



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA U
NOVOM SADU



Dejan Ecet

Prilog razvoju metoda arhitektonskog projektovanja školskih zgrada

DOKTORSKA DISERTACIJA

Novi Sad, 2019



КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:	
Идентификациони број, ИБР:	
Тип документације, ТД:	монографска публикација
Тип записа, ТЗ:	текстуални штампани материјал
Врста рада, ВР:	докторска дисертација
Аутор, АУ:	Дејан Ецет
Ментор, МН:	др. Јелена Атанацковић Јеличић, редовни професор др. Милан Рапаић, ванредни професор
Наслов рада, НР:	Прилог развоју метода архитектонског пројектовања школских зграда
Језик публикације, ЈП:	српски
Језик извода, ЈИ:	српски
Земља публикавања, ЗП:	Република Србија
Уже географско подручје, УГП:	Аутономна Покрајна Војводина
Година, ГО:	2019
Издавач, ИЗ:	ауторски репринт
Место и адреса, МА:	Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	11/252/254/0/150/0/60
Научна област, НО:	Архитектура
Научна дисциплина, НД:	
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	архитектонско пројектовање, моделовање, алгоритам, ћелијски аутомати, школске зграде
УДК	
Чува се, ЧУ:	Библиотека Факултета техничких наука, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад
Важна напомена, ВН:	
Извод, ИЗ:	Централна тема овог истраживање је примена ћелијског аутомата рачунарског модела у процесу пројектовања школских зграда . Истраживање доминантно обрађује теме везане за употребу савремених рачунарских технологија у процесу архитектонског пројектовања, а примењено конкретно на школске објекте.
Датум прихватања теме, ДП:	29.11.2018.
Датум одбране, ДО:	
Чланови комисије, КО:	Председник: др Радивоје Динуловић, редовни професор Члан: др Игор Мараш, доцент Члан: др Ђорђе Стојановић, ванредни професор, Члан: Члан, ментор: др. Јелена Атанацковић Јеличић, редовни професор др. Милан Рапаић, ванредни професор

Потпис ментора



KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	monographic publication
Type of record, TR :	textual printed document
Contents code, CC :	PhD Thesis
Author, AU :	
Mentor, MN :	PhD Jelena Atanacković Jeličić, Full Professor PhD Milan Rapaić, Associate profesor
Title, TI :	
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	Serbian/English
Country of publication, CP :	Republic of Serbia
Locality of publication, LP :	Autonomous Province of Vojvodina
Publication year, PY :	2019
Publisher, PB :	Author's reprint
Publication place, PP :	Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	11/252/254/0/150/0/60
Scientific field, SF :	Architecture
Scientific discipline, SD :	
Subject/Key words, S/KW :	architecture design, modeling, algorithm, cellular automata, school buildings
UC	
Holding data, HD :	Library of the Faculty of Technical Sciences, Novi Sad
Note, N :	
Abstract, AB :	The central theme of this research is the application of the cellular automata computer model in the design of school buildings. Research tends to examine a large number of contemporary architectural design dilemmas, foremost the subject of usage of modern informational technologies in architecture, applied to school buildings.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	29.11.2018.
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: PhD Radivoje Dinulović, Full Professor Member: Phd Igor Maraš, Assistant Professor Member: Phd Đorđe stojanović, Associate profesor Member:
Member, Mentor:	PhD Jelena Atanacković Jeličić, Full Professor PhD Milan Rapaić, Associate profesor
	Menthor's sign

SADRŽAJ

1	UVOD.....	1
1.1	PREDMET I PROBLEM ISTRAŽIVANJA	4
1.2	POTREBA ZA ISTRAŽIVANJEM	6
1.3	SASTAV RADNIH HIPOTEZA	7
1.4	CILJEVI ISTRAŽIVANJA	7
1.5	PREGLED LITERATURE	8
1.5.1	<i>Zaključak.....</i>	12
1.6	PROGRAM ISTRAŽIVANJA	13
1.6.1	<i>I faza (nulta faza):.....</i>	13
1.6.2	<i>II faza:.....</i>	13
1.6.3	<i>III Faza:.....</i>	14
1.7	PRIMENJENE NAUČNE METODE	15
1.8	STRUKTURA RADA	15
1.9	OSNOVI DOPRINOSI TEZE ZASNOVANIH NA PRETHODNIM ISTRAŽIVANJIMA	17
2	UPOTREBA SAVREMENIH ALATA U PROCESU PROJEKTOVANJA- RAČUNARSKI MODELI	24
2.1	UTICAJ NAUČNIH SAZNANJA NA SAVREMENO MODELOVANJE: IZRANJANJE (<i>EMERGENCE</i>), MORFOGENEZA I <i>BOTTOM- UP</i> LOGIKA.....	25
2.2	ASOCIJATIVNO MODELOVANJE: <i>BOTTOM- UP</i> LOGIKA STVARANJA FORME	30
2.3	ISTORIJA CAD SISTEMA.....	36
2.4	GRAMATIKA JEZIKA IZMEĐU ČOVEKA I MAŠINE	43
2.5	SKRIPTING- DIJALOG RAČUNARA I ARHITEKTE	49
2.6	EVOLUCIONI MATEMATIČKI MODELI: GENETSKI ALGORITAM I ČELIJSKI AUTOMATI.....	59
2.6.1	<i>Problem prostora pretrage.....</i>	59
2.6.2	<i>Genetski algoritam.....</i>	61
2.6.3	<i>Čelijski automati.....</i>	66
2.6.4	<i>1D CA: elementarni model.....</i>	67
2.6.5	<i>2D CA.....</i>	69
2.6.6	<i>3D CA.....</i>	72
3	PRIMENA CA U ARHITEKTONSKOM PROJEKTOVANJU	73
4	UTICAJ RAČUNARSKIH ALATA NA ARHITEKTONSKO PROJEKTOVANJE.....	86
5	TIPOVI SAVREMENIH ŠKOLA.....	96

6	PRIMENA CA RAČUNARSKOG MODELA U PROCESU PROJEKTOVANJA ŠKOLSKIH ZGRADA.....	101
6.1	I FAZA- DEFINISANJE POČETNOG STANJA	101
6.1.1	Definisanje ćelije- modula.....	102
6.1.2	Definisanje ćelijskog prostora- parcele.....	103
6.1.3	Definisanje stanja ćelije- funkcija	104
6.1.4	Definisanje okruženja- kontekst	105
6.1.5	Definisanje pravila- relacije.....	106
6.1.6	Početno stanje.....	107
6.2	II FAZA- DEFINISANJE KORIDORA	108
6.3	III FAZA – DEFINISANJE PRIMARNIH FUNKCIJA	119
6.4	IV FAZA- RACIONALIZACIJA KORIDORSKOG PROSTORA	128
6.5	TESTIRANJE MODELA	136
6.5.1	H1- Provera prostornih kapaciteta generisanih rešenja	137
6.5.2	H2- Parcela nepravilnog oblika	148
6.5.3	H3- Upoređivanje generisanog modela sa realnim školskim objektima	153
7	ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	168
7.1	MOGUĆNOSTI DALJIH ISTRAŽIVANJA	171
8	POPIS LITERATURE	174
9	POPIS ILUSTRACIJA.....	181

1 Uvod

Arhitektonsko projektovanje predstavlja jednu od najstarijih inženjerskih disciplina, koja prati razvoj ljudskih civilizacija još od Starog veka. Od prvog u istoriji poznatog arhitekta (ili, bolje rečeno, graditelja) Imhotepa¹ (27. vek pne) do danas, razvoj različitih tehnoloških dostignuća je ostavljao značajan trag na graditelje i njihova dela u epohama koje su sledile, što je predmet brojnih istraživanja iz sfere istorije arhitekture i urbanizma².

Međutim, prelaz XX u XXI vek je doneo jednu od najvećih tehnoloških revolucija u istoriji, poznatu kao *digitalna era*, čiji se uticaj na brojne oblasti nauke i umetnosti još uvek ispituje. U ovoj grupi se nalaze i pitanja uticaja otkrića iz informaciono-

¹ Janson. H.W.: *Istorija umetnosti*, Beograd, Prosveta, 1994., pp.102.

² Uticaj tehnologije odnosno tehnoloških dostignuća je bio uvek usko vezan za razvoj arhitekture. Čak i mala, čini se nevažna otkrića, su uticala na pristup u projektovanju i na formu objekata. Greg Lin (*Greg Lynn*) tvrdi da se jedna od većih promena u arhitekturi, u smislu estetike i proporcije, desila sredinom XVI veka uvođenjem decimalnih brojeva i otkrićem mernih uređaja, koji su zamenili dotadašnji merni sistem proporcija (Greg Lynn: *Organic algorithms in architecture*, TED Talk, 2014). Nakon ovog otkrića, osnova zgrade je mogla da se *odvoji* od fasade- omotača. Nakon industrijske revolucije, veliki uticaj na arhitekturu su imala otkrića novih i nova primena već poznatih materijala (cement, beton, čelik i dr.), koja je u smislu materijalne fabrikacije, značajno promenila način gradnje, ali i stil života. Nagle promene koje su usledile, nakon tog perioda, su zainteresovale mnoge istraživače iz sfere arhitekture i urbanizma. Sigfrid Gidion, Spiro Kostof, Horst Janson (Gidion S.: *Prostor, vreme, arhitektura*, Građevinska knjiga, Beograd, 1969.; Kostof. S.: *A History of Architecture: Settings and Rituals*, Oxford University Press, 1995; Janson. H.W.: *Istorija umetnosti*, Prosveta, Beograd, 1994), su samo neki od autora koji su se bavili istorijom arhitekture, pa i tehnološkim uticajem, u opštem smislu. Tokom XX veka, istu temu su, u svojim delima, obrađivali i Čarls Dženks i Kenet Frempton (Dženks, Č: *Moderni pokreti u arhitekturi*, Građevinska knjiga, 1995.; Frempton, K: *Moderna arhitektura, kritička istorija*, Orion Art, 1985). Novonastale promene, krajem XX veka i početkom XXI veka, izazvane naglim napretkom IT tehnologija, su uticale i na tehnologiju izgradnje. U današnje vreme, mnoge istraživače je zainteresovala tema materijalne fabrikacije, među kojima su: Akim Menez (Achim Menez), Branko Kolarević, Greg Lin, Nil Lič (Neil Lich) i mnogi drugi.

tehnološke (IT) sfere i drugih srodnih područja istraživanja i razvoja na arhitektonsko i urbanističko projektovanje.

U fokusu ovog rada nalazi se jedan segment opisanog problema istraživanja. Naime, na prelazu XX u XXI vek zabeležen je značajan preokret u korišćenju instrumenata za arhitektonsko projektovanje. Od olovke/rapidografa/flomastera i različitih vrsta papira, kao sredstava za ispoljavanje arhitektonske ideje, razvojem računara i pripadajućih softverskih paketa, sredstvo za pisanje zamenjeno je kompjuterskom tastaturom, odnosno kompjuterskim mišem, a papir na kome se crta, kompjuterskim monitorom i posledično, štampačem, koji digitalni zapis na kraju prevodi u poznatu štampanu formu.

Ova promena u sredstvima, ili instrumentima, kojima se postiže konačno arhitektonsko rešenje, u prvim fazama svog razvoja, nije donela promenu u načinu mišljenja o prostoru, osim u delovima u kojima se softver pokazao kao ograničavajući skup rešenja za potencijalno neograničenu imaginaciju projektanta. Preciznije, poznavanje softvera, koje je variralo od projektanta do projektanta, ograničavalo je i skup rešenja kojima se inklinira (stepen složenosti konačnog rešenja je bio u direktnoj zavisnosti od poznavanja jednog ili više softverskih paketa). Ova situacija bi se mogla uporediti sa posedovanjem boljih olovaka/rapidografa/flomastera i/ili papira u prethodnom periodu. Projektantska logika je, u oba slučaja, ostajala ista, samo je olovku zamenio kompjuterski miš i dalje slično.

U današnjem trenutku, ostaje pitanje kako računari sa svojim softverskim paketima i pratećim tehnološkim dostignućima (internet, pametni telefoni, *internet stvari* itd.) mogu promeniti sam proces projektovanja, a ne samo njegovu spoljnu manifestaciju. Dakle, u ovom radu, ispitiće se odnos između projektantskog procesa i složenih programskih algoritama, a ne same vizualizacije arhitektonskog dela. U tom smislu, osnovni predmet istraživanja je bio kako logiku kreiranja programskog algoritma preneti/povezati sa logikom kreiranja arhitektonskog dela, uz prevazilaženje postojećih ograničenja nametnutih gotovim softverskim paketima i korišćenjem računara samo kao *oruđa za crtanje*.

U tom kontekstu, u radu će biti razmatrana upotreba računara u arhitektonskom projektovanju kao integralni deo projektantskog procesa. Istraživanje podrazumeva napredno korišćenje računara, gde je konačna forma objekta/projekta rezultat primene naprednih *generativnih alata*³ koji podrazumevaju usvajanje logike koju

³ Mogućnost softvera da generiše više mogućih rešenja.

nude algoritmi korišćeni za kreiranje softverskih paketa, a za razliku od logike *papira i olovke* koju nude standardni paketi *CAD* softvera.

Ovakav pristup izmešta projektanta u drugu arenu, arenu u kojoj projektant kreira *proces*⁴. Rezultat ovakvog pristupa je skup generisanih rešenja, a finalno rešenje se bira u skladu sa kriterijumom optimalnosti, skupom merljivih parametara kao što su ekonomičnost i funkcionalnost, ali paralelno kvantifikujući i nemerljive parametre koji su od posebnog značaja za razvoj estetske komponente i opšteg arhitektonskog kvaliteta⁵. Kvantifikacija nemerljivih parametara, koji su neizbežni u analizi arhitektonskog dela transdisciplinarnog po svojoj prirodi, a sa značajnim uticajem umetničke komponente, predstavlja jedan od najvećih izazova ovog rada. U tom smislu, predložen je metod upoređivanja rešenja kreiranih novim pristupom prikazanim u radu sa postojećim arhitektonskim delima verifikovanih pozitivnim kritikama na međunarodnoj arhitektonskoj sceni. Takođe, ovde je važno napomenuti, da predloženi pristup arhitektonskom projektovanju nikako ne zanemaruje ulogu arhitektonske ekspertize, odnosno, čoveka- profesionalca kao konačnog rukovodioca samog procesa, ali i donosioca odluka kada su finalna rešenja u pitanju. U suprotnom, metod prostog upoređivanja sa uspešnim rešenjima internacionalne arhitektonske prakse bi doveo da beskonačnog ponavljanja postojećih potvrđenih modela, i kao takav ograničio razvoj arhitektonskog projektovanja kao discipline, što svakako nije cilj. Za sada, umetnički doprinos arhitektonskog dela ostaje na samom čoveku- profesionalcu, kao njegov, istovremeno najveći izazov, ali i prostor za izuzetnost. Predloženi model projektovanja služi kao pomoćni alat za razmatranje potencijalno beskonačnog broja rešenja i njihovo vrednovanje u odnosu na zadate parametre.

U kontekstu iznetog, u ovom istraživanju prikazana je praktična primena naprednih tehnika u procesu projektovanja školskih zgrada. Nivo apstrakcije (programske, formalne i funkcionalne) prikazanih modela ukazuje na to da nisu u pitanju gotovi arhitektonski projekti visokog nivoa razrade, jer su školske zgrade razmatrane pre svega kao funkcionalni sklopovi organizovani na osnovu definisanih pravila. Takođe, prikazani modeli ne odgovaraju nijednoj realnoj situaciji u pogledu fizičke lokacije ili preciznih programskih zahteva. Pretpostavka ovog istraživanja je bila da su svi razmatrani modeli slobodnostojeći objekti na parceli, koji mogu biti

⁴ Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, pp. 96- 107.

⁵ Atanacković Jeličić J; Maraš I; Ecet D: *Savremeni pristup arhitektonskom projektovanju školskih zgrada*, FTN, Novi Sad, 2016

prilagođeni različitim uslovima dostupnosti infrastrukture, klime ili drugih uticaja, a da pri tome njihova osnovna koncepcija ne bude značajno promenjena. Ovakav pristup koristi dostupne informacione tehnologije u cilju repositioniranja arhitekta u okvirima samog projektantskog procesa, automatizujući naporan postupak analognog kreiranja *svih mogućih rešenja*. Može se čak reći da ovaj pristup *intelligentnom* projektovanju, predstavlja svojevrsni ekspertski sistem, koji znanje projektanta profesionalca pretvara u formalne načine odlučivanja karakteristične za njegov način razmišljanja.

1.1 Predmet i problem istraživanja

*Ova diskusija se ne odnosi na mašine koje nužno mogu stvarati arhitekturu; ovo je uvod za mašine koje mogu naučiti o arhitekturi i možda čak i naučiti o učenju i arhitekturi.*⁶

Nicholas Negroponte

Ideja da se računar koristi *proceduralno*⁷, radi rešavanja kompleksnih arhitektonskih zahteva datira još od nastanka prvih računara sredinom XX veka. Pojavom prvih računara u polju arhitekture, mnogi istraživači su osmišljavali načine na koje je moguće automatizovati proces projektovanja. Uprkos ideji računara kao “mašine za rešavanje problema” (*problem solving machine*)⁸, proteklih decenija je računar, kao pomoć u dizajnu/projektovanju dominantno služio kao alat za reprezentaciju arhitektonskih imaginacija⁹.

Termini kao što su *Digital design*, *Emergence*, *Algorithmic design*, *Morphogenetic design*, *Parametric design* su danas veoma popularni u arhitekturi. Usvojeni su iz drugih naučnih oblasti da bi imenovali jedan novi pristup u projektovanju, digitalnu paradigmu koja reinterpreтира računar kao sredstvo koje je integralni deo

⁶ *This discussion is not about machines that necessarily can do architecture; it is a preface to machines that can learn about architecture and perhaps even learn about learning about architecture.*

Negroponte, N: *Toward a Theory of Architecture Machines*, Journal of Architectural Education (1947-1974), Vol. 23, No. 2, 1969. pp.9-12.

⁷ Delanda, M: *Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture*, video lecture, 2009.

Dostupno na: https://www.youtube.com/watch?v=50-d_J0hKz0,

⁸ Proces projektovanju iznad finalne reprezentacije, paradigma promovisana od strane uticajnih arhitekta tog vremena (Christopher Alexander, Nicholas Negroponte, Cedric Price).

⁹ Terzidis, K: *Algorithmic Architecture*, Routledge, 2006

projektantskog procesa a ne samo sofisticirani alat za crtanje.¹⁰ Ovakav, alternativni pristup u projektovanju koristi računar kao mašinu koja generiše veliki broj rešenja da bi se postiglo neočekivano ali održivo rešenje ili rešenja¹¹.

Alati koji se koriste u ovakvom pristupu su pretežno preuzeti iz drugih naučnih oblasti (najčešće inspirisani biološkim naukama¹²) i predstavljaju matematičke modele koji služe da bi se opisali kompleksni sistemi u prirodi. Koristeći ove alate, u ovom istraživanju, će se sagledati transformacija/adaptacija *tradicionalnog* pristupa u *alternativni* pristup arhitektonskom projektovanju.

U ovom radu, sistem (organizacije školskih objekata) će biti posmatran kao *organizam/mašina*¹³. S tim u vezi, model, koji će biti kreiran alternativnim pristupom, će se opisati kao sistem elemenata, međusobno definisanih relacijama. Mnogi teoretičari sistema, kroz istoriju, definišući pojam *relacije, elemenata i hijerarhije*, su se oslanjali na biološke nauke i posebno na teorije evolucije, kako navodi Ludvig fon Bertalanffy (*Ludwig Von Bertalanffy*) u radu *The History and Status of General Systems Theory*¹⁴. Model kao sistem će biti posmatran kao:

- definisan pravilima- parametarski,
- po relaciji između elemenata- asocijativan,
- po hijerarhiji stvaranja forme *bottom – up*¹⁵ i
- po organizaciji osnovnih elemenata- samoorganizovan.

Ako se na ovaj način definiše virtuelni arhitektonski model, sa osnovnim elementima i relacijama između elemenata, u procesu modelovanja ovakvog modela se mogu primeniti različiti alati pomoću kojih je moguće generisati veliki broj rešenja. Jedan od takvih alata je model *čelijskih automata (CA)*¹⁶. *CA* model je već poznat matematički formalizam i često se koristi kao alat u procesu arhitektonskog projektovanja. Ako *CA* model, definisan sa malim brojem *stanja* pojedinih ćelija i malim brojem pravila, nazovemo osnovnim *CA* modelom, *CA* modeli sa većim brojem *stanja* i većim brojem *pravila*, možemo nazvati

¹⁰ Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, pp. 96- 107.

¹¹ Negroponte, N: *The Architecture Machine: Toward a More Human Environment*, MIT Press, Cambridge, Mass, 1970.

¹² Alati su često inspirisani biološkim naukama, ali potiču iz matematike.

¹³ Termin *mašina* se često koristio ka termin koji opisuje sistem, algoritam ili postupak.

¹⁴ Von Bertalanffy, L: *The History and Status of General Systems Theory*, Rhe Academy of Managment Jurnal, Vol. 15, No.4, General Sitemns Theory, 1972, pp. 407- 426.

¹⁵ U litaraturi se metodologija *od gore ka gore* obično naziva *bottom-up*, pa ćemo taj termin i mi koristiti u nastavku.

¹⁶ U daljem tekstu će se umesto termina *čelijskih atomata* odnosno *čelijskog automata* koristiti akronim *CA*.

adaptiranim CA modelima. U ovom radu je istražena moguća primena adaptiranih CA modela u cilju prilagođavanja specifičnim projektantskim zahtevima,^{17,18} a sam postupak adaptacije je detaljno opisan u *poglavlju 6*.

Fokus ovog istraživanja je implementacija adaptiranog modela CA u procesu projektovanja školske zgrade. Školske zgrade nisu odabrane slučajno za ovo istraživanje. Sa jedne strane, morfološki tipovi škola prikazani u istraživanju se u velikoj meri poklapaju sa morfološkim tipovima drugih arhitektonskih programa: administrativnih objekata, poslovnih zgrada, komercijalnih objekata i sl. Dakle, implementacija CA modela u procesu projektovanja školskih zgrada čini moguću primenu CA modela i na primenu u projektovanju navedenih arhitektonskih programa, što je svakako predmet daljeg istraživanja. Sa druge strane, školske zgrade čine 60% podne površine svih javnih objekata na teritoriji EU¹⁹ što ukazuje na atraktivnost arhitektonskog programa u odnosu na sve programe javnih objekata. Projektovanje školske zgrade će se opisati CA modelom, u diskretnom vremenu i prostoru sa jednostavnim pravilima tranzicije i relativno malom broju stanja pojedinih ćelija. CA spada u generativne alate, a samo projektovanje ovakvim i sl. alatima se naziva *generativni dizajn*. Tema ovog istraživanja će pored primene CA u procesu projektovanja biti pregled aktualnih generativnih alata primenjenih u generativnom dizajnu.

1.2 Potreba za istraživanjem

Generativni dizajn je relativno novo polje u arhitektonskom projektovanju i deo je velike CAD porodice. Osnovna potreba za *generativnim* alatima je povećanje produktivnosti u smislu automatizacije procesa projektovanja i unapređenje samog dizajna/kompjuterskog modela. Računar više nije samo pomoćno sredstvo koje proširuje arhitektonsku imaginaciju već postaje alat za optimizaciju koji otkriva nove mogućnosti u arhitektonskom projektovanju²⁰. Razvoju novonastalih formi kao i razvoju novih pristupa u arhitektonskom projektovanju je, u poslednje vreme,

¹⁷ Herr, C. M; Kvan, T: *Adapting cellular automata to support the architectural design process*, Automation in Construction 16, 2007, pp. 61 – 69.

¹⁸ Batty, M: *Cities and Complexity- Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, MIT Press, 2007.

¹⁹ Dostupno na: <https://eu-smartcities.eu/content/60000-school-buildings-eu-can-be-retrofitted-eu-2020-standards-without-closing-down-school-1>

²⁰ Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, pp. 96- 107.

doprinela velika grupa softverskih dodataka pa i samostalnih softverskih platformi koje nude veći *prostor pretrage*.²¹

CA se u mnogim oblastima nauke koristi kao utvrđen način da se ispituju kompleksni sistemi²². Posmatranje modela koje generiše *CA*, a koji su kompleksni sistemi formirani jednostavnim relacijama osnovnih elemenata sistema po određenim pravilima, zakonitostima i obrascima, može biti za ovo istraživanje veoma značajno. Sa jedne strane, da bi se *CA* implementirao u proces projektovanja, potrebno je razumeti, istražiti arhitektonski objekat u kontekstu osnovnih elemenata, relacija i pravilnosti, dok sa druge strane, ovako formirana generisana rešenja je moguće analizirati, međusobno uporediti merljivim parametrima i otkriti nova saznanja i moguću primenu u smislu automatizacije projektantskog procesa.

1.3 Sastav radnih hipoteza

H1- Korišćenjem ćelijskog automata u procesu projektovanja moguće je generisati arhitektonska rešenja koja odgovaraju važećim standardima za školske objekte.

H2- Rešenja koja su generisana korišćenjem ćelijskog automata mogu biti primenjena i na konkretnu parcelu, u arhitektonskoj praksi, najčešće nepravilnog geometrijskog oblika.

H3- Rešenja koja su generisana korišćenjem ćelijskog automata uporediva su sa arhitektonskim rešenjima realnih školskih objekata, koji su verifikovani kao kvalitetna arhitektonska rešenja od strane stručnih žirija.

1.4 Ciljevi istraživanja

Osnovni cilj istraživanja je implementacija *CA* u procesu projektovanja školskih zgrada. Implementacija *CA* podrazumeva izradu algoritma koji generiše rešenja u skladu sa prethodno definisanim pravilnostima prostorne organizacije školske zgrade. Takođe, pored osnovnog cilja, istraživanje uključuje sledeće ciljeve:

²¹ *Prostor pretrage* je formalno definisan u odeljku 2.6.1

²² Wolfram S: *A New Kind of Science*, 2002.

Dostupno na: <http://www.wolframscience.com/nks/>

- da se ponudi alternativni metod u procesu projektovanja,
- detaljno objasniti postupak izrade algoritma u cilju boljeg razumevanja savremenog pristupa u projektovanju školskih zgrada,
- testirati model generisan ćelijskim automatima, utvrditi pravilnosti, analizirati, međusobno uporediti merljivim parametrima i otkriti nova saznanja i moguću primenu u smislu automatizacije dela (jednog dela, delova) projektantskog procesa.

Pored navedenih ciljeva istraživanja, a u cilju boljeg razumevanja savremenog pristupa u procesu projektovanja školskih zgrada će se prikazati:

- tipologije školskih objekata,
- istorijski pregled *CAD* alata i uticaj matematičkih modela u procesu projektovanja i
- upotreba dostupnih alata u procesu projektovanja.

1.5 Pregled literature

Nastankom prvih računara sredinom XX veka, veliki potencijal računara su prepoznale mnoge naučne oblasti pa i napredne arhitekthe tog vremena. Uloga računara kao *partnera* u procesu projektovanja, na samom početku, je videna različito. Jedan od načina korišćenja računara je *logika papira i olovke*. Ovaj način podrazumeva korišćenje računarskih alata koji služe kao pomoć arhitekti kako bi reprezentovao svoju ideju. Drugi način upotrebe računara podrazumeva korišćenje savremenih alata kako bi se kreirao sam proces projektovanja. Ovakav pristup u projektovanju je zainteresovao istraživače iz različitih oblasti arhitektonskog i urbanističkog projektovanja²³.

Upotreba savremenih alata u procesu projektovanja je relativno nova tema u arhitektonskoj teoriji i praksi i još uvek predstavlja alternativni pristup u projektovanju u odnosu na tradicionalni koji podrazumeva upotrebu računara

²³ Mnogi arhitekti, pojavom prvih računara, su prepoznali veliki potencijal računara kao pomoć u procesu projektovanja među kojima su najznačajniji: Nikolas Negroponte (*Nicholas Negroponte*), Kristofer Aleksander (*Christopher Alexander*), Vilijam Mičel (*William Mitchell*), Sedrik Prajs (*Cedric Price*), Pol Kots (*Paul Coates*), Džon Frejzer (*John Frazer*)

logikom papira i olovke pa je tema savremenih alata u dostupnoj literaturi slabo razmatrana srazmerno relativno malom broju istraživača. Broj istraživača je značajno uvećan usled naglog razvoja informacione tehnologije poslednje tri dekade što je doprinelo da se tema savremenih alata pojavi u kurikulumima progresivnih arhitektonskih fakulteta, ali na samom početku, sredinom XX veka, je samo mala grupa arhitekata prepoznala potencijal u mašini u kojoj su videli inteligentnog *partnera*.

Za promociju računara kao inteligentnog *partnera* je zaslužan Nikolas Negroponte (*Nicholas Negroponte*), danas poznat kao tehnološki guru i osnivač *MIT Media Lab*, je 1969. godine predstavio svoju viziju arhitekture i tehnologije, svojevrsnim manifestom *Toward a Theory of Architecture Machines*²⁴. Ubrzo nakon toga je usledilo delo *The Architecture Machine*²⁵, a potom delo *Soft Architecture Machine*²⁶ u kojem je ilustrovao i opisao razne projekte koji predstavljaju začetak ideje inteligentnog sistema, mašine koja ravnopravno učestvuje u procesu projektovanja.

Negroponteov savremenik Kristofer Aleksander (*Christopher Alexander*) je takođe istraživao mogućnosti primene računara u arhitektonskom projektovanju ali je ubrzo isključio računar kao pomoć u projektovanju i predstavio sa grupom autora analogni model projektantskog procesa u delu *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*²⁷. Ovom delu su prethodio esej *Systems Generating Systems*²⁸ i zatim delo *Notes on the Synthesis of Form*²⁹. Delo Kristofera Aleksandera je značajno uticalo na mnoge savremene arhitekate³⁰ ali i na način na koji se, upotrebom savremenih alata, posmatra virtuelni arhitektonski model.³¹

²⁴ Negroponte, N: *Toward a Theory of Architecture Machines*, Journal of Architectural Education (1947- 1974), Vol. 23, No. 2, 1969, pp. 9- 12.

²⁵ Negroponte, N: *The Architecture Machine*. Cambridge, MA: MIT Press, 1970.

²⁶ Negroponte, N: *Soft Architecture Machines*. Cambridge, MA: MIT Press, 1975.

²⁷ Alexander, C; Ishikawa S; Silverstein M: *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, New York: Oxford University Press, 1977.

²⁸ Alexander, C: *Systems Generating Systems*, AD 38 (1968): 605–610.

²⁹ Alexander, C: *Notes on the Synthesis of Form*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971.

³⁰ Kristofer Aleksander je imao značajan uticaj na Pitera Ajzenmana (*Peter Eisenman*) međutim su njihovi putevi razišli krunisani oštrom debatom 1982. godine.

The 1982 Debate Between Christopher Alexander and Peter Eisenman; Dostupno na: http://www.katarxis3.com/Alexander_Eisenman_Debate.htm#The%20Debate

³¹ Značajni izvor o delima Nikolasa Negropontea i Kristofera Aleksandera je Moli Stinson (*Molly Steenson*) sintetizovala u doktorskoj disertaciji *Architecture of information: Christopher Alexander, Cedric Price, and Nicholas Negroponte & Mit's Architecture Machine Group*. Steenson, M: *Architecture of information: Christopher Alexander, Cedric Price, and Nicholas Negroponte & Mit's Architecture Machine Group*, doktorska disertacija, 2014.

Ranom razvoju računarskih alata su doprinela istraživanja Vilijama Mičela (*William Mitchell*) koji je u duhu Aleksandrovog jezika obrazaca, sa Džordž Stinijem (Georg Stiny) predstavio *gramatiku oblika* primenjenu na arhitektonsko projektovanje u radu *The Palladian grammar*. Gramatika oblika kao alat u arhitektonskom projektovanju je i danas veoma popularan u raznim oblicima i adaptacijama.

Razvoj ovakvih i sličnih alata je bio usko vezen za razvoj informacione tehnologije. Shodno tome, stepen razvoja informacione tehnologije poslednje dekade XX veka je doprineo da se do tada relativno skupi, ekskluzivni računarski sisteme zamene personalnim računarima koji su bili namenjeni većem broju korisnika što je uticalo na brži razvoj računarskih alata. U prilog ovoj tezi govore razni primeri izvedenih objekata čija je forma zahtevala napredne računarske alate. Sa jedne strane za izradu virtuelnih modela, a sa druge strane za samu izvedbu arhitektonskih objekata.³²

Početak 1990-tih godina je rad Pitera Ajzenmana (*Peter Eisenman*) uticao na Greg Lina (Greg Lynn) koji je doprineo da se pojam *digitalno* uvrsti u teorijske diskurse. Greg Lin, u ulozi urednik *AD* izdanja *Folding in Architecture*³³ predstavio novonastalu digitalnu paradigmu kroz zbirku eseja i arhitektonskih projekata. Narednih godina, Greg Lin je promenio arhitektonski kurs, pružajući teoretski okvir za usvajanje računara- softvera kojima se istražuje i provocira arhitektonski oblik. Na samom kraju XX veka, 1996. godine, objavljuje esej *Blobs (or Why Tectonics is Square and Topology is Groovy)*³⁴ što ujedno predstavlja i rađanje *bloba*, forme u simboličnom pokretu, Greg Lin opisuje kroz filozofske definicije i savremene građevinske tehnike.

Sam kraj i početak XX veka, savremeni računarski alati postaju integralni deo projektantskog procesa u avangardnim arhitektonskim krugovima. Evolucionirajući virtuelni modeli, kojima su različite naučne oblasti opisivale fenomene stvaranja složenih sistema u prirodi koja nas okružuje³⁵, su postale i deo arhitektonske teorije

³² Među prvim projekatima je *Lewis Residence* 1985- 1998. Frenk Gerija (Frank Gehry), a kasnije i simbol ovog perioda, *Guggenheim Museum Bilbao*. Tehnološki napredak i komercijalna upotreba *CNC* mašina je omogućila da oštre, polomljene forme poput formi Pitera Ajzenmana pređu u glatko zakrivljene površine.

³³ Lynn, G; *Folding in Architecture*, special issue (AD Profile 102), Architectural Design 63, WILEY- ACADEMY, 1993.

³⁴ Carpo, M: *Ten years of folding, Folding architecture*, special issue (AD Profile 102), Architectural Design 63, WILEY- ACADEMY, 1993. str.14- 18.

³⁵ Džon Holand (*John Holland*) popularizuje genetski algoritam kao matematički formalizam koji opisuje stvaranje složenih formi u prirodi inspirisanu prirodnom selekcijom kroz mutaciju i ukrštanje. Holland, J: *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Cambridge, MA: MIT Press, 1992. Nastajanje složenih sistema takođe opisuje i Stiven

i prakse. Termine kao što su *digitalna morfogeneza*, *evolutivna arhitektura*, *algoritamska arhitektura* su postali pomodni termini u progresivnim arhitektonskim krugovima. Delom Džona Frejzera (*John Fraizer*) *An Evolutionary Architecture*, 1995. godine su evolucione tehnike dobile svoje mesto u procesu arhitektonskog projektovanja. U delu je arhitektonski model opisan kroz analogiju različitih evolucionih modela. Predloženi model je hegemoniju *top-down* procesa stvaranja forme u arhitekturi zamenio logikom *bottom-up*.

Bottom-up pristup u projektovanju, u kojem se koriste različiti napredni računarski alati je zainteresovao mnoge arhitekture koji su arhitektonskim diskursima na različite načine opisivali arhitektonske modele i procese stvaranja formi. Među njima je i grupa arhitekata *Emergence and Design Group* koja u eseju *Emergence in Architecture* sistematski istražuju termin *izranjanje (emergence)* i morfogeneze u arhitekturi i načine kojima se mogu primeniti instrumenti- mehanizmi sistema koje ovaj termin opisuje.³⁶ Matematički formalizam, algoritmi postaju neodvojivi deo novonastalog pristupa u arhitektonskom projektovanju.

Početkom XX veka mnogi teoretičari istražuju temu algoritama u arhitektonskom projektovanju među kojima su Mario Karpo (Mario Carpo)³⁷, Kosta Tercidis (Kostas Terzidis)³⁸, Pol Kots (*Paul Coates*)³⁹, Mark Beri (*Mark Barry*)⁴⁰, Manuel Delanda (*Manuel DeLanda*)⁴¹. Takođe fenomen računarskih tehnika i primenu

Džonson (Steven Johanson) u delu *Emergence: the connected lives of ants, brains, cities, and software*. Johnson, S: *Emergence: the connected lives of ants, brains, cities, and software*, August, 2002

³⁶ Hensel, M; Menges, A; Weinstock, M: *Introduction to Emergence: Morphogenetic Design Strategies*, The Digital Turn in Architecture 1992–2012 6th AD reader 2012. Str. 158- 164.

³⁷ U različitim delima istražuje primenu algoritama i pojma *digitalnog* u arhitektonskom projektovanju. Carpo, M: Introduction, *The Digital Turn in Architecture 1992–2012*, John Wiley & Sons Ltd, 2015; Carpo, M.: *Ten years of folding, Folding architecture*, special issue (AD Profile 102), Architectural Design 63, WILEY- ACADEMY, 1993; Carpo M: *The Alphabet and the Algorithm*, The MIT Press, 2011.

³⁸ Terzidis, K: *Algorithmic Architectur*, Routledge, 2006; Terzidis, K: *Expressive Form A conceptual approach to computational design*, Taylor & Francis, 2005.

³⁹ Coates, P: *Programming Architecture*, Routledge, 2010; Coates, P: *The Use of Cellular Automata to Explore Bottom Up Architectonic Rules*, Eurographics Conference, Imperial College of Science and Technology, LondonUK, 1996.

⁴⁰ Burry, M: *Antoni Gaudí and Frei Otto: Essential Precursors to the Parametricism Manifesto*, John Wiley & Sons, March 11,2016.

Burry, M: *Scripting Cultures- Architectural design and programming*, John Wiley & Sons, Jan 30, 2013.

⁴¹ De Landa, M: *Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture*, 2002; Delanda, M: *Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture*, video predavanje, 2009. Dostupno na: https://www.youtube.com/watch?v=50-d_J0hKz0&t=103s

savremenih alata u arhitektonskoj teoriji i praksi, istražuju Nil Lič (*Neil Leach*)⁴² i Rivka Oksman (*Rivka Oxman*) kroz niz eseja i dela.

S obzirom da je centralna tema ovog istraživanja primena ćelijskih automata u projektovanju školskih zgrada, pregledom literature se, pored gore navedenih autora, izdvajaju naučni radovi različitih autora kao osnovni izvor istraživanja, među kojima je Roberta Kravcika (*Robert Krawczyk*), Kristina Her (*Christiane M. Herr*), Rajan Ford (*Ryan C. Ford*) i dr.

Za ovo istraživanje, temu moguće primene na ovaj način definisanog modela, a u kontekstu savremenih društvenih okolnosti u kojima se termin mreže (*network*) i arhitekture otvorenog koda (*open source*), je takođe važno delo Karla Ratija (*Carlo Ratti*) *Open Source Architecture*⁴³ i teorijski diskurs Patrika Šumahera (*Patrik Schumacher*) *Parametricism as Style- Parametricist Manifesto*⁴⁴

1.5.1 Zaključak

Tema savremenih alata u procesu arhitektonskog projektovanja je aktualizovana poslednjih dekada digitalnim preokretom, kako ga je Mario Karpo predstavio zbirkom eseja *The Digital Turn in Architecture 1992–2012*. U prilog ove teze govori nagli porast istraživača u novonastalom arhitektonskom polju ali i dalje je broj istraživača relativno mali s obzirom da se ovakav pristup u projektovanju još uvek smatra alternativnim. Pregledom dosadašnjih istraživanja na temu primene savremenih alata u procesu projektovanja, može se uočiti značajan uticaj naučnih saznanja, koje su promenile način na koji posmatramo stvaranje složenih sistemi u prirodi koja nas okružuje. Za istraživanje složenih formi u arhitektonskom projektovanju se koriste različiti matematički formalizmi, od genetski algoritama, parametarskih modela, do ćelijskih automata čija je primena u procesu projektovanja centralna tema.

Ćelijski automati se uspešno primenjuju u urbanističkom projektovanju i geografskim naukama. Jedan od takvih modela je predstavio Majkl Beti (*Michael Batty*) u delu *Cities and Complexity Understanding Cities with Cellular Automata*,

⁴² Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008. Leach, N: *Design For A Digital World*, Wiley-academy, 2002; Leach, N; Turnbull, D; Wiliams, C: *Design For A Digital World*, Wiley-academy, 2002; Leach, N: *Digital Cities*, Architectural Design, Vol 79, No 4, 2009.

⁴³ Ratti, K: *Open Source Architecture*, Thames and Hudson Ltd; 01 edition, 2015.

⁴⁴ Schumacher, P: *Parametricism as Style - Parametricist Manifesto*, 2008.

Dostupno

na:

<https://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>

Agent- Based Models u kojem je pomoću ćelijskih automata i modela zasnovanih na agentima, opisao dinamička i nelinearna svojstva urbanog rasta. Pregledom dosadašnjih istraživanja na temu primene ćelijskih automata u procesu projektovanja, se može zaključiti da generisani modeli, primenom ćelijskih automata, mogu poslužiti za različita formalna istraživanja, ali i kao analitički modeli u smislu različitih kriterijuma optimizacije u cilju pronalaženja ispravnih rešenja. U većini istraživanja, generisani modeli su upotrebljeni u ranim fazama projektovanja za koje je često potrebna dalja razrada kako bi se upodobili realnim projektantskim zahtevima. Ova činjenica je veoma važna u tumačenju rezultata prikazanih ovim istraživanjem.

1.6 Program istraživanja

U odnosu na definisane ciljeve istraživanja, program istraživanja je podeljen u nekoliko faza.

1.6.1 I faza (nulta faza):

U prvom koraku ove faze će istražiti upotreba savremenih alata u procesu arhitektonskog projektovanja. Pre svega specifične karakteristike alata i uticaj na sam proces arhitektonskog projektovanja.

U sledećem koraku će se istražiti tipologija školskih objekata, klasifikacija i tipološke karakteristike školskih objekata.

1.6.2 II faza:

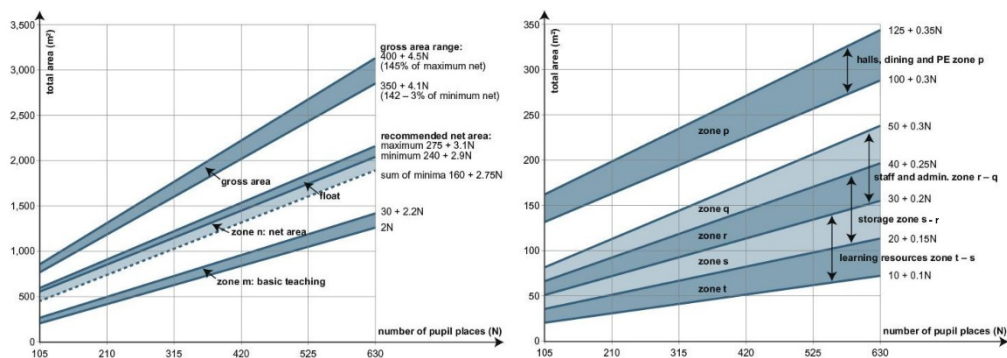
U ovoj fazi će se formirati model za arhitektonsko projektovanje školskih zgrada u četiri koraka:

- Definisane početnog stanja.
- Definisane koridorskog prostora školske zgrade.
- Definisane primarnih funkcija školske zgrade.
- Racionalizacija koridorskog prostora.

1.6.3 III Faza:

U poslednjoj fazi ovog istraživanja će se testirati model. Kao prvi korak u testiranju će se prostorne i programske karakteristike modela uporediti sa realnim kapacitetima referišući se na standarde školskih objekata Velike Britanije⁴⁵. Dostupni standardi praktično predstavljaju svojevrstni vodič kroz projektovanje novog školskog objekta. U standardu postoje instrukcije za osnovne škole kao i za srednje škole. Za ovo istraživanje će se koristiti referentne vrednosti za osnovne škole zbog svoje jednostavnosti u smislu apstrakcije.

Standardi daju preporuke izražene u veličinama minimalnog i maksimalnog prostornog kapaciteta školskog objekta u odnosu na broj učenika.



Slika 1. Na slici su prikazane zone sa maksimalnim i minimalnim površinama određenih zona u odnosu na površinu školske zgrade i na broj učenika.

Pored testiranja modela u odnosu na prostorne kapacitete, model će se postaviti u konkretni kontekst, na parcelu nepravilnog oblika što je čest slučaj u praksi.⁴⁶

⁴⁵ Standardi, odnosno preporuke za gradnju javnih školskih zgrada Velike Britanije precizno određuju prostorne kapacitete pojedinačnih funkcionalnih celina, što je, između ostalog, bio razlog odabira ovih preporuka. Takođe, preporuke *Area guidelines for mainstream schools*, 2014, su napisane na engleskom jeziku i slobodne su za preuzimanje na:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/324056/BB103_Area_Guidelines_for_Mainstream_Schools_CORRECTED_25_06_14.pdf

⁴⁶ Model je inicijalno postavljen na parceli pravilnog oblika radi jednostavnijeg objašnjenja u smislu apstrakcije modela.

Takođe će se testirati mogućnosti algoritma da ponovi realnu prostornu organizaciju školskog objekta referišući se na zbirku konkursnih rešenja školskih objekata u Švajcarskoj u periodu od 2001- 2015 godine.⁴⁷

Poslednji korak će biti sinteza dobijenih podataka u cilju utvrđivanja merljivih kvaliteta generisanih rešenja dobijenih pomoću algoritma.

1.7 Primenjene naučne metode

U predmetnom istraživanju će se koristiti sledeće metode:

Analiza

Analiza, kao naučni metod će se primeniti na analizu postojećih školskih zgrada, a kasnije, nakon testiranja modela, će se analizirati merljivi podaci generisanih rešenja radi utvrđivanja dodatnih kvaliteta modela.

Sinteza

Metod sinteze će se primeniti na formiranje tipoloških skala postojećih školskih zgrada kao i na generisana rešenja.

Modelovanje

Metod modelovanja će se primeniti u izradi algoritma koji generiše model/rešenja.

Eksperiment

Metoda eksperimenta će se primeniti u fazi testiranja modela, redosledom navedenim u poglavlju 8. Program istraživanja.

Indukcija i dedukcija

Metodi će se primeniti u fazi izrade algoritma. Prethodno prepoznati obrasci u analizi postojećih školskih zgrada (dedukcija) će se primeniti u algoritmu na osnovu kojih će se dobiti generisana rešenja.

1.8 Struktura rada

U okviru rada ističu se dve celine koje su struktuirane kroz 11 poglavlja. U radu nakon uvodnog dela, prvu celinu čine poglavlja koja su teorijskog karaktere, dok su u drugoj celini prikazani praktični rezultati.

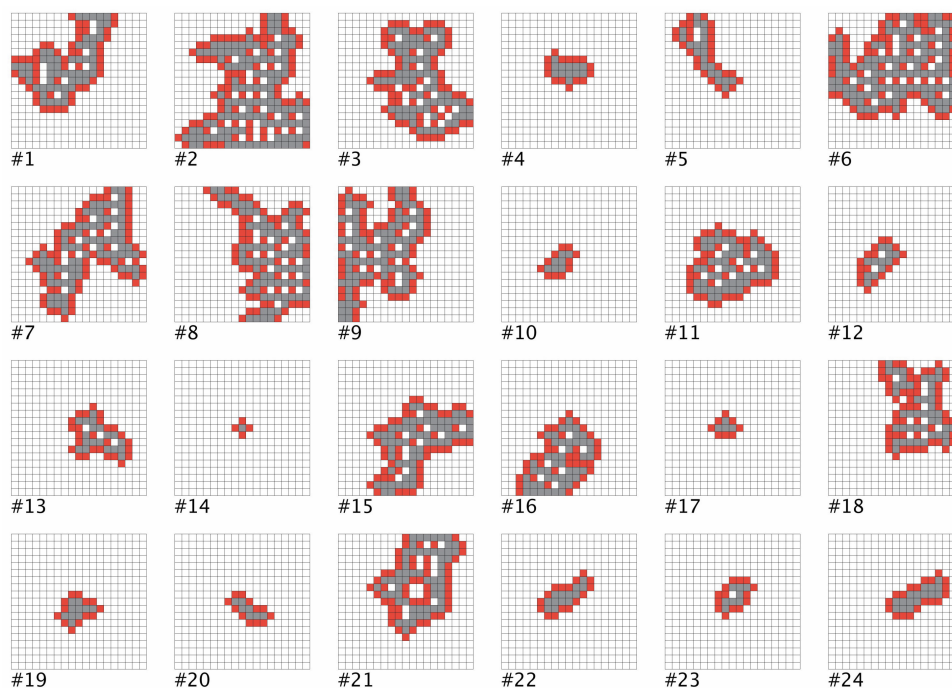
⁴⁷ *Grundrissifibel Schulbauten- 30 Architekturwettbewerbe in der Schweiz 2001- 2015*, Stant Zurich, 2015.

- Prvo poglavlje, (**Uvod**) čine predmet i problem istraživanja, potrebe za istraživanjem, sastav radnih hipoteza, ciljevi istraživanja, pregled literature korišćene u istraživanju i primenjene naučne metode.
- U drugom poglavlju, (**Upotreba savremenih alata u procesu projektovanja- računarski model**) je opisan virtuelni model u kontekstu savremenih alata kao pomoć u procesu projektovanja. Prikazan je kratak pregled naučnih saznanja XX veka koje su uticala na razvoj računarskih alata i uticaj virtualnih modela na logiku stvaranja forme. Takođe je opisana kratak istorijski razvoj *CAD* sistema kao i razvoj komunikacije između čoveka i računara. Posebna pažnja je posvećena generativnim računarskim alatima odnosno evolucionim tehnikama koje se koriste u savremenoj arhitektonskoj praksi.
- Kako je centralna tema ovog istraživanja primena ćelijskih automata u projektovanju školskih zgrada, u trećem poglavlju (**Primena CA u arhitektonskom projektovanju**) je opisana primena ćelijskih automata u arhitektonskom projektovanju.
- U četvrtom poglavlju (**Uticaj CA računarskih modela na arhitektonsko projektovanje**) je istražen uticaj virtuelnih modela dobijenih savremenim računarskim alatima na teorijske diskurse i savremenu arhitektonsku praksu.
- Peto poglavlje (**Tipovi savremenih škola**) se odnosi na kratak pregled tipova prostorne organizacije školskih objekata.
- Šesto poglavlje (**Primena CA računarskog modela u projektovanja školskih zgrada**) sa stanovišta arhitektonskog projektovanja, centralnog poglavlja, detaljno je prikazan postupak projektovanja koji predstavlja kombinaciju znanja arhitekta i savremenih softverskih alata koji daju mogućnost da se takva znanja prenesu na softverski kod, a da konačni rezultat bude odgovarajuće arhitektonsko rešenje.
- U sedmom poglavlju su prikazana zaključna razmatranja i mogućnosti primene rezultata u daljim istraživanjima.
- U osmom, devetom, desetom poglavlju prikazani su popis literature, popis ilustracija, tabela i indeks pojmova.

Na samom kraju rada je u dodatku prikazan uzorak od 1000 generisanih rešenja sa tabelarnim prikazom prostornih kapaciteta generisanih rešenja.

1.9 Osnovi doprinosi teze zasnovanih na prethodnim istraživanjima

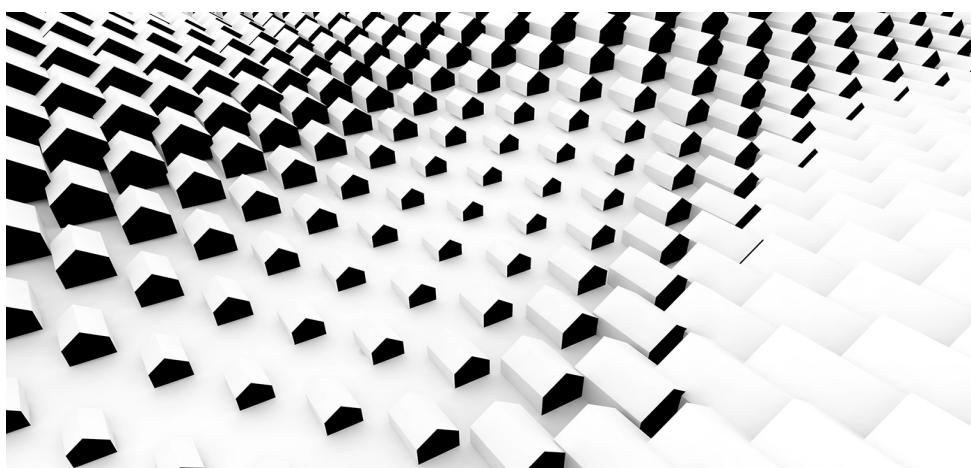
Istraživanja koja su prethodila doktorskoj disertaciji kandidat prepoznaje kao značajni doprinos tezi, odnosno, doprinos razvoju metoda arhitektonskog projektovanja školskih zgrada, ali i temi savremenih alata u procesu projektovanja u širem smislu. Prethodna istraživanja čine različite studije i idejni projekti u kojima kandidat samostalno i u timu uspešno primenjuje savremene alate u procesu projektovanja od kojih se izdvaja udžbenik *Savremeni pristup arhitektonskom projektovanju školskih zgrada*⁴⁸.



Slika 2. Generisana rešenja kompleksnog tipa školskog objekta (iz: *Savremeni pristup arhitektonskom projektovanju školskih zgrada*. FTN, Novi Sad, 2016, str. 179.

⁴⁸ **Atanacković-Jeličić J.**; Maroš I.; **Ecet D.**: *Savremeni pristup arhitektonskom projektovanju školskih zgrada*. FTN, Novi Sad, 2016

Pored udžbenika, kao značajni doprinos, se izdvajaju istraživanja na temu razumevanja ilegalnih naselja: *Case of Informal Settlement*⁴⁹, *PUD Experiment 505/1*⁵⁰ i *PUD Experiment 505/2*⁵¹.



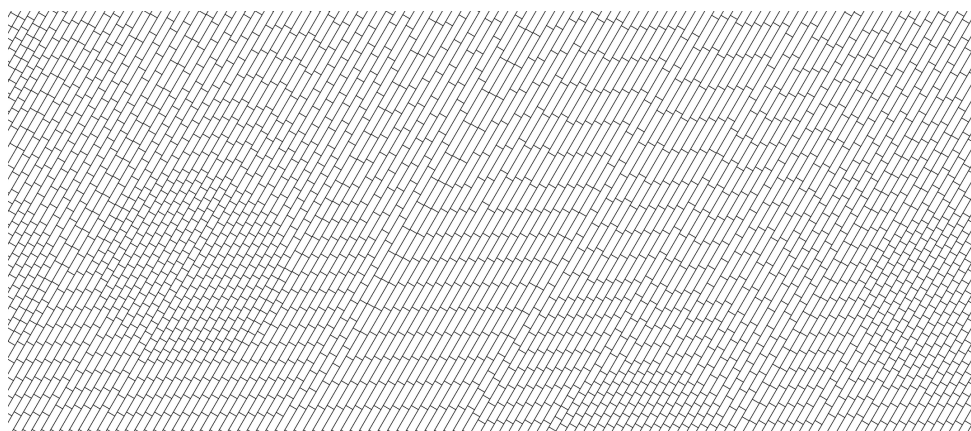
Slika 3. Apstrahovani prikaz kuća u odnosu na attractor nadmorske visine- PUD Experiment 505/2 (Atanacković-Jeličić J.; Ecet D.; Rapaić M.; Kapetina M.: PUD Experiment 505/2- Understanding illegal settlements, prikazan na međunarodnoj izložbi sa katalogom i recenzijama. Međunarodna izložba Endless Paper,2013)

⁴⁹ **Atanacković-Jeličić J.; Rapaić M.; Ecet D.;** Maraš I.; Despotović J.; Medić S.; Urban Design in www. environment: Case of Informal Settlement, Zbornik radova: Optimizacija arhitektonskog i urbanističkog planiranja i projektovanja u funkciji održivog razvoja Srbije, 2017, pp. 117 - 134.

⁵⁰ **Atanacković-Jeličić J. J.; Ecet D.; Rapaić M.:** *PUD Experiment 505/1, Endless Paper – exhibition catalogue*, 2013, pp. 21-23.

⁵¹ **Atanacković-Jeličić J.; Ecet D.; Rapaić M.;** Kapetina M.: *PUD Experiment 505/2- Understanding illegal settlements*, katalog *Endless Paper – exhibition catalogue*, 2013, . pp. 23-26 ..

Kao značajni doprinos tezi se takođe izdvajaju idejna rešenja u kojima su savremeni alati primenjeni u procesu projektovanja parternog uređenja. Idejno rešenje parternog uređenja dela starog centra u Sremskim Karlovcima i neposrednog okruženja⁵², parterno uređenje centra Subotice⁵³ i parterno uređenje Muzeja savremenih umetnosti Vojvodine- *Piazza Disponibile*,⁵⁴ su samo neki od primera.



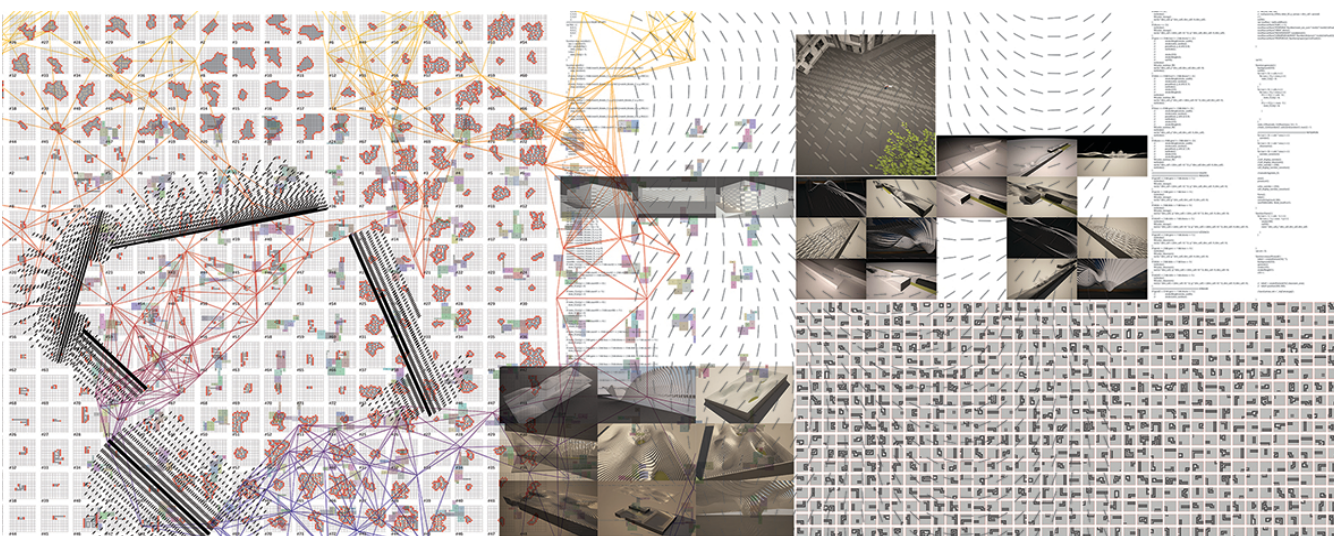
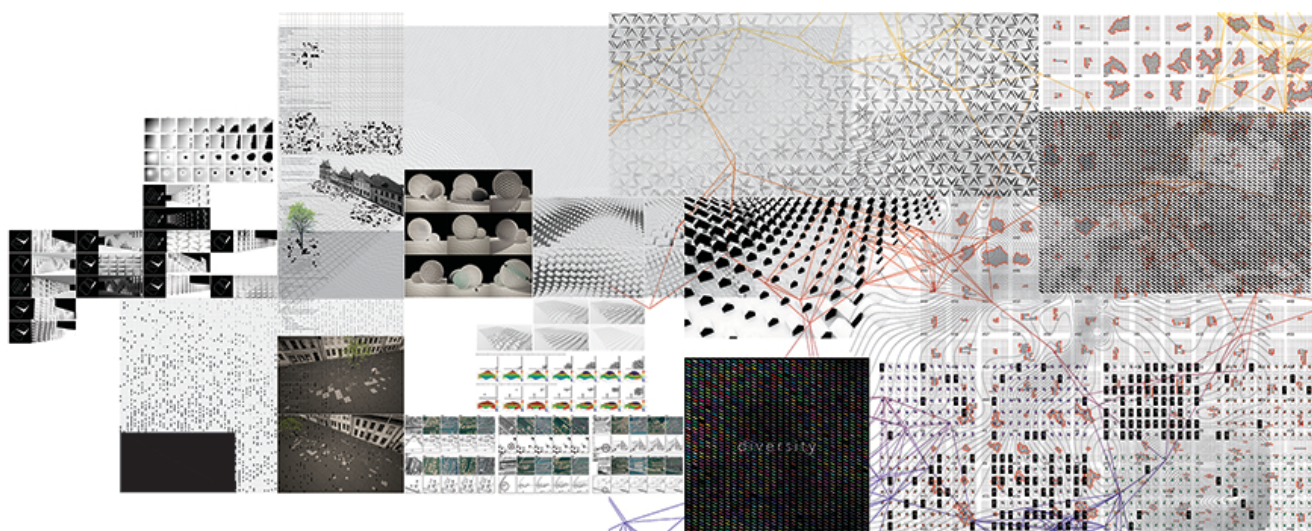
Slika 4. Detalj popločavanja dela starog centra Sremskih Karlovaca. (Atanacković-Jeličić J.; Rapačić M.; Ecet D.; Carević M.; Janjušević T.; Kojić R.; Kostreš M.; Maraš I.; Maraš I.; Miškeljin I.; Radović M.; Sladić M.; Todorov M.: Međunarodnom konkursu za urbanističko-arhitektonsko rešenje dela starog centra u Sremskim Karlovcima i neposrednog okruženja. 2013.

⁵² **Atanacković-Jeličić J.; Rapačić M.; Ecet D.**; Carević M.; Janjušević T.; Kojić R.; Kostreš M.; Maraš I.; Maraš I.; Miškeljin I.; Radović M.; Sladić M.; Todorov M.: *Nagrada na međunarodnom konkursu: Otkupna nagrada na otvorenom, idejnom, međunarodnom konkursu za urbanističko-arhitektonsko rešenje dela starog centra u Sremskim Karlovcima i neposrednog okruženja*, 2013.

⁵³ Maraš I.; **Ecet D.**; Kostreš M.; Reba D.: *Projekat uređenja javne površine u zoni zgrade Narodnog Pozorišta u Subotici / Design of Public Space in Area of National Theatre Building in Subotica*; katalogom Now/Sada:Teaching by Design/Italy Now, 2011. pp. 31-34.

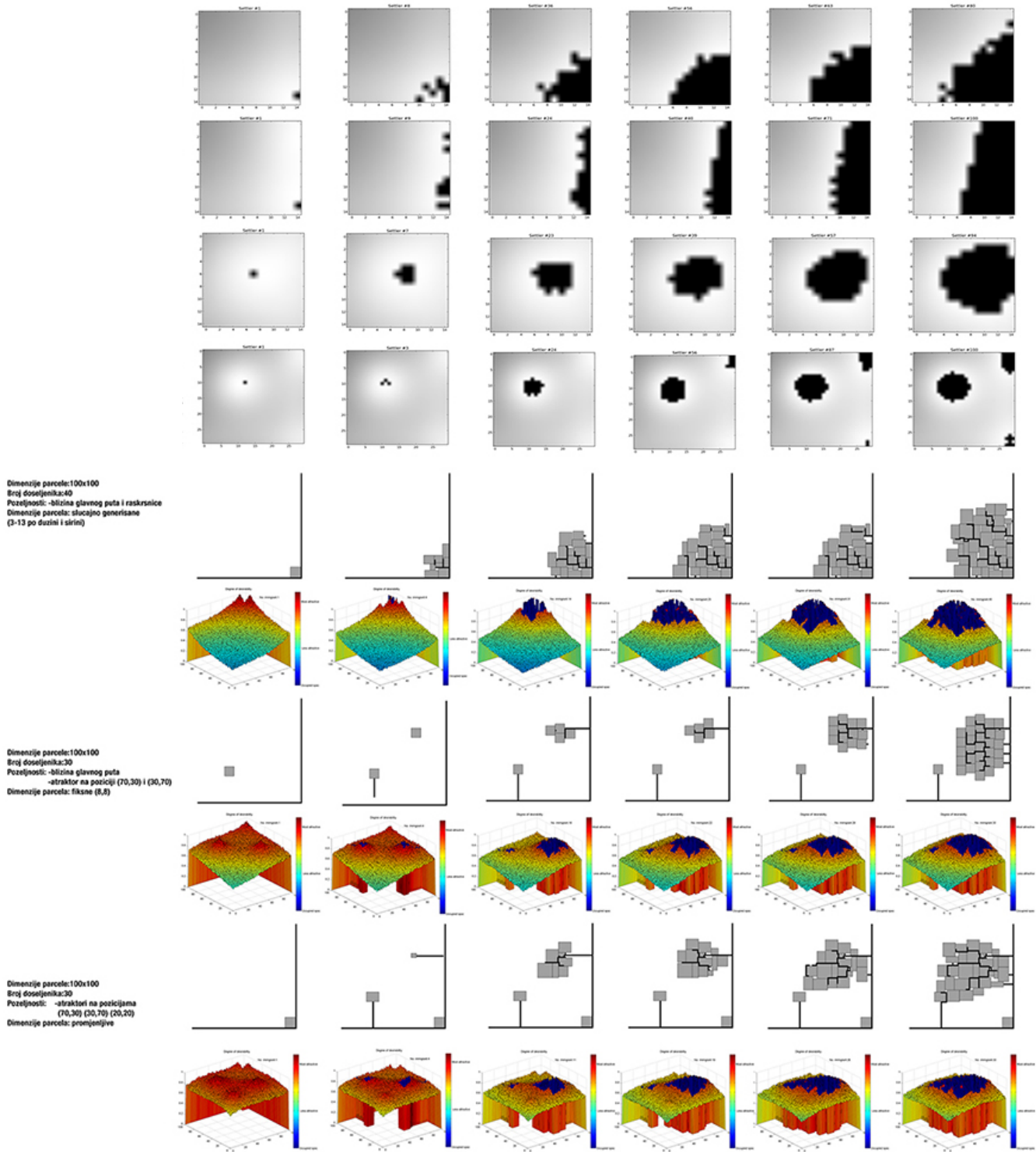
⁵⁴ **Ecet D.; Atanacković-Jeličić J.**; Maraš I.; Kojić R., Kostreš M., Maraš I.; Miškeljin I.; Sladić M.; Todorov M.; Tkačenko S.: *Piazza Disponibile*, Mreža, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, 2015,

Sinteza navedenih primera i ostalih, ne manje važnih istraživanja i studija, koja su rezultat gotovo šest godina saradnje kandidata i mentora ove doktorske disertacije prof. dr Jelene Atanacković Jeličić i prof. dr Milana Rapačić su prikazana na međunarodnoj izložbi u radu *Algoritam 2012-2018 (2018)*.⁵⁵



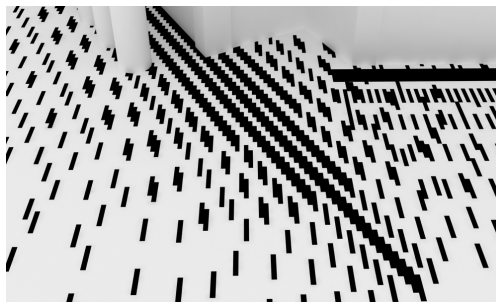
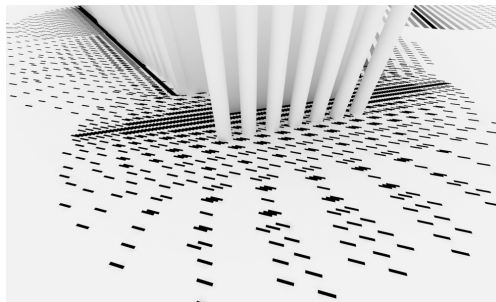
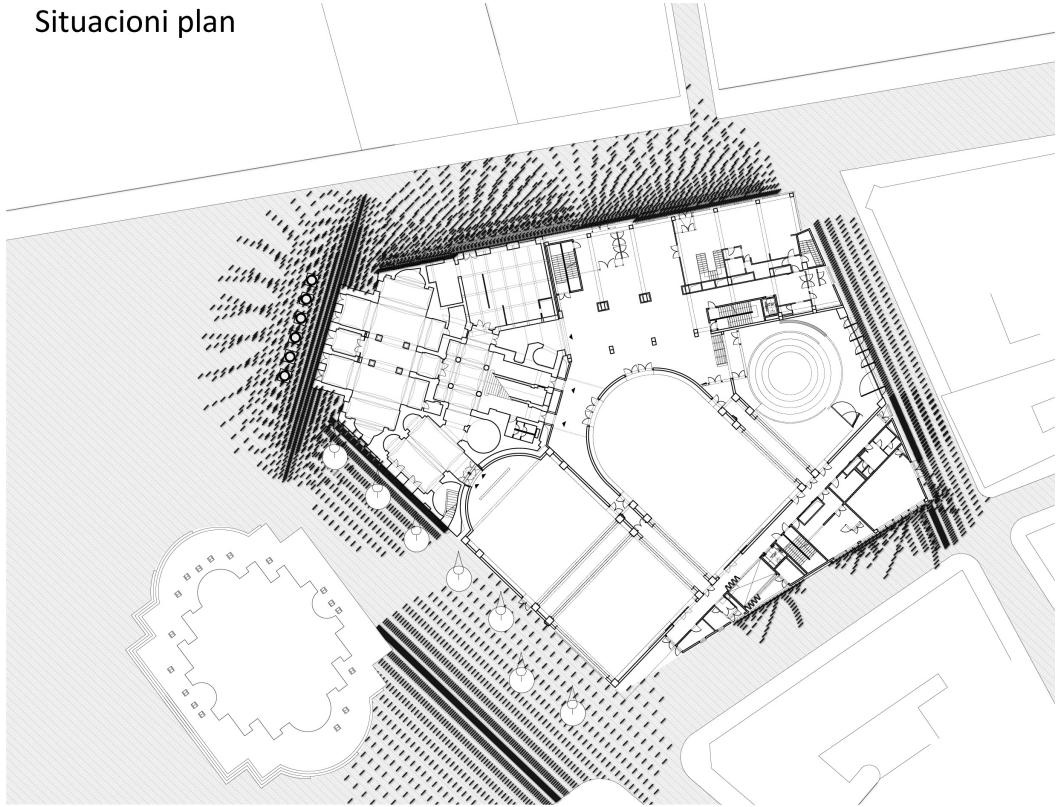
Slika 5. *Algoritam*. (Atanacković-Jeličić J.; Ecet D.; Rapačić M.; Kapetina M.; Maraš I.: Učešće na međunarodnoj izložbi: *Algoritam 2012-2018 (2018)*)

⁵⁵ Atanacković-Jeličić J.; Ecet D.; Rapačić M.; Kapetina M.; Maraš I.: *Algoritam 2012-2018 Međuprostor 505*, 2018. Dostupno na: <http://kabinet505.ftn.uns.ac.rs/2018/izlozbe/medjuprostor505/Me%C4%91uprostor%20505%20-%20katalog%20izlo%C5%BEbe.pdf>



Slika 6. Simulacija formiranja ilegalnih naselja. Prikazani slučajevi predstavljaju različita inicijalna stanja generisanih modela- Case of Informal Settlement (Atanacković-Jeličić J.; Rapačić M.; Ecet D.; Kapetina M.; Maraš I.; Despotović J.; Medić S.; Urban Design in www. environment: Case of Informal Settlement, 2017.

