изградње подземних стамбених објеката је, у недовољној мери присутно у важећим законским регулативама за изградњу на интернационалном плану. У Аустралији се поред примене Закона који је везан за изградњу, у местима која имају посебне потребе за доношењем локалне регулативе доносе Правилници и приручници за изградњу подземних објеката. Један од таквих адекватних примера је и Приручник за изградњу подземних објеката Кубер Педија у Аустралији који је издао округ Кубер Педи.

Овај Приручник се односи на подземне објекте који припадају Класи 1 према Закону за изградњу Аустралије (Building Code of Australia (BCA)), који је израђен за подручје Кубер Педи. Израда овог Приручника имала је за циљ задовољавање свих захтева за изградњу објеката у складу са Законом о изградњи Аустралије, који подразумева испуњавање критеријума везаних приоритетно за :

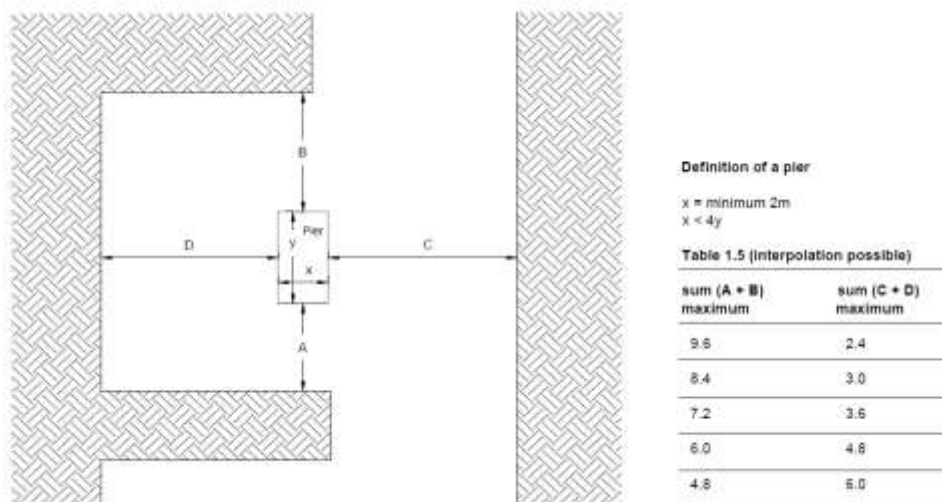
- Конструкцију
- Површинске воде
- Вентилацију
- Енергетску ефикасност

Овај Приручник такође дозвољава и друге начине и приступе изградњи подземних објеката, за које је потребно приложити адекватну документацију, како би Градско Веће било уверено да се алтернативне методе могу прихватити, и да су у складу са приступима за изградњу који су наглашени у овом Приручнику. План Детаљне Регулације Кубер Педи је идентификовао локације за изградњу подземних стамбених објеката и посебно је нагласио Правила грађења која се морају применити приликом спровођења плана кроз издавање локацијске дозволе. Подземни објекти у класи 2 до 9 нису посматрани и они се обрађују у оквиру Законске регулативе на нивоу државе.

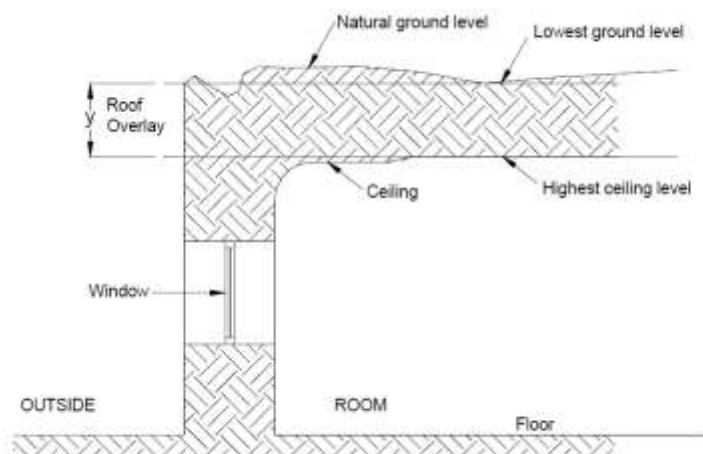
Аплицирање за дозволу се обавља на основу постојеће законске регулативе, али и по принципу "од случаја до случаја". За потребе изградње, израђује се геолошки елаборат, који обухвата податке прелиминарног тунелског узорковања, који се уграђују у документацију која служи за изградњу објекта. Циљеви дати у Приручнику обухватају групу циљева који се поклапају за циљевима који су обрађени за класу подземних стамбених објеката у Законској регулативи на нивоу државе, Закона за изградњу Аустралије и они обухватају:

- (а) заштиту људи од повреда које могу настати услед конструктивних пропуста при изградњи
- (б) заштиту људи од потенцијалног губитка удобности услед структурних промена
- (в) заштиту имовине других људи која може настати услед физичких оштећења насталих као последица пропуста у конструкцији
- (г) заштиту становника објекта од болести или повреда које могу настати услед усласка воде у објекат
- (д) заштита имовине другог власника услед штете која је проузрокована преусмеравањем површинских вода
- (ђ) заштита људи од болести или повреда које могу настати услед неадекватног осветљавања приступа локацији подземних објеката
- (е) Заштиту становника од болести или губитка удобности услед недостатка свежег ваздуха
- (ж) употребу што мање количине енергије ради умањења емисије штетних гасова

Посебну пажњу треба обратити на делове Приручника којима се дефинише потреба за постојањем евакуационог коридора, који треба да испуњава такве услове, да излази морају постојати у обиму потребном за сигурну евакуацију станара, са адекватним бројем, локацијом и димензијама, без обзира да ли су приступи стазама одозго или испод земље.



Сл.223. Основа објекта Извод из Приручника Кубер Педи
 Сваки стуб у подземном објекту не сме бити мање ширине од 2м. Минималне димензије за собе и пролазе дате су на слици 223.



Section AA'

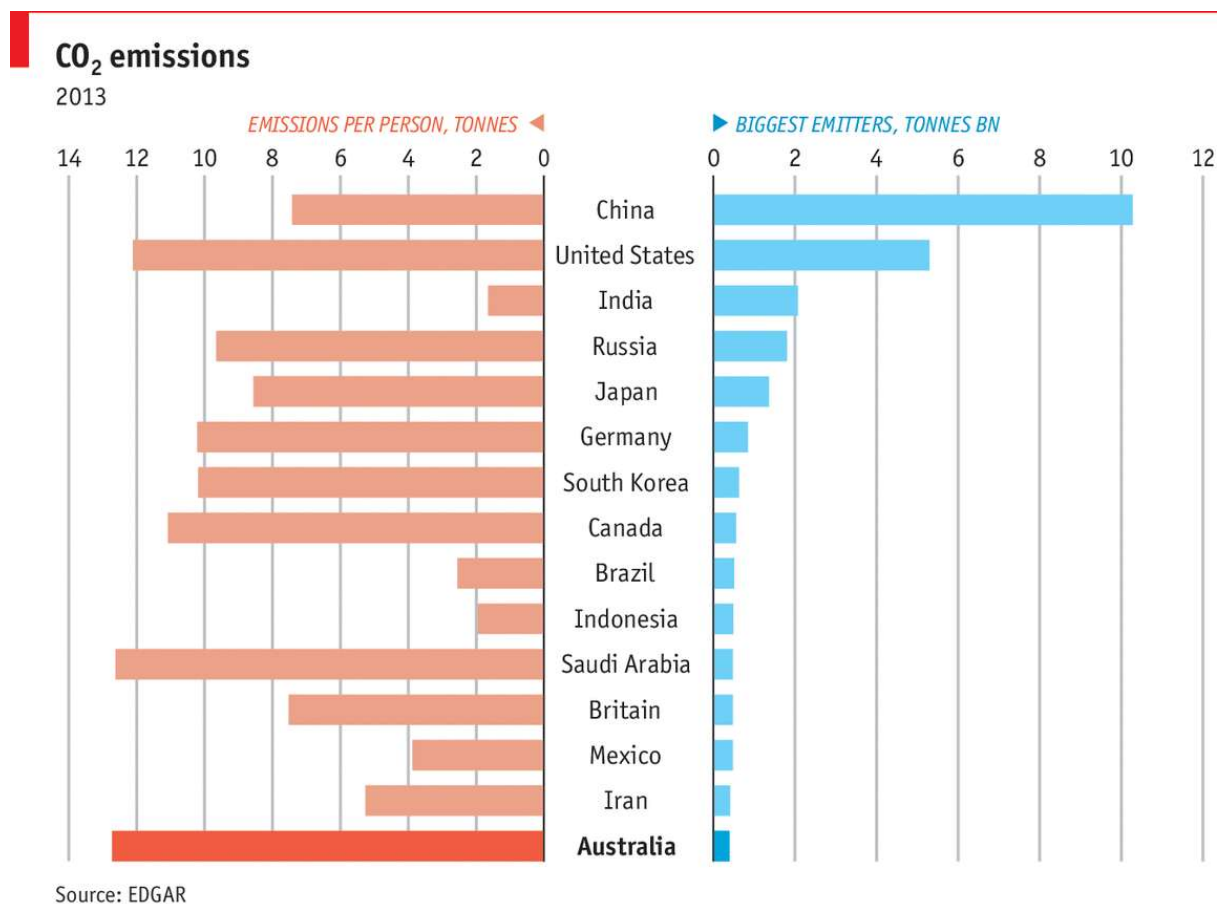
Сл.224 Пресек из Приручника Кубер Педи

У правилнику, такође, дају врло прецизне одреднице по питању површина и висина, па се између осталог наводи и да "ако је дубина просторије 3.6 метара са односом према таваници 1:0.625 односно 3.6×0.625 из тих односа произилази да је најмања дебљина слоја изнад те просторије 2.25м. Дебљина интерних зидова у подземном објекту не сме бити мања од 1.5м: Дебљина зидова између просторија не сме бити мања од 1м."¹⁰⁰

¹⁰⁰https://www.cooberpedy.sa.gov.au/webdata/resources/files/Dugout_Guidelines_amended_17July07.pdf (8.03.2016.)

4.1.4 Регулатива везана за енергетски аспект при пројектовању ПСО

Према обављеним истраживањима из 2006., "Аустралија емитује више ЦО₂ у атмосферу по глави становника него Канада, Америка и Саудијска Арабија"¹⁰¹. Западна Аустралија је у правцу смањивања емисије гасова, усвојила законску регулативу у погледу минималних одредби за испуњавање степена енергетске ефикасности са 5 звездица, за потребе изградње нових објеката у складу са Законом о изградњи Аустралије.



Дијаграм 3. Статистички подаци о емитерима ЦО₂, на интернационалном нивоу

Познате као одредбе "5 звездица", ове смернице су прописане како би се приликом нове изградње обезбедио потребан бенефит за животну средину, који се огледа у смањењу потрошње енергије, и постизању стварних уштеда у загревању и хлађењу објеката. Правилник у Кубер Педију, у Аустралији, је израђен тако да представља документ који је прихватљив и спроводљив у грађевинској пракси. Овај Правилник је усмерен ка омогућавању контроле емисије гасова, и из тих разлога је јасно дефинисана обавеза његовог поштовања. Правилник је повезан са стандардом 5 звездица, јер је у њему наглашен однос према обавези усклађивања тог рејтинга са изградњом нових објеката.

¹⁰¹ <http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2015/08/daily-chart-down-under-and-dirty> (8.03.2016.)

У Правилнику за изградњу подземних стамбених објеката Кубер Педи-ја пише, да " у складу са Правилницима за енергетску ефикасност, зграда мора бити пројектовна и изграђена да испуни стандард од минимум 5 звезда енергетске ефикасности¹⁰². Овај Правилник такође захтева минимални стандард топле воде, као што су:

- коришћење соларног система за загревање топле воде;
- коришћење гаса за загревање систем топле воде;
- коришћење високоенергетских електричних пумпи за загревање система топлотом водом

Стандард "5 звездица" осигурава да нове куће у Западној Аустралији испуњавају минималне стандарде за енергетску ефикасност укључујући услове као што су :

- изолације зидова, крова и пода ;
- обезбеђивање одговарајуће величину, типа, оријентације и сенчења прозора;
- контролу израде пројекта ради смањивања губитка топлоте или хладног ваздуха;
- употребу плафонских вентилатора и иновативних система вентилације ради стварања довољног кретања ваздуха;
- изолацију славина за врућу воду и канала за климатизацију

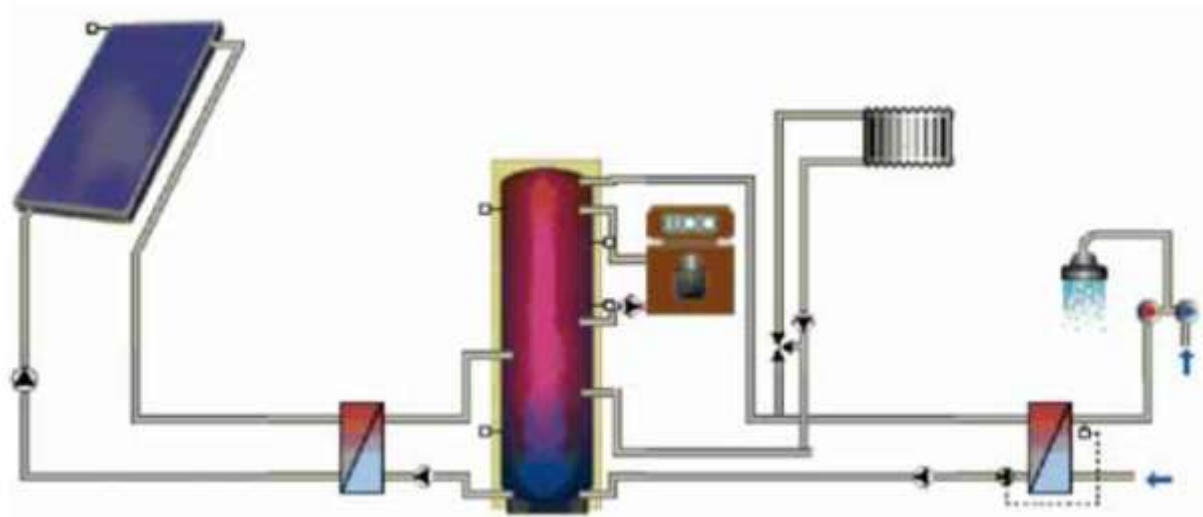
Gas Hot Water Heater Star Ratings & Annual Energy Consumption						
Star Rating	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
MJ/Year	28900	26877	24854	22831	20808	18785

Табела 6 однос класификације звезда према потрошње енергије на годишњем нивоу

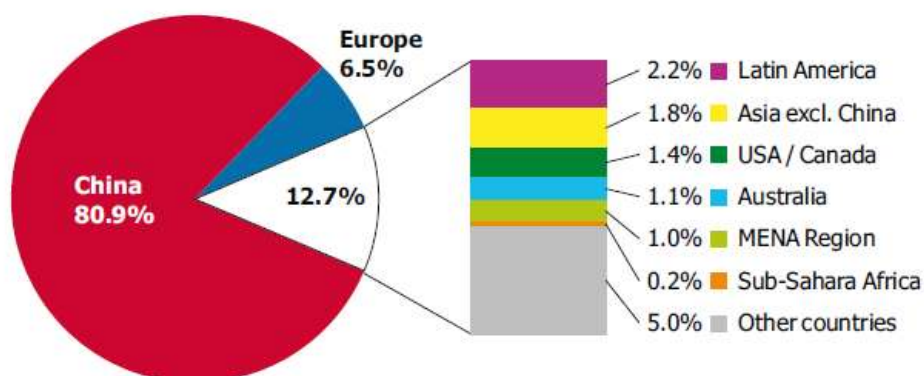
Употребом ефикасних соларних колектора у комбинацији са бојлерима, "уместо коришћења стандардног струјног система, у просеку се по једном домаћинству долази до уштеде од око четири тоне емисије угљен-диоксида на годишњем нивоу, што је једнако количини коју у просеку аутомобили произведу за годину дана."¹⁰³ Подстицај за изградњу подземних објеката, ће убудуће омогућавати да се веће површине надземних слојева користе за формирање вегетације, која значајно може довести до смањења потенцијала будућих негативних климатских промена. Аустралија је по глави становника, на првом месту према подацима из 2013. на листи производње гасова по становнику, што је ситуација која посредно узрокује ефекат стаклене баште, и глобално мења квалитет живота на планети Земљи .

¹⁰² www.sa.gov.au(8.03.2016.)

¹⁰³ <http://www.elgas.com.au/blog/450-star-ratings-for-gas-hot-water-heater-systems> (8.05.2016.)



Сл 225. Употреба соларне енергије за комбиновани систем енергетског снабдевања објекта



Sub-Sahara Africa:	Mauritius, Mozambique, South Africa, Zimbabwe
Asia excluding China:	India, Japan, Korea South, Taiwan, Thailand
Latin America:	Brazil, Chile, Mexico
Europe:	EU 28, Albania, Macedonia, Norway, Russia, Switzerland, Turkey
MENA Region:	Israel, Jordan, Lebanon, Morocco, Palestinian Territories, Tunisia

Графикон 1. Однос коришћења соларних система за загревање на интернационалном нивоу

Информација о процентуалном коришћењу соларних колектора за загревање система топлом водом на интернационалном нивоу, показују да је " Кина земља са убедљиво са највећим бројем инсталираних јединица".¹⁰⁴ Изградњом подземних стамбених јединица са употребом ових технолошких система, овај проценат би се свакако увећао, али је за промене процената по том основу, потребно превасходно покренути масовну изградњу подземних стамбених структура, било као вишепородичне или појединачне стамбене јединице. Што се података за Кину тиче, јасно је да се ради о великом броју уграђених јединица у масовној изградњи, али и да Европа веома скромно развија експлоатацију алтернативних система, услед изградње великих система за снабдевање енергијом произведеном од фосилних горива, али и недовољним активностима на увођењу законске регулативе везане потребу снабдевања објеката енергијом прикупљеном из соларних колектора.

¹⁰⁴ <https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2015.pdf> (8.03.2016.)



Сл 226. Соларни колектори као комбиновани систем снабдевања енергијом ПСО

Објекат атријумског типа изграђен у Енглеској под називом Walnut Barrow у Хертфордширу (Hertfordshire), представља подземни објекат са великим потенцијалима уштеде енергије због самог типа укопаног објекта, али и због " коришћења алтернативних извора напајања, у овом случају соларних колектора, који у великој мери доприносе знатним уштедама за одржавање и употребу овог објекта."¹⁰⁵

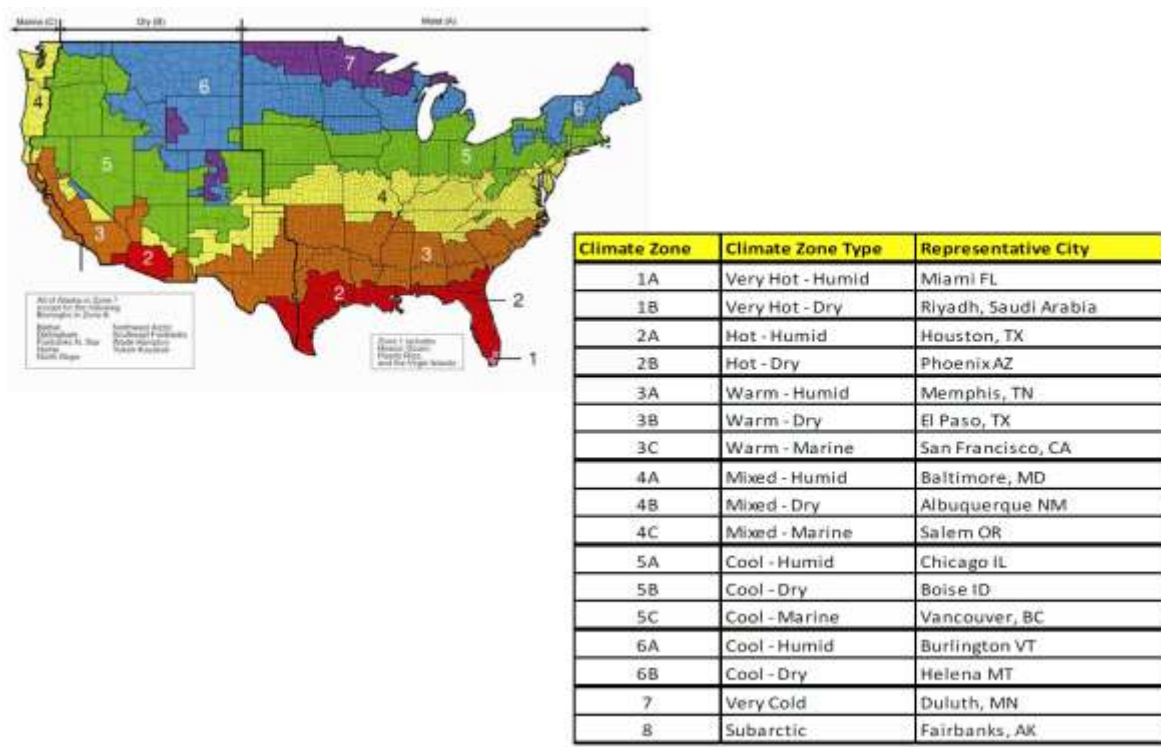


Сл 227. Појединачни системи за снабдевање подземних кућа топлом водом

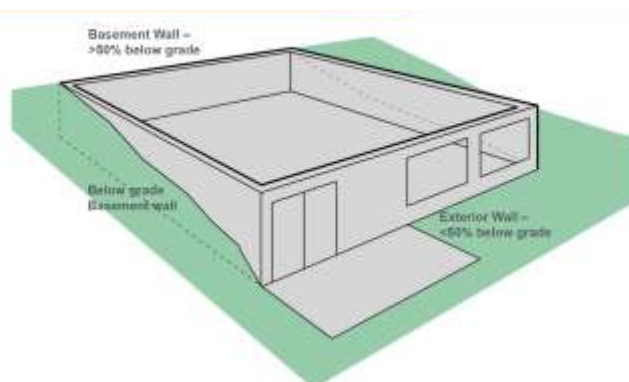
У Кубер Педију у Аустралији се граде подземни стамбени објекти уз примену више алтернативних система за снабдевање енергијом, који подземне објекте доводе на ниво нулте потрошње енергије. Поред појединачних колектора, овај град је увео и колекторе који енергију скупљају за снабдевање читавог града.

¹⁰⁵ [http://www.sobify.com/underground-architecture-4-million-eco-home-built-side-hill/\(9.03.2016.\)](http://www.sobify.com/underground-architecture-4-million-eco-home-built-side-hill/(9.03.2016.))

Регулатива кодова и зона у Америци је дефинисана путем израде мапа климатских зона, на основу којих се прописују и конкретна правила која је потребно применити, а која се одражавају на укупну потрошњу енергије на државном нивоу.



Графикон 2. Климатске зоне Аустралија



Сл.228. Процена уколавања објекта у односу на терен

Однос према потреби постизања енергетски ефикасног објекта, може се сагледати и кроз дефинисање потребе за изолацијом објекта у Америчкој регулативи, у којој је приказано и тумачење за подземне нивое, односно "додавање посебних изолационих слојева у зонама које заузимају више од 50% површине зида изнад земље".¹⁰⁶

¹⁰⁶ Defining Below-Grade Walls / Residential Provisions of the 2012 International Energy Conservation Code / July 2011 / U.S. Department of Energy (DOE)

4.2. Социо - просторни аспект ПСО

У савременој стамбеној архитектури, подземно становање није нови концепт. Од првих идеја солитера под земљом из 1931., до данашњих решења на интернационалним конкурсима који обрађују тему солитера под земљом, човек има потребу да питања квалитета могућег живота под земљом, проверава и актуелизује из много разлога.

Упоредо са истраживањима из области нано технологија, "постоји потреба за проучавањем стања људске психе у случајевима дужег боравак испод земље."¹⁰⁷

У зависности од приступа пројектовању, као и условима на самој локацији, такви пројекти могу веома добро задовољити потребе за квалитетним друштвеним и просторним карактеристикама објекта. Спроведена истраживања и реализовани концепти изградње подземних стамбених објеката, указују на то да се станари таквих објеката могу пријатно осећати у њима, само уколико је ниво комфора и сигурности присутан у мери у којој је квалитет становања у на истом нивоу, као квалитет који се постиже изградњом надземних објеката.

У сврху промоције енергетски ефикасних, социјално и просторно прихватљивих грађевинских структура, Градско веће северног Норфолка у Великој Британији је, по први пут, одобрило изградњу подземне стамбене архитектуре као изградње путем гранта, уз образложење приликом аплицирања, да ће објекат по изградњи представљати кућу нулте потрошње. Овај статус, кућа је добила захваљујући "соларним колекторима и типолошком карактеристиком објекта, који је са три стране насут земљом, чиме су његове потребе за енергијом сведене на минимум."¹⁰⁸



Сл.229. Подземни стамбени објекат Хонингам, изграђен у програму социјалног становања

Најприхватљивији опис подземне стамбене архитектуре као социјално и просторно прихватљивог модела је, опис који је дао Питер Веч (Peter Vetsch) када је о циљу изградње подземних стамбених објеката изјавио да је:

"У поређењу са традиционалном надземном изградњом објеката, циљ изградње куће под земљом или куће прекривене земљом је да њен власник пре свега има осећај, да не живи испод или у земљи, већ са њом"¹⁰⁹

Прихватање такве опсервације се извесно може постићи, уколико се примене сви они пројектански приступи који осигуравају стварање позитивног амбијента на локацији и у самом објекту, и то за дужи низ година употребе тих објеката. Власници објекта са којим је разговор обављен после неколико година боравка у оваквим објектима, имали су само речи хвале о коришћењу и карактеристикама објекта, чиме су потврдили квалитете социо - просторних компоненти овог објекта.

¹⁰⁷The Psychology of Living Underground / Dr. Nick Poullos, PhD November 2009

¹⁰⁸<https://democracy.sholland.gov.uk/Data/Planning%20Committee/20080730/Agenda/DC30July2008AgendaItem9.pdf> (1.03.2016.)

¹⁰⁹<http://www.wilderutopia.com/landscape/design/earth-sheltered-homes-energy-efficient-living-with-the-land/> (1.03.2016.)

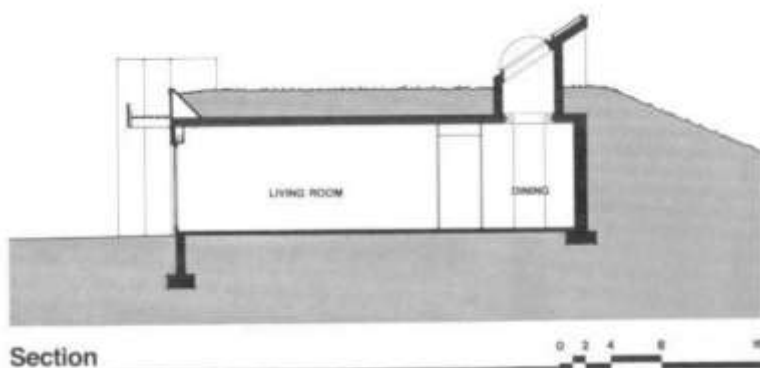
Пројектовање подземних стамбених објеката, не представља знатно другачији приступ пројектовању простора у односу на надземне стамбене објекте. Постојање просторија за окупљање целе породице, дневних и спаваћих соба, кухиња и трпезарија, тоалета као и помоћних просторија нужно је предвидети и приликом пројектовања подземних стамбених објеката.

Психолошки аспект живљења у подземним стамбеним објектима према Сомеру, зависи од примењених приступа који сугестивно делују у амбијенту, и који у великој мери могу надоместити одређене функционалне недостатке, уколико их ови простори имају, посебно када се ради о потпуно укопаним просторијама.

Употреба вештачких прозора у којима се налазе "тераријуми, акваријуми, графике и слике као визуелне стимулације, као и употреба дрвета у амбијенту, могу утицати на смањење негативних аспеката, који могу настати као емоционални проблеми корисника, услед живота који се одвија под земљом."¹¹⁰



Сл.230. Основа куће у Камден Стејт Парку у Минесоти

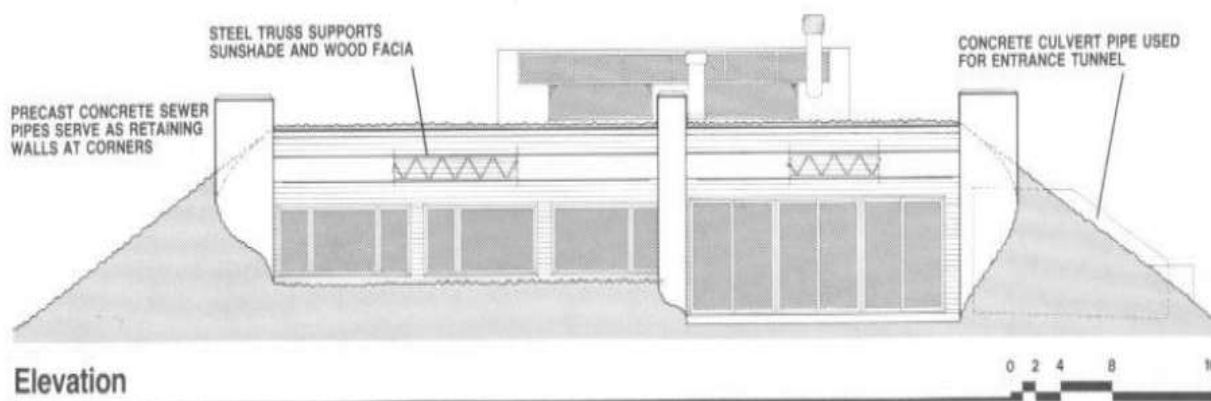


Сл.231. Пресек куће у Камден Стејт Парку у Минесоти

Постојање посебних отвора за улазак у односу за отворе којима се просторије снабдевају потребним осветљајем, представља и додатни психолошки ефекат који се огледа у могућностима евакуације из овог типа објекта. За разлику од укопаних објеката, насути објекти обезбеђују знатно већи степен потребних социолошких, односно психолошки позитивних карактеристика простора.

¹¹⁰ Donna Ahrens, Tom Ellison, Ray Sterling /1981/ Earth sheltered homes : plans and designs / Underground Space Center, University of Minnesota/New York / Van Nostrand Reinhold Co.

Формирање светлих отвора у горњем насутом слоју, омогућава да се и просторије које се налазе по дубини осветљавају на потребном функционалном нивоу. Овакав приступ пројектовању, свакако представља стандардни модел пројектовања подземних стамбених објеката, који обезбеђује све неопходне предуслове за живот у оваквом типу објеката.



Сл.232. Извод из техничке документације објекта, Камден Стејт Парк, Линд , Минесота, САД

Велике површине светлих отвора, које су примењене на објекту у Минесоти, омогућавају сасвим идентичан осећај комфора, управо као и код класичне надземне изградње. Енергетска ефикасност код овог примера, постаје најзначајнији аспект, посматрајући све остале стандарде који омогућавају максимални ниво социо-просторних карактеристика подземног стамбених објекта.



Сл. 232. Изглед подземни стамбени објекат Камден Стејт Парк, Линд, Минесота, САД

4.3. Економски аспект одрживости ПСО

Економски аспект одрживости, почива на више фактора који заједно утичу на исплативост изградње подземних стамбених објеката. Да би се у потпуности остварила изградња овог типа објекта, потребно је пре било каквих других активности, обезбедити власнички статус, ради дефинисање даљих смерница за изградњу.

Власништво над имовином у том смислу, представља први корак истраживања, који обухвата проверу могућности прописивања услова за економски ефикасне моделе планирање простора. Посебан аспект истраживања представља однос према могућностима за изградњу подземних нивоа, које је спровео Центар за истраживање подземног простора при Универзитету у Минесоти.

У својим истраживањима, они су дошли до закључака да је вредност земљишта у директној вези са потребама истраживања, која су усмерена у правцу адекватнијег приступа и коришћења ресурса подземних слојева простора. Досадашња искуства говоре у прилог томе да правни и административни аспект, могу представљати велику баријеру за реализацију изградње подземних објеката, односно да у великој мери могу утицати на економске показатеље, који инвестиције могу усмерити у правцу рационализације, или додатних трошкова при изградњу подземних објеката .

Нека од најзначајнијих питања која су директно или индиректно везана за економске аспекте изградње подземних објеката су :¹¹¹

1. Интегрисано планирања са економским показатељима, датим већ у фази приступа изради планске документације
2. Мање вредности земљишта испод површине, односно потреба за редеофинисањем односа уплате за површине под земљом као стимулативни фактор изградње
3. Одугљачење реализације, услед непостојања потребног правног оквира
4. Решавање питања заштите животне средине
5. Екстрадикија потенцијала подземних простора, у односу на планска усмерења
6. Поузданост изградње

Националне, регионалне и локалне политике треба да буду спремне да дају смернице, критеријуме и класификације за процену одговарајуће употребе подземних простора, уз идентификацију геолошких услове, дефинисање приоритета коришћења и решавање потенцијалних сукоба по било којем од наведених питања.

Ради рационалног коришћења грађевинских парцела, посебну пажњу обратити на прописе који дефинишу потребу за изградњом одређених делова објекта под земљом. Такви приступи се у законској - планској регулативи примењују и данас, и засновани су на традиционалним типолошким моделима изградње, који се и данас примењују у појединим земљама, попут Кине. Свест о могућем коришћењу подземних нивоа, ради економски исплативог коришћења максималних ресурса земљишта, међу планерима, програмерима и финансијерима, треба повећати до тог нивоа, да се питања планирања подземних нивоа посматрају као саставни део коришћења земљишта у свим фазама процеса планирања и пројектовања.

¹¹¹ Legal and Administrative Issues in Underground Space Use: a Preliminary Survey of ITA Member Nations Prepared by the Underground Space Center, University of Minnesota, for the ITA Working Group on Subsurface Planning

Постојећа регулатива везана за изградњу подземних стамбених објеката, није имала посебан однос према економском аспекту изградње таквих објеката, изузев када су у питању економичност улагања у изградњу, пре свега услед енергетских уштеда које се постижу захваљујући константној температури у овим објектима у било које доба године, у случајевима када се делови или читави објекти налазе под земљом.

Економски аспект, се посебно истражује са становишта добити која се може остварити подземном изградњом. Проучавање регулативе везане за планирање, и њених реалација са економским показатељима, представљају један од кључних разлога за њихову изградњу.

Прикривени аспект урабног планирања подземних слојева и развој подземних структура, недавно је објављен у публикацији коју је објавила COST C7 Working Group D (2002), у којој су истраживачи подвукли неке од кључних утицаја и аспеката, које би планери морали узети у обзир, а који се тичу : ¹¹²

- примене мултидисциплинарних поступака у планирању и изградњи подземних простора
- стварања бенефита у активирању повезивања подземних слојева
- планирања одрживог развоја, уз употребу складишта подземних термалних извора, у правцу смањивања утицаја отпада и геолошких ризика
- урачунавања ризика оштећења у односу на значај локалитета уз потребе за консултације са експертима из геолошких и геотехничких области
- потреба за унапређењем односа према планирању и инвестирању, са применом метода ремедијације браунфилд сајтова и контаминираних земљишта

Захтеви за простором су резултирали спиралним растом градова у висину. Па ипак, док се трка за све вишим грађевинама наставља, не смемо запоставити и заборавити који ресурси леже под нашим ногама. Коришћење подземног простора представља један од највећих изазова у будућности. Потенцијали се огледају у могућностима лоцирања подземних гаража, аутопутева, шопинг молова, који директно утичу на унапређења услова за стварање еколошки пожељног окружења. Бенефит од еколошки прихватљивих модела, се посебно разматра у земљама које имају највиши степен емисије CO₂ у атмосфери.

Важно је истаћи, да економски аспект одрживости изградње подземних стамбених објеката, зависи од читавог низа закона који су компатибилни са Законом о планирању и изградњи, а који се односи на законе који дефинишу, пореске обавезе, законе који дефинишу област енергетске ефикасности и др. Посебно је важно нагласити потребу за доношењем Закона о субвенцијама у изградњи стамбене архитектуре, и то посебно у делу подземне стамбене архитектуре, како би се нагласио однос према потреби стварања енергетски ефикасних насеља и објеката.

Са таквим сетом закона, економска исплативост изградње подземних стамбених објеката би била вишеструко потврђена. Ова област се још увек посматра као алтернативни облик становања, и није прихваћена у тој мери, да би се тај типолошки облик препознао од стране свих учесника у процесу изградње. То се посебно односи на банкарски сектор, који се искључиво руководи егзактним подацима везаним за могуће субвенције и кредитна финансирања, која морају бити базирана на усаглашеним законским оквирима, који појединачно али и укупно, учествују у доношењу одлука за кредитирање и субвенционисање изградње овог типа стамбене структуре.

¹¹² <http://www.gcg.co.uk/features/utilisationofundergroundspace.pdf>(4.04.2016.)

4.4. Предлог за измену законске регулативе Србије

4.4.1. Предлог за измену Закона о планирању и изградњи

Реализација изградње било којег типа подземне физичке структуре, почива свакако на постојању адекватне законске регулативе која омогућава покретање израде читавог низа планске и техничке документације, и коначно реализације таквих објеката у пракси. Изградња подземних објеката у Србији, се углавном доводи у везу са законом и постојећом терминологијом, која се углавном односи на инфраструктурне подземне објекте. Област подземног становања, је остала апсолутно непокривена конкретним протоколима за поступање, и дефинисана је искључиво путем два општа термина у члану 2 важећег Закона о планирању и изградњи у којем се појашњавају термини, објекат¹¹³, односно зграда¹¹⁴. Појам подземног објекта, није прецизно појашњен, док се у термину зграда, појављује њихов контекст са реченицом претежно или потпуно смештени испод површине земље. У том смислу је у Закону потребну унети прецизне појмове који дефинишу подземне стамбене објекте.

Сасвим је јасно да у принципу постоје објекти који су покривени земљом, или који су делом или у целини укопани. Оно што је извесно је да се за објекте који су покривени земљом свакако може одредити корисна површина у складу са висином стамбених делова у таквом објекту (попут тумачења о корисној висини у таванском делу зграде). Али ако се ради о подземним објектима, који су у потпуности или делом укопани у земљу, приликом дефинисања правила грађења у урбанистичко планској документацији наилази се на читав низ питања на која се у постојећим Правилницима^{115,116} и стандардима (SRPS U.C2.100:2002) не може наћи конкретан одговор. Битно је такође истаћи, да у важећој законској регулативи не постоји обавеза израде пратеће документације за потребе израде урбанистичко планске документације, која би омогућила максимално коришћење подземних структура у урбаним градским центрима, попут претходно наведене СПД (Supplementary Planning Document) документације која се израђује у Великој Британији.

ZAKON O PLANIRANJU I IZGRADNJI ("Sl. glasnik RS", br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014)

¹¹³ 22) **објекат** јесте грађевина спојена са тлом, која представља физичку, функционалну, техничко-технолошку или биотехничку целину (зграде свих врста, саобраћајни, водопривредни и енергетски објекти, објекти инфраструктуре електронских комуникација - кабловска канализација, објекти комуналне инфраструктуре прикључак на електроенергетску мрежу, индустријски, пољопривредни и други привредни објекти, објекти спорта и рекреације, гробља, склоништа и сл.) који може бити подземни или надземни;

¹¹⁴ 23) **зграда** јесте објекат са кровом и спољним зидовима, изграђена као самостална употребна целина која пружа заштиту од временских и спољних утицаја, а намењена је за становање, обављање неке делатности или за смештај и чување животиња, робе, опреме за различите производне и услужне делатности и др. Зградама се сматрају и објекти који имају кров, али немају (све) зидове (нпр. надстрешница), као и објекти који су претежно или потпуно смештени испод површине земље (склоништа, подземне гараже и сл.);

ПРАВИЛНИК О ОПШТИМ ПРАВИЛИМА ЗА ПАРЦЕЛАЦИЈУ, РЕГУЛАЦИЈУ И ИЗГРАДЊУ ("Сл. гласник РС", бр. 22/2015)

¹¹⁵ Члан 18

Подземна грађевинска линија не може да пређе границе грађевинске парцеле.

Подземна грађевинска линија за остале подземне објекте (делови објекта, склоништа, гараже и сл.) може се утврдити и у појасу између регулационе и грађевинске линије, као и у унутрашњем дворишту изван габарита објекта, ако то не представља сметњу у функционисању објекта или инфраструктурне и саобраћајне мреже.

¹¹⁶ Члан 25

Релативна висина објекта је она која се одређује према другим објектима или ширини регулације.

Релативна висина је:

- 1) на релативно равном терену, на стрмом терену са нагибом који прати нагиб саобраћајнице и на стрмом терену са нагибом према улици (навише), једнака је висини објекта;
- 2) на стрмом терену са нагибом од улице (наниже), кад је нулта кота нижа од коте јавног или приступног пута - растојање од коте нивелете пута на средини фронта парцеле до коте венца;
- 3) висина венца новог објекта са венцем усклађује се по правилу са венцем суседног објекта;
- 4) висина назидка поткровне етажне није ограничена, ограничава се само висина венца објекта.

4.4.2. Предлог за израду Правилника за изградњу подземних стамбених објеката

Изградња подземних објеката се веома ретко може наћи у правилима за изградњу у урбанистичко планској документацији. Ради адекватног приступа планирању потребно извршити одређене измене регулатива, који би омогућили интегрисања појмова везаних за ту типологију у саму документацију. Приликом израде планске документације потребно је израдити пратећу документацију, за зоне које захтевају такав приступ процесу препланирања, како би се у планској документацији приказале објективне могућности за изградњу подземних објеката или подземних нивоа у градским центрима.

Решавање евидентираних проблема за изградњу подземне стамбене архитектуре у Србији почива ипак на потреби дефинисања појмова, измени и доношењу закона и правилника па би приоритети у том правцу били :

- **Измена постојеће законске регулативе** у којој се мора понудити конкретан опис структура, који недвосмислено указују на постојање подземне стамбене архитектуре. Како је подземна стамбена архитектура је повезана са више научних дисциплина, неопходно је у Законским документима прописати обавезу израде нових и измене постојећих правилника који би омогућили дефинисање свих потребних параметара за изградњу подземних стамбених објеката .
- **Измена постојећих и доношење нових правилника** за израду техничке документације, правилника о парцелацији и регулацији, правилника о енергетској ефикасности, заштити од пожара. У правилницима мора бити прецизиран однос према могућностима за изградњу подземних стамбених објеката. Израда Правилника је могућа и независно од потребе за усвајањем појмова у постојећој законској документацији .
- **Израда урбанистичко планске документације** са јасним указивањем на потреби за прописивањем локација за изградњу подземних стамбених објеката али и посебних правила у зависности од потребе за уводњењем одређене типологије у складу са теренским и амбијенталним карактеристикама простора у којем се планира њихова изградња. Израда пратеће документације и примена правилника који појашњавају могућности за изградњу подземних стамбених објеката, у неким специфичним срединама (попут евидентираних зона које су потенцијално угрожене поплавама) мора бити успостављена као обавеза, а не као могућност (како је у важећем Закону) коју је потребно испунити пре усвајања планске документације. Важно је напоменути да је приликом израде планова потребно оставити могућност примене или искључења примене правилника, уколико се ради о специфичним срединама за које се израђује урбанистичко планска документација.

Позитиван пример прописивања изградње подземног стамбеног објекта дат је у Плану детаљне регулације „Дела градског центра Крагујевца“¹¹⁷. Енергетско еколошки аспект у овом случају представља један од савремених приступа планирању реализације јавних објеката, па је, на пример, планирање конверзије ДЕПО-а за Народни Музеј у Крагујевцу, управо корак напред, који омогућава и каснију евентуалну реализацију изградње објекта, из међународних фондова, који овој категорији објеката дају предност за кандидовање за финансирање њихове реализације.

10. јун 2015. године. Службени лист града Крагујевца Број 21– Страна 79

http://www.kragujevac.rs/templates/admin/plugins/odluke/upload/Sluzbeni%20list%202021_2015.pdf

¹¹⁷ Култура - Народни музеј и Књажевско-српски театар

1. *Врста и намена објекта* ;

доминантна намена култура

намена чија је изградња забрањена у овој зони ;

све намене које могу да угрозе животну средину и основну намену..

5) *Висинска регулација објеката:*

-Задржава се висинска регулација постојећих објеката

-Висина Шареног конака – према посебном програму

-Депо Музеја је планиран подземно, према посебном програму

5.0. СТУДИЈЕ СЛУЧАЈА - ПРИМЕРИ РЕАЛИЗОВАНИХ ОБЈЕКТА У СВЕТУ

Основно истраживачко питање због којих су обрађене студије случаја је, које иновативне механизме су пројектанти користили да би подстакли, и спровели имплементацију изградње подземних стамбених објеката. Секундарно питање је, зашто су изабрани одређени типови објеката, а терцијарно, како се постиже ефекат енергетске ефикасности. Студије случаја ће нам пружити и увид у контекст у којем су ови пројекти настали, посебно у односу на карактер локације, функционални распоред просторија, конструктивни систем, интегрисање у окружење, и употребу алтернативних извора енергије ради постизања максималног нивоа енергетске ефикасности објекта.

Ове контекстуалне информације су пресудне за разумевање узрочно последичних веза, које доводе до унапређења одређеног приступа пројектовању и, такође, за разумевање на који начин се пројекат реализује поштујући постојеће законске регулативе земље у којој се гради.

Примери су одабрани тако да представљају већ готова, реализована решења за објекте који функционишу у контексту стварног, свакодневног живота. Студије случаја се односе на два основна типа: насути и укупани тип. Објекти су истраживани према следећим критеријумима: да су то примери који су водећи у имплементацији иновативног пројектовања подземних стамбених објеката, да се ради о веома савременим примерима, као и да су у питању примери из различитих географских и климатских региона.

5.1. Насути подземни стамбени објекти

5.1.1. Подземни стамбени објекат у Токио, Јапан

Архитекта: Hiroshi Sambuichi

Локација: Јапан/ Подаци о тачној локацији овог објекта нису доступни јавности

Намена : стамбени објекат за породицу са троје деце

Конструктивни систем: армирано бетонски скелетни систем

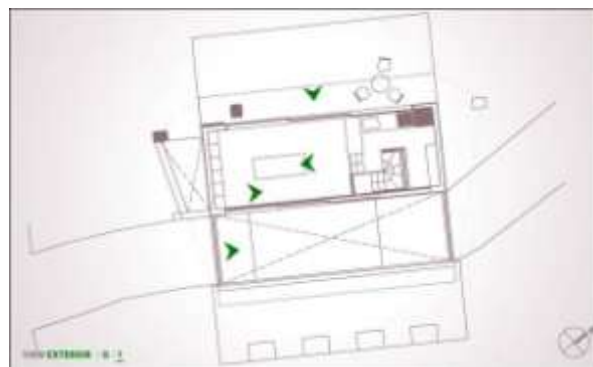
Материјализација: ломљени камен, јапански чемпрес, стакло

Површина објекта : 100м²

Година изградње : 2009



Сл.233. Основа првог нивоа - ноћна зона



Сл.234. Основа другог нивоа - дневна зона



Сл.235.Изглед улазни плато



Сл.236. Интерна комуникација - унутрашње двориште

Општа информација о локацији је да се објект налази у близини подножја планинске литице, која је изложена јаким ветровима са мора. Приступ пројектовању није подразумевао јако опирање природи, већ прилагођавање, посматрајуће све утицаје који су присутни на локацији. Објект је пројектован и изграђен са функцијама на два нивоа. Архитекта Самбуичи (Sambuichi) је посебну пажњу посветио оријентацији објекта, као и формирању продора, како би се омогућила потребна циркулација ваздуха. Пројектовањем продора, објект је подељен на ноћну и дневну зону, које се налазе под заједничким кровом који повезује ове две целине. Материјали коришћени за изградњу указују, такође, на прилагођавање амбијенту, уз увођење стакла као контрапункта природи, у мери која је била потребна, како са функционалног, тако и са естетског аспекта. Просторије за спавање - ноћна зона, је пројектована у укопаном делу, док се дневни простори, кухиња и дневна соба налазе на коти терена.



Сл.237. Дневни простор



Сл.238. Купатило



Сл.239.Изглед крова објекта



Сл.240. Дневна просторија виши ниво

Према речима архитекте Самбуичија, ова кућа има велике еколошке предности у уштеди за грејање током низа година будуће употребе. Такође, током лета, све просторије добијају свеж ваздух из долине у којој је објект смештен.Током зиме, стаклени кров прикупља неопходну сунчеву енергију, која се акумулира, и утиче на повећање температуре читавог објекта. За разлику од масовног коришћења бетона при пројектовању видљивих делова фасаде, Самбуичи (Sambuichi) вешто интегрише објект у окружење, примењујући само транспарентну стаклену површину, као кровну раван комбиновану са дрвеним скелетом као носећим конструктивним склопом.



Сл.241.. Изглед објекта из правца непосредног окружења - јужна страна

5.1.2. Подземни стамбени објект Грејт Ормсајд, Камбрија, Велика Британија

Архитекта: John Bodger

Локација: Велика Британија / Great Ormside, Cumbria

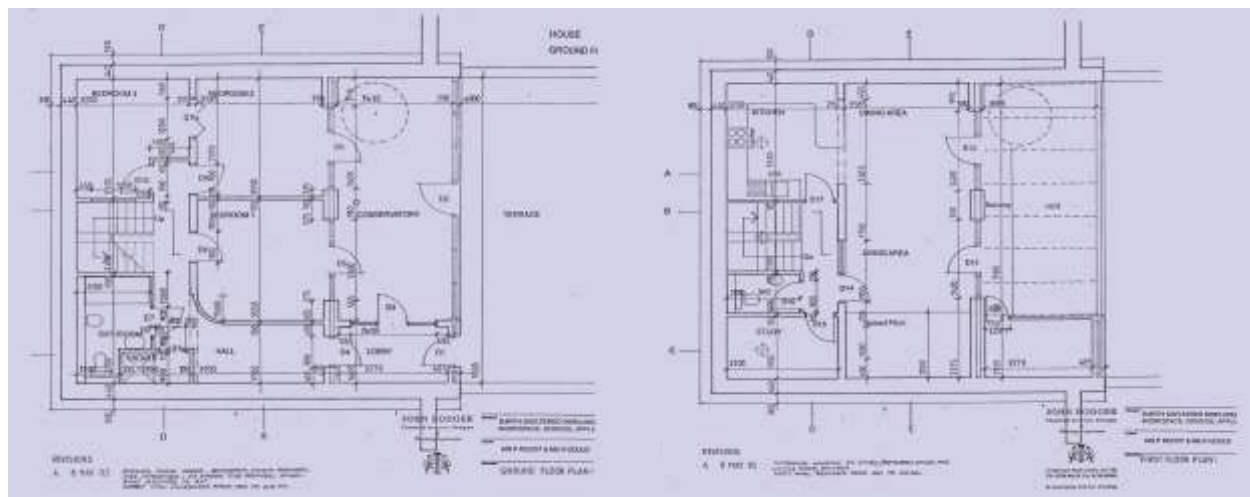
Намена : Породични стамбени објект са простором за ветеринарску станицу

Конструктивни систем: армирано бетонски скелетни систем

Материјализација: бетон, метал, стакло

Површина објекта : 157м²

Година изградње : 2002



Сл.242. Основа првог нивоа - ноћна зона

Сл.243. Основа другог нивоа - дневна зона



Сл.244. Изглед објекта из непосредног окружења са јужне стране



Сл.245. Ортофото позиција објекта на парцели



Сл.246. Изглед са ветрогенератором

Објекат је пројектован као породични објакат у два нивоа. Пројектован је тако да се ноћна зона налази у приземном делу, док се на спрату налазе кухиња и дневни боравак. Објекат има пуне спратне висине са кровом од термоизолованог стакла и делом интегрисаних соларних колектора у кровну површину. За облагање подова су коришћени рециклирани материјали из напуштене фабрике дувана у Глазгову. Објекат је поред соларних колектора опремљен и топлотном пумпом. Соларни колектор је капацитета 500W и интегрисан је у кровну површину. Кућа је пројектовања без система за грејање, због тога што је објекат у потпуности укопан, односно интегрисан у део постојећег терена. Кућа је грађена као армирано - бетонска опна, са дебљином зидова од 44цм, плоче и крова дебљине 30цм, и 30цм изолације у целом обиму површине која је у контакту са земљом. Како су капацитети лимитирани, планира се увођење и ветрогенератора, па се може извести закључак да ће овај објекат убудуће имати нулту потрошњу, узимајући у обзир количину енергије која се у овом објекту троши, и постојање три система алтернативног снабдевања енергијом.



Сл.247. Изглед - јужна фасада објекта

5.1.3. Подземни стамбени објект у Остину у Тексасу, САД

Архитекта: Bercy Chen Studio

Локација: Austin, Texas, USA

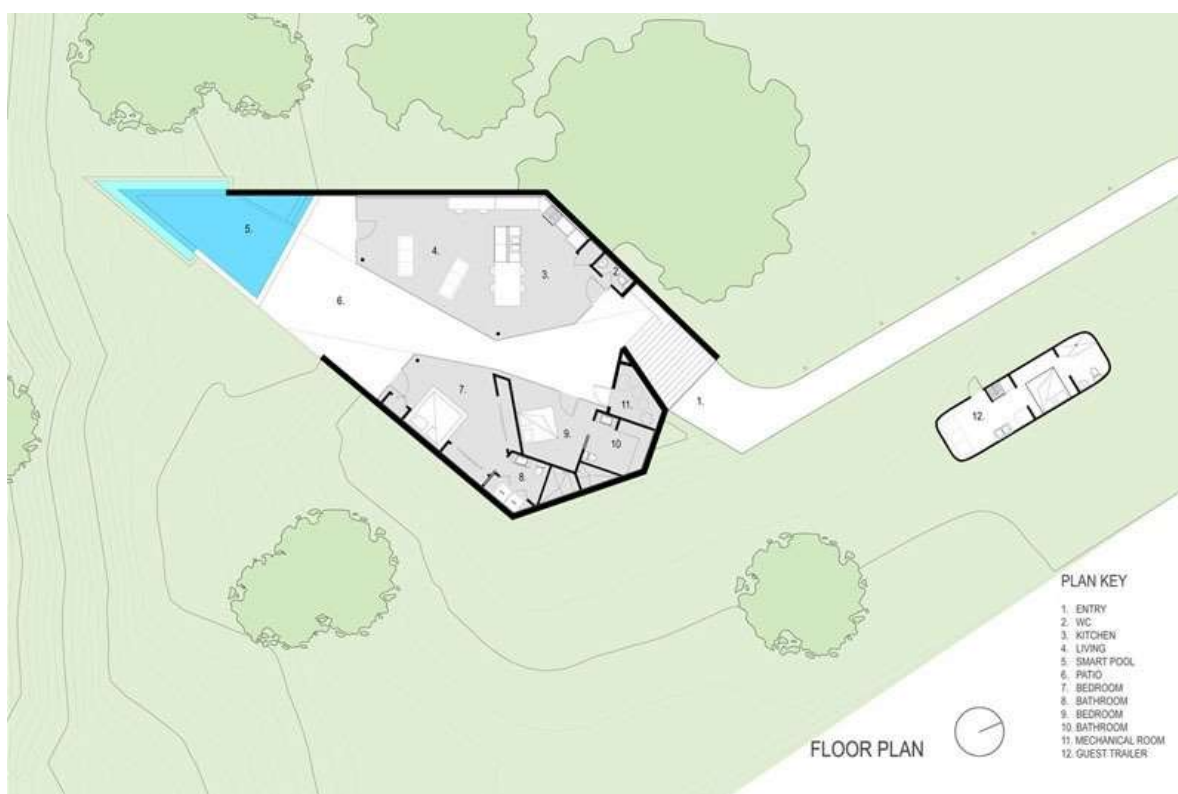
Намена : Породични стамбени објект

Конструктивни систем: армирано бетонски скелетни ситстем

Материјализација: бетон, метал, стакло

Површина објекта : 120м

Година изградње : 2012



Сл.248. Ситуација са основом објекта

Еџленд резиденција је изграђена на некадашњој браунфилд локацији, и представља модеран приступ интерпретацији подземног стамбеног објекта као једног од најстаријих стамбених типологија у Северној Америци. Објект је пројектован као две функционално повезане целине, али без заједничког крова попут примера подземног стамбеног објекта архитекте Самбуичија у Јапану. На јужној страни објекта пројектована је ноћна зона, која има северно оријентисане отворе ка унутрашњем дворишту, док је на северној страни пројектован дневни простор са јужно оријентисаним отворима ка унутрашњем дворишту.



Сл.249. Улаз у објекат

Овај објекат поседује зелени кров и укопан је 7м у дубину постојећег терена. Објекат поседује интегрисани систем снабдевања топлим и хладним ваздухом, путем добијања температуре из топлотних пумпи. Базен који је изграђен у непосредном окружењу објекта такође је интегрисан у систем енергетског снабдевања топлом водом, и један је од првих пројектованих смарт базена, по принципу коришћења воде из базена за функционисање енергетског снабдевања објекта.



Сл.250. Изглед унутрашњег дворишта



Сл.251. Изглед објекта са базеном



Сл.252. Детаљи екстеријера унутрашњег отвореног дворишта између два дела објекта.



Сл.253. Пресек правац исток - запад



Сл.254. Изглед објекта - јужна фасада

5.1.4. Подземни стамбени објект у Минеаполису у Минесоти, САД

Архитекта: Michael Dunn

Локација: Minneapolis, Minnesota, USA

Намена : Вишепородични стамбени објект

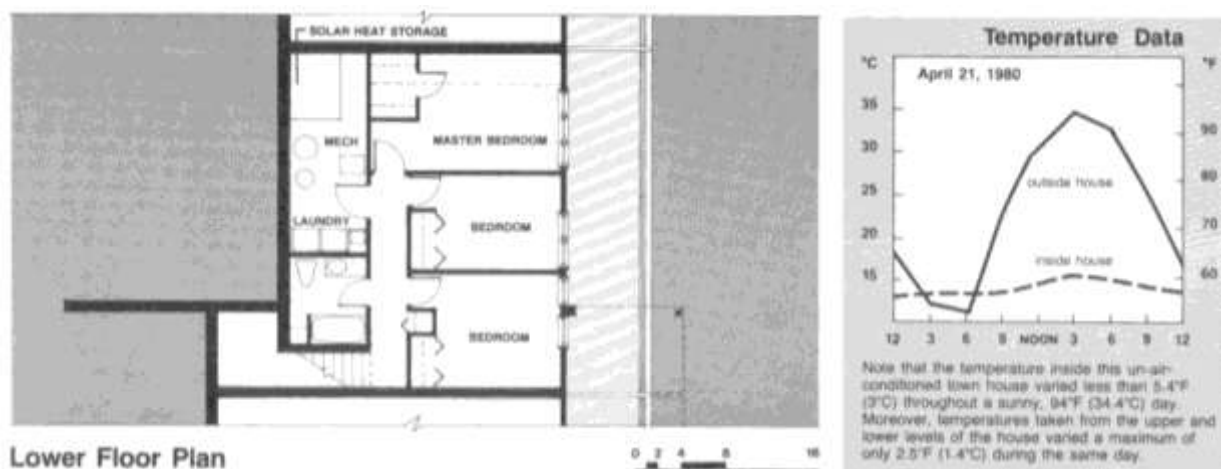
Конструктивни систем: армирано бетонски скелетни ситстем

Материјализација: бетон, метал, стакло

Површина стамбеног низа : 1800м²

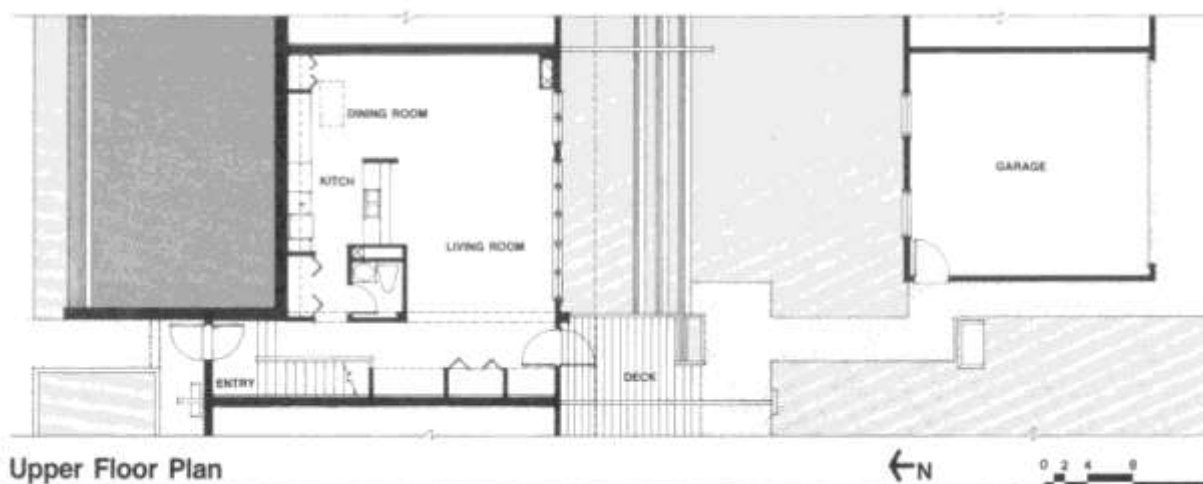
Површина поједничних објекта: 145м² и 189м²

Година изградње : 1979.



Сл.255.Основа подземне етаж

Приступ решавању функционалних зона овог објекта се не разликује од приступа решавању функционалних зона у претходно датим примерима студија случаја, па је и у овом случају први ниво објекта намењен за спаваће собе и опредељен је за ноћну зону, док се дневна зона налази у нивоу терена. Пројекат је израђен поштујући стандарде који су подразумевали, други излаз који је вешто постављен у виду светлих бунара испред самог објекта којем се приступа малим мостићима, како би се омогућила функција подземних нивоа.



Сл.256. Основа приземне етаж



Сл.257. Вишепородични низ насутих објеката, Минеаполис, Минесота, САД



Сл.258. Ентеријер

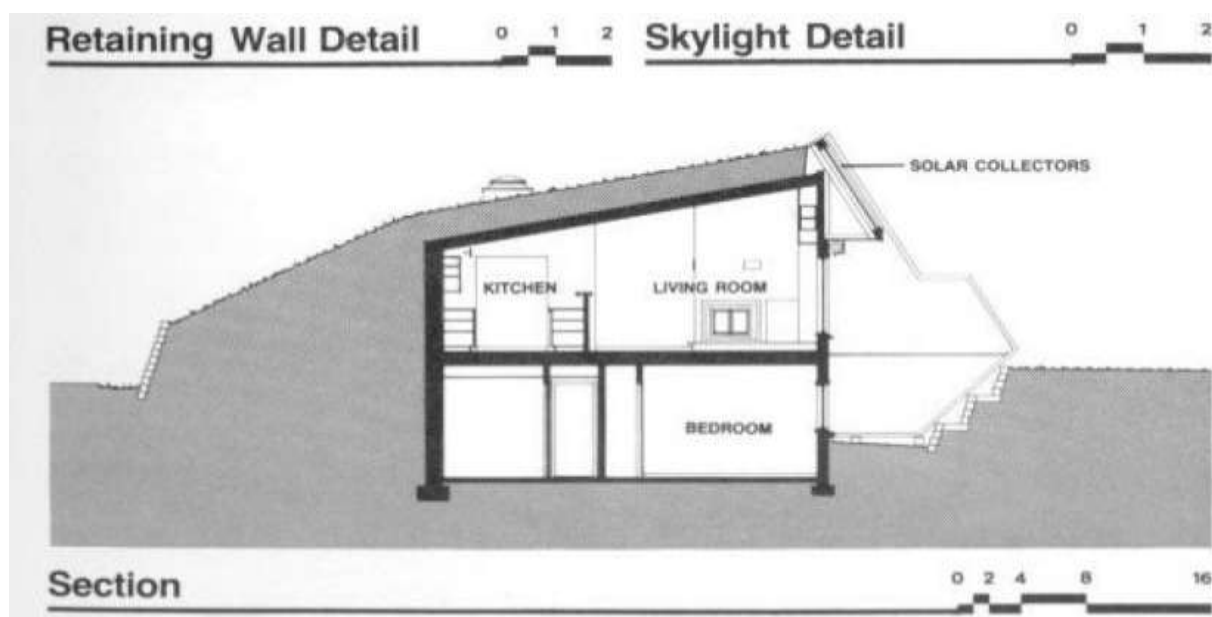
Вишепородично пројектован подземни стамбени низ у насељу Суарду у Минеаполису у Мионесоти, представља прву примену концепта подземних стамбених објеката као урбанистичког инструмента за потребе решавања проблема загађења. У овом случају ради се о потреби спречавања буке од одвијања саобраћаја у непосредном окружењу. Унапређење квалитета живота у урбаној градској средини је резултат иновативног приступа пројектовању архитекте Дуна, који је успео да проблеме који постоје на локацији значајно умањи, пројектујући линеарни низ подземних стамбених објеката. На парцели су испред сваког објекта пројектовани и стандардни надземни објекти, који су од утицаја буке заштићени низом подземних стамбених објеката.



Сл.259. Западна страна, вишепородични низ насутих објеката, Минеаполис, Минесота, САД

Употреба пасивних и активних соларних система, у време изградње овог вишепородичног објекта представљала је револуцију по питању иновативних приступа за снабдевање објекта алтернативним изворима енергије. На свакој јединици овог низа су постављени соларни колектори, чија је број усаглашен са површином корисног простора сваке стамбене јединице. "Јужна оријентација објекта додатно је путем загревања застакљених површина утицала на добијање потребне температуре за функционисање објекта."¹¹⁶

Сл.260. Пресек север - југ



¹¹⁶ Donna Ahrens / 1981/ Earth Sheltered Homes: Plans and Designs/ Van Nostrand Reinhold

5.2. Укопани подземни стамбени објекти

5.2.1. Подземни стамбени објект у Сидингтону, Глостершајр, Велика Британија

Архитектонски биро : De Matos Ryan Architects

Локација: Cirencester, Gloucestershire, GB

Намена : породични стамбени објект

Конструктивни систем: камен, армирано бетонски скелетни ситстем

Материјализација: камен, бетон, метал, стакло

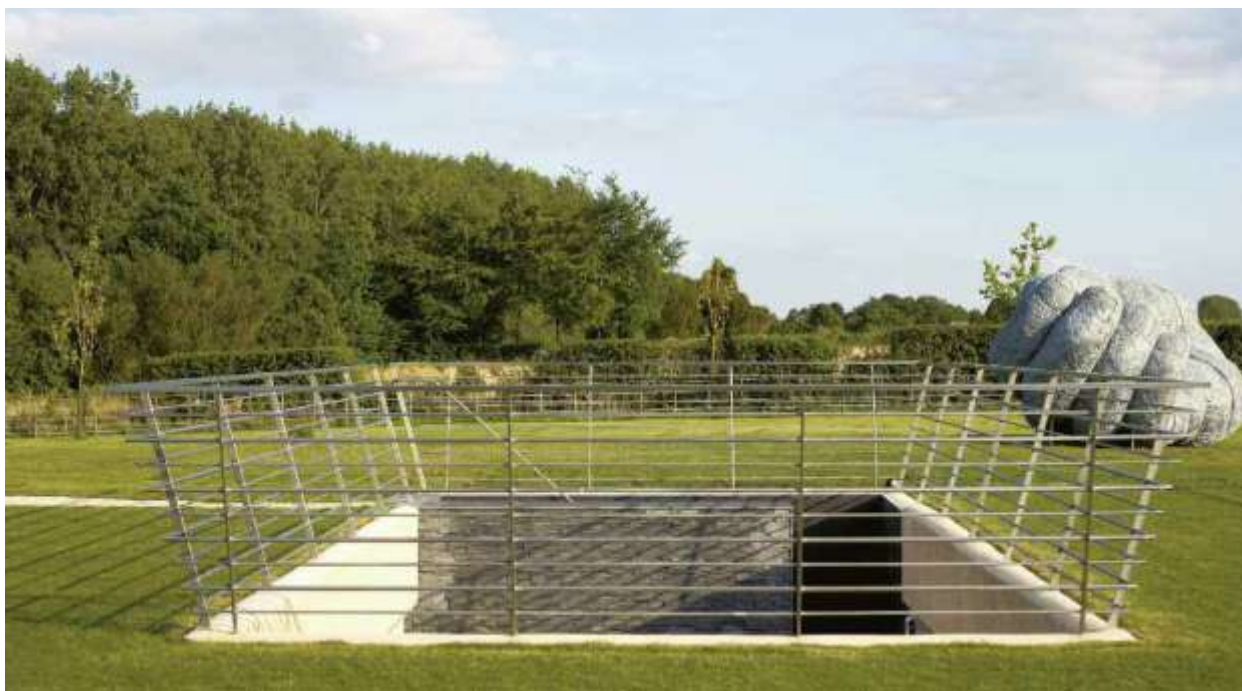
Површина: 545 м²

Година изградње : 2009



Сл.261. Основа постојећег и новопројектованог - дограђеног подземног стамбеног објекта

Објект на локацији под називом "Округла кула" датира из 1700., и његова намена је често мењана кроз историју. Овај објект је некада служио за боравак ловаца, а његова намена пре доградње била је породични стамбени објект. На улазу у камени торањ се налази спирално степениште које води до две спаваће собе са купатилом, на два спрата. На врху је кровна тераса са погледом на окружење. Површина читавог плаца је 4.15 ха. Укупна корисна површина у кули и подземном стамбеном објекту је 545м². Архитектонски приступ доградњи извршен је у складу са условима службе заштите, и поред куле је уз услове службе заштите дограђен подземни стамбени објект. Улаз у кулу представља улаз у сам објект. Дограђени део има пројектован дневни простор ка базену и јединој фасади објекта, док се унутрашње двориште појављује као потреба за осветљавање помоћних и спаваћих просторија.



Сл.262. Изглед - атријумски део дограђеног дела објекта

Метална ограда која штити отвор у терену је једини модеран траг спроведене изградње на терену. Доградња је осветљена преко централног отвора у терену, чиме је добијено унутрашње двориште, којим се осветљавају помоћне и спаваће просторије дограђеног објекта.