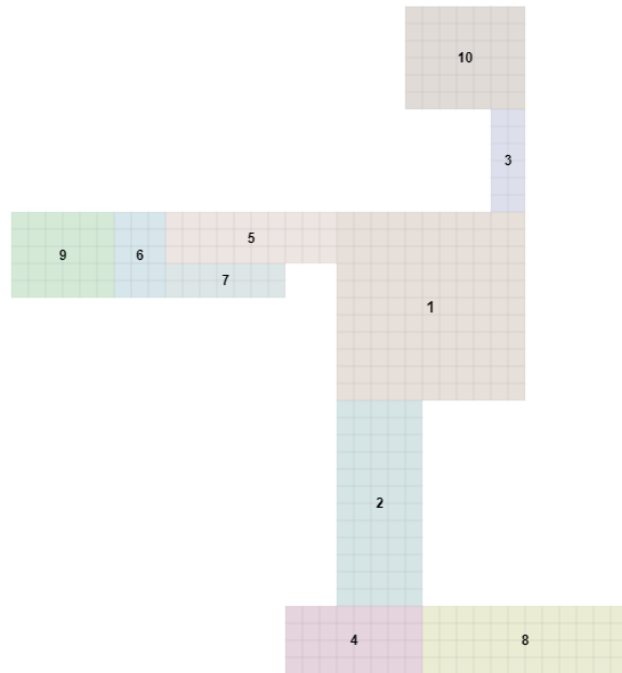
Situacioni plan



Slika 7. Detalj popločavanja centra Subotice. (Maraš I.; **Ecet D.**; Kostreš M.; Reba D.: Projekat uređenja javne površine u zoni zgrade Narodnog Pozorišta u Subotici / Design of Public Space in Area of National Theatre Building in Subotica, 2011.

POVRŠINA 145.44 m²
OBIM 109.20 m¹
RAZUĐENOST 7
LONGITUDIJALNOST 1004.40
PROPORCIJA 2.23

- 1 43.56 m²
- 2 21.60 m²
- 3 4.32 m²
- 4 11.52 m²
- 5 10.80 m²
- 6 5.40 m²
- 7 5.04 m²
- 8 17.28 m²
- 9 10.80 m²
- 10 15.12 m²



Slika 8. Generisana rešenja stana. (Algoritam je kreiran u svrhu zadatka na master studijama u okviru predmeta Savremene teorije i tehnologije primenjene na arhitekturu i urbanizam II; Atanacković-Jeličić J.; Ecet D.; Rapaić M.; Kapetina M., 2018.)

2 Upotreba savremenih alata u procesu projektovanja- računarski modeli

Poslednje tri decenije, naglim razvojem informacionih tehnologija, uloga računara kao pomoć u projektantskom procesu je bitno promenila način na sam proces projektovanja i modelovanja. U prilog ovoj tezi govore novi termini koji opisuju način na koji modelujemo ali i projektujemo, poput *Genetic design*, *Parametric design*, *Algorithmic Architecture*, *Digital morphogenesis*, *An Evolution architecture*, *Emergence* i sl. Da postoji paradigmatički pomak govori i esej Patrika Šumahera (*Patrik Schumacher*) *Parametricizam: Novi globalni stil za arhitekturu i urbanističko projektovanje*⁵⁶ u kojem se ovaj pristup definiše kao novi arhitektonski stil zasnovan na parametarskoj paradigmatički.⁵⁷ Ovo istraživanje se bazira na tezi da primena novih tehnologija u arhitektonskom projektovanju ne menja samo pojavnost arhitekture, nego suštinski utiče na sve aspekte arhitektonskog dela, te kao takva se ne može nazvati stilom, koji je, kao pojam, vezan za pojavne manire. Dakle, osnovno svojstvo novog pristupa je promenjena uloga računara kao pomoći u projektantskom procesu. Ovakav način upotrebe računara Manuel De Landa (*Manuel De Landa*) naziva proceduralnim.⁵⁸ Proceduralan način korišćenja računara, za sada, nije dominantan u savremenoj arhitektonskoj praksi. U većini slučajeva, računari u arhitektonskom projektovanju se i dalje koriste kao sofisticirano sredstvo za reprezentaciju imaginacije. Uprkos razvoju informacione

⁵⁶ Schumacher, P: *A New Global Style for Architecture and Urban Design*; Special Issue: Digital Cities, Volume 79, Issue 4, July/ August 2009, pp. 14- 23.

⁵⁷ U ovom radu, paradigmatički pomak o kome govori Šumacher neće se smatrati stilom, nego pristupom. Prema rečniku Merijam Webster (Merriam- Webster), imenica stil se pre svega odnosi na specifičan manir ekspresije i tehnike ili specifičan kvalitet, formu ili tip. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/style>

⁵⁸ Manuel Delanda u predavanju *Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture* (Ibid.), ovim terminom opisuje napredno korišćenje računara što podrazumeva programiranje u procesu projektovanja. Dostupno na: https://www.youtube.com/watch?v=50-d_J0hKz0

tehnologije, logika papira i olovke je ostala kao dominantna logika CAD. Kosta Tercidis (*Kosta Terzidis*) ovakav način upotrebe računara naziva kompjuterizacija (*computerisation*)- niži nivo korišćenja računara dok napredni nivo podrazumeva *izračunavanje/proračunavanje (computation)*.⁵⁹ Iz ove podele se može zaključiti da je model dobijen naprednom upotrebom računara rezultat *proračuna*, a ne samo rezultat imaginacije projektanta. Računanje modela podrazumeva modelovanje koje uključuje upotrebu naprednih alata kojima je moguće uvrstiti veliki broj parametara na osnovu kojih se različitim matematičkim formalizmima generiše krajnji oblik modela. Postoji određena analogija novonastalog modela sa naučnim saznanjima XX veka odnosno u načinu na koji nauka razume složene procese stvaranja u prirodi koja nas okružuje.

2.1 Uticaj naučnih saznanja na savremeno modelovanje: Izranjanje (*Emergence*), morfogeneza i *bottom-up* logika

Kako ironično navodi Čarls Dženks „*Bog nije na nebu, princ je ostao bez princeze, i sve je pogrešno sa svetom*“⁶⁰, i konstatuje da savremene promene, sa kojima se svet danas suočava, sežu do Kopernika koji je dislocirao čoveka iz centra univerzuma. Naučna saznanja kroz istoriju su dovele do velikih promena u načinu kako razumemo društvo, produkciju, prirodu koja nas okružuje. Nauke, posebno biologija, matematika i fizika su uticale na savremenu arhitekturu odnosno na sam proces arhitektonskog projektovanja. Rana zapažanja matematičara i biologa Darsi Ventvort Tomsona (*D'Arcy Wentworth Thompson*) *O rastu i formi* i diskursa Stefana Volframa (*Stephen Wolfram*) *Nova vrsta nauke*⁶¹, dobijaju mesto u arhitektonskim kurikulumima.⁶²

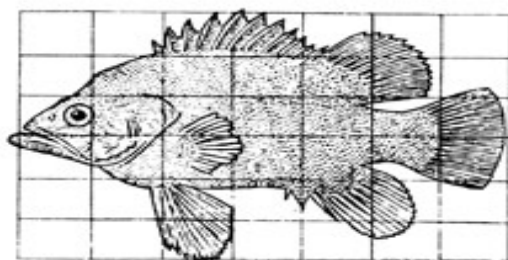
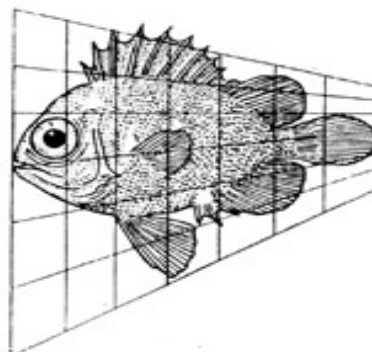
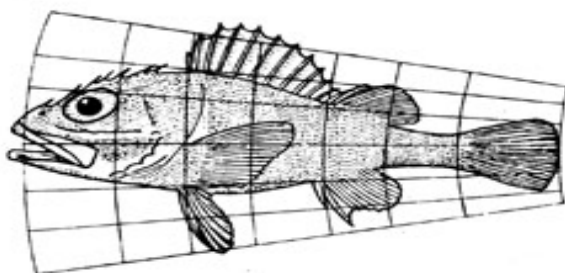
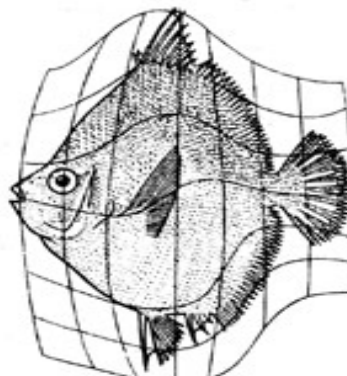
⁵⁹ Terzidis, K: *Algorithmic Architecture*, Architectural Press (Oxford), 2006, p XI.

⁶⁰ Jencks C: *The Architecture of the Jumping Universe*, JOHN WILEY & SONS, 1997. pp.7.

⁶¹ Wolfram S., *A New Kind of Science*.

Dostupno na: <http://www.wolframscience.com/nks/>. 2002.

⁶² Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, pp. 96- 107.

Fig. 150. *Polyprion*.Fig. 151. *Pseudopriacanthus altus*.Fig. 152. *Scorpaena* sp.Fig. 153. *Antignonia capros*.

Slika 9 Dijagrami transformacije Darsija Tompsona (preuzeto sa: https://extendedevolutionarysynthesis.com/wp/wp-content/uploads/2018/07/transformations_edit-2.jpg)

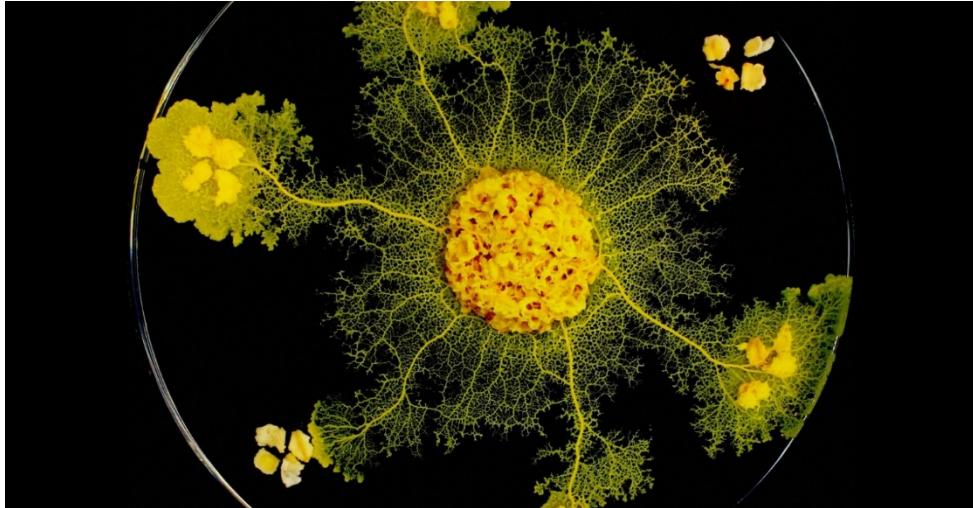
Početkom XX veka Darsi Venvort Tomsona je publikovao rad *O rastu i formi*⁶³ tvrdeći da se matematičkim zakonima mogu objasniti rast i forma živih organizama. Koristeći elementarnu matematiku i dijagrame transformacije, ponudio je koncept koji je kasnije inspirisao mnoge naučnike među kojima je i matematičar, logičar i kriptograf Alen Turing (Alan Turing) koji je u radu *Hemijske osnove morfogeneze*, matematičkim modelom, pokazao da forme u prirodi nisu date, već su rezultat procesa, unutrašnje logike nastajanja forme.

Oslanjajući se Tjuringa, eksperimenti Evelin Foks Keler (*Evelyn Fox Keller*) su pokazali da jednoćelijski organizmi menjaju svoja stanja i stvaraju određenu kompleksnost bez centralne koordinacija (promene se zasnivaju na povratnoj vezi bazičnih elemenata unutar organizma).⁶⁴ Da kompleksnost proizilazi iz

⁶³ D'Arcy W. Thompson, *On Growth and Form*, Cambridge University Press 1942.

⁶⁴ U knjizi *The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software* Stiven Džons objašnjava na koji način su primitivni organizmi imali toliko veliku ulogu u nauci. Jones, S: *Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software*, Scribner (New York), pp. 11- 23. 2001; Allen Lane/Penguin Press (London), 2001

jednostavnog seta pravila je Stefan Volfrom potvrdio u kapitalnom delu *A New Kind of Science*⁶⁵ u kojem je pomoću matematičkog modela ćelijskih automata prikazao niz generisanih obrazaca od kojih se u monogim slučajevima mogu predvideti forme dobijenih obrazaca, dok je u nekim slučajevima složenost forme bila neočekivana i iznenađujuća. Značajno za prikazane obrasce je složenost koja se zasniva na relativno malom broju pravila.



Slika 10. Eksperimentima Evilin Foks Keler je dokazano da jednoćelijski organizam, bez nervnog sistema ima sposobnost učenja i adaptacije u odnosu na okruženje u kojem se nalazi. Predstavlja system koji formira oblik bez centralne koordinacije. (preuzeto sa: https://d2r55xnwy6nx47.cloudfront.net/uploads/2018/07/Physarum_CNRS_2880x1500-2880x1500.jpg)

Do sličnih zaključaka su došli i matematičar Benoit Mandelbrot (*Benoit Mandelbrot*) koji je uspešno, računarskom simulacijom predstavio slike fraktala i meteorolog, začetnik teorije složenih sistema i haosa Edvard Norton Lorenc (*Edward Norton Lorenz*) koji je fenomen složenih sistema osetljivih na početne uslove jednostavnije nazvao *efekat leptira*.⁶⁶

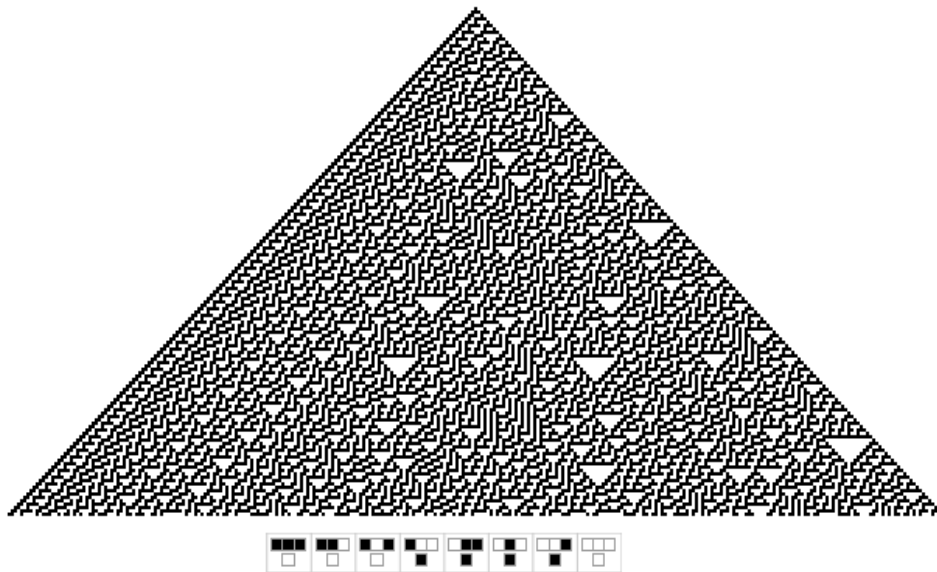
⁶⁵ *A New Kind of Science* je kontroverzno delo matematičara Stefana Volfroma u kojoj je predstavio niz eksperimenata koristeći matematički model ćelijskih automata. Na osnovu neočekivanog ponašanja generisanih obrazaca zasnovanih na relativno malom broju pravila je Stefan Volfrom razvio metod za rešavanje fundamentalnih problema u nauci, razvoj složenosti u biologiji, pa čak i karakter inteligencije u svemiru. Wolfram S: *A New Kind of Science*, 2002.

Dostupno na: <http://www.wolframscience.com/nks/>

⁶⁶ Edvard Lorenc je prvi prepoznao ono što se danas zove haotično ponašanje u matematičkom modelovanju vremenskih sistema. Ova zapažanja su ga na kraju navela da formuliše termin *efekat leptira* u radu koji je predstavio 1972. godine.

Lorenz E.; *Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set off a Tornado in Texas*, 1972. Dostupno na:

http://eaps4.mit.edu/research/Lorenz/Butterfly_1972.pdf



Slika 11. Stefan Wolfram: Set pravilo br. 30 (kao i prethodna pravila) kreće sa jednom crnom ćelijom ali ovako formulisan set pravila je primer fenomena da se sa jednostavnim pravilima, jednostavnog inicialnog stanja može dostići složenost. (preuzeto sa: <https://www.wired.com/wp-content/uploads/2017/05/1VO911MGM1EVbxCbdfYiYaA-1.png>)

Džon Frejzer⁶⁷ (*John Frazer*) na samom kraju XX veka konstatuje da modelovanje ovako kompleksnih prirodnih procesa zahteva upotrebu računara i da nije slučajno što razvoj prvih računara značajno uticao na način kako razumemo prirodne procese danas. Za Frejzera, ključna uloga Alena Tjuringa je bila, pored njegovog interesa za morfogenezu i simulaciju morfogenetičkih procesa, u razvoju koncepta prvog računara. Kao najznačajniju Tjuringovu hipotezu navodi da Tjuringova mašina, pored toga što može da vrši funkcije matematičke mašine, takođe može da simulira funkcije prirode. Drugu ključnu figuru koju navodi kao uticajnu za razvoj računara i evolucionog modela je Džon Fon Nojman (*John Von Neumann*) i izdvaja Nojmanovu odlučnost da spoji prirodu sa artifičijalnom prirodom i Nojmanovu inicijalnu premisu da su osnove života *informacije*. Kao jedinstveni primer ovog dvostrukog pristupa Frejzer navodi Džon Holandovu *Adaptaciju u prirodnim i veštačkim sistemima*⁶⁸. Na osnovu Holandovog zapažanja da priroda stvara prilagođene organizme u veoma nestabilnom okruženju i da ovakvi sistemi dele probleme adaptacije sa veštačkim sistemima, zaključuje da je na listu ovakvih sistema potrebno dodati i arhitekturu⁶⁹. Pored Frejzera, na početku XX veka, interes

⁶⁷ Frazer, J: *An Evolutionary Architecture*, John Frazer and the Architectural Association, 1995. Pp.13-14.

⁶⁸ Holland, J.H: *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Cambridge, MA: MIT Press, 1992.

⁶⁹ Frazer, J: *An Evolutionary Architecture*, John Frazer and the Architectural Association, 1995. Pp.13-14.

za kompleksne procese iz prirode pokazuje i grupa autora *Emergence and Design Group* koju čine Majkl Hensel (*Michael Hensel*), Akim Menges (*Achim Menges*) i Majkl Vejnstock (*Michael Weinstock*) koji su pojedinačno, ali i kao grupa, našli uporište u svojoj produkciji u Holandovim zapažanjima i ističu da je njegov najveći doprinos *modelovanje* ovakvih sistema, što je centralna tema Holandove knjige *Emergence: From Chaos to Order*⁷⁰. Istraživanje grupe *Emergence and Design Group* inspirisana je fenomenom *emergence* i morfogeneze odnosno mehanizmima na osnovu kojih priroda stvara oblike.

Sveobuhvatne teorije sistema, apstrahujući svojstva fizičkih, bioloških ili socioloških sistema su unapređene brojnim naučnim radovima sredinom XX veka. Sajmon Herbert (*Simon Herbert*) definiše kompleksne sisteme kao sisteme stavljanje od velikog broja delova koji međusobno deluju u simbiozi. U takvim sistemima, celina je više od sume delova, ne u metafizičkom, već u pragmatičnom smislu. S obzirom na svojstva delova i zakone međusobnih reakcija, nije trivijalna stvar odrediti svojstva sistema u celosti.⁷¹ Holand slično opisuje sisteme poput: kolonije mrava, mreže neurona, imunološke sisteme, internet, globalnu ekonomiju i sl. Zajedničko za navedene sisteme je ponašanje celine koje je složenije u odnosu na ponašanje delova sistema.⁷²

Termin koji opisuje ovakva svojstva sistema je izranjanje (*emergence*). Ovaj termin su arhitekta krajem XX veka prisvojili kako bi opisali jedan novi pristup u savremenom projektovanju. Grupa *Emergence and Design Group* u istraživanju: *Emergence in Architecture* sistematski istražuju termin nastajanja i morfogeneze u arhitekturi i načine kojima se mogu primeniti instrumenti- mehanizmi sistema koje ovaj termin opisuje. *Emergence and Design Group* nastajanje vide kao teoriju odnosno objašnjenje kako su sistemi u prirodi evoluirali i održali se, ali i kao skup modela i procesa za stvaranje veštačkih sistema projektovanih za produkciju formi i složenog ponašanja, a možda čak i inteligenciju. Uticaj nastajanja (*emergence*) na arhitekturu ima značajan potencijal, primenom tehnika evolucije i morfogeneze na arhitektonsko projektovanje, što je važan pomak ka novoj paradigmi, kako navode autori. Ovakve metode mogu da razviju nove instrumente u arhitektonskom

Dostupno na: <http://www.interactivearchitecture.org/an-evolutionary-architecture-john-frazer.html>

⁷⁰ Hensel, M; Menges, A; Weinstock, M: *Introduction to Emergence: Morphogenetic Design Strategies*, The Digital Turn in Architecture 1992–2012 6th AD reader 2012. Str. 158- 164.

⁷¹ Herbert, S.A: *The Architecture of Complexity*, Proceedings of the American Philosophical Society 106, 1962 str. 467- 482.

⁷² Holland, J: *Emergence: from Chaos to Order*, Oxford University Press (Oxford), 1998

projektovanju. Tehnike i proces nastajanja su suštinski zasnovane na matematičkim formalizmima i kao model su proširene na druge domene u kojima je analiza i produkcija kompleksnih formi fundamentalna. U eseju *Morphogenesis and the Mathematics of Emergence*⁷³, Majkl Vejnstok analizira matematičke osnove procesa iz prirode u virtuelnom okruženju i zaključuje da se matematički modeli mogu koristiti za generativno projektovanje odnosno da se morfogenetički procesi iz prirode mogu primeniti na stvaranje forme u virtuelnom okruženju.

Morfogenetičke tehnike ili *form- finding* tehnike, kako ih je nazvao Oto Fraj (tragajući za formom na analognim modelima), zahtevaju dovoljno fleksibilnosti, odnosno modele koji imaju sposobnost promene i adaptacije kako bi se kroz rast i diferencijaciju formirali u virtuelnom okruženju. Drugačije rečeno: Digitalna morfogeneza predstavlja postupak izvođenja forme kroz transformaciju u virtuelnom okruženju koristeći generativne alate.⁷⁴ Umesto modelovanja krajnje forme, ovim tehnikama se modeluje unutrašnja logika, a od izbora generativnih alata zavisi i raspon mogućih rešenja koja odgovaraju formalnim zahtevima projektanta. Digitalnu paradigmu, kako je naziva Nil Lič (*Neil Leach*), definiše korišćenje računara ne kao sofisticiranog alata za crtanje, već kao sredstva koje postaje deo samog projektantskog procesa. Na ovaj način arhitektonska imaginacija je dobila novo polje istraživanja u kojem projektant, u virtuelnom okruženju, kreira procese. Ovim pristupom dominantna top- down logika stvaranja forme zamenjena je bottom- up logikom.⁷⁵

2.2 Asocijativno modelovanje: *bottom- up* logika stvaranja forme

Modelovanje arhitektonskog modela *bottom- up* logikom podrazumeva upotrebu naprednih digitalnih alata koji, u savremenom projektovanju, imaju dominantu ulogu u projektantskom procesu. Na ovaj način, dobijeni digitalni model se bitno razlikuje u odnosu na arhitektonski model dobijen tradicionalnim metodom korišćenja računara. Ako posmatramo modele kojima su opisani fenomeni nastajanja iz prirode koja nas okružuje moglo bi se zaključiti da postoji određena

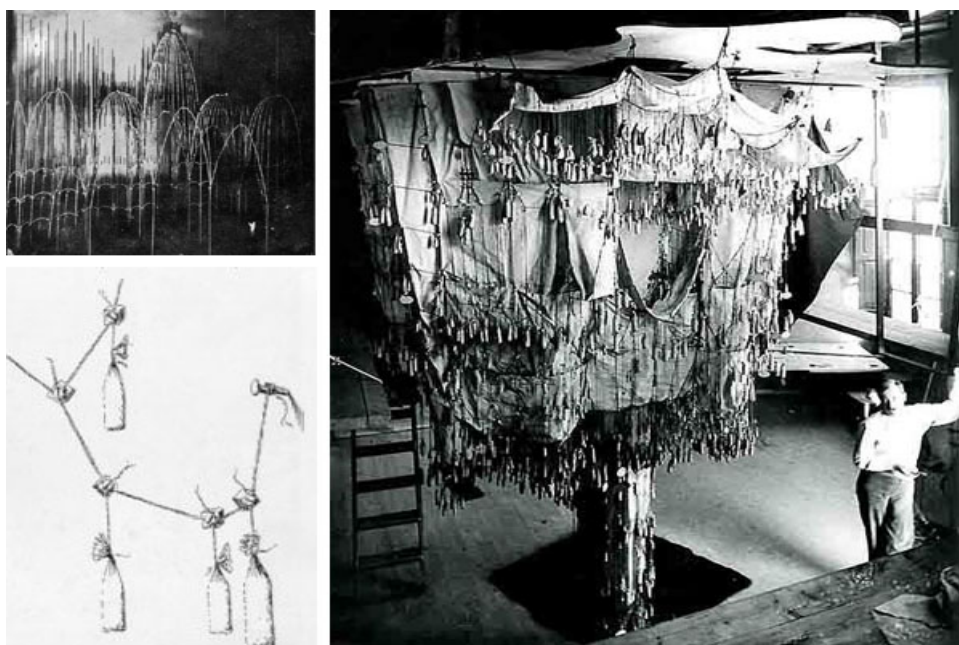
⁷³ Hensel, M; Menges, A; Weinstock, M: *Emergence in Architecture*, Architectural Design, Vol. 74, No 3, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, May/June 2004, str: 11 – 15.

⁷⁴ Kolarević, B: *Architecture in the digital age: design and manufacturing*, Taylor and Francis, 2003.

⁷⁵ Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, pp. 96- 107.

analogija sa savremenim digitalnim arhitektonskim modelima dobijenim *bottom – up* logikom. Savremeni digitalni alati su omogućili da se virtuelni model, slično modelu iz prirode, rastavi na: osnovne elemente, veze između elemenata odnosno relacije, logiku odnosno algoritam koji računa (diferencira elemente u kontekstu koji je predstavljen različitim parametrima odnosno pravilima). Kroz istoriju teorije sistema mnogi teoretičari (definišući pojam relacije, elemenata i hijerarhije), su se oslanjali na biološke nauke i posebno na teorije evolucije, kako navodi Ludvig fon Bertalanfi u radu *The History and Status of General Systems Theory*⁷⁶. Analogno modelima iz prirode, virtuelni arhitektonski model se može posmatrati kao model sa sledećim svojstvima:

- definisan pravilima- parametarski,
- po relaciji između elemenata- asocijativan,
- po hijerarhiji stvaranja forme- *bottom- up* i
- po organizaciji osnovnih elemenata- samoorganizovan.



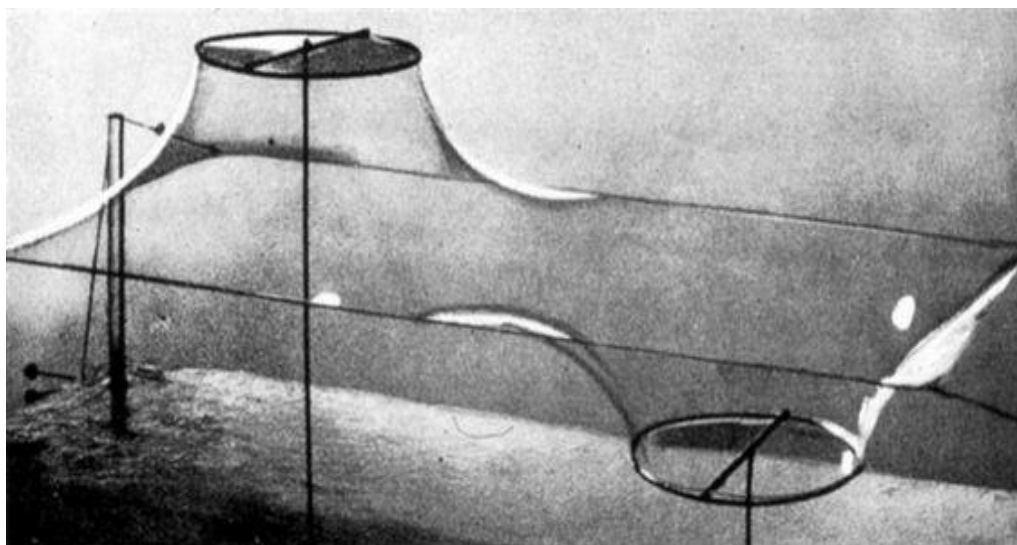
Slika 12. Na slici je prikazan Gaudijev studio sa modelom na kome je testirao form-finding tehnike. (Preuzeto sa: <https://99percentinvisible.org/app/uploads/2017/10/gaudi-with-models.jpg>)

Ako bi posmatrali stvaranja forme kao hijerarhijski sistem, *bottom- up* logikom se krajnja forma dobija procesom koji počinje sa najnižeg nivoa hijerarhije. U tom procesu, formacija osnovnih elemenata modela sa nižeg nivoa generiše formaciju

⁷⁶ Von Bertalanffy, L: The History and Status of General Systems Theory, Rhe Academy of Managment Journal, Vol. 15, No.4, General Sitems Theory (Dec.,1972), 407- 426.

na višem nivou. Viši nivo formacije je rezultat paralelnih interakcija između osnovnih elemenata sistema.⁷⁷ Da bi se razumeo proces dobijanja forme ovom logikom potrebno je samu percepciju modela izmestiti u odnosu na tradicionalni pristup sagledavanja forme *top-down* logikom. Danas je teško zamisliti simulaciju *bottom-up* logike u arhitektonskom projektovanju bez upotrebe računara. Jednostavnije primere *bottom-up* logike možemo videti u geodezijskim kupolama Bakminster Fullera (*Buckminster Fuller*). Jednostavna struktura, bazirana na geodetskom poliedru predstavlja ravnotežu površinskih napona materijala i gravitacije. Složenije modele možemo videti u analognim modelima Oto Fraja i Antonija Gaudija (*Antoni Gaudi*). Njihova istraživanja se danas smatraju značajnim za razvoj parametarskog modelovanja.⁷⁸

Eksperimenti Antonija Gaudija sa lančanicama koje formiraju svoj oblik na osnovu sila gravitacije, predstavljaju svojevrsni analogni model *bottom-up* logike stvaranja forme. Principe i pravilnosti uočene na fizičkom modelu je primenio u projektovanju kapele *Colònia Güel*.



Slika 13. Oto Fraj analogni model površinskih sila sapunice. (preuzeto sa: <https://www.researchgate.net/publication/318103333/figure/fig2/AS:511842612191232@1499044196112/Frei-Otto-Experimenting-with-Soap-Bubbles.png>)

Oto Fraj, koristeći slične analogne modele, je minimalne površine odnosno kompleksne sile površinskih napona istraživao na balonima sapunice, a minimalne

⁷⁷ Johnson, S: *Emergence: the connected lives of ants, brains, cities, and software*, August, 2002

⁷⁸ Davis, D: *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture*. PhD dissertation: RMIT University. 2013.

putanje otkrivao u potopljenoj tkanini u tečnosti.⁷⁹ Značajna sličnost u radu Oto Fraja (u periodu od 1960- 1970. godine) i u radu Antonija Gaudija (u periodu 1900- 1914. godine) je logika stvaranja forme. Modeli koje su koristili kao pomoć u procesu projektovanja su fleksibilni i slobodne su forme. Drugačije rečeno, konačni oblik modela nije rezultat planirane forme veće je rezultat uticaja gravitacije na materijal koji se koristi u modelu.⁸⁰

Povratna informacija odnosno relacija je suštinska u formiranju modela. Model, dobijen na ovaj način bi mogli nazvati asocijativni model, a proces asocijativno modelovanje. Mnogi smatraju da su upravo ovi modeli uticali na savremeni način modelovanja,⁸¹ međutim, Frejzer, u eseju *Parametric Computation: History and Future*⁸² smatra da je istinski doprinos, savremenom modelovanju, dao Mark Beri (*Mark Bary*).⁸³

Modelovanje virtuelnih asocijativnih modela ima potpuno drugačiji pristup za razliku od tradicionalnog modelovanja u CAD softverima. Pod tradicionalnim metodom modelovanja se podrazumevaju operacije, odnosno različite geometrijske transformacije osnovnih geometrijskih tela, kako bi se zamišljena forma reprezentovala. Arhitektonski projektantski problemi (funkcionalni, programski, tehnološki i drugi) se rešavaju van procesa modelovanja, a sam proces modelovanja predstavlja hronološki tok misli projektanta. Rešavanje projektantskih problema zavisi od sposobnosti projektanta odnosno od znanja i empirijskog iskustva i obično je proces koji se odvija paralelno sa procesom modelovanja.

Posledice društvenog napretka su uticale i na nivo kompleksnosti problema sa kojima se suočava savremena arhitektura. Često ti problemi ostaju nerešeni zbog svoje složenosti (na primer, kompleksni klimatski uticaji ili komplikovana

⁷⁹Davis, D: *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture*, PhD dissertation: RMIT University. 2013.

⁸⁰ Burry, M: *Antoni Gaudí and Frei Otto: Essential Precursors to the Parametricism Manifesto*,

⁸¹ Davis, D: *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture*, PhD dissertation: RMIT University. 2013.; Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, str. 96- 107., Hensel, M; Menges, A and Weinstock, M: *Emergence in Architecture*, Architectural, Architectural Design, Vol. 74, No 3, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, May/ June 2004, str: 6 – 9.

⁸² Frazer, J: *Parametric Computation History and Future*, Special Issue: Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century, Volume86, Issue2, March/April 2016, str. 18- 23.

⁸³ Mark Beri je arhitekta- konsultant na rekonstrukciji odnosno projektu završavanja crkve *Sagrada Familia* u Barseloni Freizer smatra da su Berijeve postanalize *Sagrada Familie* i njegovo razumevanje Gaudijeve logike, kroz algoritme i proračune, istinski doprinos savremenom pristupu u arhitektonskom projektovanju. Frazer, J: *Parametric Computation History and Future*, Special Issue: Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century, Volume 86, Issue 2, March/April 2016, str. 18- 23.

programska struktura objekta), a projektanti retko priznaju svoju nesposobnost da ih reše, kako navodi Kristofer Aleksander u svom kapitalnom delu *Notes on the Synthesis of Form*⁸⁴ sredinom 60- tih godina XX veka. Razlog zbog kojih su problemi ostali nerešeni, između ostalog, leži i u nefleksibilnosti virtuelnog modela, koji nije dovoljno adaptivan da bi se prilagodio složenim problemima. Da bi se ova vrsta adaptacije modela postigla u procesu modelovanja, potrebno je definisati fleksibilne relacije između elemenata. Stepenu fleksibilnosti će odrediti i senzibilnost modela na promene, odnosno dovoljan broj ponuđenih rešenja kako bi se zadovolji formalni zahtevi projektanta. Ako posmatramo sistem na ovaj način, stepen adaptacije je srazmeran stepenu fleksibilnosti međusobnih veza elemenata sistema na osnovu kojih se krajnji oblik formira. Asocijativni model podrazumeva sistem međusobno povezanih elemenata u formaciju koja je utvrđena prethodno definisanim povratnim vezama između elemenata, tako da se sa sistemom drugog reda može kontrolisati formacija elemenata prvog reda.

Uopšteno govoreći, asocijativno modelovanje odnosi se na način kojim su povezani elementi na različitim nivoima u hijerarhiji. Izdvojeni parametar elementa postaje generator za drugi u nizu i tako postepeno stvaraju geometriju.⁸⁵ U proces modelovanja ovako definisanog sistema je moguće uvrstiti veliki broj parametara koje je bilo teško, ili nemoguće, uvrstiti u tradicionalni proces modelovanja poput strujanja vazduha, ponašanje materijala i sl, dok u tradicionalnom procesu modelovanja broj parametara kao i broj rešenja bi zavisio od veštine projektanta zasnovane na imaginaciji, znanju i empirijskom iskustvu projektanta.

Analitički modeli dobijeni modelovanjem u *BIM (Building Information Modelling)* softverima su značajno unapredili analizu modela u ranim fazama projektovanja. Centralni prioritet *BIM* softvera je upravljanje i deljenje velikog broja podataka integrisanih modela i relacija izgrađenih između poznatih arhitektonskih objekata-

⁸⁴ Knjigu *Notes on the Synthesis of Form* Kristofer Aleksander i sam predstavlja kao beleške koje govore o projektantskom procesu: procesu stvaranja stvari koji prikazuje novi fizički poredak, organizaciju, formu, kao odgovor na funkciju. Knjiga je predstavljala potpuno novu teoriju projektantskog procesa 60- tih godina XX veka. Kao osnovni problem navodi povećanu složenost problema sa kojima se suočavaju arhitekti i njihovu nesposobnost da ih reše insistirajući na formalnim zahtevima za koje Aleksander smatra arbitrarnim. Predloženi model je u osnovi matematički prikazan kroz razne scenarije dijagramima i jednostavnim matematičkim formalizmom.

Alexander, C: *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1973. (prvo izdanje 1964.)

⁸⁵ Khabazi, M: *Algorithmic Modelling With Grasshopper*, 2009.

Dostupno na:

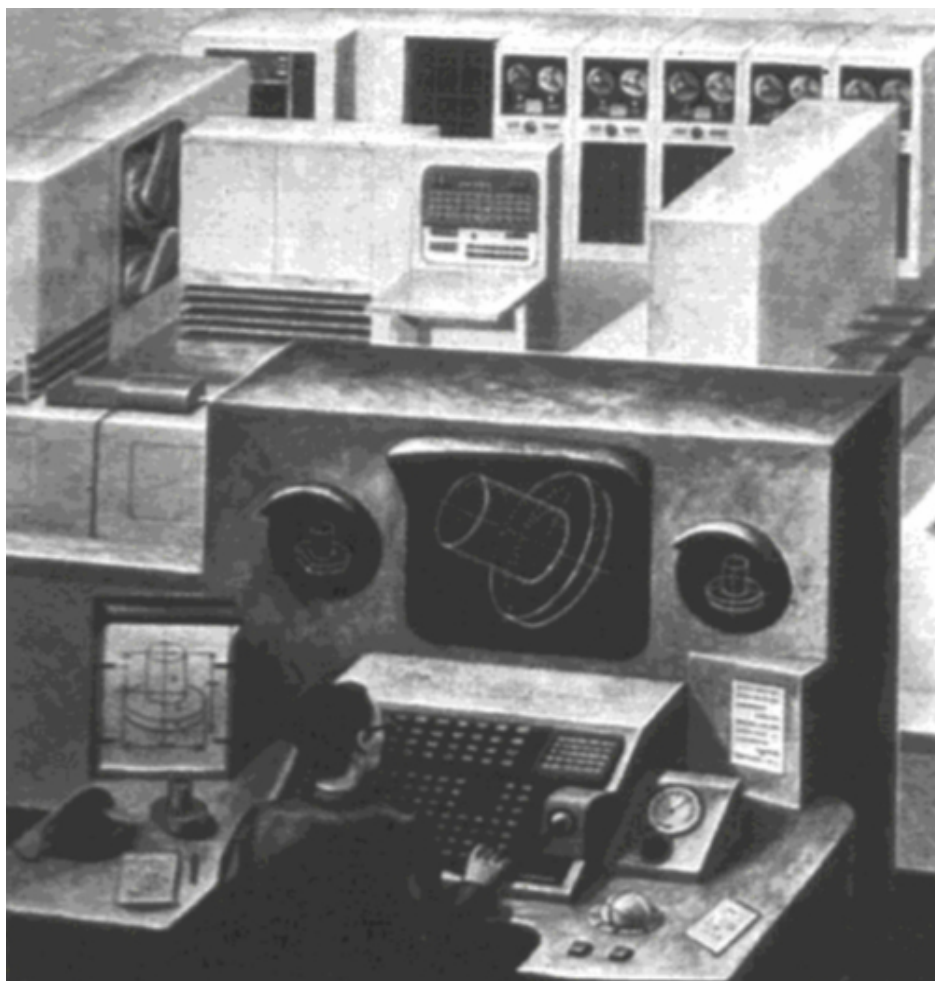
<http://s3.amazonaws.com/mcneel/grasshopper/1.0/docs/en/AlgorithmicModelling.pdf>

elemenata. Problem je što ovako definisani sistem nastavlja logiku softvera 1970-tih godina ali sa novim izazovima savremenog društva.⁸⁶

Asocijativno modelovanje kao metod bavi se proračunom velike količine podataka kroz tok algoritma. Za proces diferencijacije odnosno formacije elemenata potrebno je obezbediti okvir za međusobnu interakciju skupa pravila- parametara kako bi se generisao model. Drugačije rečeno, potrebni su digitalni alati kakao bi se ovako definisan model mogao izraditi u virtuelnom okruženju. Dileme i razvojni put *CAD* sistema možemo sagledati u istorijskom pregledu.

⁸⁶ Barry, M: *Contextual summary of computing, scripting and speculative design*, Scripting Cultures- Architectural design and programming, AD primers, John Wiley & Sons Ltd, str. 15.

2.3 Istorija CAD sistema



Slika 14. Umetnička koncepcija CAD radne stanice iz 1956. Godine; Artists conception of a CAD workstation, from Fortune magazine, November 1956 (preuzeto iz: William, M: Afterword: The Design Studio of The Future, CAAD futures Digital Proceedings, 1989. str. 480.).

Nastankom prvih računara sredinom XX veka, veliki potencijal računara su prepoznale mnoge naučne oblasti pa i progresivni arhitekti tog vremena. Uloga računara kao „partnera” u procesu projektovanja, na samom početku, je viđena različito. „Da li mašina može da projektuje?” odnosno “šta bi CAD mogao da bude?” i “koji bi mogli biti projektantski zahtevi CAD sistema?”, 1960- tih godina, su bila pitanja na koja niko nije znao kako da počne odgovarati⁸⁷. Jednu od mogućih primena je Nikolas Negroponte predstavio u vizionarskoj knjizi *The Architecture Machine*, koju je objavio MIT Press 1970, a koja predstavlja svojevrsni manifest o

⁸⁷ Cross, N: *Can machine design*, Design Issues, Volume 17, Number 4, 2001, pp. 44- 50. Dostupno na: http://echo.iat.sfu.ca/library/cross_01_machine_des.pdf

ulozi računara u procesu projektovanja. Negroponte je u knjizi sintetizovao pogled na *CAD* kroz različite scenarije interakcije korisnika i računara predstavljajući interakciju kao “partnerski” odnos zasnovanu na dijalogu između dva inteligenta sistema- čoveka i mašine⁸⁸.



Slika 15. Izgled prvih *CAD* sistema (preuzeto sa: <https://www.scan2cad.com/wp-content/uploads/2017/02/history-of-cad.jpg>)

Moguću interakciju je simulirao Najdžel Kros (*Nigel Cross*) u projektu *Simulacija računarske pomoći u projektovanju*⁸⁹ u kome su učestvovali studenti arhitekture koji su dobili jednostavni projektantski zadatak. Kao pomoć su imali simulirani računarski sistem kojem su mogli da postave pitanja putem kartice, a odgovor su dobijali na monitoru. Na drugoj strani, u drugoj sobi, se nalazio tim arhitekata i inženjera koji su pokušali da daju odgovore na projektantska pitanja. Ovim eksperimentom, između ostalog, je Najdžel Kros pokušao da prezentuje moguću primenu *CAD*, simulacijom koja je praktično predstavljala ekspertski sistem i bazu podataka. Prvobitne ideje o korišćenju računara su se kretale u širokom spektru: od tehnološke utopije do različitih vrsta optimizacija. Progres *CAD* alata, od ranih 60-tih do 90-tih godina XX veka, Vilijam Mičel (*William Mitchell*) sumira u pet generacija.

⁸⁸ Negroponte, N: *Toward a Theory of Architecture Machines*, Journal of Architectural Education (1947- 1974), Vol. 23, No. 2 (Mar., 1969), pp. 9- 12

⁸⁹ Cross, N: *Can machine design*, Design Issues, Volume 17, Number 4, 2001, pp. 44- 50. Dostupno na: http://echo.iat.sfu.ca/library/cross_01_machine_des.pdf

Prvu generaciju (1960- 1970) opisuje kao vrlo skupu tehnologiju po svim standardima. Pored cene, ovakvi uređaji su zahtevali specijalno klimatizovano okruženje, koje je zahtevalo dodatne prostorne zahteve kao i stalno zaposlenog operatera. Kako su računari postali komercijalna realnost, počeli su da se pojavljuju prvi radni prototipovi *CAD* sistema. Godine 1963, Ivan Sutherland (*Ivan Sutherland*) na MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) napravio *Sketchpad*, prvi interaktivni grafički sistem kojim je korisnik manipulirao olovkom preko ekrana. Sistem je takođe bio povezan na štampač koji se sastojao od olovke navođene računarom i table sa papirom. Štampač je bio sposoban da iscrta ravne linije i kružnice. Iako računarske aplikacije, namenjene geometrijskim problemima, nisu bile nove⁹⁰, *Sketchpad* predstavlja prvi interaktivni *CAD* sistem.⁹¹ Unapređene i proširene verzije (dodavanjem novih opcija za manipulaciju geometrijskim površima i telima i opcija za 3d prikaze) ove aplikacije su razvijane u različitim laboratorijama narednih godina⁹². Paralelno sa *Sketchpad*, *SOM*⁹³ je razvijao prvu platformu za strateško tehnološko planiranje. Na specifičan zahtev investitora, *SOM* je u saradnji sa *The Computer Group*, firmom iz San Franciska, razvio aplikaciju *BOP* (*Building Optimization Program*) kako bi optimizovao troškove izgradnje objekta. Aplikacija, bazirana na tekstu i empirijskim iskustvima, bez grafičkog interfejsa, je na osnovu željene kvadrature i dimenzija parcele generisala spratnost objekta i broj liftova, formirala opnu, optimizovala visinu strukture i generisala preliminarne troškove izgradnje. Prvi sistemi su se našli u velikim arhitektonskim biroima, ali uticaj na svakodnevnu arhitektonsku praksu je bio zanemarljiv.

⁹⁰ APT (*Automatically Programmed Tool*) je razvijen da bi se pod kontrolom računara izrađivali kompleksni metalni delovi. Pored osnovne namene, ova aplikacija je bila značajna zbog korisnih tehnika manipulacije geometrije. Sutherland, I: *Sketchpad: A man-machine graphical communication system*, str. 32.

Dostupan na: <http://www.cl.cam.ac.uk/TechReports/>

⁹¹ Sutherland, I: *Sketchpad: A man-machine graphical communication system*, str. 28- 29.

Dostupan na: <http://www.cl.cam.ac.uk/TechReports/>

⁹²William, M: *Afterword: The Design Studio of The Future*, CAAD futures Digital Proceedings, 1989. str. 479- 493.

⁹³ *SOM* (*Skidmore, Owings and Merrill*) je arhitektonska firma osnovana u Čikagu 1936.godine.

U drugoj generaciji (1970- 1980), po Vilijemu Mičelu, su sistemi izgledali kompaktnije i imali su bolji odnos cene i performansi. Značajno za ovu generaciju je pojava prvih sistema ključ u ruke⁹⁴ (*turnkey*) što je nekim proizvođačima donelo poseban uspeh na tržištu. Prvi komercijalni *CAD* proizvodi su koristile velike inženjerske firme, obučeni korisnici, u prvim školama *CAD*. Nakon druge generacije (1980- 1990. godine), su paralelno razvijane tri generacija *CAD* sistema. Na samom početku 1980. godine, ključ u ruke *CAD* sistemi su postali komercijalna realnost.



Slika 16. Prvi *CAD* sistemi ključ u ruke. (preuzeto iz: Coates, Paul: *Programming Architecture*, London; New York: Routledge, 2010.)

Treća generacija *CAD* sistema je bila takva da je omogućila korišćenje platforme za nezavisni razvoj softvera prilagođenog potrebama korisnika. *CAD* sistemi treće generacije su i dalje bili glomazni zbog specifičnog načina skladištenja podataka, ali za razliku od prošlih generacija, *CAD* sistemi treće generaciju su koristili unapređene, sofisticirane operativne sisteme. U međuvremenu su se pojavili prvi povoljni personalni računari (*PC*). Popularizovali su ih kompanije kao što su *Apple*, *Radio Shark* i *Commodore*. Ovi uređaji su i dalje bili daleko od performansi potrebnih za izvođenje korisnih *CAD* funkcija. Glavnu ulogu u razvoju softvera treće generacije *CAD* sistema su preuzeli arhitekti i inženjeri.

⁹⁴ Proizvod ili uslugu koja je spremna za trenutnu upotrebu.



Slika 17. Apple II personalni računar.

Paralelno sa razvojem softvera kao pomoći za izradu crteža, su se razvijali “inteligentniji” CAD sistemi. Progressivni arhitekti su pomerali granice CAD sistema koji su se dominantno koristili za izradu savršenih crteža i obavljanje različitih numeričkih analiza. Jedna od takvih grupa arhitekata je osnovana na MIT. Grupa *Architecture Machine Group- Arch MAC*. Osnovali su je Nikolas Negroponte sa Leonom Groiserom (*Leon Groisser*) 1967. godine kako bi udovolji zahtevima tadašnjeg dekana Lorenasa Andersona (*Lawrence Anderson*) da se unapredi nastava u kontekstu manipulativnih mogućnosti računara. *Arch MAC* je bila laboratorija koja je preklapila arhitekturu, inženjerstvo i računarske nauke u novoj viziji istraživanja u arhitekturi i učenja.⁹⁵ Neki od rezultata ovog izazova su ilustrovani i detaljno opisani kroz razne projekte u Negroponteovom delu *Soft Architecture Machine*, 1975. godine. U tom izdanju, Negroponte navodi da je potencijal CAD sistema mnogo veći od *Sketchpad* koji u tom trenutku bio sposoban da grube skice četvorougla pretvori u savršen pravougaonik, da spoji različite

⁹⁵ Steenson M: *Architectures of Information: Christopher Alexander, Cedric Price, and Nicholas Negroponte & MIT's Architecture Machine Group*, Faculty of Princeton University. 2013. PhD dissertation. Dostupno na: <http://s3.amazonaws.com/arena-attachments/2173659/4f199d7964910ef4c62004a70b91d367.pdf?1526304132>

geometrijske oblike u kompoziciju koja je podržavala razne vrste modifikacije. Proces prilikom slaganja je bio regulisan pravilima pomoću kojih je računar crpeo svoje maksimalne mogućnosti kako bi greške sveo na minimum. Negroponte ovaj nivo na kom je većina računara radilo 1970- tih godina, naziva prvi nivo (program izgrađen na nivou principa- generalizacije) dok inteligentni rad počinje na drugom nivou.⁹⁶

Uprkos istraživanjima grupe *Arch MAC*, razvoj *CAD* sistema je išao ka većoj korisničkoj grupi posebno pojavom prvih personalnih računara. Pojavom *PC* i unapređenog *Apple II* računara kojeg su koristile mnoge edukativne ustanove, pojavili su se i zahtevi za grafičke programe. Softver *T-Square*, osmišljen za prethodnu generaciju računara, unapređen je u verziju *CADApple* početkom 1980- tih godina. Kako su računari, kao i danas, koristili različite programske jezike, tako je *VersoCAD* osmišljen u jeziku prilagođenom prvom *IBM PC*. Ubrzo nakon *VersoCAD* se pojavila i prva verzija *AutoCAD* koja dominatno preuzela tržište zahvaljujući *IBM* uspehu. Četvrtu generaciju, pored softverskog i hardverskog napretka, odlikuje računar namenjen jednom korisniku kao i treninzi i tehnička podrška koju su proizvođači *CAD* softvera nudili tržištu kao deo osnovnog paketa.

U petoj generaciji *CAD* sistema, paralelno sa razvojem personalnih računara, razvijale su se i prve radne stanice. Radne stanice su imale mogućnost umrežavanje odnosno međusobnog povezivanje, centralne baze podataka kao i deljenje delikatne opreme kao što su ploteri, skeneri, digitalni rekorderi i sl. Mnogi proizvođači *CAD* sistema su se prilagodili radnim stanicama koje su bile namenjene velikim firmama. Razvoj tehnologije je nekim personalnim računarima omogućio nadogradnju u radnu stanicu. Pojavom interneta, krajem 1980- tih godina radne stanice su postale standardna oprema u svim većim sistemima. Razvojem informacione tehnologije, na samom kraju 1980- tih godina, su se stekli uslovi da se razvoj *CAD* softvera odnosno digitalnih alata može obavljati i u okviru radnog mesta, a ne samo u specijalizovanim *CAD* laboratorijama⁹⁷.

⁹⁶ Negroponte, N: *Soft Architecture Machine*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England 1975.

⁹⁷ Razvoj *CAD* softvera: William, M: Afterword: The Design Studio of The Future, CAAD futures Digital Proceedings, 1989. pp. 479- 493., i Fallon, C: Early Computer Graphics Developments in the Architecture, Engineering, and Construction Industry, Annals of the History of Computing, Vol. 50, No. 2, 1998.

Viliam Mičel zaključuje da je automatizacija komercijalnih CAD sistema doslovno ista načinu na koji elektronski klavir automatizuje prste pijaniste⁹⁸. Drugim rečima, komercijalni razvoj CAD, do kraja 1980- tih godina se odvijao obrnuto od radikalnih ideja CAD kao inteligentnog sistema. Zašto je pravac CAD sistema bio usmeren ka reprezentaciji, a ne automatizaciji projektantskog procesa je pitanje na koje mnogi teoretičari pokušavaju da odgovore. U tom trenutku vrlo malo ljudi je zaista verovalo da mašine- računari mogu pokazati inteligenciju jednaku ili veću od ljudske⁹⁹. Kristofer Aleksander je isključio računare kao inteligentnu pomoć u procesu projektovanja. Računare je opisao kao armiju službenika, svaki naoružan pravilnikom, papirom i olovkom, glupi i u potpunosti bez inicijative, ali sposoban da prati milione precizno definisanih pravila. On i konstatuje da, u tom trenutku (1970- ih godina), problema ima malo za upošljavanje takve armije službenika. Drugačije rečeno, postavlja se pitanje na koji način se mogu obučiti CAD sistemi kako bi rešili ili pomogli u rešavanju kompleksnih problema savremenog društva. Najdžel Kros na samom kraju XX veka, na pitanje: „Da li može mašina da projektuje?“ odgovara pitanjem: „Kako ljudi projektuju?“¹⁰⁰. Odgovor na Aleksanderovo pitanja može biti u Frejzerovoj knjizi *An Evolutionary Architecture*¹⁰¹ u kojoj Frejzer sistematizuje probleme sa kojima se sučava arhitektura analogijom sa evolutivnim procesima iz prirode.

Kako su CAD sistemi bili zatvoreni u smislu nezavisne nadogradnje, napredak sistema je zavisio isključivo od laboratorija u kojim su se razvijali CAD sistemi i specijalizovanim programerskim firmama. Tokom 1990- tih godina *AutoDesk*, inicijalno *AutoCad*, dominira na tržištu desktop računarima. Odlukom da pređe na otvoreni sistem, tačnije delom otvoren, je omogućeno da se na osnovni paket mogu instalirati dodaci nezavisnih softverskih firmi (third- party software). Ova poslovna odluka, da se do tada zatvorenom sistemu omogući proširenje osnovnog paketa

⁹⁸ William, M: *Afterword: The Design Studio of The Future*, CAAD futures Digital Proceedings, 1989. str. 479- 493

⁹⁹ Negroponte, N: *Soft Architecture Machine*, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, and London, England, 1975.

¹⁰⁰ Skoro dekadu kasnije, Najdžel Kros, izdaje knjigu *Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work*, 2011.godine koja predstavlja istraživanje kako projektanti razmišljaju i rade. Fokus knjige je na otkrivanju onoga što dizajneri rade tokom procesa projektovanja i na razumevanju prirode projektantskih sposobnosti. Cross, N: *Can machine design*, Design Issues, Volume 17, Number 4, 2001, pp. 44- 50. Dostupno na: http://echo.iat.sfu.ca/library/cross_01_machine_des.pdf

¹⁰¹ Frazer, J: *An Evolutionary Architecture*, John Frazer and the Architectural Association, 1995.

Dostupno na: <http://www.interactivearchitecture.org/an-evolutionary-architecture-john-frazer.html>

alata, je *AutoDesku*, pa i ostalim *CAD* softverima, pružila priliku za nezavistan razvoj *CAD* alata.

Danas, zahvaljujući razvoju hardvera i softvera omogućeno je nezavisnim programerima da samostalno razvijaju *CAD* alate. Otvoreni *CAD* sistemi su 1990-tih godina, čini se, vratili razvoj *CAD* alata na sam početak razvoja. Entuzijazam koji se pojavio poslednje dekade XX veka, (koji je očigledan i danas) Mario Karpo (*Mario Carpo*) sumira u specijalnom izdanju *AD* pod naslovom *Digitalni preokret u arhitekturi 1992- 2012* u kojem se kroz projekte i eseje primećuje složenost problema sa kojima se arhitektonska praksa suočava, ali i potreba da se ti problemi reše adekvatnim, posebno izrađenim *CAD* alatima.¹⁰²

Kreiranje takvih alata podrazumeva proceduralnu upotrebu računara koja se zasniva na komunikaciji jezikom razumljivim za računar što prevazilazi tradicionalnu upotrebu računara opisanu kao *kliktanje mišem*.¹⁰³ Da bi se arhitektonski problemi opisali na način razumljiv za računar, potrebno je definisati jezik u okviru kojeg se problem može rešiti u seriji konačnih, konzistentnih i racionalnih koraka.¹⁰⁴ Drugačije rečeno, potrebno je prevesti arhitektonske probleme na jezik koji razume računar.

2.4 Gramatika jezika između čoveka i mašine

Iako su mnogi na samom početku razvoja *CAD* videli veliki potencijal *CAD* sistema kao inteligentnog asistenta u procesu projektovanja, *CAD* se pretežno koristio kao sofisticirani alat za crtanje. Mark Beri u *Skripting Cultures*, slovo D (*design*) iz akronima *CAD*, ironično naziva *skiciranje* ili *iscrtavanje (drafting)*.¹⁰⁵ Odgovor na pitanje: “Zašto je prvobitnu ideju pomoći u projektovanju zamenila ideja pomoći u izradi crteža?”, može se tražiti i u načinu komunikacije između korisnika i mašine. Na samom početku, komunikacija se odvijala putem *koda*, jezika koji je mašina razumela kako bi izvršavala zahteve korisnika. Ta komunikacija se sastojala od složenih sintaksi za koje je bila potrebna posebna obuka.¹⁰⁶ Za arhitekte tog vremena je ovaj način bio komplikovan, obzirom da su arhitektonski vokabular

¹⁰² Carpo, M: *The Digital Turn in Architecture 1992–2012*, John Wiley & Sons Ltd, 2015.

¹⁰³ *Mouse clicking* (kliktanje mišem): termin koji se koristi da bi se opisala jednostavna upotreba računara.

¹⁰⁴ Terzidis, K: *Algorithmic Architecture*, Architectural Press (Oxford), 2006, p XI.

¹⁰⁵ Alat za izradu crteža.

¹⁰⁶ William, M: *Afterword: The Design Studio of The Future*, CAAD futures Digital Proceedings, 1989. str. 479- 493.

činili geometrijski oblici, stubovi, grede i sl. U prilog ovoj tezi govori činjenica da su se razvojem grafičkih sposobnosti računara i pojavom prvih komercijalnih računara, pojavili i prvi grafički simboli koji su bili u suštini prevod složenih sintaksi koda i algoritama što je na neki način olakšalo korišćenje *CAD* alata, a što je doprinelo da “kliktanje mišem” bude dominantni pristup u upotrebi računara pa i u *CAD* softverima. Opisujući ove dve krajnosti upotrebe računara, način na koji koristimo alate jezikom simbola možemo nazvati indirektnom komunikacijom (svakim klikom suštinski se pozivaju složene sintakse koda koje izvršavaju komandu), dok bi suprotni način komunikacije mogli nazvati direktnom komunikacijom.

U kontekstu jezika komunikacije, ova dva slučaja se bitno razlikuju. U direktnoj komunikaciji se koristi sintaksa- *kod*, dok se u indirektnoj komunikaciji koriste simboli. Analogno prirodnom jeziku¹⁰⁷ gramatika određuje pravilnost rečenice, u kodu, gramatiku čine pravilnosti izražene algoritmima na osnovu koje se generiše model. Pol Kots (*Paul Coates*) navodi da je osnovna poruka knjige *Programiranje.Arhitektura* pisanje koda u cilju generisanja velikog skupa pouzdanih algoritama. Ideja koju je Pol Kots predložio je da se tekst algoritma predstavi kao jezik konverzacije između čoveka i računara koji ima zajednički leksikon i sintakse, kojim je moguće postići beskonačni skup ishoda.¹⁰⁸ U odnosu na ovu analogiju bi mogao da se definiše digitalni preokret¹⁰⁹ kako ga je nazvao Mario Karpo. Suštinska razlika prethodno navedenog je upravo u tome što je komunikacija obostrana, za razliku od rezultata jednostrane komunikacije, koji je uvek bio reprezentacija imaginacije projektanta).

Analogno ljudskom jeziku u kojem gramatika generiše sintaksu odnosno ispravnost rečenice, u kodu je jasno definisana gramatika kojom se generiše model, a *ispravnost* modela je srazmerna skupu gramatičkih pravila. Upravo je to podtekst Pol Kotsove analogije algoritama u projektovanju sa ljudskim jezikom, jer je u ljudskom jeziku moguće kreirati beskonačni broj ispravnih rečenica.¹¹⁰ Dakle, potencijal komunikacije sa računarom, jezikom algoritama, je u mogućnosti generisanja velikog broja *ispravnih* rešenja.

Ideja gramatike u arhitektonskom jeziku ne pripada ekskluzivno komunikaciji između čoveka i računara. Jezik obrazaca u arhitekturi je 70- tih godina XX veka

¹⁰⁷ Pol Kots u knjizi *Programiranje.Arhitektura* razlikuje prirodne jezike (jezik govora) i veštačke (jezik algoritama); Coates, P: *Programming.Architecture*, Routledge, 2010. pp. 2.

¹⁰⁸ Ibid.

¹⁰⁹ Carpo, M: *The Digital Turn in Architecture 1992–2012*, John Wiley & Sons Ltd, 2015.

¹¹⁰ Pol Kots u knjizi *Programiranje.Arhitektura* razlikuje prirodne jezike (jezik govora) i veštačke (jezik algoritama); Coates, P: *Programming.Architecture*, Routledge, 2010. pp. 2.

predstavio Kristofer Aleksander u knjizi *Jezik obrazaca*¹¹¹ u kojoj je predstavljeno 253 obrasca kojima se može manipulirati pravilima- gramatikom jezika obrazaca na osnovu koje se gradsko okruženje može projektovati bez pomoći arhitekta. Osnovna Aleksanderova premisa je postojanje obrazaca koje koriste arhitekta poput jezičkih obrazaca koji se koriste u svakodnevnom govoru, što su u slučaju arhitekture svaki prozor, vrata, kuća, ulica, komšiluk i grad, odnosno, svaka struktura veštački stvorena.¹¹² U isto vreme Džordž Stini (*Georg Stiny*) i Džejms Gips (*James Gips*) objavljuju rad *Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture*¹¹³ u kojem je predstavljen metod generisanja forme koristeći gramatiku oblika.

Slike prikazane u radu su reprezentovane u dvodimenzionalnom obliku dok su skulpture prikazane u trodimenzionalnom. Dizajn je baziran na generativnoj specifikaciji, u kojoj umetnik bira strukturalne i materijalne relacije i nakon toga determiniše algoritamski (koracima) umetnički rad.



Slika 18. Džordž Stini (*Georg Stiny*), 1969. akril na platnu. Slika dobijena formalizmom gramatike oblika. (preuzeto: <http://www.shapegrammar.org/ifip/SGIFIPSubmitted.pdf>. Str. 3.)

Gramatika oblika je osmišljena tako da bude lako upotrebljiva i razumljiva ljudima, a u isto vreme prilagodljiva računarskom jeziku. Stini navodi da je gramatika oblika slična gramatičkoj strukturi fraza koju je razvio Noam Čomski (*Noam Chomsky*), a koju čine simboli abecede, na osnovu kojih se generiše jezik sekvenci simbola.

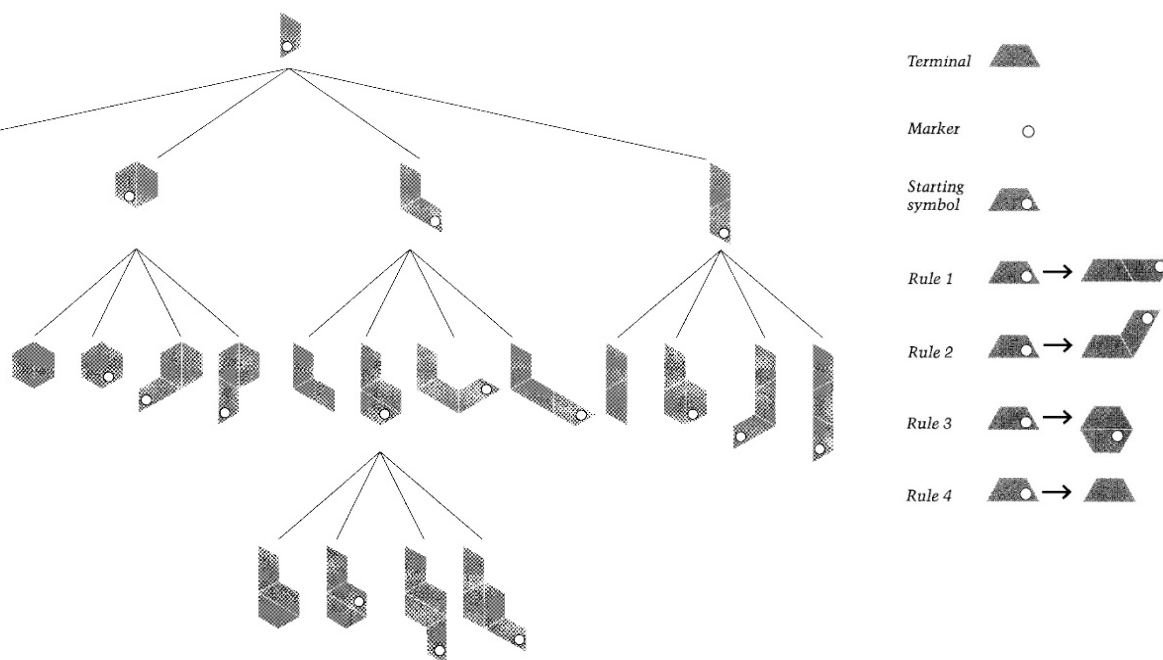
¹¹¹ Alexander, C; Ishikawa, S; Silverstein, M: *A Pattern Language : Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, 1977.

¹¹² Alexander, C: *The Timeless Way of Building*, Oxford University Press, 1979. pp. 210.

¹¹³ Stiny, G; Gips, J: *Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture*, republished in OR Petrocelli (ed.) *The Best Computer Papers of 1971*, Auerbach, Philadelphia, 1972, pp. 125- 135,

dostupno na: <http://www.shapegrammar.org/ifip/SGBestPapers72.pdf>

Gramatika oblika je definisana abecedom simbola na osnovu kojih se generiše jezik oblika.¹¹⁴



Slika 19. Primer gramatike grupisanja heksagonih stolova. Vokabular se sastoji od polu heksagona fiksne dimenzija i jednog markera obeleženog belim kružićem. Sa desne strane slike su prikazana pravila na osnovu kojih se generiše forma u koracima prikazanim na dijagramu. (iz: Mitchell, W: *The Logic of Architecture: Design, Computation, and Cognition*, The MIT Press, 1990, str.143.)

Osnovna ideja gramatike oblika je da se sa jezikom simbola i konačnim brojem pravila generiše potencijalno beskonačni broj stvari. Iako je Džordž Stini prvobitnom gramatikom oblika pokušao da demistifikuje stvaranja oblika u umetnosti,¹¹⁵ Vilijam Mičel i Džordž Stini objavljuju rad *The Palladian grammar*¹¹⁶ u kojem je prikazan način na koji se, pomoću skupa pravila, definisanih gramatikom oblika, može opisati arhitektonski stil.

Gramatička formulacija Paladijeve gramatike je prikazana u osam faza sa ukupno 72 pravila pomoću kojih se iterativno, generiše osnova vile.

- definisanje rastera,
- definisanje spoljašnjeg okvira,
- dispozicija prostorija,

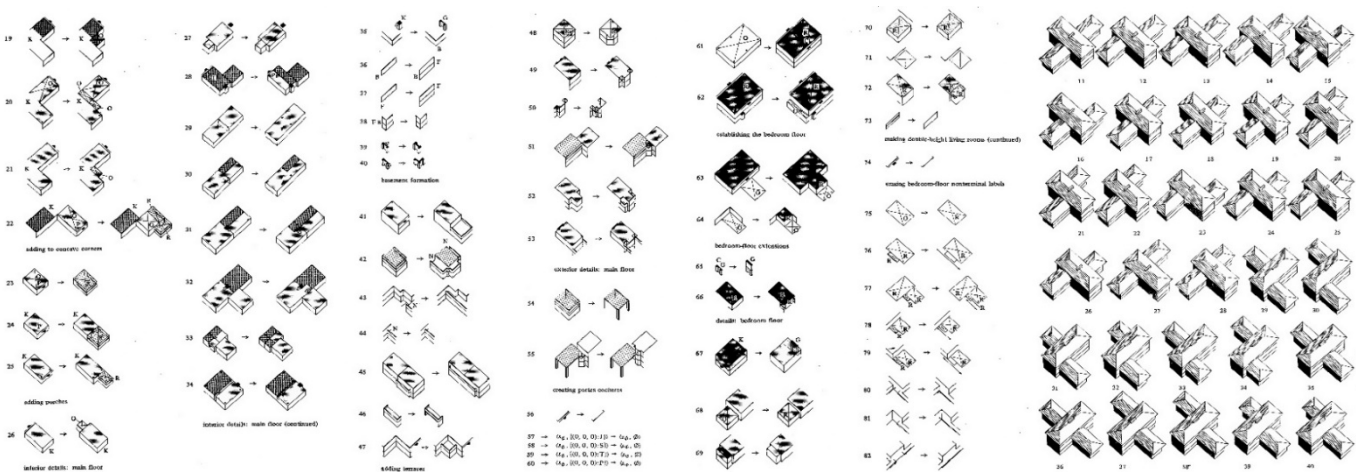
¹¹⁴ Gips, J: *Shape Grammars and their Uses Artificial Perception*, Shape Generation and Computer Aesthetics, Birkhauser Verlag, Basel und Stuttgart, 1975.

¹¹⁵ Džordž Stini, trideset godina nakon publikovanja *Gramatike oblika*, 1990- tih godina u delu *Shape: Talking about Seeing and Doing*, otkriva razloge interesovanja za izučavanje oblika koji sežu do njegovog ranog detinjstva u kojem se pitao „Kako se stvara dizajn?“ Stini, G: *Shape: Talking about Seeing and Doing*, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England, 2006, pp. 9.

¹¹⁶ Stini, G; Mitchell, W: *The Palladian grammar*, Environment and Planning B: Planning and Design, volume 5, 1978, str. 5- 18.

- preuređenje unutrašnjih zidova,
- reorganizacija spoljašnjih zidova u odnosu na ulaze,
- spoljašnja ornamentacija- stubovi,
- prozori i vrata,
- finalna korekcija (uklanjanje pomoćnih linija i oznaka).

Iako su autori, faze nazvali: *prirodnim fazama projektovanja*, formulacija pravila nužno ne prati intuitivni proces projektovanja.¹¹⁷ Proces generisanja forme, prikazan Paladijevom gramatikom, sa jedne strane potvrđuje Aleksandrovu premisu da se jezik arhitekture može opisati pravilima, dok sa druge strane, Paladijeva gramatika opisuje *top- down* proces projektovanja, čime je značajno redukovan alternativni prostor pretrage. Inicijalno zamišljen kao jednostavan jezik komunikacije između korisnika i računara, gramatika oblika je usled projektantskih izazova dostigla određenu složenost.



Slika 20. Gramatika prerijske kuće Frenk Lojd Rajta (Frank Lloyd Wright) – pravila 19- 82 I katalog rešenja. (preuzeto: Koning H, Eizenberg (1981). *Language of the Prairie: Frank Lloyd Wright Prairie houses. Environment and Planning B: Plan and Design*, 8, pp.295- 323.)