Сл.263. Изглед ентеријера дограђеног подземног објекта



Сл.264. Ентеријер дневни простор



Сл.265. Екстеријер базен

Округла кула је вреднована у категорију II на листи заштићених објеката Енглеске. Приступ дизајну био је уз одржавање уравнотеженог односа са околним амбијентом, креирајући дискретан и значајан простор, са проширењем у облику подземног стамбеног објекта непосредно уз саму кулу. Базен је сасвим примерено пројектован на месту на којем није изложен погледима јавности. Природни локални материјали су изабрани како би се материјализација новог објекта уклопила у постојећи материјал којим је грађена кула. Камен кречњак, је управо тај материјал који повезује ове две структуре. Торањ и даље остаје доминантна структура, са улазним мотивом, пружајући могућност приступа породичној кући са четири спаваће собе путем вертикалне и хоризонталне комуникације уз посебан детаљ кровне терасе за уживање у панорамском погледу на околни пејзаж.



Сл.266. Изглед куле са дограђеним подземним стамбеним објектом

5.2.2 Подземни стамбени објект Јангпјонг Кјонги-до, Сеул, Јужна Кореја

Архитектонски биро : Hongjoon Yang, Woohyun Kang, Taehyun Nam, Nicholas Locke, Yongjun Cho

Локација: Yangpyeong-gun, Gyeonggi-do, Republic of Korea

Намена : викенд кућа - меморијал

Конструктивни систем: камен, армирано бетонски скелетни ситстем

Материјализација: камен, бетон, метал, стакло

Површина: 660 м²

Година изградње : 2009



Сл.267. Ситуациони план Јангпјонг Кјонги-до, Сеул, Јужна Кореја

Архитекта Чо (Cho), је изјавио да се овим концептом враћа у раније периоде својег стваралаштва, када је приликом дипломског рада на Харварду, почео да истражује таоистичке идеје о негативним и позитивним аспектима простора, као и питање колико (или мало) простора треба да би се живело удобно. Шеснаест година после дипломирања, Чо је коначно одлучио да изгради једну такву кућу за себе. Кућа је завршена у фебруару 2009. и он је тренутно користи као викенд кућу за промоције тема из области културе.



Сл.268. Изглед подземног - укопаног стамбеног објекта



Сл.269. Ентеријер спаваћа соба

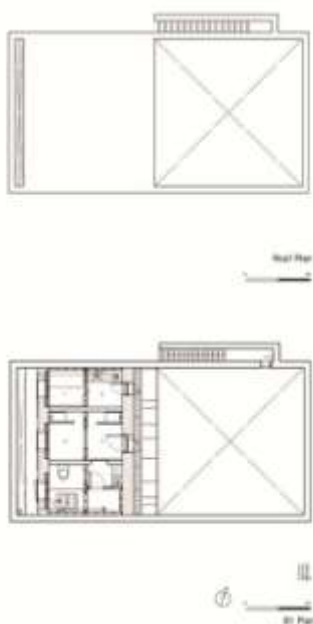


Сл.270. Ентеријер купатило

Објекат је пројектован као бетонски бокс димензија 17м x 14м. Собе су једна поред друге и отварају се директно ка дворишту. Повезивањем соба, оне могу бити спојене тако да се ствара већи простор по потреби. Овај објекат представља изразито укопани тип подземног стамбеног објекта. Изграђен је усред шумског амбијента и пиринчаних поља источно од Сеула, у Кореји. Објекат се састоји од шест просторија (кухиња, библиотека, две спаваће собе и купатило) и дворишта површине 72м². Кућа је посвећена корејском песнику Донг-јоо Иоон-у.



Сл.271. Изглед објекта поглед из дворишта

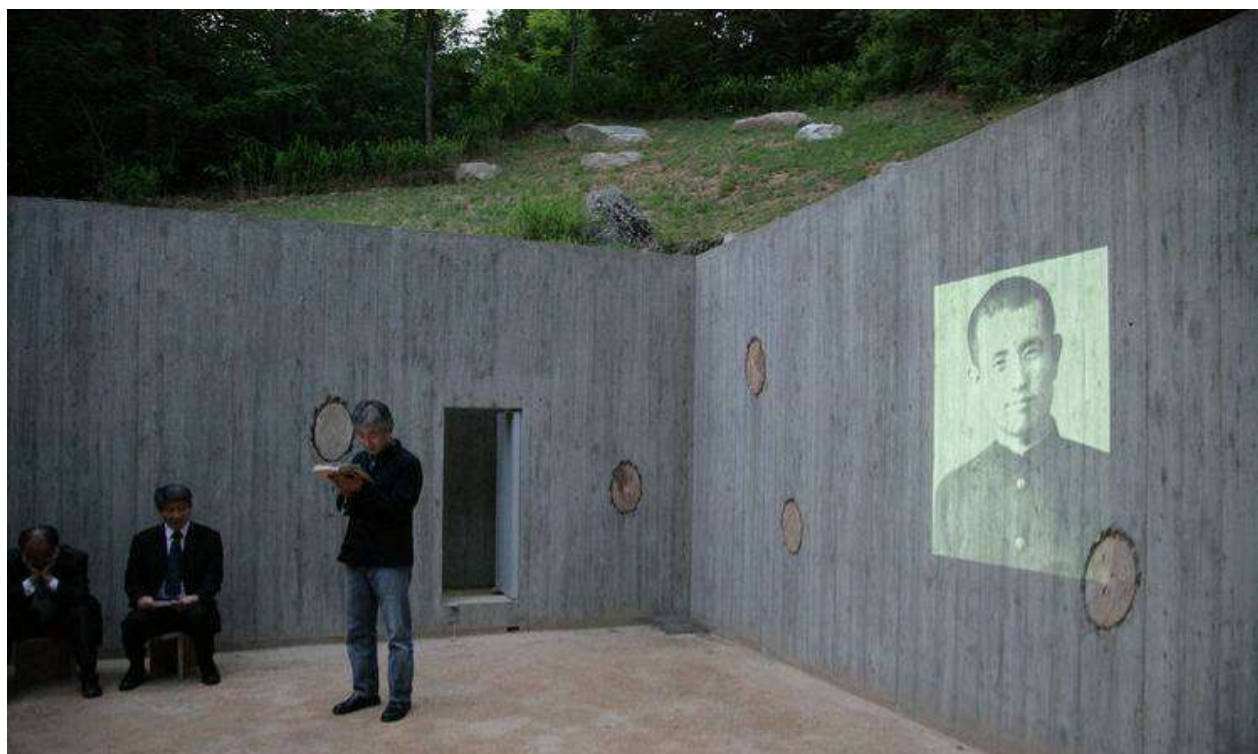


Сл.272. Основа објекта



Сл.273. Изглед са јужне стране

Кућа користи геотермални систем хлађења, комбинован са подним грејањем, испод пода од набијене глине и бетона. Комбинацијом пасивног хлађења и геотермалних цеви које су интегрисане у земљу око зграде, могуће је задржати константну температуру и лети и зими. Бор који је био на локацији објекта исечен је у комаде од 80мм дебљине у форми дискова и уграђен је у бетонски зид дворишта. Дрвена надстрешница изнад улаза у кућу, користи 39мм затезагнуте жице. Сви унутрашњи делови намештаја и ормана су такође рециклирани од старих дрвених корејских врата.



Сл.274. Изглед унутрашњег дворишта

5.2.3. Подземни стамбени објект у Валсу, Швајцарска

Архитектонски биро : SeARCH, CMA

Локација: Vals, Switzerland

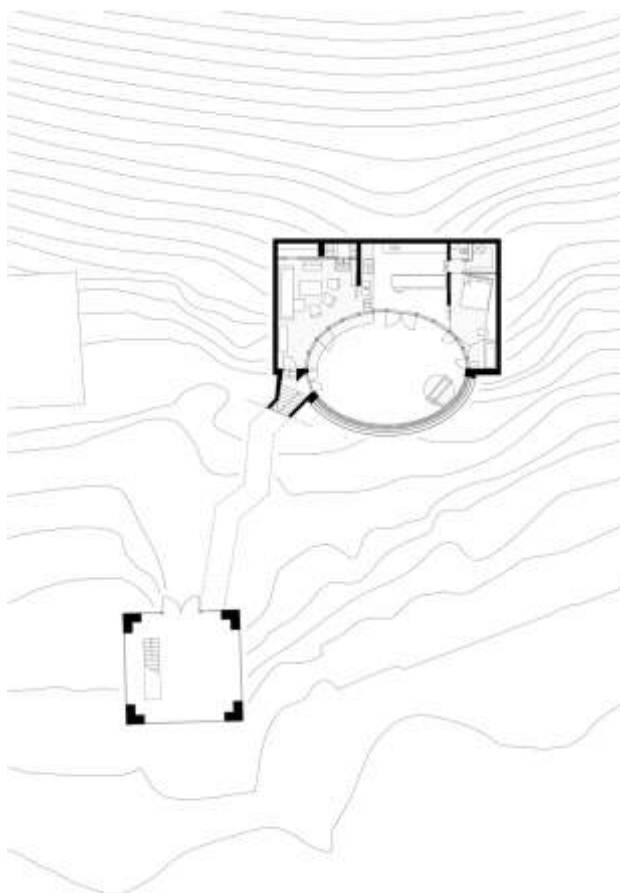
Намена : доградња породичне куће

Конструктивни систем: камен, армирано бетонски скелетни ситстем

Материјализација: камен, бетон, метал, стакло

Површина: 240 м²

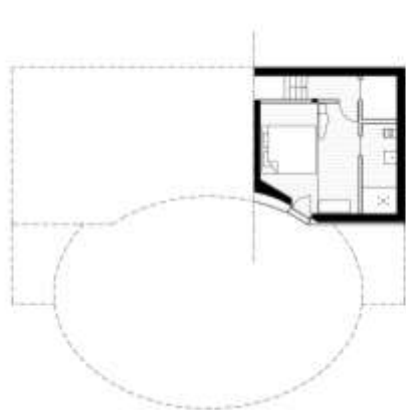
Година изградње : 2009



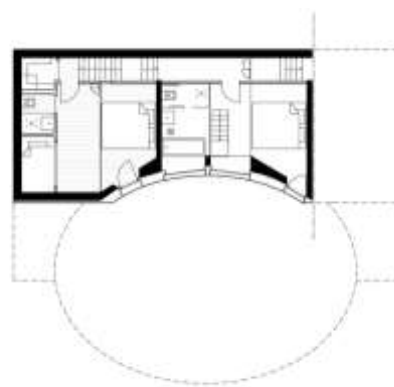
Сл.276. Изглед објекта јужна страна

Сл.275. Ситуација са позицијом постојећег и дограђеног подземног стамбеног објекта

Швајцарско село Валс, светски познату термалну бању, урбанистички је осмислио архитекта Петер Цумтор (Peter Zumthor). У постојећем амбијенту аутори Бјарне Мастенбрек (Bjarne Mastenbroek) и Кристијан Мулер (Christian Muller) испред пројектантског бироа SeARCH, CMA, пројектовали су подземни стамбени објект. Приликом добијања потребних дозвола за изградњу овог објекта, њихов пројекат је изазвао посебну пажњу надлежне локалне администрације, због атипичне типологије објекта. После детаљног сагледавања свих аспеката утицаја овог објекта на наслеђени амбијент, они су ипак дозволили интегрисање нове структуре у контексту доградње постојећег објекта, са којим је нови објект повезан подземном пешачком комуникацијом.



Сл.277.Основа ниво1



Сл.278. Основа ниво2

Вила Валс функционише као породични хотел са четири спаваће собе, кухињом и дневним боравком. Вила је играђена уз подршку локалне власти, и реализована је са локалним људским ресурсима. Приликом изградње су примењена градитељска искуства и технике грађења из планинског села у непосредној близини. Многи детаљи за извођење, цртани су на лицу места, на бази реконструкције техника извођења народног градитељства из сеоских средина у непосредном окружењу.



Сл.279.Постојећи амбијент, Вила Валс, Швајцарска



Сл.280.Изглед терасе Виле Валс



Сл.281.Ентеријер - изглед кухиње



Сл.282. Ентеријер - изглед дневног боравка

Пројекат Виле Валс је конципиран са великим стакленим термоизолованим површинама у циљу заштите зграде од хладноће, али, такође, и ради омогућавања фантастичног погледа на Алпе, управо захваљујући таквом избору фасаде. Зидови зграде су изоловани од земље, чиме се избегава влага и утицај влажности земљишта. Са циљем минималне зависности од стандардних облика снабдевања енергијом, уграђени су одрживи механички системи, као што су топлотне пумпе, измењивачи топлоте, и топли подови као саставни делови функционисања енергетски ефикасног објекта. Маса бетонске опне, такође функционише као термички интегративни слој.

5.2.4. Подземни стамбени објект у Лаудвотеру, Ајлесбури, Велика Британија

Архитектонски биро : Paul and Ellen Gadsden

Локација: Hertfordshire , Loudwater.,UK

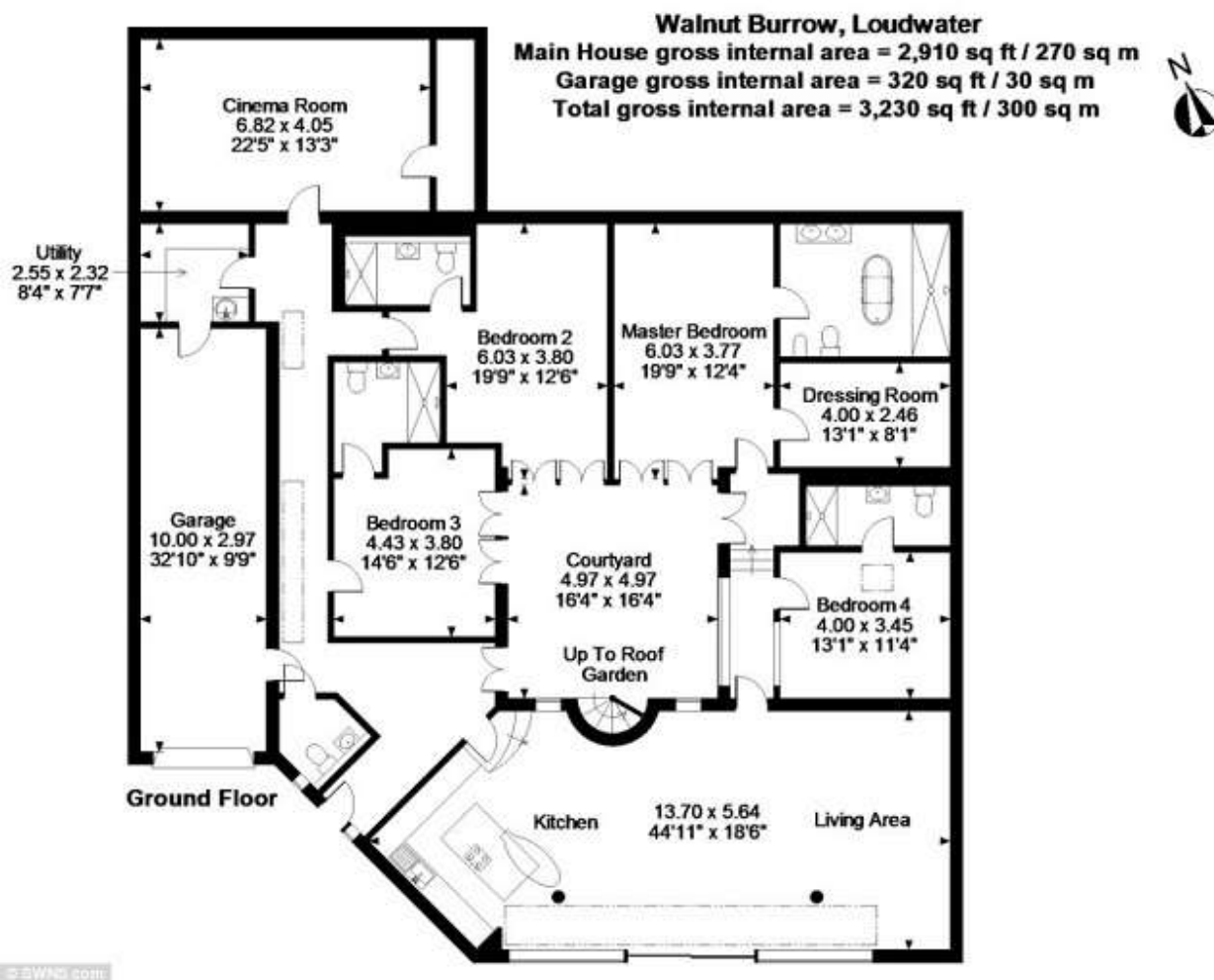
Намена : породична кућа Walnut Burrow

Конструктивни систем: камен, армирано бетонски скелетни ситстем

Материјализација: камен, бетон, метал, стакло

Површина: 442 м²

Година изградње : 2012



Сл.283.Основа објекта

Подземна кућа, позната као Walnut Burrow, настала је на основу пројектног задатка инвеститора, његових захтева за одређеним бројем и величином просторија, уз истовремену потребу да се испоштују ограничења дефинисана планским документима, услед позиције објекта у границама заштићеног зеленог појаса (зоне конзервације) .

Применом алтернативних видова снабдевања енергијом, путем уградње топлотне пумпе, соларних панела и интегрисаног система вентилације, овај објекат представља будућност комбиновања система, који омогућавају највиши степен енергетске ефикасности овог подземног стамбеног објекта.



Сл.284.Екстеријер - средњи ниво

Подземни укупани стамбени објекат се састоји из три зоне и то: нижег дворишта, главног врта изнад стана где је земља враћена својим оригиналним нивоом, и нивоа са засађеним грмљем и травњаком на предњој доњој тераси, која постаје део стамбеног простора када су стаклена врата су отворена.



Сл.285.Екстеријер - горњи постојећи ниво



Сл.286. Унутрашње двориште - средњи доњи ниво



Сл.287. Екстеријер - доњи трећи ниво

Куриозитет за овај објекат представља чињеница да је, у поступку аплицирања овај пројекат одбијен за добијање дозволе, да би у жалбеном делу коначно био прихваћен. У својој анализи за добијање дозволе, општински службеник је написао: "У том контексту, ја придајем значајну тежину начину приступа пројектовању подносиоца жалбе, као новом начину одговора на ограничења која постоје на том локалитету. Овај претежно подземни објекат скромне величине са добро осмишљеним становањем, пружаће квалитетан смештај и при том неће бити видљив са јавних површина."¹¹⁸



Сл.288. Ентеријер доњи ниво



Сл.289. Ентеријер светли отвор у доњем нивоу

¹¹⁸ <http://britishhomesawards.co.uk/2014/walnut-burrow/>

6.0. МОДЕЛ ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ ПОДЗЕМНИХ ОБЈЕКТА У СРБИЈИ

6.1. Анализа структуре подземних стамбених објеката у Србији

Подземни стамбени објекти у Србији представљају један од традиционалних облика градње, анализирајући све периоде грађења у којима се изградња ових објеката одвијала на територији данашње Србије. Од неолита до данас, типологија подземних стамбених објеката се може дефинисати као структура полуукопане земунице, укопане и насуте куће, које се данас најчешће формирају на територији Србије. Неки од традиционалних типова изградње налазе се и данас у функцији.

Салаш Катаи



Сл.290. Изглед дворишта - салаш Катаи

Највећи број таквих објеката може се и данас наћи у Војводини. Један од најбоље сачуваних салаша са подземним објектима, земуницама се налази у насељу Мали Иђош у срцу Бачке, дуж обе обале потока Криваја, на пола пута од Суботице ка Новом Саду.



Сл.291. Изглед подземног стамбеног објекта - салаш Катаи

На салашу Катаи, и даље је у функцији подземни објекат, који се користи за смештај гостију и као део поставке музеја на отвореном.

Насути подземни стамбени објекат / Кућа породице Николић

Попут истакнутих истраживача, на пример, из Америке који су читав свој живот посветили истраживању подземне стамбене архитектуре, као што је Malcolm Wells (који се истраживањем модела подземног становања бави од 1964.год), па затим његових следбеника попут Mike Oehler-а (који је своју прву подземну кућу изградио 1971.године) и Roberta Roy-а (интензивно се бави проучавањем и изградњом подземних стамбених објеката 70-тих година прошлог века), и у Србији, такође, постоје аутори посвећени овој теми, која је све актуелнија као део области изградње енергетски ефикасних објеката. Један од истакнутих истраживача који је тему подземне архитектуре унапредио разматрајући комбинацију типологије "земунице" и соларне енергија је Вељко Милковић. Своја истраживања је започео пре више од 30 година, када је на ову тему написао и књигу „Соларне земунице - дом будућности“ (1983).

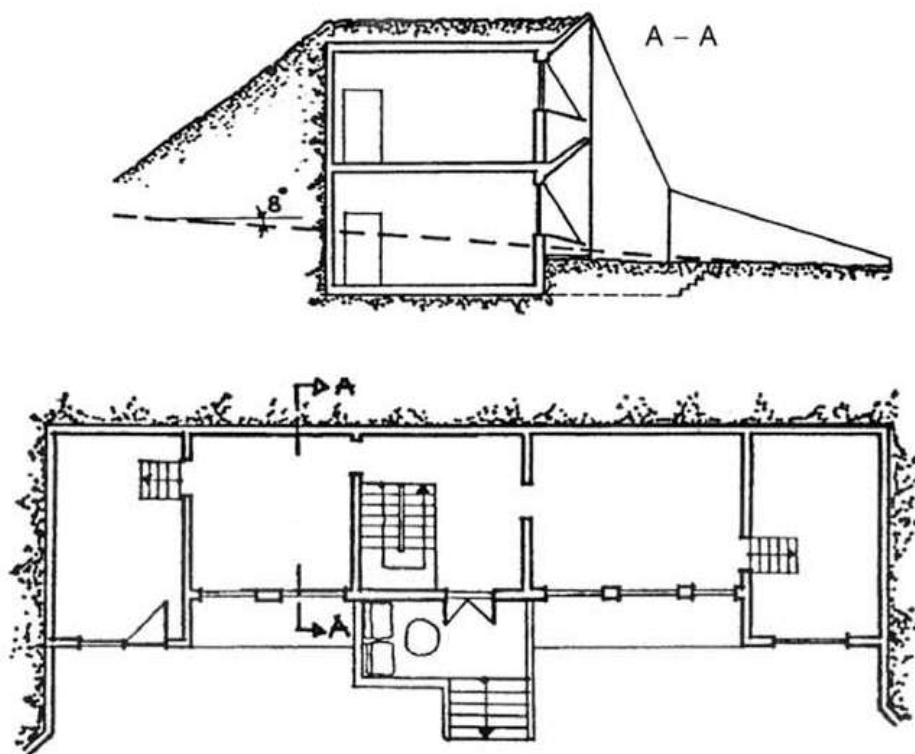
Од многобројних објеката који су изграђени према концепту истраживача Милковића, један од свакако најуспешнијих је кућа породице Николић. У изради пројекта, поред њега је у тиму био и инжењер Александар Николић. Карактеристично за овај објекат је да спада у тип објеката "покривених" земљаним омотачем, који поред ове, несумњиво енергетски ефикасне облоге, користи и соларне панеле, као рефлектујуће површине инсталиране око прозорских оквира. Површина овог спратног објекта је 120м². Идејно решење су урадили Вељко Милковић и Александар Николић док је извођач и инвеститор такође Александар Николић. Објекат је изграђен 1994.



Сл.292. Кућа породице Николић

Научна и стручна сарадња у развоју концепта ове куће, остварена је са тимом, на челу са проф.др Слободаном Крњетином, са Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду. Овај иновативни пример сложене подземне куће, приказује се у оквиру наставног програма предмета „Екологија и грађена средина“. Новосађанин Вељко Милковић, добио је награду „Energy Globe“ за „самогрејну еколошку кућу“, као најбољу иновацију из Србије у области енергетске ефикасности и обновљивих извора енергије.¹¹⁹

¹¹⁹ [http://www.politika.rs/rubrike/Srbija/Kuca-kojoj-nije-potrebno-grejanje.sr.h\(4.05.2015.\)](http://www.politika.rs/rubrike/Srbija/Kuca-kojoj-nije-potrebno-grejanje.sr.h(4.05.2015.))



Сл.293. Основа и пресек, кућа породице Николић

Овај објекат представља пример насутог подземног стамбеног објекта. У складу са потребама власника пројектоване су две етаже. Вентилација је обезбеђена природним и вештачким путем, формирањем вертикалних вентилационих канала. Оријентација објекта је ка југу, да би се остварила природна инсолација и искористила могућност коју је нудио терен.



Сл.294. Изглед насутог озелењеног крова, кућа породице Николић

Већ дуги низ година подземни стамбени објекти се разматрају кроз иницијативу за подршку концепту "самогрејних кућа". У том правцу се интензивно ради на њиховој популаризацији и презентацији кроз израду 3д модела. Уз примену 3д софтвера истраживач Милковић у сарадњи са који



Сл.295. 3д модели према решењу Милковића

Насути подземни стамбени објекат / Кућа породице Милинковић



Сл.296. Изглед стамбеног насутог објекта - куће Миленка Милинковића у Бољевцу

Користећи основне геометриске облике Милинковић, гради кућу у облику стаклене полулопте, пречника 18,5 метара. Први утисак који оставља кућа, која је са задње стране укопана у земљу, а са предње, окренуте ка југу, цела у стаклу, је импресиван, јер улсед велике површине под стаклом делује потпуно уклопљено у природу која је окружује.

" Кроз улазна врата, изнад којих се налази кров са разноврсним биљем, улази се у огромну дневну собу од 220м² са трпезаријом и базеном смештеним одмах испод стакленог зида.¹²⁰ Вода у базену, поред тога што има улогу термалне акумулације соларне енергије, у летњим данима је топла и пријатна за купање. У средини се налази спирално степениште које води на спрат, у две спаваће собе са купатилима. Кућа одаје утисак, заједно са романтичним видиковцем на крову, идеалног простора за уживање станара.



Сл.297. Улаз у стамбени насути објекат кућу Миленка Милинковића у Бољевцу

¹²⁰ <http://www.ekokuce.com/arhitektura/primeri/solarna-kuca-u-boljevcima>(4.12.2015.)

Насути подземни стамбени објекат / кућа Јовановића и Игњатовића



Сл.298. фаза изградње 1



Сл.299. фаза изградње 2

У селу Брусница код Горњег Милановца, изграђен је објекат у комбинацији рециклираног и подземног насутог објекта. Објекат је дело уметничког пара Бојана Јовановића и Смиље Игњатовић, који још увек не живе у овој кући, јер није постављен неопходни стакленик који служи за регулисање температуре, и ентеријер у време спроведених истраживања није био у потпуности завршен. И поред тога, унутрашња температура је, захваљујући укопаности и термичкој маси зида од гума, изванредно избалансирана у екстремним спољашњим условима. Изградња стакленика се планира за 2016. и у ту сврху ће се искористити, односно рециклирати старо стакло.

"За градњу су, осим гума, користили стаклене флаше, лименке, земљани малтер, сламу, дрво, бетон, опеке. Опеке нису куповали, већ су се потрудили да пронађу старе, које су поново искористили. Било им је потребно око 300 аутомобилских гума које су допремили из Београда."¹²¹ У Београду се гуме на депонијама могу набавити бесплатно, за разлику од шумадијског краја, где постоје фабрике за рециклажу гума, које продају рециклирани материјал.



Сл.300. фаза изградње 3



Сл.301. фаза изградње 4

¹²¹ <http://www.ekokuce.com/vesti/arhitektura/izgradena-prva-earthship-kuca-u-srbiji>(4.12.2015.)

Насути подземни стамбени објекат / кућа породице Милутиновић

Мали приземни стамбени објекат 30м², изграђен у новосадском насељу Адице, у власништву је дипл. инж. Драгутина Милутиновића, који је почетком 90-их година прошлог века саградио своју кућу-викендицу по узору на концепт самогрејне еколошке куће Вељка Милковића.



Сл.302. Изглед 1 кућа Милутиновића

Овај објекат представља, такође, насути подземни стамбени објекат који, за разлику од претходних, има укопани улазни део, па се у том смислу може и сврстати у категорију укопаних објеката насутих земљом и прекривених травом. Структурно објекат спада у комбинацију бетонског објекта са природним зеленилом као кровним покривачем.



Сл.303. Изглед 2 кућа Милутиновића

6.2. Експериментални пример реализованог објекта у Добрачи

Насути подземни стамбени објект / **кућа проф. др Слободана Арсенијевића**

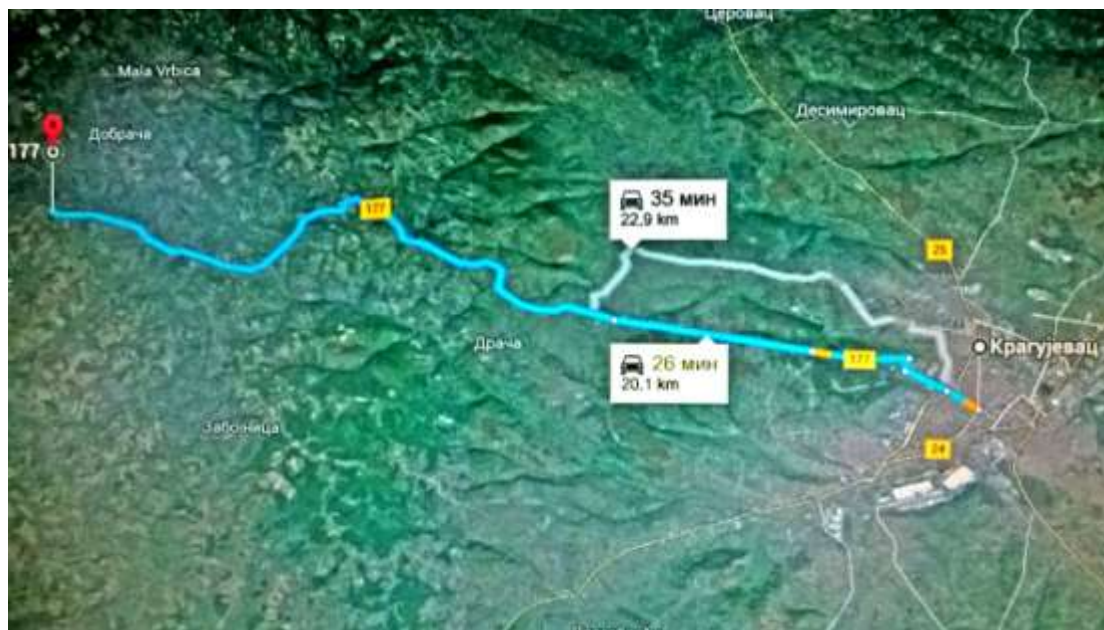
Аутор идејног решења подземног стамбеног објекта је мр Александар Рудник Милановић. Аутор пратећих објеката окућнице је проф.др Слободан Арсенијевић. Површина објекта је 55м². Сви објекти на парцели припадају типу насутих подземних објеката.

Подземни стамбени објект у селу Добрача, изведен је од стране докторанда као експериментална провера целовитог процеса пројектовања и изградње подземног стамбеног објекта за потребе докторске дисертације.

У истраживању и формирању концепта овог објекта учествовао сам од почетка, као аутор првог подземног објекта у општини Крагујевац. С обзиром да и овај објект представља пример подземног стамбеног објекта, овде се обрађује и приказује као експериментални модел у оквиру израде докторске дисертације.

Овај објект изграђен је после спроведеног истраживања на тему могућности за изградњу оваквих објекта у односу на климатске и географске карактеристике, али и на основу критичке анализе међународног искуства које је, такође, обрађено за потребе дисертације.

Кућа проф.др Арсенијевића је удаљена 20 километара од града Крагујевца. Објект се налази у зони климатског утицаја планине Рудник, која својим позитивним карактеристикама доприноси угоданом доживљају боравка у тој средини.



Сл.304. гугл мапа дистанца референтног објекта од Крагујевца

Подземни стамбени објект се налази у зони Мастер плана Рудник и Просторног плана општине Крагујевац, у селу Добрача и у непосредном окружењу планине Рудник, као највећег планинског „острва“ које се издиже из Шумадијских језерских површи. Планина Рудник заузима централни положај у Шумадији. "По својој висини је ближа нижим него средњевисоким планинама. Међу десетак шумадијских планина, Рудник је са 1132м највиша планина Шумадије и њен хидрографски чвор, развође између сливова Велике и Западне Мораве и Колубаре."¹²²

¹²² Група аутора / Стратешки мастер план одрживог развоја планине Рудник од 2014. до 2024.године / Универзитет у Крагујевцу / 2014.



Сл.305. Поглед на Рамаћке висове са Шутог поља

Поред личног опредељења за бављење асоцијативном архитектуром, као љубитељ природе а посебно природних богатстава планине Рудник, приликом разматрања могућег типа објекта који би могао пројектовати на овој локацији, водио сам се такође и дубоким осећајем да у оваквом амбијенту није пожељно градити надземне објекте, управо због очувања визура које представљају квалитет и богатство овога простора.

Почетак пројектовања започео сам разговором са инвеститором. Како се радило о мојем познанику, и пре почетка разговора о његовој потреби за изградњом стамбеног објекта у амбијенту села Добрача, нисам имао дилему да идејно решење спонтано усмерим ка повезивању професије власника и будућег изгледа његове куће. Инвеститор се професионално бави лекарским позивом.

Тачније његова област специјализације је гинекологија и акушерство, те је та чиљеница значајно утицала на концепт објекта. Интересантно је свакако поменути да овог познатог лекара и признатог стручњака у интернационалним оквирима, његов објекат после осам година боравка у њему, испуњава и надахњује у тој мери да је и сам кренуо путем креације подземних објеката у непосредном окружењу куће. Објекти које је саградио поред стамбеног објекта, настали су као његова креација, уподобљена са традиционалним концептом српске окућнице.

Локација

Пре израде идејног решења, обиласком предвиђене локације за изградњу констатовани су њени потенцијали и ограничења. Потенцијали локације су свакако природни амбијент под непосредним позитивним утицајима планине Рудник, док је негативан аспект био приступ парцели што је ограничавало позиционирање објекта са оријентацијом ка северу-истоку. Амбијент је свакако омогућавао изградњу објекта по типологији народног градитељства - куће рудничког краја, у складу са првобитним захтевом инвеститора, али је такође било извесно да су могући и други приступи пројектовању.



Сл.306. Поглед ка Рамаћким висовима са парцеле на којој је изграђен експериментални објект

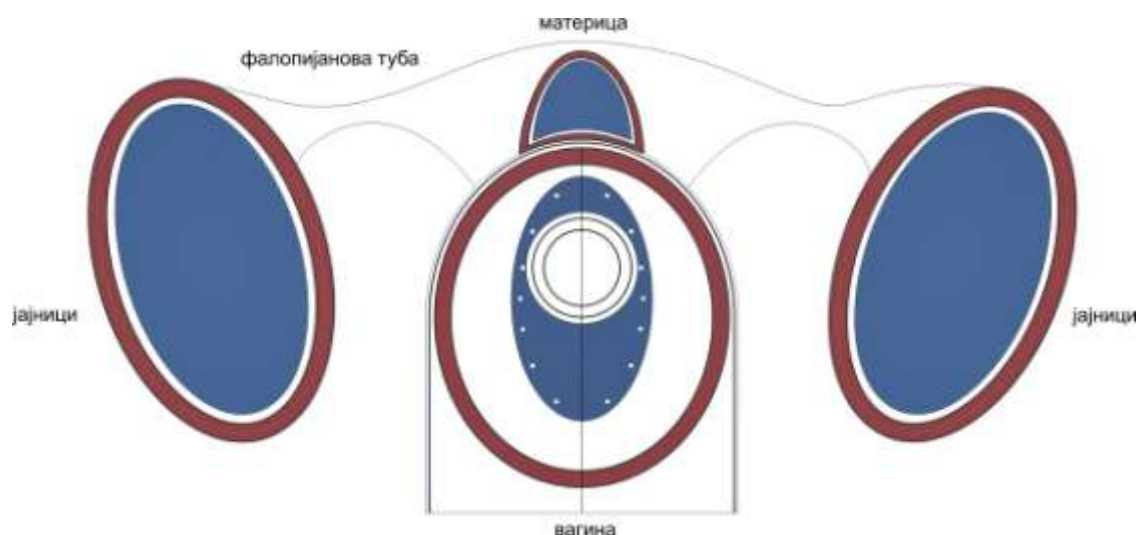
Визуре око самог објекта представљају део богатства природног ресурса рудничког краја. Рамаћки висови у непосредном окружењу били су такође део повезаних детаља слике о инспирацији за концептуални приступ пројектовању, који је према наводима инвеститора везан за локализам староседелаца Рудничког краја, који Рамаћке висове повезују са женским попрсјем.



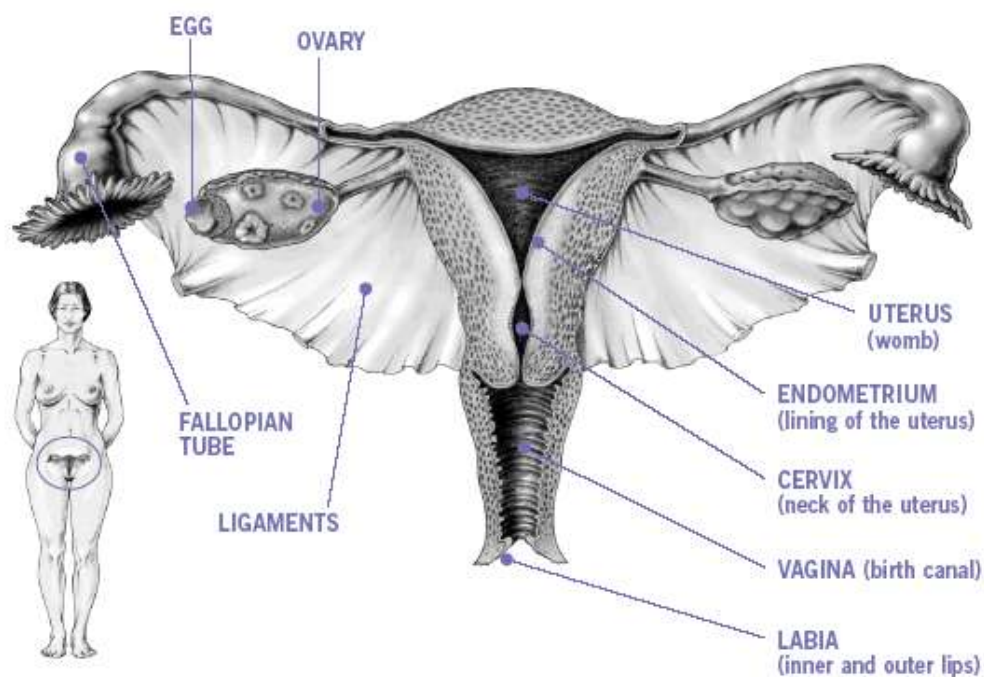
Сл.307. Шуто поље у Добрачи на хоризонту

Асоцијативни приступ пројектовању

Истраживање је споведено и рализовано на основу проучавања репродуктивног система жене, као главног визуелног мотива за приступ обликовању једине видљиве фасаде објекта.

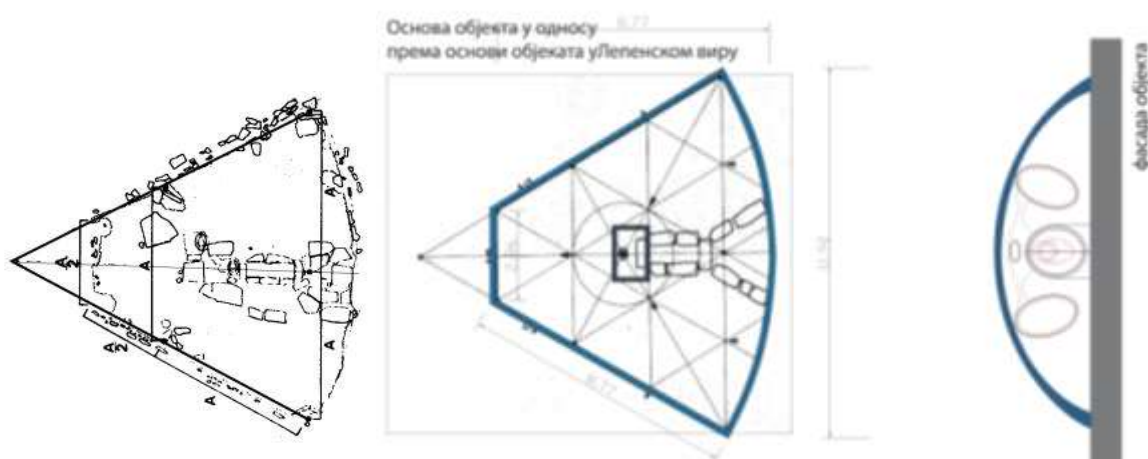


Сл.308. Шематски приказ фасаде експерименталног објекта - асоцијација на репродуктивни систем жене



Сл.309. Женски репродуктивни систем

Поред односа према пројектовању фасаде, посебну пажњу посветио сам приступу пројектовања основе овог објекта. Поред квадратуре која је од стране инвеститора задата као оквирна површина од 50м², било је потребно формирати класичну правоугаону или квадратну основу, или читав пројекат усмерити ка стварању материце-трбуха у који се углови од 90 степени никако нису уклапали. Потрага за тим односима није дуго трајала, и пројекат врло брзо добио свој коначни облик основе. Посета Лепенском виру неколико месеци пре рада на овом пројекту, је подсвесно мој пројекат усмерила управо у том правцу. Приликом цртања основе за овај пројекат асоцијација и инспирација геометријским приступом пројектовању станишта после изласка човека из пећине била је спонтана креативна реакција.



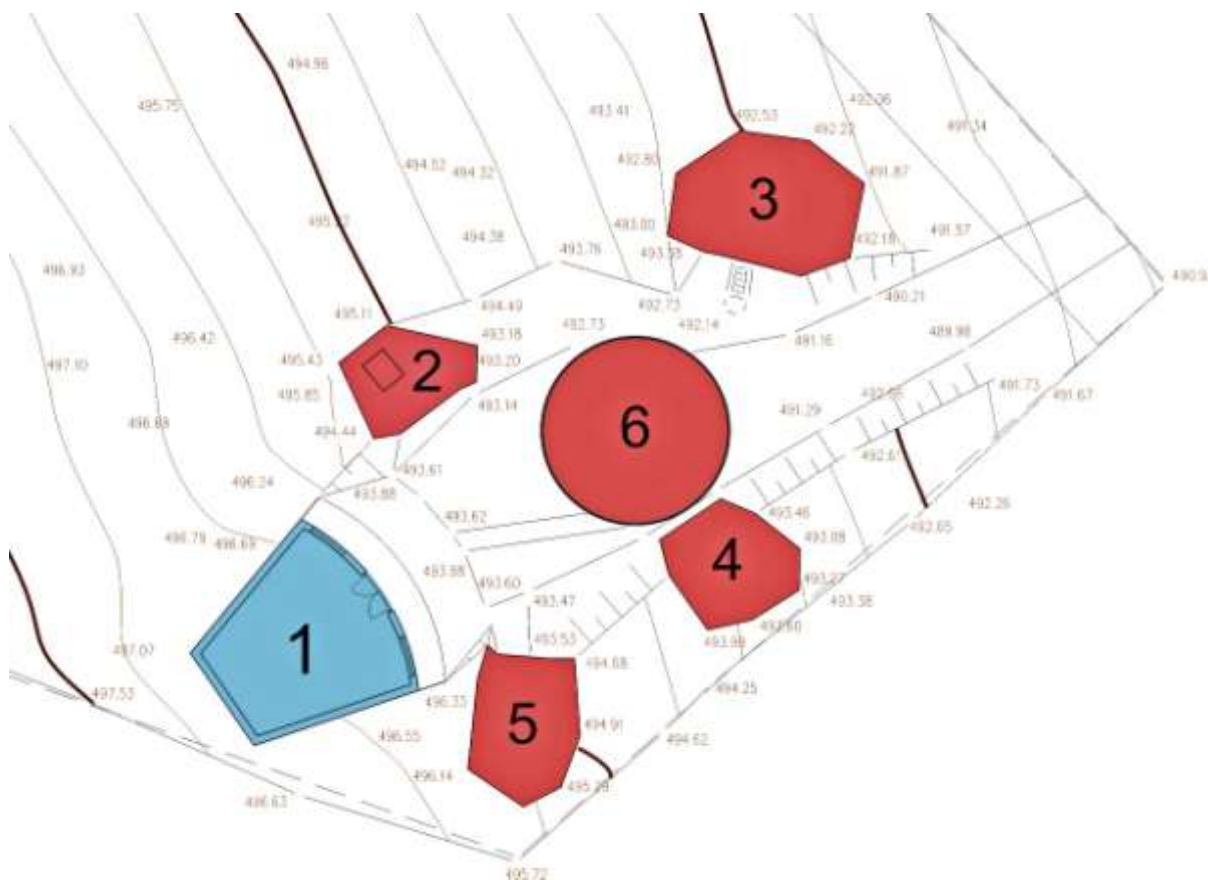
Сл.310. Компаративна анализа основе куће Лепенског вира и куће у Добрачи

Објекат је у основи трапезоидног облика, пројектован са огњиштем - камином на средини основе као захтевом инвеститора. Око камина су, у складу са потребама власника, пројектовани кухињски простор са оставом, трпезарија, дневни боравак, простор за спавање и купатило. Сем оставе и купатила, сви остали делови објекта су, у складу са захтевом инвеститора, пројектовани као једна мултифункционална просторија.



Сл.311. Пресек правац север-југ

Ситуациони план куће у Добрачи са објектима окућнице



Сл.312. Ситуациони план са приказом намене објеката на парцели

1. Објекат за становање / подземни стамбени објекат насутог типа / аутор докторанд
2. Објекат за спремање хране / подземни насутог типа / аутор Инвеститор
3. Објекат за чување алата , радионица и др. / аутор Инвеститор
4. Објекат за смештај аутомобила/ аутор Инвеститор
5. Објекат за смештај огрева/ аутор Инвеститор
6. Трг унутрашње двориште/ аутор Инвеститор

Фазе реализације објекта



Сл.313. Катастарска парцела инвеститора пре изградње објекта 1



Сл.314. Почетак изградње уз наливање темељне плоче Објекта 1 / 2008.год.

За изградњу овог објекта изабран армирано-бетонски систем који у једној опни обједињује подну, кровну плочу и зидове.



Сл.315. Израда кровне плоче уз комуникацију на релацији надзорни орган и извођач радова



Сл.316. Израда изолације на кровној плочи и зидовима око Објекта 1



Сл.317. Објекат 1 - изглед из правца дворишног трга



Сл.318. Објекат 1 - изглед из правца објекта 5



Сл.319 Објекат 1 - детаљ екстеријера
фаза пре облагања каменом



Сл.320. Објекта 1 - детаљ ентеријера



Сл.321. Објекат 1 - детаљ ентеријера - улазна врата и прозори

Поред стамбеног објекта, на парцели је након пројектовања и изградње стамбеног објекта, инвеститор сам дао решења и покренуо изградњу пратећих објеката, који су замишљени као економски објекти окупнице, па је у периоду од протеклих 5 година на парцели саграђено више пратећих објеката овог домаћинства.



Сл.322. Објекат на ситуацији означен као објекат бр.2
Кујна - пушница током изградње 2014.



Сл.323. Објекат 2 кујна - пушница у садашњем изведеном стању / снимак 2016



Сл.324. Објекат 3/ Магаза / снимак април 2016



Сл. 325. Објекат 4 Гаража /снимак април 2016



Сл.326. Објект бр.5 Просторија за смештај грева



Сл.327. Кутак за одмор поред објекта 5.



Сл.328. Кров подземног стамбеног објекта 1
Кров је урађен са насипањем природног слоја земље директно на изоловану плочу

6.3. Метод моделовања

Метод моделовања простора зависи од успостављања могућих сценарија за пројектовање подземних стамбених објеката. Услед основних карактеристика које ови објекти имају као укопани или насути, могу се констатовати три основна типа сценарија:

- Сценарио за **насути елевациони тип**
- Сценарио за **укопани отворени тип**
- Сценарио за **комбиновани насуто - укопани тип**

Поред стандардног приступа изградњи подземних стамбених објеката запажају се и два специфична типа метода моделовања у процесу пројектовања подземних стамбених објеката и то методе :

- **пренамене** постојећих подземних стамбених објеката
- **асоцијативног приступа пројектовању** подземних стамбених објеката

6.3.1. Дефинисање сценарија – опција

Сценарио за **насути елевациони тип** основне карактеристике :

- подземни насути тип објеката
- велика површина светлих отвора

Архитектура подземних стамбених објеката насутог типа се најчешће посматра као сценарио у којем се најчешће представља решавање једне фасаде објекта.

Однос према сценарију и опцијама у великој мери зависи од карактеристика самог терена на којем се планира изградња. Уколико је терен у паду, јасно је да ће се на том месту градити објекат насутог типа. Остале битне компоненте за изградњу објекта су свакако дизајн фасаде, односно избор материјала који ће се користити за израду фасаде и ентеријера, а који могу бити дрво, метал, стакло или комбинација појединих материјала из те групе.

Након утврђивања опција које се свode на материјализацију, једини преостали аспект је дизајн и ритам отвора у самој фасади. Комбинације стакло и испуна или само стакло - стакло утичу да дизајн има најмањи број опција.

Објекти се могу налазити и на терену, и такође се убрајају у групу насутих објеката.



Сл.329. Кућа Малатор у Друидстону у Велсу



Сл.330. Ентеријер куће Малатор

У објектима са само једом фасадом се, такође, велика пажња усмерава на ентеријер у којем се просторна организација најчешће усклађује са материјализацијом самог објекта, односно његове фасаде. У конкретном случају куће Малатор модерни облик присутан је и у ентеријеру и у екстеријеру објекта.

Сценарио за **укопани отворени тип**
основне карактеристике :

- укопани објекти
- атријумска бетонска језгра
- мањи интензитет присутности природног осветљаја

За разлику од врло ограничених приступа приликом избора опција за насуте објекте, одлука за сценарио за укопане објекте, упркос томе што они најчешће нису видљиви из визуре човека који се креће кроз простор изнад нивоа терена, се дефинише на основу тога да ли ће објекат који се прави бити усмерен ка асоцијативном или ка стандарном подземном објекту атријумског типа. Стандардни објекти настали су по узору на *јао доне* бунаре и њихове опције су ограничене бројем продора.



Сл.331. Подземни атријумски објекат Еколошка кућа у Кејп Коду , Масачусетс, САД

Атријумски објекти имају најмањи број опција посебно ако су у питању стандардни објекти са једним унутрашњим двориштем. Основи сценарио овог објекта представља распоред просторија око атријумског бетонског језгра са великим стакленим површинама. Приступи атријуму са степеништем у самом атријуму или ван њега представљају две опције у овом сценарију.

Атријумски објекти нуде максималну ефикасност по питању коришћења енергије за загревање и хлађење објеката. Питање интимности и односа према визурама, такође, имају одређене предности, али уз значајан недостатак оваквог моделовања, који се огледа у значајно мањој количини осветљаја у односу на могућности које нуди сценарио насутог објекта са фасадом у стаклу.

Сценарио за **комбиновани насуто - укупани тип**

основне карактеристике :

- велика могућност функционалног организовања
- осветљење једнако приступима пројектовању надземних објеката
- изградња у специфичном пејзажу - кланцу

Одређени број објеката се пројектује и гради као комбинација типова шкољки и бунара. Предност обих објеката је вишеструка, иако су њихове карактеристике које их сврставају у подземне објекте минималне. У конкретном случају куће Алони, велика површина објеката је под зеленим кровом, док се минимална површина ослања на две супротне стране кланца, па се, условно, и овај објекат може сврстати у подземни управо из тих разлога. Предност овог објекта је добра осветљеност и оријентација чиме је максимално испуњен задатак по питању могућности и реализације потребних површина у објекту.



Сл.332. Алони кућа у Антипаросу у Грчкој , изглед из ваздуха

Коришћење камена за обликовање фасаде везано је за локацију и поднебље .Комбиновано насуто - укупани тип са таквом материјализацијом, представља решење којим се објекат апсолутно прилагођава окружењу



Сл.333. Алони кућа у Антипаросу у Грчкој , поглед на непосредно окружење

6.3.2. Стамбени подземни објекти настали пренаменом ПСО

Опредељење за стамбени боравак у заштићеним објектима, као и потражња за таквим објектима иницирају велики број промена намена инфраструктурних објеката који су некада имали значајну улогу као војни инфраструктурни објекти. Постоји велик број примера који поткрепљују ову потребу.

Кућа која је изграђена у граду Саранац у држави Њујорк представља кућу за одмор на површини од 250м². То је кућа са тремом, пројектована тако да сунчева светлост прави осећај удобности у предивном шумском амбијенту .

Центар контроле лансирања пројектован и изграђен испод површине земље пренамењен је у луксузни стамбени простор. "Врата за заштиту од атомских удара воде ка дубини од 50 метара, где су смештени кухиња, дневни боравак, собе за забаву, три спаваће собе и ђакузи купатило. Испод тог нивоа постоји још један на дубини од 70 метара који је некада служио као лансирни силос за ракете. Вертикални тунел је широк око 19 метара и био је грађен тако да издржи нуклеарне нападе."¹²³



Сл.334. Изгледи пренамењеног војног објекта у Саранцу,САД

Ово је јединствен подземни објекат, за који је требало готово двадесет година адаптације и прилагођавања новој функцији. Продат је по цени од 750.000 долара, као објекат који истовремено нуди луксуз, али и велику сигурност боравка. Објекат представља пример укопаног подземног стамбеног објекта.

¹²³ <http://inhabitat.com/nyc/silohome-cold-war-era-missile-silo-transformed-into-luxurious-underground-house-in-upstate-new-york/> (11.11.2015.)



Сл.335. Улаз у бункер некадашњи изглед



Сл.336. Бункер некадашњи изглед

Други пример је војни инфраструктурни објект који је некада имао значајну улогу као објект који је представљао прву линију одбране Енглеске у Другом светском рату. "Изграђен је 1942. године са претежном наменом војног објекта, из којег се вршила навигација пилота за лет над Енглеском, али и заштита инфраструктурних објеката у непосредној близини."¹²⁴ Након Другог светског рата је деценијама био ван употребе. Током 2013. изведена је пренамена из напуштеног војног инфраструктурног објекта у подземни стамбени објект. Изграђен од бетона и покривен земљом и травом, спада у категорију насутих подземних стамбених објеката. Карактеристично за овај објект је да нема светлих отвора, већ је једини отвор улаз у објект, што је било логично услед ограничења која су била наметнута одбрамбеном наменом.



Сл.337. Садашњи изглед некадашњег бункера пренамењеног у стамбени подземни објект

¹²⁴ <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2413601/Former-WWII-bunker-used-guard-Britains-cliffs-Nazis-converted-bedroom-bungalow--sale-275-000.htm>(11.11.2015.)



Сл.338. Некадашњи изглед резервора за воду

Трећи пример представља водопривредни инфраструктурни објекат који породица Харди 2008. купује од компаније South West Water. Идеја новог власника је била да се изврши пренамена објеката у површини од 900м². "Овај објекат је био пет година ван употребе, и приоритетно је било предузети одређене активности на утврђивању стања металне конструкције која је постојала на локацији, а која би се могла употребити за нову пренамену."¹²⁵

Приступ пројектовању подразумевао је структурне промене које су се огледале у формирању зеленог крова, пројектовању унутрашњег дворишта и задржавању површина које су биле у употреби као конструктивни делови резервоара, у мери која је била потребна за површине које су планиране новим пројектом. Објекат спада у подземне укопане објекте.



Сл.339. Садашњи изглед објекта пренамењеног у стамбени подземни објекат

¹²⁵<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2197707/Property-pioneers-build-1-25million-Devon-home-inside-underground-reservoir.html>(11.11.2015.)

6.3.2 Асоцијативни приступ моделовању ПСО

Моделовање простора представља активност у којој се архитекта - пројектант, поред инжењерског дела процеса пројектовања, налази и у улози дизајнера, креативне индивидуе која пројектовање поред инжењерског приступа посматра и као уметност стварања и креирања простора. Улога дизајнера и његовог дела вреднује се како из угла корисника објекта тако и из угла посматрача, корисника амбијента у којем се пројектовани објекат налази.

У случајевима у којима се архитектури приступа на концептуалан начин, најчешће се примењује асоцијативни приступ моделовању. Упркос знатно мањим могућностима за асоцијацијативно исказивање, и код подземних објеката могућа је како код укопаних, тако и код насутих типова објеката. Асоцијација је ипак најчешће условљена са два најзначајнија сегмента у процесу стварања објекта, а то су инспирација и креативност.

Асоцијативни приступи моделовања чине саставни део креативног процеса стварања објекта у простору. Инспирација свакако представља један од извора креативног приступа. Креативне идеје, визије и концепти често проузрокују промену перцепције посматрања ствари и објекта у простору. Први извор инспирације се свакако може сврстати у случајне или инспирације настале током низа проба у процесу креације простора. Ова надахнућа се најчешће јављају током цртања прототипова, при размени идеја са колегама или се могу открити приликом преиспитивања одбачених варијанти једног истог задатка. Други извор инспирације представља специфичност пројекта. Приликом израде пројекта спроводе се различита истраживања и то на самом локалитету али и ван њега уз активну комуникацију између чланова тима који су већ имали искуства у процесима пројектовања која су везана за фазе социјативног процеса моделовања.

Трећи извор инспирације настаје у директном сусрету са околином која је везана и непосредно утиче на процес стварања. Креативне индивидуе пројектанти могу посебно бити инспирисани ситуацијама у којима се контакти са околином са њихове стране најчешће доживљавају као коенциденције у којима су главни актери, објекти, светло, као и лица са којима се комуницира или за која се пројекат креира.

Теоретичар и филозоф Donald MacKinnon напомиње да постоје најмање три услова за испуњавање критеријума креативности у које спадају чињенице да је "идеја која се разматра уникатна и толико присутна у јавности да је могућност да се тако исто дешава на нивоу статистичке грешке. Међутим, уникатност у приступу није једини услов, јер је још значајнији услов да се иновативност мора некако на неки начин уклопити у реалност."¹²⁶

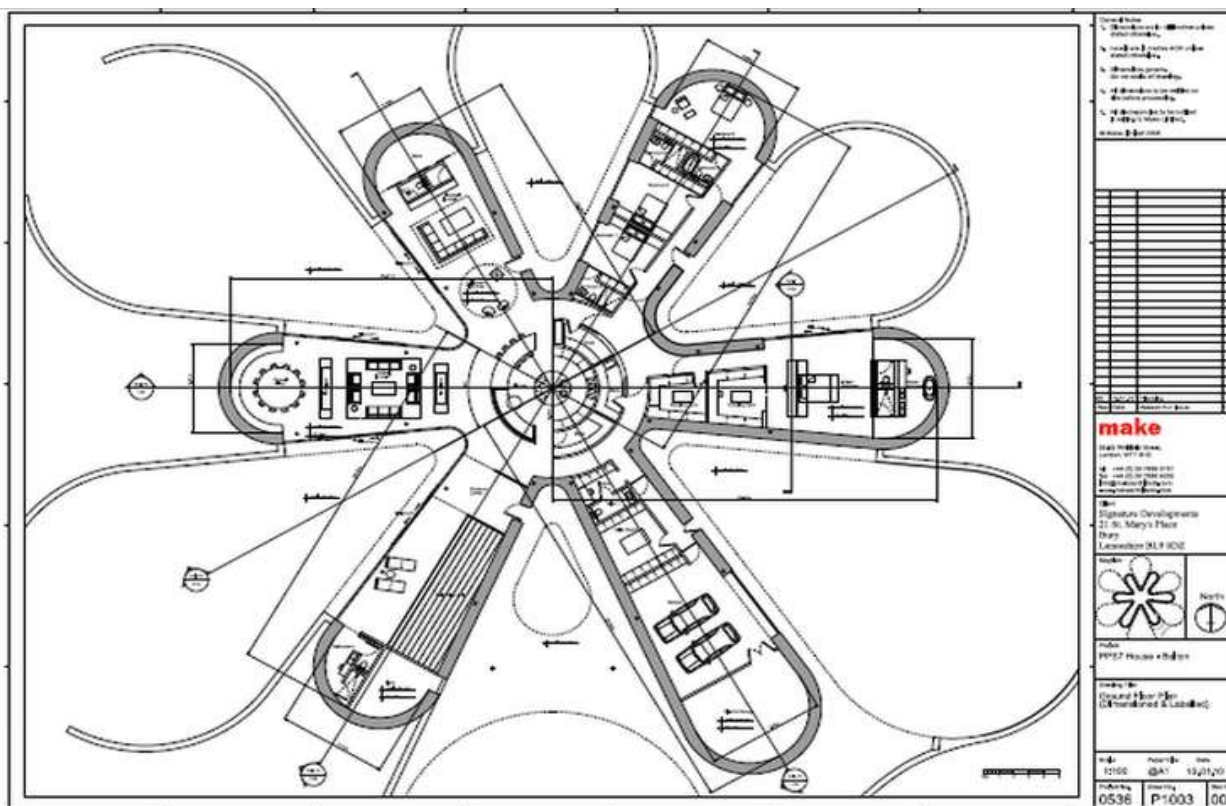
Ове везе између инспирације и креације се најчешће могу сагледати преко 3д моделовања које пре коначног извођења може потврдити све три карактеристике и услове инспиративних и креативних делова процеса. 3д моделовање данас доприноси потврђивању квалитета модела који је настао на асоцијативним основама, па се употреба рачунара у моделовању свакако користи као финална и фаза пројектовања која проверава, односно потврђује или демантује све фазе које су јој претходиле.

У теоријским концептима креативности Алекс Озборн тврди, да се "креативни процес одвија у фазама које подразумевају опсервацију, проучавање чињеница, дефинисање проблема, разраду идеје, евалуацију и селекцију, израду пројекта, прихватање и процес покретања активности на реализацији планиране креације."¹²⁷

¹²⁶ Judith Gregory PhD, Ahmad Fakhra / Influential Elements of Creativity in Art, Architecture and Design Creative Processes: A Grounded Theory Analysis // IIT Institute of Design, Chicago, USA, Broadbent, G. Design in Architecture, New York, John Wiley & Sons, 1975

¹²⁷ Osborn, A. Applied Imagination. N.Y. Scribner & Sons, 195

Као део процеса инспирације и креације, асоцијација има значајну улогу у прихватању и потврђивању квалитета подземних објеката у јавности. Публиковање асоцијативне архитектуре је у већој мери присутно у медијима од оне која то није.



Сл. 340. Основа подземног стамбеног објекта Болтон

Један од карактеристичних примера асоцијативне архитектуре која је медијски прихваћена и пропраћена као један од промотера подземног становања, је свакако подземни укупани стамбени објекат у Болтону.



Сл.341. Изглед подземног стамбеног објекта у Болтону, Велика Британија

Основа овог објекта указује на пројектовање које се посебно одвија уз асоцијацију на природу, конкретно цвет. Пошто се ради о подземној стамбеној архитектури, он се не сагледава из визуре са терена, већ искључиво из ваздуха, чиме је интимност у објекту стављена као приоритет, баш као и јединствени осећај квалитета, инспирације и креативности приликом цветне асоцијације за структуру објекта у његовој основи.



Сл.342. Аерофото снимак подземни објекат у Болтону, Велика Британија
Поред сасвим очигледне асоцијације на флору амбијента у којем је реализован овај подземни објекат, оно што посебно краси његов концепт јесте доследност у реализацији свих делова ентеријера који несумњиво заједно чини овај објекат достојним репрезентом асоцијативне архитектуре, који на конкретан начин појашњава инспирацију, креацију и асоцијацију, као приступ којим се постижу врхунски резултати у пројектовању подземних стамбених простора.



Сл.343. Ентеријер подземни стамбени објекат Болтон, Велика Британија

6.3.2. Савремени типолошки модела за пројектовање ПСО

Пројектовање се већ готово више од две деценије спроводи путем употребе специјализованих софтверских програма. Ти програми служе за проверу свих фаза пројектовања, путем визуелног сагледавања позиције и изгледа објеката у монтираним визуелизацијама, управо у просторима у којима ће се објекти и градити. Без обзира да ли се ради о концептуалној или извођачкој архитектури, ти приступи готово увек подразумевају идејно решење, које се преко две димензије подиже у трећу, а након тога путем монтаже имплементира у реалне сцене.

У том смислу савремени типолошки модели настају као процес обраде теоретских и модела преузетих из праксе али и као и све већи број модела који се у зависности од средине у коју се интегришу појављују у облику комбинације надземно - подземних објеката, односно објеката који имају карактеристике и једне и друге раније дефинисане типолошке групе, као укупани и насути објекти.

Уз асоцијативно пројектовање, али и приступе који захтевају познавање рада на рачунару и примену знања о пројектовању у простору, настају модели који се данас можда могу назвати фикцијама, али који ће убудуће сасвим извесно бити предмет реализације.

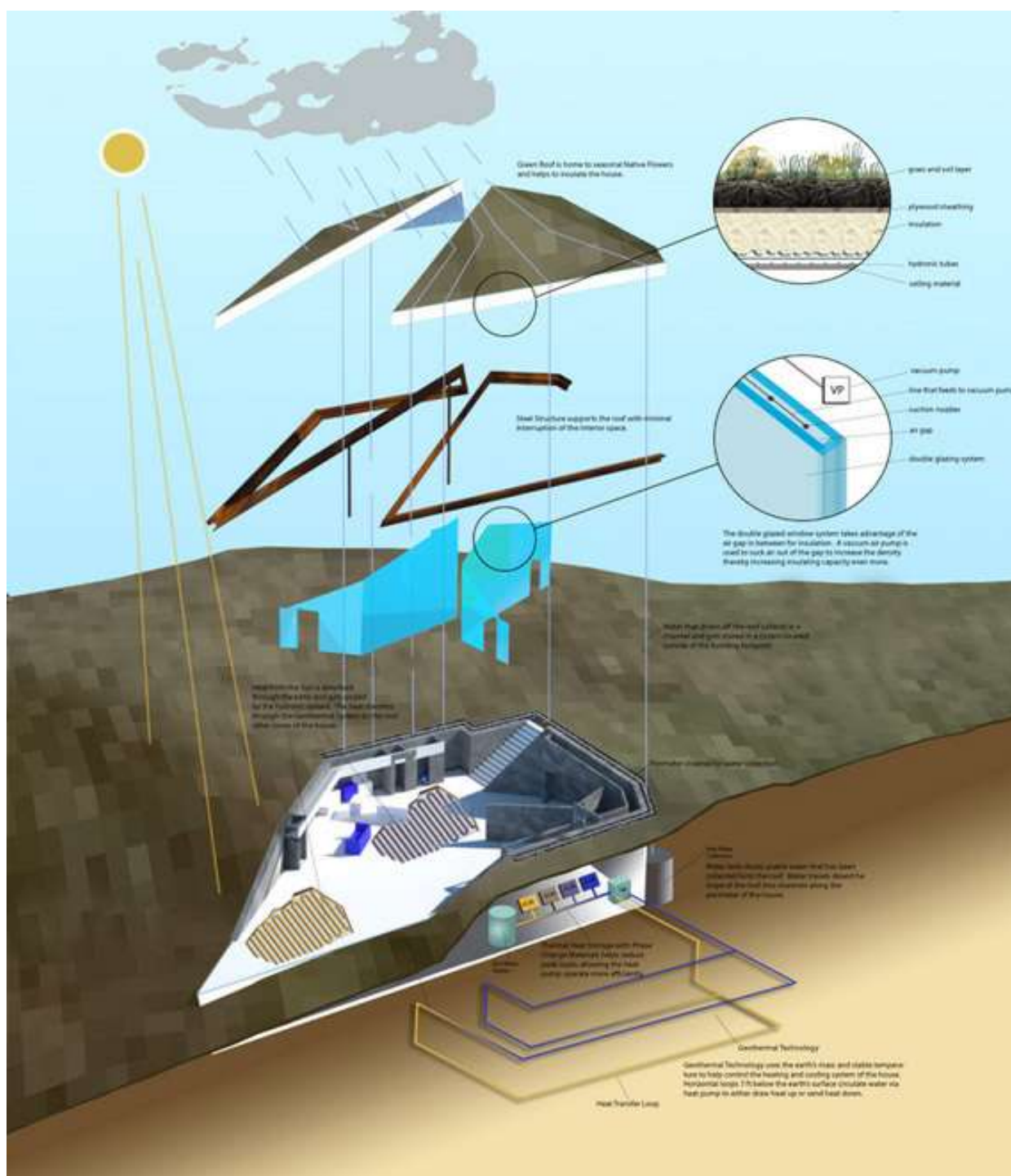


Сл.344. Конкурсни рад за Еволо солитер у стени

Пројектовање објеката засновано на познавању типолошких модела подземне стамбене архитектуре, али и познавању рада на програмима за 3д моделовање, помера границе пројектовања и уводе моделовање у сасвим нову димензију која му и припада у 21 веку.



Сл. 345. Изглед острва Санторини - литица са изграђеним подземним стамбеним објектима



Сл.346. Савремени приступи пројектовању на примеру куће Ецленд у Тексасу

Савремени типолошки модели за пројектовање појединачних подземних стамбених објеката могу се детаљно проверавати из свих аспеката који обухватају питања енергетске ефикасности, конструкције, функционалних карактеристика као и проверавање структуре свих слојева објекта.



Сл.347. 3д визуелизација Каза Брутале, Либан

3д модел објекта под називом Casa Brutale ауторског тима тим ОПА, "пројектован је инспирисан објектом Casa Malaparte који се налази у у близини Напуља".¹²⁸ Захваљујући примени рачунарских програма за 3д моделовање, концептуално решење израђено као 3д модел дочарава будући изглед пројектованог објекта који је планиран да се гради у Либану.



Сл.348. Објекат на стени Каза Малпарте у околини Напуља, Италија

¹²⁸ <http://opaworks.com/portfolio/casa-brutale/> (11.01.2016.)