Adaptiran prema projektantskim zahtevima, osnovni model je unapređen generativnim svojstvima uvođenjem različitih elementa kao što su: *stohastika*,¹¹⁸

¹¹⁷ Benros, D; Duarte, P. J; Hanna, S: *Generic shape grammar for the Palladian Villa, Malagueira House and Prairie House*

¹¹⁸ Duarte, P. J: *Towards the mass customization of housing: the grammar of Siza's houses at Malagueira*, *Environment and Planning B: Planning and Design* 2005, volume 32, pp. 347- 380.

parametri,¹¹⁹ genetski algoritmi,¹²⁰ kao i druge evolucione tehnike.¹²¹ Adaptirana gramatika oblika se može primeniti u različitim poljima arhitektonskog projektovanja: za dekompoziciju projektantske logike (arhitektonskog stila),¹²² derivate postojeće logike,¹²³ ali i za stvaranje nove, originalne logike.¹²⁴

Od sredine 70- tih godina XX veka, od početka razvoja gramatike oblika i računanja geometrije, su se projektanti i teoretičari bavili algoritmima kao mehanizmom za istraživanje formalne kompozicije.¹²⁵ Iz primera gramatike obrazaca i oblika je očigledno da se složeni problemi arhitektonskog projektovanja opisani gramatikom mogu izraziti algoritmima. Drugačije rečeno, problemi se mogu opisati skupom instrukcija napisanih u jeziku razumljivim za računar.¹²⁶

¹¹⁹ Diskurzivna gramatika koristi programsku gramatiku (funkcionalnu shemu) da bi se korisničke zahtevi preveli u projektni zadatak, a gramatika oblika prevodi projektantski zadatak u moguća rešenja heurističkom pretragom. Duarte, P. J: *A discursive grammar for customizing mass housing: the case of Siza's houses at Malagueira*, Automation in Construction 14 (2005)265–275.

¹²⁰ Gero, J.S.; Louis, J; Kundu, S: Evolutionary learning of novel grammars for design improvement, Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing 8, 1994, pp. 83- 94. Kitchely, J: Combining shape grammar and genetic algorithm for developing a housing layout : Capturing the Complexity of an Organic Fishing Settlement Generative methods and the design process: a design tool for conceptual settlement planning. Applied Soft Computing Co- Author: Dr.A. Srivathsan Volume 14, Part C, January 2014, pp. 634–65.

¹²¹ Freizer, J: *An Evolution An Evolutionary Architecture*, Architectural Association, 1995.

¹²² Paladijeva gramatika. Stini, G; Mittchel, W: *The Palladian grammar, Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 5, 1978, pp. 5- 18.

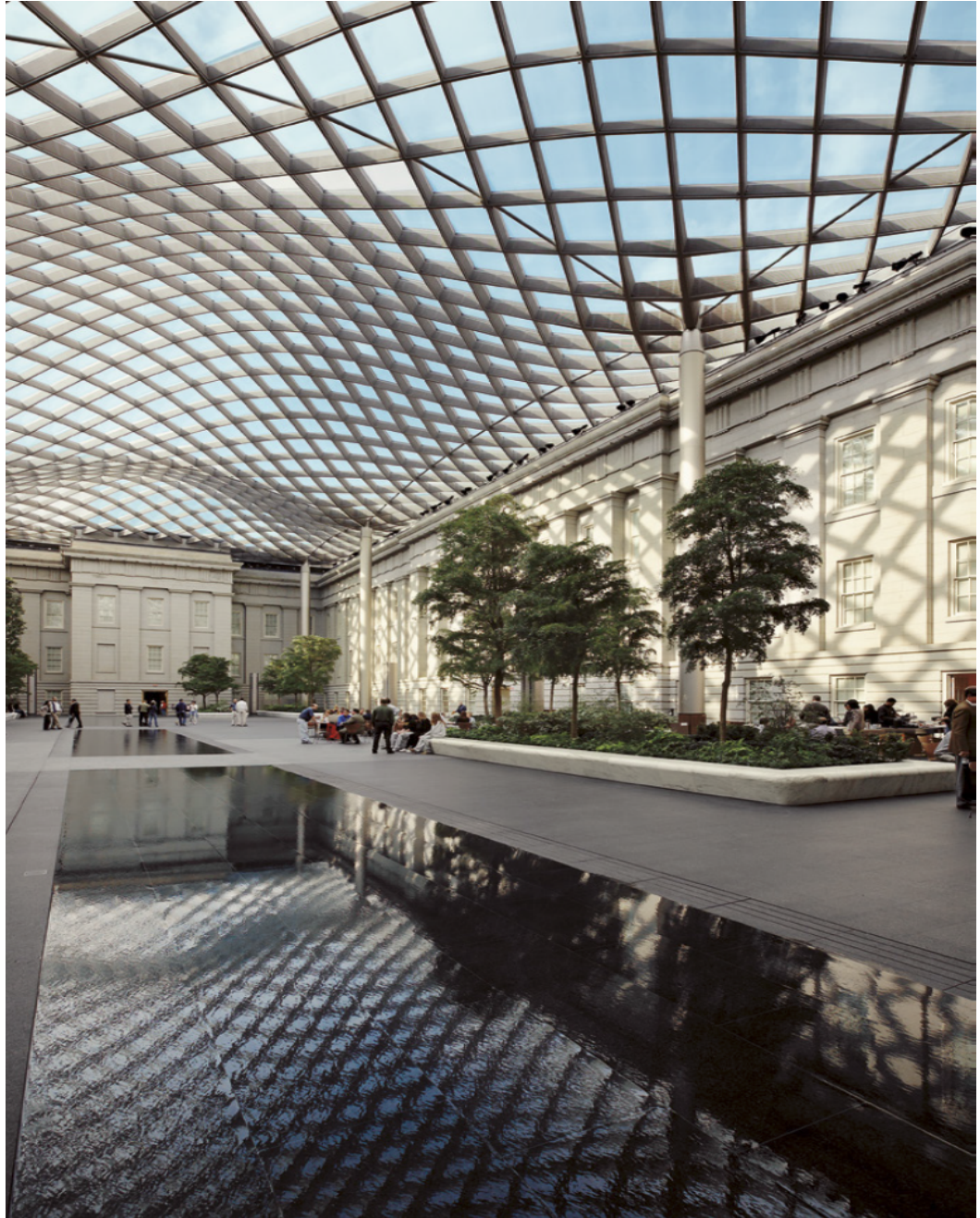
¹²³ Derivati logike *Prerijske kuće* Frenk Lojd Rajta; H Koning, J Eizenberg: *The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses*, Environment and Planning B, 1981, volume 8, str. 295- 323

¹²⁴ Montiel, R.M; Bone, J; Gavilanes, J; Jiménez, E; Mandow, L; Pérez- de- la- Cruz, J.L: *Design with shape grammars and reinforcement learning*, Advanced Engineering Informatics 27, 2013 pp.230–245.

¹²⁵ Terzidis, K: *Expressive Form A conceptual approach to computational design*, Taylor & Francis, 2005.

¹²⁶ Peters, B: *Computation Works: The Building of Algorithmic Thought*, Architectural Design 83, No. 2, March 2013, pp 8–15.

2.5 Skripting- Dijalog računara i arhitekta



Slika 21.: Skripta napisana za generisanje geometrije krova. Kod je primenjen u istraživanju projektanskih mogućnosti, a modifikacija koda je vršena kroz projektanski process. Kod je takođe primenjen za generisanje dodatnih informacija neophodnih za akustičku analizu i fabrikaciju elemenata strukture krova. Foster + Partners, Smithsonian Institution, Washington DC, 2007

Termin skripting (*scripting*) ima donekle različito značenje kada se koristi u kontekstu klasičnog inženjerstva i kada se koristi u kontekstu arhitektonskog projektovanja. U kontekstu arhitektonskog projektovanja, skripting ima smisao interaktivne komunikacije arhitekta- korisnika i softvera korišćenjem odgovarajućeg programskog jezika kao medijuma, odnosno kao spone. U arhitektonskoj praksi, napredna primena skriptinga u procesu projektovanja je kreirala hibridni model projektanta, osobu koja je istovremeno softverski inženjer i arhitekta, a Brejdi je naziva *računarski projektant (computational designer)*.¹²⁷ Novonastala profesija je dramatično promenila način na koji su se, do nedavno, koristili alati velikih softverskih kompanija. Malkom Mekalog (*Malcolm McCullough*) veteran arhitektonskog programiranja i prvi menadžer proizvoda *Autodesk*, otkriva da je na samom početku razvoja *AutoCad* bilo jasno da izolovana logika objekata i slojeva (*layer*) nije dovoljna da zadovolji složene zahteve projektanata što je iniciralo promene iz zatvorene strukture u otvorenu strukturu koda. Otvaranjem softverskih paketa prema spolja, odnosno prema krajnjim korisnicima, omogućena je personalizacija postojećih i dodavanje novih funkcija. Vremenom se razvila prva platforma *AutoLisp*. Osnovna ideja *AutoLisp* je bila da se u razvoj alata uključe nezavisni programeri (*third-party developer*) putem platforme koja koristi biblioteku standardne paleta alata otvorenog koda, kako bi se alati prilagodili široj grupi korisnika. Vizionari su potencijal ovako formirane platforme, videli i u razvoju inteligentnih alata i veštačke inteligencije (*AI*). Međutim, složenost programskih jezika¹²⁸ i potrebe svakodnevne arhitektonske prakse su usmerile korisnike ka nižem nivou korišćenja platforme u cilju optimizacije izrade crteža.

Kreiranje složenijih alata na ovaj način, od strane nezavisnih programera, kao što je na primer generisanje dispozicije hotelskih soba, nije naišlo na širi odjek u arhitektonskoj javnosti, iz jednostavnog razloga što nije imalo veliku primenu za rešavanje svakodnevnih arhitektonskih problema.¹²⁹

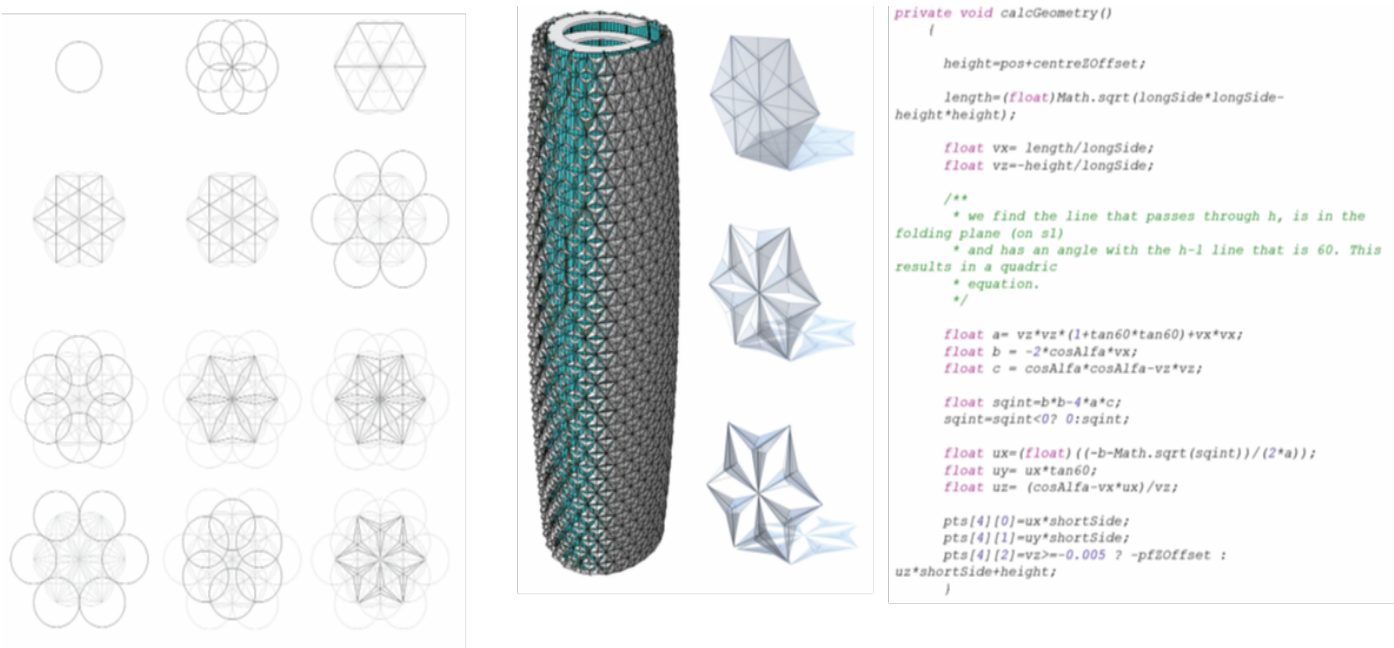
Iako su *CAD* softveri strukturom otvorenog koda zainteresovali nezavisne programere za razvoj alata, složeni programerski jezici su zahtevali obuku koju su

¹²⁷ Peters, B: *Computation Works: The Building of Algorithmic Thought*, Architectural Design 83, No. 2, March 2013, pp. 8–15.

¹²⁸ Korišćenje *AutoLisp* alata je podrazumevalo visoki stepen znanja *lisp* programerskog jezika što je 80- tih godina XX veka zahtevalo naprednu obuku.

¹²⁹ McCullough, M: *20 Years of Scripted Space*, Architectural Design 76, no. 4 (July 2006): str. 12–15.

80- tih godina mogle da priušte samo velike firme.¹³⁰ Prednosti i potencijal ovako formiranih *CAD* softvera je bio očigledan, ali velika većina univerziteta, kao poslednji bastion nezavisnog razvoja digitalnog projektovanja, su ipak izradu detaljnih crteža i fotorealističnih rendera stavili kao fokus u kurikulumu. Samo par institucija se bavila istraživanjem skriptinga u cilju istraživanja novih mogućnosti projektovanja poput *DRL* na *AA* i *Bartletu* u Londonu, *SCI- Arc* u Los Angelesu, *MediaLab* na *MIT*, *ETH* u Cirihu i *SIAL* na *RMIT* Univerzitetu u Melburnu.¹³¹



Kod za geometrijsku formu elemenata fasade sa kontrolom otvora u odnosu na insolaciju (Abdumajid Karanauh, objekat Al- Bahar Towers, Abu Dhabi, iz: Arturo Tedeschiaad: *Algorithms- Aided Design Parametric Strategies using Grasshopper*, Le Penseur, 2014. pp 59.)

Nagli razvoj skripting zajednice je počeo sa prvim internet stranicama i prvim digitalnim priručnicima. Kao najveći značaj formiranih zajednica je deljenje i širenje znanja poput *Grasshopper* foruma na kojem registrovani korisnici razmenjuju znanje i produkciju.¹³² Pored formiranih zajednica su se paralelno sa razvojem informacionih tehnologija, razvijali i programski jezici¹³³ koji su se koristili u skript editorima (*script editor*). Prilagođeni programski jezici popularnim

¹³⁰ Mittchel, W: *Afterword: The Design Studio of The Future*, CAAD futures Digital Proceedings, 1989. pp. 479- 493.

¹³¹ Burry, M: *Scripting Cultures- Architectural design and programming*, John Wiley & Sons, Jan 30, 2013. pp. 15

¹³² Tedeschiaad A: *Algorithms- Aided Design Parametric Strategies using Grasshopper*, Le Penseur, 2014. pp. 34.

¹³³ Mark Bari navodi 34 skripting jezika. Među kojima su: *Java*, *JavaScript*, *Iron Python*, *MaxScript*, *Maya- MEL*, *VBA*, *RhinoScript* i dr. Burry, M: *Scripting Cultures- Architectural design and programming*, John Wiley & Sons, Jan 30, 2013. pp. 37.

CAD softverima su postali moćan alat za dodatno istraživanje formi koje su vremenom postajale sve složenije pa samim tim i izvođenje novonastalih modela.¹³⁴ Važnost ovog segmenta projektovanja se može videti i u organizaciji velikih arhitektonskih biroa. Danas, mnogi arhitektonski birovi, pored već standardnih odseka za projektovanje i reprezentaciju, imaju odseke koji se bave fabrikacijom i zahtevnim proračunima novonastalih složenih formi koje koriste skripting jezik kako bi složene forme učinile izvodljivim. Bredi Piter (Brady Peters) u *Computation Works: The Building of Algorithmic Thought*¹³⁵ navodi četiri primera organizacije arhitektonskih biroa u odnosu na saradnju sa računarskim projektantima:

1. Najčešći je pristup u saradnja sa internim specijalizovanim grupama računarskih projektanata koji se odvojene od projektantskog tima. Ove grupe imaju ulogu konsultanta u projektantskom procesu, a stepen zavisnosti varira u odnosu na potrebe projekta. Takvi primeri postoje u praksi: *Foster + Partners, Herzog & de Meuron, Grimshaw, Aedas|R&D, UNStudio, Skidmore, Owings & Merrill (SOM)* i dr,
2. Drugi pristup u integrisanju ekspertize računarskog projektanta u procesu projektovanja su samostalne konsultantske firme koje imaju tendenciju da budu tehničke i specijalizovane u inženjerskom ili u softverskom razvoju. Mogu ih angažovati arhitektonske firme koje na nivou konsultacije koriste računarske tehnike bez potrebe da ih inkorporiraju. Primeri ovakvih praksi se mogu videti u: *Buro Happold SMART Solutions, Knippers Helbig Advanced Engineering, Gehry Technologies* i dr,
3. Treći pristup podrazumeva arhitektonske firme kojima su računarske tehnike integralni deo projektantskog procesa i produkcije- manufakture. Primer takve prakse se može videti u *MOS, Facit Homes* i dr,

¹³⁴ Naslov *AD* izdanja čiji je editor Mario Karpo (*Mario Carpo*) *Digitalni preokret u arhitekturi: 1992- 2013* implicira širu primenu digitalnih alata početkom 1990- tih godina; Carpo, M: *The Digital Turn in Architecture 1992–2012*, John Wiley & Sons Ltd, 2015. Takođe, autori *Post- parametrička automatizacija u projektovanju i konstrukcijama*, prikazuju primere primene *skripting* u procesu projektovanja i u fabrikaciji složenih formi savremene arhitektonske prakse. Andia, A; Spiegelhalter, T: *Post- parametric automation in design and construction*, Library of Congress Cataloging- in- Publication Data, Artech House, 2015.

¹³⁵ Peters, B: *Computation Works: The Building of Algorithmic Thought*, *Architectural Design* 83, no. 2, March 2013 pp. 8–15.

4. Četvrti pristup se odnosi na računarske projektante koji, osnaženi napretkom skripting interfejsa i naprednim znanjem programerskih jezika samostalno razvijaju softvere. Iako je relativno mali broj softvera, u poslednjih godina su postali integralni deo savremene arhitektonske prakse. Primeri ovih pojedinaca su: *David Rutten (Grasshopper® /Galapagos, Daniel Piker (Kangaroo), Andrew OPayne and Jason Kelly Johnson (Firefly), Giulio Piacentino (WeaverBird), Thomas Grabner and Ursula Frick of [uto] (GECO™), Arthur van der Harten (Pachyderm Acoustical Simulation).*

Iz ove podele se može zaključiti da skripting, u kontekstu *CAD*, još uvek nije sastavni deo svakodnevnog arhitektonske prakse odnosno računarski projektanti i dalje deluju kao specijalizovane grupe, nezavisno od projektantskog tima. Takođe se u ovoj podeli, kroz primere arhitektonskih firmi koje su na različite načine uključile računarske projektante, može primetiti neophodnost skriptinga u različitim fazama projektovanja- od ranih faza do generisanja informacija koje su potrebne za fabrikaciju arhitektonskih projekata. Dakle, neophodnost je očigledna. Iako je mreža razvijena, u smislu dostupnosti digitalnih alata, ali i u smislu mreže korisnika, foruma i grupa na kojima se deli znanje, kodovi, alati i ideje, i dalje računarska metoda u projektovanju nije dovoljno intrigantna da se u potpunosti integriše u proces projektovanja. Razlog zašto još uvek nije integralni deo procesa projektovanja može biti u više stvari.

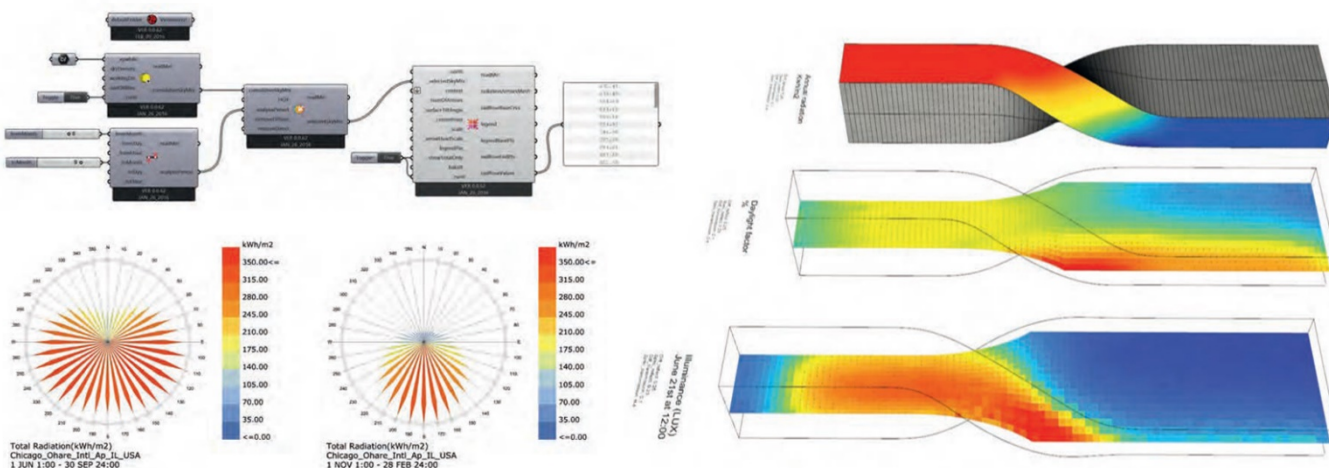
Jedan od razlog može da leži i u akademskim kurikulumima u kojima se istraživanje ovog načina modelovanja i projektovanja dominantno odvija samo na specijalizovanim master kursivima.¹³⁶ Drugi razlog može biti u pristupačnosti odnosno jednostavnosti radnog okruženja (*user-friendly*). Iako je sintaksa programerskih jezika je jednostavnija i logičnija u odnosu na prve računarske jezike,¹³⁷ sintakse je prilagođena univerzalnom jeziku koja se razlikuje od arhitektonskog jezika. U prilog tome, govori i popularnost *Grasshoppera* koji je složene sintakse programerskog jezika preveo u jedinstveni jezik vizuelnog programiranja koji je delimično prilagođen arhitektonskoj gramatici. Iz ovoga se može zaključiti da sintaksa kao medijum između čoveka i računara može da utiče

¹³⁶ Oxman, R: *Digital Architecture as a Challenge for Design Pedagogy: Theory, Knowledge, Models and Medium*, Design Studies 29, no. 2, 2008, pp. 99–120, dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.12.003>.

¹³⁷ Veliki deo sintaksi je većinom povezana sa logikom engleskog jezika kao što je slučaj u objektno- orijentisanim jezicima.

na primenu programskih jezika kao sredstvo za izradu novih CAD alata. Unapređenje skript jezika odnosno prilagođavanje sintakse bližoj vokabularu arhitektonskog projektovanja bi moglo da bude kurs razvoja. Ovakvi pokušaji se mogu videti u istraživanjima Vilijama Mičela 1990- tih godina, logika arhitekture koja se zasniva na spoznaji, formalizmu i prepoznavanju oblika jedinstvenim jezikom gramatika oblika (*shape grammer*)¹³⁸.

Grasshopper, poput gramatike oblika, koristi poznati arhitektonski vokabular i danas predstavlja moćni generativni alat. *Grasshopper* je platforma (*visual programming language*), koja predstavlja svojevrsni set alata za izradu asocijativnih modela. U početku kao poseban dodatak, a danas sastavni deo softverskog paketa Rhinoceros, je vremenom proširio svoju paletu alata kojima je moguće analizirati performanse modela i uvrstiti veliki broj elemenata u vidu parametara kao što su složene površinske sile membrana i sile gravitacije,¹³⁹ čak dinamičke promene kao što su kompleksni uticaja vremenskih uslova, energetske performanse modele i ekološki uticaji sredine¹⁴⁰.



Slika 22. Ladybug and Honeybee su dva dodatka otvorenog koda (*open- source plug- ins*) Preuzeto : (B. Peters, T. Peters: *Design Workflows for the Simulation of Sustainable Architecture, Computing the Environment: Digital Design Tools for Simulation and Visualisation, Architecture (AD Smart) 1st Edition, April 2018.*)

¹³⁸ Ibid.

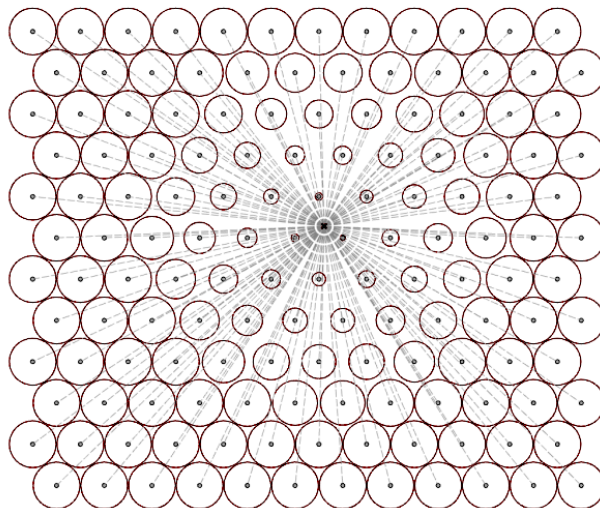
¹³⁹ Gravitacija je jedan od najvažnijih parametara u arhitektonskom projektovanju. Ograničenja definisana gravitacijom diferenciraju modele na izvodljive i neizvodljive što je veoma značajno u ranim fazama projektovanja. *Karamba3d* i *Kangaroo* su jedni od *Grasshopper* alata koji služe za strukturalnu analizu modela. *Karamba3d* je parametarski alat koji pruža preciznu analizu prostornih konstrukcija, okvira i omotača. (<https://www.karamba3d.com/>)

Kangaroo je interaktivni alat za pronalaženje forme (*form- finding*) kroz fizička ograničenja naponskih sila. (<http://kangaroo3d.com/>)

¹⁴⁰ *Ladybug* i *Honeybee* su dva dodatka otvorenog koda (*open- source plug- ins*) za analizu i vizualizaciju *EnergyPlus* vremenskih podataka, energetske performanse modela i

„...Parametri mogu da obezbede moćnu koncepciju arhitektonske forme opisujući niz mogućnosti, izmeštajući stabilne procese sa varijablama, jedinstvenost sa mnoštvom. Koristeći parametre, projektanti mogu stvoriti beskonačan broj sličnih objekata, geometrijske manifestacije prethodno artikulisane sheme promenljivih dimenzijama, relacije ili operative zavisnosti. Kada se varijablama dodeli vrednost, određene instance se kreiraju iz potencijalno beskonačnog opsega mogućnosti.“¹⁴¹

Umesto gotovih prostih geometrijskih tela, modelovanje se najčešće započinje definisanjem relacija koje se opisuju brojevima, varijablama, matematičkim funkcijama. Diferencijacija elemenata modela je zasnovana na parametarskoj zavisnosti kojom se može manipulirati sistemom višeg reda. Drugačije rečeno, ako sistem višeg reda predstavlja tačku, a sistem nižeg reda skup kružnica, moguće je definisati zavisnost u kojoj je prečnik kružnica srazmeran rastojanje tačke i kružnica.

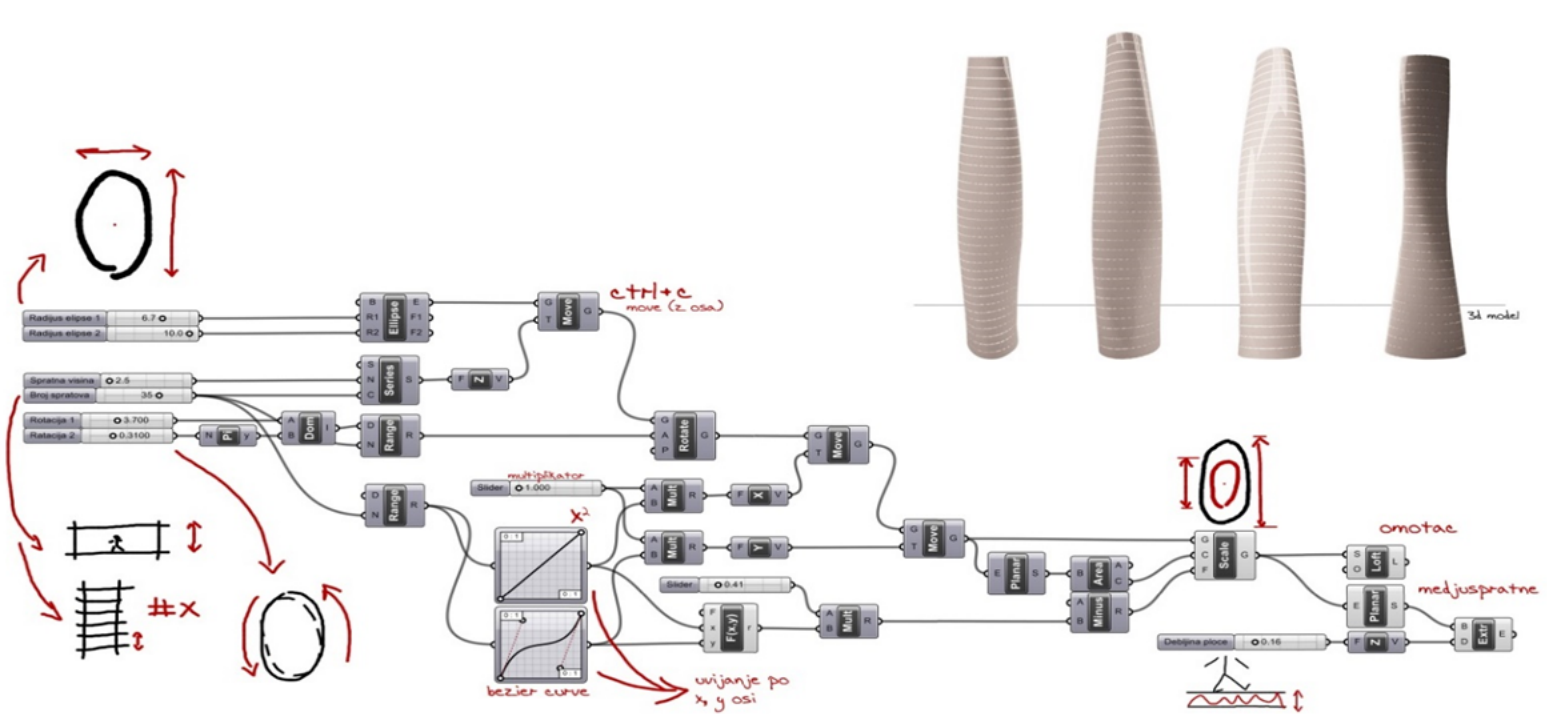


Slika 23. Na slici je prikazan jednostavni primer asocijativne veze tačaka i skupa kružnica. (preuzeto sa https://generativelandscapes.files.wordpress.com/2014/08/02_01_step04.png;

U kontekstu arhitektonskog projektovanja, odnosno modelovanja, različiti uticaji sredine, izraženi parametrima postaju *okidač* diferencijacije elemenata odnosno krajnje forme modela. Iz ovih razloga ovako formiran model je u isto vreme parametarski i asocijativan.

simulacije energetske karakteristike, dnevne svetlosti i osvetljenja. *Plug-in* je razvio Mostapha Sadeghipour za Grasshopper; Peters, B: *Design Workflows for the Simulation of Sustainable Architecture, Computing the Environment: Digital Design Tools for Simulation and Visualisation*, Architecture (AD Smart) 1st Edition, April 2018.

¹⁴¹ Kolarević, B: *Architecture in the digital age: design and manufacturing*, Taylor and Francis, 2003. pp. 17.



Slika 24. Na slici su prikazani osnovni elementi Grasshopper modela sa definisanim vezama i varijablama.

Uopšteno gledano, parametarsko asocijativni model predstavlja skup algoritama. Proces se zove algoritamski jer svaki element u modelu ima prethodno pripremljen podatak kao ulaz i izlaz koji se koristi kao podatak za sledeći korak algoritma¹⁴². Jedna od najvećih prednosti *Grasshopper* je što preveo složene sintakse algoritma u grafički jezik.¹⁴³ Matematičke funkcije i složene sintakse koje se koriste u kreiranju algoritma, pretočene u set alata veoma podsećaju na korisničko okruženje koje se koristi u tradicionalnim *CAD* softverima. Zbog ove prednosti *Grasshopper* je pored prevedenih složenih sintaksi koda, preneo i logiku kreiranja algoritma u proces projektovanja. *Grasshopper* kao alternativni alat u procesu projektovanja se koristiti na više nivoa. Za napredno korišćenje je potrebno solidno razumevanje matematike, logike i geometrije¹⁴⁴, što može biti jedan od razloga zašto još uvek ima alternativni, a ne integralni karakter u procesu projektovanja.

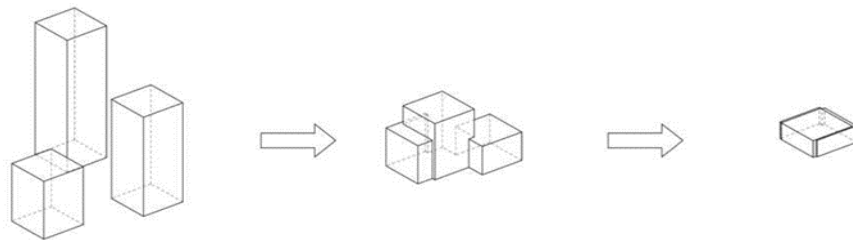
¹⁴² Khabazi, M: *Algorithmic Modelling With Grasshopper*, 2009.

¹⁴³ Schumacher, P: *The Autopoiesis of Architecture*, Volume I: A New Framework for Architecture. John Wiley & Sons Ltd, 2011. pp.354.

¹⁴⁴ Trenutno je moguće preuzeti veliki broj priručnika za *Grasshopper* koji pored upoznavanja sa osnovnim alata platforme unapređuju znanje iz matematike, logike i geometrije među kojima su: Tedeschiaad, A: *Algorithms- Aided Design Parametric Strategies using Grasshopper*, Le Penseur, 2014; Khabazi, Z: *Generative Algorithms with Grasshopper version 2.0*; ModLab, *Foundations manual, Essential Mathematics 3rd Edition* i sl.

Uprkos tome, *Dejvid Ruten* (*David Rutten*) arhitekta- programer, je dobio prestižnu nagradu ACADIA¹⁴⁵ 2012. godine za inovativno istraživanje zahvaljujući razvoju Grasshopper- a kao alata za vizualno programiranje u Rhinoceros okruženju. Softverski potencijal *Grasshopper* je značajno uvećan brojem alata nezavisnih programera, ali i konstantnim unapređenjima osnovnih paketa alata. Jedan od tih alata je *Galapagos plug-* in, koji je Dejvid Ruten razvio za *Grassopper*. *Galapagos* koristi složene algoritme među kojima je i genetski algoritam. Preveden u vizuelno programiranje predstavlja jedan od moćnih alata optimizacije odnosno algoritama koji rešavaju zadati problem¹⁴⁶. Na ovaj način se prosečni korisnici savremenih alata mogu upoznati sa logikom genetski algoritma i prednostima koje se mogu integrisati u proces projektovanja. *UNStudio*¹⁴⁷, na sajtu je predstavio uporednu primenu *Galapagos* i *Octopus*¹⁴⁸ na primeru optimizacije fasade kroz kalkulaciju višestrukih uticaja. Alati za efikasnost fasade se već utvrđeni i dobro poznati ali oni e rešavaju probleme kao što je raznolikost spoljašnjih uslova (insolacija, padavine i sl.) koje utiču na sam objekat i na korisnike.

Galapagos i *Octopus* su dodaci koji su značajno povećali potencijal *Grasshopper* kao moćnog evolucionog alata. Iako je sintaksa algoritama prevedena u simbole (vizuelno programiranje), ovi alati predstavljaju moćne algoritme pretrage *moгуćih rešenja* stvarajući niz optimizovanih kompromisnih rešenja između ekstrema svakog cilja. Iza vizualnog programerskog okruženje se kriju složeni algoritmi koje nazivamo genetski algoritmi.



Slika 25. Hronološki prikaz tri generacije rešenja ilustrovano *Galapagos-* ovim sposobnostima da kroz iteraciju minimizira volume objekta u odnosu na efikasnost fasade- jednog parametra. (preuzeto sa: <https://www.unstudio.com/en/page/8629/optimisation- vs- adaptation- multi- parameter- optimisation>)

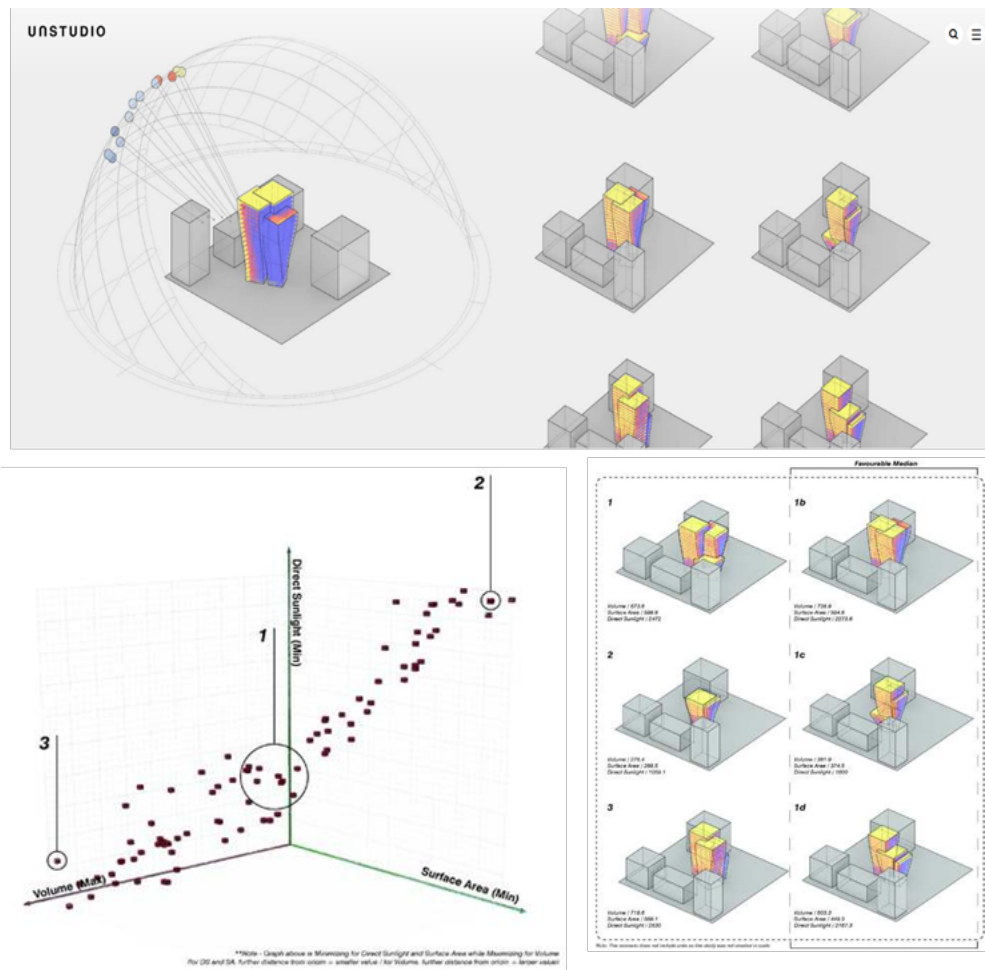
¹⁴⁵ *The Association for Computer Aided Design in Architecture- ACADIA* je internacionalna mreža istraživača i profesionalaca u polju digitalnog dizajna. Asocijacija olakšava kritičko istraživanje uloge računara u arhitekturi, planiranju i izgradnji ohrabrujući inovacije u projektantskoj kreativnosti, održivosti i edukaciji.

¹⁴⁶ Rutten, D: *Galapagos: On the Logic and Limitations of Generic Solvers*, Architectural Design Volume 83, Issue 2, March 2013

¹⁴⁷ *UNStudio* važi za progresivni projektni biro. <https://www.unstudio.com/en/page/3997/about>.

¹⁴⁸ *Oktopus plug-* in za *Grasshopper* primenjuje evolucionne principe u parametarskom projektovanju dozvoljavajući istovremenu pretragu više ciljeva.

Dostupno na: <https://www.food4rhino.com/app/octopus>.



Slika 26. Grafički prikaz tri izabrana rešenja generisanih Octopus dodatkom za Grasshopper prikazanih na dijagramu levo, dole. Generisana rešenja su optimizovana u odnosu na dva parametra- efikasnost fasade i osunčanosti. (preuzeto sa: <https://www.unstudio.com/en/page/8629/optimisation- vs- adaptation- multi- parameter- optimisation>)

2.6 Evolucionni matematički modeli: Genetski algoritam i ćelijski automati

Od nastanka prvih računara mnogi naučnici su istraživali evolucione sisteme sa idejom da se evolucija može iskoristi kao alat za optimizaciju inženjerskih problema.¹⁴⁹ Alati mogu biti različiti u zavisnosti od samog modela, od onih najjednostavnih koji optimizuju već zadovoljavajuća rešenja sa malim stepenom varijacije kvaliteta do adaptiranih- prilagođenih alata koji se koriste u slučajevima gde ne postoji razvijeno rešenje ili moguće poboljšanje.¹⁵⁰ U zavisnosti od problema koji može da se reši arhitektonskim sredstvima, u savremenoj arhitektonskoj praksi se koriste različiti alati pomoću kojih je moguće generisati veliki broj rešenja koja često ne odgovaraju specifičnim projektantskim zahtevima. Kako bi računar odabrao adekvatno rešenje/rešenja, slično analognom procesu, potrebno je na neki način uporediti generisana rešenja. Način na koji računar vrši selekciju *svih mogućih rešenja* možemo nazvati *problemom prostora pretrage*.

2.6.1 Problem prostora pretrage

Ako bi uporedili proces projektovanja sa postupakom pretrage *svih mogućih rešenja*, mogli bi zaključiti, da odgovarajuće rešenje zavisi od veština samog projektanta. Slično ovom procesu, računar, svaki put kada *automatski projektuje*, takođe vrši pretragu. Obzirom na činjenicu da korisnik računara (u ovom slučaju arhitekta), uvek definiše način na koji računar vrši pretragu mogli bi *skup poželjnih rešenja* nazvati *preferencijom* korisnika- arhitekta, a *skup svih mogućih rešenja*, nazvati *prostorom pretrage*.

Formalno, prostor pretrage, u slučaju *automatskog projektovanja*, je skup koji sadrži *sva moguća rešenja*, koji najčešće obeležavamo sa **x**. Postupak pretrage se vrši poređenjem, *relacijom preferencije*- između dva elementa iz skupa **x**, koju

¹⁴⁹ Mitchell, M: *An Introduction to Genetic Algorithms*, A Bradford Book The MIT Press, 1999. pp.3

¹⁵⁰ Frazer, J: *An Evolutionary Architecture*, John Frazer and the Architectural Association, 1995.

Dostupno na: <http://www.interactivearchitecture.org/an-evolutionary-architecture-john-frazer.html>

označavamo sa \succeq . Jednostavnije rečeno, simbol \succeq , možemo čitati kao *je prihvatljivije od*, tako da za par elemenata \mathbf{x}_1 i \mathbf{x}_2 iz skupa \mathbf{x} , $\mathbf{x}_1 \succeq \mathbf{x}_2$ tumačimo kao je \mathbf{x}_1 je bolje, prihvatljivije, tj. adekvatnije rešenje problema u odnosu na \mathbf{x}_2 . Ovako definisana relacija mora imati osobine parcijalnog uređenje, što znači da ne moraju svaka dva elementa- *moćuća rešenja* biti uporediva, ali relacija mora biti *konzistentna* (matematičkim jezikom *tranzitivna*) što bi značilo da ako je:

$$\mathbf{x}_1 \succeq \mathbf{x}_2, \text{ a } \mathbf{x}_2 \succeq \mathbf{x}_3, \text{ onda mora biti } \mathbf{x}_1 \succeq \mathbf{x}_3$$

U ovako definisanoj strukturi, pretragu možemo razumeti kao potragu za:

1. elementom koji je prihvatljiviji od svih drugih elemenata i
2. elementom od koga ne postoji prihvatljiviji element.

Na ovaj način definisan problem pretrage je prostran i apstraktan, i kao specijalne slućajeve ima sve probleme optimizacije. Međutim, zbog tog svojstva veoma je teško definisati efikasan algoritam koji bi makar približno rešio sam problem pretrage. Što je razlog zbog kojeg se često u praksi *ralacija preferencije* rešava posredno, preko kriterijuma optimalnosti- funkciji prilagodljivosti (*fitness function*), kako se često naziva kod evolucionih algoritama. Kriterijum optimalnosti f svakom elementu iz skupa \mathbf{x} dodeljuje broj, odnosno skor- vrednost, tako da je:

$$\mathbf{x}_1 \succeq \mathbf{x}_2 \Rightarrow f(\mathbf{x}_1) \geq f(\mathbf{x}_2)$$

Iz izraza je oćigledno da se problem pretrage svodi na problem maksimizacije funkcije.

U odnosu na *prostor pretrage svih mogućih rešenja*, u arhitektonskom projektovanju najznaćajniji je *genetski algoritmi (GA)*.

2.6.2 Genetski algoritam

Na osnovu Darwinove teorije o evoluciji, danas je poznato da geni predstavljaju priručnik- set instrukcija za stvaranje živih organizama¹⁵¹. Ideja da se iz jednog priručnika, istim instrukcijama, može dobiti diverzitet je zainteresovala mnoge naučnike iz različitih oblasti, pa i u arhitekturi. Računarska simulacija evolucionih procesa je potvrđena tehnika u proučavanju biologije (*Biological Dinamics*). Program koji je simulira evolucionu proces poznat je po imenu *Genetski algoritam (GA)*.¹⁵² Originalno ga je razvio Džon Holand¹⁵³ 1960.godine i predstavlja simulaciju prirodne selekcije i procesa evolucije. Nakon što su istraživači iz raznih oblasti prihvatili *GA* kao alat, granica, između evolucionih računarskih metoda i *GA*, evolucionih strategija, evolucionog programiranja i drugih evolucionih pristupa, se izgubila.

Danas istraživači često koriste izraz *genetski algoritam* da bi opisali nešto veoma daleko od originalne Holandove verzije genetičkog algoritma.¹⁵⁴ To je slučaj i sa arhitekturom. Kao alat, *GA* se koristi u različitim varijacijama, ali konceptualno, *GA* koristi mehanizam evolucionog razvoja sistema putem prirodne selekciju tako da se kroz vreme (generacije) sistem prilagođava okruženju. Proces se može smatrati procesom pretrage (pretrage za bolji sistem) u prostoru u kojem postoje „svi“ sistemi. U praksi, sistemi predstavljaju tačku u prostoru stanja, dok okruženje pruža meru pogodnosti (*fitness*) koja služi za selekciju boljih sistema. Kao takvi, *GA* su pogodni za istraživanje i učenje o velikim i složenim projektantskim prostorima, a kao *CAD* metod otvara novo područje za razvoj formalnog dizajna.¹⁵⁵ U terminima koji opisuju evolucionu sisteme u prirodi se može pronaći određena analogija sa arhitektonskim modelima:

fenotip- termin koji opisuje pojavu živog organizam u biološkom svetu– arhitektonski model u svetu projektovanja;

¹⁵¹ Dokins, R: *Sebični gen*, Helix, 2010.

¹⁵² Delanda, M: Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture, lecture, 2009 Dostupno na: https://www.youtube.com/watch?v=50-d_J0hKz0

¹⁵³ Holland, J: *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Cambridge, MA: MIT Press, 1992.

¹⁵⁴ Mitchell M: *An Introduction to Genetic Algorithms*, A Bradford Book The MIT Press, 1999. Str.3.

¹⁵⁵ Gero, J: *Advances in Formal Design Methods for CAD*, Proceedings of the IFIP WG5.2 Workshop on Formal Design Methods for Computer- Aided Design, June 1995

genotip- termin koji opisuje način na koji je su reprezentovane ili kodirane informacije koje se koriste za produkciju fenotipa; i

funkcija prilagođavanja (fitness function)- termin koji determiniše šta će *preživeti* od reprodukcije *genotipa*.¹⁵⁶

Drugačije rečeno: ako napravimo analogiju *GA* sa trivijalnim projektantskim zadatkom u kojem potrebno postaviti gabarit kuće na zadatu parcelu, potrebno je tradicionalni proces projektovanja prilagodite *GA*. Takođe je potrebno prilagoditi prostor pretrage mogućih rešenja. Naime, prostor pretrage, potencijalno može da sadrži beskonačni broj rešenja.

Na samom početku je potrebno definisati populaciju. Populacija u ovom slučaju će biti populacija kuća sa različitim dimenzijama. U ovoj fazi se definiše *genotip* kuće. *Genotip* kuće predstavlja niz informacija opisanih na različite načine. U ovom slučaju mogu biti definisane izrazom *pravougaonik- dužina- širina*. Dužina i širina se mogu definisati opsegom, što u ovom slučaju može biti opseg između 6m i 15m. Ovaj opseg će ujedno definisati i populaciju gabarita, svih mogućih kombinacije širine i dužine u zadatom opsegu (ako se razmatraju samo brojevi sa jednom decimalom, ovako definisana populaciju čini 810 kuća). Paradoks ove faze je što veličina populacije srazmerna varijaciji rešenja, ali i vremenu koje je potrebno u pronalaženju *idealnog* rešenja. Nakon što je populacija kreirana, definiše se *fitness* funkcija. *Fitness* funkcija može da se opiše na razne načine. Najčešći način je valorizacija mogućih rešenja. U ovom slučaju bi mogla biti valorizacija proporcije gabarita (npr. odnos stranice (1:1=5, 1:1.2=4, 1:1.4=3, 1:1.6=2, 1:1.8=1). Ako se valorizacija aproksimacijom, izrazi u procentima time bi se povećala verovatnoća odnosno favorizovala određena rešenja u cilju dobijanja optimalnog rešenja (1:1 =33%, 1:1.2 = 26%... 1:1.8 = 0.06%). Reprodukcijska kuća odnosno ukrštanje jedne generacije u cilju dobijanja sledeće se vrši različitim tehnikama. Jedna od njih tehnika ukrštanja (*crossover*), a druga je tehnika *mutacije*. Za dobijanje optimalnog (*idealnog*) rešenja se često kombinuju tehnike. Tehnikom ukrštanja će sledeća generacija preuzeti deo informacija od prethodne (npr. ukrštanjem dve kuće koje su određene *genotipom*):

I kuća: pravougaonik- 2.4m- 8.1m

II kuća: parvougaonik- 3.6m- 7.8m

¹⁵⁶ Maher, M.L; Poon, J; Boulanger, S: *Formalising design exploration as co- evolution: a combined gene approach*, Proceedings of the IFIP WG5.2 Workshop on Formal Design Methods for Computer- Aided Design, June 1995: Grupa autora predstavlja primenu *GA* u procesu projektovanja napregnutih ramova zgrade analogijom genetičkih mehanizama u biološkim sistemima sa arhitektonskim elementima.

Kuća dobijena ukrštanjem:

II kuća: pravougaonik- 3.6m- 8.1m

Uvođenje tehnike mutacije, u sledećoj generaciji, informacije dobijene ukrštanjem, delom mutiraju u unapred definisanoj meri. Kombinacijom tehnika I- II kuća bi mogla da ima *genotip*:

II kuća: pravougaonik- 3.6m- 8.0001 m

Uvođenjem mutacije dužina stranice 8.1m se uvećala za 0.001m. Tehnika mutacije je dodatni faktor varijacije koja je već definisana populacijom. Većina *GA* koristi ove tehnike kao osnovne elemente strukture algoritma.¹⁵⁷ U slučaju arhitektonskog projektovanja može predstavljati faktor iznenađenja.¹⁵⁸ Da Landa smatra da je, u polju umetnosti i arhitekture, *GA* koristan samo ako je prostor pretrage dovoljno bogat da se ne mogu sagledati moguća rešenja i ako je rezultat šokantan ili bar iznenađujući.¹⁵⁹ U arhitektonskoj praksi na ovaj ili sličan način adaptirani ili u kombinaciji sa drugim *CAD* alatima¹⁶⁰, *GA* algoritmi se primenjuju na različita istraživanja. Uspešnost primene *GA* u procesu projektovanja zavisi od postavke projektantskog problema. Za razliku od drugih nauka čiji su ciljevi egzaktni- dobro definisani, mnogi problemi sa kojima se savremeni arhitekta suočava su nejasni, odnosno loše- definisani. Iako je *GA* je utvrđen alat u mnogim naukama, u arhitektonskom projektovanju, upravo zbog nemogućnosti da se složeni probleme savremenog društva jasno definišu, generisana rešenja nisu u potpunosti adekvatna

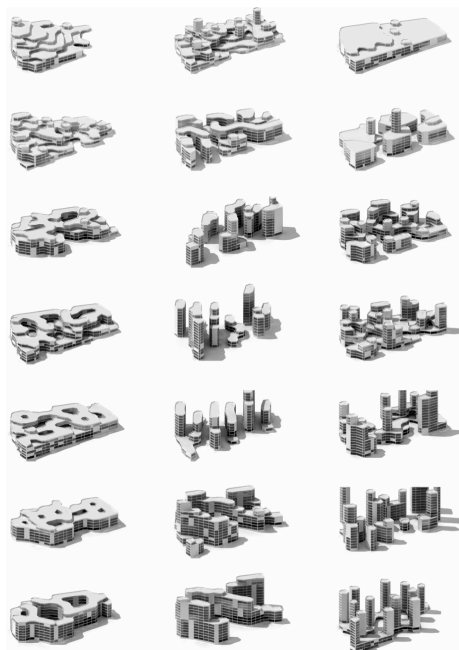
¹⁵⁷ Mitchell, M: *Genetic Algorithms: An Overview*, Complexity, 1 1995. pp. 31- 39.

¹⁵⁸ Prikazani primer u tekstu je reiterpretacija instrukcija *GA* pisane u *Processing* jeziku. Originalne instrukcije su dostupne na on- line izdanju knjige Daniel Šifmana (*Daniel Shiffman*) *The Nature of Code*, <https://natureofcode.com/book/> Knjiga je priručnik za programiranje i kroz primere su, kroz algoritam, opisani različiti fenomeni: od sila, oscilacija, frktala do genetičkih algoritama, neuronskih mreža itd.

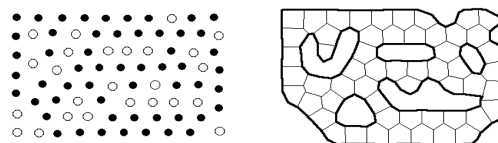
¹⁵⁹ DeLanda, M: *Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture*, 2002. Dostupno na: <http://2628climator.hyperbody.nl/images/2/28/Delanda-Deleuze%26GAs.pdf>

¹⁶⁰ Fernando, R.A: *Space learning and preliminary design using artificial life*, Proceedings of the 19th International Conference on Computer- Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2014, str. 657–666. U istraživanju je prikazana primena *GA* u ranoj fazi prostornog planiranja. Numeričke informacije dobijene *GA* se koriste kao reprezentacija u *GP*- sistemu (*Grid planning system*). Kombinacijom ova dva sistema je interakcija zamenila mesto sa *problem- solving* pristupom.

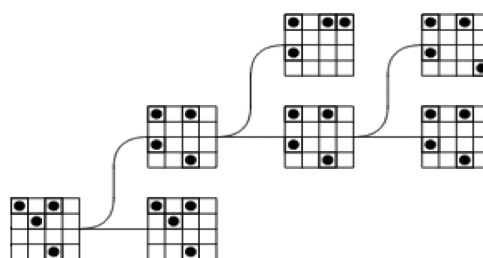
projektantskim zahtevima.¹⁶¹ Sličnu tvrdnju je i Kristofer Aleksander imao na početku računarske paradigme.¹⁶²



Slika 28. Evolucija GA kroz generacije (preuzeto: B. Dillenburger, M. Braach, L. Hovestadta: *General approach for automated building generation under permanent cost and quality control, Joining Languages, Cultures and Visions: CAADFutures 2009*)



Slika 29. Genotip i fenotip u horizontalnom presku (preuzeto: B. Dillenburger, M. Braach, L. Hovestadta: *General approach for automated building generation under permanent cost and quality control, Joining Languages, Cultures and Visions: CAADFutures 2009*)



Slika 27. Mutacija Fenotipa. (preuzeto: B. Dillenburger, M. Braach, L. Hovestadta: *General approach for automated building generation under permanent cost and quality control, Joining Languages, Cultures and Visions: CAADFutures 2009*)

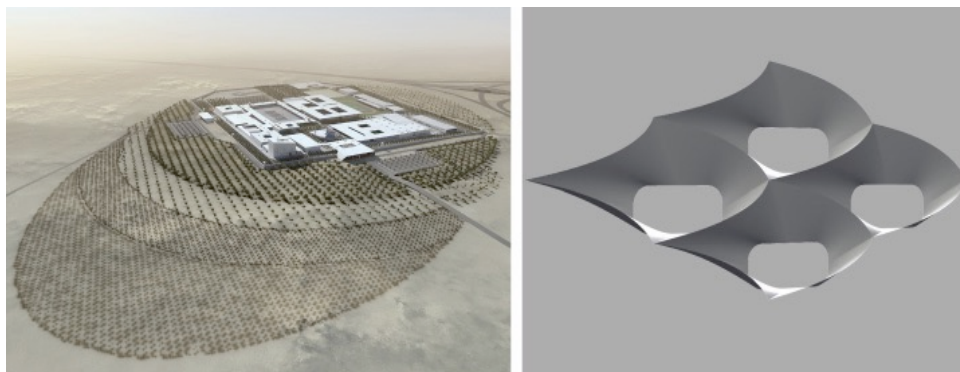
Primeri govore da potencijala ipak ima u GA koji leži u raznim oblicima optimizacije ali i u *form-finding* tehnika u ranim fazama projektovanja. Na slici 24, 27, 28 je prikazana primena GA za automatsko uređivanje unapred definisanih prostornih programa na postojećoj parceli. Prikazana evolucionarna strategija se primenjuje na optimalna projektantska rešenja u skladu sa okolinom i u skladu sa različitim *fitness* funkcijama. Dobijeni objekat manifestuje kompromis između kvaliteta i troškova. Takođe, u ranim fazama projektovanja GA se uspešno primenjuje na prostornu optimizaciju dispozicije stambenih prostora,¹⁶³ kao i na povećanju performansi- ekoloških svojstava zgrade.¹⁶⁴

¹⁶¹ Liddament, T: *The Computationalist Paradigm in Design Research*. Design Studies, Vol 20, No 1, 1999 pp.44.

¹⁶² **Ibid**

¹⁶³ Gero, J; Kazakov, V: *Learning and re- using information in space layout planning problems using genetic engineering*, Artificial Intelligence in Engineering Volume 11, Issue 3, 1997, pp 329-334.

¹⁶⁴ Andia A; Spiegelhalter T: *Post- Parametric automation in design and construction*, British Library Cataloguing in Publication Data, 2015.



Slika 30. Levo: prostorni prikaz. Desno: Primena GA na geometriju prozora. Otvori prozora minimalizuju direktnu insolaciju dok maksimalizuje količinu indirektnog svetla. Projekat za vojnu akademiju u Kuvajtu. (Ali Al- Sabah Military Academy in Kuwait) (iz: Thomas Spiegelhalter: *Post- Parametric automation in design and construction, British Library Cataloguing in Publication Data, 2015.*

Zbog sposobnosti adaptacije koja se odvija iz generaciju u generaciju čini ovaj alat inteligentnim i često se povezuje za *AI (artificial intelligence)*. Moglo bi se zaključiti na osnovu analogije *GA* sa biološkim naukama o evolucionim procesima, da je kombinacija tehnike ukrštanja (naslednost) i tehnika mutacije suštinska za prirodni diverzitet, analogno tome i diverzitet virtuelnih arhitektonskih modela. Dok samu adaptaciju, kroz generacije, kontroliše kontekst u najširem smislu (*fitness* funkcija) koju matematičkim formalizmom postavlja korisnik *GA*, pa se samim tim rešenje problema u većem delu prepisuje projektantu, odnosno sama adaptacija mogućih rešenja odgovara formulisanom problemu. Shodno tome, diverzitet mogućih rešenja zavisi od same formulacije- apstrakcije arhitektonskih problema koji za sada imaju nejasno definisan karakter što je upravo i najveći izazov *GA* koji deli i sa ostalim matematičkim formalizmima odnosno alatima, ali u kontekstu komunikacije između arhitekta i računara, koristeći *GA*, smo korak bliži partnerskom odnosu u dijalogu dva inteligentna sistema, čoveka i mašine.¹⁶⁵

¹⁶⁵ Ibid

2.6.3 Čelijski automati

Čelijski automat (Cellular automata, *CA*) je diskretan matematički model koji se sastoji od konačne mreže ćelija, od kojih svaka ima konačni broj *stanja* koja su promenljiva u diskretnom vremenskom koraku. Promena stanja zavisi od stanja ćelija koje se nalaze u *okruženju* prema definisanom pravilu. U svakom koraku svaka ćelija *računa* novo stanje lokalno i uniformno. Lokalno u smislu da ćelije prepoznaje samo susedne ćelije (stanja), a uniformno znači da su definisana pravila jednaka u celom *čelijskom prostoru*.¹⁶⁶

*„...CA se može zamisliti kao stilizovani univerzum. Prostor je definisan uniformnim rasterom, sa ćelijama koje sadrži nekoliko bita podataka; vremenski napredak je u diskretnim koracima; zakon univerzuma je izražen jednim receptom- malim pogledom na tablu- kroz koju, u svakom koraku, ćelija računa novo stanje u odnosu na ćelije u bliskom okruženju.“*¹⁶⁷

Zbog svojih karakteristika da sa jednostavnim elementima i jednostavnim interakcijama- relacijama između elemenata generiše- opisuje kompleksne sisteme, *CA* se koristi kao alat, sa jedne strane u ranim fazama projektovanja, kao inspiracija (konceptualni dizajn), sa druge strane kao alat koji adaptiran- prilagođen specifičnim arhitektonskim zahtevima može da opiše kompleksne sisteme poput onih koji opisuju dinamička i nelinearna svojstva urbanog rasta.¹⁶⁸ *CA* je specijalna klasa poliautomata,¹⁶⁹ koja manifestuje koliko složeno ponašanje sistema može proizaći iz jednostavnih pravila.

Razvoj čelijskih automata se prepisuje Stanislavu Ulamu (Stanislav Ulam) i Džon Fon Nojman (Johan von Neumann) koji su 40- tih godina XX veka bili istraživači

¹⁶⁶ Packard, N.H; Wolfram, S: *Two- Dimensional Cellular Automata*, Journal of Statistical Physics, March 1985, Volume 38, Issue 5–6, pp 901–946.

¹⁶⁷ Toffoli, T; Margolus, N: *Cellular Automata Machine*, MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. 1985. „As noted in the Introduction, a cellular automaton can be thought of as a stylized universe. Space is represented by a uniform grid, with each site or cell containing a few bits of data; time advances in discrete steps; and the laws of the universe are expressed by a single recipe- say, a small look- up table- - through which at each step each cell computes its new state from that of its close neighbors.“

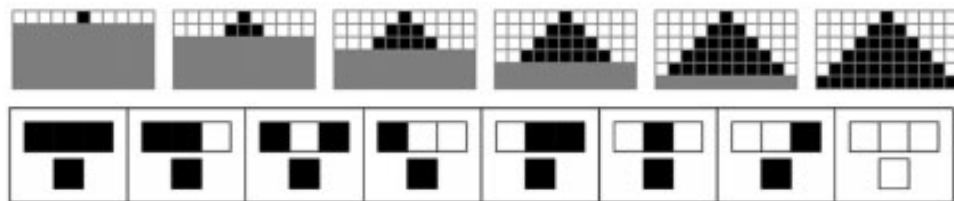
¹⁶⁸ Batty, M: *Cities and Complexity- Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, MIT Press (24. August 2007).

¹⁶⁹ Grana računarske teorije koja se odnosi na mnoštvo povezanih automata koji deluju paralelno formirajući veliki automat. Frazer, J: *An Evolution An Evolutionary Architecture*, Architectural Association, 1995. Str. 51.

u Los Alamos nacionalnoj laboratoriji u Novom Meksiku. Ulam je istraživao rast kristala dok je Nojman istraživao svet samo- replicirajućih robota. Pomoću jednostavnih pravila *CA*, obrasci (roboti) su mogli da se repliciraju na zadatoj mreži što se u suštini može smatrati simulacijom biološke reprodukcije.¹⁷⁰ *CA* se može predstaviti na više načina, prostorno se može podeliti na 1D (jedno- dimenzione), 2D i 3D.

2.6.4 1D CA: elementarni model

Nova svojstva *CA* je početkom XX veka otkrio Stefan Wolfram delom *New Kind of Science*.¹⁷¹ U delu su opisani modeli *CA* u kojim autor vidi mogućnost da se opišu fenomeni u različitim naučnim oblastima.¹⁷² Osnovni model 1D *CA* ima 256 pravila i dva stanja ćelija (crno- 1 i belo- 0).

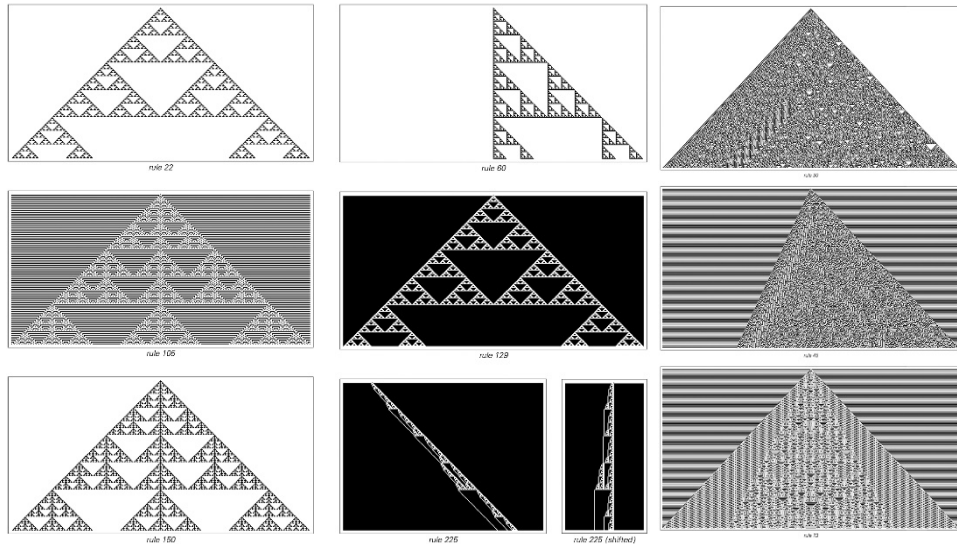


Slika 31 U donjem delu slike su prikazana osam mogućih stanja centralne i susedne dve ćelije. U donjem delu slike je prikazano definisano pravilo kojih može da bude 256 ($8\text{bita} - 8^2 = 256$) u ovom slučaju je definisano sa $(1,1,1,1,1,1,1,0)$. U gornjem delu slike je prikazano šest generisanih generacija u odnosu na set pravila. (preuzeto iz: Wolfram S.: *How Do Simple Programs Behave?*, Volume76, Issue4, Special Issue: *Programming Cultures*, 2006, 34- 37.)

¹⁷⁰ Shiffman, D: *The Nature of Code*, <https://natureofcode.com/book/>, 2012, pp 324.

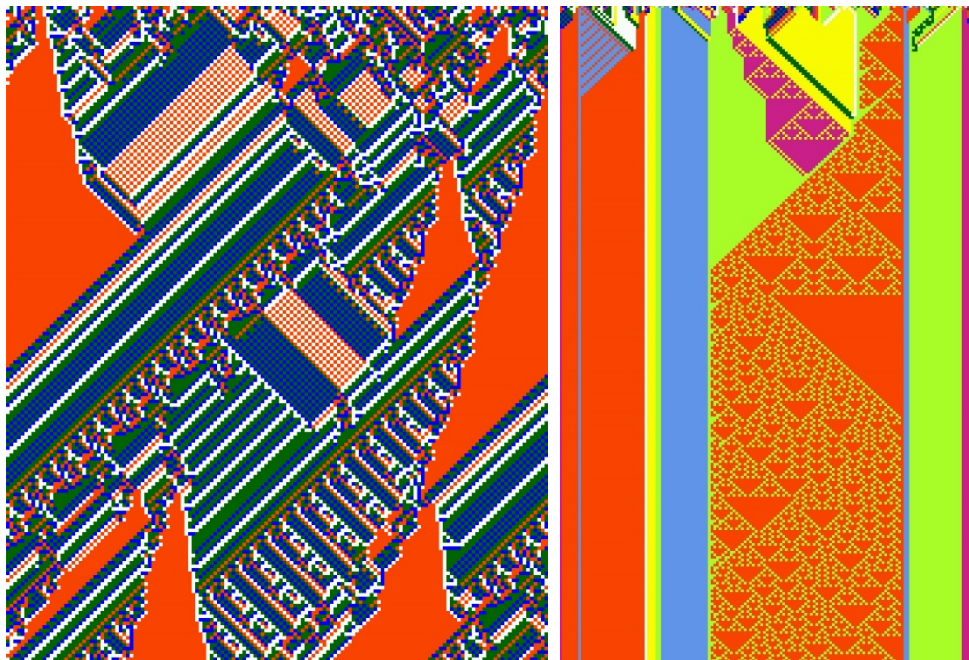
¹⁷¹ Ibid

¹⁷² Kao što su: matematika, fizika, biologija, sociologija, računarska nauka, filozofija, umetnost i tehnologija. Pored utvrđenih oblasti *CA* opisuje veštačku inteligenciju, veštački život, teoriju katastrofe, teoriju haosa, teoriju kompleksnosti, teoriju računarske kompleksnosti, kibernetiku, teoriju dimačkih sistema, teoriju evolucije, eksperimentalnu matematiku, fraktalnu geometriju, generalnu teoriju sistema, nano tehnologiju, ne- linearne sisteme, računarsku nauku, fenomen samo- organizacije i statičku mehaniku. Wolfram S., *A New Kind of Science*, 2002.



Slika 34. Na slici su prikazana pravila koja opisuju fenomen fraktala I fenomen slučajnosti (stohastike) (preuzeto: Wolfram S., *A New Kind of Science*, <http://www.wolframscience.com/nks/>, 2002. pp.58- 59.)

Iako je većina pravila generisala ujednačene obrasce, neka su pokazala određeni nivo složenosti kao što su pravila koja opisuju fraktale.



Slika 33. Space- time pattern of a 4- value 1D CA. 2014 Andrew Wuensche. (iz: A. Wuensche: *Is it Art or Science?*; *Designing Beauty: The Art of Cellular Automata*, Springer International Publishing Switzerland 2016, str. 20.)

Slika 33. 1D space- time pattern of a probabilistic majority rule (iz: A. Wuensche: *Is it Art or Science?*; *Designing Beauty: The Art of Cellular Automata*, Springer International Publishing Switzerland 2016, str. 15.)

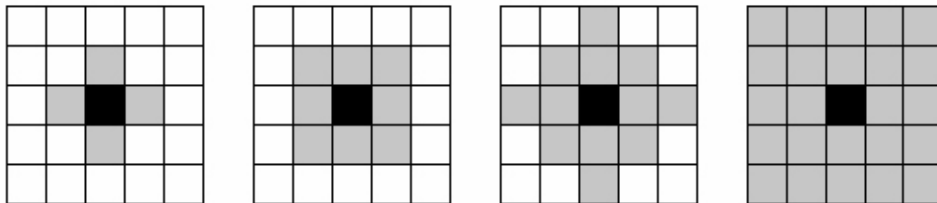
Značajno za sve modele CA je da generisanje modela kreće od jedne različite ćelije, a generisanje modela je interakcija ćelije sa susednim ćelijama definisana jednostavnim pravilima. Sposobnost CA da generiše kompleksnost u odnosu na

relativno mali broj pravila je zainteresovalo istraživače i iz oblasti umetnosti¹⁷³ i arhitekture.

Shodno problemima koji se u arhitektonskoj praksi rešavaju u drugoj i trećoj dimenziji, CA se kao model se koristi dominantno 2D CA i 3D CA.