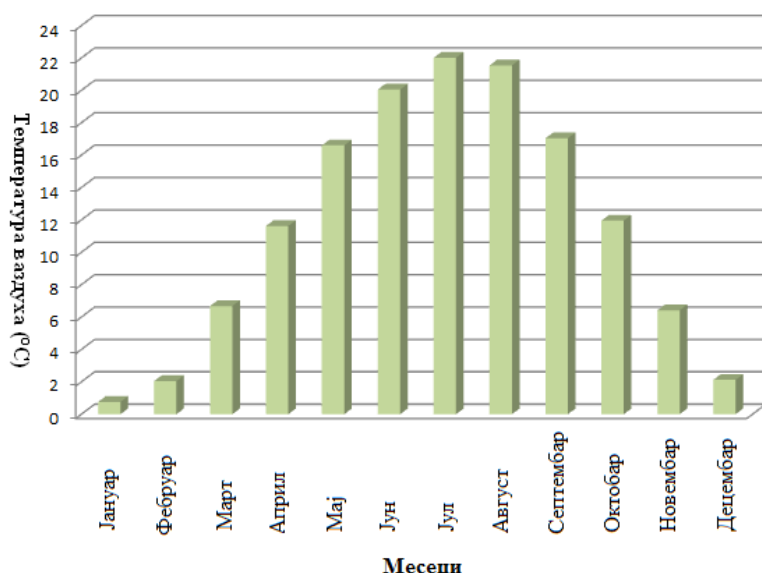
6.4. Компаративна анализа и дискусија резултата

Сасвим познате су чињенице, да се кућа нулте потрошње мора посматрати као целовит енергетски и еколошки систем. Међутим, како се на локацији куће у Добрачи налази извор воде на самој парцели, цистерна за кишницу није интегрисана у овај концепт, али се и током пројектовања, а посебно током експлоатације указала потреба за додатним изворима енергије, посебно јер је у међувремену поред стамбеног објекта изграђено још 4 помоћна објекта који свакако захтевају минимум енергије за снабдевање тих објеката потребним осветљењем, али и енергије потребне за спремање хране и топле воде за одржавање хигијене.

На основу мерења температуре извршених од стране власника подземног стамбеног објекта у Добрачи, у периоду април 2014 - април 2015., констатовано је да се температура у објекту у свим годишњим добима, али и у појединим периодима дана, кретала од 15 (зимски период) до 18 (летњи период) степени целзијуса. Ти подаци, као и подаци о потрошњи количине енергената који су коришћени у најхладнијим периодима године (екстремни температурни поремећаји), доказују да овом типу објекта нису потребни додатни системи за одржавање потребне температуре, изузев у делу надомештања разлике од неколико степени што се може постићи увођењем хибридних система снабдевања објекта енергијом, што би овом објекту управо обезбедило потребну температуру. Упркос чињеници да камин емитује мању количину енергије у простору у односу на ону која напушта просторију путем димњака, улога камина и огњишта се може посматрати више као традиционални елемент куће него као потреба која захтева употребу током целог зимског периода.

На слици дијаграму 2 су приказане средње месечне температуре ваздуха за Крагујевац у периоду од 1980. до 2012 године. Као што се види, "најхладнији месец је јануар са средњом температуром од 0,8 °C, а најтоплији месец је јул са температуром од 22 °C. Највиша температура од 43,9 °C осматрана је 24. јула 2007. године, а најнижа од -27,4 °C била је 31. јануара 1987. године."¹²⁹

Дијаграм 4. Средње температуре ваздуха по месецима Рудник



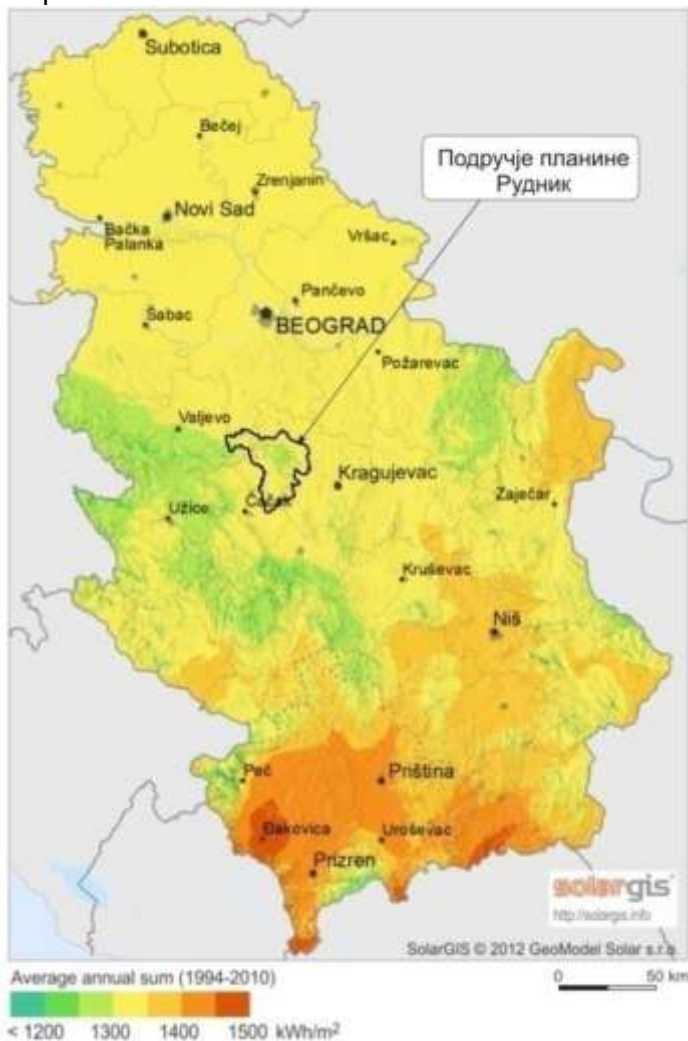
Упркос чињеницама да су температурне разлике за подручје Рудника такве да указују на потребу за грејањем и хлађењем објекта према резултатима мерења током летњег и зимског периода овај подземни објекат је имао очекивану констатну температуру и свим периода године.

¹²⁹ Група аутора / Стратешки мастер план одрживог развоја планине Рудник од 2014. до 2024.године / Универзитет у Крагујевцу / 2014.

Провера могућности снабдевања објекта алтернативним облицима енергије

Анализе спроведене у Мастер плану одрживог развоја планине Рудник, коришћене су за разраду могућности даљег унапређења окућнице у складу са подацима који су презентовани у Мастер плану.

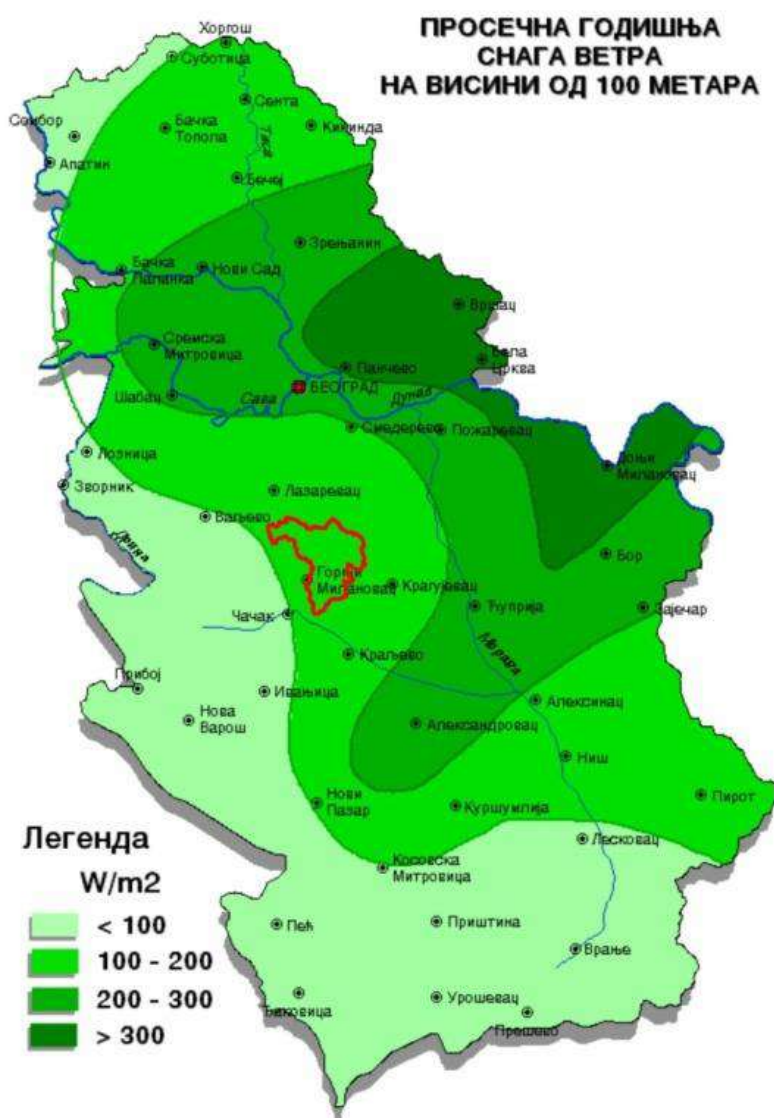
Подаци који су битни за успостављање могућности снабдевања свих објеката на парцели потребном енергијом, зависе од бројних анализа међу којима су оне које су резултовале табелама о средњим температурама, потенцијалима за коришћење соларне и енергије ветра.



Сл.349. Приказ просечне соларне ирадијације за подручје планине Рудник

Према подацима из Мастер плана Рудник "просечна инсолација на планини је релативно висока, и износи на хоризонталној површини 1320 kWh/m² годишње, на оптимално нагнутој површини (34°, југ) 1490 kWh/m² годишње, а на површини која по две осе прати привидно Сунчево кретање 1960 kWh/m² годишње."¹³⁰ Ти подаци управо говоре да је постављање соларних колектора и њихова ефективна експлоатација могућа. При поређењем вредности инсолација за територију Европе, може се закључити да подручје планине Рудник, располаже знатним потенцијалом соларне енергије у односу на већи део Европе.

¹³⁰ Група аутора / Стратешки мастер план одрживог развоја планине Рудник од 2014. до 2024.године / Универзитет у Крагујевцу / 2014.



Сл.350. Атлас ветра Србије и област Рудника

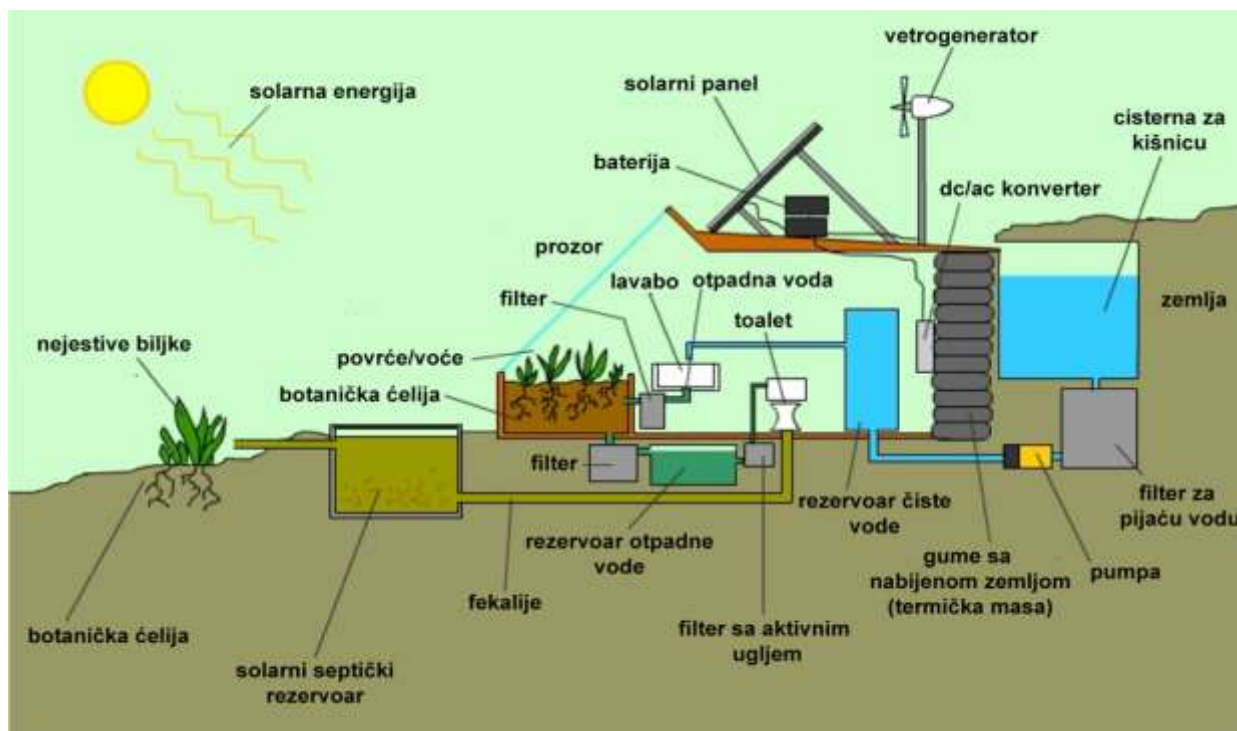
Преглед развојног концепта

"Просечна годишња снага ветра на локалитету у селу Добрача износи 100-200W/m²" ¹³¹ што омогућава коришћење малих ветрогенератора као допунски извор енергије.

Поред соларне енергије на основу података из мастер плана разматране су и опције увођења малих ветрогенератора. Ови ветрогенератори најчешће имају пречник ротора од 0,5m до 7m и снагу у опсегу од 50W до 10kW. Овај концепт коришћења енергије ветра омогућава, у зависности од тренутне брзине ветра и инсталисане снаге, задовољавање свих, или дела потреба домаћинства за електричном енергијом, док би евентуални вишак произведене електричне енергије могао да се под важећим feed-in тарифама убацује у постојећу дистрибутивну мрежу.

¹³¹ Група аутора / Стратешки мастер план одрживог развоја планине Рудник од 2014. до 2024.године / Универзитет у Крагујевцу / 2014.

Ветрогенератори и соларни колектори



Сл.351. Пресек кроз објект са интегрисаним системима снабдевања енергијом

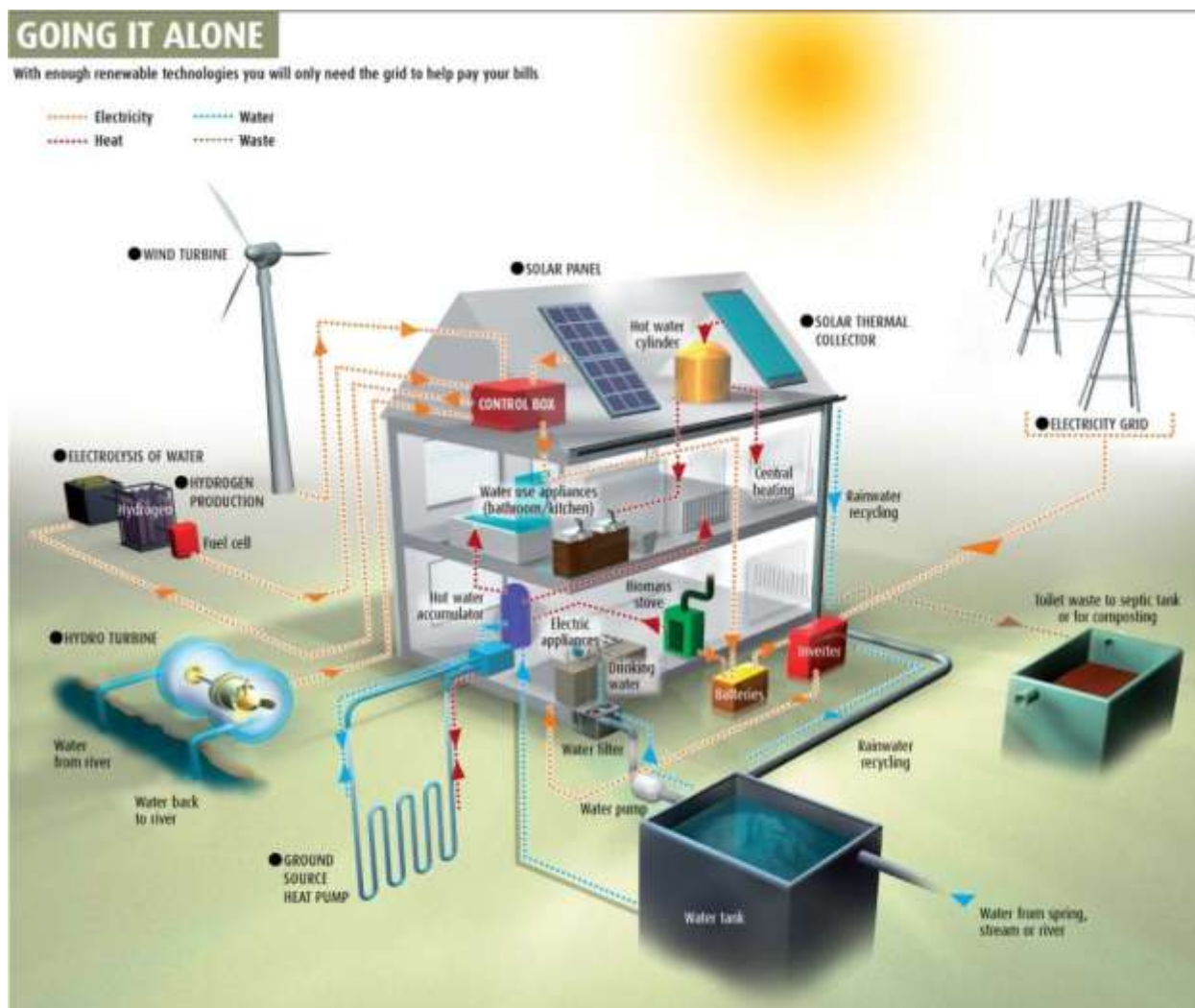
Посматрајући опште критеријуме угодности који се превасходно односе на термичку равнотежу тела при различитим физичким утицајима околине. Овај објект такође посматрајући потребе инвеститора, његову доб, здравље, конституцију, али и окружење у којем је објект изграђен, резултирају осећајем угодности о којем је инвеститор више пута причао са докторандом - аутором подземног стамбеног објекта у Добрачи.

Овај објект у складу са изнешеним ставовима проф. др Младена Стојиљковић и доцента др Маје Тодоровић у вези параметара битних за потврду осећаја угодности ¹³²:

- температура ваздуха ($\theta_a=18-22$ оС)
- средња температура зидова(укључујући и прозоре и грејна тела)($\theta_{si}\approx\theta_a$)
- влажност ваздуха ($\varphi=30-70$ %, $\varphi=50$ %)
- кретање ваздуха($w<0,3-0,5$ m/s)

а према обављеним мерењима од стране власника проф.др Арсенијевића, указује на то да је овај објект уз незнатна одступања у зимском периоду (температура у објекту пада на 16 степени целзијуса), сасвим подобан и угодан за употребу.

¹³² проф. др Младена Стојиљковић ,доцент др Маје Тодоровић/ Основе енергетског билансирања зграде/ Предавање одржано за потребе Обуке за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности Тематско поглавље 8 / просторије ИКС / Београд 2015



Сл.352. Хибридни систем напајања алтернативним изворима енергије

Посматрајући табеларне приказе из мастер плана Рудник, који се односе на енергетске потенцијале који постоје у овој зони, запажају се "потенцијали за коришћење соларне и енергије ветра, као два алтернативна извора енергије"¹³³.

Како се на катастарској парцели инвеститора поред подземног стамбеног објекта налазе и помоћне просторије, као и делови партера које је потребно осветлити, сасвим је извесно да ће инвеститор ради обезбеђивања тих потреба, као и минималних кориговања падова температуре у зимском периоду, врло брзо увести одређени број соларних плоча у комбинацији са малим ветрогенератором.

Са коришћењем та два система снабдевања енергијом, сасвим је извесно да се у овом случају могу достићи нивои нултог коришћења енергије, посебно посматрајући опште карактеристике подземних стамбених објеката који немају посебних захтева за грејањем или хлађењем објекта у зимском и летњем периоду.

¹³³ <http://www.sistem-mne.com/images/hibridni-sistem.jpg>(1.12.2015.)

6.5. Закључак

Подземна стамбена архитектура представља тип енергетски ефикасних објеката.

У односу на надземне објекте чија примена је масовна, подземна стамбена изградња се препоручује пре свега због својих енергетски знатно ефикаснијих и квалитативних својстава.

Сви досадашњи типолошки облици подземне стамбене архитектуре су били углавном појединачни, експериментални подухвати. Изградња се одвијала без постојања регулативе за ефикасно праћење изградње ових објеката.

Интернационална искуства су, зато, пресудна за даљи развој и усаглашавање са процедурама током пројектовања и изградње стамбених подземних објеката, јер су указивала на следеће:

- приступ изградњи подземних објеката је у готово свим представљеним примерима указао на знатне уштеде које настају применом овог модела изградње;
- комбиновање зелених кровова са објектима насутог елевационог типа представља најчешћи модел изградње у Србији;
- изградња ових објеката је у већој мери присутна у Војводини у којој се већ створила традиција изградње ових објеката
- просечне температуре у подземним стамбеним објектима крећу се у вредностима од 16 -20 степени Селзијуса
- зелени кров са средњим захтевима, полуинтензиван, оцењен је као тип који може да оствари добар утицај током целог лета (Theodosiou, 2003, Yamada, 2008) па се овај тип зеленог крова може посматрати као адекватан за насуте подземне стамбене објекте
- максимална уштеда постиже се са зеленим слојем кровног врта односно дебљином слоја земљишта од 100 до 900 mm; - оптималан тип кровног врта јесте са жбунастом вегетацијом – 300 mm дебљина слоја земљишта са жбуњем може да оствари уштеду од 15% годишње употребе енергије, односно 79% за хлађење објекта;
- кровни вртови редукују топлотни флуks 52–57% у односу на керамички или метални кров (Wong et al., 2003, Zinzi & Agnoli, 2011).
- за потребе одржавања константне температуре током зимског периода неопходно је пројектовати и алтернативне хибридне системе за снабдевање објекта потребном количином енергије и то у комбинацији ветрогенератора и соларних колектора;

Предности примене изградње подземне стамбене архитектуре су смањење ефеката топлотних острва и уштеда енергије у зградама (подземни стамбени објекти смањују годишњу потребу за грејање и хлађење), (Liu, 2003, стр. 2). Са друге стране, с обзиром на чињеницу да је сунчево зрачење далеко већег интензитета лети, подземни стамбени објекти играју важну улогу у редуковању енергетске потрошње за хлађење у односу на стандардне надземне термички изоловане објекте.

На основу описаних истраживања, могу се формулисати препоруке за пројектовање објеката насутог елевационог типа. Ову препоруку треба повезати са са правилним избором коришћених материјала и техникама градње, чиме се генеришу резултати који се примењују на процену избора нових дизајна којима се обогаћује типологија подземних стамбених објеката.

Изведена истраживања несумњиво доказују да подземни стамбени објекти представљају адекватан и веома квалитетан модел становања који се добро прилагодјава и може се примењивати на територији целе Републике Србије.

7.0. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

7.1. Резултати истраживања

У раду је истражен концепт развоја и трансформације подземних стамбених објеката са акцентом на савременим технологијама, стратегијама имплементације и начином примене у нашој средини.

Теза је структурно подељена у три повезане и функционалне целине.

Прва целина је у потпуности посвећена историографском прегледу развоја подземне стамбене архитектуре кроз вишемиленијумски период на више континената. На основу историјских прегледа, изведени су теоријски ставови и принципи развоја подземне стамбене архитектуре, узроци и облици трансформације кровних вртова, њихове карактеристике, перформансе, као и примене у архитектури кроз све периоде историје архитектуре.

Постављене су две хипотезе у оквиру прве целине:

- подземни стамбени објекти су присутни кроз целу историју архитектуре у различитом обиму и подручјима и увек са специфичном функционалном оправданошћу;
- после шест миленијума дуге праксе подземних стамбених објеката, постоји велика разноликост у конструкцији и типологији, али градитељство ту типологију није званично преузело, изузимајући савремени тренутак.

Утврђено је, да је прва хипотеза потврђена, а друга хипотеза само делимично.

Констатовано је, да је поред савремене градитељске традиције изградње подземних стамбених објеката, била створена и градитељска традиција у конструкцији подземних стамбених објеката у северним деловима Азије и Северне Америке.

Вишемиленијумско искуство је сачувано до данашњих дана. У азијским земљама попут Кине успостављена је градитељска традиција, коју је карактерисала јединствен приступ грађењу, а чија примен трају све до данас.

Са искуствима која су пренешена и на остале континенте, подземна стамбена архитектура све више постаје само један од могућих приступа за изградњу објеката, за ту намену. Значајно је такође истаћи да се насељска подземна стамбена архитектура јавља углавном у зонама у којима се већ вековима одвија становање, које се само унапређује са материјалима који унапређују живот у таквом амбијенту. Азија и Африка свакако представљају континенте где се природни амбијент користи и данас у те сврхе. Од пећина, преко стена вулканског порекла, до кућа под земљом у подземним стамбеним објектима живи данас преко 50 милиона људи. Нова подземна стамбена архитектура настаје са повећањем свести за повећану потрошњу енергије на искуствима анонимних градитеља подземних објеката, чији концепти и данас представљају иновативна решења за проблеме човека XXI века.

Друга целина разрађује теоријски аспект појава, типова, структура и својстава подземних стамбених објеката, са детаљним анализама енергетске, социјалне, економске и безбедоносне одрживости, као и ограничењима при формирању истих. Проучене су савремене тенденције развоја и примене кровних вртова, узимајући у обзир чињеницу да се њихово подизање, све више, примењује као једна од мера за обезбеђивање услова за прилагођавање урбаних средина на нове климатске промене.

Подземни објекти су истражени на различитим нивоима, од појединачне грађевине до сложених градова, као и њихов значај као одговор на нове климатске промене.

Кроз истраживање су проучене и дискутоване различите политике примене подземних стамбених објеката, са адекватним примерима, на нивоу држава или локалних заједница, чиме је постављен темељ за формирање домаће стратегије имплементације.

Потврђена је хипотеза у оквиру друге целине: подземни стамбени објекти су несумњиво адекватни модел за пројектовање стамбене архитектуре у Републици Србији, јер се њима остварује квалитетнија животна средина, побољшава се енергетска ефикасност објеката, унапређује се изглед града, продужава се век трајања кровне изолације, остварује се очувања биодиверзитета, формира се нова, специфична естетика у оквиру становања.

Трећи целина односи се на дефинисање регулатива, стандарда и аспеката изградње подземних стамбених објеката у циљу њихове синтетизације са циљем да се у нашој средини, примена подземних стамбених објеката стратегијски имплементира у неколико специфичних итерација: од подизања нивоа свести грађана, стручњака и управљача, преко стратешких модела просторних и урбанистичких планова у којима се планирају и пројектују подземни стамбени објекти, до начина измене законодавних аката, анализе економске исплативости и дефинисања улоге различитих нивоа управљача и корисника у процесима имплементације.

Потврђена је хипотеза у оквиру треће целине: давањем предлога за израду *Правилника за изградњу кровних вртова*, изменом Закона о планирању и изградњи и изградом пратеће документације за потребе дефинисања услова за изградњу подземних стамбених објеката; формулисана је препорука за дефинисање законског и планског оквира у изградњи и урбанистичком планирању у Републици Србији.

Истраживање историјског развоја подземних стамбених објеката је било неопходно, с обзиром да је у нашој средини тема углавном неистражена и да не постоји свест о значају и примени подземних објеката. Потврђен је континуитет присуства и употребе подземних стамбених објеката у високоразвијеним цивилизацијама и примена, која подупиरे одређене урбане и планерске захвате. Циљ истраживања је била анализа и вредновање историјске грађе о подземним стамбеним објектима, систематизација и стварање базе података, као основе за савремену методологију примене подземних стамбених објеката у различитим климатским, друштвеним, културним и економским условима. Временски оквир истраживања развоја и трансформације подземних стамбених објеката је шест миленијума, и то од времена човековог напуштања пећине као станишта преко његовог живота у земуницама које бележи старчевачка култура у нашој средини до данас. Историјски развој подземних стамбених објеката истражен је у шест целина. Сваки од историјских периода је детаљно обрађен кроз мотив за настанак, преко техника, технологија, појавних облика и конкретних примера који су анализирани. Просторни опсег је, такође, изузетно велики, јер обухвата територију Европе, североисточне Африке, Блиског и Средњег Истока, Мале Азије, Северне и Средње Америке.

Историја подземних стамбених објеката, још од праисторије па до данашњих дана, резултат је техничког усавршавања изградње укопаних објеката.

Међусобним упоређивањем мотива за изградњу подземних стамбених објеката закључено је:

- да је за историјске периоде: древне цивилизације, антички период и средњи век доминантан је религиозни фактор, затим утилитарни, а тек, много касније, и естетски.
- за модерно доба; доминантан је естетски, затим утилитарни, а занемарљив је религиозни утицај,
- у савремено доба, доминантан је утилитарни, а потом, естетски фактор.

По спознаји себе као бића, човек је у сталном трагању за „идеалним простором”. У потрази за срећом, од прецизно дефинисаног простора, човек се окренуо макрокосмосу, бескрају.

На основу истраживања у оквиру овог рада, закључено је:

да су подземни стамбени објекти били присутни кроз дугу историју архитектуре од древних цивилизација до данас, а појављивали су се у различитом обиму и на различитим подручјима.

- подземни стамбени објекти су увек имали специфичну функционалну оправданост.
- у делу кровне површине као зеленог крова постоји велика разноликост у конструкцији и вегетацијским техникама подземних стамбених објеката..
- многе старе технике изградње подземних стамбених објеката успешно се и данас користе у Европи, Америци и Азији

Дефиниције, које су дате у тези, дискутоване су кроз преглед актуелних појмова везаних за подземну стамбену архитектуру. Објашњени су различити синоними, који се користе у стручној домаћој и страниј литератури, и, по први пут код нас, дефинисани су термини у вези са подземном архитектуром. Терминолошка детерминација је била увод за типологију.

Типологија, која је у раду предложена, представља синтезу више, већ постојећих типологија. Дијаграм приказује типологију подземних стамбених објеката; дефинисани су сви типови подземних стамбених објеката и направљена је упоредна анализа карактеристика између насутог и укопаног стамбеног објекта. Пракса показује резултате да су најисплативији насуте подземни објекти, који су, уједно, и најекономичнији.

Истражене су све **структуре подземних стамбених објеката** (сви типови кровних конструкција са вегетабилним структурама кроз опис и графички приказ). Посебно су описани елементи: вегетацијски слој, супстрат, филтер слој, дренажни и заштитни слој. Врсте биљног покривача за кровне вртове, које би биле карактеристичне за подручје Србије, нису разматране, јер то превазилази оквир тезе.

У оквиру **еколошке одрживости**, један од главних разлога за доношење одлуке о увођењу политике изградње подземних стамбених објеката у многим градовима је **управљање атмосферским падавинама**. Сматра се да је максимално 32% од укупне површине града под крововима, а од укупних непропусних површина у урбаним срединама, на кровне отпада 40-50% (Dunnett and Kingsbury, 2010).

Изградња подземних стамбених објеката у урбаним срединама последњих година све више добија на значају, посебно у контексту климатских промена. Поред тога што доприносе повећању укупне површине под вегетацијом, подземни стамбени објекти свакако умањују ефекат урбаних топлотних острва.

Као призната пасивна техника, у раду је закључено да је тип крова са средњим захтевима, полуекстензиван, најефикаснији тип кровног врта који може да оствари добар утицај током екстремних климатских услова, током целог лета.

Подземни стамбени објекти са зеленим крововима утичу на **формирање станишта и биодиверзитет**. Изградњом надземног објекта се непосредно уништавају природни екосистеми, физички нестаје биотоп – животно станиште, а посредно и биоценоза – животна заједница. Међутим, изградњом подземних стамбених објеката са зеленим кровним вртовима се стварају нова станишта, опонашањем кључних особина природног станишта на нивоу тла. Кровни вртови на подземним стамбеним објектима надокнађују природно станиште, стварајући секундарне биотопе. Постоје добри примери, који не само да надомешћују површину парцеле са природном вегетацијом на којој је изграђен објект, већ је и квантитативно надмашују.

Кровни вртови на подземним стамбеним објектима, због улоге биљака у редуковању угљен диоксида и продукцији кисеоника кроз процес фотосинтезе, доприносе **пречишћавању ваздуха** у урбаној средини. Вршени су експерименти на кровним вртовима и дошло се до резултата, да биљке задржавају fine честице прашине из ваздуха, до 2 kg/m² годишње (Pesk, Kuhn, 2003, стр. 9).

Иако екстензиван кровни врт има малу биомасу, он има потенцијал да ублажи емисију угљендиоксида у градовима, а интензивни кровни врт са бујном вегетацијом може остварити значајан допринос.

Доказано је да биљке и супстрат представљају значајне **звучне изолаторе** на кровном врту, јер имају способност апсорпције и одбијања звучних таласа. Резултати истраживања показују да супстрат дебљине 12 cm редукује буку за 40 dB, а супстрат дебљине 20 cm за 45 – 60 dB. Супстрат редукује ниже, а биљке блокирају више фреквенце (Pesk, Kuhn, 2003, стр. 9). Биљке, поготово на кровним вртовима, где је ветар честа појава, производе једноличну буку шуштањем лишћа, која „маскира“ околну буку, за додатних 5 dB.

Битан закључак је да су вегетабилни кровни системи, као део структуре подземних стамбених објеката, **отпорни на ватру** (Kohler, 2003). Влажна вегетација и супстрат на кровном врту сагорева спорије него материјали на конвенционалном крову. После серије експеримената, закључено је да је ризик од бензинског пожара 15-20 пута већи на сивим, голим, крововима, са постављеном битуменском хидроизолационом мембраном, него на екстензивним кровним вртovima са травом и панелима биљке Sedum.

У неким европским земљама попут Немачке из наведених разлога, врши се посредно субвенционисање изградње путем уштеда на осигурању које најчешће износи, 10-20% попушта на осигурање од пожара за инсталирање кровних вртова - подземних објеката за становање. (Breuning, 2008).

Према предвиђањима УН, очекује се да ће обим новоградње у следећих 50 година, бити раван укупном обиму свега изграђеног, од почетка цивилизације до данас. То ће, безикакве сумње, значити убрзани темпо и велику густину изградње.

У оквиру **економске одрживости**, доказано је да мембрана на конвенционалном равном крову није заштићена и често мора да буде замењена после 15-20 година. Данас, дизајнери планирају век за мембаране од 30 до 40 година на кровном врту. Биљке и супстрат снижавају температуру на кровном врту, тако да он постаје пријатније место за боравак, али и штити кровну мембрану од деградације, високих температура и ултравиолетног зрачења. **Економска функција** подземних стамбених објеката теже се квантификује јер је, углавном, посредно укључена ефикасност која је дугорочна, односно, поклапа се са трајањем објекта и тешко је мерљива. Пројектовани век кровног врта је 40 година, без обзира што има пуно примера са дупло дужијим стажом, а конвенционалног 15-20 година.

Конструкција подземних стамбених објеката, обично, подразумева веће почетне трошкове, али анализом његовог животног циклуса, открива се да се ти трошкови могу надокнадити: продужењем животног века крова, смањењем трошкова одржавања и поправки, смањењем трошкова хлађења и грејања, повећањем корисног простора, снижавањем локалних такси, и добијањем прилике да се искористити идеалан зелени простор на нивоу крова.

Цена кровног врта код насутих подземних стамбених објеката је 39% виша од конвенционалног крова приликом постављања. Али, ако урачунамо израчунате користи, уштеде, користећи енергетске процене, атмосферске процене и заштиту ваздуха, онда је нето постојећа вредност између 20,3 и 25,2% мања него нето постојећа вредност конвенционалног крова након 40 година (Clark, Jambeck, and Townsend, 2006).

Резултати ове анализе не треба да буду игнорисани од политичара, јер је показана права вредност и утицај на животну средину. Цена може бити додатно смањена за 5-20% путем директних подстицаја, који ће смањити трошкове у првој фази изградње (Clark, 2008, стр. 2155-2161).

Па ипак, може се закључити да еколошки бенефити неће наступити аутоматски. "Подземни стамбени објекти такође и сами могу бити носиоци стварања негативних еколошких утицаја уколико се недиволно пажње не посвећује ка одржавању зеленила на кровним конструкцијама, интегрисању система дренаже и одвода површинских вода" као и других еколошких превентивних поступања приликом њихове изградње и експлоатације. Искуства Америке као лидера у имплементацији подземних стамбених објеката и креирању политике, показала су да није довољно ослањати се само на добру вољу појединаца, већ је неопходно да власти уведу политику подземних стамбених објеката. Америчка искуства сугеришу: да закон пружа општи оквир за политику подземних стамбених објеката; да за доношење одлука о имплементацији подземних стамбених објеката, осим Закона о заштити природе, могућност дају Закон о изградњи, други закони и грађевински прописи, као и правилници о употреби грађевинских објеката; додатне обавезе утврђују се урбанистичким плановима и локацијским условима.

Анализирајући немачка искуства, закључује се да је неопходна државна политика која ће директно утицати на просторно планирање и која пружа комплексни асортиман подстицаја и услова. Циљ државне политике је да мотивише локално становништво да делује на покретање иницијативе за изградњу подземних стамбених објеката, на шта се може, првенствено, утицати подизањем свести грађана о еколошким и енергетским потенцијалима ових објеката.

Политика изградње подземних стамбених објеката мора имати за циљ доношење планова и дефинисање инструмената за њихову примену на градском или регионалном нивоу. Оваквим прописима омогућава се ефикасна имплементација подземних стамбених објеката; могуће је поспешити примену у одређеним деловима урбане средине у којој је најпотребнија примена адаптације, при чему се најефикаснија имплементација односи на нове грађевине, а обухвата и већ изграђене објекте.

Политика и програми подстицања изградње подземних стамбених објеката у свакој општини су *јединствени и примерени локалној клими, политичкој позицији, социјалним и еколошким условима, ресурсима*.

Пре избора политике имплементације подземних стамбених објеката, најважније је одредити циљ, или, најчешће, циљеве, односно, мотивациони разлог за подстицање изградње подземне стамбене архитектуре. Након тога, следи упит о томе да ли постоји посебан проблем и како би подземни стамбени објекти решили тај проблем. Процес имплементације подземних стамбених објеката се састоји из више фаза: упознавање, ангажовање заједнице, развој акционог плана и имплементација, техничка истраживања, развој програма и политике, стална побољшања.

Инструменти политике имплементације подземних стамбених објеката су проверени и простудирани на конкретним примерима из света, и то као тип насутих објеката и тип укопаних подземних стамбених објеката.

Критеријум за одабир типологије и приступа пројектовању је приказан кроз студије случајева које су пружиле увид у контекст у којем су ови пројекти настали, посебно у односу на карактер локације, функционални распоред просторија, конструктивни систем, приступ интегрисања у амбијент и употребу алтернативних извора енергије ради постизања максималног нивоа енергетске ефикасности објекта.

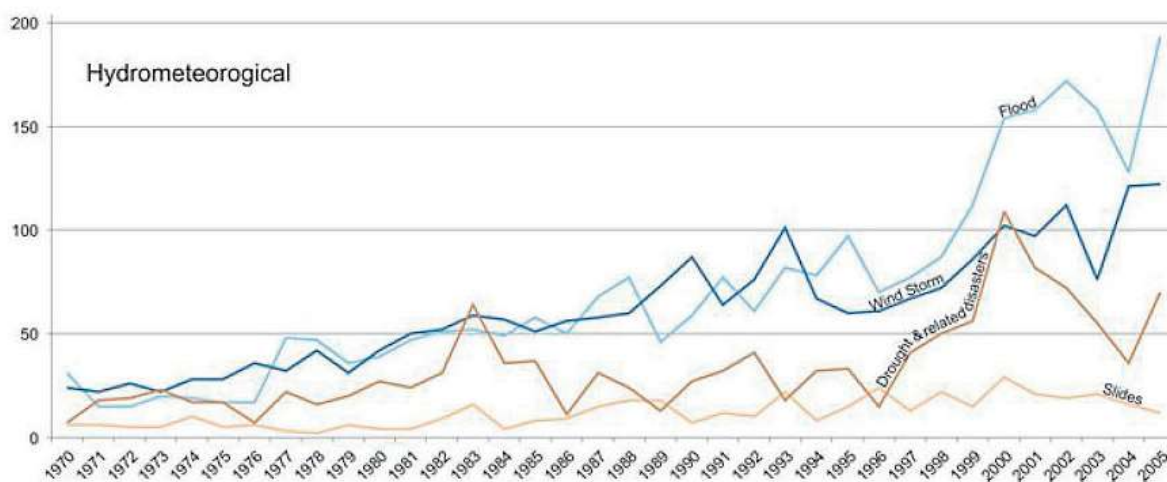
Студије случаја везане су за два основна типолошка облика: насуте и укопани тип објеката, који су представљени према следећим критеријумима: да су то примери који су водећи у имплементацији приступа пројектовању подземних стамбених објеката, да су у питању савремени примери као и да су у питању примери из различитих географских и климатских региона.

Поред студије случаја о политикама имплементације подземних стамбених објеката, презентована је и студија случаја изведеног подземног насутог стамбеног објекта у селу Добрача у општини Крагујевац. Један од мотива за истраживање, у оквиру тезе, произашао је из констатације да подземних објеката у Републици Србији има веома мало, односно, да су мало заступљени у урбанистичкој и пројектантској пракси, као што нема ни државне политике.

ПРЕПОРУКЕ

Подземни стамбени објекти као могући модел одбране од поплава

Посматрајући проблеме везане за венредне ситуације попут поплава као и карактера одбрамбених структура може се закључити да је први прстен одбране градова и насеља инфраструктура насипа поред река. Посам насипа и насутих структура се у том смислу може посматрати као могућа карика која недостаје како би се други прстен линије одбране појачао и то управо могућом изградњом насутих подземних стамбених објеката. Питање дистанце тог другог прстена у односу на речне насипе свакако мора бити предмет детаљнијих истраживања у односу на специфичности сваког насеља дуж речних корита.



Графикон 3. Хидрометеоролошки услови Хрватска, БЈР Македонија, Црна Гора и Србија

Регион Југоисточне Европе је регион који је "фреквентно изложен ризицима од природних катастрофа као што су поплаве, земљотреси, екстремне температуре, суше, епидемије, олује и пожари. Ове природне опасности изазивају штете које резултују људским и економским губицима."¹³⁴

Упркос томе што је готово немогуће повезати одређену природну катастрофу са климатским променама готово је свакако извесно да је број повећања природних катастрофа у вези са повећањем хидрометеоролошких и природних ризика.



Графикон 4 Ескалација природних непогода посебно у периоду од 1991.-2011.

¹³⁴ http://www.cuzs.org/files/regional_cva_synthesis_report.pdf

Интернационална теорија и пракса препознаје два основна вида борбе против поплава и то :¹³⁵

Тврди инжењерски захвати у које спадају :

- речни насипи
- речни зидови
- речни канали
- бране и резервоари
- водена складишта

Меки инжењерски захвати :

- упозорење за поплаве
- планирање са евидентирањем поплавних зона
- природни поплавни резервоари
- пошумљавање

Тврди инжењерски захвати у близини насеља углавном подразумевају израду насипа, израду зидова, или комбинације насипа и зидова као и израде уличних баријера за спречавање продора воде у градска језгра .



Сл.353. комбинација зид-насип



Сл.354. Насип - челик - насип

За разлику од меких инжењерских мера које се углавном односе на поступања у документационом смислу односно са интервенцијама ван насељених зона, тврди инжењерски захвати подразумевају конкретна поступања у зони изложеној поплавном таласу.



Сл.355. Покретни зид од метала као баријера

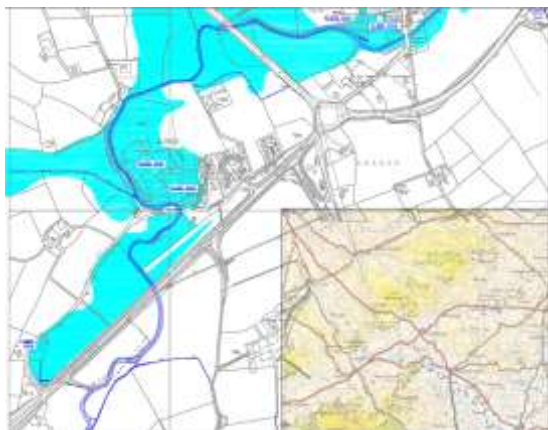


Сл.356. Озидани високи зид као баријера

¹³⁵ <https://www.rgs.org/NR/rdonlyres/368EA8FA-E036-482F-A186-C2BE32A01DD1/0/60sManagingFloodEventsHardEngineering.pdf> (11.08.2015.)

Пример тврних интервенција / непокретни заштитни зидови

Према Рикареду постоје две основне врсте зидова за одбрану од поплава. Они који су саставни део профила реке и они који су везани за одбрану од поплава али нису у саставу речног насипа, већ се граде као самостални објекти независно од речног корита. Насипи за заштиту од поплава су структуре направљене од земље, дизајниране тако да приме високе нивое вода у речним коритима. Најчешће су покривене зеленилом и имају и улогу заштите од ерозионих процеса.



Сл.357. Зона полавног таласа



Сл.358. Зона изградње барикадног зида

Изложена великим утицајем поплава у неколико последњих деценија Велика Британија предузима опсежне акције у превенцији како би се у случају непогода сачувала јавна, али и приватна имовина. Након утврђивања зона поплавних таласа, "многи јавни објекти, али и стамбено пословне зоне су приступили изради заштитних физичких баријера ради спречавања наредних изливања у зони у којој су такви акцеденти евидентирани".¹³⁶



Сл.359. Барикадни зид



Сл.360. Барикадни панели

¹³⁶ <http://www.engineersjournal.ie/wp-content/uploads/2016/01/aaflood-2.png> (11.08.2015.)

Осврт на поплаве у Србији 2014.

Циклон „Тамара“ захватио је подручје средње и југоисточне Европе 13. маја 2014. године. Простирао се на великој хоризонталној површини, вертикалне дебљине до 100 километара кроз целу тропосферу. Засићеност ваздушне масе била је око 100%, а влажност је повећавана захваљујући топлом ваздуху са југа и истока.



Сл.361. Обреновац ортофото



Сл.362. Обреновац ортофото са зонама које су поплавлјене снимак из 2014.

Обреновац је био најтеже погођен поплавама. Процењено је да је 90% насеља потопљено. Цело насеље од око 8700 становника је евакуисано.

Просторно планирање има значајну улогу у делу утврђивању постојећег стања функционисања простора а посебно као документација која дефинише будуће стратегије поступања са простором. У односу на тему питања заштите простора од великих вода у **Просторном плану општине Обреновац** (2013.), у поглављу 2.1.4. Воде и водно земљиште, у делу представљања постојећег стања и дефинисању даљих поступања стоји :

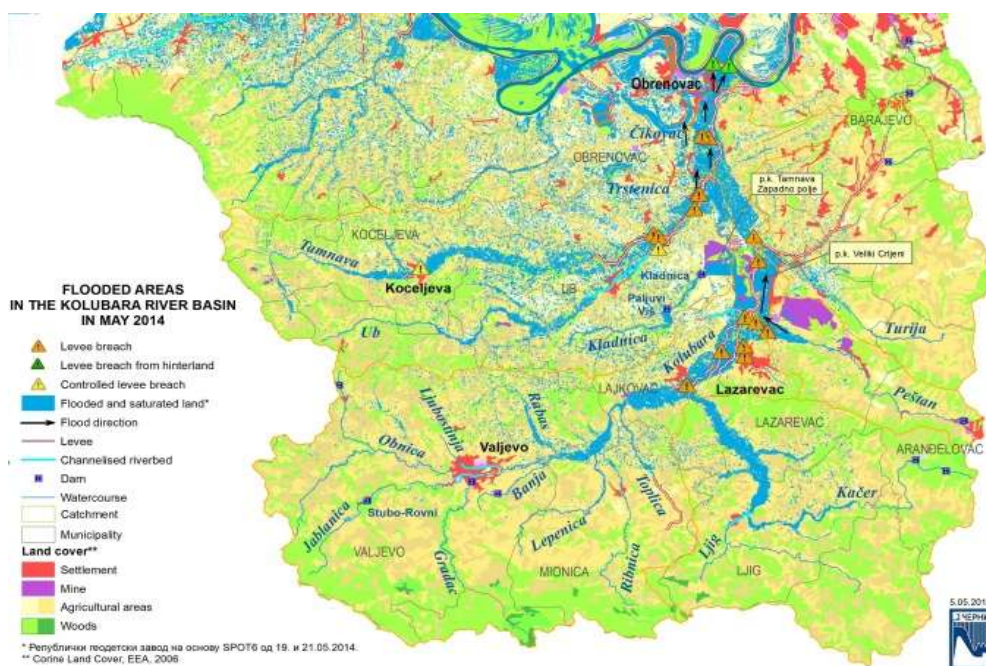
Заштита од поплава реке Саве

"Од високих вода Саве на десној обали равничарске зоне бране се насипима, од којих неки још нису задовољавајуће заштићене од поплава. Ти објекти немају довољну висину и треба да буду реконструисани."¹³⁷

После катастрофалних поплава током месеца јуна 2014 одржано је **Јавно слушање Одбора за заштиту животне средине Скупштине Србије** на тему : Методологија процене стања животне средине и отклањања привремене и трајне штете у животној средини проузроковане поплавама у Републици Србији, одржаном 5. јуна 2014. године.

На том слушању " Др Ратко Ристић, редовни професор, продекан за научно-истраживачки рад, са Катедре за бујице и ерозију на Шумарском факултету Универзитета у Београду, је истакао неопходност измене лоших одредаба Закона о водама из 2010. године, којим су водопривреди одузети сопствени приходи, који иду директно у буџет, одакле се не враћају за финансирање изградње објеката за заштиту од поплава, нити за инвестиционо одржавање постојећих објеката."¹³⁸

Поред тог несумњиво значајног односа према финансирању нове изградње и инвестиционог одржавања , у складу са завршетком израде " **Студије унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре** "(2015.) којом је руководила Др Марина Бабић Младеновић, у наредном периоду можемо очекивати и измену и допуну Просторног плана општине Обреновац. Приликом те измене могуће је приступити давању нових предлога за планирање простора везаних за инфраструктурне, односно грађевинске структуре које би ишле у правцу превентивног деловању по питању заштите насеља од великих вода у окружењу.



Сл.363. Извод из - Студије унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре

¹³⁷ Службени лист града Београда 21. јун 2013./ Број 30 страна 17

¹³⁸ <http://goo.gl/YZAn8m> (11.04.2016.)

Препоруке за превентивна поступања

Проучавајући типологију речних корита и односа према заштити од изливања река из корита, могу се свакако запазити два основна модела. Први у којем је река у природном кориту - речном профилу и други у којима је човек превентивно извршио одређене активности у правцу изградње насипа у правцу заштите од могућих акцеденталних ситуација у правцу изливања река из корита. Земљани насипи у том смислу имају значајну улогу у одбрани насељених места и обрадивих површина, али такође и као одбрана насеља која су у непосредној близини речних корита и обрадивих површина.



Сл.364. Пуцање насипа



Сл.365. Ојачавање насипа

У случајевима где не постоје насипи између речног корита и насеља, опасност за неконтролисано одвијање ситуације у великој мери увећава последице по човека и његову околину.

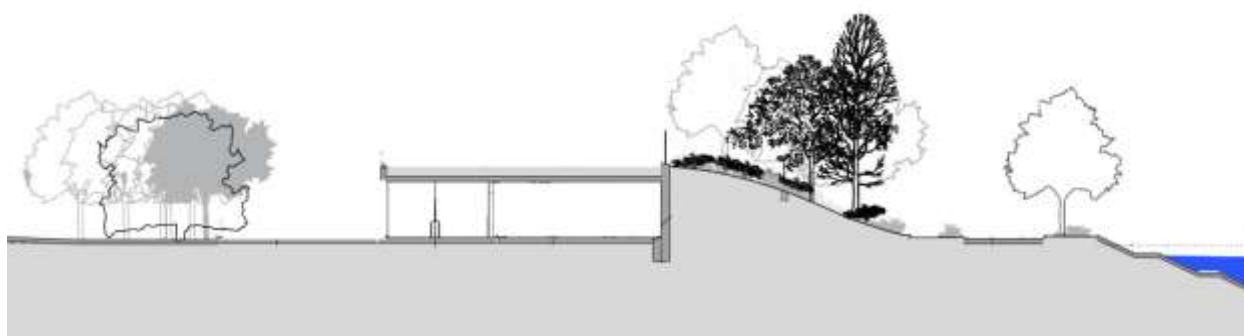


Сл.366. Обреновац поплављени делови насеља 2014.

На основу фотографије 366. се у случају овог дела насеља могу извући следећи закључци :

- поплазни талас нису спречили насипи који се налазе уз саму реку, већ се вода излила даље ка градским насељима
- висина поплавног таласа (на фотографији у прилогу) је у просеку до 4м и варирала је у зависности од конфигурације терена
- око самим насеља и у њему, није евидентирано постављање вештачких баријера за заустављање поплавног таласа

Подземна стамбена архитектура се свакако може посматрати и у контексту повећавања степена мултифункционалности подземних објеката насутог типа. Речни насипи и насути објекти свакако имају појам који је њихов заједнички именитељ, а то је насип. У теорији али и пракси, је присутна комбинација насипа и заштитних поплавних зидова, међутим комбинација насипа и стамбених објеката у функцији спречавања одбране од поплава до сада у пракси није евидентиран модел урбанистичког и архитектонског приступа за превентивно поступање за случајеве ванредних ситуација и спречавања продирања поплавних таласа ка централним деловима насеља.



Цртеж 1 - Подземни стамбени објекти као први прстен одбране за речна корита без насипа

Човек се вековима организује у правцу превентивних поступања против поплава, и она су до сада заснивала на формирању насипа или формирању зидова који би имали улогу физичке баријере са циљем спречавања продирање воде у насеља. Како се у случајевима изградње вештачких - земљаних насипа у претходним периодима дешавало да се они оштете, насути тип стамбених подземних објеката у тим ситуацијама могао одиграти значајну улогу као први или други степен одбране који би спречио да се изливена река из корита, нађе у ужој зони градских центара градова који се налазе у непосредном приобаљу река.



Цртеж 2 - Подземни стамбени објекти као други прстен одбране за речна корита са насипом

За разлику од инфраструктурних захвата у досадашњој теорији али и пракси, није било истраживања која су била везана за инструменте урбанистичког планирања као превентивне, изузев у правцу евидентирању поплавних зона у плановима, ради спречавања даље изградње. Забрана изградње у плановима, ипак нужно не спречава кретање водене масе у критичним ситуацијама.



Сл.367. Поплављени делови насеља Обреновац 2014.

Планирањем и изградњом линеарних блоковских низова стамбених насеља са типологијом насутих подземних стамбених објеката, у за то посебно планираним зонама насеља (у којима су евидентиране поплавне зоне мониторингом претходних акцедената), превентивно би се утицало на умањивање могућих последица наредних могућих природних непогоде уз истовремено решавање проблема са накнадом штете за објекте који су трајно девастирани у катастрофама.

У досадашњој пракси се дешавало да се после елементарних непогода - поплава, од стране државе и републичких фондова интервенише у правцу изградње кућа оштећених у поплавама али и да се при том занемаривала чињеница да ти објекти и даље остају у зони у којој се потенцијално може поновити иста ситуација. У том смислу препорука би била да држава поред рефундације новца за оштећене куће, покрене израду планова посебне намене за подручја која су била под утицајем катастрофалних поплава, са разматрањем интегрисања система линеарних подземних насутих стамбених објекта на правцима који би се дефинисали путем израде планске документације, чиме би се уз помоћ урбанистичко архитектонских инструмената и пројеката превентивно поступало у односу на могуће акцеденталне ситуације у будућности.

7.3. Нерешени проблеми

Планирање и развој подземних простора још увек нису достигли адекватан степен интегрисања у процесима изградње стамбених објеката. Разлози за то могу бити садржани свакако у недовољном нивоу препознавања могућности и бенефита, које подземни стамбени објекти нуде. Такође, разлози могу бити и опште прихваћена становишта, да надземни објекти привлаче далеко већу пажњу јавности за дискусије о могућностима изградње, посебно из аспекта архитектонског стваралаштва и дизајна за разлику од подземне архитектуре за коју се сматра да се своди искључиво на грађевинско инжењерски аспект изградње, са веома малим простором за креативно деловање архитектата као и да се консеквенце естетике најчешће не узимају у обзир приликом доношења било којег суда о таквим објектима.¹³⁹

Јавна перцепција подземне изградње је у том смислу под великим утицајем утилитарног дизајна који не промовише нити охрабрује подземну изградњу, изузев уколико се не ради о објектима јавне инфраструктуре. У том смислу надземна изградња је значајно више маркетиншки заступљена у медијима и то у толикој мери да је подземна изградња готово непримећена или веома мало заступљена у медијској промоцији изградње тог типа објектата.

Па ипак, несумњиво подземна изградња има вишестрико корисних својстава. Начин на који се таква изградња прихвата од стране јавности и промовише од стране њених промотера у будућности свакако мора бити предмет значајније пажње.

Како би се достигли одрежени жељени циљеви по питању планирања и изградње подземних објектата неопходно је :

Изградњу подземних стамбених објектата посматрати у правцу постизања стратешких циљева за заједницу и управу, а не да су они сами себи циљ.

Планирању и изградњи подземне стамбене архитектуре је потребно приступити са позиције тимског рада, у којем инжењери, архитекте и планери раде на заједничком пројекту у правцу производње објектата који несумњиво имају значајне утицаје на сам амбијент. Изградњу подземне стамбене архитектуре је потребно представити у правцу амбијенталних бенефита, пре него је представити као инжењерски захтевне подухвате. Поред амбијенталних карактеристика које се несумњиво везују за појам енергетски ефикасних објектата, подземну архитектуру је такође могуће усмеравати у правцу објектата који интегративно учествују у заштити читавих насеља од ванредних ситуација, у којима се поплаве и ерозије у данашње време показују као највећи противници цивилизацијских тековина под којима се изградња градова свакако убраја у један од најважнијих цивилизацијских успеха, у којима је упркос концентрацији вредности и технологија урбана средина угрожена пред вишом силом, која се као циклични ефекат стаклене баште појављује у све чешћим фреквентним круговима, и то више не као стогодишње, већ десетогодишње непогоде библијских размера. Локалне самоуправе ће у будуће имати значајну улогу у припреми планске документације, која ће могућност изградње подземних стамбених објектата у правцу изградње линеарних структурних коридора и прстенова, ставити у службу одбране насеља од ванредних ситуација, посебно када је реч о насељима која се налазе у зонама водотокова.

¹³⁹ John Kass / Da v id .Lees/ Underground space In the Urban Environment- Development and Use Planning the Underground/

Овај рад такође има за циљ утврђивање потребе за изменом законске регулативе у делу планирања и изградње, као и измену важећих Правилника и стандарда, који се у односу на ову тему, а који се сада не могу конкретно применити. Питање дефинисања цена такси за уређење грађевинског земљишта за овај тип објеката, наравно остаје једно од кључних питања које такође може афирмативно утицати на опредељење ка изградњи овог типа објекта.

Субвенционисање изградње подземних објеката које се односи како на појединачне објекте тако и на делове насеља на периферијама градова где је то могуће, представља могућност за посредно унапређење система изградње и коришћења енергетских ресурса државе.

Упркос чињеници да улагање у изградњу оваквих објеката захтева средства која су већа у односу на стандардну израду, ефекат утрошка новца за одржавање зграде у функцији у летњим и зимским периодима представља свакако проблем који се може посматрати као кључни посматрајући трајање објеката као стогодишње и обрт који је и на примерима изградње објеката у пракси у Србији приказан као педесетогодишњи циклус после којег је зграда практично саму себе исплатила у односу на конвенционалне системе грејања и хлађења, који би се у том периоду употребљавали. Субвенције од старне фондова и државе, за изградњу оваквих објеката свакако могу бити конкретна подршка за реализације ових несумњиво штедљивих објеката.

У Америци се истраживања али и суфинансирања изградње оваквих објеката спроводе још од 80- тих година прошлог века. Параметри које конкретно указују на потребу за дефинисањем регулативе за изградњу ових објеката су засноване на чињеницама које су мерљиве, и које указују на то да подземни стамбени објекти представљају куће са веома добрим перформансима енергије. Према бази података скупљених током поменутих истраживања, " може се рећи да су се куће покривене земљом показале са знатно бољим енергетским перформансама у односу на стандардне куће изнад површине земље. Тврдња да се потрошња енергије за куће овог типа може смањити до 75%, је доказана спроведеним истраживањима везаним за праћење параметара термалног фактора интегритета, који се у просеку за куће покривене земљом креће у износу од 28.40 KW/m² на дневном нивоу, док се исти параметар за традиционалну градњу изнад земље креће до 113.56 KW/m² ".¹⁴⁰

Када се статистика попут ове буде посматрала у светлу квалитативних иницијалних разлога, за промену читавог низа докумената везаних за област планирања и изградње, тада се свакако може очекивати и покретање масовније изградње подземне стамбене архитектуре, са једним од примарних циљева данашњице, а то је планирање и изградња појединачних објеката, али и читавих насеља, у којима се ова типологија становања свакако може примењивати у будућности, у стварању енергетски ефикасних насеља у Републици Србији.

Резултати спроведених истраживања потврдили су постављене хипотезе.

¹⁴⁰ R. L. Wendt / 1982 / Energy division earth-sheltered housing, an evaluation of energy - conservation potential / Department of energy / Office of Buildings Energy Research and Development Buildings Division / Страна 19

БИБЛИОГРАФИЈА**Подземни објекти и дизајн**

- Arian Mostaedi (2002) *Sustainable architecture: lowtech houses* : Carles Boto & Comera
- Charles G. Woods (1985) ; *The complete earth-sheltered house passive solar, low maintenance, low cost, modular design* : Van Nostrand Reinhold N.Y.
- Charles G. Woods (1984). *Natural architecture: 40 earth sheltered house designs* : Van Nostrand Reinhold Co.
- D. Lukić, (1987.) *Pravno-normativna regulativa u fazama projektovanja, građenja i održavanja podzemnih objekata*, Prvo savetovanje Podzemna izgradnja u Beogradu - potrebe, mogućnosti i perspektive, Beograd Knjiga 01, pp. 553-561, M63=0.5
- Etienne Grandjean (1973). *Ergonomics of the Home*: Taylor & Francis
- Gideon Golany (1992) *Chinese Earth-Sheltered Dwellings: Indigenous Lessons for Modern Urban Design* : University of Delaware Press
- Hazelle Jackson (2001) . *Shell Houses and Grottoes* : Shire Publications
- Joseph F. Kennedy , Michael Smith , Catherine Wanek (2001) . *The Art of Natural Building* : New Society Publishers
- John Carmody (1985) . *Earth Sheltered Housing Design*: Van Nostrand Reinhold Company
- John May 2010. *Buildings Without Architects: A Global Guide to Everyday Architecture* : Rizzoli
- Kenneth Labs (1976) *The architectural underground*: Pergamon Press
- Lester L. Boyer (1980), *Earth sheltered building design innovations: proceedings* : Oklahoma State University
- L.S. Chalmers , J.A Jones (1980). *Homes in the Earth* : Chronicle Books
- Loretta Hall (2004) *Underground Buildings: More Than Meets the Eye*: Linden Publishing
- Nader Khalili (1996) *Ceramic Houses and Earth Architecture: How to Build Your Own* : Cal Earth Press
- Robert McConkey (2011). *The Complete Guide to Building Affordable Earth-Sheltered Homes* : Atlantic Publishing Group Inc.
- Ray G. Scott (1983). *The Underground Home Answer Book* : McGraw-Hill/TAB Electronics
- Sydney Baggs, Joan Constance Baggs, David W. Baggs (1991.) *Australian Earth - Covered Building* : New South Wales University Press
- Stu Campbell (1980) . *The Underground House* : Storey Publishing, LLC

Подземни објекти и одрживост / екосистеми и енергетска ефикасност

- Carmody, J. and R. Sterling, (1984) "Design Considerations for Underground Buildings," *Underground Space*, Vol. 8, Nos. 5-6, pp. 352-362,
- Чолић Д. (1973), *Општа теорија животне средине – Екологија, ССАФ, Београд*,
- Fethi, H. (1988) *Natural Energy and Vernacular Architecture*, 2nd Edition, United Nations University, Tokyo, Japan, pp: 108-114.
- Hait J, (1983) *Passive Annual Heat Storage: Improving the Design of Earth Shelters*, Rocky Mountain Research Center
- Jodidio, P. (2009). *Green Architecture Now!* London: Taschen
- Luckett, K. (2009). *Green Roof Construction and Maintenance*. New York: McGraw Hill
- Khair-El-Din A. M, (1991) *Earth Sheltered Housing: An Approach to Energy Conservation in Hot Arid Areas Architecture and Planning Riyadh*.
- Raymond Sterling, Roger Aiken, John Carmody, (1980). "Earth Sheltered Housing" Code, Zoning, and Financing Issues United States. Dept. of Housing and Urban Development. Office of Policy Development and Research, University of Minnesota. Underground Space Center

Pucar, M. (2006). *Bioklimatska arhitektura, zastakljeni prostori i pasivni solarni sistemi*. Beograd: IAUS
 Ritterbush, Philip C. (1968) *The Art of Organic Forms*. Washington: Smithsonian Institution Press
 Moreland F.L, (1975) *An alternative to suburbia*, in: *Proceedings of the Conference on Alternatives in Energy Conservation: The Use of Earth-covered Buildings*, National Science Foundation, Fort Worth, TX,.
 Marcus Fairs 2009 *Green Design: Creative Sustainable Designs for the Twenty-first Century*: North Atlantic Books

Vujković, Lj. (1995). *Pejzažna arhitektura – planiranje i projektovanje*. Beograd: Šumarski fakultet
 Wann, David. (1990) *Bio Logic: Designing with Nature to Protect the Environment*. Boulder: Johnson Books

Подземни објекти у контексту развоја архитектуре

Alexander C.(1964), *Notes on syntesis form* , Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts
 Boric D., 1999. *Places that created time in the Danube Gorges and beyond*, c. 9000-5500 BC, *Documenta Praehistorica XXVI*: 41-70.
 Bogdanović 1998 – M. Bogdanović, *Prilog proučavanju neolitizacije kontinentalnog dela Balkanskog poluostrva*, u: N. Tasić (ur.) *Rad Dragoslava Srejovića na istraživanju praistorije Centralnog Balkana*, Kragujevac 1998, 61–74.
 Bule, E.L. (1999). *Arhitektura, Esej o umetnosti*. Beograd: Građevinska knjiga
 Бролин Б.(1985), *Архитектура у контексту Грађевинска књига*, Београд
 Davis S.(1977),
 Chang, Amos Ih Tiao. (1981) *The Tao of Architecture*. Princeton: Princeton Univ. Press
 Davis Sam (1977) *The form of housing* , Van Nostrand Reinhold Company, New York,
 Garasanin , M. 1982., *Umetnost na tlu Jugoslavije – praistorija*. Beograd: Izdavački zavod Jugoslavija
 John F. Hoffecker (2004) . *A Prehistory of the North: Human Settlement of the Higher Latitudes* :Rutgers University Press
 John Boardman ,I.E.S. Edwaeds,N.G.L.Hammond,E.Sollberger 1982. *The stone age in the Central Balkan area*, in *Cambridge Ancient History III*, Cambridge University Press.
 Jason F. McLennan (2004) *The Philosophy of Sustainable Design: The Future of Architecture* : Ecotone Publishing
 Lewcock Ronald,(1978) *“Traditional Architecture in Kuwait and the Northern Gulf”*, *Art and Archeology Research Papers* , London
 Маринковић-Узелац А. (1986), *Насеља ,градови,простор*, Техничка књига, Загреб
 Netsch W.(1969), *Form as process* , *Progressive Architecture*
 Перовић М.(1985), *Искусства прошлости*, Завод за планирање развоја града, Београд, 1985.
 Kurtović-Folić, N. (2001). *Razvoj arhitekture. Knjiga 1*, Arhitektonski fakultet Beograd
 Радовић Р.(1985), *Антологија кућа*, Грађевинска књига, Београд,
 Radovanović 1997 – I. Radovanović, *Mezolit I neolit Istočne Srbije*, u: M. Lazić (ur.) *Arheologija istočne Srbije*, Beograd, 55–70.
 Rudofsky, Bernard. (1964) *Architecture Without Architects*. New York: Museum of Modern Art
 Sakellariidou, I. (2001). *Mario Botta: Architectural Poetics*. London: Thames & Hudson
 Srejović 1969 – D. Srejović, *Lepenski Vir nova praistorijska kultura u podunavlju*, *Srpska književna zadruga*, Beograd.

ПОПИС дијаграма, табела, графона и цртежа

Дијаграм 1 Односа густине и површине просторија у подземног граду Кајмакли стр 42
<https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12609499/index.pdf> (19.08.2015.)

Дијаграм 2 топлотни губици по сезонама стр.77

Maja Staniec, Henryk Nowak/ Analysis of the energy performance of earth – sheltered houses with southern elevation exposed / Department of Civil Engineering, Wroclaw University of Technology/ Eleventh International IBPSA Conference ,Glasgow, Scotland July 27-30, 2009

Дијаграм 3 статистички подаци о емитерима ЦО2 на интернационалном нивоу стр 108
<http://www.economist.com/blogs/graphicdetail/2015/08/daily-chart-down-under-and-dirty> (8.03.2016.)

Дијаграм 4 Средње температуре ваздуха по месецима Рудник стр 175.
 Група аутора / Стратешки мастер план одрживог развоја планине Рудник од 2014. до 2024.године / Универзитет у Крагујевцу / 2014.

Табела 1 Однос подземних објеката и коефицијент топлотне отпорности. стр.78
 Environmental impact assessment and thermal performances of modern earth sheltered houses , Sebastian George Maxineasa, Isabela Maria Simion, Mihai Budescu, Maria Gavrilescu /2014/ Environmental engineering and management journal

Табела 2. Однос подземних објеката и коефицијент топлотне отпорности стр.78
<http://www.intechopen.com/books/energy-conservation/earth-shelters-a-review-of-energy-conservation-properties-in-earth-sheltered-housing> (12.06.2015.)