2.6.5 2D CA

Za razliku od 1D CA, 2D ima osam susednih ćelija. U najjednostavnijem slučaju prostor CA je definisan ortogonalnom mrežom kvadrata. Takođe se u odnosu na 1D CA u kojem su se posmatrale dve susedne ćelije, u 2D CA se posmatra okruženje određeno sa osam susednih ćelije. Prema okruženju su utvrđeni različiti slučajevi, ali se u praksi najčešće koriste dva osnovna slučaja: Fon Nojmanovo okruženje- 4 susedne ćelije koje imaju direktan kontakta sa centralnom i Murovo (*Moor*) okruženje svih osam susednih ćelija.



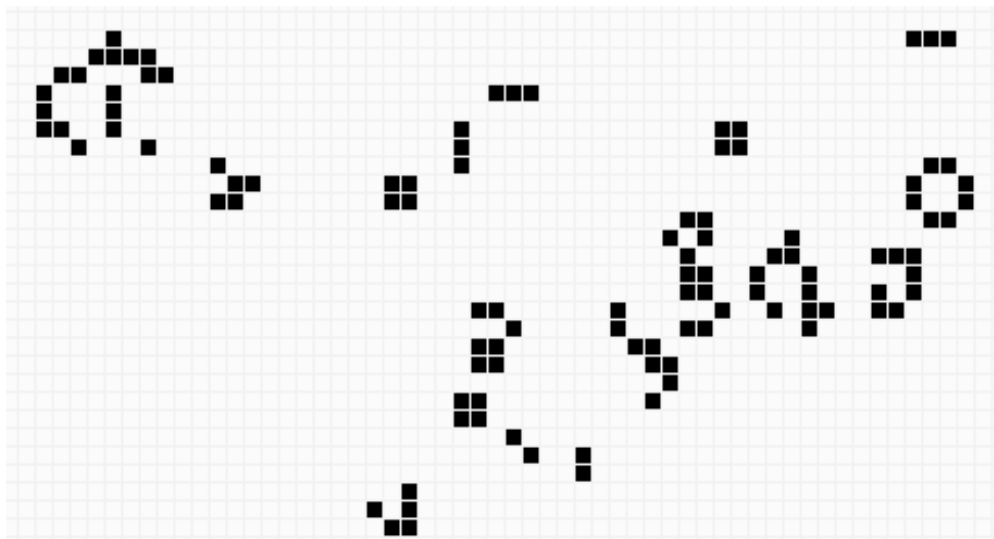
Slika 35. Slika ilustruje dva osnovna okruženja i improvizacije. Sa leve na desnu stranu: von Njumenovo okruženje - 4 susedne ćelije, Murovo okruženje- 8 ćelija, ukršteno okruženje- 12 susednih ćelija i okruženje sa 24 susedne ćelije.

Godine 1970. je matematičar Džon Konvej (*John Conway*) predstavio *Igru života*, u kojoj je prikazao 2D CA dinamički sistem koji je zasnovan na tri pravila koja se odnose na Murovo okruženje. Ćelijski prostor je prikazan ortogonalnom mrežom koja su ispunjene ćelijama kvadratnog oblika. Razlikuju se dva stanja: *stanje 0* i *stanje 1*. Inicijalno stanje ćelija predstavlja *seme* sistema, a interakcija je odvija primenom tri pravila koja se ponavljaju iz generacije u generaciju:

1. Ako centralna ćelija ima *stanje 0* promeniće stanje u *stanje 1* ako u okruženju ima tačno tri ćelije *stanja 1* (rađanje).

¹⁷³ A. Wuensche: *Is it Art or Science?; Designing Beauty: The Art of Cellular Automata*, Springer International Publishing Switzerland 2016, str. 13- 26.

2. Ako centralna ćelija ima *stanje 1* ostaće u *stanju 1* ako u okruženju ima 2 ili 3 ćelije u *stanju 1* (život).
3. Ćelija u *stanju 1* menja stanje u *stanje 0* u dva slučaja:
 - ako centralna ćelija u okruženju ima 4 ili više ćelije u *stanju 1* i
 - ako centralna ćelija u okruženju ima 1 ili nijednu ćeliju u *stanju 1*.

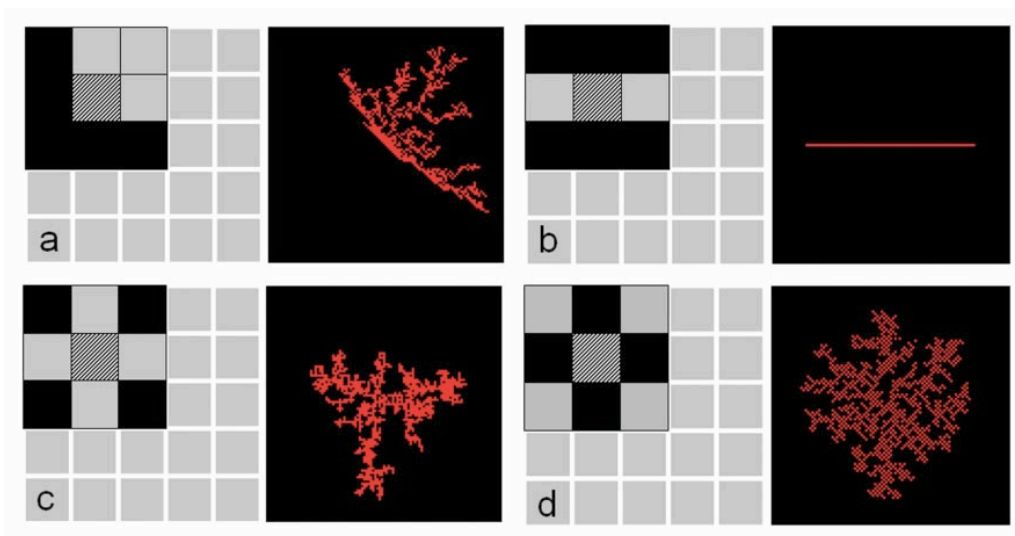


Slika 36. Konvej "Igra života" (preuzeto: <http://pi.math.cornell.edu/~lipa/mec/lesson6.html>)

Neprekidnim iteracijama *žive* ćelije (*stanje 1*) menjaju položaj usled čega menjaju svoja *stanja*. Na ovaj način definisan model, sa adaptiranim pravilima, se često koristi da bi se opisala dinamička i nelinearna svojstva urbanog rasta. Jedan od takvih primera je Majkl Beti (Michael Batty) prezentovao u knjizi *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular, Agent- Based Models, and Fractals*.¹⁷⁴

¹⁷⁴ Batty M. *Cities and Complexity Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*, MIT Press (24. August 2007).

Ideja da male, inteligentno identifikovanim promenama u gradskom tkivu, mogu dovesti do uspešnog i više održivog okruženja je samo nastavak istraživanja koje su Kristofer Aleksander i Džejn Džekobs (Jane Jacobs) počeli 60- tih godina XX veka.¹⁷⁵ Iako je Majkl Beti, *CA* prostor definisao mrežom pravilnih kvadrata, osnovna ideja se zasniva na okruženju u kojima lokalitet ne znači fizičku kontakt, posebno ako se ćelije *CA* ne posmatraju u Euklidijanskom prostornom smislu.¹⁷⁶



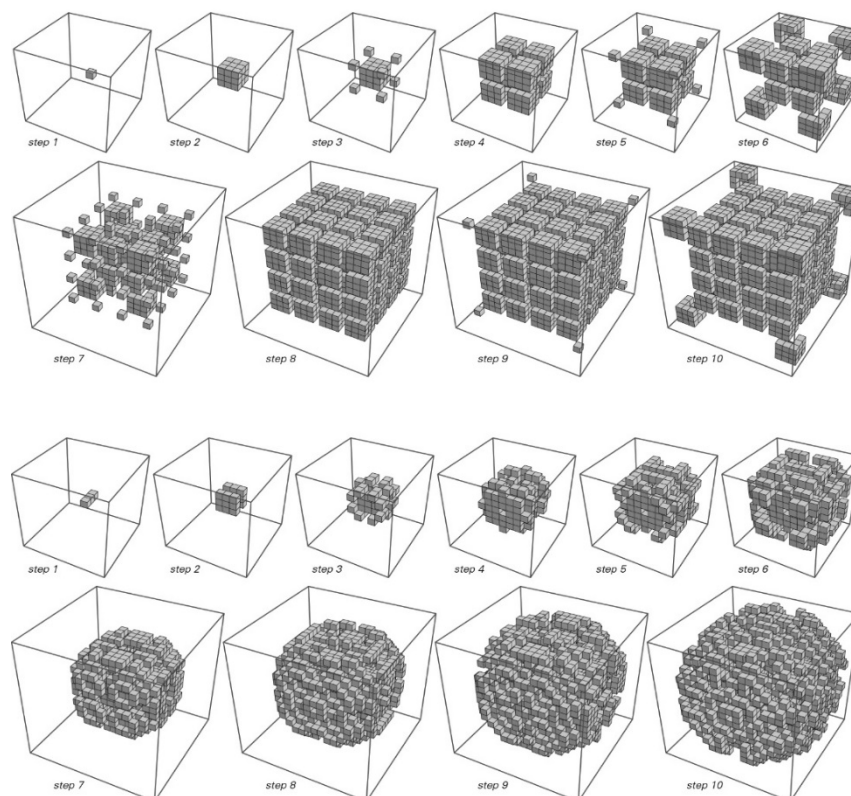
Slika 37 Generisani modeli na osnovu različitih okruženja (preuzeto: Batty, M: *A Digital Breeder for Designing Cities*, AD, Volume79, Issue4, Special Issue: *Digital Cities*, July/August 2009, str. 46- 49)

¹⁷⁵ M. Batty: *A Digital Breeder for Designing Cities*, AD, Volume79, Issue4, Special Issue: *Digital Cities*, July/August 2009, str. 46- 49.

¹⁷⁶ U knjizi su prikazane i ilustrovane simulacija urbane dinamike kroz lokalne interakcije CA modela. Pored dinamičkog rasta su prikazani modeli bazirani na agentima različitim razmerama od uličnih rastera do regiona, na apstraktnim modelima ali i na postojećim primerima objekata, ulica, gradova, na kojima je simulacijama istraženo kretanje ljudi u različitim scenarijima. Batty M. *Cities and Complexity Understanding Cities with Cellular Automata, Agent- Based Models, and Fractals*, MIT Press, 2007.

2.6.6 3D CA

Poput 2D CA, 3D CA čini mreža ćelija koje imaju specifično stanje sa razlikom u okruženju koje čine 27 ćelija sa centralnom ćelijom. U slučaju lokalnog pravila sa osnovna dva stanja ćelija, u Murovom 3D okruženju, moguće definisati 2^{27} (134217728) različitih okruženja, globalno $2^{134217728}$ mogućih obrazaca. Na ovaj način definisan CA prostor pruža izuzetno velik prostor pretrage.

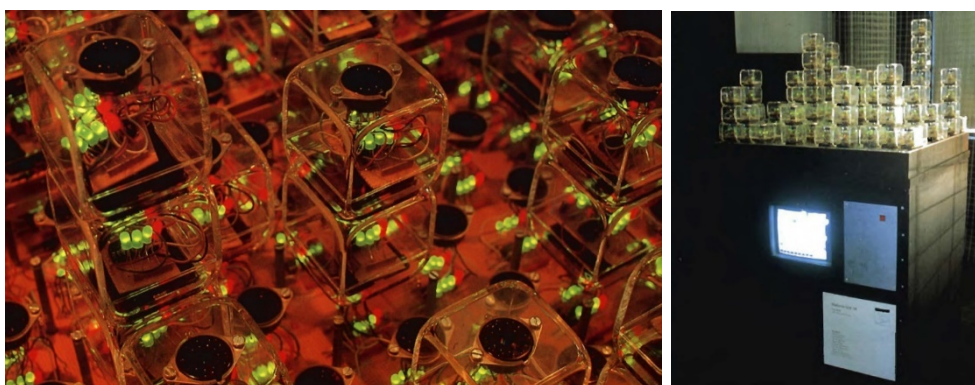


Slika 38. 3D CA model. Pol Kots 1996 (iz: Coates, P.: *The Use of Cellular Automata to Explore Bottom Up Architectonic Rules*, Eurographics Conference, Imperial College of Science and Technology, LondonUK, 1996. Str. 7.).

Prvi primer 3D CA su razvili Schrandt i Ulam 1967. godine, zatim Carter Bays 1987. godine je predstavio 3D CA model vodeći se osnovama Konvejevom „Igram života“ 2D CA. Pol Kots 1996. predstavlja model koji je inspirisao mnoge istraživače iz oblasti arhitekture.¹⁷⁷

¹⁷⁷ Krawczyk, R.J: *Architectural interpretation of cellular automata*, Generative Art Conference 2002, preuzeto: <http://www.generativeart.com/>

3 Primena CA u arhitektonskom projektovanju



Slika 39. Univerzalni konstruktor, radni model samoorganizovanog interaktivnog okruženja: grupni projekat. 1990. (preuzet: Fraizer: *An Evolutionary Architecture*, John Fraizer and the Architectural Association, 1995 (<http://www.interactivearchitecture.org/an-evolutionary-architecture-john-fraizer.html>))

Prva primena CA u arhitekturi je Sedrik Prajs (*Cedric Price*) u saradnji sa Džon Frejzerom 1980. godine je predstavio uređaj nazvan *Generator*, a dekadu kasnije 1990. godine je predstavio *Univerzalni konstruktor*.¹⁷⁸ *Generator*, slično CA, je bio definisan mrežom i blokovima koji su međusobno komunicirali. Ideja projekta je bila da se, na praznom delu šume u Floridi, postavi platforma koja bi služila za konfiguraciju jedinica izmeštanih kranom prema potrebama klijenta, a računarski program je sugerisao nove konfiguracije shodno potrebama. *Univerzalni konstruktor* predstavlja interaktivni sistem zasnovan na CA, u kojem svaka ćelija-kocka sadrži 8-bitni podatak koji može da opiše 256 stanja, prikazanih sa osam dioda. Dioda sa 8 bitova se mogu kodirati u cilju mapiranja stanja bilo kog oblika strukture, ali i za kodiranje stanja okoline kao što je vetar ili slično; čak i da

¹⁷⁸ Dincer, A; Tong, H; Cagdas, G: A computational model for mass customized housing design bu using cellular automata, ITUA|Z, VOL: 11, NO: 2, 351- 368, 2014

proizvode zvuk ili simuliraju pokret. Model je činio raster 12x12 kocki u osnovi i 12 kocki visine što je predstavljalo 12x12x12x256 logičkog prostora.¹⁷⁹

Pol Kouts je 1996. godine u radu *Upotreba ćelijskih automata u istraživanju bottom-up arhitektonskih pravila* istražio mogućnosti generisanja forme pomoću CA modela koristeći 3D ćelijski prostor.

Eksperiment je podeljen u tri serije u kojoj su pojedinačno primenjena pravila i

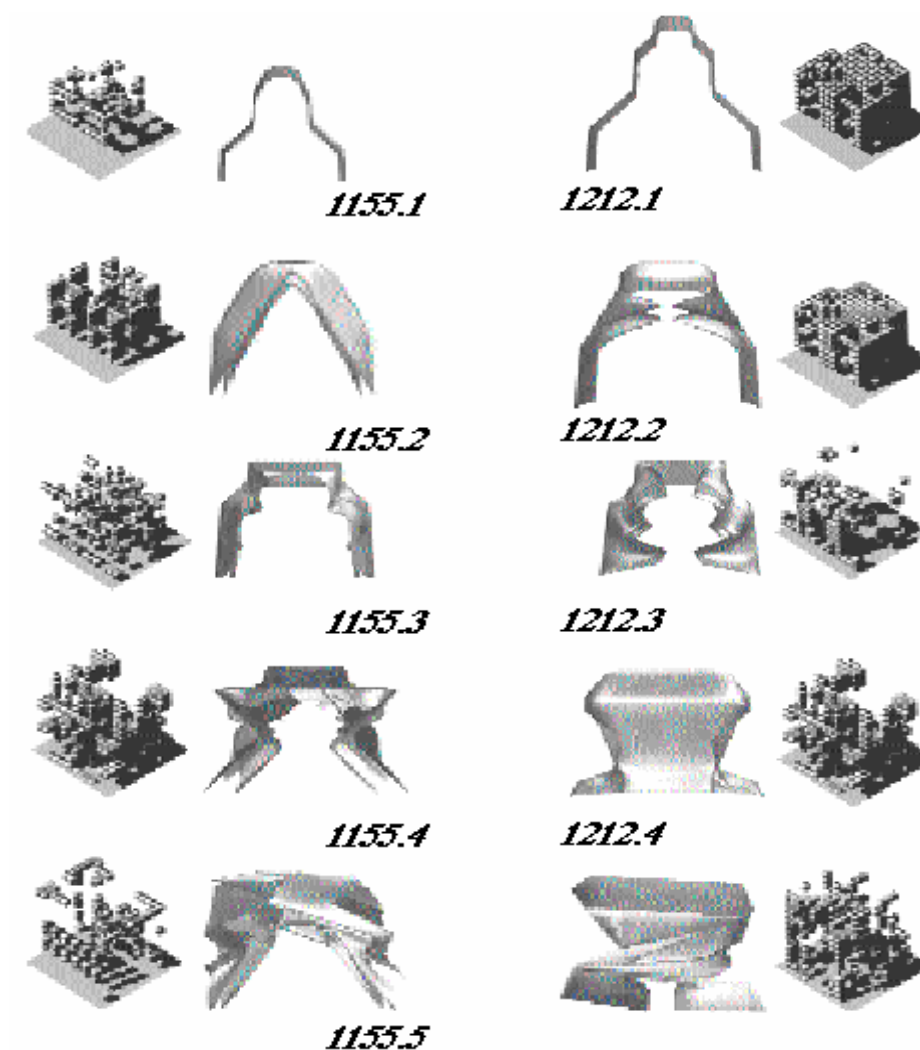


Figure 11: The two visualisation methods, external skins and their associated mass of cells

Slika 40 Dva metoda vizualizacije fasadnog omotača u odnosu na CA model. Pol Kouts, 1996 (iz: Coates, P.: *The Use of Cellular Automata to Explore Bottom Up Architectonic Rules*, Eurographics Conference, Imperial College of Science and Technology, London UK, 1996. pp. 12.)

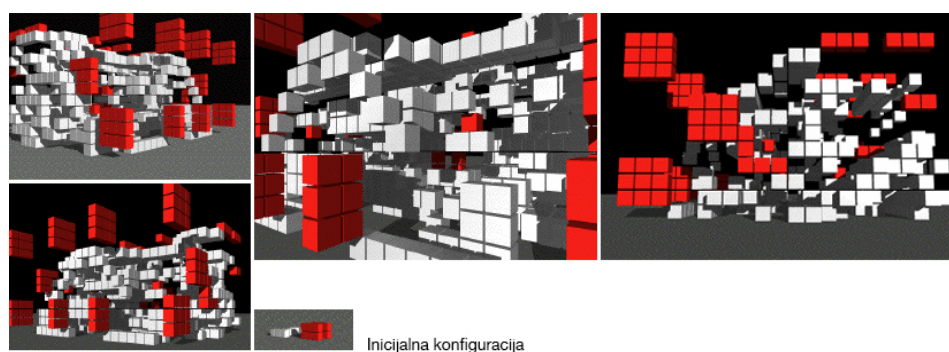
okruženja zasnovana na Konvejevom modelu *Igra života*. Ako bi Konvejev model smatrali *osnovnim*, jer podrazumeva izuzetno mali broj pravila i osnovna dva stanja

¹⁷⁹ Frazer, J: *An Evolutionary Architecture*, John Frazer and the Architectural Association, 1995.

Dostupno na: <http://www.interactivearchitecture.org/an-evolutionary-architecture-john-frazer.html>

(0 i 1) onda bi za meru adaptacije Polovog modela mogli reći da predstavlja minimalnu adaptaciju. Za razliku od Konveja, Pol koristi 3D ćelijski prostor i u poslednjoj seriji eksperimenata tri stanja (0,1,2).

Klasični i minimalno adaptirani modeli *CA* se oslanjaju na diskretne vremenske korake u prostoru kombinacijom jednostavnih tranzicionih pravila sa ograničenim brojem stanja. Na dobijenim apstraktnim modelima su prikazana i moguća formalna rešenja. Ovako definisan klasični model *CA* koristi nizak nivo apstrakcije koji često ne zadovoljava modelovanje različitih fenomena.



Slika 41. Prikaz 3D CA proctor dva različita praavila i dva različita inicialnog stanja kroz deset generacija. (iz: Wolfram S., A New Kind of Science, <http://www.wolframscience.com/nks/>. 2002. str.199.)

Brojne modifikacije i adaptacije klasičnog modela se uspešno primenjuju u urbanističkom planiranju i geografskim naukama u kojima su tipično fokusirane na dinamička i nelinearna svojstva procesa rasta odnosno razvoja.¹⁸⁰ Da bi se uspešno implementirao *CA* u proces projektovanja potrebna je adaptacija koju su Kristina Her (*Christiane M. Herr*) i Rajan Ford (*Ryan C. Ford*) u radu *Ćelijski automati u arhitektonskom projektovanju: Od generičkih sistema do specifičnih projektantskih alata* modelovanje *CA* modela podelili u šest faza za koje autori smatraju da se često primenjuju u studijama primene *CA* u procesu projektovanja.¹⁸¹ Mnoge studije su ispitale potencijal *CA* u arhitektonskom projektovanju u kojima je fokus bio modifikacija osnovnog *CA* modela. Centralna tema ovog istraživanja je takođe primena *CA* u arhitektonskom projektovanju. U ovom istraživanju je proces adaptacije *CA* podeljen u sledeće faze:

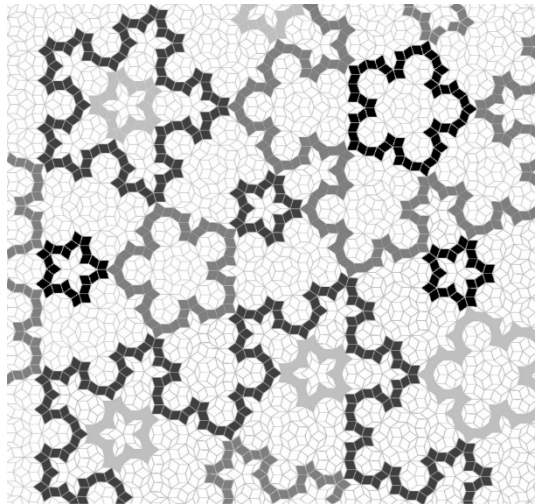
¹⁸⁰ Herr, C; Ford, R: Cellular automata in architectural design: From generic systems to specific design tools, *Automation in Construction* 16, 2007, pp. 61–69.

¹⁸¹ Autori su detaljno opisali faze adaptacije kroz različite primere istraživanja u pojedinačnim fazama: Herr, C; Ford, R: *Cellular automata in architectural design: From generic systems to specific design tools*, *Automation in Construction* 72, 2016, pp. 39–45.

Faza 1: Adaptacija CA prostora i oblika ćelije shodno projektantskom problemu.

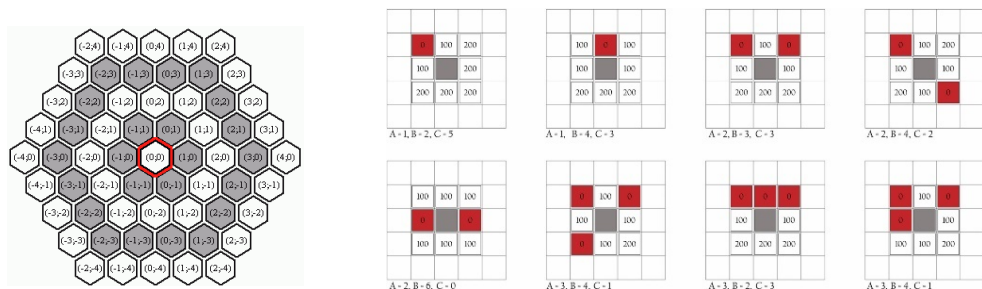
U ovoj fazi se prilagođava CA prostor i interpretacija ćelije shodno arhitektonskom problemu. Prostor u klasičnom CA čini pravilna mreža ćelija pravougaonog oblika. U adaptiranom ćelija može imati oblik trougla, kvadrata, heksagona, različitih oblika koji čine kompaktnu mrežu, dok sama mreža može biti pravilnog oblika, i oblika prilagođenom predmetnom prostoru.

Takođe, ćelijski prostor može biti predstavljen tačkama koje mogu imati različite informacije koje se kasnije generišu u određeni oblik. Osnovna logika ove faze je odrediti osnovni element i okruženje. Reprzentacija elementa može biti prilagođena razmeri ili se može razmera može definisati u fazi interpretacije.

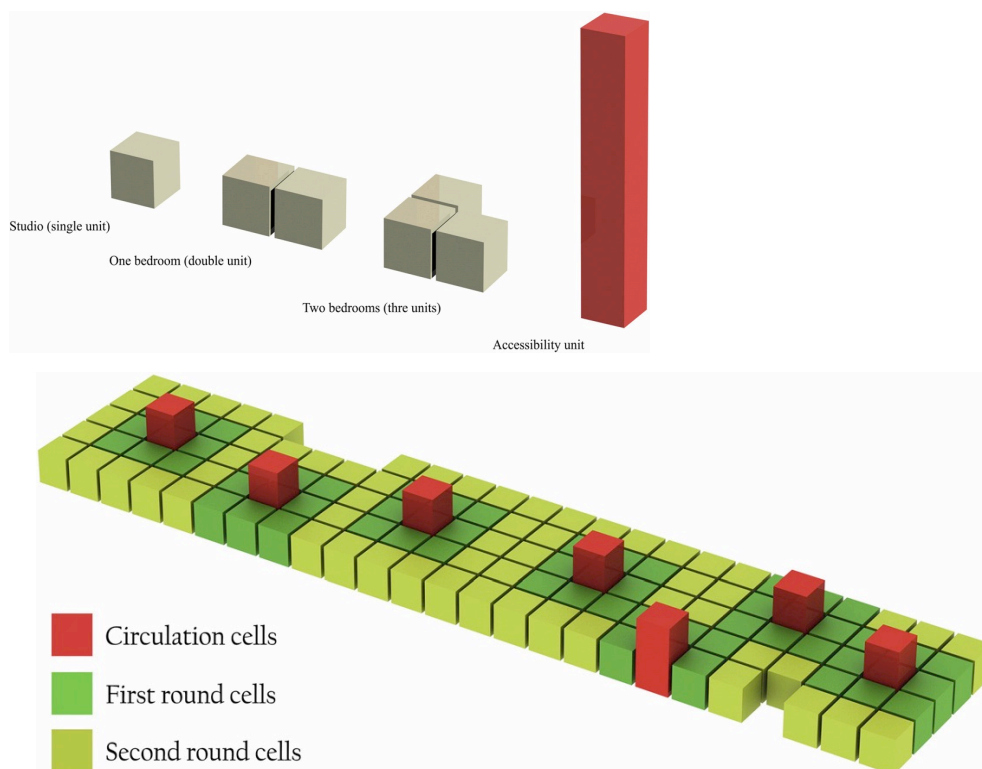


Slika 42 CA mreža u obliku romboida; S. Stepney, 2016 (iz: *Designing Beauty: The Art of Cellular Automata*, Springer International Publishing Switzerland 2016, pp. 106)

Faza 2: Adaptacija pravila: definisanje stanja i okruženja ćelija.



Slika 43 Levo: prikaz ne standardnog okruženja (preuzeto: Naumov, L.: *Modelling with cellular automata: problem solving environments and multidimensional applications*, Ipskamp Drukkers B.V., Enschede, 2011. Str.47) Desno: Prikaz adaptiranog Murovog okruženja (preuzeto: Khalili- Araghi, S. and Stouffs, R.: 2015, *Exploring cellular automata for high density residential building form generation*, *Automation in Construcion* 49(2015), 157.)



Slika 44. Prikaz elmenata- ćelija i CA prostora. (iz: Khalili- Araghi, S. and Stouffs, R.: 2015, *Exploring cellular automata for high density residential building form generation*, *Automation in Construcion* 49(2015), 155- 156.)

U ovoj fazi se određuju moguća stanja. U klasičnom CA modelu stanja su opisana sa 0 i 1. U adaptiranom modelu stanja se mogu opisati na različite načine u konačnom broju pravila. Primenu ove faze je teško utvrditi iz postojećih istraživanjima jer je samo u nekoliko studija proces adaptacije dokumentovan.¹⁸² U klasičnom modelu je okruženje određeno sa četiri ili osam ćelija.¹⁸³ Takođe, u klasičnom CA modelu ćelija poznaje samo stanja ćelija u neposrednom okruženju. U adaptiranom modelu, okruženje se može definisati na različite načine, a ćelija može da ima znanje o svim ćelijama u ćelijaskom prostoru.¹⁸⁴ Takođe okruženje može biti definisano različitim oblicima, ipak najčešći oblik je Murovo okruženje.

¹⁸² C. Herr, R. Ford: Adapting cellular automata as architectural design tools; Past, Present and Future of Digital Architecture, Proceedings of the 20th International Conference of the Association for Computer- Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2015, 2015, str.169- 178.

¹⁸³ Ibid.

¹⁸⁴ Model *Univerzalni konstruktor* je baziran na osnovnom modelu CA ali ćelija poznaje čitavu strukturu. Ibid.

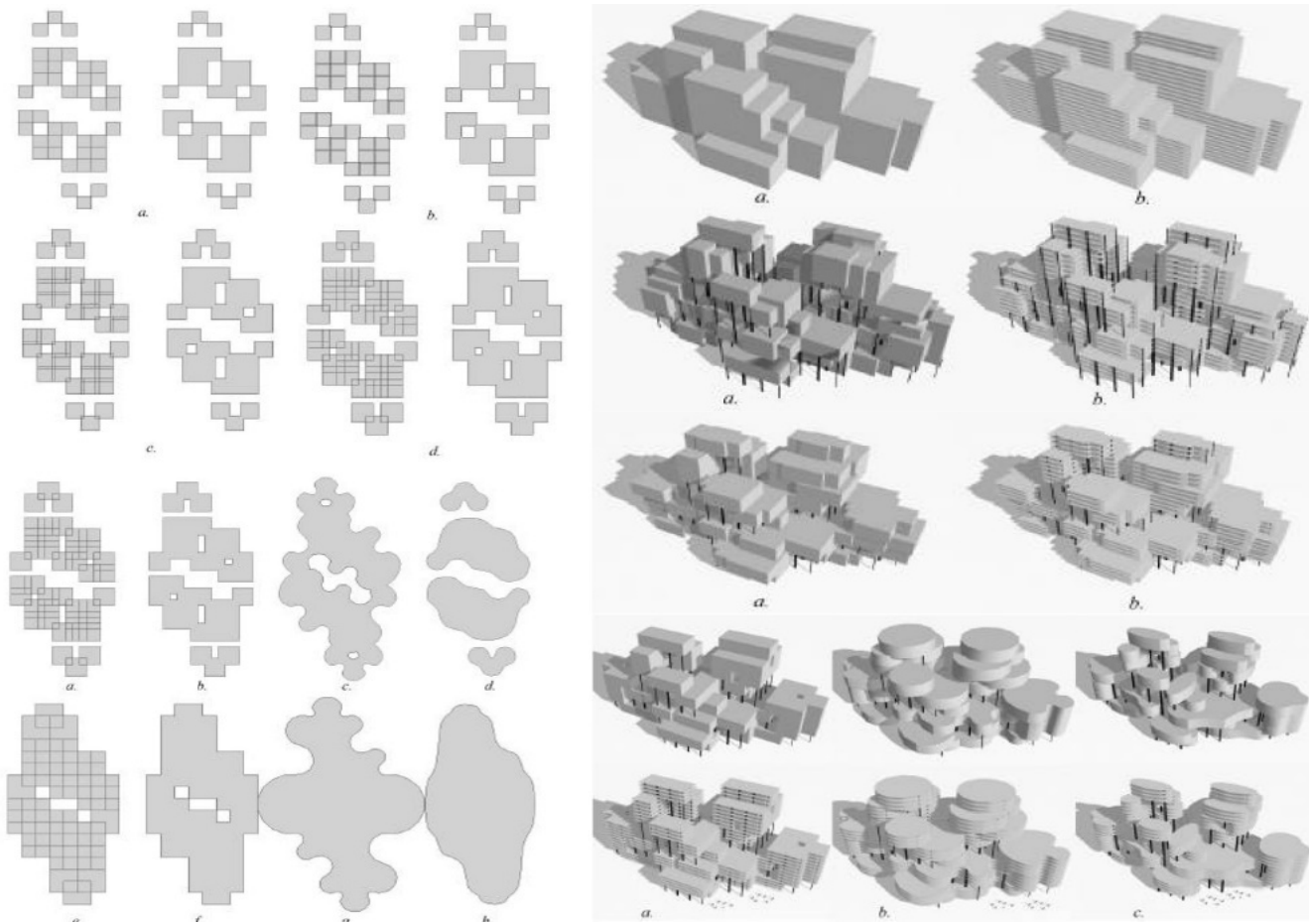
CA model spada u evolucione alate koji su izuzetno senzibilni na inicijalne uslove. Drugačije rečeno, naizgled jednostavna pravila u minimalnom broju mogu generisati veoma složene modele čiji je krajnji oblik teško predvideti. Za razliku od ostalih naučnih oblasti, jedan od najvećih izazova je apstrahovati arhitektonske probleme u neki od matematičkih formalizama. U slučaju CA, u ovoj fazi se relacijama između ćelija po određenim pravilima apstrahuju složeni arhitektonski problemi. Ova faza bi mogla da se nazove i projektovanje procesa. Zbog složenosti problema ovaj proces se odvija iterativno i zahteva određeni nivo ekspertize koja je zasnovana na iskustvu projektanta.

Faza 3: Interpretacija: konverzija CA modela.

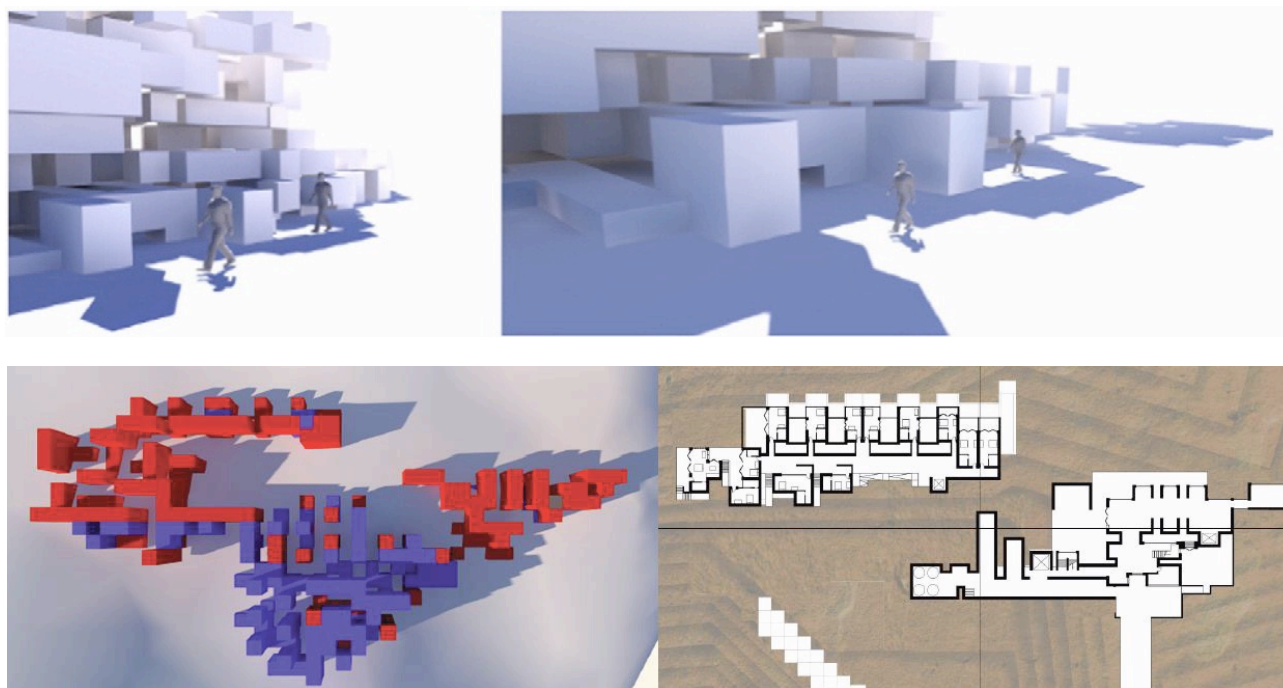
U fazi interpretacije se generisani model prilagođava odnosno elaborira. Ova faza se primenjuje u zavisnosti od ostalih faza odnosno nivoa apstraktnosti ishoda generisanog CA modela. Iz postojećih istraživanja se ne može utvrditi koliko se ova faza često koristi, ali na primeru Roberta Kravcika (*Robert Krawczyk*) u radu *Arhitektonska interpretacija ćelijskih automata*¹⁸⁵ nakon generisanog modela su se, u ovoj fazi, interpretirane kvadratne ćelije konverzijom prilagodile projektantskim zahtevima.¹⁸⁶

¹⁸⁵ Krawczyk, R.J: *Architectural interpretation of cellular automata*, in: C. Soddu (Ed.), 5th Generative Art Conference, Milan, Italy, 2002.

¹⁸⁶ Koverzije u različitim studijama: Krawczyk, R.J: *Architectural interpretation of cellular automata*, in: C. Soddu (Ed.), 5th Generative Art Conference, Milan, Italy, 2002.; Coates, P: *The Use of Cellular Automata to Explore Bottom Up Architectonic Rules*, Eurographics Conference, Imperial College of Science and Technology, LondonUK, 1996.



Slika 45. Proces konverzije kvadratnih ćelija u različite oblike. Robert J. Krawczyk, (prezeto: R.J. Krawczyk, *Architectural interpretation of cellular automata*, in: C. Soddu (Ed.), *5th Generative Art Conference*, Milan, Italy, 2002.)



Slika 46. Prilagođevanje generisanog CA modela. (iz: Herr, C. Ford, R: *Adapting cellular automata as architectural design tools; Past, Present and Future of Digital Architecture, Proceedings of the 20th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2015, 2015, pp.176.*)

Faza 4: Analiza.

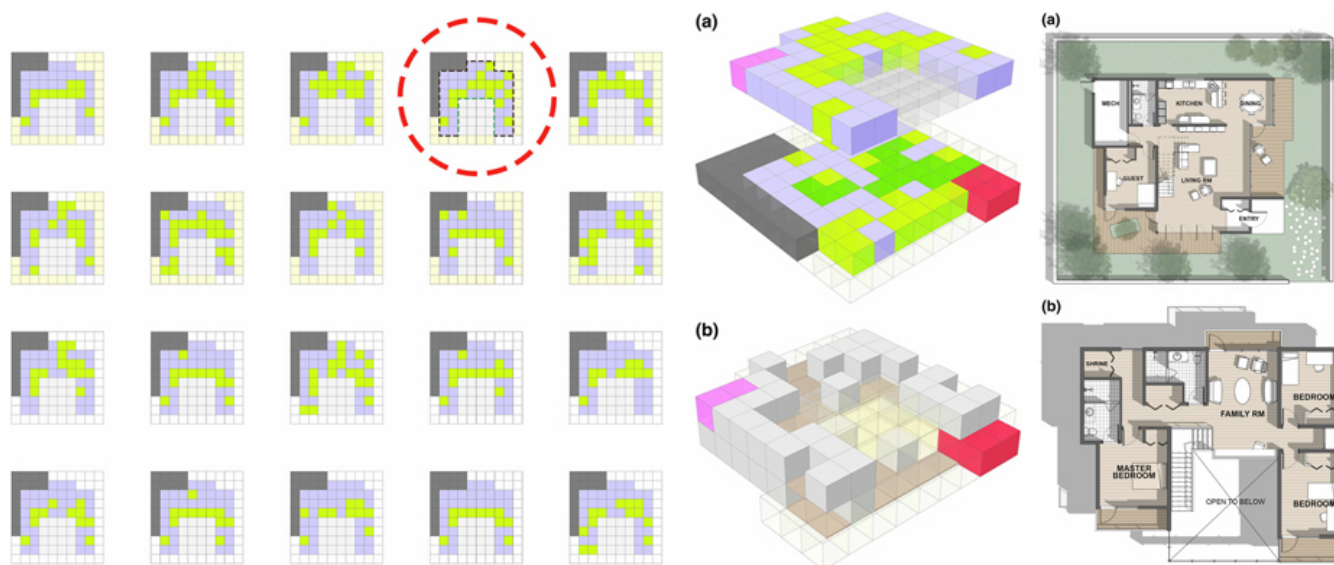
Faza analize nije nužno poslednja u strukturi. Ova faza se takođe može primeniti u fazi adaptacije pravila. Značaj ove faze je u dobijanju ispravnih rešenja odnosno rešenja koje odgovaraju projektnom zadatku. Veći značaj ima ako su u fazi adaptacije pravila uvršteni elementi stohastike. Stohastika se u slučaju CA modela određuje tranzicionim pravilima. Ovako određena pravila mogu da povećaju broj ispravnih rešenja kao i stepen iznenađenja, ali i da smanje nivo predikcije. Ova faza takođe može da ukaže na nepravilnosti modela u smislu projektnog zadatka pa iz tog razloga je poželjno da se primenjuje nakon adaptacije pravila.

CA modeli se mogu primenjivati na različite načine odnosno za različite potrebe. CA modeli dele svojstva evolucionih modela pa iz tih razloga mogu da koriste za potrebe razumevanja postojećih modela¹⁸⁷, ali i za istraživanje novih modela

¹⁸⁷ Herr C., Kvan, T: Adapting cellular automata to support the architectural design process, *Automation in Construction* 16, 2007, str. 61 – 69.

Drugo istraživanje na temi razumevanja postojećih objekata je autor predstavio u istraživanju drevnih građevina pomuću CA. Situngkir, H: *Exploring Ancient Architectural*

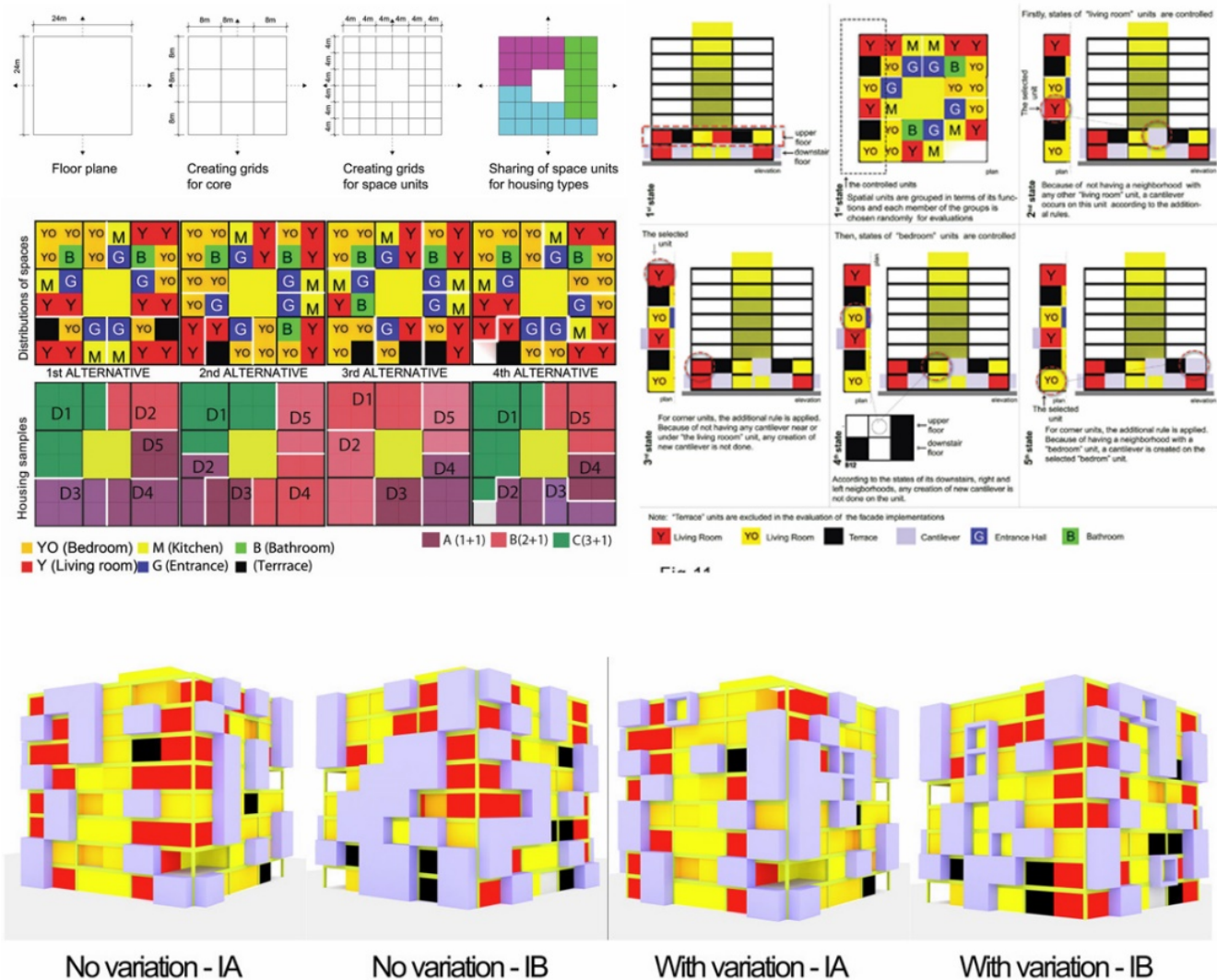
zasnovanih na znanju i iskustvu projektanta koje se odnosi na ekspertizu generisanih rešenja.¹⁸⁸



Slika 47. Iz priložene ilustracije je očigledno da je za odabir ispravnog rešenja potrebno određeno iskustvo kako bi se izabralo odgovarajuće rešenje. (preuzeto: Youngjin Lee, Seung Hyun Kim: *Algorithmic Design Paradigm Utilizing Cellular Automata for the Han-ok, Nexus Netw J*, Kim Williams Books, Turin 2016.)

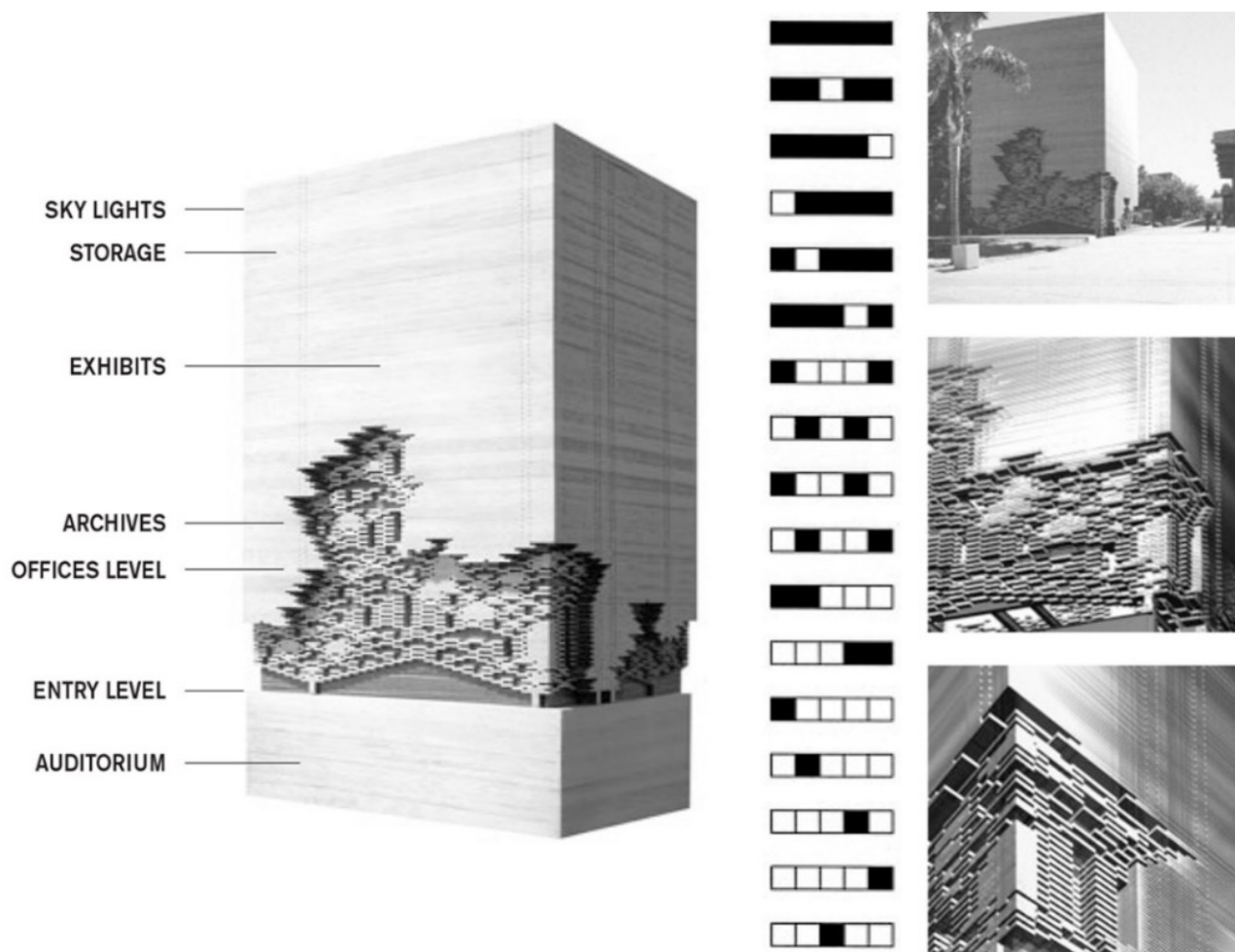
Designs with Cellular Automata BFI Working Paper Series WP- 9- 2010. (preuzeto: <http://cogprints.org/7066/1/2010i.pdf>)

¹⁸⁸ Youngjin Lee, Seung Hyun Kim: *Algorithmic Design Paradigm Utilizing Cellular Automata for the Han-ok, Nexus Netw J*, Kim Williams Books, Turin 2016.



Slika 48. Grupa autora je ponudila rešenje za nagli rast populacije u glavnim gradovima CA modelom koji generiše stambene jedinice kolektivnog stanovanja. Pored programskih rešenja, CA se koristio i u modelovanju fasadnih elemenata u obliku ekstenzija koje potpuno odgovaraju programskoj dispoziciji stambenih jedinica. (preuzeto: A. Dincer, H. Tong, Gülen Cagdas: A computational model for mass customized housing design bu using cellular automata, ITUA|Z, VOL: 11, NO: 2, 351- 368, 2014)

Takođe, CA modeli, u smislu namene modela se koriste za formalno istraživanje,¹⁸⁹ ali i za programska rešenja.¹⁹⁰

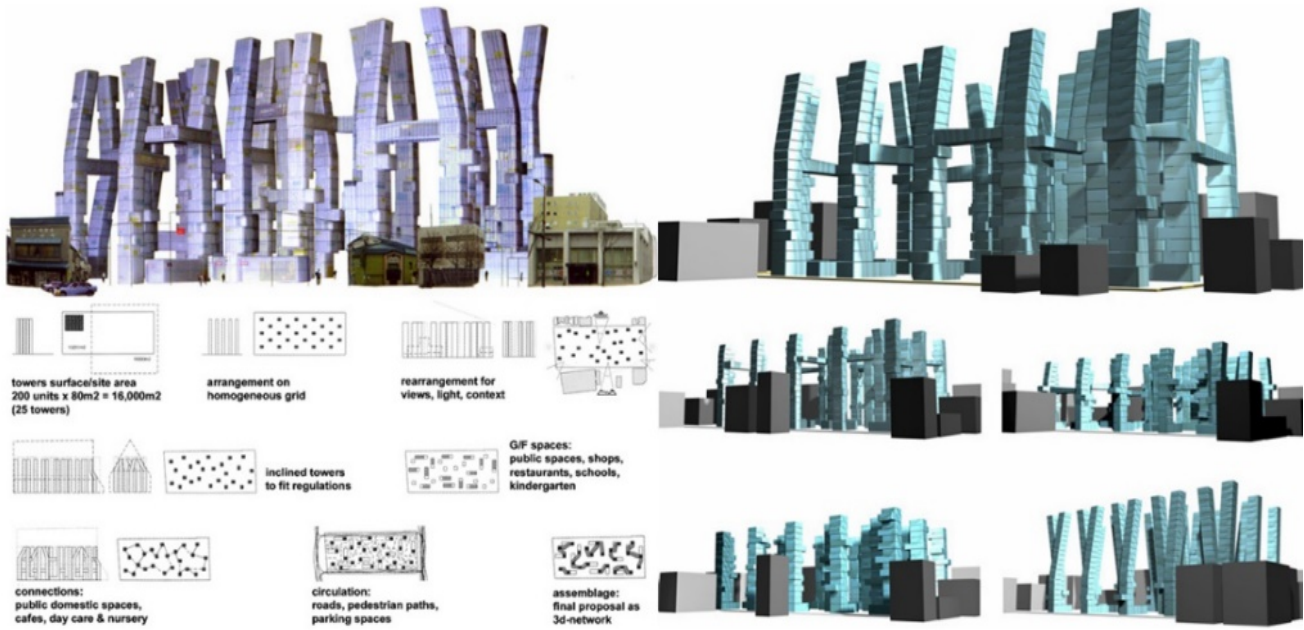


Slika 49. U projektu za muzej "San Jose State University Museum of Art and Design" je prikazana primena 1D CA u cilju generisanje kompleksne fasade koju čine opeka i staklo. Hiljade analiza je bilo potrebno kako bi se formiralo adekvatno osvetljenje u unutrašnjem delu objekta. Mike Silver, „One-dimensional cellular automaton sketch for natural lighting and display walls.“2006. (preuzeto: Silver, M: Building without drawings: Automason Ver 1.0, AD, Special Issue: Programming Cultures, Volume76, Issue4, 2006. str. 46- 51)

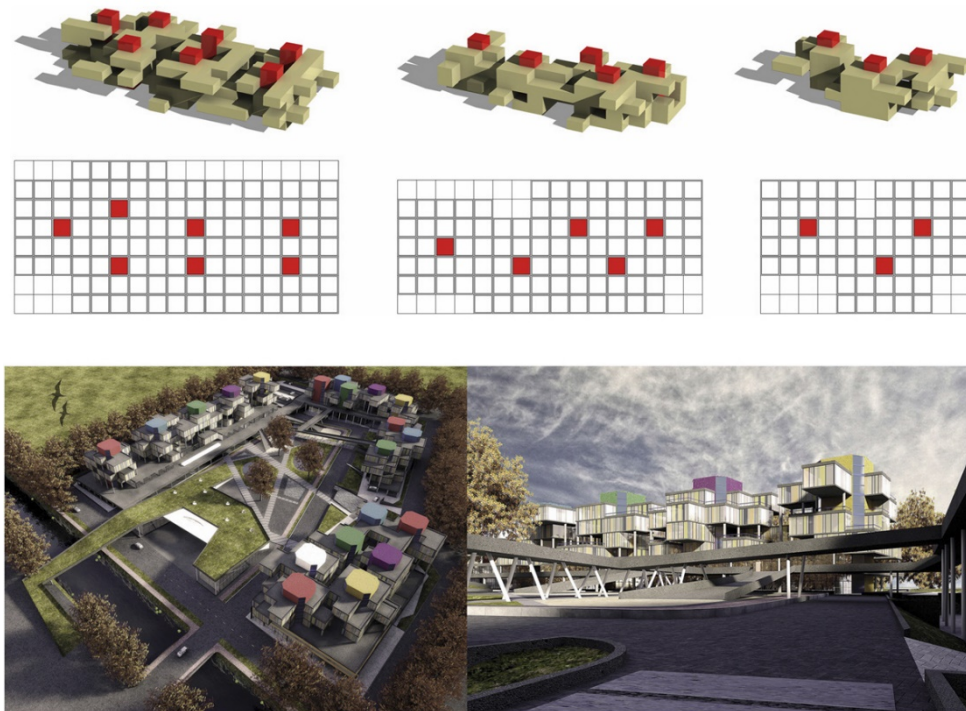
¹⁸⁹ M. silver: Building without drawings: Automason Ver 1.0, AD, Special Issue: Programming Cultures, Volume76, Issue4, 2006. str. 46- 51, Krawczyk, Architectural interpretation of cellular automata, in: C. Soddu (Ed.), 5th Generative Art Conference, Milan, Italy, 2002.

Coates, P.: The Use of Cellular Automata to Explore Bottom Up Architectonic Rules, Eurographics Conference, Imperial College of Science and Technology, LondonUK, 1996.

¹⁹⁰



Slika 50. Autori su re-modelovali rešenje za grupu zgrada predloženih u obliku bloka visoke gustine na severu Japana. Autori su koristili skice originalnog projekta na osnovu koji su kreirali CA model odnosno pravila na osnovu kojih je generisan novi model. Levo: originalni projekat; Desno: CA model. (Preuzeto: Herr C., T. Kvan: Adapting cellular automata to support the architectural design process, *Automation in Construction* 16, 2007, str. 61 – 69.)



Slika 51. Primena CA modela u formalnom istraživanju stambenog bloka. (preuzeto: Khalili-Araghi, S. and Stouffs, R.: 2015, *Exploring cellular automata for high density residential building form generation*, *Automation in Construction* 49(2015), 155- 156.)

CA se u mnogim oblastima nauke koristi kao utvrđen način da se ispitaju kompleksni sistemi.¹⁹¹ Posmatrajući modele koje generiše CA kao kompleksne sisteme formirani jednostavnim relacijama osnovnih elemenata sistema po određenim pravilima, zakonitostima i obrascima, mogu biti za ovo istraživanje veoma značajni. Iako se iz primera studija može zaključiti da su istraživanja dominantno formalnog karaktera, CA, takođe, može ponuditi alternativna programska rešenja.¹⁹² Sa jedne strane, da bi se CA implementirao u proces projektovanja, potrebno je razumeti, istražiti arhitektonski objekat u kontekstu osnovnih elemenata, relacija i pravilnosti, dok sa druge strane, ovako formirano generisano rešenje je moguće analizirati, međusobno uporediti merljivim parametrima i otkriti nova saznanja i moguću primenu u smislu automatizacije projektantskog procesa.

¹⁹¹ Wolfram S., A New Kind of Science, <http://www.wolframscience.com/nks/>. 2002.

¹⁹² A. Dincer, H. Tong, Gülen Cagdas: A computational model for mass customized housing design bu using cellular automata, ITUA|Z, VOL: 11, NO: 2, 351- 368, 2014.

4 Uticaj računarskih alata na arhitektonsko projektovanje

This discussion is not about machines that necessarily can do architecture; it is a preface to machines that can learn about architecture and perhaps even learn about learning about architecture.

Nicholas Negroponte

Ideja da se računar koristi *proceduralno*,¹⁹³ radi rešavanja kompleksnih arhitektonskih zahteva datira još od nastanka prvih računara sredinom XX veka. Pojavom prvih računara u polju arhitekture, mnogi istraživači su osmišljavali načine na koje je moguće automatizovati proces projektovanja. Uprkos ideji računara kao *problem solving* mašine,¹⁹⁴ proteklih decenija je računar, kao pomoć u dizajnu/ projektovanju dominantno služio kao alat za reprezentaciju arhitektonskih imaginacija.¹⁹⁵

Termini kao što su *Digital design, Emergence, Algorithmic design, Morphogenetic design, Parametric design* su danas veoma popularni u arhitekturi. Usvojeni su iz drugih naučnih oblasti da bi imenovali jedan novi pristup u projektovanju, digitalnu paradigmu koja reinterpretira računar kao sredstvo koje je integralni deo projektantskog procesa a ne samo sofisticirani alat za crtanje.¹⁹⁶ Ovakav, alternativni pristup u arhitektonskom projektovanju koristi računar kao mašinu koja

¹⁹³ Delanda, M: Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture, lecture, 2009
Dostupno na: https://www.youtube.com/watch?v=50-d_J0hKz0

¹⁹⁴ Proces projektovanju iznad finalne reprezentacije, paradigma promovisana od strane uticajnih arhitekta tog vremena (Christopher Alexander, Nicholas Negroponte, Cedric Price).

¹⁹⁵ Terzidis K: *Algorithmic Architecture*, Routledge, 2006.

¹⁹⁶ Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, str. 96- 107.

generiše veliki broj rešenja da bi se postiglo neočekivano, ali održivo rešenje ili njihovo mnoštvo.¹⁹⁷

Računarskim preokretom u arhitekturi, je proces projektovanja dobio na značaju u odnosu na autorsku izradu finalnog rešenja (uobličene jednoznačne vizije projektanta), čime je centralna uloga arhitekta postala uloga kreatora i kontrolora procesa.¹⁹⁸ Naslov zbirke eseja *Digitalni preokret u arhitekturi 1992- 2012*, Maria Karpa implicira da su 90- te godine XX veka početak značajnijeg računarskog uticaja u arhitekturi i navodi da je razvoj informatičke tehnologije, u tom vremenu, uticao na naglu promenu društva, ekonomije, kulture, na skoro sve aspekte svakodnevnog života, što je rezultovalo da progresivni arhitekti preispitaju projektovanje u ovom novom kontekstu.¹⁹⁹

U duhu *Parametricizma 1.0 i 2.0*,²⁰⁰ digitalni preokret bi mogao da se sagleda u dve verzije. *Digitalni preokret 1.0* bi predstavljao prvu primenu računara odnosno prvo "računanje arhitekture"²⁰¹ pomoću računara, dok bi verzija 2.0 interpretirala računar kao integralni deo projektantskog procesa. U "računanju arhitekture", 60-tih godina XX veka, su mnoge arhitekta videli potencijal. Značajno za ovaj period je paralelni razvoj izračunavanja arhitekture digitalnim i analognim modelima.

Kristofer Aleksander je 1964. godine predstavio disertaciju koju je objavio pod imenom *Notes on the Synthesis of Form* u kojoj je opisao proces projektovanja beleškama (*notes*), potrebnim računaru kako bi analizirao kompleksni skup podataka, u cilju jasnog definisanja arhitektonskog problema, a u odnosu na projektantske zahteve. Nakon toga, projektant bi kreirao formu koja odgovara dobro definisanom problemu.²⁰²

¹⁹⁷ Negroponte, N: *The Architecture Machine: Toward a More Human Environment*. MIT Press, Cambridge, Mass, 1970

¹⁹⁸ Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, pp. 96- 107.

¹⁹⁹ Carpo, M: *Interduction, The Digital Turn in Architecture 1992–2012*, John Wiley & Sons Ltd, 2015. Str. 8- 14.

²⁰⁰ Džon Freizer je nedavno objavio esej „Parametričko računanje: istorija i budućnost“ u kojem današnji Parametricizam naziva Parametricizam 2.0 navodeći da prva verzija ove moćne generativne tehnike pripada analognim modelima arhitekti Luidju Moretiju (*Luigi Moretti*) koji 40- tih godina XX veka istraživao vezu između arhitektonskog projektovanja i parametričkih jednačina. Studiju *Arhitektura parametrica* (*Architettura Parametrica*) je publikovao pre nastanka računara.

Freizer J: *Parametric Computation: History and Future*, AD , Special Issue: Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century, Volume86 Issue2, March/April 2016, str. 18- 23.

²⁰¹ Pod *izračunanjem arhitekture* smatraće se proces u kome se arhitektura kreira kroz zbir parametara kojima je moguće dodeliti numeričku vrednost.

²⁰² Alexander, C: *Notes on the Synthesis of Form*, Cambridge, Harvard University Press, 1964.

Ubrzo nakon publikovane disertacije, 1968. godine objavljuje rad *Sistem generiše sistem* u kojem prethodne *beleške* predstavlja kao sistem. U cilju opisa predloženog sistema ističe tri važne stvari:

- holističko ponašanje sistema,
- delovi sistema i međusobne interakcije tih delova unutar sistema čine sistem holističkim, a
- definisanjem tih interakcija se ujedno definiše holističko ponašanje sistema.

Ovako definisan sistem može da kreira druge sisteme, preciznije: sistem može da *generiše* sisteme.²⁰³ Iako je, na početku, Aleksander video ulogu računara kao asistenta u procesu projektovanja, ipak je knjigom *Jezik obrazaca* krajem 1970- tih godina, predstavio analogni model sistema kojeg čini 253 obrasca. Predložene interakcije- pravilnosti na osnovu kojih mogu biti povezani obrasci čine ovaj sistem analognim generatorom mogućih rešenja. Pored generičkih svojstva analognog modela, suštinski predloženi model je i asocijativni zbog svojih specifičnih veza. Drugačije rečeno, promena u jednom elementu sistema inicira promenu celog sistema. U tom smislu se holističko ponašanje sistema opisuje kroz međusobne interakcije elemenata. Takođe, zbog mogućnosti generisanja alternativnih rešenja, ovakvi modeli predstavljaju svojevrsne inteligentne sisteme. Predloženim modelom Aleksander je doveo u pitanje „genijalnu“ ulogu arhitekta. Ulogu arhitekta u procesu projektovanja su doveli u pitanje i njegovi savremenici Nikolas Negroponte i Sedrik Prajs koji su sebe nazivali literarno *anti- arhitekti*, kako navodi Moli Rajt Stinson (*Molly Wright Steenson*) u disertaciji *Architecture of Information: Christopher Alexander, Cedric Price, and Nicholas Negroponte & MIT's Architecture Machine Group*.

*Do it yourself*²⁰⁴ arhitektura, vizionarske ideje kao što je *Drop City*, grad inspirisan geodezijskim kupolama Bakminster Fulera, do softvera nazvanog *Architecture- by- Yourself* grafički eksperiment *AMG-* grupe²⁰⁵ u kojem su se istražile mogućnosti primene funkcionalnih dijagrama Jone Fridmena (*Yona Friedman*). Interakcija korisnika i računara u ponuđenom softveru ne zahteva od korisnika arhitektonske veštine već se na osnovu funkcionalne šeme generiše osnovu kuće. U narednoj

²⁰³ Alexander, C: *Systems Generating Systems*, AD 38, 1968.

²⁰⁴

²⁰⁵ *Architecture Machine Group-* laboratorija na MIT- u koju je osnovao Nicholas Negroponte.

verziji je predviđeno i generisanje prostornog modela.²⁰⁶ Iako Moli Stison izdvaja Aleksandera, Prajsa i Negropte kao ključne figure u razvoju inteligentnih sistema, takođe, navodi da nisu bili jedini arhitekti koji su bili aktivni u tom smislu.²⁰⁷ Pojedinačno, Aleksander sa analognim modelom obrazaca; Negropte, poznat kao tehnološki guru i osnivač *MIT Media Lab*, sa vizionarskim predstavama komunikacije čoveka i mašine kroz svojevrsni manifest *The Architecture machine* i zbirkom pionirskih projekata objavljenom pod imenom *Soft Architecture*²⁰⁸; Prajs sa tehnološkim modelima interakcije čoveka i računara²⁰⁹; su doprineli da se danas preispita centralna uloga arhitekta u procesu projektovanja i arhitekture kao rezultata tog procesa koja je dominantno reprezentovala arhitektonsku imaginaciju. Demistifikacija i racionalizacija procesa projektovanja je podrazumevalo naprednu upotrebu računara kako bi se veliki broj podataka analizirao i sintetizovao matematičkim formalizmom.

Kako su predloženi modeli zahtevali neophodnu upotrebu računara i specifičnu komunikaciju- interakciju,²¹⁰ neuspeh ovih modela se može tražiti u stepenu razvoja informacione tehnologije i kursa kojim se kretalo arhitektonsko projektovanje, a koji je bio u pravcu korišćenja računara ekskluzivno kao sredstva za reprezentaciju imaginacije, sve do digitalnog preokreta 2.0.

Disjunkciju dva načina mišljenja tog vremena potvrđuje debata između Kristofera Aleksandera i Pitera Ajzmena (*Peter Eisenman*) 1982. godine na Harvardskom Univerzitetu.

²⁰⁶ Weinzapfel, G; Negropte, N: *Architecture- By- Yourself- An Experiment with Computer Graphics for House Design*, 1975.

Dostupno na:

http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/05_biblioteca/mais fontes/mais_acervo/weinzapfel.pdf

²⁰⁷ Tokom 60- tih godina XX veka, računara i arhitektura je bila tema u nizu konferencija i publikacija uključujući: *Architecture and the Computer*, Boston Architectural Center-1964., *Computer Graphics in Architecture and Design*, Yale School of Art and Architecture- 1968., *Design and the Computer Design Quarterly* double issue- 1966. učesće ovih događaja i publikacija je okupilo mnoge mejnstrim (mainstream) arhitekta tog vremena među kojima su Walter Gropius, Charles Moore i Louis Kahn.

Steenson , M: *Architecture of information: Christopher Alexander, Cedric Price, and Nicholas Negropte & Mit's Architecture Machine Group*, doktorska disertacija, 2014.

Dostupno na:

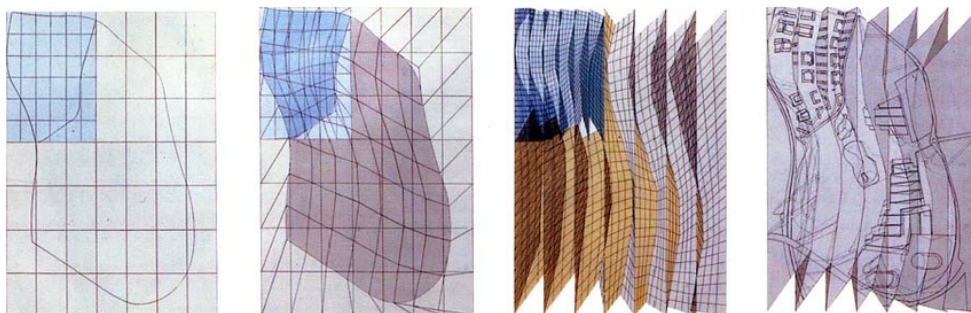
https://dataspace.princeton.edu/jspui/bitstream/88435/dsp01pn89d6733/2/Steenson_princeton_0181D_408/FINAL- steenson- proquest- vol2.pdf

²⁰⁸ Ibid.

²⁰⁹ Ibid.

²¹⁰ Ibid.

Iz današnje perspektive, Aleksanderov odlazak na periferiju arhitektonske scene se može smatrati neuspehom. Sa druge strane, Aleksanderov model sveta, odnosno percepcija sistema u kojem su elementi povezani, isprepleteni neraskidivim vezama, je ostavio dubok trag na istraživanja koja će uslediti.²¹¹ Tehnološki napredak i filozofski uticaj na arhitekta i arhitektonsku izvedbu je 1990- tih godina, činilo se, spojio do tada dve različite škole mišljenja, kreiranjem složenih kompleksnih formi, koje su se mogle videti u arhitektonskoj praksi tog vremena.²¹²



Slika 52. Piter Ajzenman je koristeći metaforu nabora, u projektantskom pristupu se referisao na teoriju katastrofe koja opisuje iznenadne promene u razvoju dinamičkog sistema.¹ Peter Eisenman: *Rebstock Park (Frankfurt) Masterplan, 1993.* (preuzeto: Herr, C.: *Generative Architectural Design and Complexity Theory, Generative art, 2002*)

Ubrzo nakon objavljivanja knjige *Nabor: Lajbnic i barok* Žil Deleza (Gilles Deleuze) 1988, Piter Ajzenman je Delezeove nabore (*fold*) i primenu na arhitektonsko projektovanje prikazao *Rebstock* projektom 1991. godine, a kasnije elaborirao u eseju *Nabor u vremenu: Singularity of Rebstock*²¹³ u kojem je formu predstavio kroz prividni pokret, stalnu promenu i varijacije naglašavajući da je *folding* proces, a ne proizvod. Novonastale forme 1990- tih godina je Greg Lin

²¹¹ Debata između Kristofera Aleksandra i Pitera Ajzenmana se održala nakon promocije Aleksanderove knjige "The Nature of Order" 1982. godine. Debatu je pratila oštra retorika sagovornika iz koje je očigledan različit stav, kasnije dve škole mišljenja koje sa jedne strane opisuju dva različita pristupa u projektovanju, dok sa druge strane predstavlja dva različita poretka sistema. Popularnost Ajzmana i Aleksanderova marginalizacija u narednim godinama ukazuje na kurs kojim se kretala arhitektura 80- tih godina.

The 1982 Debate Between Christopher Alexander and Peter Eisenman; dostupno:

http://www.katarxis3.com/Alexander_Eisenman_Debate.htm#The%20Debate

²¹² Nil Lič, u eseju *Digitalna morfogeneza* navodi da naizgled postoji jedna određena sličnost između formi Frenk Gerija (*Frank Gehry*) i *Foreign Office Architects*. Velika razlika je u pristupu projektovanja koji u oba slučaja podrazumeva napredno upotrebu računara, ali u slučaju Gerija nalaženje forme je *top-down* dok se u slučaju *Foreign Office Architects* računar koristi kao sredstvo za projektovanja procesa nalaženje forme *bottom-up* logikom nalaženja forme (prema: Leach, N: *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008, str. 96- 107.)

²¹³ Eisenman, P: *Folding in time: the singularity of Rebstock, in blurred zones : Investigations of the Interstitial*, The Monacelli Press, New York, 2003. Str. 130- 149.

(Greg Lynn), bivši Ajzenmanov student, u ulozi urednik AD izdanja *Folding in Architecture* predstavio kroz zbirku eseja i arhitektonskih projekata.²¹⁴

Otvorena forma i složena geometrija je predstavljena kao veliki tehnološki napredak koji je avangardna elita gotovo jednoglasno prihvatila istražujući nove forme arhitekture. Mario Karpo se slaže da složeni geometrijski oblici nisu mogli da se izvedu bez napredne upotrebe računara, ali se pita da li je to zaista bio tehnološki napredak?²¹⁵

Greg Lin je narednih godina promenio arhitektonski diskurs, pružajući teoretski okvir za usvajanje računara- softvera kojima se istražuje i provocira arhitektonsku formu. Kontraverzni pojam *digitalno*, kako su opisivali novi pristup u projektovanju avangardni promoteri poput Greg Lina, je i Frenk Geri demonstrirao arhitektonskim projektima, od kojih je među prvima projekat *Lewis Residence* 1985- 1998. a kasnije i simbol ovog perioda, *Guggenheim Museum Bilbao*. Tehnološki napredak i komercijalna upotreba *CNC* mašina je omogućila da oštre, polomljene forme poput formi Pitera Ajzenmana pređu u glatko zakrivljene površine. Proces nabora je ubrzo evoluirao ka drugom maniru, nabor je postao *blob*.²¹⁶



Slika 53. Frenk Gehri „Lewis Residence“ 1989- 1998. Preuzeto sa: <https://static.highsnobiety.com/wp-content/uploads/selectism/2008/11/gehry-pma-lewishouse-1.jpg>

Datum rađanja *bloba*, odnosno definisanje *bloba* kao takvog je za Maria Karpa bio maj 1996. kada Greg Lin objavio esej *Blobs (or Why Tectonics is Square and*

²¹⁴ Lynn, G; *Folding in Architecture*, special issue (AD Profile 102), Architectural Design 63, WILEY- ACADEMY, 1993.

²¹⁵ Carpo M: *The Alphabet and the Algorithm*, The MIT Press, 2011. pp.85.

²¹⁶ Blob- termin koji opisuje zakrivljene forme poput meta

Topology is Groovy).²¹⁷ U duhu nabora, *blob* arhitektura nastavlja da opisuje forme simbolično (pokretom), kroz nepravilne, viskozne forme za koje Greg Lin smatra da nemaju samo jedan identitet. Greg Lin u eseju, opisuje blob referišući se na holivudske horor filmove i filmove naučne- fantastike,²¹⁸ kroz filozofske definicije viskoznosti kompozitnih entiteta i kroz savremene građevinske tehnike.²¹⁹

Primeri savremenih građevinskih tehnika primenjenih na složene forme bloba, nesumnjivo ukazuju na naprednu upotrebu računara i upotrebu namenski izrađenih računarskih alata, u smislu modelovanja, ali i smislu fabrikacije odnosno izvođenja samog objekta. Termin *digitalno* koji je u to vreme opisivao ovakav pristup projektovanju je i dalje bio nejasno definisan. Suštinski, tehnološkog napretka nije bilo u kontekstu interakcije arhitekta i računara.

Ostalo je otvoreno pitanje šta je to *digitalno* i da li ovakav način promenio pristup projektovanju u odnosu na prethodni period upotrebe računara. Moli Stinson smatra da je u tom periodu i dalje osnovna uloga računara bila da izvede zamišljenu sliku projektanta- integracija je bila jednostrana.²²⁰ Uloga interakcije u reprezentaciji je široko prepoznata kao osnovni faktor u projektovanju. Interakcija sa digitalnim medijima od projektanta zahteva različitu formu angažovanja (*input*) i nivoa formalizacije.

Distinkcija između interakcije papira i olovke i digitalna interakcija su značajne i u teorijskom, tehnološkom i metodološkom smislu. Početkom XX veka, Rivka Oksman (*Rivka Oxman*) u delu *Teorija i projektovanje u prvoj digitalnoj eri* istražuje pojam *digitalno* u kontekstu diskursa digitalnog projektovanja kroz skup fenomena koji ga karakterišu. Kroz pet paradigmatiskih slučajeva su istražene

²¹⁷ Carpo, M.: *Ten years of folding, Folding architecture*, special issue (AD Profile 102), Architectural Design 63, WILEY- ACADEMY, 1993. pp.14- 18.

²¹⁸ "The Blob"- Američki naučno- fantastični film B produkcije koji prikazuje džinovskog, vanzemaljca ameba oblika.

²¹⁹ Lynn, G.: *Blobs (or Why Tectonics is Square and Topology is Groovy)*, ANY 14, 1996. pp.58- 62.

²²⁰ Kako Moli Stinson navodi: Greg Lin je 2013. godine u Kanadskom centru za arhitekturu u Montrealu *Archaeology of the Digital* izabrao četiri arhitekta koji su svojom produkcijom od 1980- 1996. godine reprezentovali *digitalno*: Peter Eisenman's Frankfurt Biozentrum (1987), Shoen Yoh's Odawara Gymnasium i Galaxy Toyama Hall (1990-92), Frank Gehry's Lewis Residence (1989-95), i Chuck Hoberman's Expanding Sphere and Iris Dome (1988-94).

Linov entuzijazam za digitalne paradigme opisuje kao produžetak primene računara u svrhu reprezentacije- logika papira i olovke.

Stenson M. W.: *Architecture of information: Christopher Alexander, Cedric Price, and Nicholas Negroponte & Mit's Architecture Machine Group*, doktorska disertacija, 2014. pp.2. Dostupno na:

https://dataspace.princeton.edu/jspui/bitstream/88435/dsp01pn89d6733/2/Steenson_princeton_0181D_408/FINAL-steenson-proquest-vol2.pdf

interakcije između projektanta i četiri komponente: reprezentacije, generacije, evaluacije i performansi.²²¹

U cilju definisanja interakcija, Rivka Oksman razlikuje internu i eksternu interakciju. Eksterna interakcija se odnosi na direktnu interakciju sa oblicima i formama (reprezentacija projekta kroz skice, crteže ili fizički model- maketu), dok se interna odnosi na interakciju digitalnih formi kroz medijum odrađen digitalnim okruženjem, računarskim procesom ili mehanizmom. U zaključku studije, Rivka Oksman konstatuje da, s obzirom na koncepte konvencionalnih teorija projektovanja, transformacija tradicionalnog modela ima revolucionarne implikacije na arhitektonsko projektovanje u novonastalom digitalnom okruženju. Mandat druge digitalne ere bi mogao biti u razumevanju i prihvatanju složenosti, kako se najčešće karakteriše digitalno projektovanje, ali ne formalne složenosti u smislu proširenja formalnog vokabulara, već podrška složenosti u samom pristupu projektovanja.²²²

Iz diskursa digitalnog projektovanja Rivke Oksman se može zaključiti da digitalno projektovanje podrazumeva drugačiji pristup u modelovanju i da je ovako formiran model uticao na proces projektovanja sa jedne strane, dok je sa druge strane novonastala složenost odnosno razumevanje i prihvatanje složenosti ostalo otvoreno pitanje.

Takođe bi mogli zaključiti da se, s obzirom na primenu ovog pristupa u savremenoj arhitektonskoj praksi, već suočavamo sa mandatom druge digitalne ere. Složenost može da se ogleda u kreiranju generativnog modela. Jedan od pristupa u tradicionalnom projektovanju se odnosi na intuitivni pristup- *black box* pristup, dok racionalni pristup- *glass box* predstavlja unapred definisane ciljeve, varijable i kriterijume na osnovu kojih se naknadno traži rešenje (primer ovakvog pristupa je Aleksander izneo u *A Pattern Language*).²²³

Na ovaj način definisan prostor pretrage mogućih rešenja ukazuje da kreiranje generativnog modela pripada *glass box* pristupu, međutim, u slučaju genetskog algoritma, prostor pretrage može biti beskrajn, srazmerno tome i vreme pretrage pronalazjenje skupa rešenja. Kako bi se skratilo vreme pretrage, koriste se različiti

²²¹ Reprezentacija se odnosi na medij reprezentacije; Generacija uključuje generativne procese; Evaluacija uključuje analitičke i procese procene; Performanse uključuju performativne procese vezane za programske i kontekstualna razmatranja.

²²² Oxman, R.: *Theory and design in the first digital age*, Design Studies 27, 2006, str. 229-265.

²²³ Autor navodi tri pristupa: Intuitivni- *black box* Salama, A.: *New Trends in Architectural Education: Designing the Design Studio*, pp. 78.

Dostupno na: <https://archnet.org/publications/4480>

modeli (među kojima je *black box* model), s obzirom da eksplicitne formulacije problema nisu uvek dostupne u arhitektonskoj praksi.²²⁴ Formulacija problema u drugoj digitalnoj eri dobija još jedan nivo složenosti obzirom da živimo u umreženom društvu (*network society*).

Kazis Varnelis (*Kazys Varnelis*) smatra da mreža nastala poslednje dekade XX veka nije samo tehnološka već i kulturalna dominantna. U prozaičnom smislu, Varnelis smatra, da se u digitalnoj eri neprekidno bavimo jednom istom mašinom, jer sa malim izuzetkom forme, svi uređaji- od laptopa, telefona, automobila, aviona do rovera na Marsu- su povezani univerzaloma konvergentnom mrežom, koja efikasno distribuira audio, video, tekst ili bilo koji mogući telekomunikacijski zadatak.²²⁵

S obzirom na činjenicu da savremena arhitektura deli istu mrežu,²²⁶ ostaje otvoreno pitanje kako informacije, uvrštene u proces projektovanja mogu da budu prenete na izgrađene objekte tako da su transparente, vidljive, adaptivne i manipulativne od strane korisnika.²²⁷

Mogućnost deljenja ovakvih informacija je predložio i Patrik Šumaher u *Parametricism as Style- Parametricist Manifesto*. Digitalni modeli definisani parametrima dozvoljavaju geometriji da se fluidno prilagodi različitim uslovima određenih lokacijom ali i funkcionalnim zahtevima što je Šumaher elaborirao kao novi arhitektonski stil.²²⁸

Sa jedne strane, neki teoretičari dovode u pitanje *parametricizam* kao stil zasnovan na parametrima.²²⁹ Sa druge strane, Delezov pojam *objectile* Mario Karpo tumači

²²⁴ Autori navodi tri globalne klase *black box* metoda: metaheuristična metoda (genetski algoritam), metoda direktne pretrage (pretraga koja se vrši ispitivanjem alternativnih rešenja, u fiksnom broju koraka- deterministički) i metoda bazirana na modelu (indirektna metoda zasnovana na interpolaciji matematičke funkcije pomoću poznatih vrednosti koji se koriste kao model nepoznatog fitnes područja). Wortmann, T; Nannicini, G.: *Black- box Optimisation Methods for Architectural Design: An Overview and Quantitative Comparison of Metaheuristic, direct search, and model- based optimisation methods*, Proceedings of the 21st International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2016, 2016, str. 177-186.

²²⁵ Varnelis, K: *Network culture*, neobjavljena knjiga dostupna na:

http://index.varnelis.net/network_culture

²²⁶ Zgrade su nekad materijalizovane crtežima, dok su danas materijalizovane digitalnim informacijama- fabrikovane računarski navodenim mašinama kroz tok informacija globalne mreže. Mitchell, W: *Constructing an authentic architecture of the digital era; Disappearing Architecture _From Real to Virtual to Quantum*, Birkhauser, 2005. str.82- 89

²²⁷ Betsky, A: *From Box to Intersection. Architecture at the Crossroads*, Disappearing Architecture _From Real to Virtual to Quantum, Birkhauser, 2005. str.250- 258.

²²⁸ Schumacher, P: *Parametricism as Style - The Parametricist Manifesto*.

Dostupno: <https://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>

²²⁹ Burry, M: *Scripting Cultures- Architectural design and programming*, John Wiley & Sons, Jan 30, 2013. pp.18.

kao funkciju koja sadrži beskonačan broj objekata.²³⁰ Ova teza, u smislu parametarizma, može da se protumači kao algoritam definisan parametrima sa varijablama pomoću kojih je moguće kreirati instance. Na ovaj način definisana funkcija- algoritam u kontekstu mreže postaje recept ili pouzdan algoritam,²³¹ koji je moguće deliti, adaptirati, nadograditi i unaprediti.

U *sharing* vremenu i *open- source* kulturi ovako formulisan trag može biti veoma značajan u smislu unapređenja arhitekture i grada, kako ističe autor knjige *Open Source Architecture*, Karla Rattija (*Carlo Ratti*).²³² Ipak, posmatrajući savremeni kontekst, ovi i slični fenomeni, predstavljaju izazove druge digitalne ere.

²³⁰ Carpo, M: *The alphabet and the algorithm*, MIT Press, 2011, pp. 91.

²³¹ Ibid.

²³² Ratti, K: *Open Source Architecture*, Thames and Hudson Ltd, 2015.

5 Tipovi savremenih škola

Diverzitet školskih zgrada poslednjih dekada ilustruje različite morfološke i prostorne obrasce koji se razlikuju od tradicionalnih tipova školskih zgrada. Tradicionalni tip školske zgrade predstavlja prvi značajan evolutivni korak razvoja u odnosu na prethodnu, trivijalnu školsku zgradu sa jednom ili dve učionice. Prvobitni oblici tradicionalnog tipa školske zgrade su nastali jednostavnim postavljanjem učionica uz koridor ili oko veće centralne komunikacije (hola). Početkom XIX veka, u većini evropskih država, se razvijaju različiti varijante dispozicije hodničkog (koridorskog) sistema i sistema centralnog hola²³³.

Varijacija prostorne organizacije tradicionalnog tipa školske zgrade se mogu uočiti u velikom broju savremenih školskih objekata,²³⁴ ali se takođe, mogu očititi i tipovi poput paviljonskog tipa koji ne zahteva masovno okupljanje učenika u jednoj zgradi, već je prostor diferenciran u funkcionalne celine različitih veličina. Ovakvi primeri školskih zgrada govore da prostorna organizacija ne zavisi samo od specifičnih karakteristika škole u odnosu na nivo obrazovanja i broj učenika već i od pojedinačnih pedagoških tipova koji obuhvataju različite modalitete učenja.

Od nastanka prvih škola do danas, ideje o tome šta čini školu odgovarajućom se konstantno menjaju i prilagođavaju političkim i društvenim trendovima i tehnologiji.²³⁵ Ovi i slični uticaji su vremenom menjali fizičku strukturu školskih objekata, društvene koncepte dečijeg razvoja i stavove u obrazovnoj praksi što je

²³³ Atanacković Jeličić, J: *Razvoj i transformacije arhitekture školskih zgrada u Vojvodini, od XVII veka do 2006. godine*, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2007.

²³⁴ Pregledom konkursnih rešenja idejnih projekata školskih zgrada u periodu od 2001–2015. godine uočena na je dominantna logika tradicionalnog tipa školske zgrade. Grundrissifibel Schulbauten- 30 Architekturwettbewerbe in der Schweiz 2001- 2015, Stant Zurich, 2015.

²³⁵ Baker L: *A History of School Design and its Indoor Environmental Standards, 1900 to Today*, National Clearinghouse for Educational Facilities, National Institute of Building Sciences, 2012.

uticalo na formiranje specifičnih tipova školskih zgrada.²³⁶ Usled razvoja škola su se diferencirali različiti tipovi. Danas postoje različite tipologije školskih zgrada, od specifičnih karakteristika škola u odnosu na nivo obrazovanja do pojedinačnih tipova koji se odnose na savremene didaktičke metode u izvođenju nastave koje ne moraju nužno da zavise od prostornih karakteristika.²³⁷

Za ovo istraživanja je od posebnog interesa sistematizacija prostornih karakteristika školskih zgrada. U doktorskoj disertaciji *Razvoj i transformacije arhitekture školskih zgrada u Vojvodini, od XVII veka do 2006. godine*²³⁸ autor Jelena Atanacković Jeličić razlikuje sedam tipova prostorne organizacije školskih zgrada na teritoriji Vojvodine. Autor posebno naglašava da predloženu sistematizaciju školskih zgrada u odnosu na njihovu prostornu organizaciju je potrebno shvatiti uslovno, naročito u kontekstu prostorne i vremenske koordinate nastanka pojedinačnih školskih projekata. Iako se prostorna organizacija pojedinih školskih objekata može pokazati veoma sličnom, nepostojanje dokaza o zajedničkim uslovima njihovog nastanka ili uticaja jedne arhitekture na drugu, dovode do zaključka da se ovakva vrsta tipologije može posmatrati više kao apstraktna, geometrijska kategorija sa težnjom da se jasnije naglase specifičnosti pojedinačnih funkcionalnih rešenja. Predloženu osnovnu podelu školskih zgrada prema prostornoj organizacije čine:

1. Školske zgrade sa holskim sistemom;
2. Školske zgrade sa hodničkim (koridorskim sistemom) gde se kao podtipovi izdvajaju:

²³⁶ Sanoff, H; Walden, R: *School Environment*, The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology, Oxford University Press, 2012. pp. 276-294.

²³⁷ U zbirci primera projekata srednjih škola Ministarstva za obrazovanje, sport, nauku i tehnologiju Japana, su prikazane preporuke za projektovanje školskih zgrada kroz različite tipove školskih zgrada u kojima se mogu videti specifične karakteristike određenih tipove koje ne zavise od prostornih već od tehnoloških i enterijerskih karakteristika standardnih učeničkih prostora.

A Collection of Exemplary Designs of High School Facilities– Planning, Improvement and Ingenuities for Creating Distinctive Schools, A project commissioned by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology – Japan, Committee for Study of Case Examples in Response to the Revisions to the Guidelines for Designing High School Facilitie, 2012.

Preuzeto sa:

<https://www.nier.go.jp/shisetsu/pdf/e-ideahighschool.pdf>

²³⁸ Atanacković Jeličić, J: *Razvoj i transformacije arhitekture školskih zgrada u Vojvodini, od XVII veka do 2006. godine*, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2007.

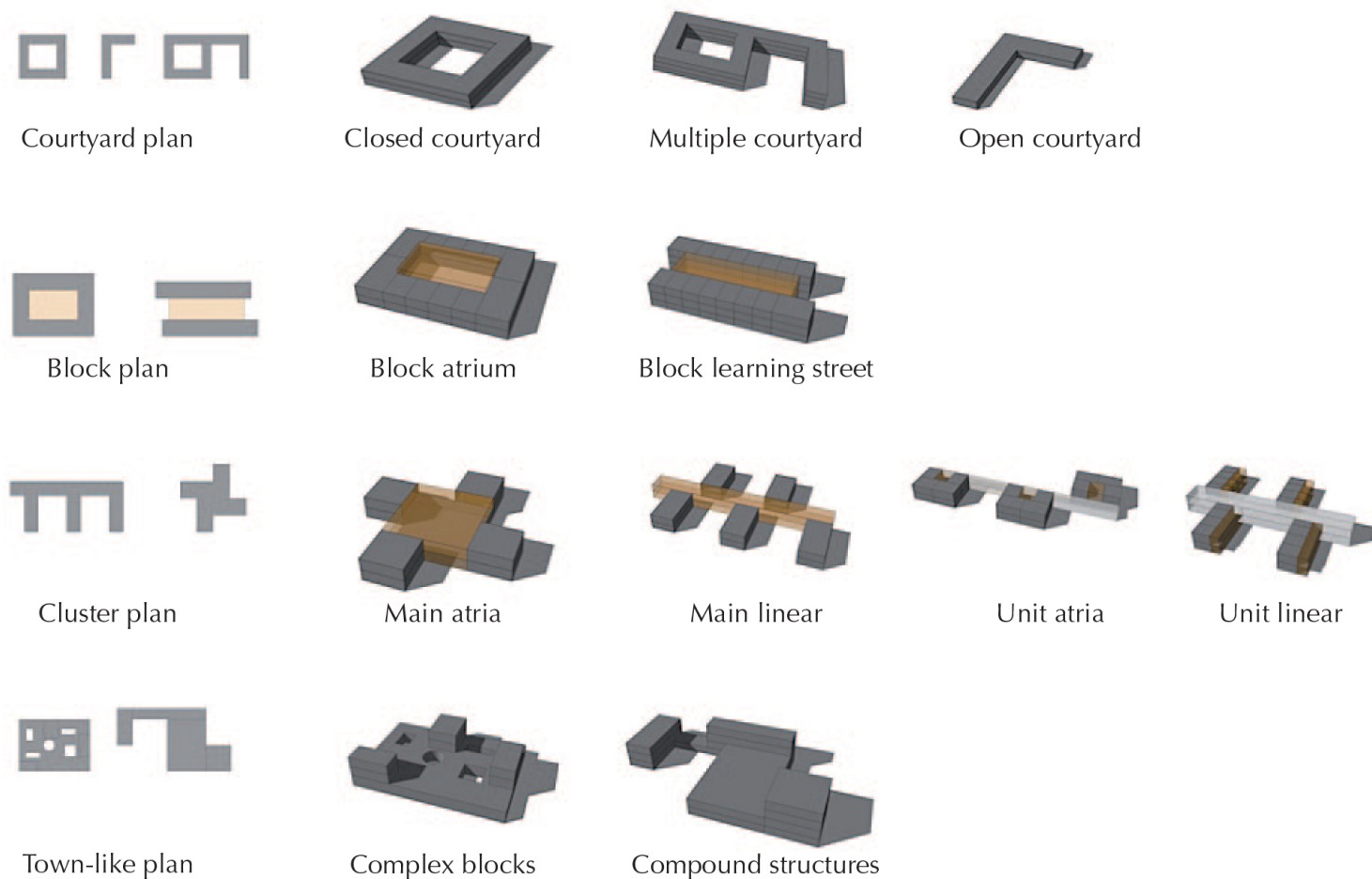
- škole kod kojih su učionice pozicionirane sa jedne strane hodnika (dvotraktna dispozicija)
 - škole kod kojih se učionice pozicionirane sa obe strane hodnika (trotraktna dispozicija)
3. Školske zgrade prelaznog tipa između holskog i hodničkog sistema (višettraktna dispozicija);
 4. Školske zgrade sa kombinovanim hodničkim i holskim sistemom;
 5. Paviljonski sistemi;
 6. Beskoridorni sistem (školska zgrada kompaktnog plana), za koji su primeri seoske i salašarske škole od kraja XVIII veka sve do perioda između dva svetska rata;
 7. Školska struktura složene dispozicije koja kombinuje paviljonski sistem sa centralnim objektom holske, hodničke ili kombinovane dispozicije.

Sličnu sistematizaciju je predložio Alesandro Rigolon (*Alessandro Rigolon*) u radu *European design types for 21st century schools: an overview*²³⁹. U radu je razmatrana prostorna organizacija školskih zgrada izgrađenih u XXI veku. Autor razlikuje četiri osnovna tipa sa podtipovima školskih zgrada:

1. Dvorišni tip u kojem se izdvajaju podtipovi:
 - školska zgrada sa zatvorenim dvorištem,
 - školska zgrada sa otvorenim dvorištem i
 - školska zgrada sa višestrukim tipovima dvorišta;
2. Blokovski tip u kojem se izdvajaju podtipovi:
 - blokovski tip- atrijumom;
 - blokovski tip- edukativna ulica;
3. Tip klastera u kojem se izdvajaju podtipovi u odnosu na način na koji su vezani klasteri- paviljoni:
 - klasteri formirani oko atrijuma,
 - klasteri formirani linearno,
 - klasteri sa atrijumima linearno formirani i
 - kompaktni klasteri linearno formirani.
4. Tipovi nalik gradskoj morfologiji od kojih se izdvajaju podtipovi:
 - složeni blokovski tip i

²³⁹ Rigolon A: European design types for 21st century schools: an overvie, CELE Exchange 2010/3, OECD 2010.

- tip složene strukture.



Slika 54. Na slici su ilustrovani predloženi tipovi prostorne organizacije Alesandra Rigolona. (preuzeto iz: *Rigolon A: European design types for 21st century schools: an overview*, CELE Exchange 2010/3, OECD 2010.)

Posmatrajući školsku zgradu kroz dva osnovna elementa: učionicu i koridor iz primera sistematizacije prostorne organizacije se može učiti da je koridor u različitim tipovima školske ima različiti oblik i funkciju. U većini slučajeva ima primarnu funkciju komunikacije ali i višenamenskog prostora kao što je u slučaju holskog tipa ili funkciju *edukativne* ulice u blokovskom tipu. U nekim slučajevima je natkriven dok se u slučaju paviljonskog tipa, u kojem su učionice formirane u klasterima, dvorišni prostor koristi kao komunikacija između klastera. Dok se u slučaju tipa škole nalik gradu, koridor izjednačava sa ulicom koja spaja *trgove* i ostale javne površine i objekte koji se nalaze uz ulicu. Učionice mogu biti na

različite načine formirane u odnosu na komunikaciju (dvotraktne, trotraktne i vešetraktne). Shodno relacijama osnovnih elemenata školske zgrade za ovo istraživanje je izabran koridorski tip školske zgrade jer je nastao jednostavnim formiranjem učionica uz koridorski prostor. Dakle, u ovom istraživanju, koridorski tip škole nije izabran kako bi se ponovili obrasci specifični prostornim karakteristikama ovog tipa škole, već zbog svoje jednostavnosti nastanka formiranjem učionica uz koridorski prostor. Generisana rešenja dobijena ovim istraživanjem ukazuju da se na osnovu ovih jednostavnih relacija mogu generisati rešenja koja pripadaju različitim tipovi prostorne organizacije škole, iako ovo istraživanje nije imalo pretenzije da opiše određeni tip školske zgrade. U sledećem poglavlju će se detaljno opisati izrada *CA* modela kroz definisanje osnovnih elemenata koridora i učionice, kao i njihove relacije sa spoljašnjim prostorom.

6 Primena CA računarskog modela u procesu projektovanja školskih zgrada

Ćelijski automat- CA je diskretan model koji se sastoji od konačne mreže ćelija, od kojih svaka ima konačni broj *stanja* koja su promenljiva u diskretnom vremenskom koraku. Promena stanja zavisi od stanja ćelija koje se nalaze u *okruženju* prema definisanom pravilu. U svakom koraku svaka ćelija *računa* novo stanje lokalno i uniformno. Lokalno u smislu da ćelije prepoznaje samo susedne ćelije (stanja), a uniformno znači da su definisana pravila jednaka u celom *ćelijskom prostoru*²⁴⁰. U daljem tekstu će biti definisani pojedinačni terminu CA adaptirani u kontekstu projektovanja školske zgrade: *ćelija-modul*, *ćelijski prostor-parcela*, *okruženje-kontekst*, *stanje-funkcija* i *pravila-relacije*.

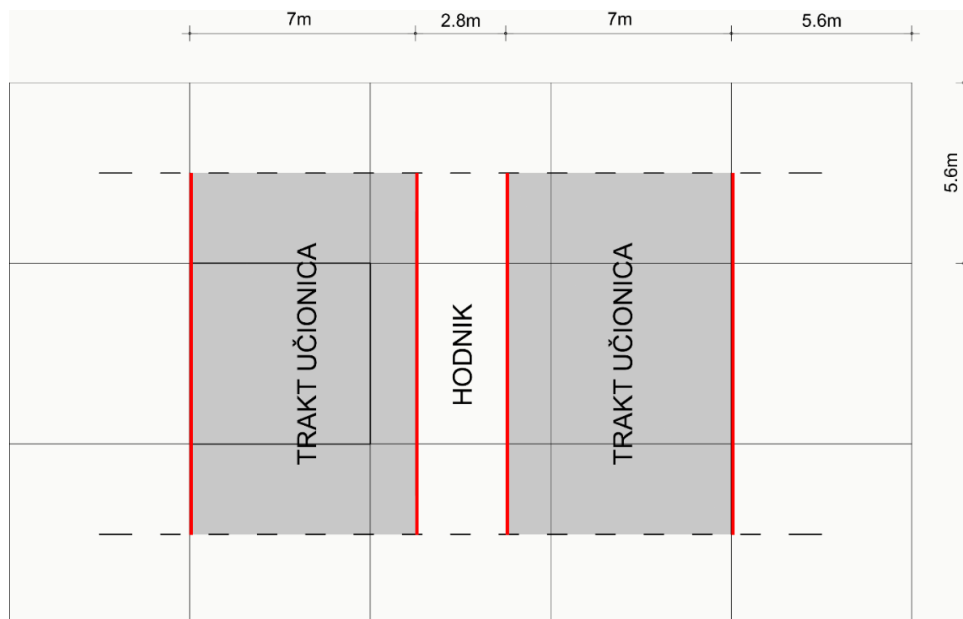
6.1 I faza- definisanje početnog stanja

U okviru ovog, sa stanovišta arhitektonskog projektovanja, centralnog poglavlja, detaljno će se prikazati postupak projektovanja koji predstavlja kombinaciju znanja arhitekta i savremenih softverskih alata koji daju mogućnost da se takva znanja prenesu na softverski kod, a da konačni rezultat bude odgovarajuće arhitektonsko rešenje. Postupak projektovanja će biti opisan veoma detaljno i u koracima (iterativno), tako da se može pratiti ne samo tok misli u projektovanju već i da se razume koncept ponuđenog softverskog rešenja.

²⁴⁰ Packard, N; Wolfram S: *Two-Dimensional Cellular Automata*, Journal of Statistical Physics, March 1985, Volume 38, Issue 5–6, pp 901–946.

6.1.1 Definisane ćelije- modula

Prvi, i netrivialni korak, jeste definisanje osnovne ćelije (modula) koju autor prepoznaje kao osnovnu jedinicu funkcionalne organizacije školske zgrade. U cilju apstrakcije, izabrana je trotraktna koridorska dispozicija zbog svoje jednostavne konfiguracije i visokog stepena iskorišćenosti ukupnog prostora za učionice (procenat prostora hodnika je relativno mali u odnosu na prostor učionica). Takođe, u smislu arhitektonske analize, ovaj tip prostorne organizacije je ujedno i najjednostavniji jer je nastao prostim postavljanjem učionica uz koridor²⁴¹. Dimenzija ćelije su određene prema realnim prostornim zahtevima tako da je dubina prostorije učionice od 7m određena u odnosu na maksimalnu dozvoljenu dimenziju²⁴², što se, u slučaju dvotraktne dispozicije prikazanoj na slici 2. može ostvariti kvadratnim oblikom 5.6m x 5.6m dok se dužina može prilagoditi učionici pa i ostalim funkcijama.



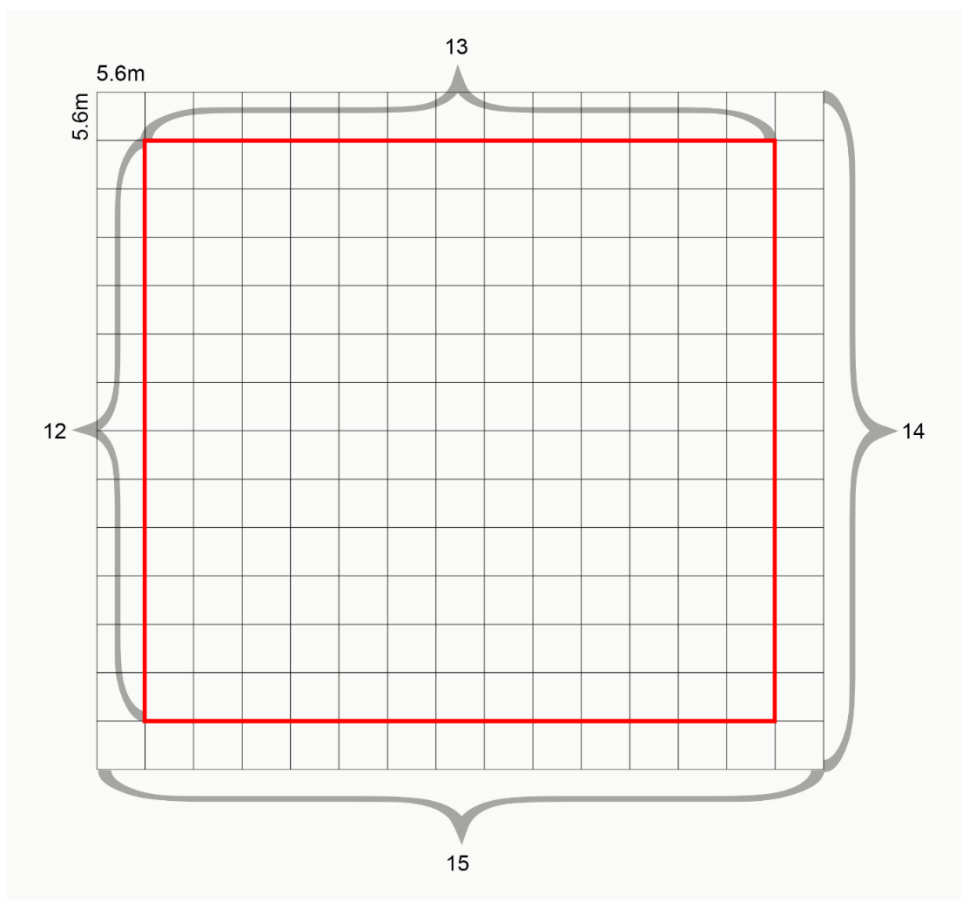
Slika 55. Prikaz formiranih modula/ćelija u pravilnom rasteru.

²⁴¹ Atanacković Jeličić, J: *Razvoj i transformacije arhitekture školskih zgrada u Vojvodini, od XVII veka do 2006. godine*, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2007.

²⁴² Neufert, E: *Arhitektonsko projektovanje*, Beograd, Građevinska knjiga, 1985.

6.1.2 Definisane ćelije prostora- parcele

Pored definisanja osnovne ćelije potrebno je odrediti granice CA prostora. Za potrebe lakšeg razumevanja algoritma, granica prostora je data u formi pravougaonika koga čine ćelije kvadratnog oblika definisane u prethodnom koraku raspoređene u raster 15x14 koji odgovara prostoru parcele. Prostor van parcele se tretira kao izgrađen, pa je iz tog razloga definisana zona uz granicu parcele kako bi se obezbedilo prirodno osvetljenje u svim delovima generisanog modela. Prostor parcele u kojem se generiše model je predstavljen u formi pravougaonika u rasteru 13x12, iako ne postoje nikakva ograničenja da se algoritam primeni i na nepravilni oblik parcele. Data parcela je dimenzije 84m x 78,4 m, površine 6585,6 m². Sa stanovišta algoritma parcela ujedno predstavlja skup ćelija koje će u diskretnim vremenskim koracima menjati stanje prema prethodno definisanim pravilima.



Slika 56. Granica CA prostora 15x14 sa parcelom 13x12

6.1.3 Definisane stanje ćelije- funkcija

Algoritam razlikuje 7 različitih stanja ćelije. Stanje će biti definisano brojem i bojom odnosno teksturom kao što je prikazano na *slici 4*. Oslanjajući se na jednostavnost dvotraktne škole, u ovom istraživanju, koridor odnosno komunikacija će predstavljati jedno stanje ćelije-*stanje 1*, dok će sve primarne funkcije savremene škole (upravni blok, trpezarija sa kuhinjom, biblioteka, laboratorija, sanitarni blokovi, pripremni kabineti, garderoberi ...) predstavljati drugo stanje ćelije-*stanje 2*. Takođe je definisano i treće stanje ćelije-*stanje 0*, spoljašnji prostor. Neophodnost uvođenja spoljašnjeg prostora proističe iz osnovnih zahteva za izvođenje nastave.

Dodatne funkcije kao što su: sale za fizičku kulturu, bazeni, pozorišne sale i sl. se po pravilu projektuju kao zasebne celine u okviru školskih zgrada, pre svega zbog složenosti konstruktivnog sistema, tako da one ovde neće biti razmatrane.

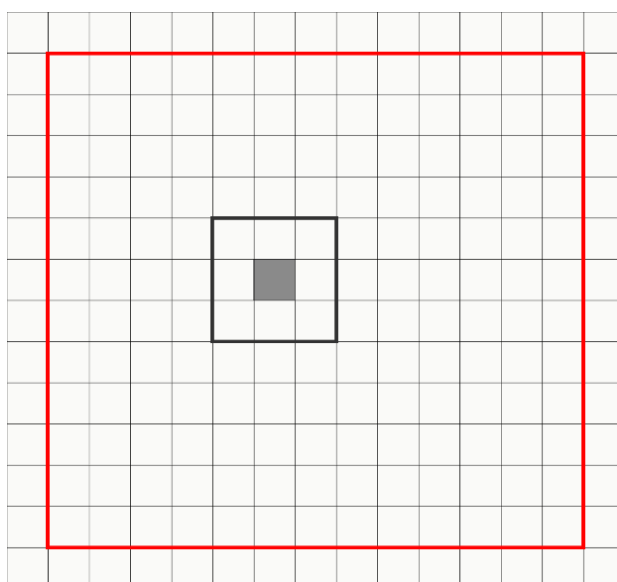
Pored osnovna 3 stanja ćelije, za potrebe algoritma, će se definisati i pomoćna stanja kao što je *stanje 3, stanje 4, stanje 5, stanje 6 i stanje 7* koja će se u daljem tekstu preciznije pojasniti.



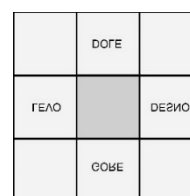
Slika 57 Levo: osnovna stanja (0,1,2) Desno: pomoćna stanja (3,4,5,6,7)

6.1.4 Definisane okruženja- kontekst

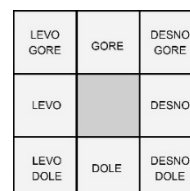
Svaka ćelija u CA prostoru prepoznaje samo susedne ćelije iz okruženja. Shodno tome će razlikovati dva okruženja, *neposredno okruženje* (četiri susedne ćelije koje su u neposrednom kontaktu sa centralnom ćelijom-*von Numann model*) i *šire okruženje* (osam susednih ćelija-*Moore model*).



Slika 58 Prikaz okruženja centralne ćelije u odnosu na parcelu.



Slika 59 Neposredno okruženja



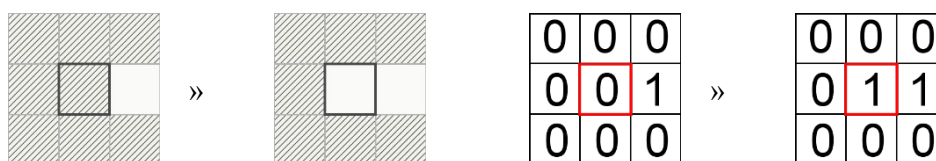
Slika 60. Šire okruženje.

Promena stanja centralne ćelije je uslovljeno stanjem ćelija u okruženju prikazanom na *slici 61* i *slici 62*. Novo stanje ćelije je definisano pravilima koje će biti preciznije objašnjeno u sledećem poglavlju.

6.1.5 Definisanje pravila- relacije

U ovom istraživanju pravila će se definisati iterativnim postupkom, vođenim logikom funkcionalne šeme odnosno relacijama osnovnih funkcija dvotraktne škole. Posmatrano pojedinačno, osnovno pravilo za stanje 1 je *kontinuitet* koji je specifičan za komunikaciju. Dalje, osnovno pravila za stanje 2 je direktni kontakt sa komunikacijom kao i direktni kontakt sa otvorenim prostorom, minimalno sa jedne strane shodno zahtevima izvođenja nastave. Pravila će biti prikazana na isečku parcele od devet ćelija 3x3.

Na primeru prikazanom na slici 8. se paralelno vidi način na kojim će se ilustrovati pravila i način na koji algoritam prepoznaje isto okruženje. Dati primer ilustruje transformaciju stanja centralne ćelije.



Primer jednog pravila: Pravilo je definisano sa sedam ćelija u stanju 0 i jednom ćelijom u stanju 1 koja se nalazi sa desne strane centralne ćelije, u rasporedu prikazanom na isečku parcele 3x3.

Algoritam kada prepozna takvo okruženje će centralnoj ćeliji promeniti stanje u stanje 1.

Slika 61. Levo: Isečak parcele ilustrovan na način koji će se koristiti u daljem tekstu zbog jasnijeg prikaza. Desno: isečak parcele ilustrovan na način kako algoritam prepoznaje stanje ćelija u okruženju centralne ćelije.

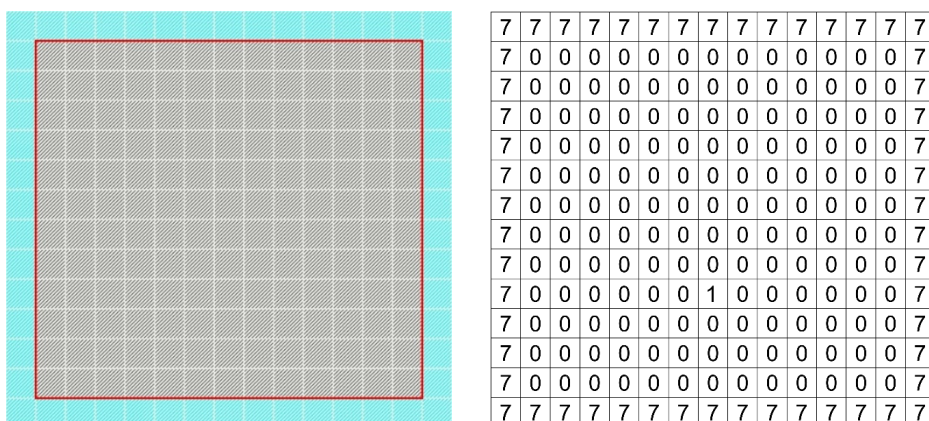
Jednostavnije rečeno, svaka ćelija će imati tri pitanja:

1. Ko sam ja?
2. Ko je oko mene?
3. Da li će mi stanje ostati isto ili će se promeniti?

Za treće pitanje algoritam će konsultovati set pravila koja će se u koricima definisati u procesu projektovanja. Na samom početku projektovanja je potrebno definisati početno stanje.

6.1.6 Početno stanje

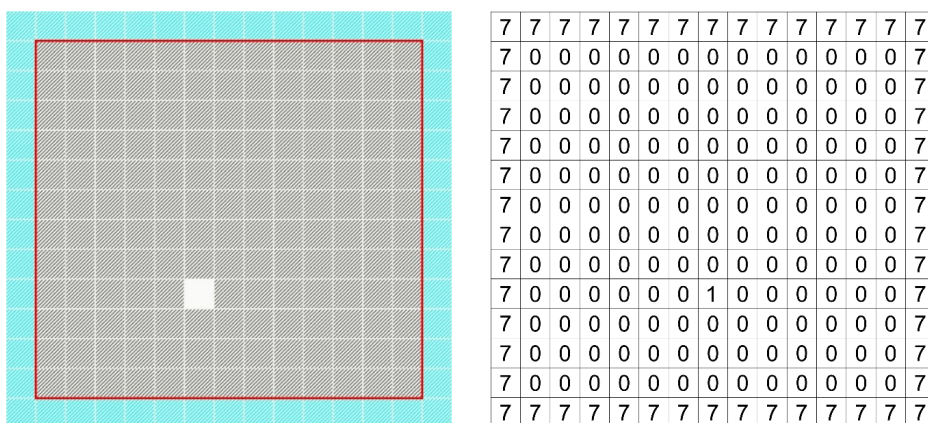
Kao u svakom CA prostoru, kao prvi korak, potrebno je definisati početno, nulto stanje. Takođe je potrebno definisati kriterijum zaustavljanja. U ovom slučaju kriterijum zaustavljanja je definisan na više načina. Jedan od pomenutih načina je uvođenje stanja 7 na obodu ćelijskog prostora. Formirane ćelije ujedno definišu parcelu i granicu nakon koje algoritam prestaje da pravi nova rešenja. Sve ćelije, unutar parcele, u početnom koraku imaju *stanje 0* (stanje koje predstavlja spoljašnji odnosno neizgrađeni prostor).



Slika 62. Prikaz početnog stanja.

U sledećem koraku algoritma biće definisani parametri-pravila na osnovu kojih će ćelija menjati svoje stanje u odnosu na stanja ćelija koje su u okruženju. Broj iteracija u kojima algoritam proverava okruženje odgovara broju ćelija unutar parcele što u ovom slučaju iznosi 156 (13 ćelija x 12 ćelija). Kao što je navedeno, inicijalno su sve ćelije unutar parcele u *stanju 0*. Kako bi se desila promena bar jedna ćelija mora da bude različita od ostalih. Iz tih razloga, ćelija u *stanju 1* će se

stohastički postaviti unutar granice parcele. Ovaj korak ujedno inicijalizuje *generator*²⁴³ koji primenjuje skup pravila. Definisane pravila je u skladu sa pravilima arhitektonske struke i samo od projektanta zavisi koliko će takvih pravila da uvede. Veći broj pravila, po pravilu, direktnije vodi ka konačnom rešenju. Ipak, za bolje razumevanje samog postupka, pravila će se uvoditi postupno, da bi se lakše sagledala razmatrana problematika.



Slika 63. Prikaz početnog stanja sa inicijalnom ćelijom.

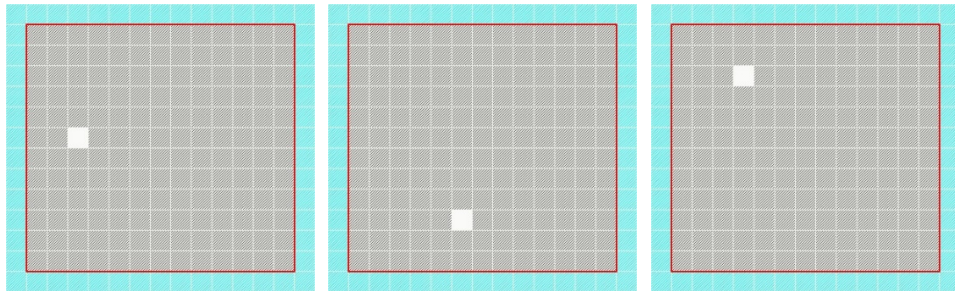
6.2 II faza- Definisane koridora

U ovom poglavlju će se definisati pravila koja će formirati koridore. Pravilima je potrebno opisati osnovne karakteristike koridora specifične za dvotraktnu dispoziciju škola. Na početku je potrebno formirati koridore u horizontalnom i vertikalnom pravcu u prostoru unutar parcele. Pored formiranja osnovnih pravaca potrebno je odrediti mesta na kojima koridor menja pravac. U slučaju ovog istraživanja predviđena mesta za promenu pravca će biti krajevi formiranog pravca. Osnovni princip za formiranje koridora će biti *kontinuitet*. U sledećem poglavlju će se opisati pravila koja definišu formiranje koridora.

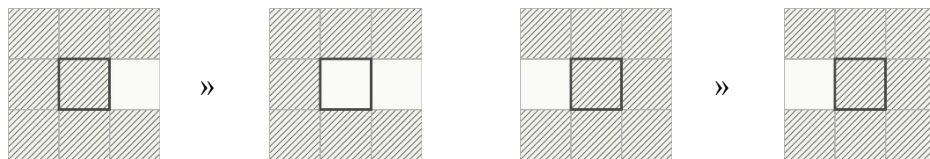
²⁴³ Skup svih pravila definisanih algoritmom.

Pravila 1 i 2

Omogućavaju formiranje koridora u horizontalnom pravcu. Da bi se sprečilo formiranje koridora do granice parcela uvodi se kriterijum zaustavljanja uvođenjem *stanja 5* (označeno crvom bojom)²⁴⁴. Nakon uvođenja kriterijuma zaustavljanja, u svakoj iteraciji u kojoj okruženje centralne ćelije odgovara nekom od pravila, algoritam stohastički bira između *stanja 5* ili *stanja 1*. U slučaju da izabere *stanje 5*, zaustavlja širenje koridora u horizontalnom pravcu.

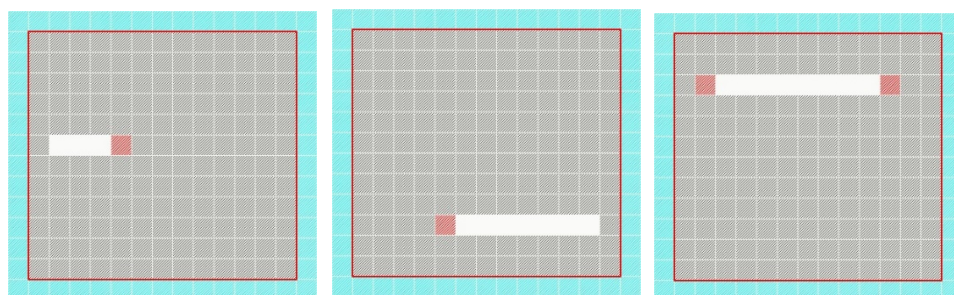


Slika 64. Prikaz početnog stanja.



Pravilo 1: Ako je centralna ćelija u stanju 0, a ćelije sa desne strane u stanju 1, i ako su ostalih 7 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.

Pravilo 2: Ako je centralna ćelija u stanju 0, a ćelije sa desne strane u stanju 1, i ako su ostalih 7 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.

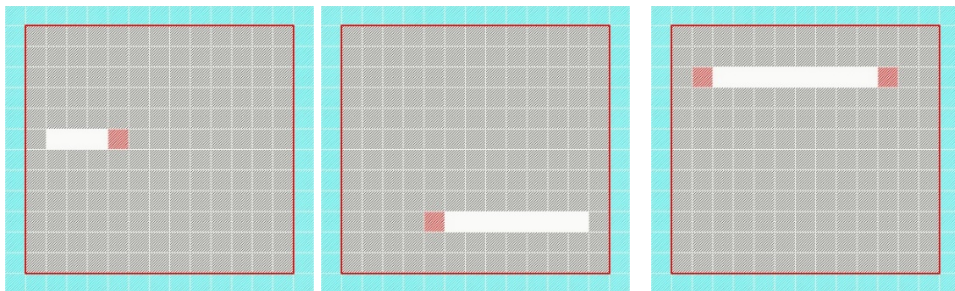


Slika 65. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1 i 2.

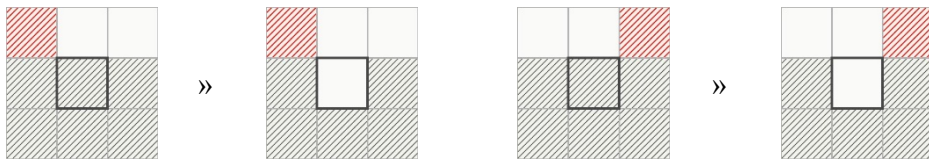
²⁴⁴ Uvedena stohastika je definisana jednostavnom matematičkom funkcijom. U svakom koraku formiranja koridor, algoritam odlučuje da li da se zaustavi ili da nastavi formiranje pomoću random funkcije (funkcija slučajnosti). Random funkcija, slučajnim izborom bira broj koji se nalazi između 0 – 1 i poredi ga sa zadatim stepenom verovatnoće. U ovom slučaju, ako je stepen verovatnoće broj bliži 0, verovatnoća je manja, a ako je bliži jedinici verovatnoća je veća. **Generisana rešenja u ovom istraživanju imaju stepen verovatnoće 0.8.**

Pravila 3 i 4

Omogućavaju formiranje koridora iz horizontalnog pravca u vertikalni ka prednjoj strani parcele. Da bi se sprečilo formiranje koridora do granice parcela, takođe se uvodi kriterijum zaustavljanja uvođenjem *stanja 5* (označeno crvenom bojom). Nakon uvođenja kriterijuma, u svakoj iteraciji u kojoj okruženje centralne ćelije odgovara nekom od pravila, algoritam stohastički bira između *stanja 5* ili *stanja 1*. U slučaju da algoritam izabere *stanje 5*, zaustavlja širenje koridora u vertikalnom pravcu.

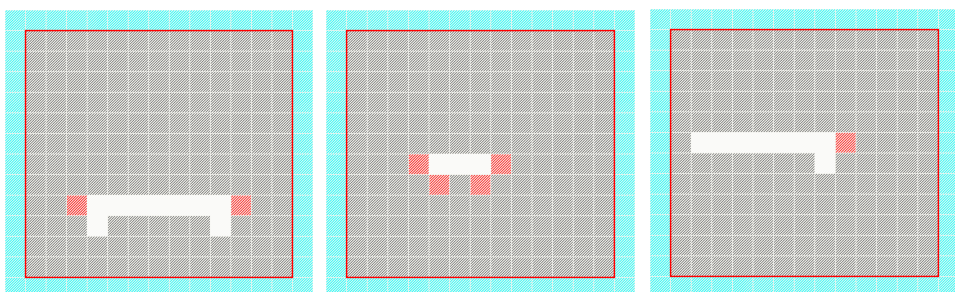


Slika 66. Prikaz prethodno generisanih rešenja nakon primene pravila 1 i 2.



Pravilo 3: Ako je centralna ćelija u stanju 0, ćelija gore u stanju 1, ćelija levo-gore u stanju 5, ćelija desno-gore u stanju 1 i ako su ostalih 5 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1

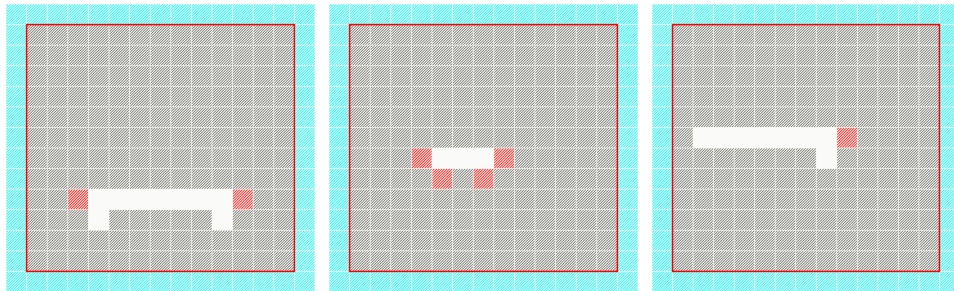
Pravilo 4: Ako je centralna ćelija u stanju 0, ćelija gore u stanju 1, ćelija levo-gore u stanju 1, ćelija desno-gore u stanju 5 i ako su ostalih 5 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.



Slika 67. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3 i 4.

Pravila 5 i 6

Omogućavaju formiranje koridora u vertikalnom pravcu, ka zadnjoj strani parcele. Da bi se sprečilo formiranje koridora do granice parcela, takođe se uvodi kriterijum zaustavljanja uvođenjem *stanja 5* (označeno crvenom bojom). Nakon uvođenja kriterijuma, u svakoj iteraciji u kojoj okruženje centralne ćelije odgovara nekom od pravila, algoritam stohastički bira između *stanja 5* ili *stanja 1*. U slučaju da izabere *stanje 5*, zaustavlja širenje koridora u vertikalnom pravcu.

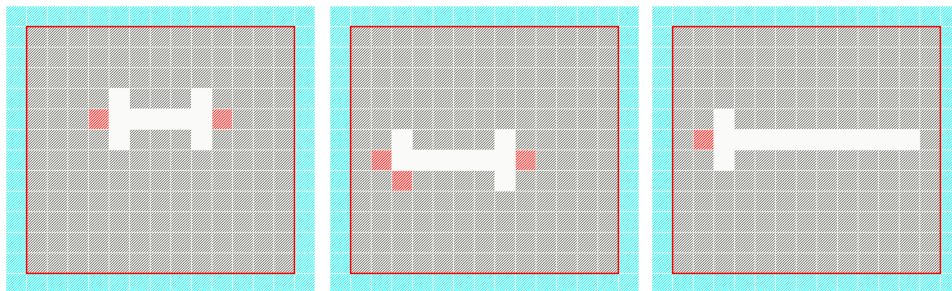


Slika 68. Prikaz prethodno generisanih rešenja nakon primene pravila 1,2,3 i 4.



Pravilo 5: Ako je centralna ćelija u stanju 0, ćelija dole u stanju 1, ćelija levo-dole u stanju 5, ćelija desno-dole u stanju 1 i ako su ostalih 5 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.

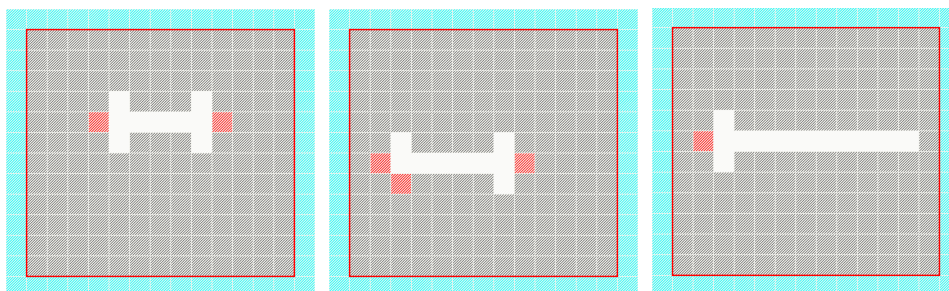
Pravilo 6: Ako je centralna ćelija u stanju 0, ćelija dole u stanju 1, ćelija levo-dole u stanju 1, ćelija desno-dole u stanju 5 i ako su ostalih 5 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.



Slika 69. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5 i 6.

Pravila 7 i 8

Omogućavaju formiranje koridora iz horizontalnog u vertikalni pravac, ka prednjoj i zadnjoj strani parcele. Da bi se sprečilo formiranje koridora do granice parcela, takođe se uvodi kriterijum zaustavljanja uvođenjem *stanja 5* (označeno crvenom bojom). Nakon uvođenja kriterijuma, u svakoj iteraciji u kojoj okruženje centralne ćelije odgovara nekom od pravila, algoritam stohastički bira između *stanja 5* ili *stanja 1*. U slučaju da izabere *stanje 5*, zaustavlja širenje koridora u vertikalnom pravcu.

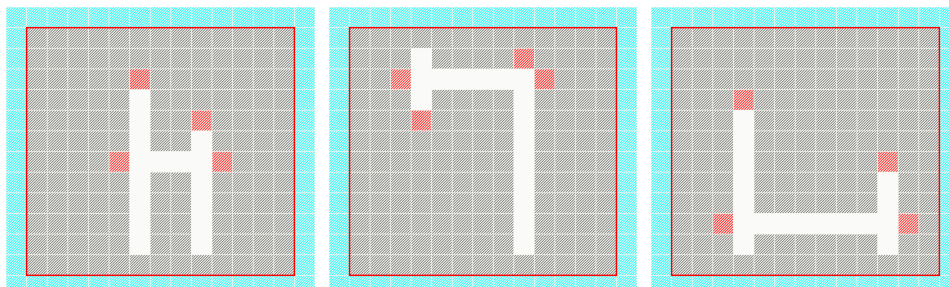


Slika 70. Prikaz prethodno generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5 i 6.



Pravilo 7: Ako je centralna ćelija u stanju 0, a ćelija gore u stanje 1, i ako su ostalih 7 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.

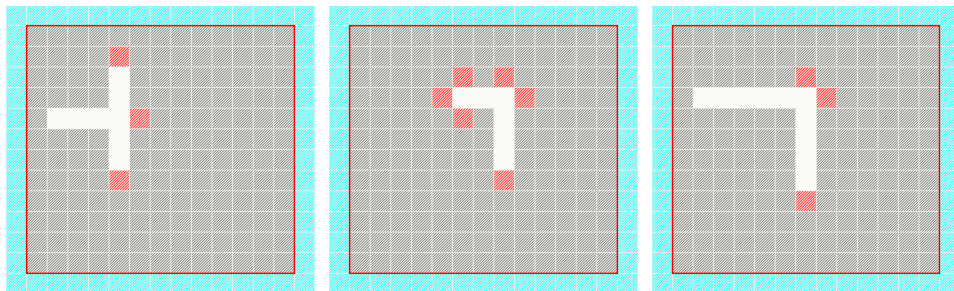
Pravilo 8: Ako je centralna ćelija u stanju 1, a ćelija sa dole u stanje 0, i ako su ostalih 7 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 0.



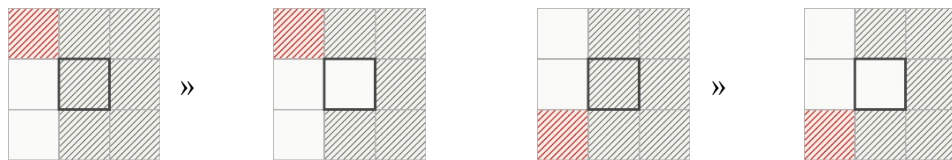
Slika 71. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 i 8.

Pravila 9 i 10

Omogućavaju formiranje koridora iz vertikalnog pravca u horizontalni pravac ka desnoj strani parcele. Da bi se sprečilo formiranje koridora do granice parcela takođe se uvodi kriterijum zaustavljanja uvođenjem *stanja 5* (označeno crvenom bojom). Nakon uvođenja kriterijuma, u svakoj iteraciji u kojoj okruženje centralne ćelije odgovara nekom od pravila, algoritam stohastički bira između *stanja 5* ili *stanja 1*. U slučaju da izabere *stanje 5*, zaustavlja širenje koridora u horizontalnom pravcu.

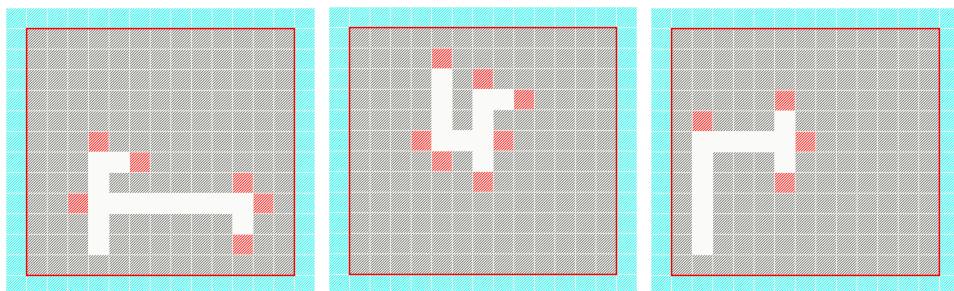


Slika 72. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7 i 8.



Pravilo 9: Ako je centralna ćelija u stanju 0, ćelija levo u stanju 1, ćelija levo-gore u stanju 5, ćelija desno-dole u stanju 1 i ako su ostalih 5 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.

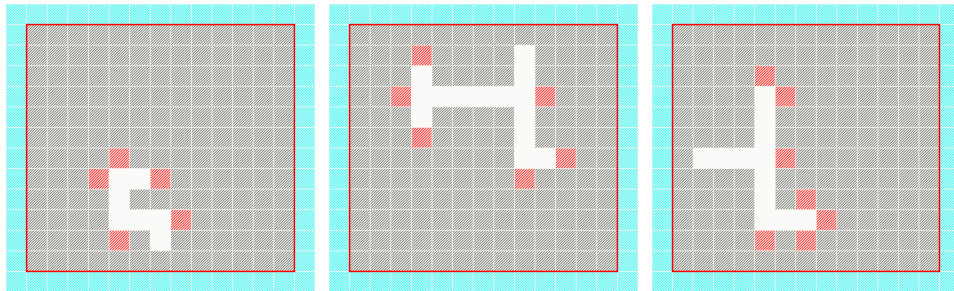
Pravilo 10: Ako je centralna ćelija u stanju 0, ćelija levo u stanju 1, ćelija levo-gore u stanju 1, ćelija desno-dole u stanju 5 i ako su ostalih 5 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.



Slika 73. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9 i 10.

Pravila 11 i 12

Omogućavaju formiranje koridora iz vertikalnog pravca u horizontalni pravac ka levoj strani parcele. Da bi se sprečilo formiranje koridora do granice parcela, takođe se uvodi kriterijum zaustavljanja uvođenjem *stanja 5* (označeno crvenom bojom). Nakon uvođenja kriterijuma, u svakoj iteraciji u kojoj okruženje centralne ćelije odgovara nekom od pravila, algoritam stohastički bira između *stanja 5* ili *stanja 1*. U slučaju da izabere *stanje 5*, zaustavlja širenje koridora u horizontalnom pravcu

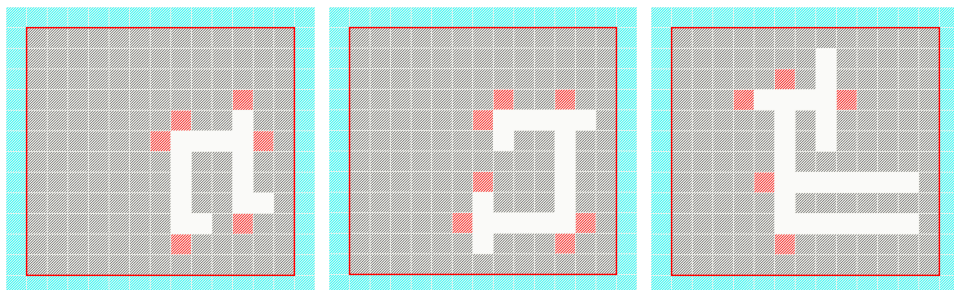


Slika 74. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9 i 10.



Pravilo 11: Ako je centralna ćelija u stanju 0, ćelija levo u stanju 1, ćelija levo-gore u stanju 5, ćelija desno-dole u stanju 1 i ako su ostalih 5 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.

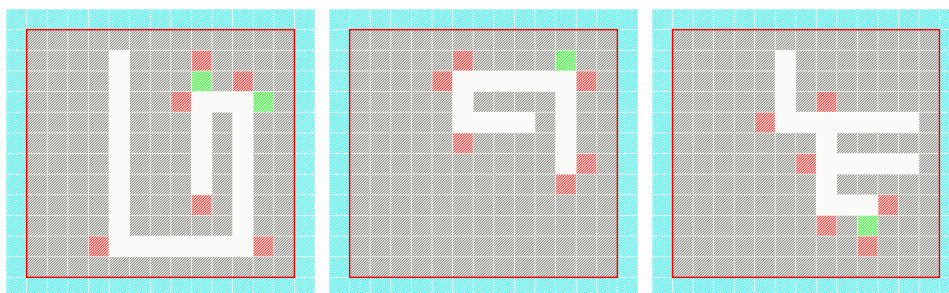
Pravilo 12: Ako je centralna ćelija u stanju 0, ćelija levo u stanju 1, ćelija levo-gore u stanju 1, ćelija desno-dole u stanju 5 i ako su ostalih 5 ćelija u okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.



Slika 75. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9, 10, 11 i 12.

Pravila 13

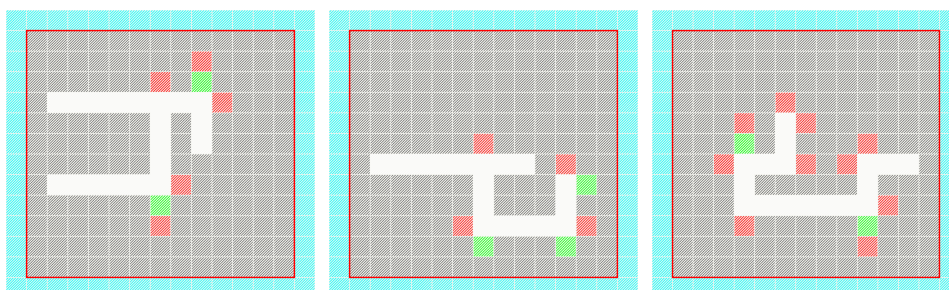
Omogućava ukidanje *usamljenih* jedinica koridora. Iskustveno, u smislu arhitektonske ekspertize, pretpostavlja se da će time koridor održati kontinuitet, a kasnije, nakon formiranja ostalih funkcija osnova školske zgrade biti kompaktnija.



Slika 76. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9, 10, 11 i 12.



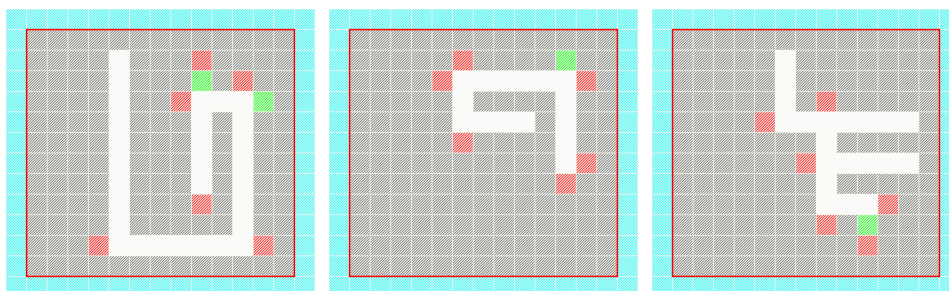
Pravilo 13: Ako je centralna ćelija u stanju 1, broj ćelija u stanju 0 u neposrednom okruženju veći ili jednak 2 i ako je broj ćelija u stanju 5, u neposrednom okruženju, veći ili jednak 1, promeni stanje centralne ćelije u stanje 6.



Slika 77. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9, 10, 11, 12 i 13.

Pravila 14 i 15

Omogućavaju spajanje koridora ako se mimoilaze na rastojanju jednog modula odnosno ćelije. Ovim pravilom se skraćuje dužina kretanja kroz koridore.

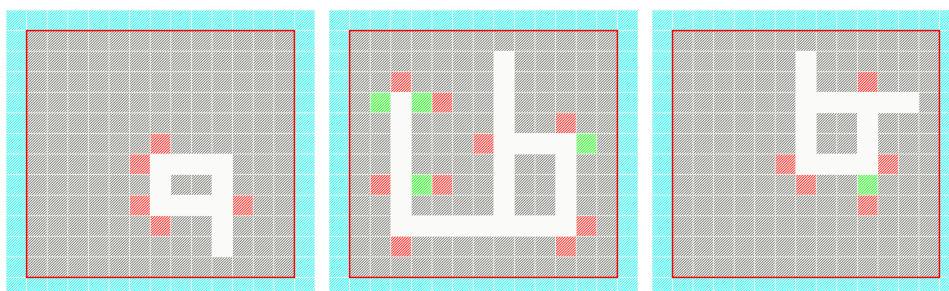


Slika 78. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9, 10, 11, 12 i 13.



Pravilo 14: Ako je centralna ćelija u stanju 0, a ćelija gore u stanju 1, i ćelija dole u stanju 1, ćelija levo u stanju 0 i ćelija desno u stanju 0, a ostale ćelije nevažne, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.

Pravilo 15: Ako je centralna ćelija u stanju 0, a ćelija gore u stanju 0, i ćelija dole u stanju 0, ćelija levo u stanju 1 i ćelija desno u stanju 1, a ostale ćelije nevažne, promeni stanje centralne ćelije u stanje 1.



Slika 79. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14 i 15.

Zaključna razmatranja II faze:

Koridori su formirani sa 15 pravila. Većina novoformiranog prostora ima prirodnu ventilaciju, osim u slučaju malog dela prostora predviđanog za skladišta, toalete i sl.