Табела 3. Степен ефикасности у односу на типологију објекта стр.79
<http://www.intechopen.com/books/energy-conservation/earth-shelters-a-review-of-energy-conservation-properties-in-earth-sheltered-housing> (12.06.2015.)

Табела 4. Однос промена спољашње и унутрашње температуре стр.80
<http://www.intechopen.com/books/energy-conservation/earth-shelters-a-review-of-energy-conservation-properties-in-earth-sheltered-housing> (12.06.2015.)

Табела 5. Однос потрошње енергије, надземни у односу на подземне објекте стр.80
<http://www.intechopen.com/books/energy-conservation/earth-shelters-a-review-of-energy-conservation-properties-in-earth-sheltered-housing> (12.06.2015.)

Табела 6. Однос класификације звезда према потрошње енергије на годишњем нивоу стр 109
<http://www.elgas.com.au/blog/450-star-ratings-for-gas-hot-water-heater-systems>

Графикон 1 Однос коришћења соларних система за загревање на интернационалном нивоу стр 110
<https://www.iea-shc.org/data/sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2015.pdf> (8.03.2016.)

Графикон 2. Климатске зоне Аустралија стр 112
http://www.cuzs.org/files/regional_cva_synthesis_report.pdf (12.06.2015.)

Графикон 3. хидрометеоролошки услови Хрватска, БЈР Македонија, Црна Гора и Србија стр 186
http://www.cuzs.org/files/regional_cva_synthesis_report.pdf

Графикон 4 . Ескалација природних непогода посебно у периоду од 1991 -2011. стр 186
http://www.cuzs.org/files/regional_cva_synthesis_report.pdf

Цртеж 1 - стр 192
 Аутор графикана докторанд
 подземни стамбени објекти као први прстен одбране за речна корита без насипа

Цртеж 2 - стр 192
 Аутор графикана докторанд
 Реке са вештачким насипима и другим степеном одбране - блоковским линеарним низом подземних стамбених објеката

ПОПИС И ПОРЕКЛО ИЛУСТРАЦИЈА

Сл.1.(стр 6) Миграције рода *Homo* пре 10.000 година

Извор:

http://catalogue.pearsoned.ca/assets/hip/us/hip_us_pearsonhighered/samplechapter/0205659586.pdf (11.04.2015)

Сл.2.(стр 7) Осликана пећина Алтамира, Шпанија

Извор:

<http://www.eldiariomontanes.es/noticias/201503/30/media/cortadas/altamira--575x305.jpg> (7.05.2015)

Сл.3.(стр 8) Мапа локација пећинских структура у Медитерану

Извор:

Nuno Bicho, Antonio F. Carvalho, Cesar Gonz´alez-Sainz, Jose Luis Sanchidri´an, Valent´in Villaverde, and Lawrence G. Straus/ 2007/ The Upper Paleolithic Rock Art of Iberia / Journal of Archaeological Method and Theory, Vol. 14, No. 1 стр.7

Сл.4.(стр 8) Горњи Палеолит, кантабријански регион у Шпанији

Извор:

http://www.creap.fr/pdfs/Bicho_et_al_Paleo-RA-Iberia-JAMT07.pdf (18.04.2015)

Сл. 5.(стр, 9) Насеље Скара Бре на западној обали острва Мејнленд , Шкотски архипелаг Оркни, Велика Британија

Извор:

<http://www.solaripedia.com/images/large/5982.jpg> (11.07.2015)

Сл.6 (стр, 9) Укопани објекти Скара Бре

Извор:

https://simple.wikipedia.org/wiki/Skara_Brae#/media/File:Skara_Brae_passageway.jpg (11.02.2016)

Сл.7. (стр, 9) Реконструкција одвијања свакодневног живота

Извор:

<http://www.decoratum.com/blog/wp-content/uploads/2011/11/Stone-Age-Dresser-2.jpg> (15.03.2016)

Сл.8. (стр, 9) Првобитна локација станишта Лепенски Вир

Извор:

<http://www.narodnimuzej.rs/images/Svetilista-Lepenskog-Vira.-Arheolosko-iskopavanje-1968-copy.jpg> (15.08.2016)

Сл.9. (стр, 10) Распоред кућа, археолошко - урбанистички план Лепенски вир

Извор:

<http://www.donsmaps.com/images7/bonsalldateslepenskimap2.gif> (15.08.2015)

Сл.10.(стр, 10) Реконструкција изгледа куће

Извор:

<http://www.kenes.com/ises.abstracts/htm/Image273.gif> (11.01.2013)

Сл.11.(стр, 10) Основа са односима и пропорцијама

Извор:

<http://www.kenes.com/ises.abstracts/htm/Image273.gif> (22.06.2015.)
(11.01.2013)

Сл.12 .(стр, 11) Неолитски локалитети на територији Обреновца

Извор:

Адам Н. Црнобрња / 2009 / Неолитско насеље на Црквинама у Стублинама – истраживања 2008. године, Београд, Музеј града Београда 22 стр. (24.06.2015.)

Сл.13. .(стр, 12) Композитни технички снимак археолошких целина са приказом распореда земуница

Извор:

Мирослав Марић / 2013 / Балканолошки Институт САНУ /Заштитна археолошка истраживања на локалитету јарчиште 1 / Резултати нових археолошких истраживања у северозападној Србији и суседним територијама, ур. В. Филиповић, Р. Арсић, Д. Антоновић, Београд: Српско археолошкодруштво; Ваљево: Завод за заштиту споменика културе, стр 19, 20 (25.06.2015.)

Сл.14.(стр, 12) Различити облици земуница старчевачке културе

Извор:

Мирослав Марић / 2013 / Балканолошки Институт САНУ /Заштитна археолошка истраживања на локалитету јаричиште 1 / Резултати нових археолошких истраживања у северозападној Србији и суседним територијама, ур. В. Филиповић, Р. Арсић, Д. Антоновић, Београд: Српско археолошкодруштво; Ваљево: Завод за заштиту споменика културе, стр 19, 20 (25.06.2015.)

Сл.15.(стр, 13) Реконструкција куће Татеана Јуко, Јапан

Извор:

<http://planetyze.com/en/japan/saga/yoshinogari-historical-park> (12.09.2015.)

Сл.16.(стр, 13) Аксонометрија куће Татеана Јуко, Јапан

Извор:

<http://goshono-iseki.com/wordpress/wp-content/uploads/2013/08/3.-Reconstruction-of-a-Jomon-Period-Sod-Roof-Pit-HousePDF1.49MB.pdf> (12.09.2015.)

Сл.17.(стр, 13) Унутрашњост куће Татеана Јуко, Јапан

Извор:

http://jnk4.info/www/digi-gazou/sozai/12/jpg/12_0191w.jpg (12.09.2015.)

Сл.18. (стр, 14) Реконструкција куће из гвозденог доба Кренбор источни Дорсет, Енглеска, Велика Британија

Извор:

<https://pryorfrancis.files.wordpress.com/2012/10/turf-round-building.jpg> (20.09.2015.)

Сл.19. (стр, 14) 3д модел реконструкција

Извор:

https://usercontent1.hubstatic.com/8408806_f520.jpg (20.09.2015.)

Сл.20. (стр.14) Изведен објект реконструкција

Извор:

http://www.fotothing.com/photos/346/3469d233f78242e32cd38d94d7f8a3f6_369.jpg (20.09.2015.)

Сл.21.(стр.15) Меиманд село троглодита, Иран

Извор:

<http://www.heritageinstitute.com/zoroastrianism/images/maymand/village1.jpg> (02.10.2015.)

Сл.22.(стр. 15) Изглед дела села испред стена

Извор:

<http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2010/08/underground-cave-homes-9.jpg> (02.10.2015.)

Сл.23.(стр. 15) Уређена подземна станишта

Извор:

<http://www.heritageinstitute.com/zoroastrianism/images/maymand/interior.jpg> (02.10.2015.)

Сл.24.(стр.16) Реконструисане Мандан укопане куће, Форт Абрахам Линколн, Национални Парк, Северна Дакота

Извор:

http://www.trailsandtreasures.com/images/North%20Dakota/Ft%20Abraham%20Lincoln/168-6888_IMG.JPG (18.10.2015.)

Сл.25.(стр.16) Модел куће Рони индијанаца

Извор:

<http://lostworlds.org/wordpress/wp-content/uploads/2011/02/pawnee-earthlodge-model.jpg> (18.10.2015.)

Сл. 26.(стр.16) Аутентична фотографија, ескимима испред куће друга половина XIX века

Извор:

<http://plainshumanities.unl.edu/encyclopedia/figures/300/egp.arc.020.jpg> (18.10.2015.)

Сл. 27.(стр.17) Реконструкција индијанске подземне куће из племена Чинук ,САД

Извор:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/600x315/a6/a3/90/a6a390423fc91280dad2b48b103c2e91.jpg> (18.10.2015.)

Сл. 28. (стр.17) Аксонометрија куће Меса Верде, Колорадо,САД

Извор:

https://www.nps.gov/parkhistory/online_books/archeology/2/images/plate30.jpg (18.10.2015.)

Сл. 29. (стр.17) Реконструкција куће Меса Верде

Извор:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Mesa_Verde_National_Park_Early_Kiva_2006_09_12.jpg (19.10.2015.)

Сл.30 (стр.18) Кашги кућа, у којој је било смештено више породица , Западна обала Аљаске, САД

Извор:

Molly Lee and Gregory A. Reinhardt ; foreword by Andrew Tooyak, Jr./ 2003 / Eskimo architecture : dwelling and structure in the early historic period / University of Alaska Press , стр 128

Сл.31 (стр.18) Летњи период ,ескимска кућа

Извор:

Molly Lee and Gregory A. Reinhardt ; foreword by Andrew Tooyak, Jr./ 2003 / Eskimo architecture : dwelling and structure in the early historic period / University of Alaska Press, стр 37

Сл.32 (стр.18) Зимски период, игло као помоћни објект

Извор:

Molly Lee and Gregory A. Reinhardt ; foreword by Andrew Tooyak, Jr./ 2003 / Eskimo architecture : dwelling and structure in the early historic period / University of Alaska Press, стр 37

Сл. 33.(стр.19) Куће покривене слојем земље и бусењем траве, Келдур фарма, Исланд

Извор:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Iceland_Keldur_Earth_covered_homes.JPG (26.10.2015.)

Сл. 34.(стр.19) Пример куће у Келдуру 1

Извор:

http://www.gertenbach.info/images/Reise/reise_10_Island/2010_Island_0926_Keldur_30.08.JPG (26.10.2015.)

Сл. 35.(стр.19) Пример куће у Келдуру 2

Извор:

http://www.gertenbach.info/images/Reise/reise_10_Island/2010_Island_0923_Keldur_30.08.JPG (26.10.2015.)

Сл. 36.(стр.20) Подземни стамбени објекти у Матмати, Була регија, Тунис

Извор:

http://2.bp.blogspot.com/-VPqQUbglddA/VAMiOSpuyrI/AAAAAAAAHd4/iuwkm1RIAwM/s1600/Matmata_Trogoldyte_House_in_Tunisia-011.jpg (27.10.2015.)

Сл. 37.(стр.20) Унутрашњост куће

Извор:

<http://mz-mz.net/wp-content/up/61309.jpg> (27.10.2015.)

Сл. 38.(стр.20) Изглед испред улаза у објект

Извор:

https://t2.ftcdn.net/jpg/01/02/09/33/240_F_102093345_fMgYYuXzrsu8w99bWYefCTcMH9eQTLyy.jpg (27.10.2015.)

Сл. 39.(стр.21) Пећинске насеобине са манастиром, Вардзиа, Грузија

Извор:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/Panorama_Wardzia.jpg (1.11.2015.)

Сл. 40.(стр.21) Изглед пећинских подземних објеката 1

Извор:

<http://cdn.tourisontheedge.com/wp-content/uploads/2012/05/Vardzia-Georgia-2.jpg> (1.11.2015.)

Сл. 41.(стр.21) Изглед пећинских подземних објеката 2

Извор:

http://bookvachka.org.ua/photos/vardzia/vardzia_1.jpg (1.11.2015.)

Сл. 42. (стр.22) Меса Верде, литица са полу- укопаним објектима испод стене

Извор:

<https://cdn-co.milespartnership.com/sites/default/master/files/Mesa-Verde-Cliff-Palace.jpg> (9.11.2015.)

Сл. 43.(стр.23) Подземни град, Кападокија, Турска

Извор:

<http://xubux.com/upload/000/u1/010/92450db1.jpg> (9.11.2015.)

Сл. 44.(стр.23) Унутрашњост подземних стамбених објеката, Кападокија, Турска

Извор:

<http://www.turkeyculturaltour.com/resim/image/Cappadocia%20underground%20Cities%2023.jpg> Сл. pg (9.11.2015.)

Сл. 45.(стр.24) Град под стеном, Мали, Африка

Извор:

http://worldheritage.si.edu/assets/img/bandiagara/Mali_West-Afrika_jan.febr._2008.jpg (15.11.2015.)

Сл. 46.(стр.24) Изглед објеката 1, Мали, Африка

Извор:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ae/Landscape_Dogon_Mali.png (15.11.2015.)

Сл. 47.(стр.24) Изглед објеката 2, Мали, Африка

Извор:

<http://www.wondermondo.com/Images/Africa/Mali/Mopti/Teli.jpg> (15.11.2015.)

Сл. 48.(стр.25) Село подземних објеката, Шанкси, Кина

Извор:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/0e/89/b0/0e89b04d655e89ce57bb32d7b07374a0.jpg> (21.11.2015.)

Сл. 49.(стр.25) Унутрашње двориште јаодонг

Извор:

<http://www.channelnewsasia.com/blob/2440834/1453264158000/cave-home-768-data.jpg> (21.11.2015.)

Сл. 50.(стр.25) Изглед укопаних објеката Шанкси, Кина

Извор:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Yanan_Shaanxi_maoist_city_IMG_8475.JPG (21.11.2015.)

Сл. 51.(стр.25) Унутрашњи изглед једне стамбене јединице

Извор:

<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/40549.pdf> (21.11.2015.)

Сл. 52.(стр.26) Изглед села Кандован, Иран

Извор:

<http://www.heritageinstitute.com/zoroastrianism/images/kandovan/FlickrBasheem.jpg> (3.12.2015.)

Сл. 53.(стр.26) Детаљ улаза 1, Кандован

Извор:

<http://i43.tinypic.com/j7q8zt.jpg> (3.12.2015.)

Сл. 54. (стр.26) Детаљ улаза 2, Кандован

Извор:

<http://cdn.yomadic.com/wp-content/uploads/kandovan-iran-cave-houses.jpg?a5f3a9>
http://2.bp.blogspot.com/-KeMBUf1Akdw/Tg4CafQ6C9I/AAAAAAAAABfM/-AVUDo_9c08/s1600/www.masticlub.com-tourism-Kandovan+Village%252C+East+Azarbaijan%252C+Iran1.jpg (3.12.2015.)

- Сл. 55. (стр.27) Изглед дела града са подземним објектима, Кубер Педи, Аустралија
Извор:
<http://www.grumpytraveller.com/wp-content/uploads/2013/03/Coober-Pedy-skyline.jpg> (13.12.2015.)
- Сл. 56.(стр.27) Улаз у подземни објекат Кубер Педи, Аустралија
Извор:
<https://www.familycapers.com.au/wp-content/uploads/2014/06/Coober-Pedy.png> (13.12.2015.)
- Сл.57.(стр.27) Унутрашњост подземног објекта Кубер Педи, Аустралија
Извор:
<http://www.desertcave.com.au/images/data/gallery/large/UndergorundroomNoWindows.jpg> (13.12.2015.)
- Сл.58. (стр.28) Улица испод стене , Сетенил де ла Бодегас, Шпанија
Извор:
https://pp.vk.me/c306607/v306607360/55e3/h04Qo2VKI_o.jpg (17.12.2015.)
- Сл. 59. (стр.28) Фасада улице испод литице 1
Извор:
<http://www.laotraruta.net/wp-content/uploads/2014/09/setenil-de-las-bodegas-1.jpg> (17.12.2015.)
- Сл.60.(стр.28) Фасада улице испод литице 2
Извор:
http://www.cong1.com/wp-content/uploads/2013/08/big_spain_082_setenil_de_las_bodegas_10.jpg (17.12.2015.)
- Сл. 61.(стр.29) Подземни полу-укопани стамбени објекти, Оиа, Санторини, Грчка
Извор:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/Santorini_07_02_09_0808.jpg (10.12.2015.)
- Сл.62.(стр.29) Унутрашњост куће Оиа
Извор:
http://turoboz.ru/cmsdb/article_images/images/Perivolos%20Hotel%203.jpg (10.12.2015.)
- Сл.63. (стр.29) Улаз у кућу Оиа
Извор:
<http://www.interiordesignarticle.com/wp-content/uploads/2014/03/traditional-cave-house-in-santorini.jpg> (10.12.2015.)
- сл.64.(стр.30) Подземни град Зион - сцена из филма Матрикс
Извор:
http://static.planetminecraft.com/files/resource_media/screenshot/1422/viewzion.jpg (10.05.2015.)
- Сл.65. (стр.30) Напуштени рудник Мир
<http://www.evolu.us/architecture/eco-city-inside-a-one-kilometer-crater-in-siberia/> (10.03.2015.)
- Сл.66. (стр.30) Еко-град 3д модел пресек
Извор:
<http://www.evolu.us/architecture/eco-city-inside-a-one-kilometer-crater-in-siberia/>(10.03.2015.)
- Сл.67.(стр.30) Еко-град 3д модел купола
Извор:
<http://www.evolu.us/architecture/eco-city-inside-a-one-kilometer-crater-in-siberia/> (10.03.2015.)
- Сл.68.(стр.31) Полу-укопане " Умали куће ", Танзанија
Извор:
http://homepages.wmich.edu/~bstraigh/eastafrica/ntanzania/ntanzania_arch/arusha_arch05.html (17.05.2015.)
- Сл.69.(стр.31) Унутрашњост Умали куће
Извор:
<https://www.flickr.com/photos/11029015@N05/2604469759/> (10.04.2015.)
- Сл.70. (стр.31) Изглед Умали куће
Извор:
http://www.africatopguidetour.com/images/gallery/iraqw_traditional_house.jpg (10.04.2015.)

Сл.71 (стр.32) Реконструкција бурдељ куће - изглед

Сл.72 (стр.32) Реконструкција бурдељ куће - пресек

Извор Сл.71,Сл.72 :

Zbigniew Kobylinski /1997/ Settlement structures in Central Europe at the beginning of the Middle Ages 97-114
Origins of Central Europe, ed. P. Urbanczyk Warsaw/ стр 101

Сл.73.(стр.32) Изглед бурдељ куће, Украјина

Извор:

https://en.wikipedia.org/wiki/Ukrainian_Cultural_Heritage_Village#/media/File:Sod_House_at_Ukrainian_Cultural_Heritage_Village_Alberta.jpg (15.05.2015.)

Сл.74. (стр.33) Фестус - унутрашњост куће 1

Извор:

<http://assets.inhabitat.com/files/2010/03/cavehome-ed07.jpg> (1.06.2015.)

Сл.75.(стр.33) Фестус - унутрашњост куће 2

Извор:

https://urbanscrawldc.files.wordpress.com/2014/06/cave-house_46893636.jpg (1.06.2015.)

Сл.76. (стр.33) Изглед - постојеће стање Фестус, Мисоури, САД

Извор:

<https://img.buzzfeed.com/buzzfeed-static/static/enhanced/webdr06/2013/3/29/12/enhanced-buzz-wide-20623-1364574461-2.jpg> (1.06.2015.)

Сл.77 (стр.34) Изглед Дина куће, Флорида, САД

Извор:

<http://jacksonville.com/sites/default/files/imagecache/superphoto/11021896.jpg> (11.09.2015.)

Сл.78 (стр.34) Изглед куће поглед ка мору

Извор:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/29/6f/50/296f50a39979c78d096b0fe12e448984.jpg> (11.09.2015.)

Сл.79 (стр.34) Изглед улаза у Дина кућу

Извор:

https://cdn0.vox-cdn.com/thumbor/J9YviHwaWR7xxjAw7mIkziMOne4=/0x600/cdn0.vox-cdn.com/uploads/chorus_asset/file/5644687/6198619174_71b05d8345_o.0.jpg (11.09.2015.)

Сл.80 (стр.35) Унутрашњост куће подморнице 1

Извор:

<http://www.stuff.co.nz/life-style/2765028/Is-this-the-ultimate-male-playroom> (15.05.2015.)

Сл.81(стр.35) Унутрашњост куће подморнице 2

Извор:

<http://www.stuff.co.nz/life-style/2765028/Is-this-the-ultimate-male-playroom> (17.05.2015.)

Сл.82 (стр.35) Унутрашњост куће подморнице 2 са персикопом који је у употреби

Извор:

<http://www.stuff.co.nz/life-style/2765028/Is-this-the-ultimate-male-playroom> (17.05.2015.)

Сл.83. (стр.36) Подземни стамбени објекти Матамата, Хобитон, Нови Зеланд

Извор:

https://lasaventurasderuvik.files.wordpress.com/2015/01/img_3655_rec.jpg (18.09.2015.)

Сл.84.(стр.36) Изглед улаза у кућу Хобитон

Извор:

http://farm1.nzstatic.com/_proxy/imageproxy_1y/serve/hobbiton-movie-set.jpg?height=440&outputformat=jpg&quality=75&source=1254009&transformationsystem=crop&width=1280&securitytoken=A0C6D869B523CF174AA16E2BC913B8D8 (18.09.2015.)

Сл.85. (стр.36) Унутрашњост куће Хобитон

Извор:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/17/16/2a/17162a7a7d74aa74565013bb81dcd46b.jpg> (18.09.2015.)

Сл.86.(стр.37) Горња испосница Светог Саве, планина Чемерно

Извор:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Isposnica_Svetog_Save_01.jpg (22.02.2016.)

Сл.87.(стр.38) Испосница у манастиру Дечани

Извор:

<http://spomenicikulture.mi.sanu.ac.rs/spomenik.php?id=53> (23.02.2016.)

Сл.88.(стр.38) Испосница Светог Петра Коришког

Извор:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Saint_Peter_Kori%C5%A1ki_Hermitage.JPG (23.02.2016.)

Сл.89. (стр.38) Зосимова испосница код Голупца, манастир Лепавина

Извор:

<http://www.panacomp.net/wp-content/uploads/2015/10/isposnica-svetog-zosima-tumanskog.jpg?2acb77> (23.02.2016.)

Сл.90.(стр.39) Подземне куће у Срему (гравира из XVIII века)

Извор:

<http://www.prvisvetskirat.rs/prolog/balkan-i-juznoslovenske-zemlje/tipovi-kuca-brvnare/> (28.02.2016.)

Сл.91.(стр.39) Канзас (гравира из XVIII века)

Извор:

<http://www.prvisvetskirat.rs/prolog/balkan-i-juznoslovenske-zemlje/tipovi-kuca-brvnare/> (28.02.2016.)

Сл.92.(стр.41) Улаз у подземни део, Кносос, Крит, Грчка

Извор:

http://www.systemj25.net/Athens_Rome_Cruise/Port_Heraklion/Knossos_10_Palace_Stairway.jpg (2.03.2016.)

Сл.93..(стр.41) Подземни део палате у Кнососу

Извор:

<https://classconnection.s3.amazonaws.com/1875/flashcards/714308/jpg/palace-of-knossos4.jpg> (2.03.2016.)

Сл.94. (стр.42) Хоризонталне комуникације Кајмакли, Турска

Извор:

<http://static.leblog.com.br.s3.amazonaws.com/wordpress/wp-content/uploads/2013/08/capadocia.jpg> (4.04.2016.)

Сл.95.(стр.42) Вертикалне комуникације Кајмакли

Извор:

http://pomegranatesandgrapes.com/wp-content/uploads/2015/02/Derinkuyu_Underground_City_Deep-ventilation-well-in-Derinkuyu-Underground-City-en.wikipedia.org_.jpg (4.04.2016.)

Сл.96. (стр.43) Низови укопаних стамбени објекти у терен, Лијишан, Кина

Извор:

<http://english.cri.cn/mmsource/images/2014/06/23/bb1502e871e0413fa034cfe323e9d9bb.jpg> (6.04.2016.)

Сл.97. (стр.44) Бункер адаптиран у подземни стамбени објект, Холандија

Сл.98. (стр.44) Бункер ентеријер соба

Сл.99. (стр.44) Кухиња и трпезарија

Извор Сл.97., Сл.98.,Сл.99. :

<http://www.trendir.com/tiny-war-bunker-makes-unique-underground-home-1/> (16.04.2016.)

Сл.100.(стр.45) Вишенаненски комерцијални центар,Вулкано буоно, Нола, Италија

Извор:

<http://www.rpbw.com/files/3c4f7b5a7795d0bb5b187e320689bcd17d8deca0.jpg> (18.04.2016.)

Сл.101.(стр.45) Ева кампус- универзитетски комплекс, Јужна Кореја

Извор:

http://c1038.r38.cf3.rackcdn.com/group1/building1573/media/gamw_1334841406ufe0805extam111000x739.jpg (18.04.2016.)

Сл.102.(стр.46) Хотелски комплекс Ронер, Бад Блумау, Аустрија

Извор:

http://www.blumau.com/uploads/tx_rognercontent/Rogner_Bad_Blumau_Vogelperspektive.jpg (23.05.2016.)

сл.103.(стр.46) Детаљи зеленог крова

Извор:

http://www.gardenvisit.com/blog/wp-content/uploads/2009/10/img_2290.jpg (23.02.2016.)

Сл.104.(стр.46) Уклапање објеката у амбијент

Извор:

https://c2.staticflickr.com/4/3120/2313626967_a297d8fdb5_z.jpg?zz=1(22.02.2016.)

Сл.105.(стр.47) Вила Валс, Валс, Швајцарска

Извор:

http://api.ning.com/files/qXMrpaDW2JsQ*s2VOsfENoR8OXEzYZGUrBjfDuBIYsQiHA38P4RIZTCoQN8gwwggrLTE13t26vut0m4oFjQrUaBz93D*3fJP/VillaVars111150x766.jpg (07.06.2015.)

Сл.106.(стр.47) Тераса Вила Валс

Извор:

<http://enpundit.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2012/04/villa-vals-switzerland-hill-house.jpg> (07.06.2015.)

Сл.107.(стр.48) . Део стамбеног насеља под земљом Параме, Свети Мало, Француска

Извор:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/4e/c9/bf/4ec9bf3f20c8e5360d9abc1fb7862163.jpg> (11.06.2015.)

Сл.108. (стр.49) Сутерен, Оркни , Шкотска, Велика Британија

http://www.megalithic.co.uk/a558/a312/gallery/scotland/Orkney/Rennibister_Earth_House__Souterrain_1.jpg (15.06.2015.)

Сл.109.(стр.49) Свети Килда, Шкотска, Велика Британија

Извор:

<http://www.kilda.org.uk/images/waylife1.jpg> (15.06.2015.)

Сл.110. (стр.50) Чуфут Кале, Бакчисарај, Крим

Извор:

<http://1.bp.blogspot.com/-adJe-MLHvK8/Tbpudvff3AI/AAAAAAAAACTY/2sUBQwVZh5I/s1600/crimea+-+snac+-+odessa+095.jpg> (22.06.2015.)

Сл.111. (стр.50) Коахулџа пустиња, Мексико

Извор:

http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2013/01/24/article-2267386-17201347000005DC-367_634x423.jpg (25.06.2015.)

Сл.112.(стр.50) Сера де Фафе, Португал

Извор:

<http://www.hotel-r.net/im/hotel/asia/tw/rock-house-1.jpg> (25.06.2015.)

Сл.113. (стр.50) Моаб пустиња Јута, САД

Извор:

<http://moabhorses.com/wp-content/uploads/Rock-House-1.jpg> (22.06.2015.)

Сл.114.(стр.53) Екстезиви кровни врт, стамбени објект Блок К , Амстердам, Холандија

Извор:

http://www.baunetz.de/talk/crystal/images/33/zoom/21_zoom.jpg (27.03.2015.)

Сл.115.(стр.53) Стамбени објект Боско Вертикале, Милан, Италија

Извор:

<http://www.stefanoboeriarchitects.net/wp-content/uploads/03c-Paolo-Rosselli-Bosco-Verticale-08-1024x554.jpg> (28.04.2016.)

Сл.116.(стр.53) Пресек ,Стамбени објекат Боско Вертикале, Милан, Италија

Извор:

http://assets.thecreatorsproject.com/blog_article_images/images/000/021/459/09-Bosco-verticale_detail_em.jpg?1321304977 (28.03.2016.)

Сл.117. (стр.53) Музеј под називом Цистерне, Копенхаген, Данска

Извор:

http://images2.mygola.com/fil-dk-frb-cisternerne-jpg-wikipedia_560402_l.jpg (24.04.2016.)

Сл.118 (стр.55) Линеарни парк Воксал, Лондон, Велика Британија

Извор:

Аутор рада је и аутор 3д модела

Сл.119. (стр.56) Типови подземних стамбених објеката

Извор:

Max R.Terman / 1985 / Earth sheltered housing / Principles in Practice/ Van Nostrand Reinhold Company Inc.
Donna Ahrens / 1981/ Earth Sheltered Homes: Plans and Designs/ Van Nostrand Reinhold стр.18

Сл.120. (стр.57) Улаз у подземни објекат Кубер Педи, Аустралија

Извор:

https://www.caravanparkphotos.com.au/coober_pedy_underground/images/coober_pedy_underground_u3.jpg
(23.01.2016.)

Сл.121. (стр.57) Ентеријер подземни објекат Кубер Педи, Аустралија

Извор:

http://www.flightcentre.com.au/cms_images/web_images/blog/fc/desert_cave_hotel.jpg(23.01.2016.)

Сл.122.(стр.57) Подземни стамбени објекти Шанкси,Кина

Извор:

http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2016/04/05/11/32DBAE8800000578-3524147-image-m-10_1459851746249.jpg
(23.01.2016.)

Сл.123. (стр.57) Миаошанг село, Хицхангун ,Кина

Извор:

<http://www.cnmmatters.com/wp-content/uploads/2016/01/CFP478060608-11-940x600.jpg> (26.01.2016.)

Сл.124. (стр.58) Терасисти објекти у зони Лоес платоа, Кина

Извор:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/7f/14/d0/7f14d05dcee233c3a234e02595583490.jpg> (26.01.2016.)

Сл.125.(стр.58) Ентеријер подземне јединице

Извор:

<http://english.agri.gov.cn/news/dqnf/201502/W020150217355057109784.jpg> (26.01.2016.)

Сл.126.(стр.58) Улаз у објекат Коигач Брош, Шкотска, Велика Британија

Извор:

<http://qwerkyplaces.com/wp-content/uploads/2014/10/Brochs-of-Coigach-7.jpg> (26.11.2015.)

Сл.127.(стр.58) Изглед објекта

Извор:

https://fbcdn-sphotos-f-a.akamaihd.net/hphotos-ak-xap1/t31.0-8/10960538_604332066333904_7665031293709781837_o.jpg (26.11.2015.)

Сл.128.,129.(стр.59)

Изглед крова насуте куће у Оклахоми, САД

Фасада куће у Оклахоми САД

Извор:

<http://www.okieboy.com/photos.html> (25.07.2015.)

Сл.130.,131.(стр.59)

Аерофото снимак, Хилтоп кућа, Флорида,САД

Изглед објекта

Извор:

<http://www.williammorganarchitects.com/residential-design/hilltop/> (25.07.2015.)

Сл.132,133 .(стр.60)

Објект породице Choudhrie, Лондон, Велика Британија

Пресек кроз објект

Извор:

<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2962748/Lib-Dem-donor-upsets-neighbours-plans-dig-huge-two-storey-subterranean-leisure-complex-including-cinema-pool-20-million-Belgravia-home.html>
(21.02.2015.)

Сл.134.(стр.60) Извод из Студије изградње подрумских просторија у општини Вестминистер

Извор:

[http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications_store/adopted SPD publication version.pdf](http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications_store/adopted_SPD_publication_version.pdf) (27.02.2016.)

Сл.135,136,137,138,(стр.61)

Надземни део Лангтри куће, Лондон, Велика Британија

Подземни део Лангтри куће

Ентеријер објекта дневна соба

Екстеријер објекта Атријум

Извор:

<http://www.houzz.co.uk/photos/36921942/langtry-house-hampstead-contemporary-kitchen-london> (27.01.2016.)

Сл.139,140,141,142,(стр.62)

Основа куће Кооперејтив хоумстед, Минесота , САД

Ентеријер објекта, Френк.Л.Р.

Перспектива,Френк.Л.Р, Кооперејтив Хоумстед, Минесота ,САД

Основа - пресек

Извор:

http://www.agaarchitects.com/pages/agg_and_fllw/coop_hmstd.html (23.12.2015.)

Сл.143.(стр.63) Ентеријер куће у граду Саси ди Матера, Италија слика1

Извор:

<http://legrottedellacivita.sextantio.it/en/> (26.12.2015.)

Сл.144. (стр.63) Ентеријер куће слика 2

Извор:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/Casa-grotta-matera-8mm.jpg> (26.12.2015.)

Сл.145,146,.(стр.63)

Ентеријер куће слика 3

Ентеријер куће слика3

Извор:

<http://legrottedellacivita.sextantio.it/en/> (26.12.2015.)

Сл.147.,148.,149. (стр.64)

Постављање арматуре куће Блек Стоук, Онтарио ,Канада

Фаза изградње 1

Фаза изградње 2

Извор:

<http://dornob.com/underground-home-design-how-to-build-bury-a-house/> (16.05.2015.)

Сл.150. (стр.64)

Ентеријер куће, Блек Стоук, Онтарио, Канада

Извор:

https://www.thestar.com/life/homes/decor/2012/12/07/paula_lichman_and_bill_lichman_go_underground.html
(16.05.2015.)

Сл.151.,152,153,154 (стр.65)

Изградња подземне стамбене куће префабрикованим панелима

Панели

Насипање земљом

Детаљ конструкције

Извор:

David Michael Lash /1982 / Opportunities and Limitations for the Use of Precast Concrete in Earth Sheltered Housing / Massachusetts Institute of Technology

Сл.155,156,157(стр.66)

Фаза бетонских радова 1

Фаза бетонских радова2

Фаза бетонских радова 3

Извор:

http://www.concreteconstruction.net/_view-object?id=00000153-9691-dbf3-a177-96b946d10000 (14.04.2015.)

Сл.158.(стр.67)

Изградња укопаног дела објекта типа - Кошница

Извор:

<http://www.earthbagbuilding.com/images/projects/earthdome2.jpg> (15.04.2015.)

Сл.159.,160.,161(стр.67)

Изградња крова

Унтрашња структура

Спољашња структура

Извор:

<http://www.earthbagbuilding.com/articles/honeyhouse.htm> (15.04.2015.)

Сл.162.(стр.67)

Завршна материјализација

Извор:

Kaki Hunter, Donald Kiffmeyer/2004/ Earthbag Building: The Tools, Tricks and Techniques / New Society Publishers

Сл.163.(стр.68)

Детаљи слојева подне површине, код објекта изграђених са врећама земље или песка

Извор:

Paulina Wojciechowska/ 2001 / Building with Earth: A Guide to Flexible-form Earthbag Construction/Chelsea Green Publishing Company

Сл.164,165.,166..(стр.69)

Зд модел комплекса кућа од фибергласа

Фаза постављања префабрикованих елемената

Фаза насипања

Извор:

<http://inhabitat.com/a-green-roofed-hobbit-home-anyone-can-build-in-just-3-days/> (10.01.2015.)