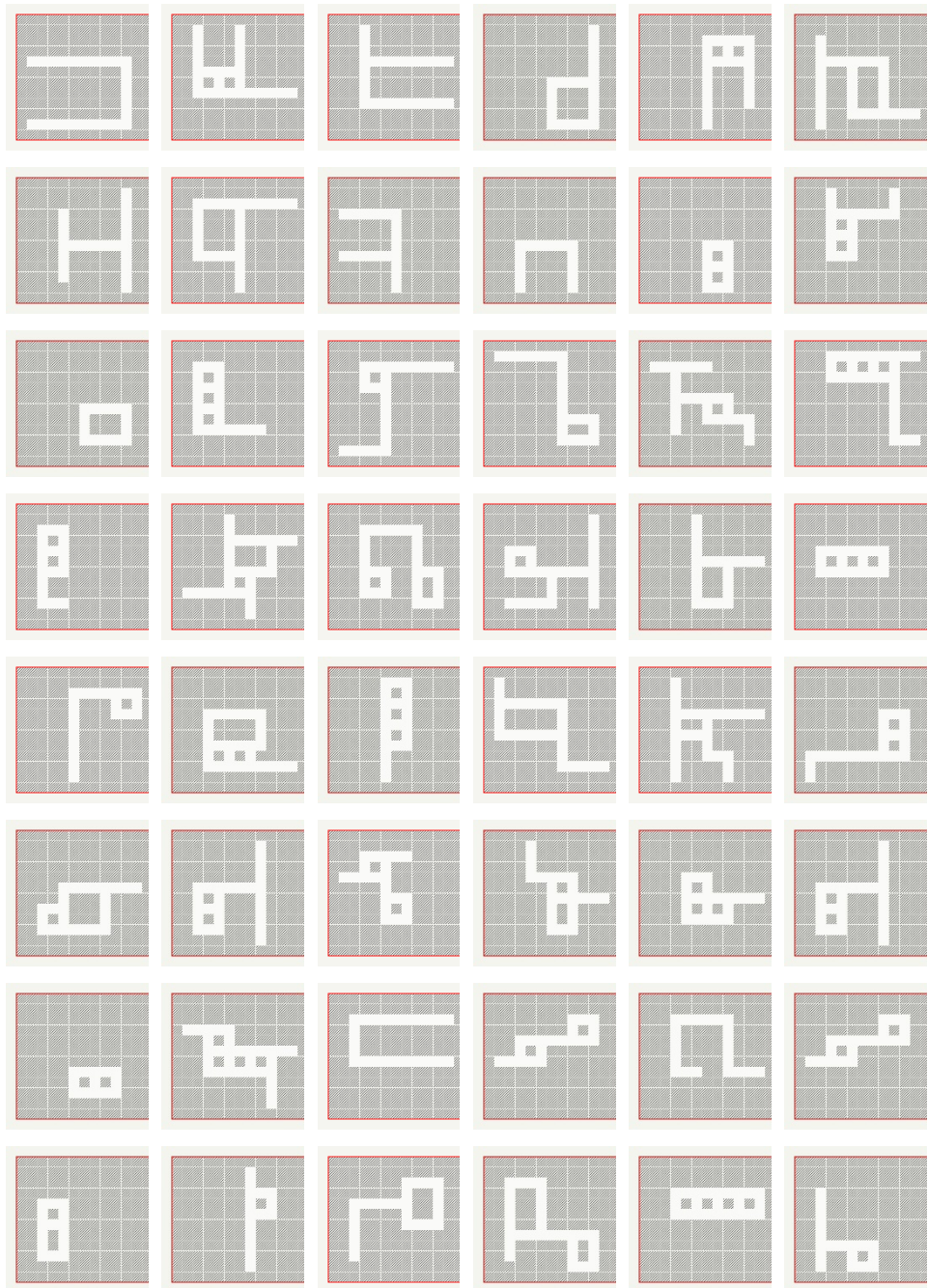
Pravilima 1, 2, 6 i 7 omogućeno je formiranje koridora u horizontalnom i vertikalnim pravcu. Takođe, ovako formulisano pravilo, će ograničiti distancu između koridora koji se mimoilaze na jedan *modul* i time će se sprečiti udvajanje koridora.

Pravilima 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11 i 12 omogućeno je da se promena pravca iz vertikalnog u horizontalni odnosno iz horizontalnog u vertikalni odvija na krajevima pravaca. Time se smanjuje moguće grananje koridora na maksimalno četiri pravca.

Pravilo 13 omogućava ukidanje *usamljenih* jedinica koridora. Iskustveno, u smislu arhitektonske analize, pretpostavlja se da će time koridor održati kontinuitet, a kasnije, nakon formiranja ostalih funkcija, osnova školske zgrade biti kompaktnija.

Pravila 14 i 15 omogućavaju spajanje koridora ako se mimoilaze na rastojanju jednog *modula* odnosno ćelije. Ovim pravilom se skraćuje dužina kretanja kroz koridore shodno tome i ovo pravilo, omogućava bolje kretanje kroz formirane koridore.

Na *slici 26* su prikazana neka od rešenja koje generiše algoritam. U sledećoj fazi će se pristupiti organizaciji primarnih funkcija škola.

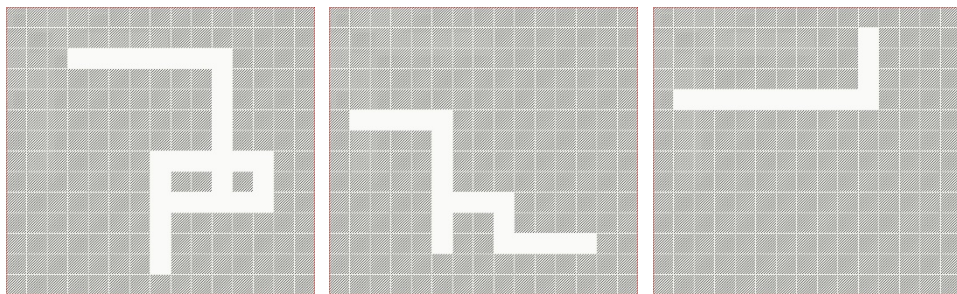


Slika 80 Neka od generisanih rešenja koridora.

Pravilo 16

U cilju označavanja moguće pozicije ulaza uvodi se stanje 5 na krajevima koridora koji se nalaze van zaštitne zone. Krajevi koridora koji imaju kontakt sa zaštitnom zonom takođe predstavljaju moguću poziciju ulaza.

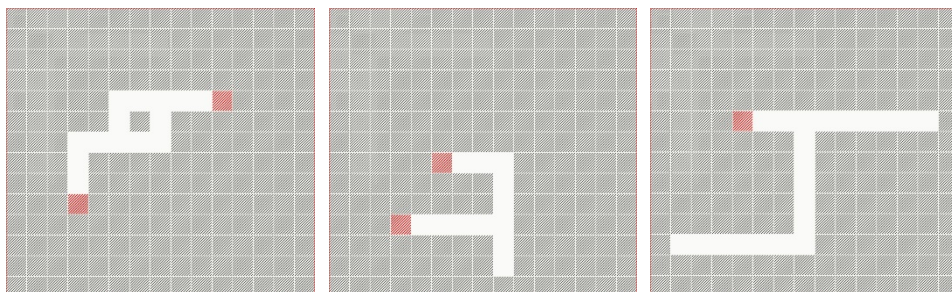
Kao i u slučaju definisanja okruženja ćelije u fazi II, takođe će se razlikovati neposredno okruženje (četiri okolne ćelije u direktnom kontaktu sa centralnom ćelijom) i okruženje (osam ćelija koje okružuju centralnu ćeliju).



Slika 82. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.



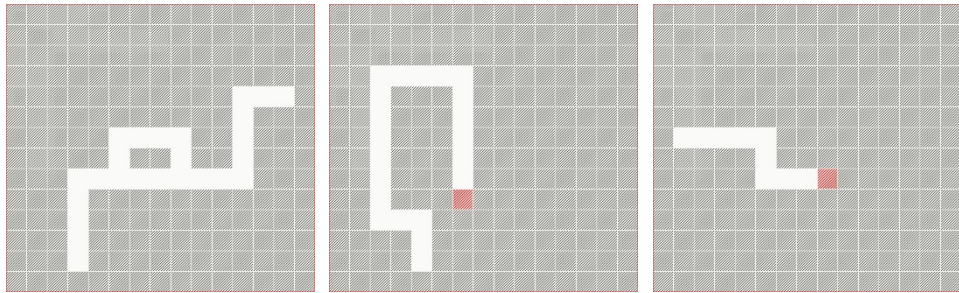
Pravilo 16: Ako je: centralna ćelija u stanju 0, bar jedna ćelija u okruženju u stanju 1, bar jedna ćelija u neposrednom okruženju u stanju 1 i tri ćelije u neposrednom okruženju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 5.



Slika 83. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16.

Pravilo 17 i 18

Nakon primene pravila 16, formirane su moguće pozicije ulaza. Vodeći se logikom dvotraktne dispozicije, uvodi se pravila koje će grupisati *primarne funkcije* škole, jednostavnim postavljanjem sa obe strane koridora. U prvom koraku se definišu primarne funkcije sa gornje i donje strane koridora.

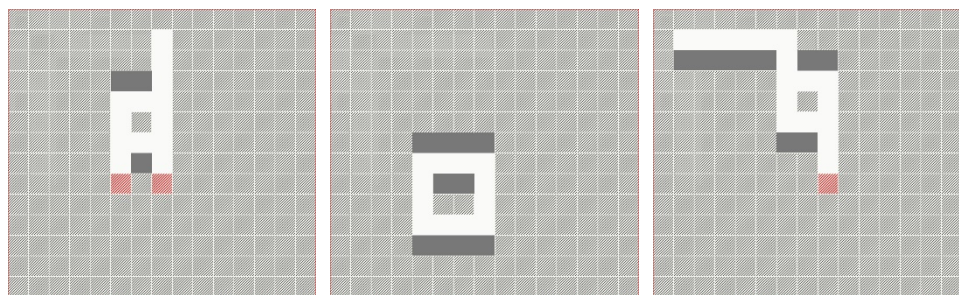


Slika 84. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16.



Pravilo 17: ako je centralna ćelija u stanju 0, i ako je ćelija gore u stanju 0 ili u stanju 5 i ako je ćelija dole u stanju 1, promeni stanje centralne ćelije u stanje 2.

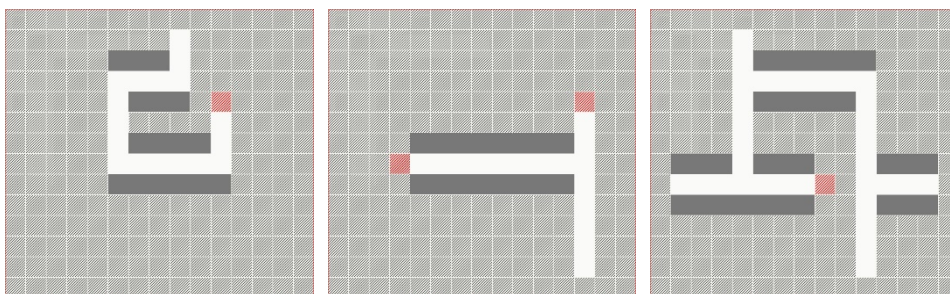
Pravilo 18: ako je centralna ćelija u stanju 0, i ako je ćelija dole u stanju 0 ili u stanju 5 i ako je ćelija gore u stanju 1, promeni stanje centralne ćelije u stanje 2.



Slika 85. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16-18.

Pravilo 19 i 20

Nakon primene pravila 17 i 18, formirane su primarne funkcije u gornjoj i donjoj strani koridora. U sledećem koraku se definišu pravila za formiranje primarnih funkcija sa leve i desne strane koridora.

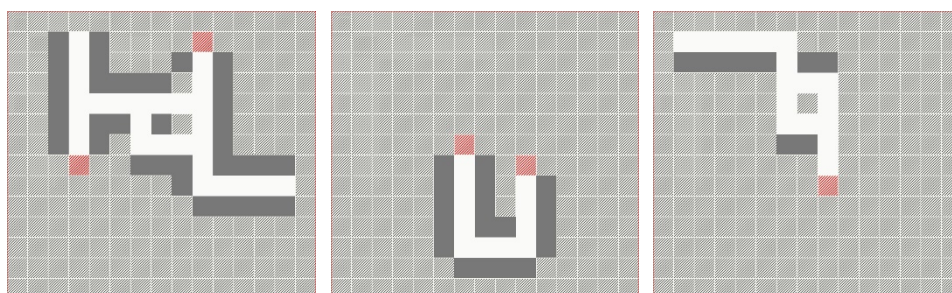


Slika 86. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 17 i 18.



Pravilo 19: ako je centralna ćelija u stanju 0, i ako je ćelija levo u stanju 0 ili u stanju 5 i ako je ćelija desno u stanju 1, promeni stanje centralne ćelije u stanje 2.

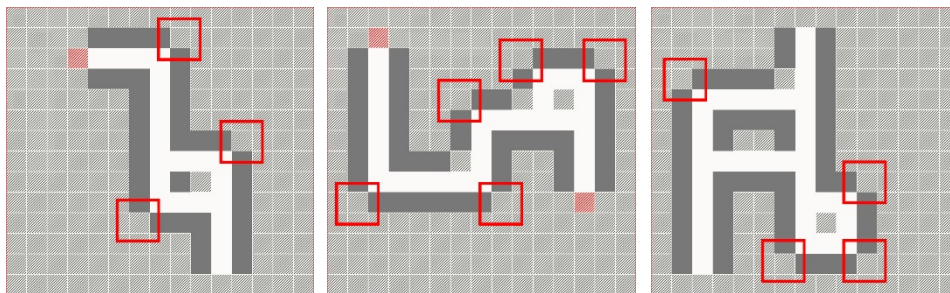
Pravilo 20: ako je centralna ćelija u stanju 0, i ako je ćelija desno u stanju 0 ili u stanju 5 i ako je ćelija levo u stanju 1, promeni stanje centralne ćelije u stanje 2.



Slika 87. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16- 20.

Pravilo 21

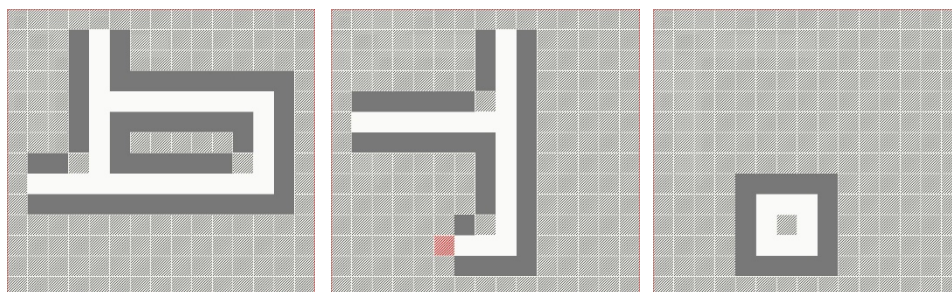
Nakon primene pravila 19 i 20, formirane su primarne funkcije sa leve i desne strane koridora. U sledećem koraku će se definisati pravila za formiranje primarnih funkcija na spoljašnjim uglovima modela.



Slika 88. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16- 20.



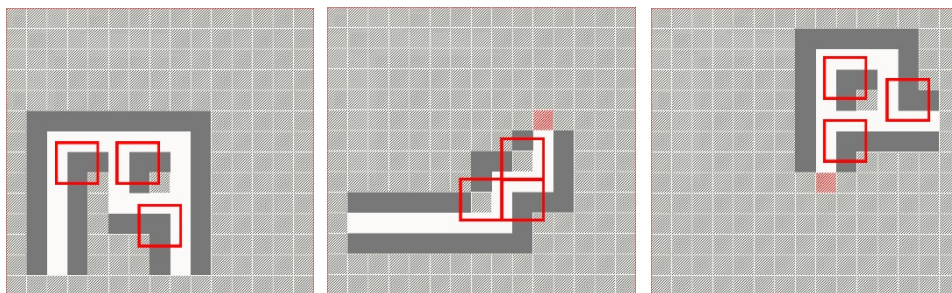
Pravilo 21: ako je centralna ćelija u stanju 0, i ako je ćelija levo u stanju 0 ili u stanju 5 i ako je ćelija desno u stanju 1, promeni stanje centralne ćelije u stanje 2.



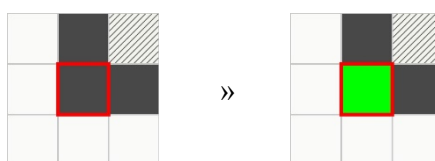
Slika 89. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16- 21.

Pravilo 22

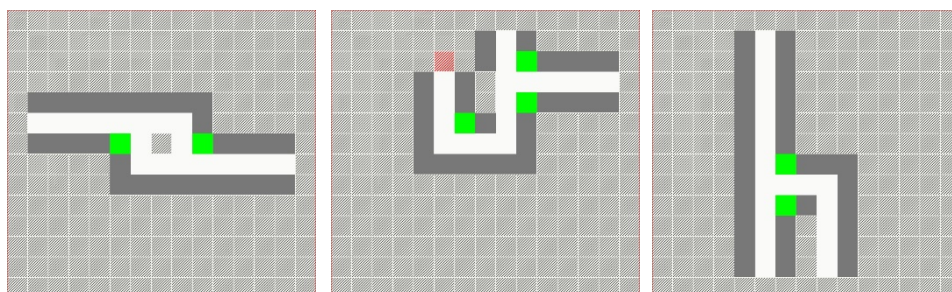
Nakon primene pravila 21, formirane su primarne funkcije na spoljašnjim uglovima modela. U sledećem koraku će se definisati pravila za formiranje prostorija kojima nije potrebno prirodno osvetljenje uvođenjem ćelije koja ima stanje 3.



Slika 90. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16- 21.



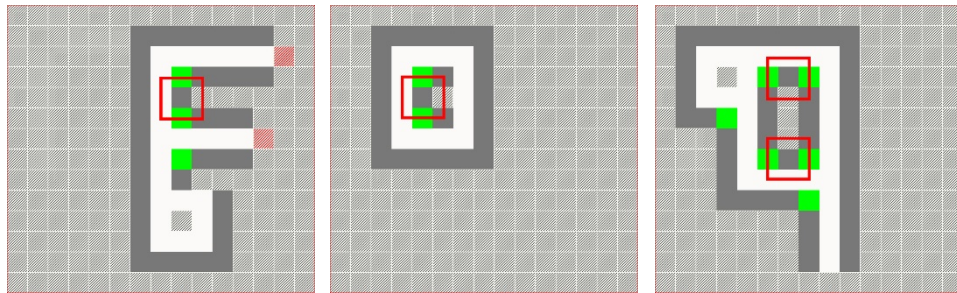
Pravilo 21: ako je centralna ćelija u stanju 0 ili u stanju 2, i ako su dve ćelija u okruženju u stanju 2, i ako su dve ili više ćelija u neposrednom okruženju u stanju 2, i ako su u okruženju dve ili više ćelija u stanju 0, i ako se u neposrednom okruženju nalazi jedna ili više ćelija u stanju 0, i ako se u okruženju nalazi jedna ćelija u stanju 1 i ako u neposrednom okruženju nema ćelija u stanju 1, promeni stanje centralne ćelije u stanje 3.



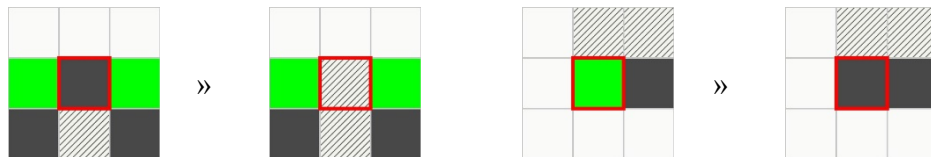
Slika 91. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16- 22.

Pravilo 23 i 24

Nakon primene pravila 22, formirane su prostorije kojima nije potrebno prirodno osvetljenje. U cilju smanjenja formiranog prostora koji nema prirodnog osvetljenja se definišu pravila koja povećavaju prirodno osvetljenje modela.

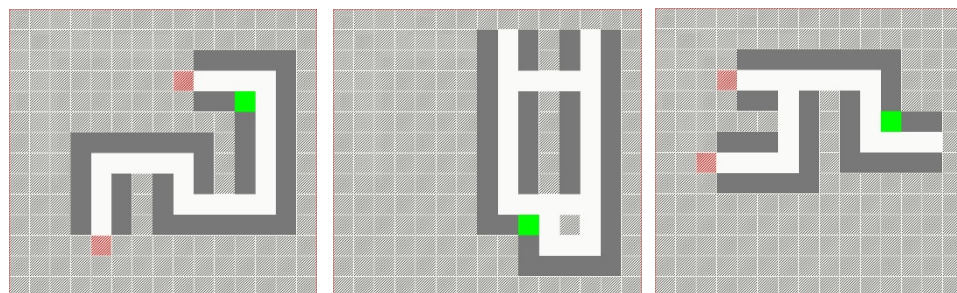


Slika 92. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16- 22.



Pravilo 23: ako je centralna ćelija u stanju 2, i ako ima u neposrednom okruženju dve ćelije u stanju 3, promeni stanje centralne ćelije u stanje 0.

Pravilo 24: ako je centralna ćelija u stanju 3, i ako ima u neposrednom okruženju jednu ćeliju u stanju 0, promeni stanje centralne ćelije u stanje 2.



Slika 93. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16- 24.

Zaključna razmatranja III faze

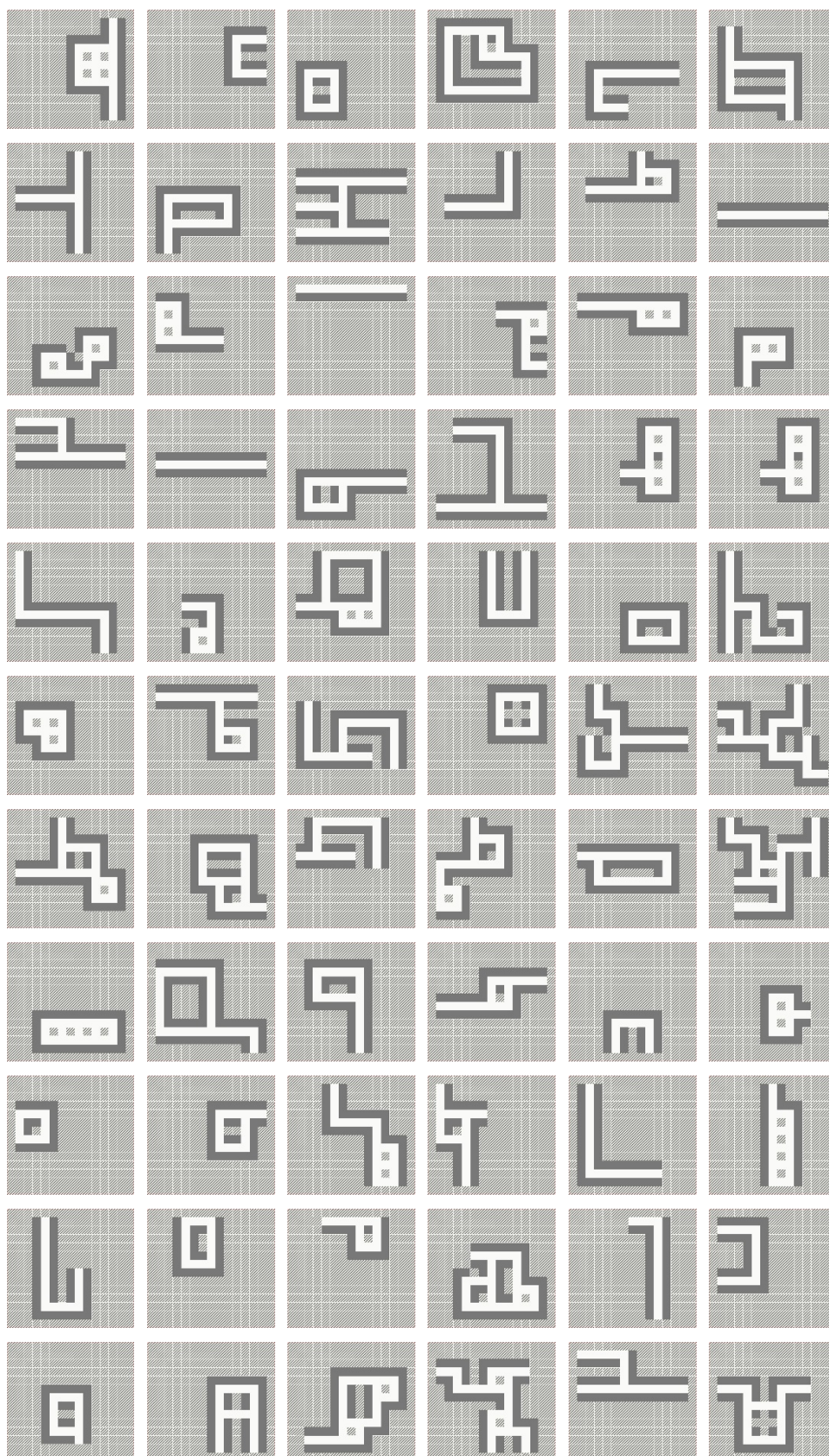
Primarne funkcije škole su formirane sa devet pravila. Većina novoformiranog prostora ima prirodnu ventilaciju, osim u slučaju malog dela prostora predviđanog za skladišta, toalete i sl.

Pravilom 16 je određena moguća pozicija ulaza ili prirodno osvetljenje koridorskog prostora.

Pravilima 17,18,19, 20 i 21 je omogućeno formiranje učionica kontinualno, uz koridor, po uzoru na dvotraktnu dispoziciju školske zgrade jednostavnim postavljanjem sa obe strane koridora.

Pravilo 22 spoljašnji prostor, na mestima gde koridor menja pravac, menja u magacinske prostore ili prostore za koje nije potrebno prirodno osvetljenje. Pretpostavlja se da će kapaciteti ovih prostora odgovarati predloženim funkcijama u nekim kasnijim fazama projektovanja.

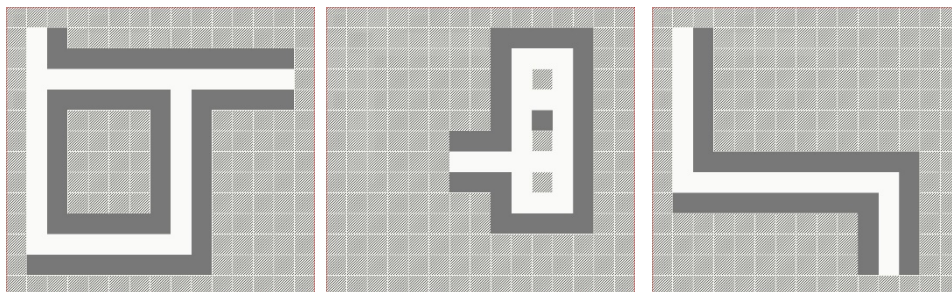
Pravilima 23 i 24 je omogućeno povećanje prirodnog osvetljenja generisanog model.



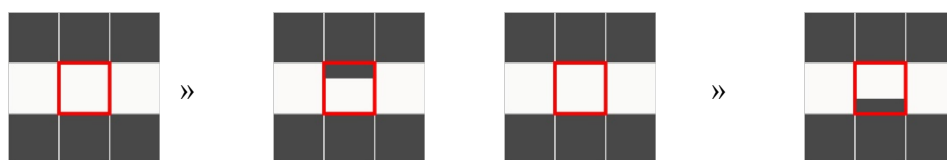
Slika 94 Neka od generisanih rešenja koridora i primarnih funkcija..

Pravila 25, 26, 27 i 28:

Smanjuju širinu dela koridora u korist primarnih funkcija škole.



Slika 96. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.



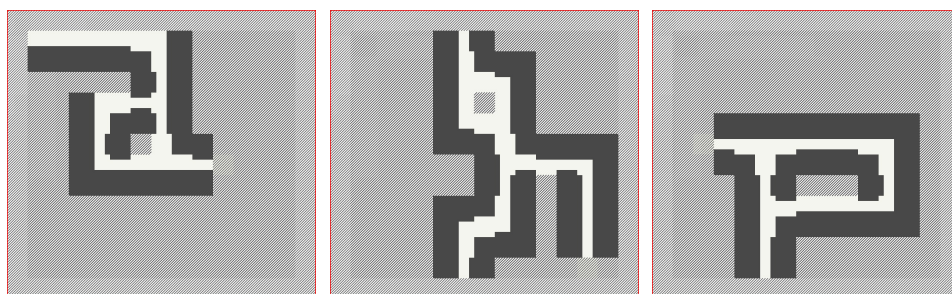
Pravilo 25: Ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija gore u stanju 2, a ćelija levo ili desno različita od stanja 2, proširi učionicu gore.

Pravilo 26: Ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija dole u stanju 2, a ćelija levo ili desno različita od stanja 2, proširi učionicu dole.



Pravilo 27: Ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija levo u stanju 2, ćelija gore ili dole različita od stanja 2, proširi učionicu levo.

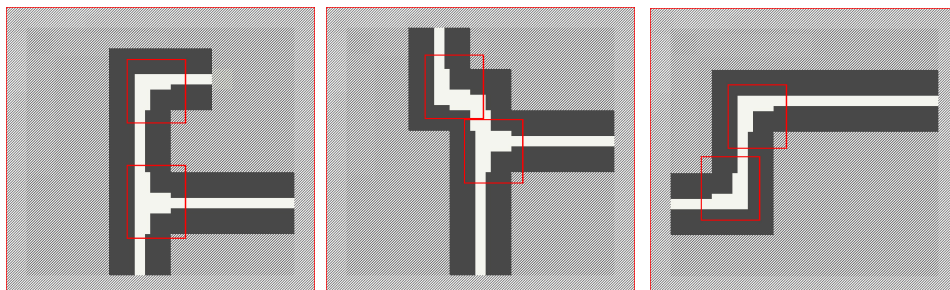
Pravilo 28: Ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija levo u stanju 2, a ćelija gore ili dole različita od stanja 2, proširi učionicu levo.



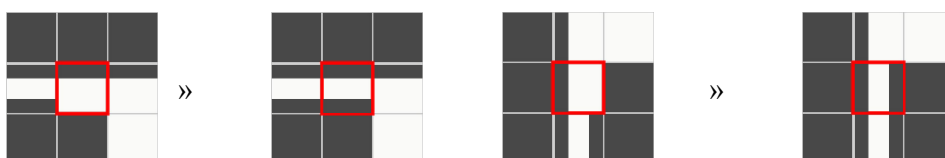
Slika 97. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila 21, 22, 23 i 24:

Pravila 29, 30, 31 i 32

Smanjuju širinu koridora na mestima u kojima se menja pravac u korist primarnih funkcija škole.



Slika 98. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.



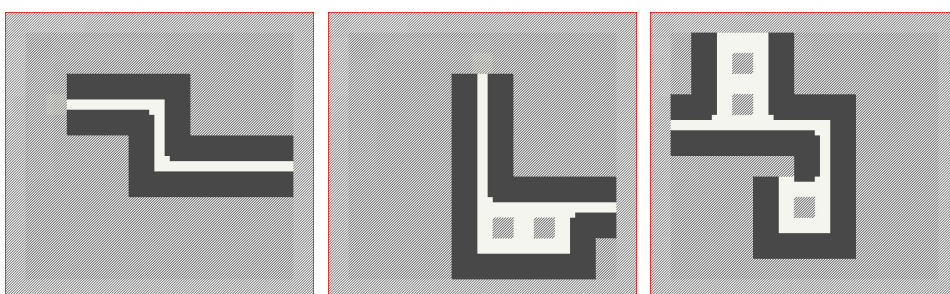
Pravilo 29: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija dole u stanju 3, proširi učionicu dole.

Pravilo 30: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija desno u stanju 3, proširi učionicu desno.



Pravilo 31: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija gore u stanju 3, proširi učionicu gore.

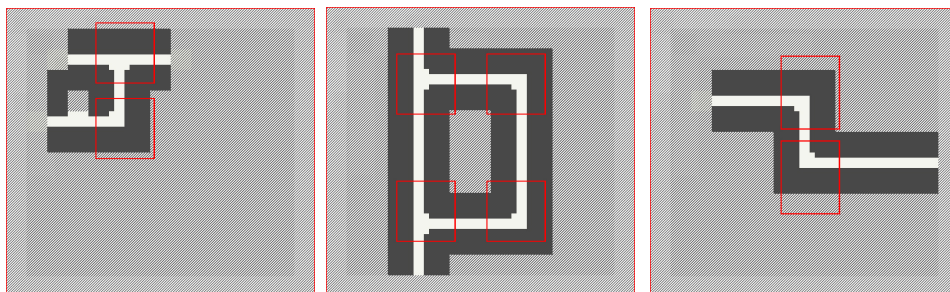
Pravilo 32: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija levo u stanju 3, proširi učionicu levo.



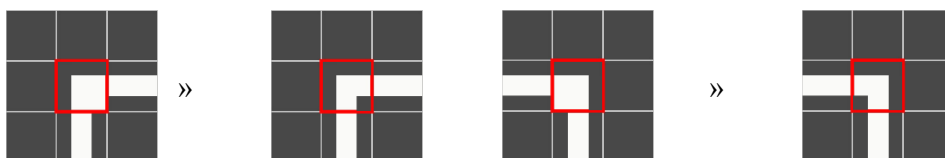
Slika 99. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.

Pravila 33, 34, 35 i 36

Smanjuju širinu koridora na mestima u kojima se menja pravac u korist primarnih funkcija škole.

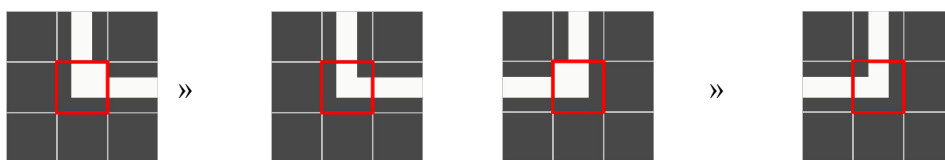


Slika 100. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.



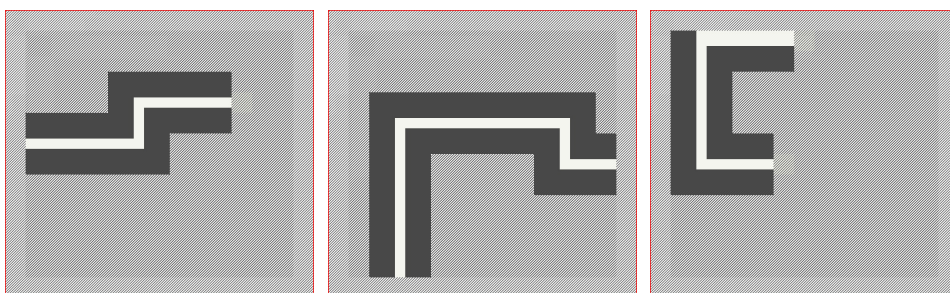
Pravilo 33: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija desno u stanju 1, ćelija dole u stanja 1, a ćelija dole-desno u stanju 2 ili u stanju 3 dodaj ugao dole-desno.

Pravilo 34: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija levo u stanju 1, ćelija dole u stanja 1, a ćelija dole-levo u stanju 2 ili u stanju 3 dodaj ugao dole-levo.



Pravilo 35: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija gore u stanju 1, ćelija desno u stanja 1, a ćelija gore-desno u stanju 2 ili u stanju 3 dodaj ugao gore-desno.

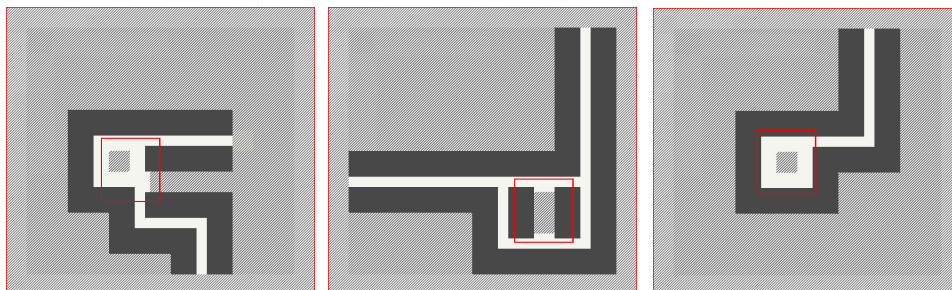
Pravilo 36: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija gore u stanju 1, ćelija levo u stanja 1, a ćelija gore-levo u stanju 2 ili u stanju 3 dodaj ugao gore-levo.



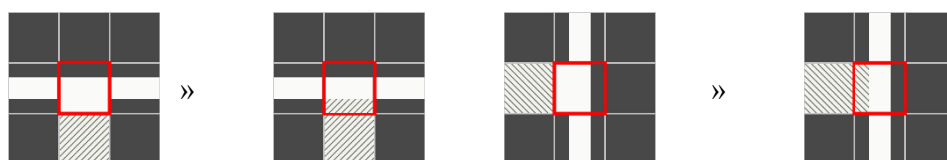
Slika 101. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.

Pravila 37, 38, 39 i 40:

Smanjuju širinu dela koridora u korist atrijuma-spoljašnjeg prostora.

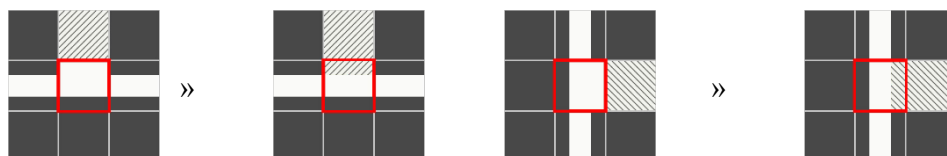


Slika 102. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.



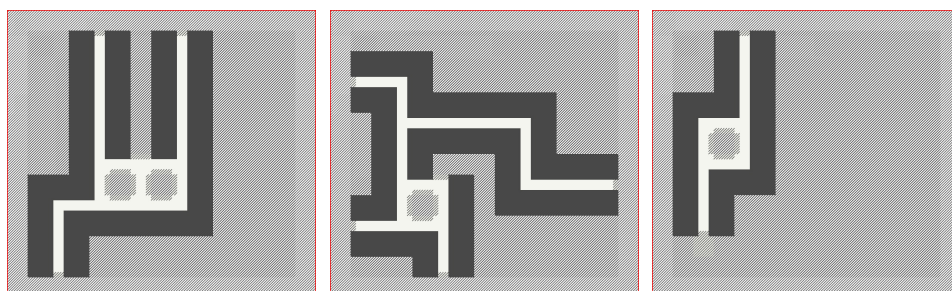
Pravilo 37: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija dole u stanju 0 ili ćelija dole u stanju 5, proširi atrijum dole.

Pravilo 38: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija levo u stanju 0 ili ćelija levo u stanju 5, proširi atrijum levo.



Pravilo 39: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija gore u stanju 0 ili ćelija gore u stanju 5, proširi atrijum dole.

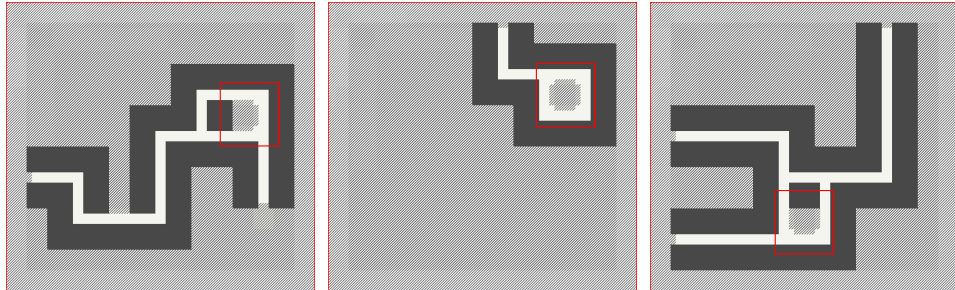
Pravilo 40: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija desno u stanju 0 ili ćelija desno u stanju 5, proširi atrijum desno.



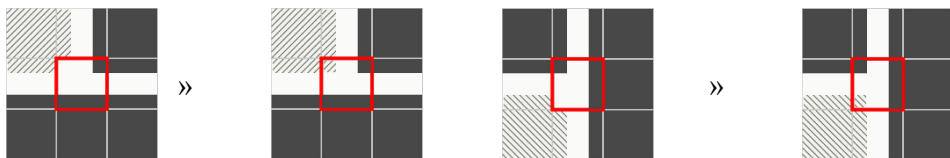
Slika 103. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.

Pravila 41, 42, 43 i 44

Smanjuju širinu koridora na mestima u kojima se menja pravac u korist atrijuma-spoljašnjeg prostora.

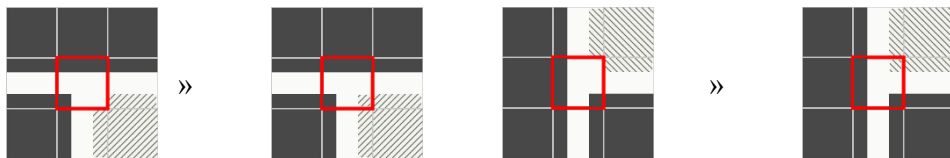


Slika 104. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.



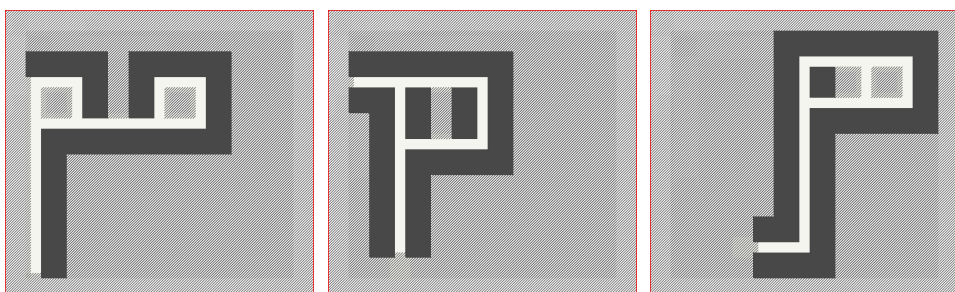
Pravilo 41: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija gore u stanju 1, a ćelija levo u stanja 1, a ćelija gore-levo u stanju 0, dodaj ugao gore-levo.

Pravilo 42: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija levo u stanju 1, a ćelija dole u stanja 1, a ćelija dole-levo u stanju 0, dodaj ugao dele-levo.



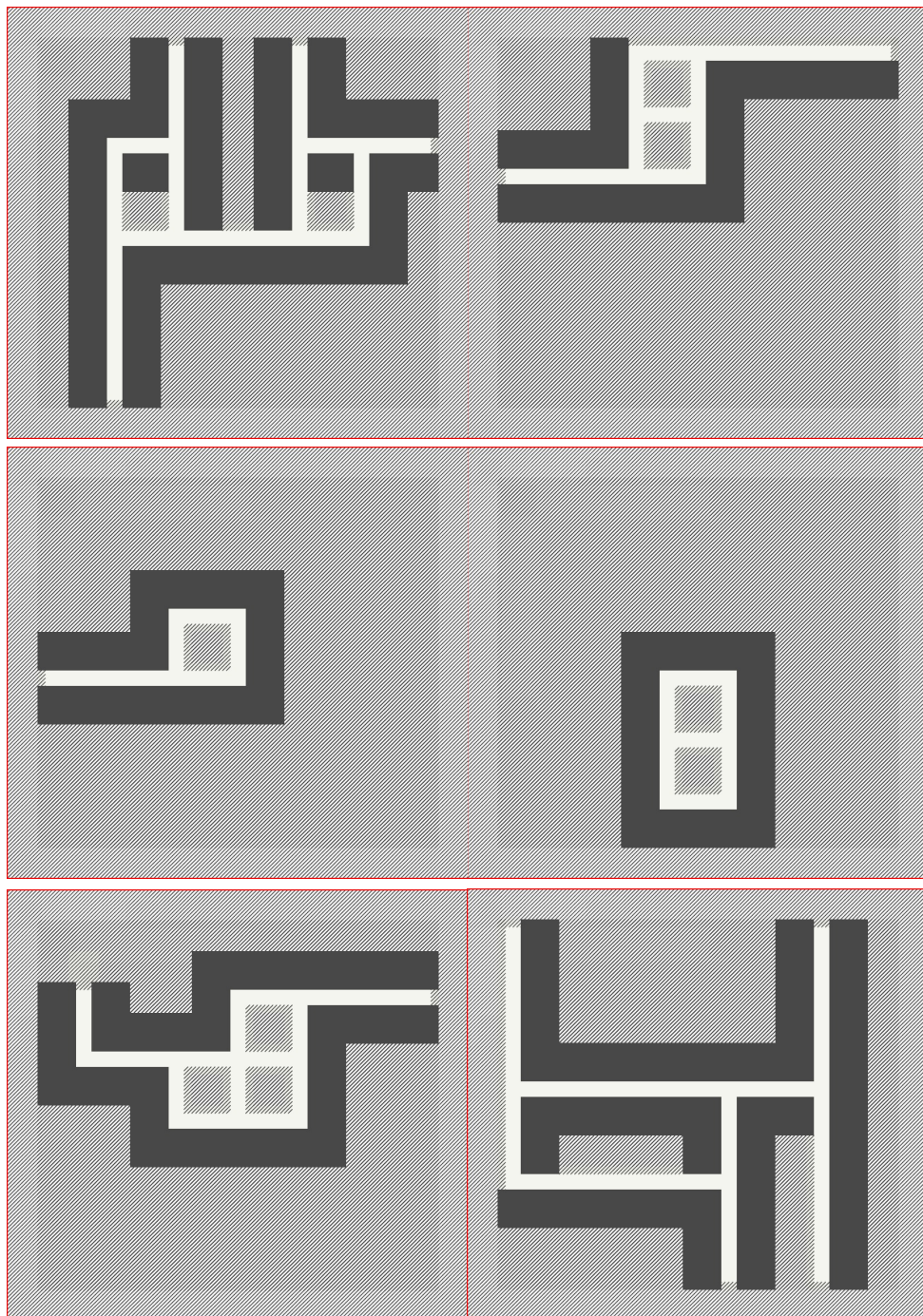
Pravilo 43: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija desno u stanju 1, a ćelija dole u stanja 1, a ćelija dole-desno u stanju 0, dodaj ugao dele-desno.

Pravilo 44: ako je centralna ćelija u stanju 1, ćelija gore u stanju 1, a ćelija desno u stanja 1, a ćelija gore-desno u stanju 0, dodaj ugao gore-desno.

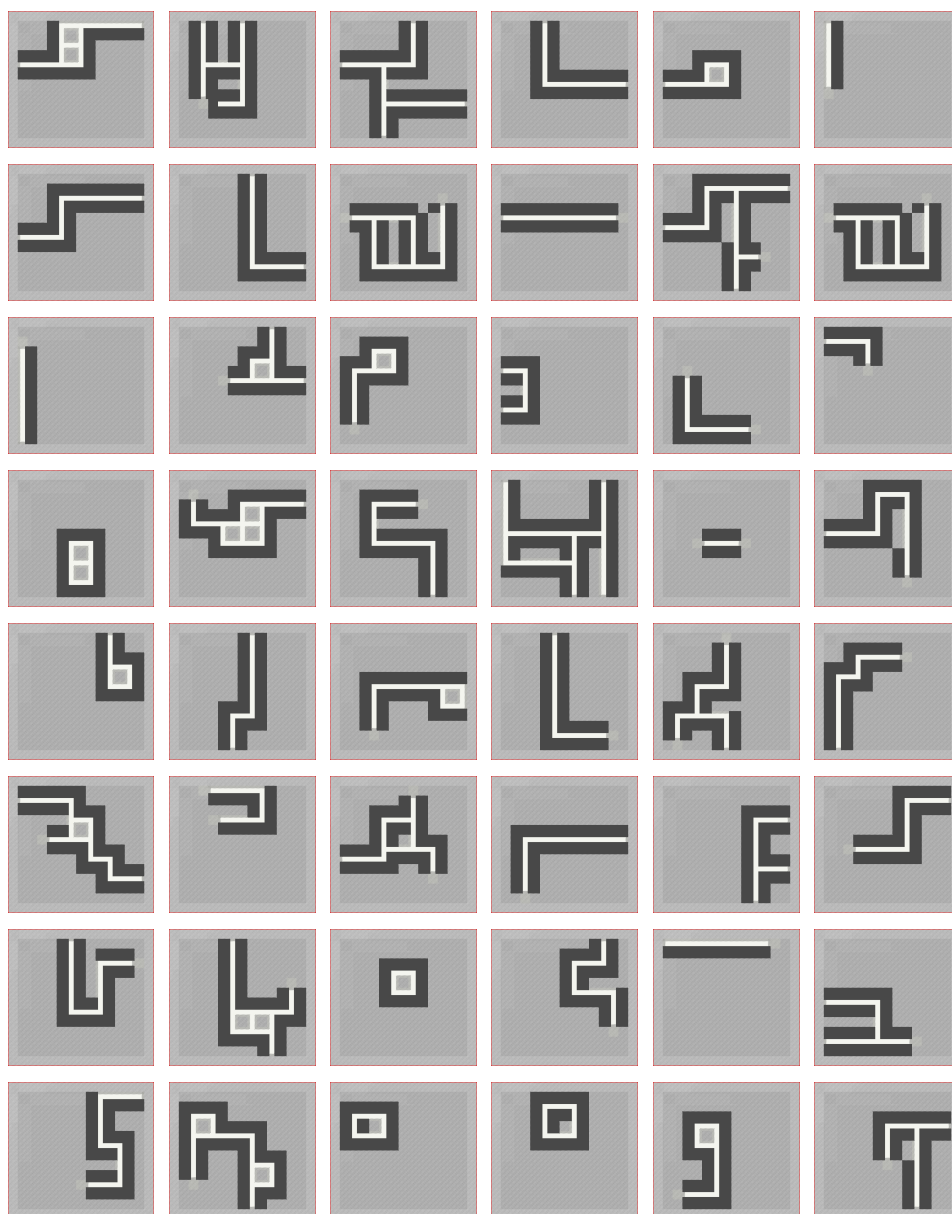


Slika 105. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor i primarne funkcije.

Zaključna razmatranja IV faze



Slika 106. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor i primarne funkcije.



Slika 107. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor i primarne funkcije.

Pravilima 21-44 je koridorski prostor uspešno racionalizovan u korist primarnih funkcija škole atrijumskih prostora. U IV, finalnoj fazi modelovanja je definisan set pravila koja, primenom na *CA* model, racionalizuju koridorski prostor u korist primarnih funkcija i formiranih atrijuma. Na osnovu projektantskog iskustva se može zaključiti da na ovom nivou apstrakcije, generisana rešenja odgovaraju školskoj zgradi u programskom, formalnom i funkcionalnom smislu.

Nakon ekspertize zasnovane na iskustvu, generisana rešenja je potrebno detaljnije ispitati i potvrditi poklapanje sa realnim zahtevima školske zgrade. Pored morfoloških karakteristika biće ispitani i prostorni kapaciteti generisanih rešenja.

6.5 Testiranje modela

Poslednji korak u istraživanju će biti provera postavljenih hipoteza:

H1- Korišćenjem ćelijske automate u procesu projektovanja moguće je generisati arhitektonska rešenja koja odgovaraju važećim standardima za školske objekte.

H2- Rešenja koja su generisana korišćenjem ćelijske automate mogu biti primenjena i na konkretne, najčešće parcele nepravilnog geometrijskog oblika.

H3- Rešenja koja su generisana korišćenjem ćelijske automate uporediva su sa arhitektonskim rešenjima realnih školskih objekata, koji su verifikovani kao kvalitetna arhitektonska rešenja od strane stručnih žirija.

6.5.1 H1- Provera prostornih kapaciteta generisanih rešenja

U ovom delu istraživanja će se generisana rešenja uporediti sa aktuelnim standardima školskih zgrada Velike Britanije: *Area guidelines for mainstream schools*²⁴⁶ usvojenih 2014. godine. Standardi predstavljaju preporuke u kojima su definisane minimalne i maksimalne površine pojedinačnih funkcionalnih celina u odnosu na broj učenika. Preporuke se odnose na sve školske objekte namenjene uzrastu od 3- 19 godina starosti. Dokument je podeljen na dve celine: preporuke za školsku zgradu i preporuke za školsko dvorište. Obuhvaćeni su različiti tipovi škola (škole sa vrtićima, osnovne škole, srednje škole i dr.). U ovom istraživanju će se prostorni kapaciteti generisanih rešenja uporediti sa preporukama za površine školskih zgrada namenjenih osnovnom obrazovanju.

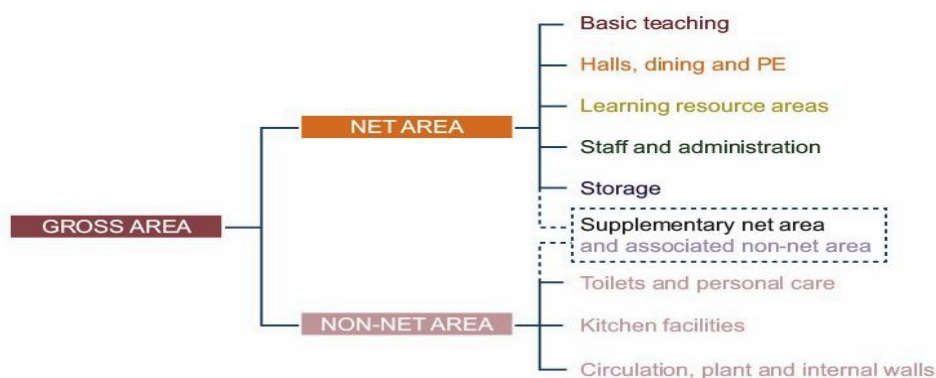
Površine u dokumentu su podeljene na tri sekcije:

1. Neto površina (*net area*):

Neto površinu čine funkcionalne celine kao što su: osnovna nastavna zona; sale, holovi i prostori za fizičko obrazovanje i skladišta.

2. Ne- neto površina (*non- net area*):

Ne-neto površinu čine funkcionalne celine koje podržavaju funkcionisanje školske zgrade: toaleti, prostori za ličnu negu, kotlarnice, kuhinje, koridori i interni zidovi.

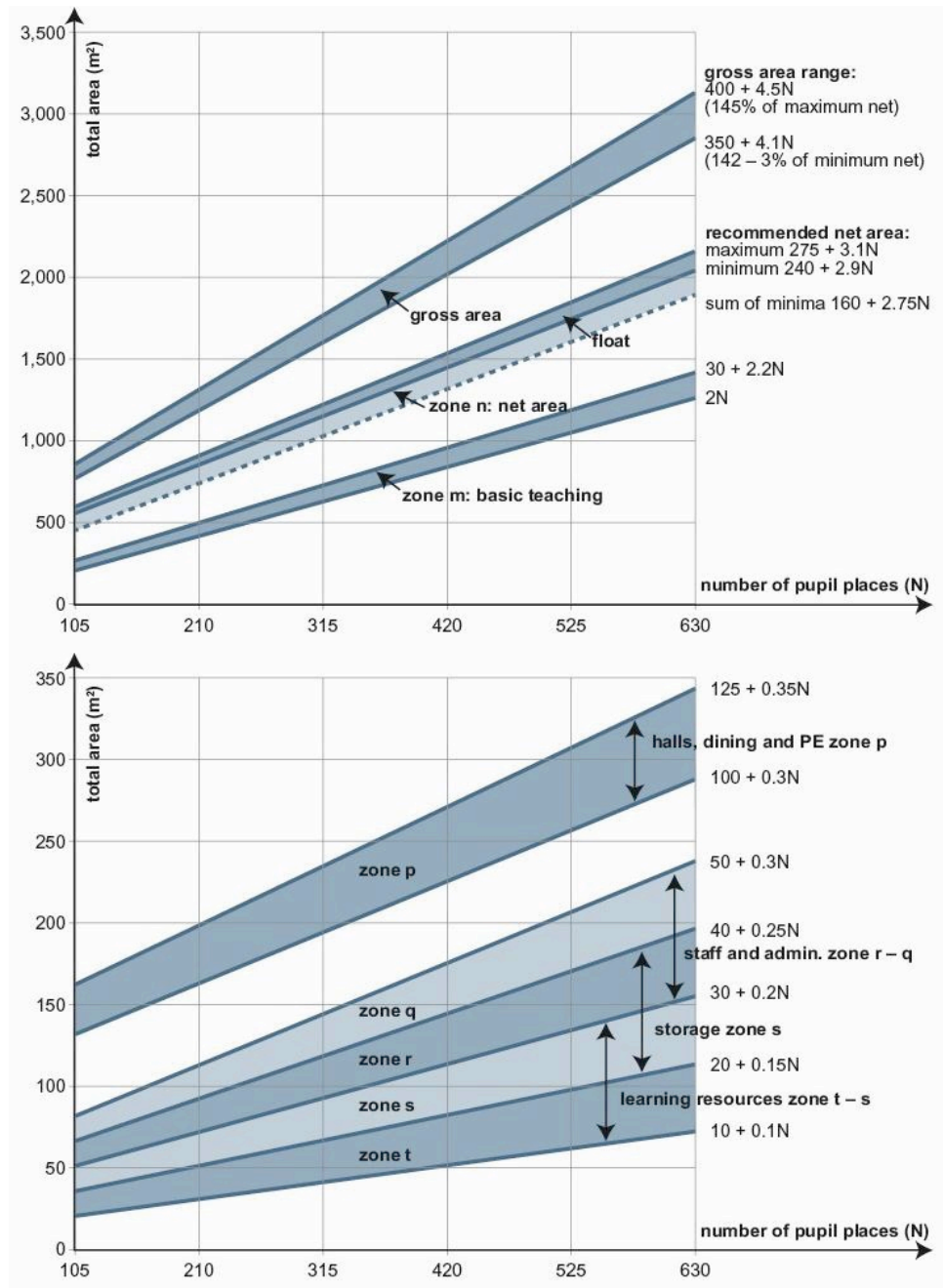


Slika 108. Kategorizacija prostora bruto površine školske zgrade.

²⁴⁶ Area guidelines for mainstream schools, 2014.

Dostupno na:

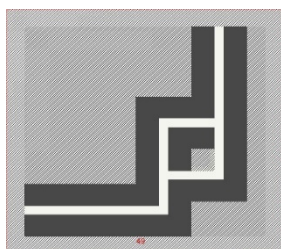
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/324056/BB103_Area_Guidelines_for_Mainstream_Schools_CORRECTED_25_06_14.pdf



Slika 109. Na slici je prikazana preporuka za bruto i neto površinu osnovne škole.

Na dijagramima prikazanim na slici 104. se može videti način na koji su izražene minimalne i maksimalne površine pojedinačnih funkcionalnih celina. Kako je poznata bruto površina generisanih rešenja iz matematičke funkcije se može odrediti minimalni i maksimalni broj đaka izrazom $BP = 400 + 4,5 * N$ (BP- bruto površina; N- broj učenika). Nakon poznatog broja učenika moguće je izračunati i potrebni prostor za pojedinačne funkcionalne celine. Za poređenje generisanih rešenja i preporuka će se koristiti minimalna površina sa maksimalnim brojem učenika.

GROSS AREA	2208.92
NUMBER OF PUPIL PLACES (N)	418 (402-453) (350 + 4.1N/400 + 4.5N)
NET AREA	1452.2 (240 + 2.9N)
Basic teaching	836 (2N)
Halls, dining and PE	225.4 (100 + 0.3N)
Staff and administration	113.6 (30 + 0.2N)
Learning resource areas	51.8 (10 + 0.1N)
Storage	82.7 (20 + 0.15N)
Float	142.7 (80 + 0.15N)
Supplementary net area	-
MIN NONE-NET AREA	611.6 (110 + 1.2N)
Toilets and personal care	82.7 (100 pupils/15m ² + 20 teachers/10m ²)
Kitchen facilities	149.58 (15 + 0.06N)+(5 + 0.25N)
Plant	21.78 (1.5% NA)
Circulation	415.52 (min 20% NA = 290.44)
Internal walls	87.13 (6% NA)
SUM NET AREA	1452.2
SUM NONE-NET AREA	756.71
TOTAL AREA	2208.91
	0.01

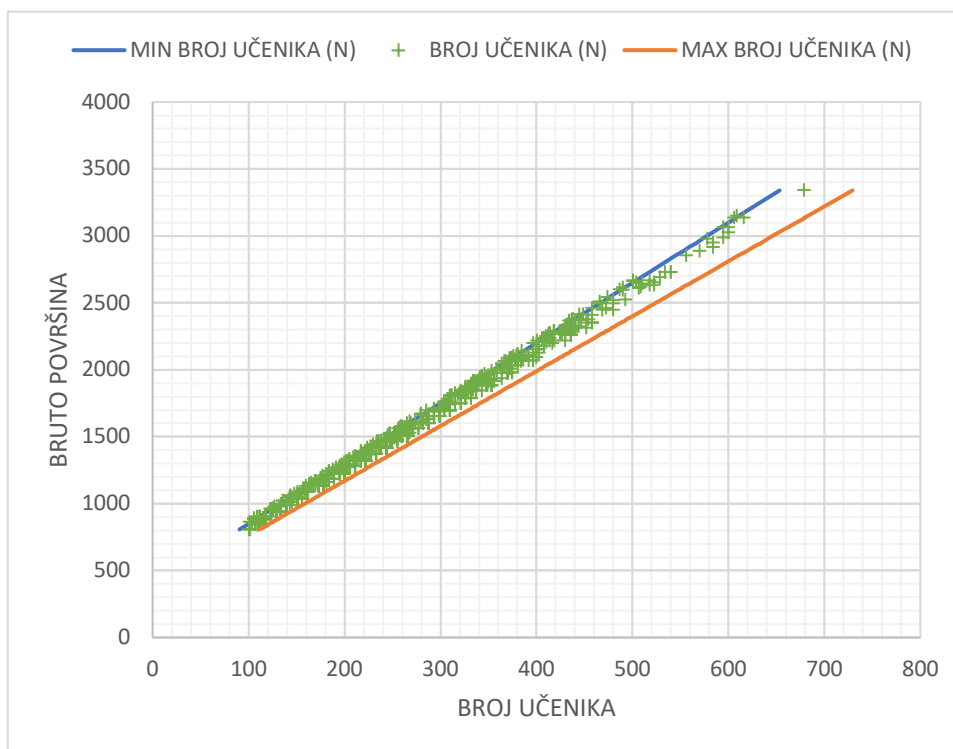


Slika 110. Primer generisanog rešenja sa prostornom podelom

Na slici 105. je prikazana podela bruto površine generisanog rešenja proračunata po referentnim preporukama. Za proračun površine su uzete minimalne preporučene površine. Algoritam, kroz iteracije, na minimalni broj učenika, dodaje po jednog učenika dok se ne postigne maksimalni broj učenika za površinu generisanog rešenja. Dakle, u ovom primeru je minimalni broj učenika **402**, a maksimalni **453**. Nakon proračuna, maksimalni broj učenika, za bruto površinu generisanog rešenja je **418**. Mogućnost povećanja broja učenika ukazuje na to da je površina generisanog rešenja bila veća od preporučene. Takođe, algoritam generiše samo rešenja koja zadovoljavaju prostorne kapaciteta za minimalno 100 učenika.

U sledećim koracima će se uporediti prostorni kapaciteti generisanih rešenja sa referentnim- preporučenim prostornim kapacitetima. Poređenje će se primeniti na uzorku od 1000 generisanih rešenja.²⁴⁷

Broj učenika u odnosu na bruto površinu generisanih modela

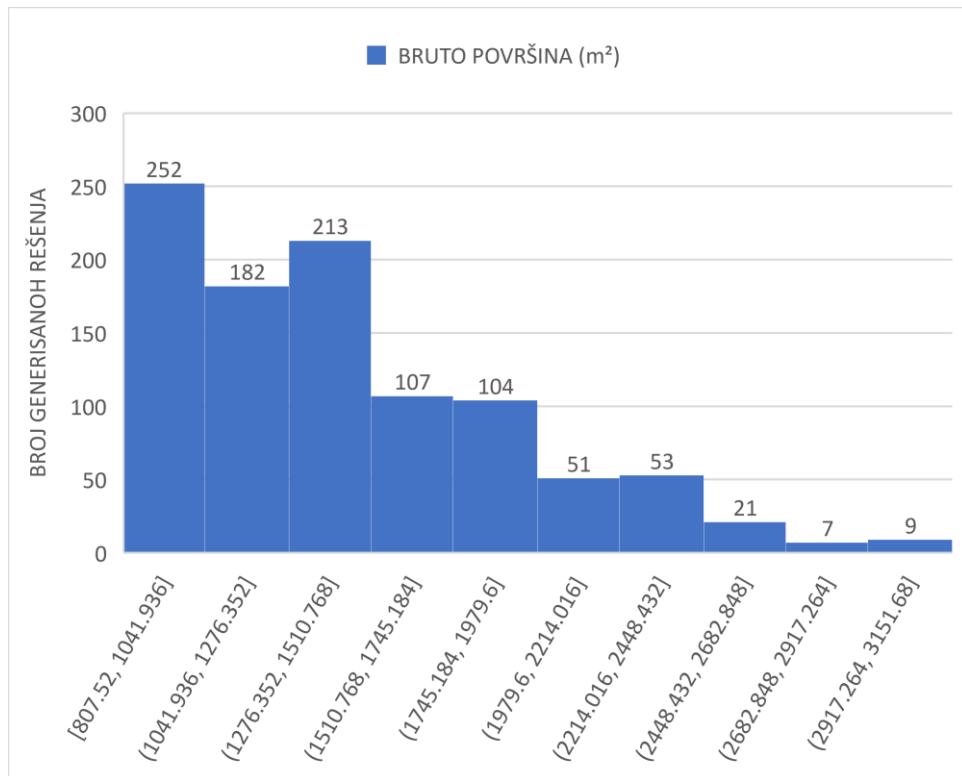


Slika 111. Na slici je prikazan dijagram minimalne i maksimalne bruto površina u odnosu na minimalni i maksimalni broja učenika po uzoru na dijagram prikazan na slici 104.

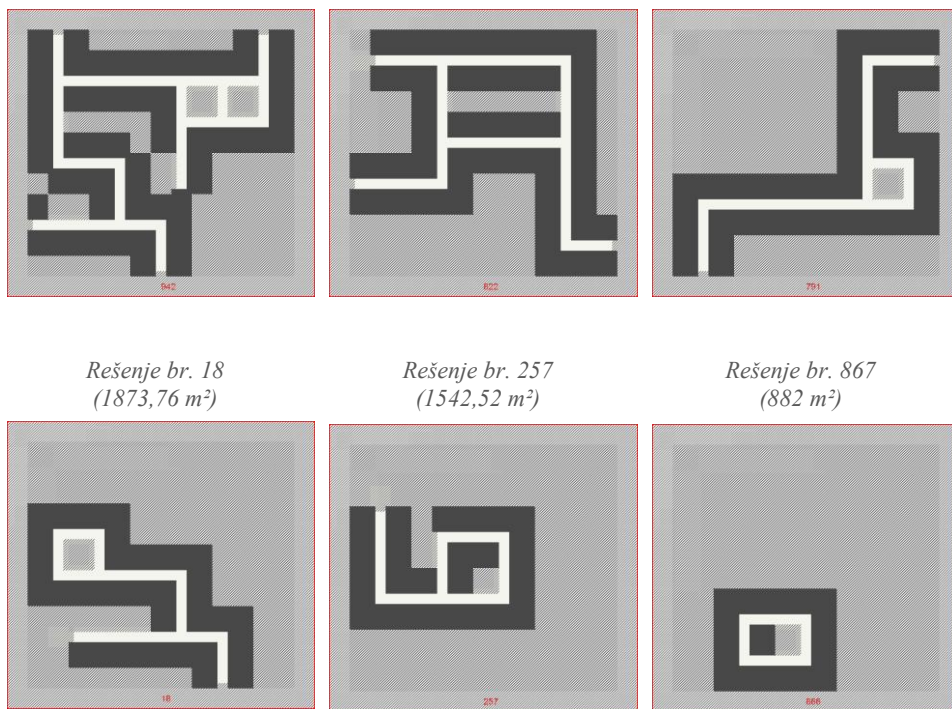
Na dijagramu prikazanom na *slici 106.* je linijski prikazan referentni raspon odnosno minimalna i maksimalna bruto površina funkcijom $400 + 4,5 * N$ i $350 + 4,1 * N$ na osnovu koje je određen minimalni i maksimalni broj učenika. Mogući broj učenika generisanih rešenja je označen simbolom (+).

Iz dobijenih numeričkih vrednosti prikazanih na *slici 107.* se može zaključiti da prostorni kapaciteti generisanih rešenja zadovoljavaju referenti broj učenika u 883 generisana rešenja. U ostalih 117 rešenja nedostaje 1-2 učenika, što je zanemarljivo. U mnogim slučajevima je moguće uvećati broj učenika što implicira da su, dobijene bruto površine generisanih modela, veće od minimalnih preporučenih površina.

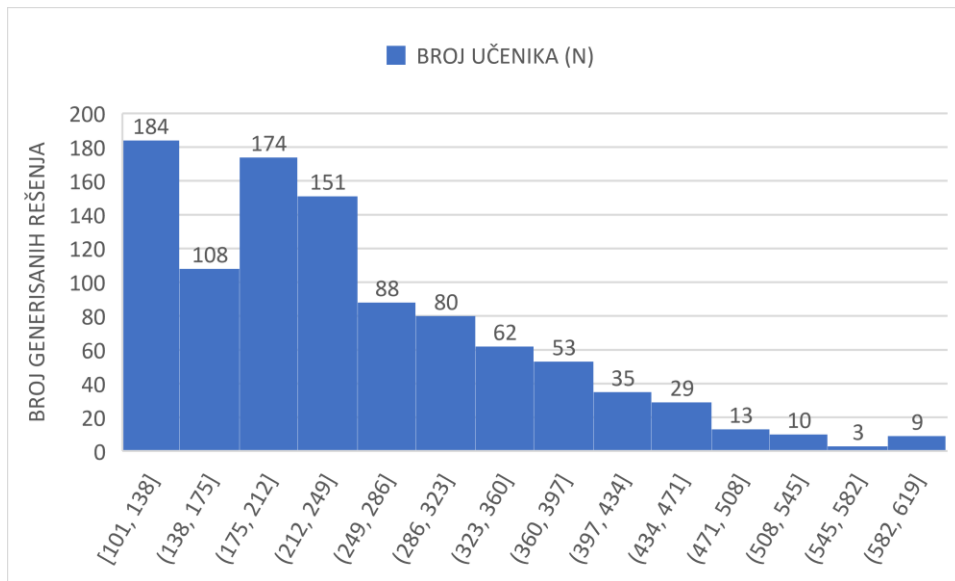
²⁴⁷ Sva generisana rešenja i tabelarni prikaz numeričkih vrednosti se nalaze u apendiksu.



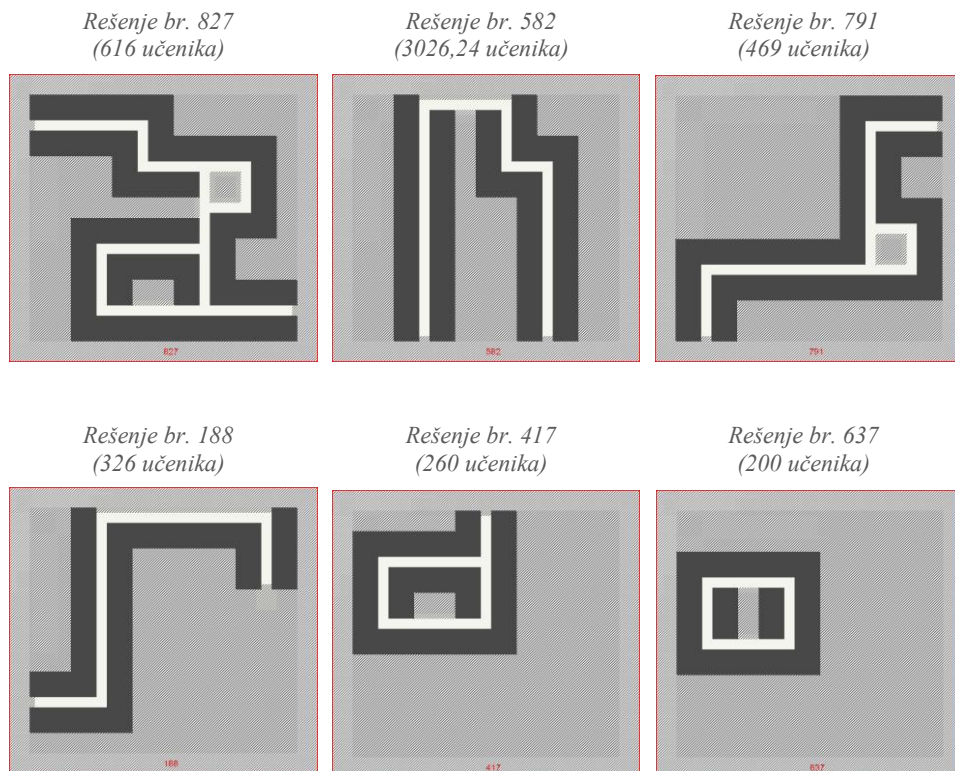
Slika 112. Na dijagramu su prikazani rasponi bruto površina u odnosu na broj generisanih Rešenje br. 942 (3151,68 m²) Rešenje br. 822 (3026,24 m²) Rešenje br. 791 (2312,8 m²)



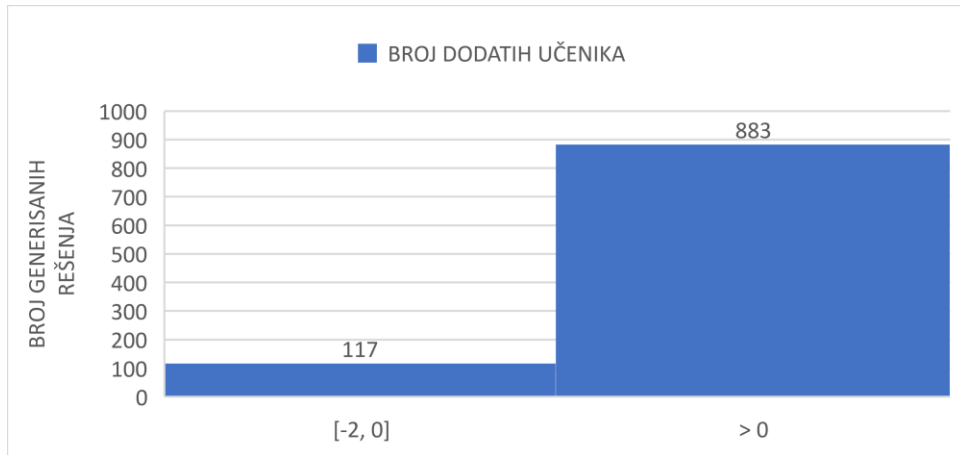
Slika 113. Preimeri generisanih rešenja.



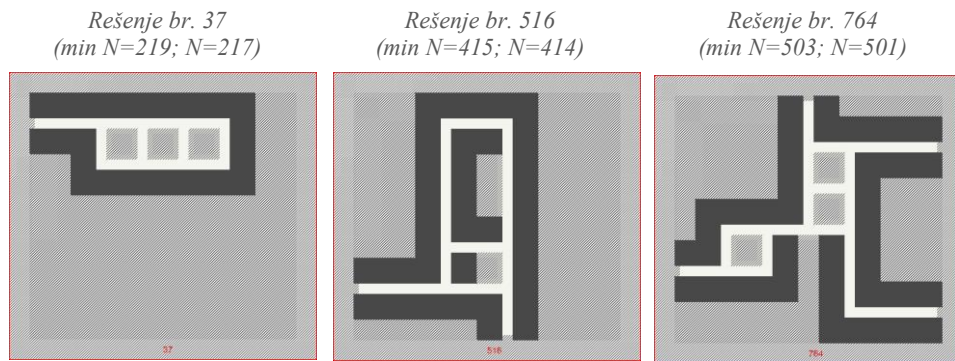
Slika 114. Na dijagramu su prikazani rasponi broja učenika u odnosu na broj generisanih rešenja.



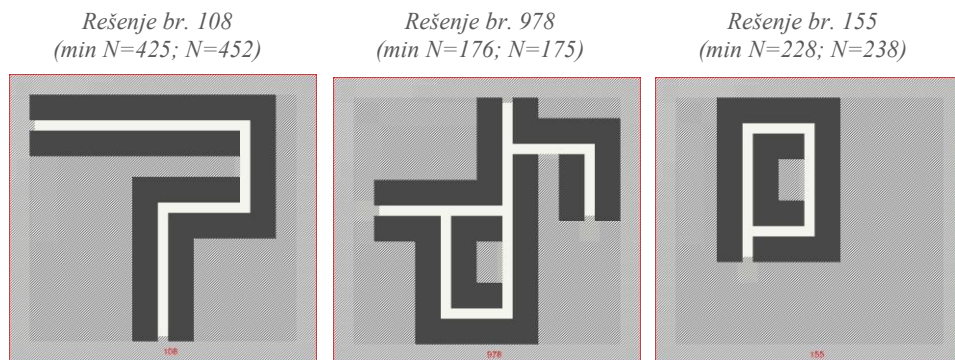
Slika 115. Primeri generisanih rešenja.



Slika 116. Broj učenika generisanih rešenja u odnosu na minimalni referentni broj učenika

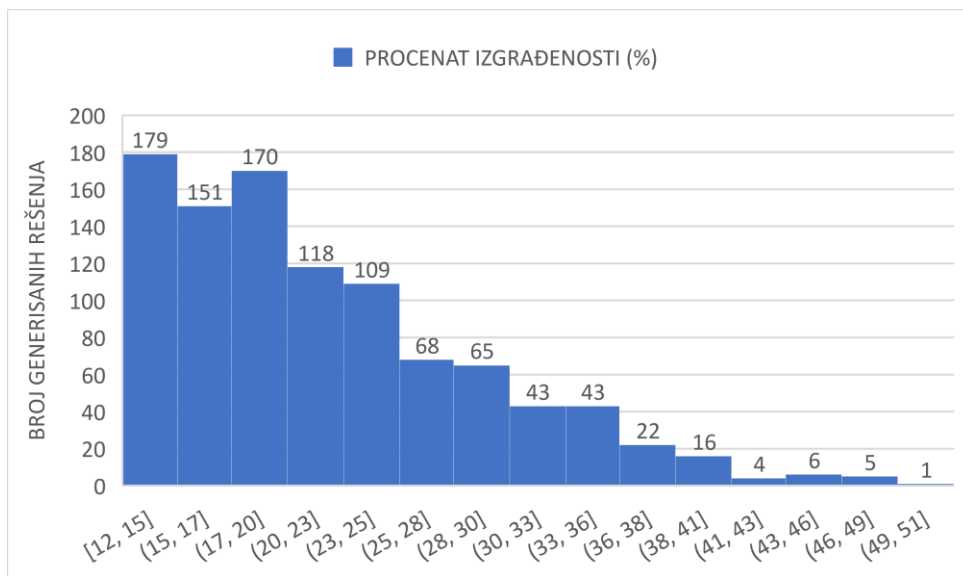


Slika 117. Na slici su prikazana neka od generisanih rešenja kojima nedostaje proctor za 1-2 učenika

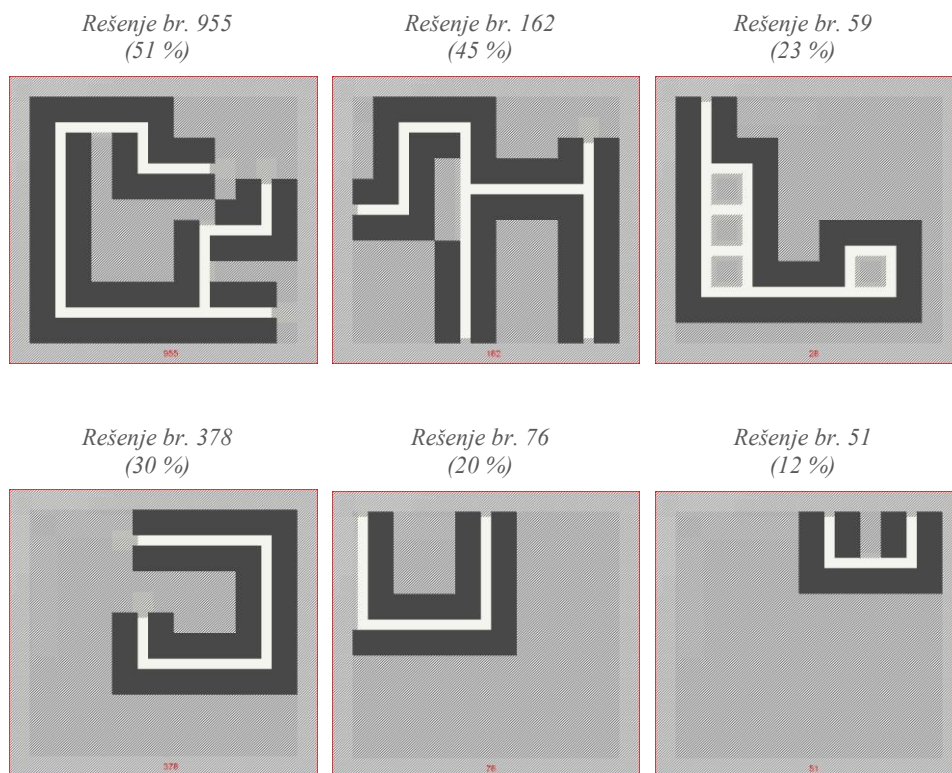


Slika 118. Na slici su prikazani primeri generisanih rešenja.

Procenat izgrađenosti

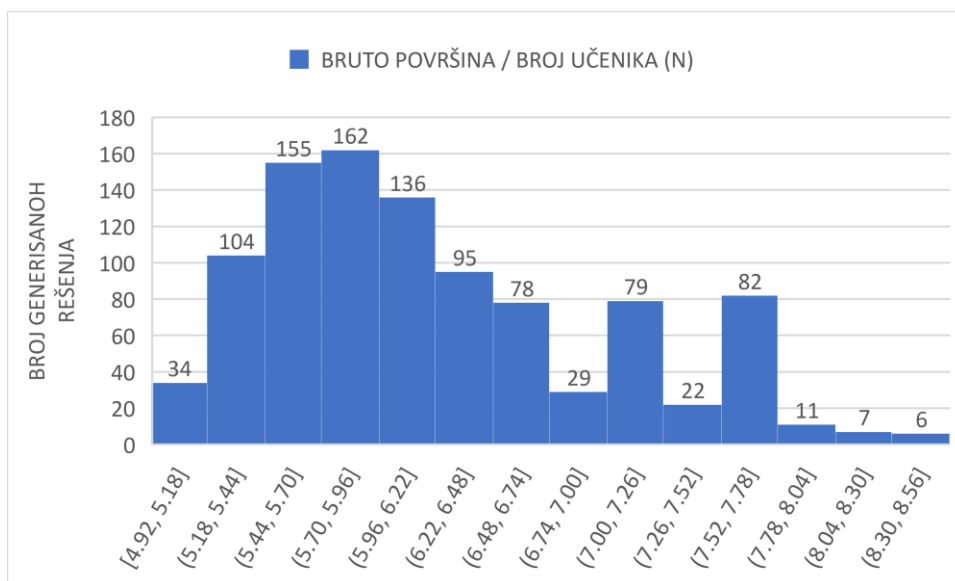


Slika 119. Na dijagramu su prikazane bruto površine generisanih rešenja u odnosu na parcel.

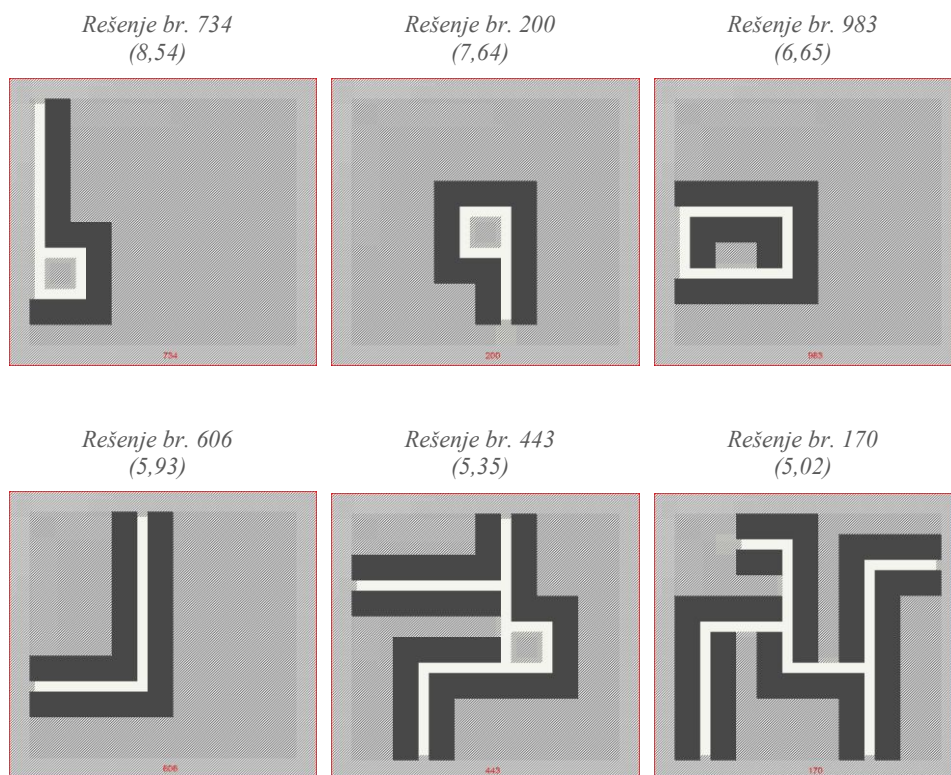


Slika 120. Na slici su prikazani primeri generisanih rešenja.

Bruto površine / broja učenika

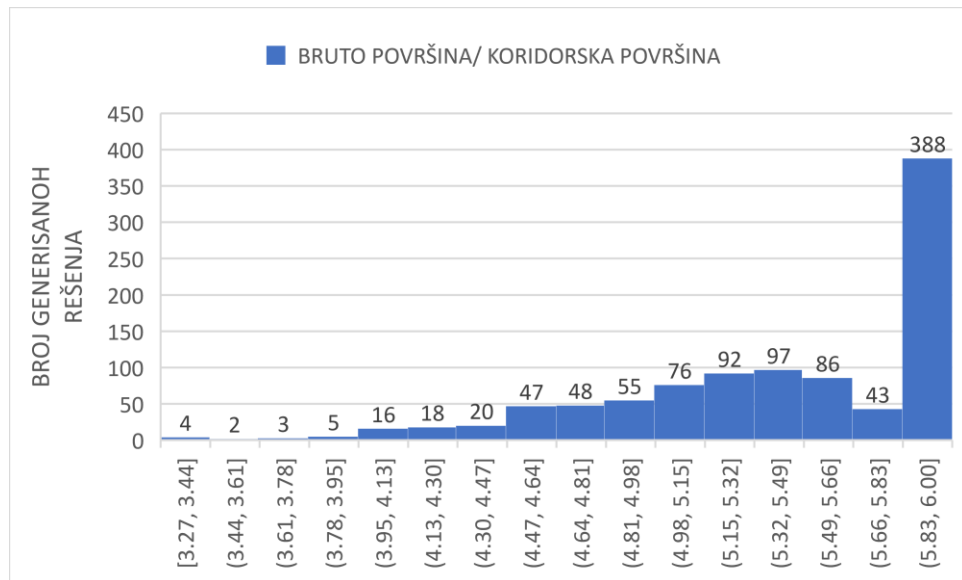


Slika 121. Na dijagramu su prikazani rasponi odnosa bruto površina i broja učenika

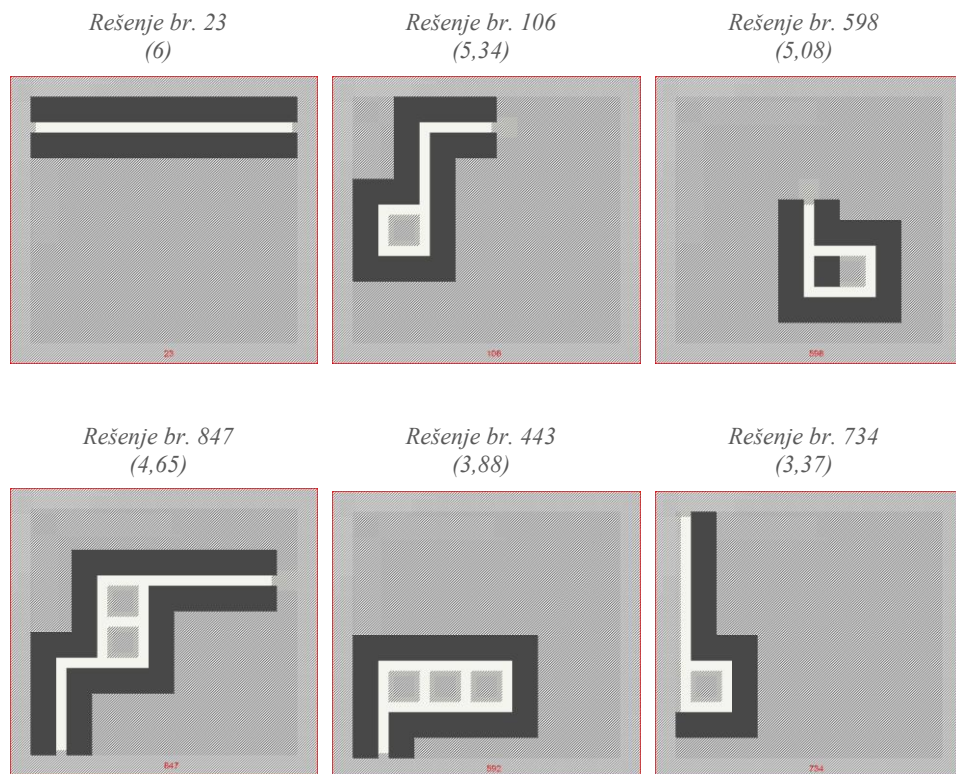


Slika 122. Primeri generisanih rešenja.

Bruto površine / koridorska površina



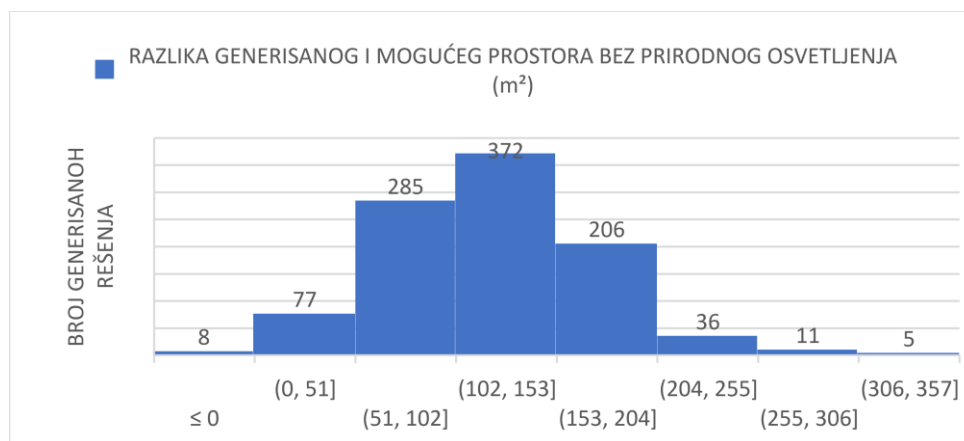
Slika 123. Na dijagramu su prikazani rasponi odnosa bruto površina i površina koridora.



Slika 124. Primeri generisanih rešenja.

Razlika generisanog i mogućeg prostora bez prirodnog osvetljenja

Osnovni princip u procesu modelovanja CA je bio da svaka ćelija ima barem jedan direktan kontakt sa ćelijama spoljašnjeg prostora. Drugačije rečeno, osnovni princip je bio da se obezbedi prirodno osvetljenje u primarnim funkcijama školske zgrade.²⁴⁸ Pored primarnih funkcija, školsku zgradu čine sadržaji kojima nije potrebno prirodno osvetljenje za neometano korišćenje kao što su: toaleti, skladišta, kotlarnice i kuhinje. U ovom koraku su sabrane preporučene površine za navedene sadržaje²⁴⁹ i upoređene sa površinama generisanih rešenja koje nemaju prirodno osvetljenje. Ako je razlika pozitivna, generisano rešenje zadovoljava potrebu za prirodnim osvetljenjem, u suprotnom nezadovoljava. Negativna vrednost označava koliko površine sa prirodnim osvetljenjem nedostaje, dok pozitivna vrednost ukazuje da predloženi sadržaji mogu da imaju prirodno osvetljenje u izraženim površinama.

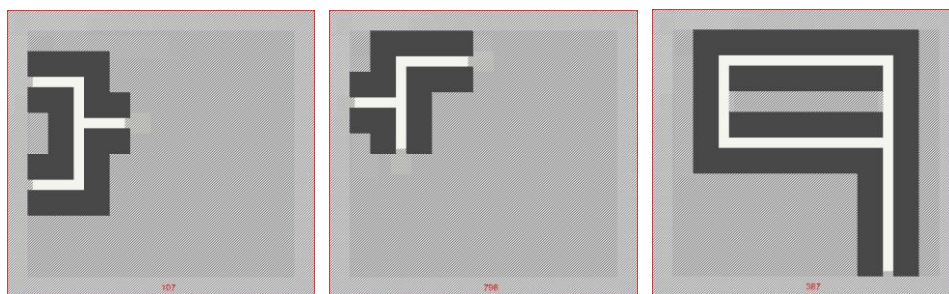


Slika 125. Na dijagramu su prikazana generisana rešenja koja zadovoljavaju (>0) i nezadovoljavaju ($0 <$) potrebe za prirodnim osvetljenjem.

Rešenje br. 107 (-33,07 m²)

Rešenje br. 798 (-12,82)

Rešenje br. 387(+357,03)

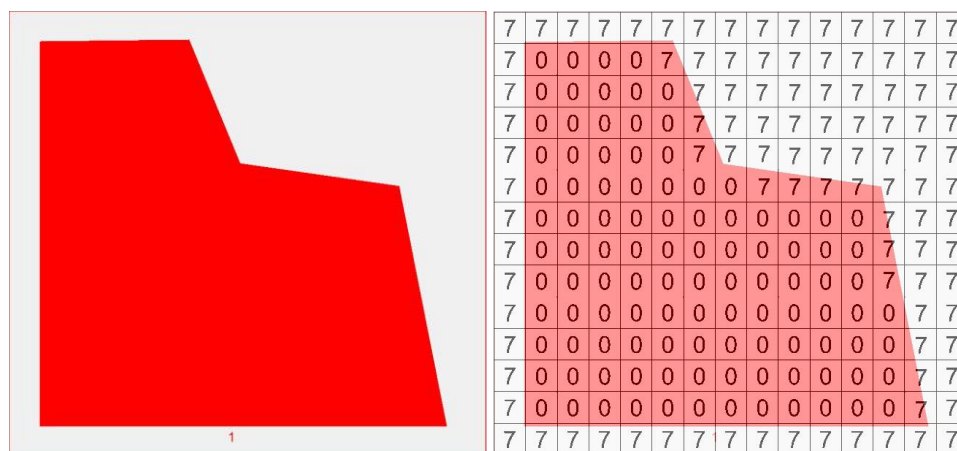


Slika 126. Primeri generisanih rešenja koja imaju više od potrebnog prostora bez prirodnog osvetljenja.

²⁴⁸ Pod primarnim funkcijama školske zgrade se podrazumevaju svi radni prostori.

²⁴⁹ Ibid.

6.5.2 H2- Parcela nepravilnog oblika



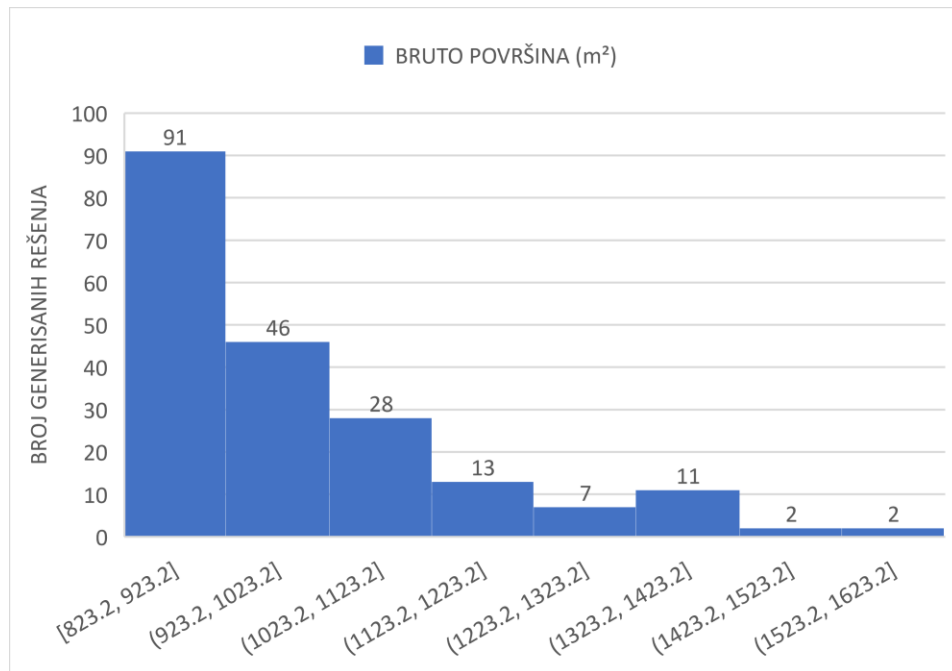
Slika 127. Prikaz parcele u okviru koje su generisani modeli.

U ovom koraku će se ispitati sposobnost algoritma da generiše rešenja u okviru parcele nepravilnog oblika prikazane na *slici 123*. Kao i u slučaju definisanja *CA* prostora pravilnog oblika, takođe će se uvesti *stanje 7*, koje će istovremeno predstavljati granicu parcele ali i kriterijum zaustavljanja formiranja koridora. U ćelijskom prostoru, u slučaju parceli pravilnog oblika, su ćelije u *stanju 7* raspoređene na obodu ćelijskog prostora²⁵⁰, dok su ćelije u stanju 7, u slučaju parcele nepravilnog oblika, raspoređene na obudu i van zadate parcele. U okviru algoritma je dodata funkcija koja prepoznaje podlogu (u ovom slučaju crvenu boju) i u odnosu na nju raspoređuje ćelije u *stanju 7*.²⁵¹ Dakle, jedina razlika između algoritma koji generiše rešenja u okviru parcele pravilnog i nepravilnog oblika je razlika u početnom stanju odnosno u ćelijskom prostoru.

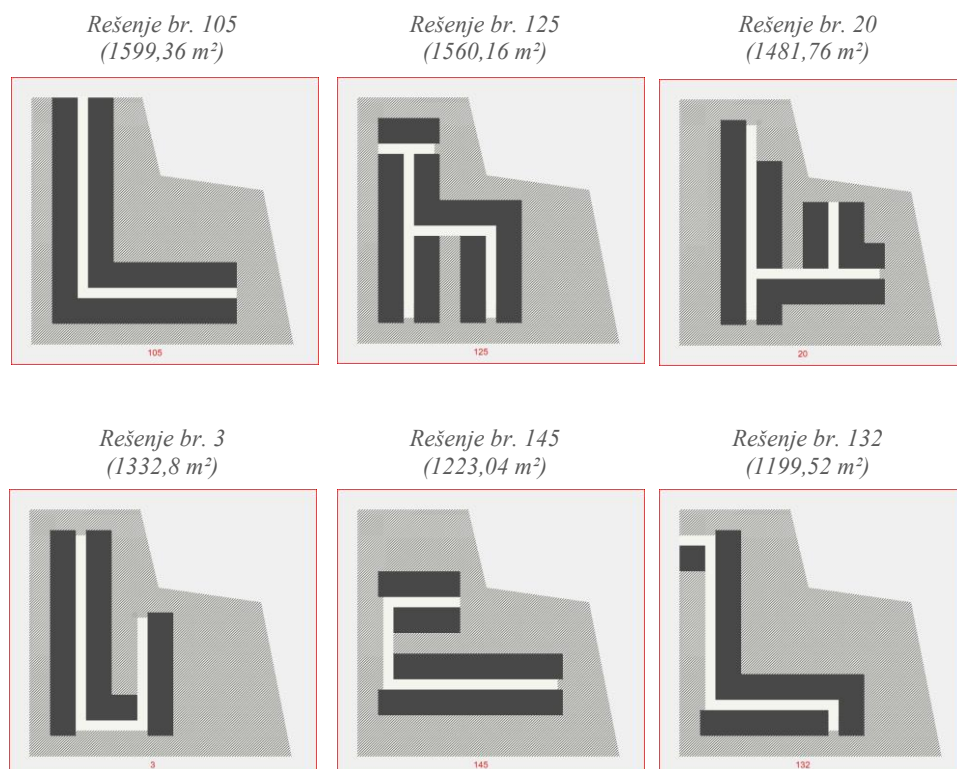
U sledećim koracima će se prikazati primeri generisanih rešenja u odnosu na procenat izgrađenosti, bruto površine generisanih rešenja i broj mogućih učenika uzorkom od 200 generisanih rešenja. Kao i u prethodnom ispitivanju, prostorni kapaciteti su usklađeni sa referentnim preporukama.

²⁵⁰ Ibid.

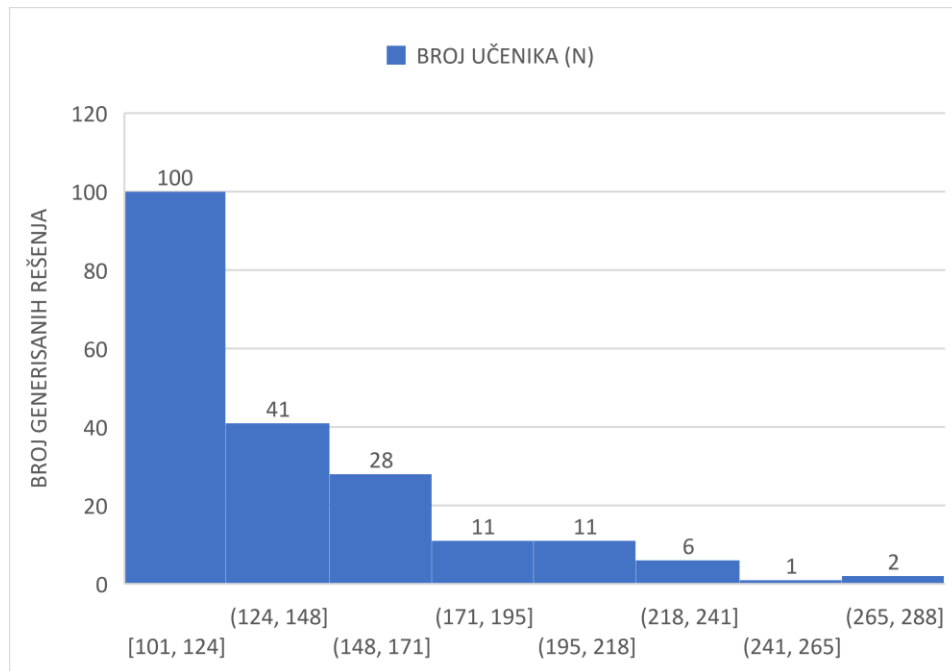
²⁵¹ Ovako definisana funkcija omogućava jednostavnu promenu parcele, promenom slike odnosno podloge na osnovu koje algoritam raspoređuje granice ćelijskog prostora.



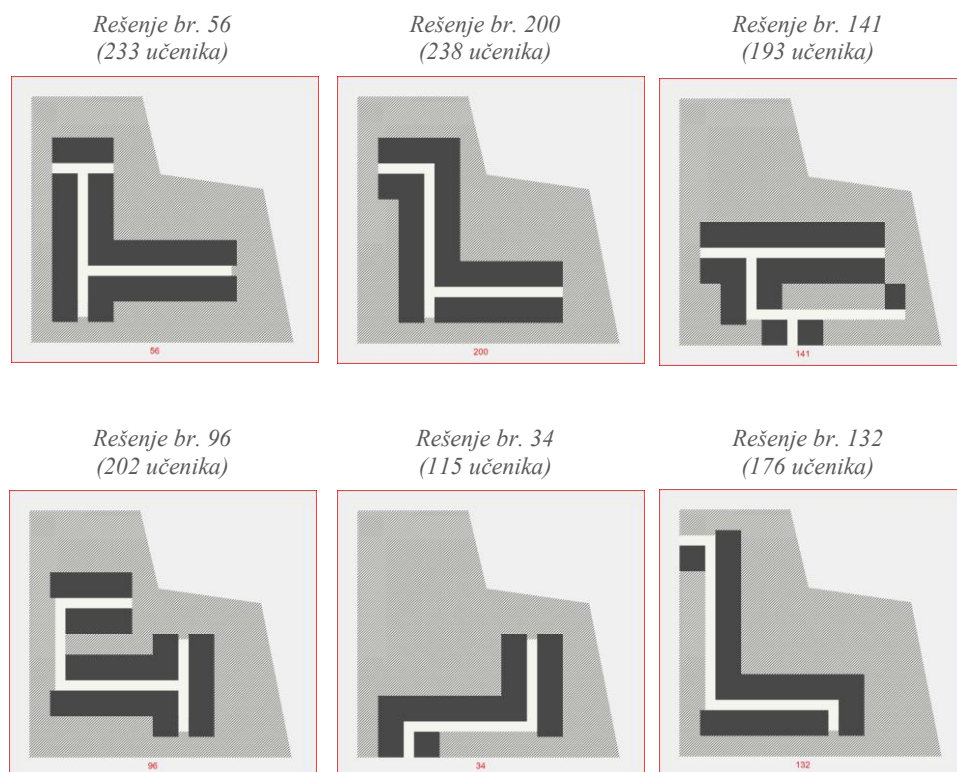
Slika 128. Na dijagramu su prikazani rasponi bruto površina u odnosu na broj generisanih rešenja.



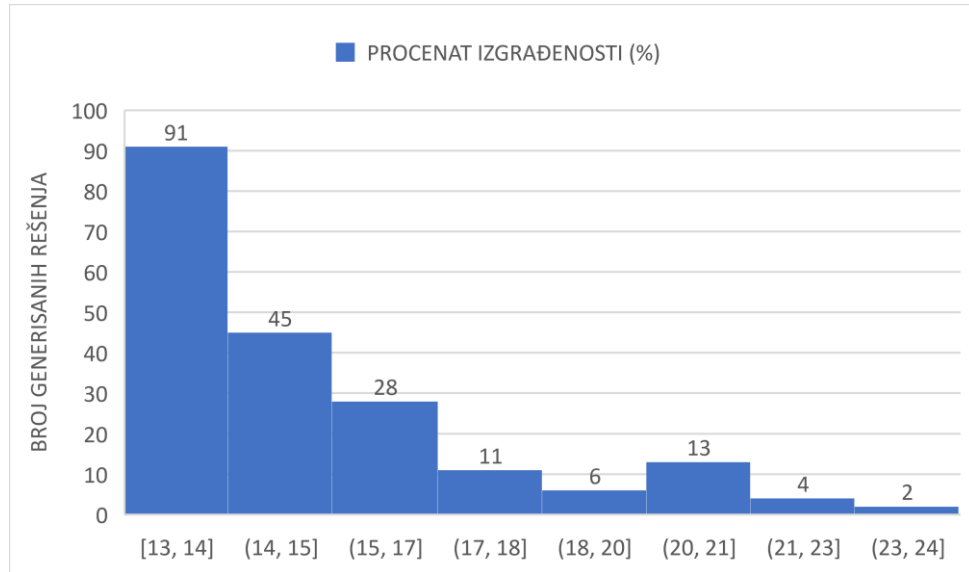
Slika 129. Primeri generisanih rešenja



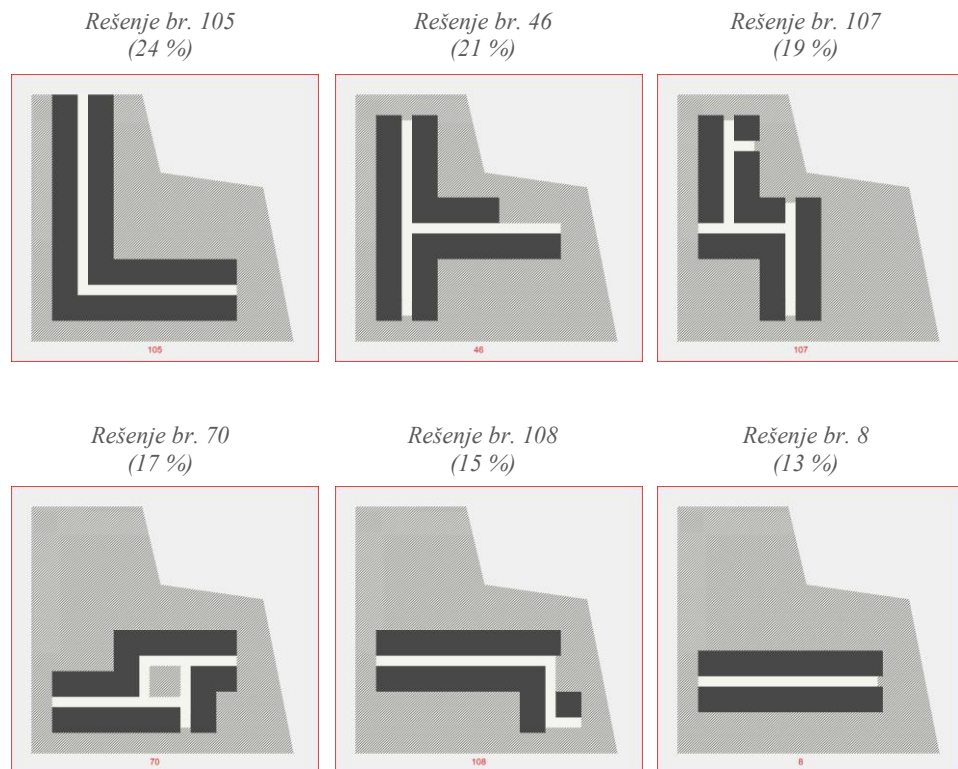
Slika 130. Na dijagramu su prikazani rasponi broja učenika u odnosu na broj generesanih rešenja.



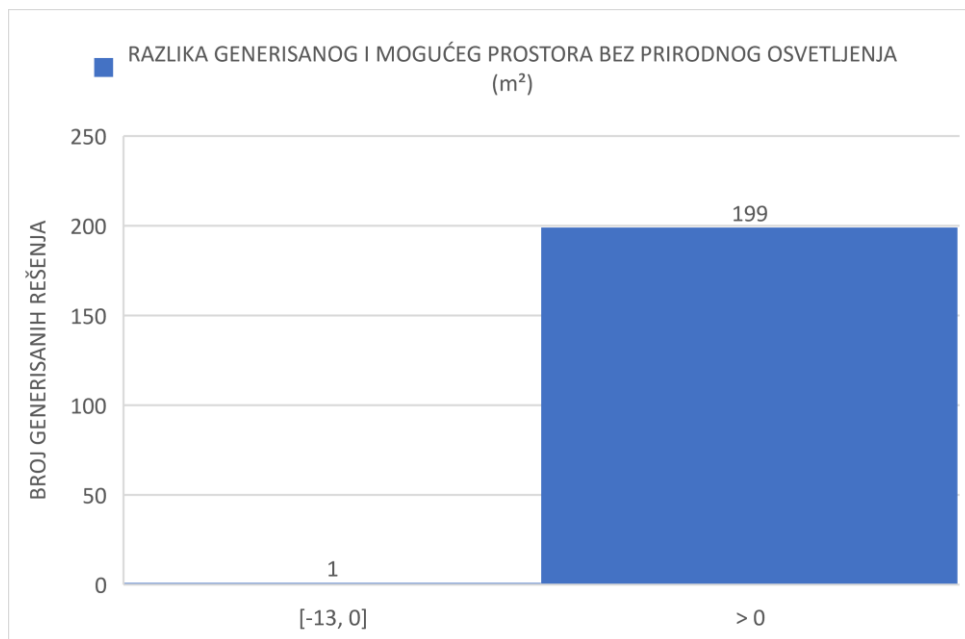
Slika 131. Primeri generisanih rešenja



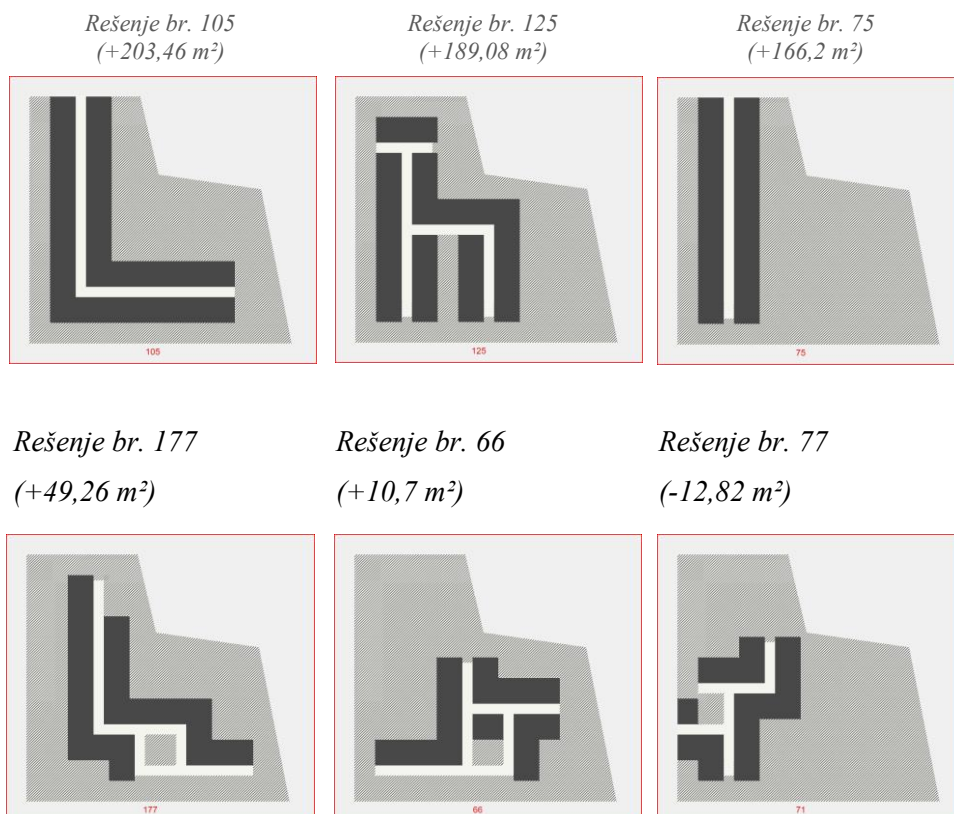
Slika 132. Na dijagramu su prikazane bruto površine generisanih rešenja u odnosu na parcel.



Slika 133. Primeri generisanih rešenja



Slika 134. Na dijagramu su prikazana generisana rešenja koja zadovoljavaju (>0) i nezadovoljavaju ($0 <$) potrebe za prirodnim osvetljenjem. Kao i u slučaju parcele pravilnog oblika vrednosti manje od nule predstavljaju nedostatak prirodno osvetljene površine.

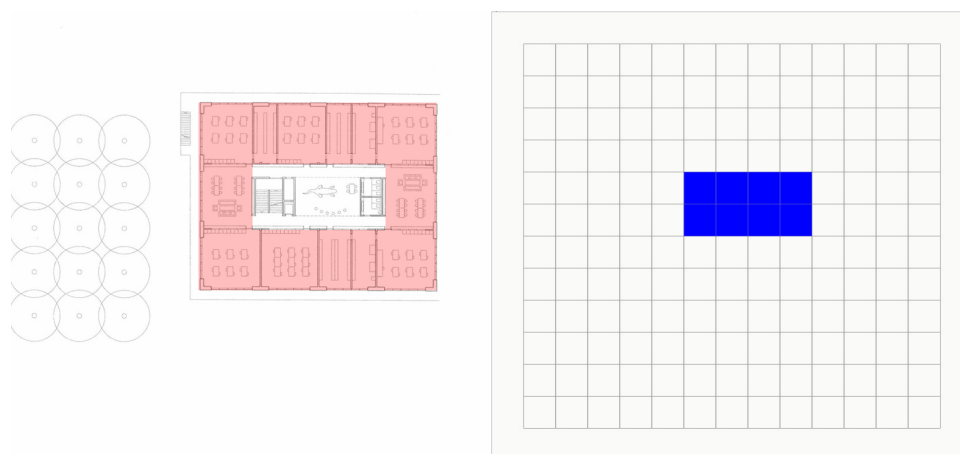


Slika 135. Primeri generisanih rešenja

6.5.3 H3- Upoređivanje generisanog modela sa realnim školskim objektima

Tema ovog istraživanja je primena *CA* u procesu projektovanja školskih zgrada *bottom-up* logikom stvaranja forme. Kako se u procesu projektovanja često koristi *top-down* logika, u ovom delu istraživanja će se utvrditi mogućnost generisanja mogućeg rešenja unapred definisanim oblikom koridora. Dakle, u ovom delu istraživanja će se proveriti da li na ovaj način definisani algoritam može da ponovi realnu prostornu organizaciju školskog objekta referišući se na zbirku konkursnih rešenja školskih objekata u Švajcarskoj u periodu od 2001- 2015 godine ocenjenih od strane stručnog žirija.²⁵²

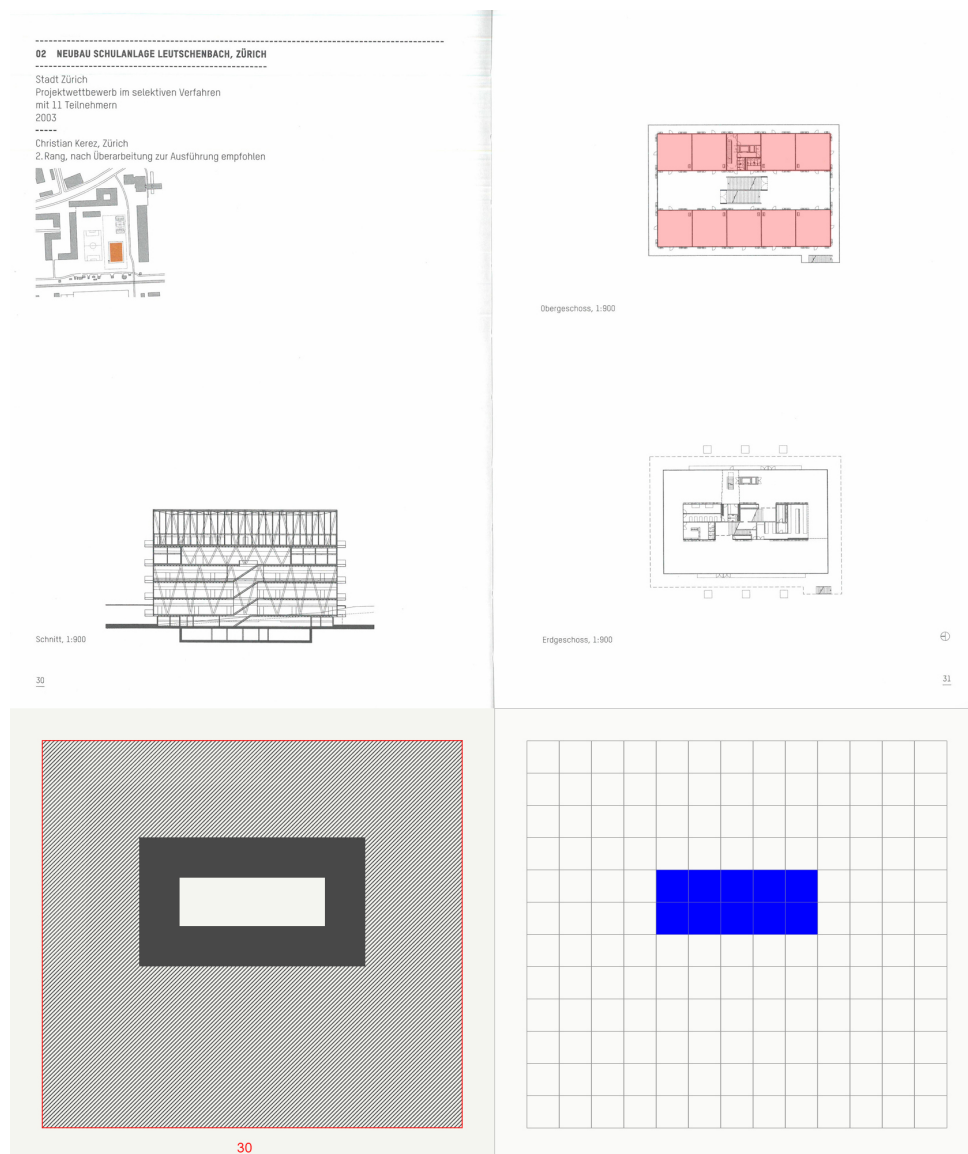
Osnovna premisa ovog dela istraživanja je da koridorski prostor, odnosno oblik koridorskog prostora, ima značajan uticaj na konačnu prostornu organizaciju generisanog rešenja. Iz tog razloga je apstrahovan oblik koridora realnog školskog objekta i prenesen u ćelijski prostor. Umesto formiranja koridorskog prostora, što je slučaj bio u prethodnom delu istraživanja, u okviru ovog dela, koridor je unapred određen. Jednostavnije rečeno, za generisanje rešenja će se koristiti sva pravila, osim pravila koja određuju formiranje koridora. Dimenzije ćelijskog prostora, ćelije i osnovni principi ostaju isti. U sledećim koracima će biti prikazani primeri generisanih rešenja u odnosu na referentnu prostornu organizaciju konkursnih rešenja.



Slika 136. Na slici je prikazan apstrahovani oblik koridora realnog školskog objekta prilagođen ćelijskom prostoru.

²⁵² Grundrissifibel Schulbauten- 30 Architekturwettbewerbe in der Schweiz 2001- 2015, Stant Zurich, 2015.

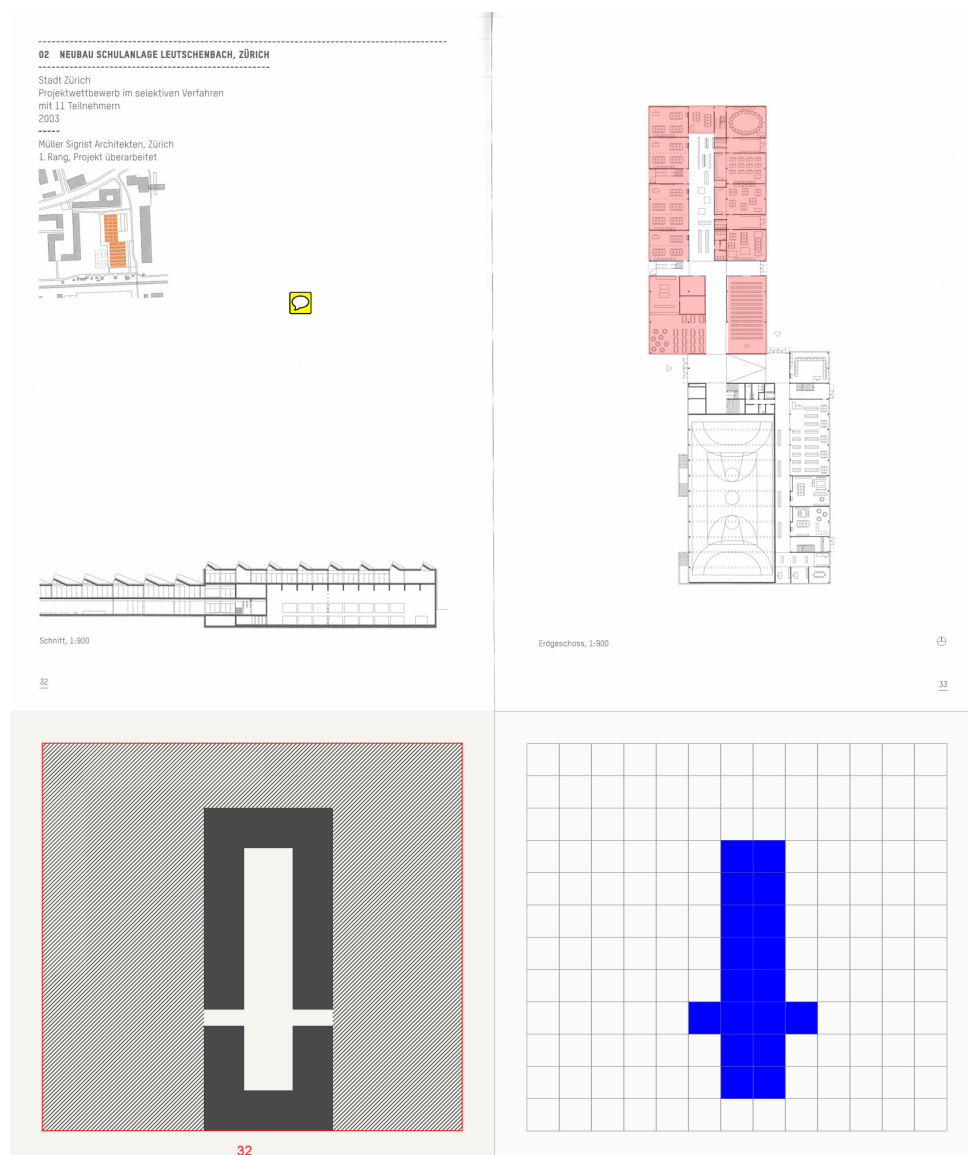
Konkursno rešenje br. 30



Slika 137. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
 Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
 Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 30 (modul=10m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	1568	1340
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1190	908
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	378	432

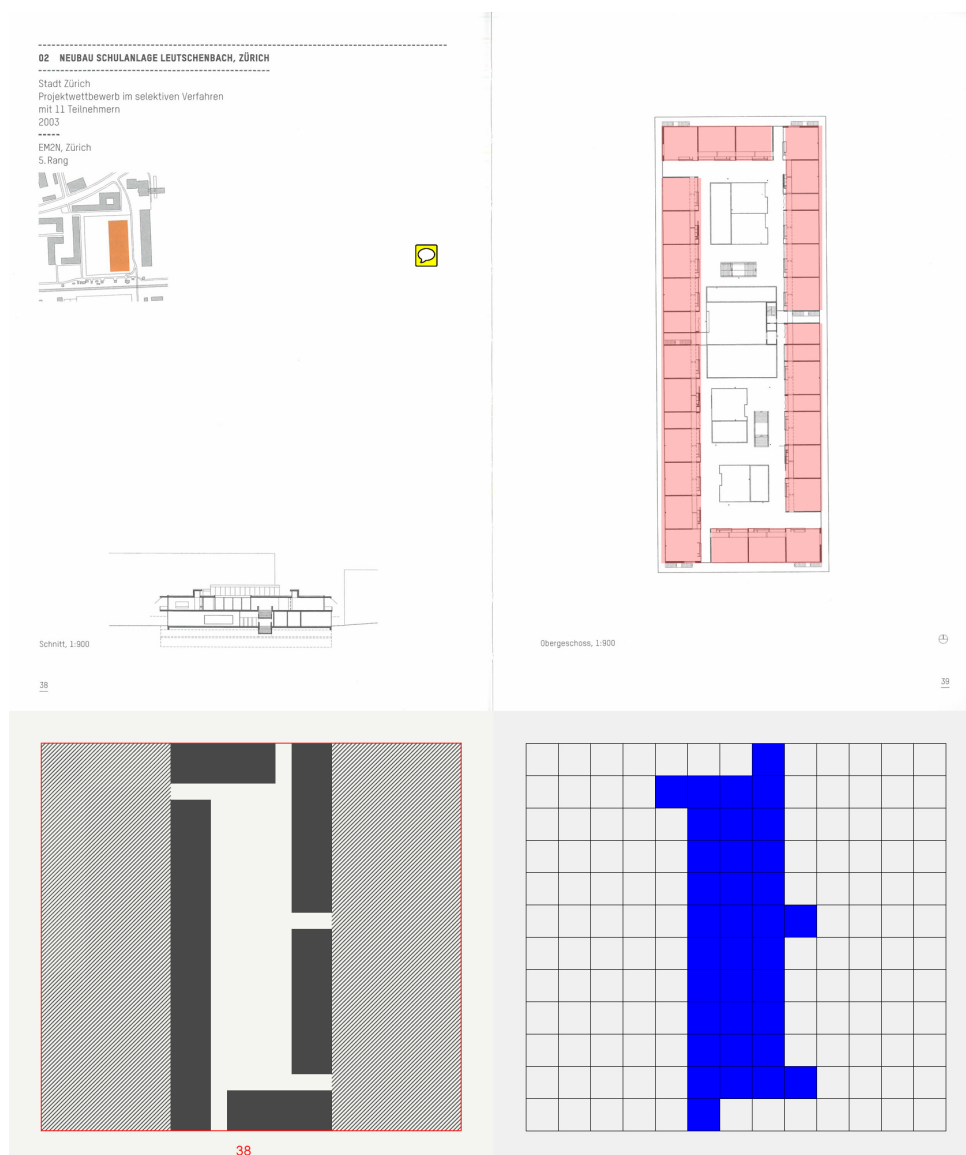
Konkursno rešenje br. 32



Slika 138. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 32 (modul=10m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	1512	2008
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1085	1552
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	427	456

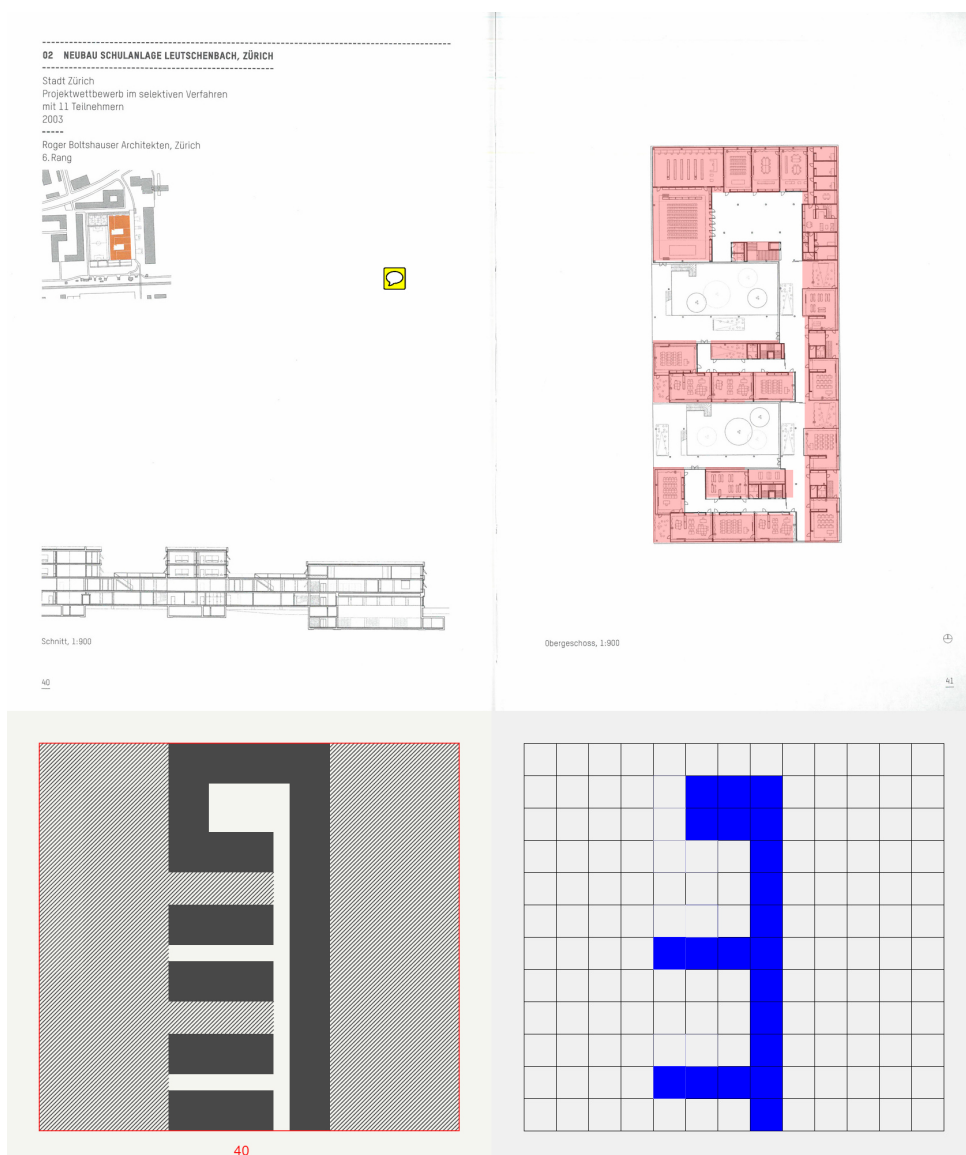
Konkursno rešenje br. 38



Slika 139. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
 Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
 Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u ćelijski prostor.

ŠKOLA BR. 38 (modul=10m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	3045	4737
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	2205	2449
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	840	2288

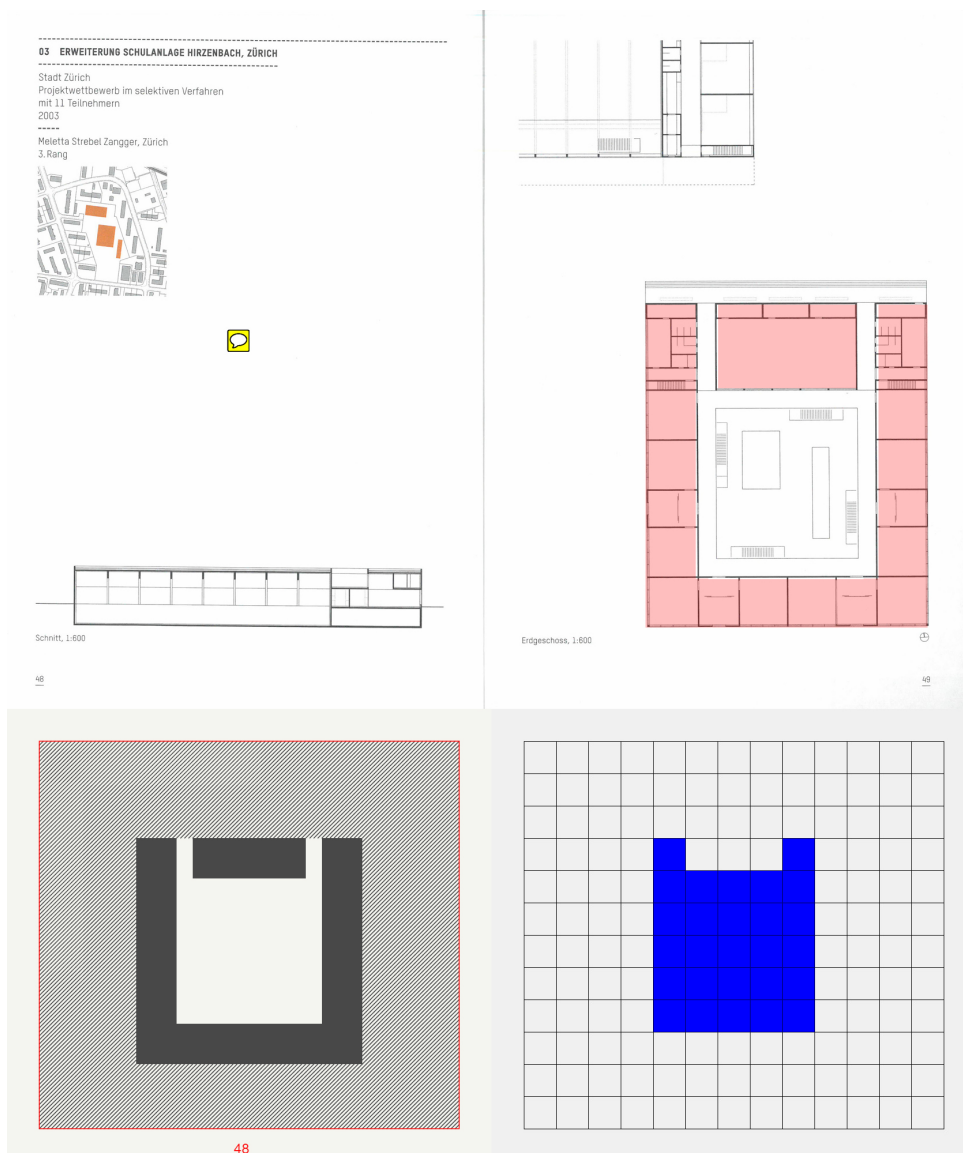
Konkursno rešenje br. 40



Slika 140. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
 Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
 Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 40 (modul=10m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	2996	3777
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	2345	2843
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	651	934

Konkursno rešenje br. 48



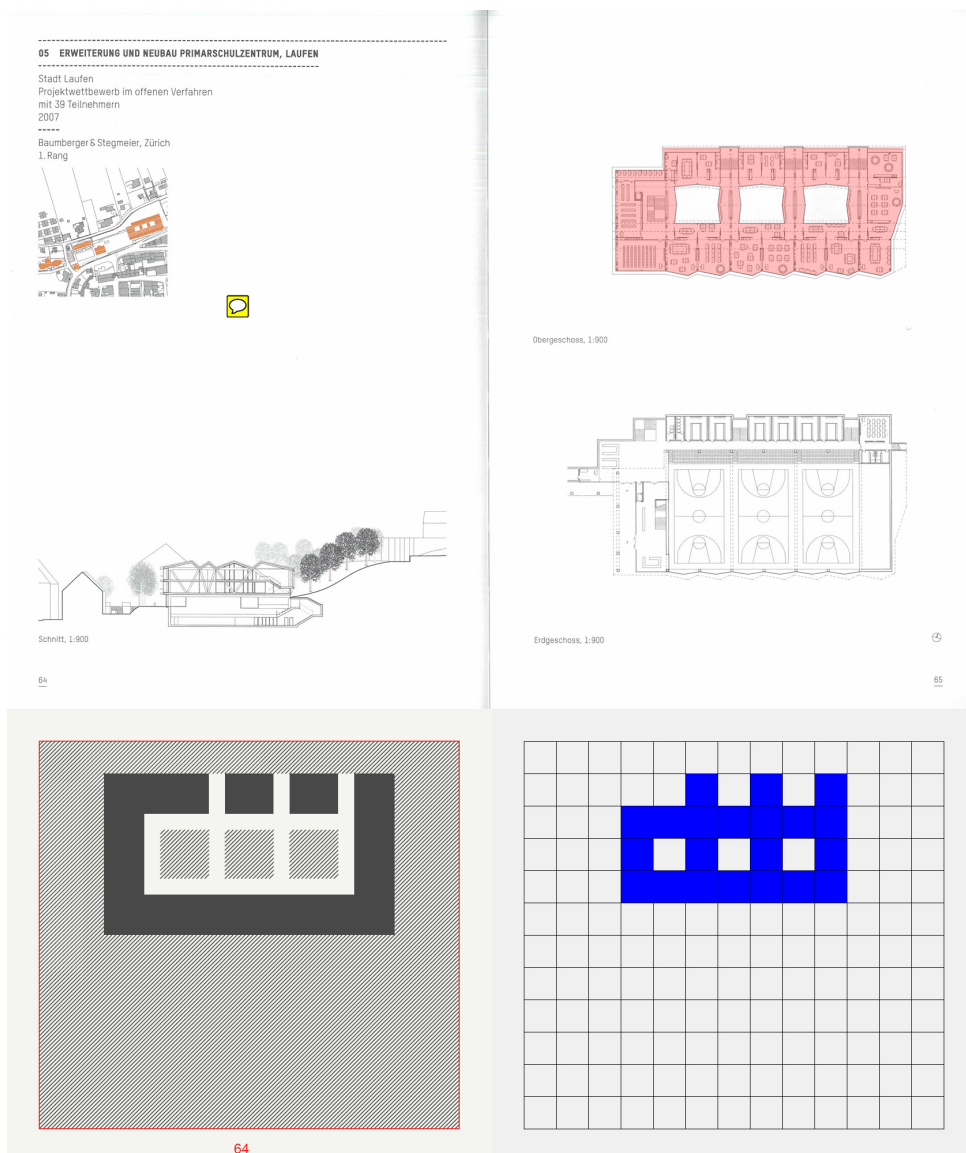
Slika 141. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.

Dole levo: prikaz generisanog rešenja.

Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u ćelijski prostor.