Сл.167.,(стр.70) 168.,169.,(стр.71)

Детаљ упоредне структуре земљаних - природних слојева и слојева кровног врта

Детаљ састава стандарног зеленог кровног врта

Детаљ састава унапређених слојева зеленог врта

Извор:

Мирјана Б. Секулић, дипл.инж.пеј.арх.- мастер /2013./ Развој и трансформације кровног врта од настанка до савремених тенденција / Докторска дисертација / ФТН Нови Сад (необјављено)

Сл.170.(стр.71) Екстензивни кровни врт

Извор:

<http://www.archdaily.com/455787/house-gazebo-ar-c> (12.01.2015.)

Сл.171.(стр.71) Итензивни кровни врт

Извор:

<http://www.permies.com/t/4472/a/1214/Cob%20and%20underground%20house.jpg> (17.01.2015.)

Сл.172.(стр.72)

Детаљ пресека кроз укупани - продирући тип подземног објекта , са приказом ризика за дренажање

Извор:

Rob Roy / 2006 / Earth-Sheltered Houses : How to Build an Affordable house Earth-Sheltered Houses / New Society

Сл.173.(стр.72) Позиција приступа објекту у Аризони

Извор:

https://usercontent1.hubstatic.com/6527242_f260.jpg

Сл.174.(стр.72) Објекат укупаног типа

Извор:

https://usercontent2.hubstatic.com/6527139_f520.jpg (22.01.2015.)

Сл.175.,176.,177...(стр.73) ,178.(стр.74)

Детаљ зоне притиска атмосферске воде

Детаљ објекта без слоја изолације

Детаљ објекта са изолацијом

Детаљ пресека кроз темељну зону зида подземног објекта

Извор:

Rob Roy / 2006 / Earth-Sheltered Houses : How to Build an Affordable house Earth-Sheltered Houses / New Society

Сл.179.(стр.74) Пример изолације гумирана мембрана

Извор:

<https://www.armtec.com/wp-content/uploads/Water-Control-platon-3-500x272.jpg> (25.01.2015.)

Сл.180.(стр.74) Пример термоизолације

Извор:

<http://products.lwsupply.com/content/dam/lwsupply/Imagery/L&W%20Owned%20and%20Royalty%20Free/dow-perimate-construction.jpg> (23.01.2015.)

Сл.181.(стр.75) Примери утицаја биодиверзитета на подземне стамбене објекте

Извор:

Earth Sheltered Housing Design: Guidelines, Examples, and References Paperback – 1979 / Minnesota Underground Space Center

Сл.182.(стр.81) Подземни градски стамбени објекти у насељу Суард, Минеаполис, Минесота, САД

Извор:

Donna Ahrens / 1981/ Earth Sheltered Homes: Plans and Designs/ Van Nostrand Reinhold

Сл.183.,184,185.(стр.82)

Подземне стамбене насуте куће у низу у Аустралији

Аерофото изглед низа

Изглед појединачног објекта

Извор:

<http://luigirosselli.com/residential/the-great-wall-of-wa> (12.03.2015.)

Сл.186.(стр.84) Велики пожара у Чикагу (1886.)

Извор:

<http://guardiansofthecity.org/sffd/images/fires/1886BancroftPrintingCo.jpg> (14.03.2015.)

Сл.187.(стр.84) Последице земљотреса у Сан Франциску (1906).

Извор:

<http://robroy.dyndns.info/lawrence/Images/6a34659r.jpg> (14.03.2015.)

Сл.188.(стр.85) Примена различитих правила на територији САД до 2000.

Извор:

<http://www.nfpa.org/codes-and-standards/document-information-pages?mode=code&code=101> (18.03.2015.)

Сл.189.(стр.86) Мапа свих врста правилника који се користе на територији САД

Извор:

<http://www.iccsafe.org/about-icc/overview/international-code-adoptions/> (18.03.2015.)

Сл.190.(стр.87) Графички прилог примене Интернационалног правилника за изградњу на територији САД

Извор:

<http://www.iccsafe.org/about-icc/overview/international-code-adoptions/> (18.03.2015.)

Сл.191.(стр.88) Мапа просечних стогодишњих падавинама у Аустралији

Извор:

<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/australia/images/fig2a.jpg> (19.03.2015.)

Сл.192.(стр.88) Геолошка мапа Аустралије

Извор:

https://d28rz98at9flks.cloudfront.net/73360/Geology_A3.jpg (22.03.2015.)

Сл.193.(стр.89) Мапа геолошких истраживања у Сингапуру

Извор:

http://www.srmeg.org.sg/docs/N13072012_2.pdf (22.03.2015.)

Сл.194.(стр.90) Пресек кроз регулацију улице Енард ,Француска

Извор:

<http://urbanplanning.library.cornell.edu/DOCS/henard2.gif> (24.03.2015.)

Сл.195.(стр.91) Изглед комуникација подземних нивоа у Монреалу

Извор:

http://s23.photobucket.com/user/powerpaulchen/media/USA_Kanada/DSCF8611.jpg.html (4.06.2015.)

Сл.196.(стр.91) Зоне изградње подземних нивоа у Монреалу

Извор:

<http://www.mdpi.com/2078-1547/2/4/94/htm> (4.06.2015.)

Сл.197.(стр.92) Извод из урбанистичког плана за подземље Хелсинкија

Извор:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674775514000699> (5.06.2015.)

Сл.198.(стр.92) Пренамена постојећих склоништа у простор за јавне намене

Извор:

<http://www.getunderground.fi/web/page.aspx?refid=148> (5.06.2015.)

Сл.199.(стр.93) Трамвајски терминал отворен 1908. године , и затворен после 40 година употребе

Извор:

http://thelowline.org/assets/images/about/project/carousel_site/2.jpg (7.06.2015.)

Сл.200.(стр.93) 3д визуелизација будућег јавног простора-парка у подземним зонама града

Извор:

<http://img-2.gizmag.com/the-lowline-underground-park-3.jpg?auto=format%2Ccompress&ch=Width%2CDPR&fit=max&h=700&q=60&w=700&s=3d5d8d0a77c21187900d2196be5f1074>

(7.012.2015.)

Сл.201.(стр.94) Пирамида у Teotihuacan Мексико

Извор:

<http://www.thehistoryhub.com/wp-content/uploads/2015/02/Pre-Hispanic-City-of-Teotihuacan.jpg> (12.12.2015.)

Сл.202.,203.,204.(стр.94)

3д модел подземног солитера 1

3д модел подземног солитера 2

3д модел подземног солитера 3

Извор:

<http://www.bunkerarquitectura.com/the-earthscraper/> (13.12.2015.)

Сл.205.,206.(стр.95)

Модел града у Сахари, са надземним и подземним нивоима града

Град као црно бела слика, са дневним и ноћним временом за активирање живота у граду

Извор:

<http://www.archdaily.com/784534/territory-without-ground-designing-in-the-sahara-desert-oualalou-choi-moroccan-pavilion-venice-2014> (12.04.2015.)

Сл.207.,208.,209.,210 (стр.96)

Изглед објекта Аеродромске зграде

Пресек кроз мултифункционални објект Аеродромске зграде

Ентеријер објекта

Поглед са врха куполе

Извор:

<http://www.designboom.com/architecture/moshe-safdie-project-jewel-changi-airport-singapore-12-08-2014/> (15.04.2015.)

Сл.211.(стр.98) Пример формулара за грађевинску дозволу из Тексаса

Извор:

<http://www.ci.nacogdoches.tx.us/DocumentCenter/View/171> (18.08.2015.)

Сл.212.,Сл.213.(стр.99)

Зоне поплавних таласа Темзе

Зоне подземних водотокова

Извор:

http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications_store/adopted%20SPD%20publication%20version.pdf (18.03.2016.)

Сл.214.,Сл.215.(стр.100)

Зоне површинских вода

Зоне археолошких налаза

Извор:

http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications_store/adopted%20SPD%20publication%20version.pdf (18.03.2016.)

Сл.216.(стр.101) Детаљи ентеријера подземних простора

Извор:

http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications_store/adopted%20SPD%20publication%20version.pdf

(18.03.2016.)

Сл.217.,Сл.218.(стр.102)

Позиције светлих бунара на парцели на којој се планира интервенција

Извод из Студије са обавезом чувања зеленила у унутрашњим деловима дворишта

Извор:

http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications_store/adopted%20SPD%20publication%20version.pdf
(18.03.2016.)

Сл.219.,Сл.220.(стр.103)

Детаљи ентеријера у подземним нивоима постојећих објеката

Детаљи ентеријера у подземним нивоима постојећих објеката

Извор:

http://transact.westminster.gov.uk/docstores/publications_store/adopted%20SPD%20publication%20version.pdf
(18.03.2016.)

Сл.221.,222.(стр.104)

Пресек сигурносни отвор

Аксонометриски приказ зона за напуштање објеката

Извор:

<http://www.metal.ntua.gr/~kallianiotis/ArrangementEgress.pdf> (19.03.2016.)

Сл.223.,224.(стр.107)

Основа објекта Извод из Приручника Кубер Педи

Пресек кроз објекат из Приручника Кубер Педи

Извор:

https://www.cooberpedy.sa.gov.au/webdata/resources/files/Dugout_Guidelines_amended_17July07.pdf (8.03.2016.)

Сл.225.(стр.110)

Употреба соларне енергије за комбиновани систем енергетског снабдевања објекта

Извор:

http://img1.weiku.com/c/022/653/Split_Solar_Home_System_for_hot_water_1697_1.jpg (18.02.2016.)

Сл.226.(стр.111)

Соларни колектори као комбиновани систем снабдевања енергијом ПСО

Извор:

<http://www.wowhaus.co.uk/wp-content/uploads/rick7.jpg> (18.02.2016.)

Сл.227.(стр.111)

Појединачни системи за снабдевање подземних кућа топлом водом

Извор:

<http://www.alternativebuilder.com/images/cooberpedyundergroundhouse.jpg> (18.02.2016.)

Сл.228.(стр.112)

Процена укопавања објекта у односу на терен

Извор:

Defining Below-Grade Walls / Residential Provisions of the 2012 International Energy Conservation Code / July 2011 / U.S. Department of Energy (DOE) (22.02.2016.)

Сл.229.(стр.113)

Подземни стамбени објекат Хонингам, изграђен у програму социјалног становања

Извор:

<http://www.wilderutopia.com/wp-content/uploads/2013/05/Honingham-Earth-Sheltered-Social-Housing-UK.jpg>
(18.11.2015.)

Сл.230.,231(стр.114)

Основа куће у Камден Стејт Парку у Минесоти

Пресек куће у Камден Стејт Парку у Минесоти

Сл.232.,Сл.233.(стр.115)

Извод из техничке документације објекта, Камден Стејт Парк, Линд, Минесота, САД

Изглед подземни стамбени објекат Камден Стејт Парк, Линд, Минесота, САД

Извор:

Donna Ahrens, Tom Ellison, Ray Sterling /1981/ Earth sheltered homes : plans and designs / Underground Space Center, University of Minnesota/New York / Van Nostrand Reinhold Co.

Сл.233.(стр.120) Основа првог нивоа - ноћна зона

Извор:

http://1.bp.blogspot.com/_WMeL4eXjg50/TPgKHXB1-WI/AAAAAAAAAYQ/kaG_MGZobgo/s1600/Base%2BValley%2BLower%2BPlan.jpg (14.12.2015.)

Сл.234. (стр.120) Основа другог нивоа - дневна зона

Извор:

http://4.bp.blogspot.com/_WMeL4eXjg50/TPgKHMHI7PI/AAAAAAAAAYI/3jYeFPPm1rI/s1600/Base%2BValley%2BUpper%2BPlan.jpg (14.12.2016.)

Сл.235.,236.,237.,238 (стр.121)

Изглед улазни плато

Интерна комуникација - унутрашње двориште

Дневни простор

Купатило

Извор:

<http://design-milk.com/base-valley-house-japan-by-hiroshi-sambuichi/> (14.12.2015.)

Сл.239.,240.,241.(стр.122)

Изглед крова објекта

Дневна просторија виши ниво

Изглед објекта из правца непосредног окружења - јужна страна

Извор:

<http://www.decoist.com/2009-05-18/base-valley-house-japan-%E2%80%93hiroshi-sambuichi/> (14.12.2015.)

Сл.242.,Сл.243.(стр.123)

Основа првог нивоа - ноћна зона

Основа другог нивоа - дневна зона

Извор:

<http://www.ingenia.org.uk/Content/ingenia/issues/issue16/reddy.pdf> (15.12.2015.)

Сл.244.(стр.123) Изглед објекта из непосредног окружења са јужне стране

Извор:

<http://www.visitcumbria.com/photos/photos/undergroundhouse.jpg> (15.12.2015.)

Сл.245.(стр.124) Ортофото позиција објекта на парцели

Извор:

<http://theundergroundhomedirectory.com/files/2013/10/cumbria-home.jpg> (15.12.2015.)

Сл.246.(стр.124) Изглед са ветрогенератором

Извор:

https://cdn0.vox-cdn.com/uploads/chorus_image/image/47864501/5951e6fb872ac2ade10d18a840184f4f005922a645c5869f5bd6868890b03768_large.0.jpg (18.12.2016.)

Сл.247.(стр.124) Изглед - јужна фасада објекта

Извор:

<http://www.barcodedevelopments.co.uk/wp-content/uploads/2011/09/the-heights.jpg> (18.12.2015.)

Сл.248.(стр.125)

Ситуација са основом објекта

249.,250.,251.(стр.126)

Улаз у објекат

Изглед унутрашњег дворишта

Изглед објекта са базеном

252.,253.,254..(стр.127)

Детаљи екстеријера унутрашњег отвореног дворишта између два дела објекта.

Пресек правац исток – запад

Изглед објекта - јужна фасада

Извор:

<http://www.archdaily.com/331677/edgeland-house-bercy-chen-studio> (10.10.2015.)

Сл. 255.,256.(стр.128)
 Основа подземне етажне
 Основа приземне етажне
 257.,258.(стр.129)
 Вишепородични низ насутих објеката, Минеаполис, Минесота,САД
 Ентеријер
 259.,260.(стр.130)
 Западна страна, вишепородични низ насутих објеката, Минеаполис, Минесота,САД
 Пресек север - југ
 Извор:
 Donna Ahrens / 1981/ Earth Sheltered Homes: Plans and Designs/ Van Nostrand Reinhold стр. 38,39,40,41

Сл.261.(стр.131)
 Основа постојећег и новопроектваног - дограђеног подземног стамбеног објекта
 262.,263.(стр.132)
 Изглед - атријумски део дограђеног дела објекта
 Изглед ентеријера дограђеног подземног објекта
 264.,265.,266.(стр.133)
 Ентеријер дневни простор
 Екстеријер базен
 Изглед куле са дограђеним подземним стамбеним објектом
 Извор: <http://www.g150.co.uk/downloads/The%20Round%20Tower%20Brochure.pdf> (29.10.2015.)

Сл.267.,268.(стр.134)
 Ситуациони план Јангпјонг Кјонги-до, Сеул, Јужна Кореја
 Изглед подземног - укопаног стамбеног објекта
 269.,270.,271.(стр.135)
 Ентеријер спаваћа соба
 Ентеријер купатило
 Изглед објекта поглед из дворишта
 272.,273.,274.(стр.136)
 Основа објекта
 Изглед са јужне стране
 Изглед унутрашњег дворишта
 Извор:
<http://www.archdaily.com/73831/earth-house-bcho-architects> (05.12.2015.)

Сл.275.,276.(стр.137)
 Ситуација са позицијом постојећег и дограђеног подземног стамбеног објекта
 Изглед објекта јужна страна
 277.,278.,279.(стр.138)
 Основа ниво1
 Основа ниво2
 Постојећи амбијент, Вила Валс, Швајцарска
 280.,281.,282..(стр.139)
 Изглед терасе Виле Валс
 Ентеријер - изглед кухиње
 Ентеријер - изглед дневног боравка
 Извор: <http://www.archdaily.com/43187/villa-vals-search-cma>

Сл.283.(стр.140)
 Основа објекта
 284.,285.,286.(стр.141)
 Екстеријер - средњи ниво
 Екстеријер - горњи постојећи ниво
 Унутрашње двориште - средњи доњи ниво
 287.,288.,289.(стр.142)
 Екстеријер - доњи трећи ниво
 Ентеријер доњи ниво
 Ентеријер светли отвор у доњем нивоу
 Извор:
<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2624394/This-immaculate-2-5million-4-bedroom-eco-home-built-hill-hidden-underneath-owners-lawn.html> (08.12.2015.)

Сл.290.(стр.143) Изглед дворишта - салаш Катаи

Извор:

<http://vojvodinaonline.com/wp-content/uploads/salas-katai-mali-idjos-6.jpg> (11.05. 2015.)

Сл.291.(стр.143) Изглед подземног стамбеног објекта - салаш Катаи

Извор:

<http://vojvodinaonline.com/wp-content/uploads/salas-katai-mali-idjos-3.jpg> (11.05. 2015.)

Сл.292.(стр.144) Кућа породице Николић

Извор:

<http://www.samogrejekuce.com/izvedeni-objekti.html> (11.09. 2015.)

Сл.293.,294 (стр.145)

Основа и пресек, кућа породице Николић

Изглед насутог озелењеног крова, кућа породице Николић

Сл.295 (стр.146)

3д модели према решењу Милковића

Извор:

<http://www.veljkomilkovic.com/EkoKuca2.htm> (11.09. 2015.)

Сл.296. (стр.147)

Изглед стамбеног насутог објекта - куће Миленка Милинковића у Бољевцу

Извор:

<http://www.ekokuce.com/sites/default/files/slike/solarna-kuca-boljevc06.jpg> (11.09. 2015.)

Сл.297. (стр.147)

Улаз у стамбени насут објект кућу Миленка Милинковића у Бољевцу

Извор:

<http://www.ekokuce.com/sites/default/files/slike/solarna-kuca-boljevc01.jpg> (17.09. 2015.)

Сл.298.,299.,300.,301 (стр.148)

Фаза изградње 1

фаза изградње 2

фаза изградње 3

фаза изградње 4

Извор:

<http://www.ekokuce.com/arhitektura/primeri/prva-kuca-u-srbiji-od-automobilskih-guma-i-zemlje> (17.12. 2015.)

Сл.302.,303 (стр.149)

Изглед 1 кућа Милутиновића

Изглед 2 кућа Милутиновића

Извор:

<http://www.samogrejekuce.com/izvedeni-objekti.html> (17.10. 2015.)

Сл.304.(стр.150)

Извор:

<https://www.google.com/maps>

Крагујевац - Добрача екран фотографисан апаратом (17.10. 2015.)

Сл.305. (стр.151)

Извор:

ауторска фотографија докторанда (17.05. 2015.)

Сл.306.,307 (стр.152)

Поглед ка Рамаћким висовима са парцеле на којој је изграђен експериментални објект

Шуто поље у Добрачи на хоризонту

Извор:

ауторске фотографије докторанда (17.04. 2015.)

Сл.308. (стр.153)

Шематски приказ фасаде експерименталног објекта - асоцијација на репродуктивни систем жене

Фасада,извод из Идејног решења , аутор докторанд

Извор:

(12.4.2007.)

Сл.309. (стр.153) Женски репродуктивни систем

Извор:

<http://humananatomybody.info/wp-content/uploads/2015/09/female-reproductive-system-pictures-real-photo-ZbAW.jpg>(12.4.2008.)

Сл.310. (стр.154)

Анализа основе куће лепенског Вира у односу на основу и изглед куће у Добрачи

Извор:

<http://medhycos.mpl.ird.fr/doc/zoran-i/image020.jpg> (12.5.2008.)

Сл.311. (стр.154)

Пресек кроз објекат, извод из Идејног решења фасаде, аутор докторанд

Сл.312. (стр.155)

Ситуација са распоредом објеката на парцели, аутор докторанд

Сл.313.,314.(стр.156)

Катастарска парцела инвеститора пре изградње објекта 1

Почетак изградње уз наливање темељне плоче Објекта 1 / 2008.год.

315.,316.(стр.157)

Израда кровне плоче уз комуникацију на релацији надзорни орган и извођач радова

Израда изолације на кровној плочи и зидовима око Објекта 1

317.,318.,(стр.158)

Објекат 1 - изглед из правца дворишног трга

Објекат 1 - изглед из правца објекта 5

319.,320.,321.(стр.159)

Објекат 1 - детаљ екстеријера

Објекта 1 - детаљ ентеријера

Објекат 1 - детаљ енетријера - улазна врата и прозори

322.,323.(стр.160)

Кујна - пушница током изградње 2014.

Објекат 2 кујна - пушница у садашњем изведеном стању / снимак 2016

324.,325., (стр.161)

Објекат 3/ Магаза / снимак април 2016

Објекат 4 Гаража /снимак април 2016

326.,327., 328 (стр.162)

Објекат бр.5 Просторија за смештај грева

Кутак за одмор поред објекта 5.

Кров подземног стамбеног објекта 1

Извор:

Ауторске фотографије докторанда са свим фазама изградње објеката на парцели

Сл.329.(стр.163)

Кућа Малатор у Друидстону у Велсу

Извор:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/c3/e0/1c/c3e01c7230f72fd628fc2c588dd0d7d6.jpg> (12.5.2015.)

Сл.330..(стр.163)

Ентеријер куће Малатор у Друидстону у Велсу

Извор:

http://news.nster.com/images/uploaded/00/00/15/1534_700x.jpg (12.5.2015.)

Сл.331.(стр.164)

Подземни атријумски објекат Еколошка кућа у Кејп Коду , Масачусетс, САД

Извор:

<http://static5.techinsider.io/image/56d619452e5265bc008baa1d-1200/ecologyhousepatio.jpg> (12.6.2015.)

Сл.332.(стр.165)

Алони кућа у Антипаросу у Грчкој , изглед из ваздуха

Извор:

<https://img.buzzfeed.com/buzzfeed-static/static/enhanced/webdr06/2013/3/29/11/enhanced-buzz-wide-14084-1364571269-21.jpg> (12.9.2015.)

Сл.333.(стр.165)

Алони кућа у Антипаросу у Грчкој , поглед на непосредно окружење

Извор:

http://www.architectural-review.com/Journals/8/Files/2010/7/22/AR08_Aloni_01.jpg (12.9.2015.)

Сл.334.(стр.166)

Изгледи пренамењеног војног објекта у Саранцу,САД

Извор:

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/19/1f/a3/191fa36e52f8426c3c947faf99a650ff.jpg> (18.9.2015.)

Сл.335.,Сл.336.Сл.337 .(стр.167)

Улаз у бункер некадашњи изглед

Бункер некадашњи изглед

Садашњи изглед некадашњег бункера пренамењеног у стамбени подземни објекат

Извор:

<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2413601/Former-WWII-bunker-used-guard-Britains-cliffs-Nazis-converted-bedroom-bungalow--sale-275-000.html> (26.9.2015.)

Сл.338.,Сл.339.(стр.168)

Некадашњи изглед резервора за воду

Садашњи изглед објекта пренамењеног у стамбени подземни објекат

Извор:

<http://www.dailymail.co.uk/news/article-2197707/Property-pioneers-build-1-25million-Devon-home-inside-underground-RESERVOIR.html> (1.10.2015.)

Сл.340.(стр.170)

Основа подземног стамбеног објекта Болтон

Извор:

<https://redaccion.lamula.pe/media/uploads/e88fe9de-6ab8-49f0-843a-a318051d5fc2.jpg> (1.11.2015.)

Сл.341.(стр.170)

Изглед подземног стамбеног објекта у Болтону,Велика Британија

Извор:

<http://www.makearchitects.com/projects/bolton-eco-house/ProjectGallery/?i=2> (1.11.2015.)

Сл.342..(стр.171)

Аерофото снимак подземни објекат у Болтону, Велика Британија

Извор:

<http://www.makearchitects.com/projects/bolton-eco-house/ProjectGallery/?i=0> (1.11.2015.)

Сл.343.(стр.171)

Ентеријер подземни стамбени објекат Болтон,Велика Британија

Извор:

<http://www.makearchitects.com/projects/bolton-eco-house/ProjectGallery/?i=4> (1.11.2015.)

Сл.344..(стр.172)

Конкурсни рад за Еволо солитер у стени

Извор:

<http://www.evolo.us/wp-content/uploads/2012/02/17-Cliff-dwellings-1.jpg> (10.11.2015.)

Сл.345.(стр.172)

Изглед острва Санторини - литица са изграђеним подземним стамбеним објектима

Извор:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Santorini-20070808-058248-panorama-small.jpg> (10.11.2015.)

Сл.346.(стр.173)

Савремени приступи пројектовању на примеру куће Еџленд у Тексасу

Извор:

<http://www.archdaily.com/331677/edgeland-house-bercy-chen-studio/511b9db7b3fc4b6771000113-edgeland-house-bercy-chen-studio-exploded-axon> (16.11.2015.)

Сл.347.(стр.174)

Зд визуелизација Каза Брутале, Либан

Извор:

<http://opaworks.com/portfolio/casa-brutale/> (17.11.2015.)

Сл.348.(стр.174)

Објект на стени Каза Малпарте у околини Напуља, Италија

Извор:

http://images.adsttc.com/media/images/55af/ffb9/e58e/ce6c/0700/0172/large_jpg/F__Sean_Munson.jpg?1437597610
(18.11.2015.)

Сл.349.(стр.176)

Приказ просечне соларне ирадијације за подручје планине Рудник

Извор:

Група аутора / Стратешки мастер план одрживог развоја планине Рудник од 2014. до 2024.године /
Универзитет у Крагујевцу / 2014. стр.305

Сл.350.(стр.177)

Атлас ветра Србије и област Рудника

Извор:

Група аутора / Стратешки мастер план одрживог развоја планине Рудник од 2014. до 2024.године /
Универзитет у Крагујевцу / 2014. стр.318

Сл.351.(стр.178)

Пресек кроз објект са интегрисаним системима снабдевања енергијом

Извор:

<http://www.ekokuce.com/arhitektura/principi/samoodrivo-domacinstvo-2-deo-energetska-nezavisnost> (18.10.2015.)

Сл.352.(стр.179)

Хибридни систем напајања алтернативним изворима енергије

Извор:

<http://www.risingsbunkers.com/wp-content/uploads/2013/12/off-grid-diagram-1024x860.jpg> (18.02.2016.)

Сл.353,Сл.354.,Сл355.,Сл.356.(стр.187)

комбинација зид-насип

Насип - челик – насип

Покретни зид од метала као баријера

Озидани високи зид као баријера

Извор:

<http://evidence.environment-agency.gov.uk/FCERM/en/FluvialDesignGuide/Chapter9.aspx?pagenum=7>
(18.02.2016.)

Сл.357,Сл.358.,Сл359.,Сл.360.(стр.188)

Зона полавног таласа

Зона изградње барикадног зида

Барикадни зид

Барикадни панели

Извор:

<http://www.engineersjournal.ie/2016/01/12/25989/> (17.01.2016.)

Сл.361.(стр.189)

Обреновац ортофото

Извор:

http://www.rgz.gov.rs/images_2013/20140613_am5.jpg (16.04.2016.)

Сл.362.(стр.189)

Обреновац ортофото са зонама које су поплављене снимак из 2014.

Извор:

http://www.rgz.gov.rs/images_2013/20140613_am6.jpg (16.04.2016.)

Сл.363.(стр.190)

Извод из - Студије унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре

Извор:

<http://studijakolubara.srbijavode.rs/wp-content/uploads/2015/01/Studija-%D0%9Aolubara-Prethodni-izvestaj-konacna-verzija.pdf> (21.04.2016.)

Сл.364.(стр.191)

Пуцање насипа

Извор:

<http://www.srbijadanas.net/wp-content/uploads/2014/09/poplava-pucanje-nasipa-790x526.jpg> (21.04.2016.)

Сл.365.(стр.191)

Ојачавање насипа

Извор:

http://media.novi.navodi.com/2014/05/na-vodi_poplava-Zabrezje.jpg (21.04.2016.)

Сл.366.(стр.191)

Обреновац поплавлјени делови насеља 2014.

Извор:

<http://www.koreni.rs/wp-content/uploads/2014/08/Obrenovac1.jpg>

Сл.367.(стр.193)

Поплављени делови насеља Обреновац 2014.

Извор:

<http://i.imgur.com/nkJrS2g.jpg>

БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

Име и презиме:

мр Александар Рудник Милановић

Датум и место рођења:

31. децембар 1967, Крагујевац

Свом личном имену Александар, 2010. додао је име Рудник, према називу планине под чијем се окриљем налази варошица Старагари у општини Крагујевац, у којој је живео до своје 9 године. Основно образовање стекао је у школи " 21.октобар ", а средње у " Првој техничкој школи " у Крагујевцу. Дипломирао и магистрирао је на Архитектонском факултету у Београду. Од 1998. до 2001 ради у „ЈП Дирекцији за урбанизам и изградњу Крагујевац. У периоду од 2001. - 2004. обављао је функцију директора „Завода за заштиту споменика културе у Крагујевцу “. Током 2005. се враћа у своје матично предузеће, у којем од 2014 обавља функцију директора. Објавио је велики број текстова на тему урбанизма и архитектуре на националном и локалном нивоу. Одржао је велики број предавања и учествовао је на међународним конференцијама из области заштите културног наслеђа, урбанизма и архитектуре. Учествовао је на великом броју националних и међународних конкурса. Освојио је више националних и међународних награда из области архитектуре и урбанизма. Његови планови и пројекти су излагани у Србији и на интернационалој архитектонској сцени.

Чланство у струковним асоцијацијама и клубовима :

Члан Инжењерске Коморе Србије

лиценцирани дипл.инж.архитектуре са поседовањем лиценци ;

- одговорни планер 1000118211
- одговорни урбаниста 200084205
- одговорни пројектант 300670104

Члан је Друштва конзерватора Србије

Награде и признања

1999. **Grand-prix / Велика награда Салона урбанизма** у Нишу / члан ауторског тима Ј.П. Дирекције за урбанизам са радом Регионални план/ Модел план града Крагујевца
2001. Аутор - учесник конкурса за /Hilton hotels/Београд Рајићева
2002. **Друга награда** на Архитектонском конкурс за пројекат Градске пијаце у насељу "Аеродром " /Крагујевац /Србија
2003. **Трећа награда** на Салону урбанизма у Нишу /Студије заштите просторно културно – историјске целине "Старо градско језгро Крагујевца"
2006. Аутор - учесник конкурса /"Келенић пијаца" /Београд /Србија
2008. Аутор - учесник конкурса /Музеј модерне уметности Новог Сада/Нови Сад/Србија
2011. Коаутор - учесник конкурса / Интернационални конкурс за архитектонски дизајн Центра за промоцију науке/Београд /Србија / **рад је ушао у финални круг селекције**
2012. Аутор – **финалиста конкурса** / New Taipei City Museum of Art / Taiwan
2013. Аутор - учесник конкурса / London Vauxhall – The Missing Link Competition
2014. **Бронзани трофеј** за концептуални дизајн за 2013/14. годину за рад под називом "The Vagrant " на међународном такмичењу уметника и дизајнера "A'Design Award" у Милану у Италији.
2015. Аутор - учесник конкурса / The Guggenheim Helsinki Design Competition / Solomon R. Guggenheim Foundation
2016. **Почасно признање** за концептуални дизајн за 2016 за рад под називом Vauxhall Linear Park на међународном такмичењу уметника и дизајнера "A'Design Award" у Милану у Италији.

Интернет странице кандидата

Уређује блог о уметности са посебним освртом на архитектуру.

Теме о којима пише, привукле су од постављања блога преко 6700 посетилаца - љубитеља уметности и архитектуре из Крагујевца, Србије и целог света :

<http://aleksandarrudnik.blogspot.rs/>

професионална мрежа

<http://www.linkedin.com/pub/aleksandar-rudnik-milanovic/37/407/32a>

портфолио

https://issuu.com/milanovic/docs/portfolio_arm_2015

<http://aleksandarrudnik.wix.com/milanovic>

Интернет странице посвећене наградама кандидата

Интернационални портали

<http://www.adesignaward.com/press-release.php?ID=30707>
<http://www.adesignaward.com/design.php?ID=30707>
<https://competition.adesignaward.com/design.php?ID=45684>
<http://www10.aeccafe.com/blogs/arch-showcase/2015/04/07/london-linear-park-vauxhall-in-england-by-aleksandar-rudnik-milanovic/>
<http://www.archello.com/en/project/lungs-crane>
<http://www.juxtapoz.com/design/a-design-awards-competition-winners>
<http://www.architectmagazine.com/project-gallery/new-taipei-city-museum-of-art-the-vagrant>
<http://www.designmag.org/design.php?ID=30707>
<http://fujocka.com.br/en/premiados-da-design-award-competition/>
<http://newscentral.exsees.com/item/86403d0b4c8c72af870f73da034f7002-502913123e032cdb2b4fe0cc04324322>
<http://designpeek.com/article.php?ID=997>
<http://www.e-architect.co.uk/taiwan/taipei-city-museum-of-art>
<http://news.china-designer.com/get/hangyejd/150551297.htm>
<http://gallery.artron.net/20130115/n301094.html>
<http://www.21cad.cn/news/201301/18493.html>
<http://www.yuanliner.com/2013/0108/3793.html>
<http://gallery.artron.net/20130115/n301094.html>
<http://www.ccbuild.com/article-238433-1.html>
<http://www.798ydh.com/news/zonghe/91480.html>
<http://www.bccidesign.com/news/detail.aspx?NodeCode=105003006&ID=100000031933925>
http://www.y1103.com/jszw_view.asp?id=11903
http://szsb.sznews.com/html/2013-01/09/content_2342690.htm
<http://www.njyangmei.com/p24.asp>
 2013, The vagrant /Cranes nest ,Steel Construction,Key projects,Vol 28,No.170
<http://www.cqvip.com/Read/Read.aspx?id=45356803>
http://miit.ccidnet.com/art/32559/20130109/4631009_1.html
<http://www.ourd.com/dz/portal.php?mod=view&aid=237>
<http://www.landscape.cn/news/events/project/foreign/2013/0108/55045.html>

Српски портали

<http://www.kucastil.rs/arhitektura/aleksandar-rudnik-milanovic-nagraden-pocasnim-adesign-award-priznanjem>
<http://www.urbanbug.net/magazin/vest/a-design-award-pocasno-priznanje-arhitekti-aleksandru-rudniku-milanovicu>
<http://www.kucastil.rs/arhitektura/aleksandar-rudnik-milanovic-osvojio-bronzani-adesign-award-trofej>
<http://man.wannabemagazine.com/umetnost-i-kultura/wannabe-intervju-aleksandar-rudnik-milanovic/>

Издате књиге

Аутор је књиге под називом:

„Архитектонске ремодулације “

Издавач: Кораџи Д.О.О.; Крагујевац

Суфинансијери књиге: Инжењерска Комора Србије и Кораџи Д.О.О.

ISBN 978-86-86685-71-1

COBISS.SR-ID 223307532

Књига је издата 2016.