ŠKOLA BR. 48 (modul=9m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	2469.6	2755
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1386	1127
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	1083.6	1628

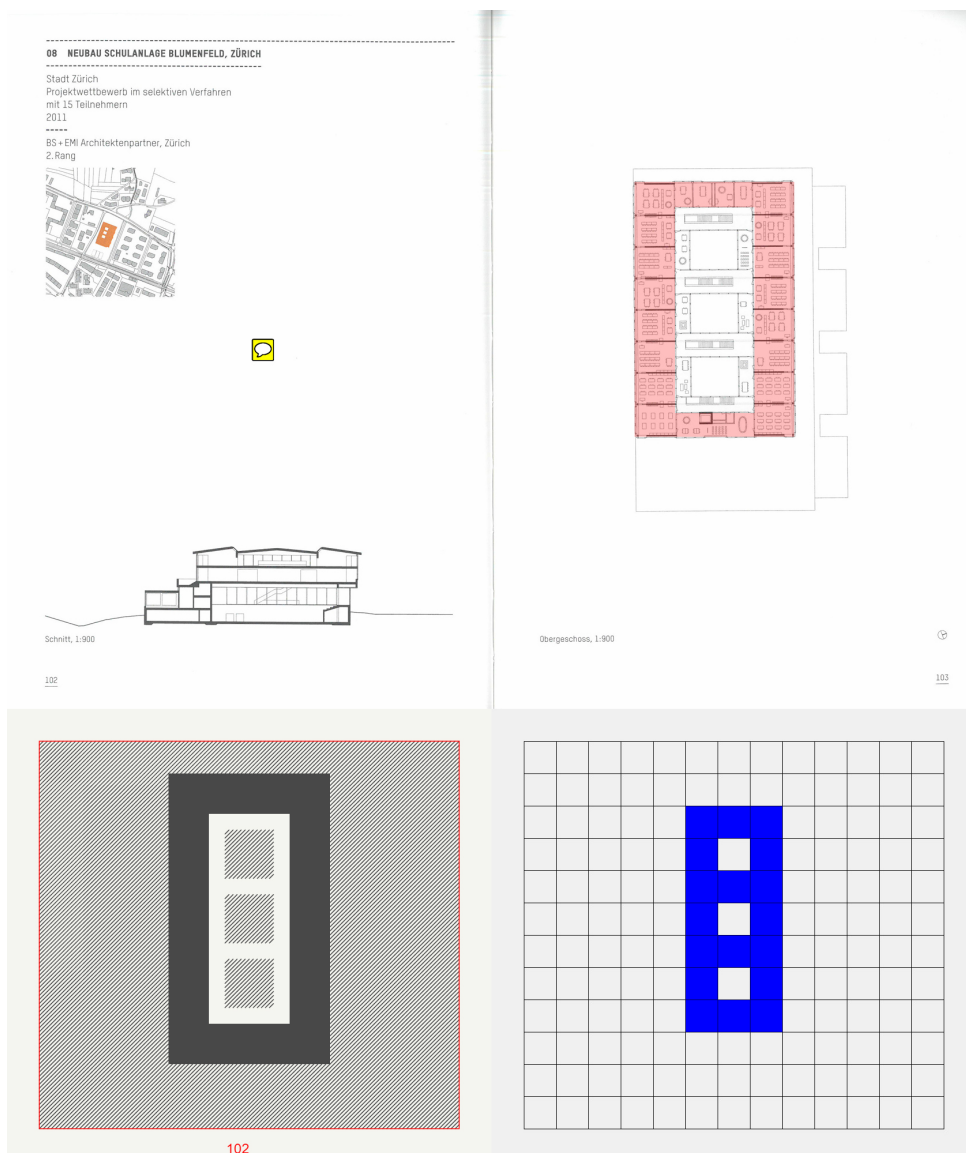
Konkursno rešenje br. 64



Slika 142. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 64 (modul=8m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	1713.6	1989
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1204	1420
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	509.6	569

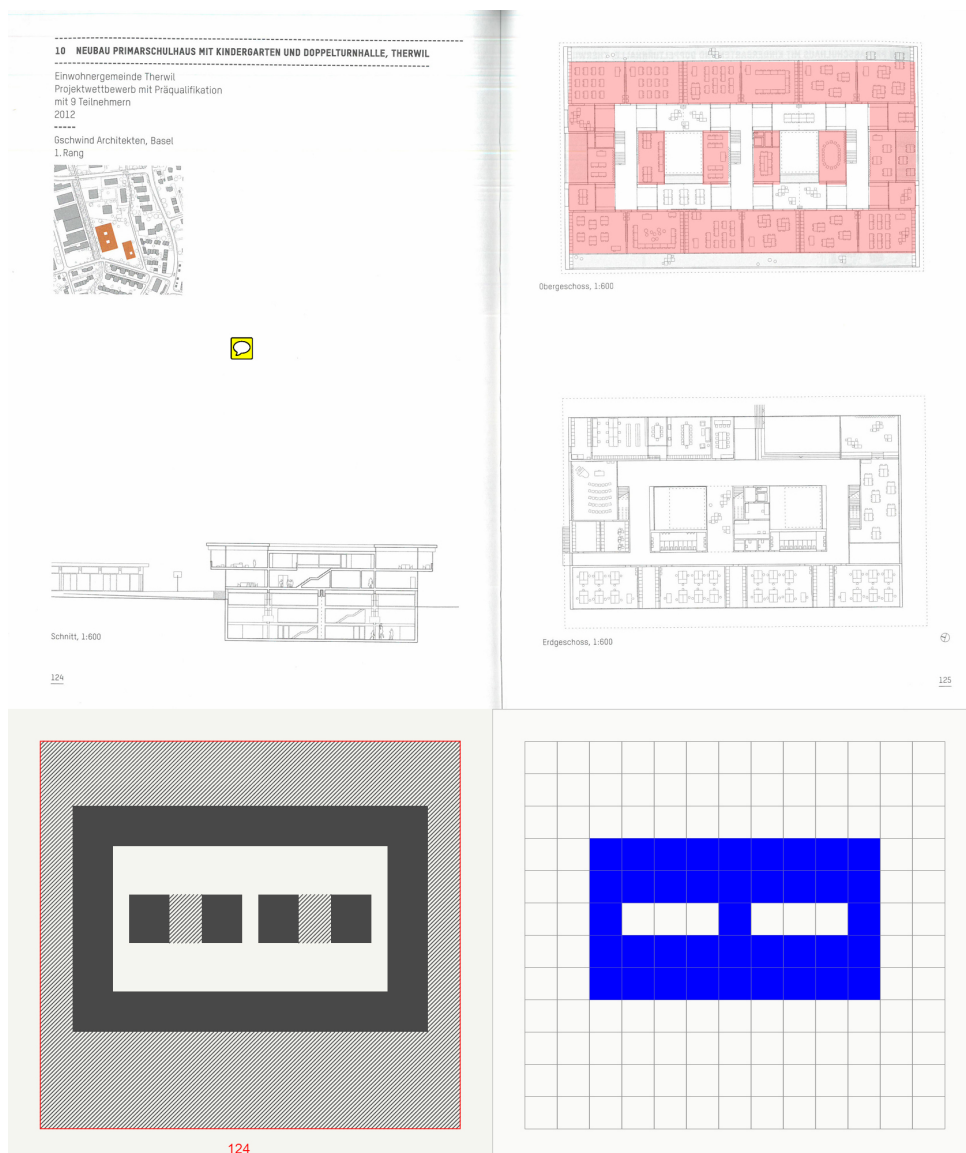
Konkursno rešenje br. 102



Slika 143. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
 Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
 Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 102 (modul=10m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	2142	2424
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1610	1698
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	532	726

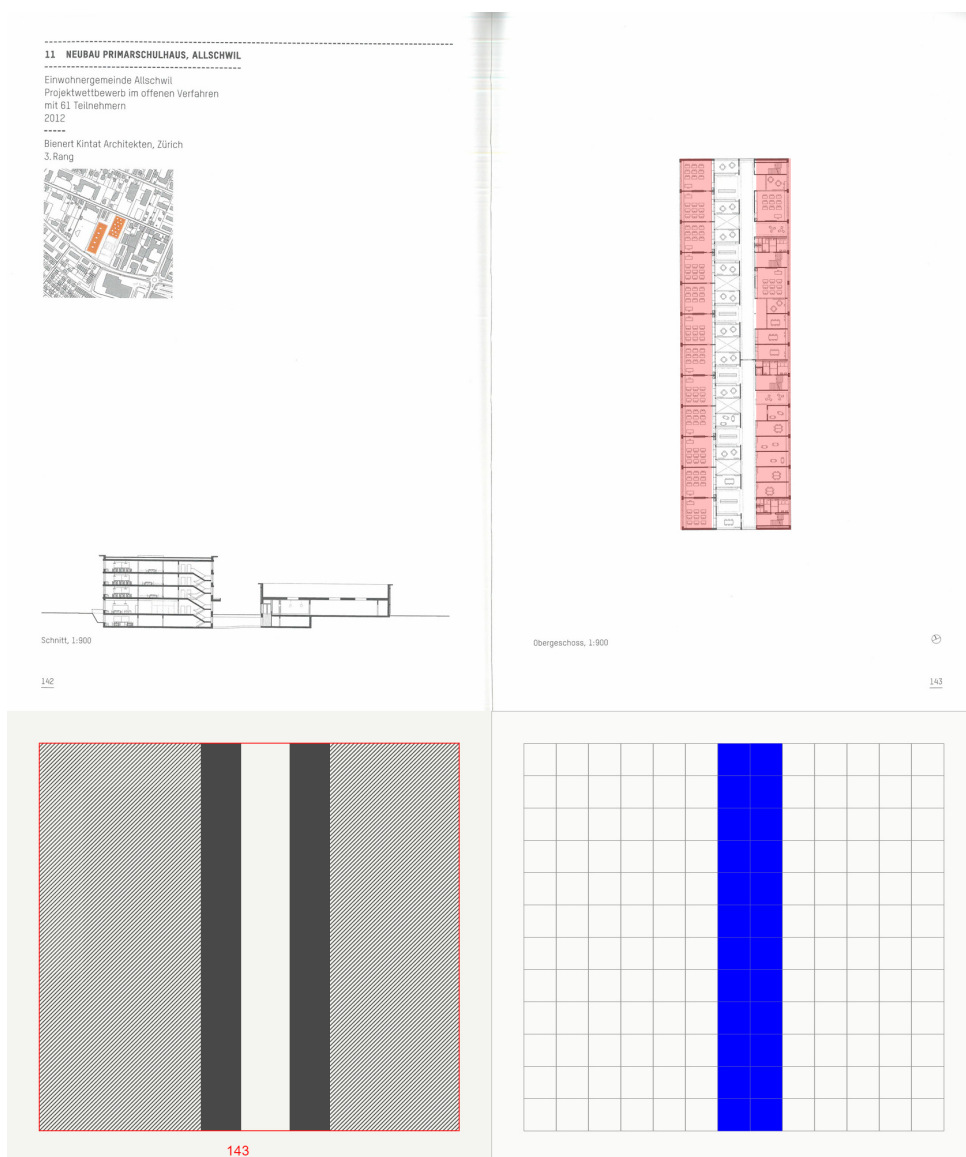
Konkursno rešenje br. 124



Slika 144. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
 Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
 Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 124 (modul=7.5m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	3108	1881
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1942.5	1360
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	1165.5	521

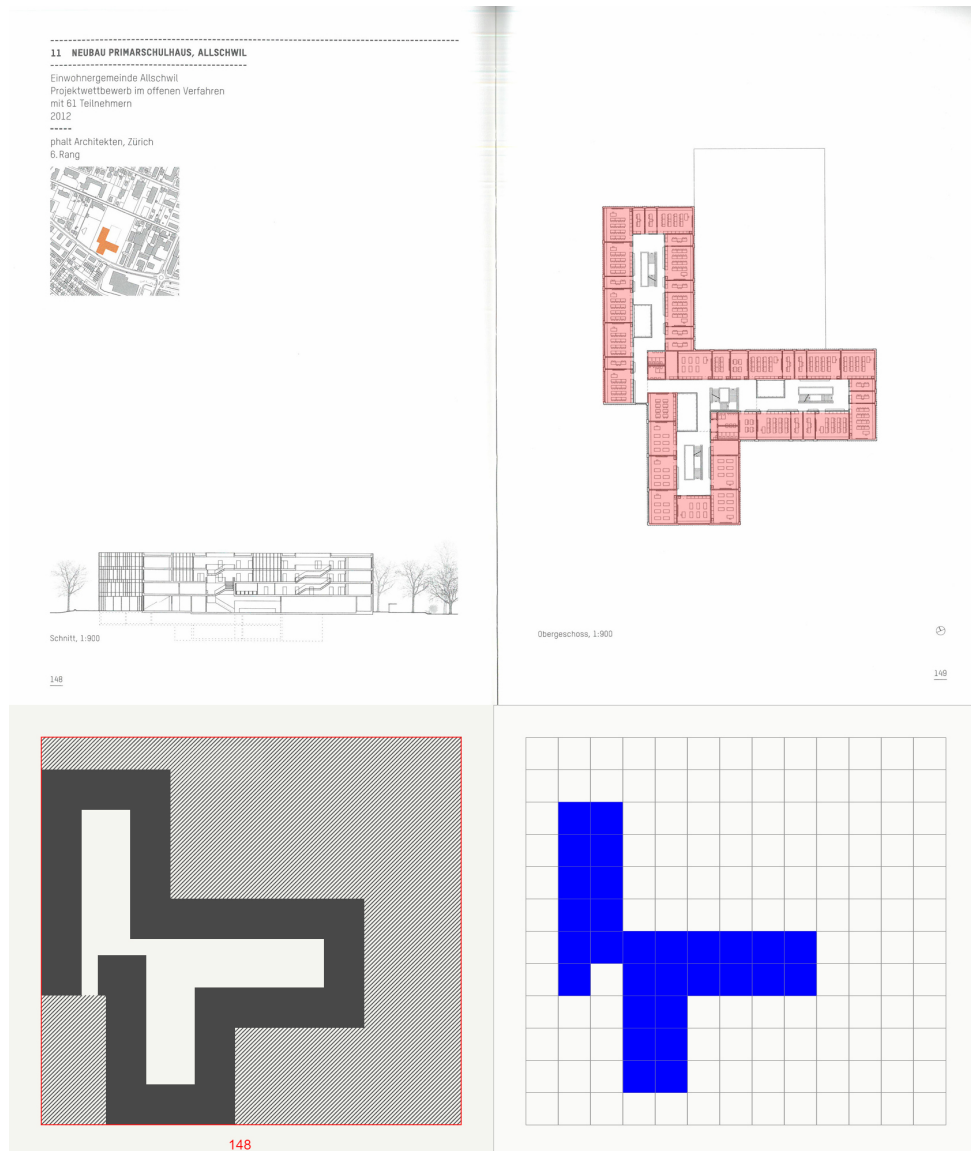
Konkursno rešenje br. 142



Slika 145. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
 Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
 Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 142 (modul=9m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	2419.2	2838
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1512	1808
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	907.2	1030

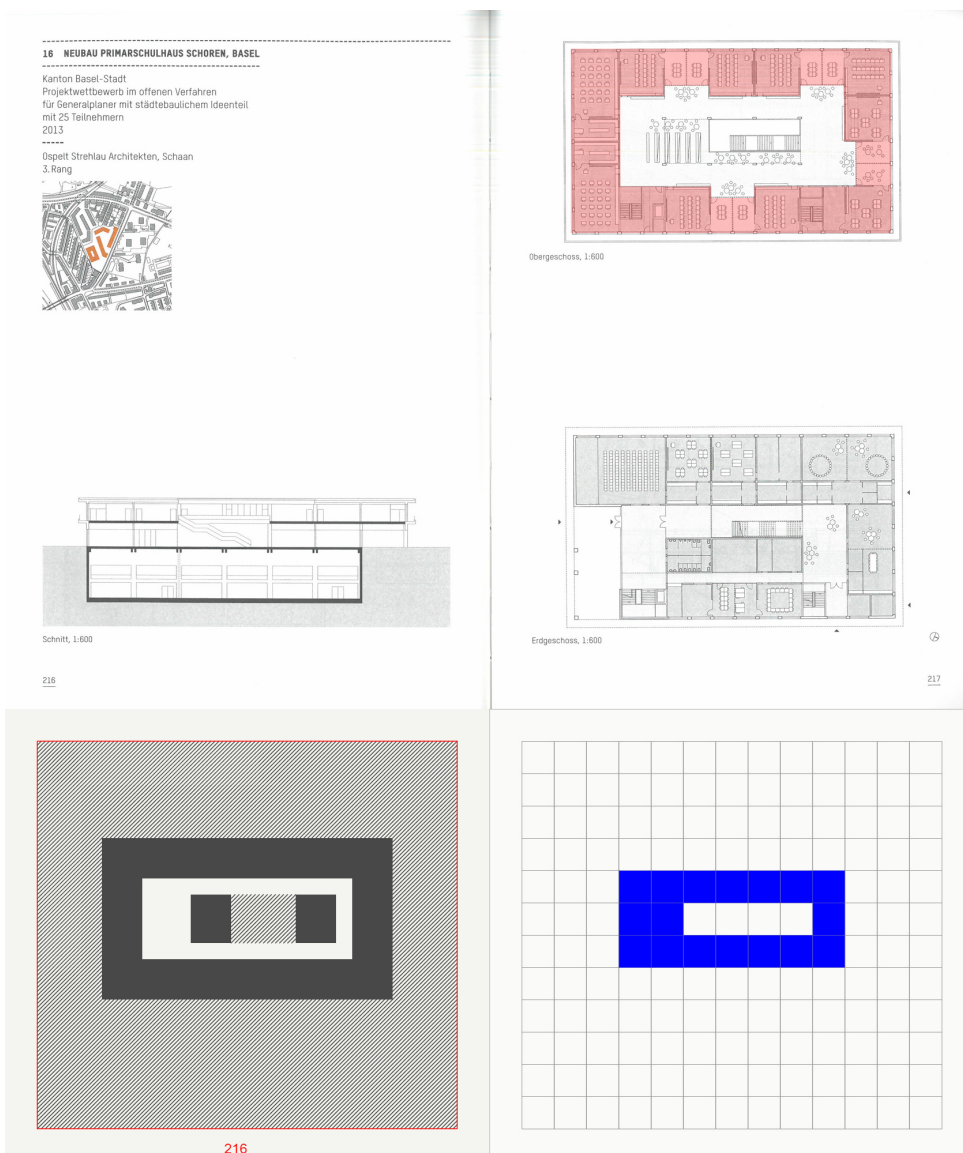
Konkursno rešenje br. 148



Slika 146. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
 Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
 Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 148 (modul=8m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	2956.8	2981
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	2044	2134
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	912.8	847

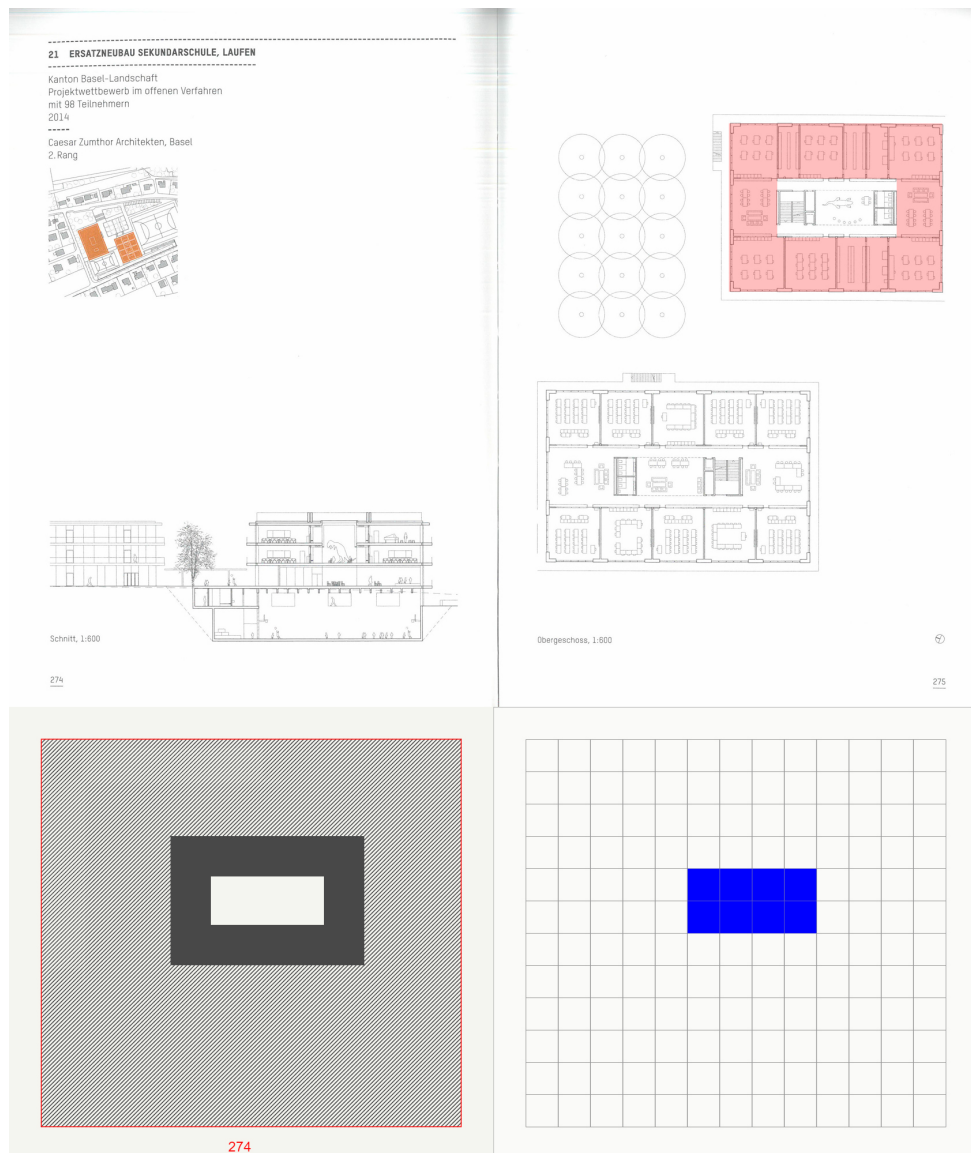
Konkursno rešenje br. 216



Slika 147. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u ćelijski prostor.

ŠKOLA BR. 216 (modul=7.5m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	1764	1711
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1365	1132
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	399	579

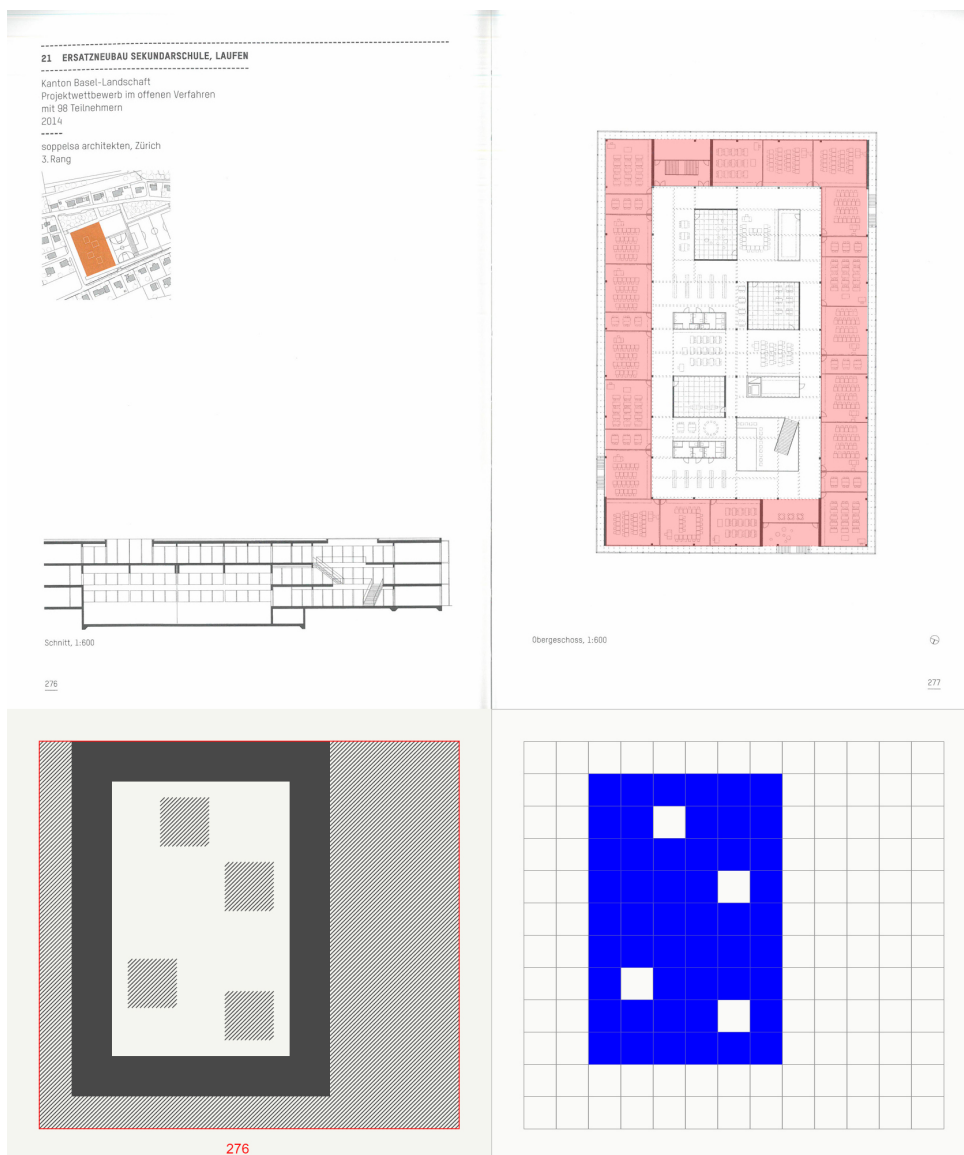
Konkursno rešenje br. 274



Slika 148. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 274 (modul=9.5m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	1276.8	1090
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	997.5	880
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	279.3	210

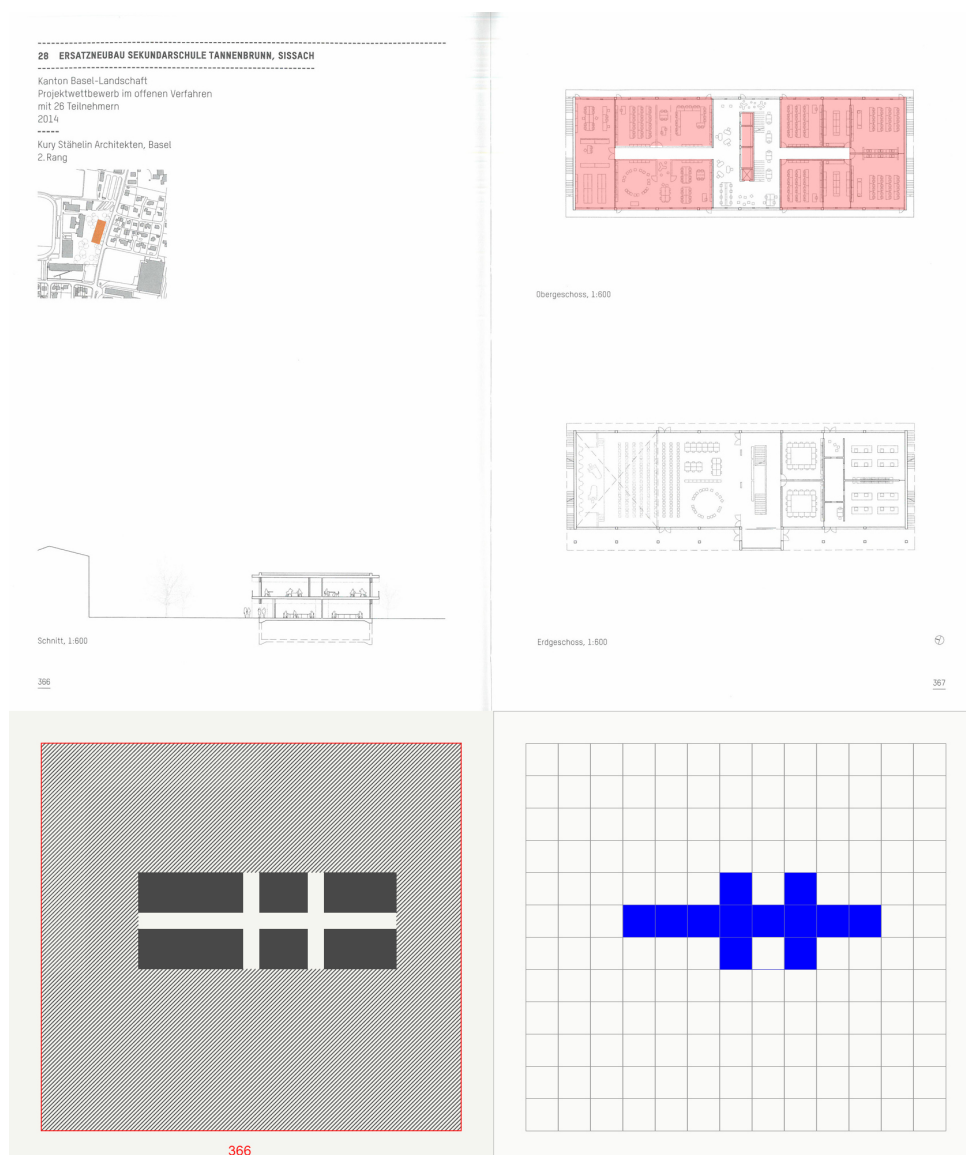
Konkursno rešenje br. 276



Slika 149. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 276 (modul=8m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	3539.2	2897
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	1848	1621
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	1691.2	1276

Konkursno rešenje br. 366



Slika 150. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.
 Dole levo: prikaz generisanog rešenja.
 Dole desno: prikaz apstrahovanog koridora realnog školskog objekta prenesenog u čelijski prostor.

ŠKOLA BR. 366 (modul=8.5m)	GENERISANI MODEL	REALNA ŠKOLA
BRUTO POVRŠINA (m ²)	1142.4	1146
POVRŠINA PRIMARNIH FUNKCIJA (m ²)	833	876
POVRŠINA KORIDORA (m ²)	309.4	270

7 Zaključna razmatranja

Centralna tema ovog istraživanja je **primena CA računarskog modela u procesu projektovanja školskih zgrada**. Dobijeni rezultati odgovaraju početnim premisama. U delu provere prostornih kapaciteta, u 87,5 % slučajeva, generisana rešenja²⁵³ odgovaraju referentnim standardima na parcelama pravilnog i nepravilnog oblika. U delu provere sposobnosti modela da generiše rešenja *top-down* logikom, potvrđena je premissa da se formacijom koridora mogu predvideti rešenja koja delimično odgovaraju prostornoj organizaciji realnih školskih objekata. Najveći izazov ovog istraživanja bilo je apstrahovati uočene pravilnosti na realnim školskim objektima, a koristeći gramatiku koja odgovara specifičnostima CA modela. **Cilj ovog istraživanja nije bio generisanje jednostavnih modela školskih objekata, odnosno, nikako ne govori o tzv. tipskoj školi, već o obrascima koji se pojavljuju kod školskih zgrada, koji, pretvoreni u matematički formalizam mogu kreirati gotovo beskonačan broj rešenja prilagođenih pojedinačnim situacijama.**

Na samom čoveku-ekspertu-projektantu je da, u sledećem koraku ponuđena rešenja od strane CA računarskog modela kvalifikuje, odnosno prepoznaje kao kvalitetne u odnosu na kriterijume estetske prirode, koji u ovom radu nisu pretvarani u matematičke formalizme. Zadatak tog tipa svakako izlazi iz okvira ovog rada, a suštinsko pitanje: “Da li je lepotu moguće predstaviti kao matematiku?”, i iz okvira arhitekture ako discipline. Autor ovog istraživanja smatra da će ocena estetske komponente još dugi vremenski period ostati privilegija samog ljudskog bića.

Postupak projektovanja korišćenjem CA računarskog modela je detaljno opisan u poglavlju 6. Prikazani rezultati predstavljaju novi pogled na fazu projektovanja

²⁵³ U slučajnom uzorku od 1000 generisanih rešenja:

- U 8 generisanih rešenja nema dovoljno prostora sa prirodnim osvetljenjem.
- U 117 generisanih rešenja nedostaje prostor za jednog ili dva učenika

koju možemo nazvati ispitivanje mogućnosti, kreiranje skica ili *od praznog papira ka idejnom rešenju* i kao takvi mogu poslužiti i potencijalnim investitorima i donosiocima odluka kada je u pitanju izgradnja objekata visokog nivoa složenosti i zahtevnog finansiranja, kao korak u preprojektovanju ili jasnom sagledavanju prostornih resursa.

U ovom istraživanju prikazana je praktična primena naprednih tehnika u procesu projektovanja školskih zgrada. Nivo apstrakcije (programske, formalne i funkcionalne) prikazanih modela ukazuje na to da nisu u pitanju gotovi arhitektonski projekti visokog nivoa razrade, već da su školske zgrade razmatrane pre svega kao funkcionalni sklopovi organizovani na osnovu definisanih pravila. Prikazani modeli ne odgovaraju nijednoj realnoj situaciji u pogledu fizičke lokacije ili preciznih programskih zahteva. Pretpostavka ovog istraživanja je bila da su svi razmatrani modeli slobodnostojeći objekti na parceli, koji, s obzirom na nivo apstrakcije, mogu biti prilagođeni različitim uslovima dostupnosti infrastrukture, klime i specifičnih funkcionalnih potreba, a da pri tome njihova osnovna koncepcija ne bude značajno promenjena.

Razmatrani projektantski pristup koristi dostupne informacione tehnologije u cilju repozicioniranja arhitekta u okvirima samog projektantskog procesa, automatizujući naporan postupak analognog kreiranja *svih mogućih rešenja* i zahtevajući od projektanta znanje, iskustvo i kreativnost koje će omogućiti da među dobijenim rešenjima odabere optimalno, gde kriterijum optimalnosti može biti iz skupa merljivih parametara kao što su funkcionalnost i ekonomičnost, ali paralelno kvantifikujući i nemerljive parametre koji su od posebnog značaja za razvoj estetske komponente i opšteg arhitektonskog kvaliteta. Ovaj pristup predstavlja svojevrsni ekspertski sistem, koji znanje arhitekta projektanta (profesionalca) pretvara u načine odlučivanja karakteristične za arhitektonsko razmišljanje, ali primenom formalnih obrazaca koji nisu sami po sebi vezani za arhitekturu kao oblast.

Ovo istraživanje se očigledno kreće u pravcu paradigmatkog pomaka, u kom se preispituje pozicija arhitekta u projektantskom procesu. **Opisi kao što su kontrolor procesa ili kreator procesa i kreator alata odgovaraju novonastaloj ulozi arhitekta u složenim procesima stvaranja.** Kreirani mehanizmi generišu rešenja koja nekad izlaze iz okvira arhitektonske imaginacije, što čini ovu vrstu projektovanja donekle *inteligentnim* projektovanjem.

Korišćenjem CA računarskog modela, ili sličnih instrumenata, čini se da smo korak bliži Negroponteovoj viziji o partnerskom odnosu između dva *inteligentna* sagovornika- čoveka i mašine. Sve do nedavno, ova komunikacija je bila

jednostrana i u njoj je računar izvršavao zahteve arhitekta u cilju bolje prezentacije i realizacije budućeg objekta. Kako je već rečeno, komunikacija između čoveka i mašine na samom početku razvoja (sredinom XX veka) je bila ekskluzivna u smislu obima potrebnog znanja kako bi se složeni arhitektonski problemi preveli na jezik razumljiv za računar. Današnji stepen razvoja informacione tehnologije je olakšao način na koji komuniciramo sa računarom različitim programskim jezicima od kojih se većina svodi na sintaksu blisku engleskom govornom području. Ipak, još uvek se traga za jednostavnijim jezikom, a u prilog ovoj tezi govori primer *Grasshopper* softverskog dodatka koji koristi jezik tzv. vizuelnog programiranja. **Međutim, složeni algoritmi koji se kriju iza simbola u korisničkom interfejsu i dalje predstavljaju ograničeni skup alata. Za beskonačni prostor pretrage je potreban i skup alata ili jezik sa više mogućnosti.** Kako Pol Kots²⁵⁴ navodi, potreban je jezik koji deli isti leksikon i iste pravilnosti u smislu pouzdanih algoritama koji imaju za cilj generisanje velikog broja *ispravnih* rešenja.

Alati kreirani na način prikazan u ovom istraživanju, ili na neki sličan način, mogu da imaju određeni stepen inteligencije, koji dolazi iz ekspertize ugrađene u sam mehanizam kreiranja modela. Ovde je moguće povući paralelu sa mišljenjem Karla Ratija, koji smatra da su kulinarski recepti prvi analogni model deljenja znanja-ekspertize. Mogućnost da se ekspertiza prenese u *recept* ili *kod* je posebno značajna iz više razloga.

Sa jedne strane, na ovaj način definisan model, kao *recept* ili *kod*, se može unaprediti, prilagoditi specifičnom kontekstu i projektantskim zahtevima, dok se sa druge strane smanjuje broj loših projekata (*ill-design*) ili loše definisanih problema (*ill-defined problem*). Sa druge strane, u kontekstu društva društvenih mreža, ovaj *recept* ili *kod*, kroz *kulturu deljenja* (*sharing culture*) i softvere otvorenog koda (*open source*), pa čak i forume na internet stranicama se konstantno unapređuje i gotovo organski napreduje ka savršenijoj formi.

Ono što je važno još jednom naglasiti, **pristup primenjen u ovom istraživanju ne isključuje arhitektu iz projektantskog procesa, čak naprotiv.** Ovaj pristup sugeriše racionalnost, konzistentnost, koherentnost, organizaciju i sistematizaciju. Takođe, ovaj pristup promovise ispravna rešenja generisana na osnovu ekspertize, dobro definisanih problema i složenih projektantskih aspiracija.

Značajno za ovakav pristup u projektovanju je potencijalno beskonačan broj ishoda. Jednostavno rečeno, jezikom računara, u koracima definisanim sa *if-then, else* algoritam nudi moguću alternativu. Suštinsko pitanja ovog istraživanja je

²⁵⁴ Coates, P: *Programming Architecture*, Routledge, 2010, pp.2.

koliko arhitektonskih problema može da se opiše navedenom petljom? Kako navodi Džon Frejzer, arhitekta koriste algoritamsku proceduru uprkos činjenici da arhitektonsko projektovanje nije nužno algoritamski proces i da se može bazirati na osnovama koje nisu obavezno logički povezive.

Tu leži i osnovni uočeni nedostatak ovog pristupa. Komunikacija čoveka i računara, odnosno sadašnje računarsko okruženje, nije još uvek u potpunosti doraslo složenim arhitektonskim problemima, koji se, sa jedne strane konstantno umnožavaju novim izazovima savremenog društva, a sa druge strane, često baziraju na intuiciji, inspiraciji, emocijama. Ipak, ovo polje istraživanja je relativno novo i još uvek alati definisani na ovaj način nisu integralni deo projektantskog procesa. Tek nakon toga, možemo očekivati da se otvore i neke druge teme i mogućnosti upotrebe ili primene rezultata.

7.1 Mogućnosti daljih istraživanja

Generativni dizajn je relativno novo polje u arhitektonskom projektovanju. Kao deo velike CAD porodice, osnovna potreba za CAD alatima je povećanje produktivnosti u smislu automatizacije procesa projektovanja i unapređenje samog dizajna/kompjuterskog modela. Računar više nije samo pomoćno sredstvo koje proširuje arhitektonsku imaginaciju već postaje alat za optimizaciju koji otkriva nove mogućnosti u arhitektonskom projektovanju. Potreba da se istraže nove forme, kao i nove mogućnosti u arhitektonskom projektovanju je, u poslednje vreme, doprinela velika grupa softverskih dodataka pa i samostalnih softverskih platformi koje nude veći prostor pretrage.

CA se u mnogim oblastima nauke koristi kao utvrđen način da se ispitaju kompleksni sistemi. Posmatrajući modele koje generiše CA kao kompleksne sisteme formirani jednostavnim relacijama osnovnih elemenata sistema po određenim pravilima, zakonitostima i obrascima, mogu biti za ovo istraživanje veoma značajni. Sa jedne strane, da bi se CA implementirao u proces projektovanja,

potrebno je razumeti, istražiti arhitektonski objekat u kontekstu osnovnih elemenata, relacija i pravilnosti, dok sa druge strane, ovako formirana generisana rešenje je moguće analizirati, međusobno uporediti merljivim parametrima i otkriti nova saznanja i moguću primenu u smislu automatizacije projektantskog procesa. Ovo istraživanje prikazuje praktičnu primenu naprednih tehnika u procesu projektovanja školskih zgrada. Školske zgrade nisu odabrane slučajno za ovo istraživanje. Naime, morfološki tipovi škola prikazani u istraživanju se u velikoj meri poklapaju sa morfološkim tipovima drugih arhitektonskih programa: administrativnih objekata, poslovnih zgrada, komercijalnih objekata— da navedemo samo neke na koje su prikazani rezultati takođe primenjivi. Prikazano istraživanje se može posmatrati i kao čvrsta platforma za dalju razradu i primenu na druge arhitektonske programe, istih ili sličnih prostornih karakteristika (ovde se pre svega misli na arhitektonske objekte javnog sadržaja, mada je moguće sličnu logiku primeniti i na stambene objekte, a posebno na javne otvorene prostore).

8 Popis literature

Alexander, C: *Systems Generating Systems*, AD 38, 1968

Alexander, C: *Notes on the Synthesis of Form*, Cambridge, Harvard University Press, 1964.

Alexander, C; Ishikawa, S; Silverstein, M: *A Pattern Language : Towns, Buildings, Construction*, Oxford University Press, 1977.

Alexander, C: *The Timeless Way of Building*, Oxford University Press, 1979. pp. 210.

Dincer, A; Tong, H; Cagdas: *A computational model for mass customized housing design bu using cellular automata*, ITUA|Z, VOL: 11, NO: 2, 351- 368, 2014.

Andia, A; Spiegelhalter, T: *Post- Parametric automation in design and construction*, British Library Cataloguing in Publication Data, 2015.

Area guidelines for mainstream schools, 2014.

Dostupno na:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/324056/BB103_Area_Guidelines_for_Mainstream_Schools_CO RRECTED_25_06_14.pdf

Atanacković Jeličić J; Maraš I; Ecet D: *Savremeni pristup arhitektonskom projektovanju školskih zgrada*. FTN, Novi Sad, 2016

Atanacković Jeličić, J: *Razvoj i transformacije arhitekture školskih zgrada u Vojvodini, od XVII veka do 2006. godine*, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2007.

Baker L: *A History of School Design and its Indoor Environmental Standards, 1900 to Today*, National Clearinghouse for Educational Facilities, National Institute of Building Sciences, 2012.

- Barry, M:** *Contextual summary of computing, scripting and speculative design*, Scripting Cultures- Architectural design and programming, AD primers, John Wiley & Sons Ltd
- Batty M:** *Cities and Complexity Understanding Cities with Cellular Automata, Agent- Based Models, and Fractals*, MIT Press (24. August 2007).
- Batty, M:** *A Digital Breeder for Designing Cities*, AD, Volume79, Issue4, Special Issue: Digital Cities, July/August 2009, str. 46- 49.
- Benros, D; Duarte, P. J; Hanna, S:** *Generic shape grammar for the Palladian Villa*, Malagueira House and Prairie House
- Betsky, A.:***From Box to Intersection .Architecture at the Crossroads; Disappearing Architecture _From Real to Virtual to Quantum*, Birkhauser, 2005
- Burry, M:** *Antoni Gaudí and Frei Otto: Essential Precursors to the Parametricism Manifesto*,
- Burry, M:** *Scripting Cultures- Architectural design and programming*, John Wiley & Sons, Jan 30, 2013
- Carmo, M:** *Introduction, The Digital Turn in Architecture 1992–2012*, John Wiley & Sons Ltd, 2015. Str. 8- 14.
- Carmo, M:** *The Digital Turn in Architecture 1992–2012*, John Wiley & Sons Ltd, 2015.
- Carmo, M.:** *Ten years of folding, Folding architecture*, special issue (AD Profile 102), Architectural Design 63, WILEY- ACADEMY, 1993
- Coates, P.:** *Programming.Architecture*, Routledge, 2010.
- Coates, P.:** *The Use of Cellular Automata to Explore Bottom Up Architectonic Rules*, Eurographics Conference, Imperial College of Science and Technology, LondonUK, 1996.
- Cross, N.:** *Can machine design*, Design Issues, Volume 17, Number 4, 2001, pp. 44- 50.
- Davis, D:** *Modelled on Software Engineering: Flexible Parametric Models in the Practice of Architecture*. PhD dissertation: RMIT University. 2013.
- De Landa, M:** *Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture*, 2002. Dostupno na:
<http://2628climator.hyperbody.nl/images/2/28/Delanda-Deleuze%26GAs.pdf>
- Delanda, M:** *Deleuze and the Use of the Genetic Algorithm in Architecture*, predavanje, 2009.
Dostupno na: https://www.youtube.com/watch?v=50-d_J0hKz0

- Dincer, A; Tong, H; Cagdas, G:** A computational model for mass customized housing design bu using cellular automata, ITUA|Z, VOL: 11, NO: 2, 351- 368, 2014
- Dokins, R:** *Sebični gen*, Helix, 2010.
- Duarte, P. J:** A discursive grammar for customizing mass housing: the case of Siza's houses at Malagueira, Automation in Construction 14, 2005, 265–275.
- Duarte, P. J:** *Towards the mass customization of housing: the grammar of Siza's houses at Malagueira*, Environment and Planning B: Planning and Design 2005, volume 32, 347- 380.
- Eisenman, P:** Folding in time: the singularity of Rebstock, in blurred zones : Investigations of the Interstitial, The Monacelli Press, New York, 2003. Str. 130-149.
- Fernando, R.A:** *Space learning and preliminary design using artificial life*, Proceedings of the 19th International Conference on Computer- Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2014, str. 657–666.
- Frazer, J:** *An Evolutionary Architecture*, Architectural Association Publications, 1995
- Frazer, J:** *Parametric Computation History and Future*, Special Issue: Parametricism 2.0: Rethinking Architecture's Agenda for the 21st Century, Volume86, Issue2, March/April 2016.
- Gero, J:** *Advances in Formal Design Methods for CAD*, Proceedings of the IFIP WG5.2
- Gero, J.S; Louis, J; Kundu, S:** Evolutionary learning of novel grammars for design improvement, Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing 8, 1994, pp. 83- 94.
- Gero, J; Kazakov, V:** Learning and re- using information in space layout planning problems using genetic engineering,
- Gips, J:** *Shape Grammars and their Uses Artificial Perception*, Shape Generation and Computer Aesthetics, Birkhauser Verlag, Basel und Stuttgart, 1975.
- Grundrissifibel Schulbauten- 30 Architeturwettbewerb in der Schweiz 2001-2015, Stant Zurich, 2015.
- Koning, H; Eizenberg, J:** *The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses*, Environment and Planning B, 1981, volume 8, str. 295- 323
- Hensel, M; Menges, A; Weinstock, M:** *Emergence in Architecture*, Architectural Design, Vol. 74, No 3, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, May/June 2004, str: 11 – 15.

- Hensel, M; Menges, A; Weinstock, M:** *Introduction to Emergence: Morphogenetic Design Strategies*, The Digital Turn in Architecture 1992–2012 6th AD reader 2012. pp. 158- 164.
- Herbert, S.A:** *The Architecture of Complexity*, Proceedings of the American Philosophical Society 106, 1962 pp. 467- 482.
- Herr, C.; R. Ford:** *Adapting cellular automata as architectural design tools; Past, Present and Future of Digital Architecture*, Proceedings of the 20th International Conference of the Association for Computer- Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2015, 2015
- Herr, C; Kvan, T:** Adapting cellular automata to support the architectural design process, *Automation in Construction* 16, 2007, str. 61 – 69.
- Herr, C; Ford, R:** Cellular automata in architectural design: From generic systems to specific design tools, *Automation in Construction* 72, 2016
- Holland, J:** *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- Holland, J:** *Emergence: from Chaos to Order*, Oxford University Press (Oxford), 1998
- Johnson, S:** *Emergence: the connected lives of ants, brains, cities, and software*, August, 2002
- Khabazi, M:** *Algorithmic Modelling With Grasshopper*, 2009.
- Khabazi, Z:** *Generative Algorithms with Grasshopper version 2.0;*
- Kitchely, J:** *Combining shape grammar and genetic algorithm for developing a housing layout : Capturing the Complexity of an Organic Fishing Settlement* Generative methods and the design process: a design tool for conceptual settlement planning. Applied Soft Computing Co- Author: Dr.A. Srivathsan Volume 14, Part C, January 2014, pp. 634–65.
- Kolarević, B:** *Architecture in the digital age: design and manufacturing*, Taylor and Francis, 2003.
- Krawczyk, R.J:** *Architectural interpretation of cellular automata*, Generative Art Conference 2002, preuzeto: <http://www.generativeart.com/>
- Leach, N:** *Digitalna Morfogeneza*, Oris, Zagreb, 2008
- Liddament, T: *The Computationalist Paradigm in Design Research*. Design Studies, Vol 20, No 1, 1999.
- Lynn, G:** Blobs (or Why Tectonics is Square and Topology is Groovy), ANY 14, 1996. Str.58- 62.
- Lynn, G:** *Folding architecture*, special issue (AD Profile 102), Architectural Design 63, WILEY- ACADEMY, 1993

- M. Silver:** *Building without drawings: Automason Ver 1.0*, AD, Special Issue: Programming Cultures, Volume 76, Issue 4, 2006. str. 46- 51
- Maher, M.L; Poon, J; Boulanger, S:** *Formalising design exploration as co-evolution: a combined gene approach*, Proceedings of the IFIP WG5.2 Workshop on Formal
- McCullough, M:** *20 Years of Scripted Space*, Architectural Design 76, no. 4 (July 2006): str. 12–15.
- Menges , A; Hensel, M; Weinstock, M:** An Evolution of Form finding as Design. Emergence: Morphogenetic Design Strategies, 2004. pp. 27- 33.
- Mitchell M:** *An Introduction to Genetic Algorithms*, A Bradford Book The MIT Press, 1999.
- Mitchell, M:** *Genetic Algorithms: An Overview*, Complexity, 1995. pp. 31- 39.
- Mitchell, W:** *Constructing an authentic architecture of the digital era; Disappearing Architecture _From Real to Virtual to Quantum*, Birkhauser, 2005. pp.82- 89
- Mitchel, W:** *Afterword: The Design Studio of The Future*, CAAD futures Digital Proceedings, 1989. pp. 479- 493.
- Montiel, R.M; Bone, J; Gavilanes, J; Jiménez, E; Mandow, L; Pérez- de la-Cruz, J.L:** *Design with shape grammars and reinforcement learning*, Advanced Engineering Informatics 27, 2013 pp.230–245.
- Negroponte, N:** *Soft Architecture Machine*, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, and London, England, 1975.
- Negroponte, N:** *Toward a Theory of Architecture Machines*, Journal of Architectural Education (1947- 1974), Vol. 23, No. 2, 1969, pp. 9- 12.
- Negroponte, N:** *The Architecture Machine* (Cambridge, Mass.,: M.I.T. Press, 1970.
- Negroponte, N:** *Being Digital*. New York, Alfred A. Knopf, 1995.
- Neufert, E: *Arhitektonsko projektovanje*, Beograd, Građevinska knjiga, 1985.
- Oxman, R:** *Digital Architecture as a Challenge for Design Pedagogy: Theory, Knowledge, Models and Medium*, Design Studies 29, no. 2, 2008, pp. 99–120, dostupno na: <https://doi.org/10.1016/j.destud.2007.12.003>.
- Oxman, R.:** *Theory and design in the first digital age*, Design Studies 27, 2006, str. 229- 265.
- Packard, N.H; Wolfram, S:** *Two- Dimensional Cellular Automata*, Journal of Statistical Physics, March 1985, Volume 38, Issue 5–6, pp 901–946.
- Peters, B:** *Computation Works: The Building of Algorithmic Thought*, Architectural Design 83, No. 2, March 2013, pp 8–15.

- Peters, B:** Design Workflows for the Simulation of Sustainable Architecture, Computing the Environment: Digital Design Tools for Simulation and Visualisation, Architecture (AD Smart) 1st Edition, April 2018.
- Ratti, K:** *Open Source Architecture*, Thames and Hudson Ltd, 2015.
- Rigolon, A:** European design types for 21st century schools: an overview, CELE Exchange 2010/3, OECD 2010.
- Rutten, D:** *Galapagos: On the Logic and Limitations of Generic Solvers*, Architectural Design Volume 83, Issue 2, March 2013
- Salama, A:** *New Trends in Architectural Education: Designing the Design Studio*, 1995. Dostupno na: <https://archnet.org/publications/4480>
- Sanoff, H; Walden, R:** *School Environment*, The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology, Oxford University Press, 2012. pp. 276-294.
- Schumacher, P:** *A New Global Style for Architecture and Urban Design*; Special Issue: Digital Cities, Volume 79, Issue 4, July/ August 2009.
- Schumacher, P:** *The Autopoiesis of Architecture*, Volume I: A New Framework for Architecture. John Wiley & Sons Ltd, 2011.
- Schumacher, P:** Parametricism as Style - The Parametricist Manifesto, 2008. Dostupno na : <https://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>
- Shiffman, D:** *The Nature of Code*, <https://natureofcode.com/book/>, 2012, pp 324.
- Situngkir, H:** Exploring Ancient Architectural Designs with Cellular Automata, BFI Working Paper Series WP- 9- 2010. Preuzeto: <http://cogprints.org/7066/1/2010i.pdf>
- Spiegelhalter, T:** *Post-parametric automation in design and construction*, Library of Congress Cataloging-in- Publication Data, Artech House, 2015.
- Stini, G; Mitchell, W:** The Palladian grammar, Environment and Planning B: Planning and Design, volume 5, 1978.
- Stini, G:** *Shape: Talking about Seeing and Doing*, The MIT Press Cambridge, Massachusetts, London, England
- Stiny, G; Gips, J:** *Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture*, republished in OR Petrocelli (ed.) *The Best Computer Papers of 1971*, Auerbach, Philadelphia, 1972, pp. 125- 135, dostupno na: <http://www.shapegrammar.org/ifip/SGBestPapers72.pdf>
- Sutherland, I:** *Sketchpad: A man-machine graphical communication system*, str. 28- 29. dostupan na <http://www.cl.cam.ac.uk/TechReports/>

Tedeschiaad A: Algorithms- Aided Design Parametric Strategies using Grasshopper, Le Penseur, 2014.

Terzidis, K: *Algorithmic Architecture*, Routledge, 2006

Terzidis, K: Expressive Form A conceptual approach to computational design, Taylor & Francis, 2005.

The 1982 Debate Between Christopher Alexander and Peter Eisenman;

Dostupno na:

http://www.katarxis3.com/Alexander_Eisenman_Debate.htm#The%20Debate

Toffoli, T; Margolus, N: *Cellular Automata Machine*. MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. 1985.

Varnelis, K.: *Network culture*, neobjavljena knjiga.

Dostupna na: http://index.varnelis.net/network_culture

Von Bertalanffy, L: *The History and Status of General Systems Theory*, Rhe Academy of Managment Jurnal, Vol. 15, No.4, General Systems Theory, 1972,

Weinzapfel, G; Negroponte, N: ARCHITECTURE- BY- YOURSELF

Wentworth Thompson, D: *On Growth and Form*, Cambridge University Press 1942

Wuensch, A: *Is it Art or Science?*; *Designing Beauty: The Art of Cellular Automata*, Springer International Publishing Switzerland 2016

Proceedings, 1989. str. 479- 493., i Fallon, C: *Early Computer Graphics Developments* in the Architecture, Engineering, and Construction Industry, Annals of the History of Computing, Vol. 50, No. 2, 1998.

Wolfram S: *A New Kind of Science*, <http://www.wolframscience.com/nks/>, 2002.

Wortmann, T; Nannicini, G: Black- box optimisation methods for architectural design: An overview and quantitative comparison of metaheuristic, direct search, and model- based optimisation methods; Proceedings of the 21st International Conference of the Association for Computer- Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2016, 2016

Youngjin Lee, Seung Hyun Kim: *Algorithmic Design Paradigm Utilizing Cellular Automata for the Han- ok*, Nexus Netw J, Kim Williams Books, Turin 2016.

9 Popis ilustracija

Slika 1. Na slici su prikazane zone sa maksimalnim i minimalnim površinama određenih zona u odnosu na površinu školske zgrade i na broj učenika.	14
Slika 2. Generisana rešenja kompleksnog tipa školskog objekta (iz: Savremeni pristup arhitektonskom projektovanju školskih zgrada. FTN, Novi Sad, 2016, str. 179.	17
Slika 3. Apstrahovani prikaz kuća u odnosu na attractor nadmorske visine- PUD Experiment 505/2 (Atanacković-Jeličić J.; Ecet D.; Rapačić M. ; Kapetina M.: PUD Experiment 505/2- Understanding illegal settlements, prikazan na međunarodnoj izložbi sa katalogom i recenzijama. Međunarodna izložba Endless Paper,2013).....	18
Slika 4. Detalj popločavanja dela starog centra Sremskih Karlovaca. (Atanacković-Jeličić J.; Rapačić M.; Ecet D. ; Carević M.; Janjušević T.; Kojić R.; Kostreš M.; Maraš I.; Maraš I.; Miškeljin I.; Radović M.; Sladić M.; Todorov M.: Međunarodnom konkursu za urbanističko-arhitektonsko rešenje dela starog centra u Sremskim Karlovcima i neposrednog okruženja. 2013.....	19
Slika 5. Algoritam. (Atanacković-Jeličić J.; Ecet D.; Rapačić M. ; Kapetina M.; Maraš I.: Učešće na međunarodnoj izložbi: Algoritam 2012-2018 (2018).....	20
Slika 6. Simulacija formiranja ilegalnih naselja. Prikazani slučajevi predstavljaju različita inicijalna stanja generisanih modela- Case of Informal Settlement (Atanacković-Jeličić J.; Rapačić M.; Ecet D. ; Kapetina M.; Maraš I.; Despotović J.; Medić S.; Urban Design in www. enviroment: Case of Informal Settlement, 2017.....	21
Slika 7. Detalj popločavanja centra Subotice. (Maraš I.; Ecet D. ; Kostreš M.; Reba D.: Projekat uređenja javne površine u zoni zgrade Narodnog Pozorišta u Subotici / Design of Public Space in Area of National Theatre Building in Subotica, 2011.	22
Slika 8. Generisana rešenja stana. (Algoritam je kreiran u svrhu zadatka na master studijama u okviru predmeta Savremene teorije i tehnologije primenjene na arhitekturu i urbanizam II; Atanacković-Jeličić J.; Ecet D.; Rapačić M. ; Kapetina M., 2018.).....	23
Slika 9 Dijagrami transformacije Darsija Tompsona (preuzeto sa: https://extendedevolutionarysynthesis.com/wp/wp-content/uploads/2018/07/transformations_edit-2.jpg	26
Slika 10. Eksperimentima Evilin Foks Keler je dokazano da jednoćelijski organizam, bez nervnog sistema ima sposobnost učenja i adaptacije u odnosu na okruženje u kojem se nalazi. Predstavlja system koji formira oblik bez centralne koordinacije. (preuzeto sa: https://d2r55xnwy6nx47.cloudfront.net/uploads/2018/07/Physarum_CNRS_2880x1500-2880x1500.jpg).....	27
Slika 11. Stefan Wolfram: Set pravilo br. 30 (kao i prethodna pravila) kreće sa jednom crnom ćelijom ali ovako formulisan set pravila je primer fenomena da se sa jednostavnim pravilima, jednostavnog inicijalnog stanja može dostići složenost. (preuzeto sa: https://www.wired.com/wp-content/uploads/2017/05/1VQ911MGM1EVbxCbdfYiYaA-1.png).....	28
Slika 12. Na slici je prikazan Gaudijev studio sa modelom na kome je testirao form- finding tehnike. (Preuzeto sa: https://99percentinvisible.org/app/uploads/2017/10/gaudi-with-models.jpg)	31
Slika 13. Oto Fraj analogni model površinskih sila sapunice. (preuzeto sa: https://www.researchgate.net/publication/318103333/figure/fig2/AS:511842612191232@1499044196112/Frei-Otto-Experimenting-with-Soap-Bubbles.png)	32

Slika 14. Umetnička koncepcija CAD radne stanice iz 1956. Godine; Artists conception of a CAD workstation, from Fortune magazine, November 1956 (preuzeto iz: William, M: Afterword: The Design Studio of The Future, CAAD futures Digital Proceedings, 1989. str. 480.).....	36
Slika 15. Izgled prvih CAD sistema (preuzeto sa: https://www.scan2cad.com/wp-content/uploads/2017/02/history-of-cad.jpg).....	37
Slika 16. Prvi CAD sistemi ključ u ruke. (preuzeto iz: Coates, Paul: Programming Architecture, London; New York: Routledge, 2010.).....	39
Slika 17. Apple II personalni računar.	40
Slika 18. Džorž Stini (Georg Stiny), 1969. akril na platnu. Slika dobijena formalizmom gramatike oblika. (preuzeto: http://www.shapegrammar.org/ifip/SGIFIPSubmitted.pdf . Str. 3.).....	45
Slika 19. Primer gramatike grupisanja hesagonih stolova. Vokabular se sastoji od polu heksagona fiksnih dimenzija i jednog markera obeleženog belim kružićem. Sa desne strane slike su prikazana pravila na osnovu kojih se generiše forma u koracima prikazanim na dijagramu. (iz: Mitchell, W: The Logic of Architecture: Design, Computation, and Cognition, The MIT Press, 1990, str.143.).....	46
Slika 20. Gramatika priorske kuće Frenk Lojd Rajta (Frank Lloyd Wright) – pravila 19- 82 I katalog rešenja. (preuzeto: Koning H, Eizenberg (1981). Language of the Prairie: Frank Lloyd Wright Prairie houses. Environment and Planning B: Plan and Design, 8, pp.295- 323.).....	47
Slika 21. Skripta napisana za generisanje geometrije krova. Kod je primenjen u istraživanju projektanskih mogućnosti, a modifikacija koda je vršena kroz projektanski process. Kod je takođe primenjen za generisanje dodatnih informacija neophodnih za akustičku analizu i fabrikaciju elemenata strukture krova. Foster + Partners, Smithsonian Institution, Washington DC, 2007.....	49
Slika 22. Ladybug and Honeybee su dva dodatka otvorenog koda (open- source plug- ins) Preuzeto : (B. Peters, T. Peters: Design Workflows for the Simulation of Sustainable Architecture, Computing the Environment: Digital Design Tools for Simulation and Visualisation, Architecture (AD Smart) 1st Edition, April 2018.).....	54
Slika 23. Na slici je prikazan jednostavni primer asocijativne veze tačaka i skupa kružnica. (preuzeto sa https://generativelandscapes.files.wordpress.com/2014/08/02_01_step04.png :...)	55
Slika 24. Na slici su prikazani osnovni elementi Grasshopper modela sa definisanim vezama i varijablama.....	56
Slika 25. Hronološki prikaz tri generacije rešenja ilustrovano Galapagos- ovim sposobnostima da kroz iteraciju minimizira volume objekta u odnosu na efikasnost fasade- jednog parametra. (preuzeto sa: https://www.unstudio.com/en/page/8629/optimisation-vs-adaptation-multi-parameter-optimisation)	57
Slika 26. Grafički prikaz tri izabrana rešenja generisanih Octopus dodatkom za Grasshopper prikazanih na dijagramu levo, dole. Generisana rešenja su optimizovana u odnosu na dva parametra- efikasnost fasade i osunčanosti. (preuzeto sa: https://www.unstudio.com/en/page/8629/optimisation-vs-adaptation-multi-parameter-optimisation).....	58
Slika 27. Mutacija Fenotipa. (preuzeto: B. Dillenburger, M. Braach, L. Hovestadta: General approach for automated building generation under permanent cost and quality control, Joining Languages, Cultures and Visions: CAADFutures 2009).....	64
Slika 28. Evolucija GA kroz generacije (preuzeto: B. Dillenburger, M. Braach, L. Hovestadta: General approach for automated building generation under permanent cost and quality control, Joining Languages, Cultures and Visions: CAADFutures 2009).....	64

Slika 29. Genotip i fenotip u horizontalnom preskeu (preuzeto: B. Dillenburger, M. Braach, L. Hovestadta: General approach for automated building generation under permanent cost and quality control, Joining Languages, Cultures and Visions: CAADFutures 2009)	64
Slika 30. Levo: prostorni prikaz. Desno: Primena GA na geometriju prozora. Otvori prozora minimalizuju direktnu insolaciju dok maksimalizuje količinu indirektnog svetla Projekat za vojnu akademiju u Kuvajtu. (Ali Al- Sabah Military Academy in Kuwait) (iz: Thomas Spiegelhalter: Post- Parametric automation in design and construction, British Library Cataloguing in Publication Data, 2015.	65
Slika 31 U donjem delu slike su prikazana osam mogućih stanja centralne i susedne dve ćelije. U donjem delu slike je prikazano definisano pravilo kojih može da bude 256 ($8^2=256$) u ovom slučaju je definisano sa (1,1,1,1,1,1,0). U gornjem delu slike je prikazano šest generisanih generacija u odnosu na set pravila. (preuzeto iz: Wolfram S.: How Do Simple Programs Behave?, Volume76, Issue4, Special Issue: Programming Cultures, 2006, 34- 37.)	67
Slika 33. Space- time pattern of a 4- value 1D CA. 2014 Andrew Wuensche. (iz: A. Wuensche: Is it Art or Science?; Designing Beauty: The Art of Cellular Automata, Springer International Publishing Switzerland 2016, str. 20.).....	68
Slika 33. 1D space- time pattern of a probabilistic majority rule (iz: A. Wuensche: Is it Art or Science?; Designing Beauty: The Art of Cellular Automata, Springer International Publishing Switzerland 2016, str. 15.).....	68
Slika 34. Na slici su prikazana pravila koja opisuju fenomen fraktala I fenomen slučajnosti (stohastike) (preuzeto: Wolfram S., A New Kind of Science, http://www.wolframscience.com/nks/ . 2002. pp.58- 59.)	68
Slika 35. Slika ilustruje dva osnovna okruženja i improvizacije. Sa leve na desnu stranu: von Njumenovo okruženje - 4 susedne ćelije, Murovo okruženje- 8 ćelija, ukršteno okruženje- 12 susednih ćelija i okruženje sa 24 susedne ćelije.	69
Slika 36. Konvej "Igra života"(preuzeto: http://pi.math.cornell.edu/~lipa/mec/lesson6.html)	70
Slika 37 Generisani modeli na osnovu različitih okruženja (preuzeto: Batty, M: A Digital Breeder for Designing Cities, AD, Volume79, Issue4, Special Issue: Digital Cities, July/August 2009, str. 46- 49).....	71
Slika 38. 3D CA model. Pol Kots 1996 (iz: Coates, P.: The Use of Cellular Automata to Explore Bottom Up Architectonic Rules, Eurographics Conference, Imperial College of Science and Technology, LondonUK, 1996. Str. 7.).....	72
Slika 39. Univerzalni konstruktor, radni model samoorganizovanog interaktivnog okruženja: grupni projekat. 1990. (preuzet: Fraizer: An Evolutionary Architecture, John Frazer and the Architectural Association, 1995(http://www.interactivearchitecture.org/an-evolutionary-architecture-john-frazer.html)	73
Slika 40 Dva metoda vizualizacije fasadnog omotača u odnosu na CA model. Pol Kots, 1996 (iz: Coates, P.: The Use of Cellular Automata to Explore Bottom Up Architectonic Rules, Eurographics Conference, Imperial College of Science and Technology, LondonUK, 1996. pp. 12.)	74
Slika 41. Prikaz 3D CA proctor dva različita praavila i dva različita inicialnog stanja kroz deset generacija. (iz: Wolfram S., A New Kind of Science, http://www.wolframscience.com/nks/ . 2002. str.199.).....	75
Slika 42 CA mreža u obliku romboida; S. Stepney, 2016 (iz: Designing Beauty: The Art of Cellular Automata, Springer International Publishing Switzerland 2016, pp. 106).....	76
Slika 43 Levo: prikaz ne standardnog okruženja (preuzeto: Naumov, L.: Modelling with cellular automata: problem solving environments and multidimensional applications, Ipskamp Drukkers B.V., Enschede, 2011. Str.47)	

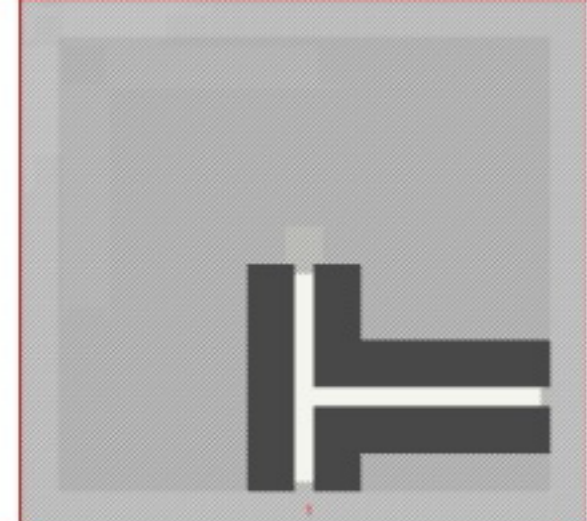
Desno: Prikaz adaptiranog Murovog okruženja (preuzeto: Khalili- Araghi, S. and Stouffs, R.: 2015, Exploring cellular automata for high density residential building form generation, Automation in Construcion 49(2015), 157.)	76
Slika 44. Prikaz elmenata- ćelija i CA prostora. (iz: Khalili- Araghi, S. and Stouffs, R.: 2015, Exploring cellular automata for high density residential building form generation, Automation in Construcion 49(2015), 155- 156.)	77
Slika 45. Proces konverzije kvadratnih ćelija u različite oblike. Robert J. Krawczyk, (prezeto: R.J. Krawczyk, Architectural interpretation of cellular automata, in: C. Soddu (Ed.), 5th Generative Art Conference, Milan, Italy, 2002.)	79
Slika 46. Prilagođevanje generisanog CA modela. (iz: Herr, C. Ford, R: Adapting cellular automata as architectural design tools; Past, Present and Future of Digital Architecture, Proceedings of the 20th International Conference of the Association for Computer- Aided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2015, 2015, pp.176.).....	80
Slika 47. Iz priložene ilustracije je očigledno da je za odabir ispravnog rešenja potrebno određeno iskustvo kako bi se izabralo odgovarajuće rešenje. (preuzeto: Youngjin Lee, Seung Hyun Kim: Algorithmic Design Paradigm Utilizing Cellular Automata for the Han- ok, Nexus Netw J, Kim Williams Books, Turin 2016.)... 81	81
Slika 48. Grupa autora je ponudila rešenje za nagli rast populacije u glavnim gradovima CA modelom koji generiše stambene jedinice kolektivnog stanovanja. Pored programskih rešenja, CA se koristio i u modelovanju fasadnih elemenata u obliku ekstenzija koje potpuno odgovaraju programskoj dispoziciji stambenih jedinica. (preuzeto: A. Dincer, H. Tong, Gülen Cagdas: A computational model for mass customized housing design bu using cellular automata, ITUA Z, VOL: 11, NO: 2, 351- 368, 2014).....	82
Slika 49. U projektu za muzej “San Jose State University Museum of Art and Design” je prikazana primena 1D CA u cilju generisanje kompleksne fasade koju čine opeka i staklo. Hiljade analiza je bilo potrebno kako bi se formiralo adekvatno osvetljenje u unutrašnjem delu objekta. Mike Silver, „One-dimensional cellular automaton sketch for natural lighting and display walls.“2006. (preuzeto: Silver, M: Building without drawings: Automason Ver 1.0, AD, Special Issue: Programming Cultures, Volume76, Issue4, 2006. str. 46- 51).....	83
Slika 50. Autori su re- modelovali rešenje za grupu zgrada predloženih u obliku bloka visoke gustine na severu Japana. Autori su koristili skice originalnog projekta na osnovu koji su kreirali CA model odnosno pravila na osnovu kojih je generisan novi model. Levo: originalni projekat; Desno: CA model.(Preuzeto: Herr C., T. Kvan: Adapting cellular automata to support the architectural design process, Automation in Construction 16, 2007, str. 61 – 69.)	84
Slika 51. Primena CA modela u formalnom istraživanju stambenog bloka. (preuzeto: Khalili- Araghi, S. and Stouffs, R.: 2015, Exploring cellular automata for high density residential building form generation, Automation in Construcion 49(2015), 155- 156.)	84
Slika 52. Piter Ajzenman je koristeći metaforu nabora, u projektantskom pristupu se referisao na teoriju katastrofe koja opisuje iznenadne promene u razvoju dinamičkog sistema. Peter Eisenman: Rebstock Park (Frankfurt) Masterplan, 1993. (preuzeto: Herr, C.: Generative Architectural Design and Complexity Theory, Generative art, 2002).....	90
Slika 53. Frenk Gehri „Lewis Residence“ 1989- 1998. Preuzeto sa: https://static.highsnobiety.com/wp-content/uploads/selectism/2008/11/gehry-pma-lewishouse- 1.jpg	91
Slika 54. Na slici su ilustrovani predloženi tipovi prostorne organizacije Alesandra Rigolona. (preuzeto iz: Rigolon A: European design types for 21st century schools: an overview, CELE Exchange 2010/3, OECD 2010.)	99

Slika 55. Prikaz formiranih modula/ćelija u pravilnom rasteru.....	102
Slika 56. Granica CA prostora 15x14 sa parcelom 13x12	103
Slika 57 Levo: osnovna stanja (0,1,2) Desno: pomoćna stanja (3,4,5,6,7).....	104
Slika 58 Prikaz okruženja centralne ćelije u odnosu na parcelu.....	105
Slika 59 Neposredno okruženja.....	105
Slika 60. Šire okruženje.....	105
Slika 61. Levo: Isečak parcele ilustrovan na način koji će se koristiti u daljem tekstu zbog jasnijeg prikaza. Desno: isečak parcele ilustrovan na način kako algoritam prepoznaje stanje ćelija u okruženju centralne ćelije.....	106
Slika 62. Prikaz početnog stanja.....	107
Slika 63. Prikaz početnog stanja sa inicijalnom ćelijom.....	108
Slika 64. Prikaz početnog stanja.....	109
Slika 65. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1 i 2.	109
Slika 66. Prikaz prethodno generisanih rešenja nakon primene pravila 1 i 2.....	110
Slika 67. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3 i 4.	110
Slika 68. Prikaz prethodno generisanih rešenja nakon primene pravila 1,2,3 i 4.	111
Slika 69. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5 i 6.....	111
Slika 70. Prikaz prethodno generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5 i 6.	112
Slika 71. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7 i 8.112	
Slika 72. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7 i 8.113	
Slika 73. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8 , 9 i 10.	113
Slika 74. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8 , 9 i 10.	114
Slika 75. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8 , 9, 10, 11 i 12.....	114
Slika 76. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8 , 9, 10, 11 i 12.....	115
Slika 77. Prikaz generisanih rešenja nakon primene	115
Slika 78. Prikaz generisanih rešenja nakon primene pravila 1, 2, 3, 4, 5,6,7, 8 , 9, 10, 11, 12 i 13.	116
Slika 79. Prikaz generisanih rešenja nakon primene	116
Slika 80 Neka od generisanih rešenja koridora.....	118
Slika 81. Generisano rešenja koridora.....	119
Slika 82. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor. .	120
Slika 83. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	120
Slika 84. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16.....	121
Slika 85. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i pravila 16- 18.....	121
Slika 86. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	122
Slika 87. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	122
Slika 88. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	123
Slika 89. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	123
Slika 90. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	124
Slika 91. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	124

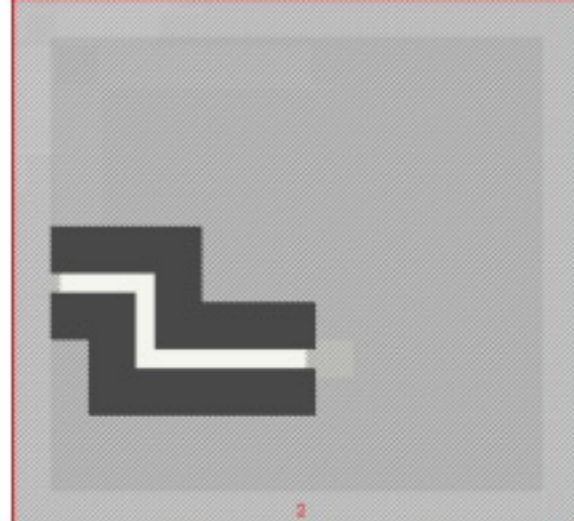
Slika 92. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	125
Slika 93. Prikaz generisanih rešenja nakon primene seta pravila koje definišu koridor i.....	125
Slika 94 Neka od generisanih rešenja koridora i primarnih funkcija.....	127
Slika 95. Prikaz generisanog rešenja	128
Slika 96. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor. .	129
Slika 97. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila 21, 22, 23 i 24:	129
Slika 98. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor. .	130
Slika 99. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor. .	130
Slika 100. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.	131
Slika 101. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.	131
Slika 102. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.	132
Slika 103. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.	132
Slika 104. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor.	133
Slika 105. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor i primarne funkcije.....	133
Slika 106. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor i primarne funkcije.....	134
Slika 107. Prikaz generisanih rešenja nakon seta pravila koja definišu koridor i primarne funkcije.....	135
Slika 108. Kategorizacija prostora bruto površine školske zgrade.....	137
Slika 109. Na slici je prikazana preporuka za bruto i neto površina osnovne škole.....	138
Slika 110. Primer generisanog rešenja sa prostornom podelom.....	139
Slika 111. Na slici je prikazan dijagram minimalne i maksimalne bruto površina u odnosu na minimalni i maksimalni broja učenika po uzoru na dijagram prikazan na slici 104.....	140
Slika 112. Na dijagramu su prikazani rasponi bruto površina u odnosu na broj generisanih rešenja.....	141
Slika 113. Primeri generisanih rešenja.....	141
Slika 114. Na dijagramu su prikazani rasponi broja učenika u odnosu na broj generisanih rešenja.....	142
Slika 115. Primeri generisanih rešenja.....	142
Slika 116. Broj učenika generisanih rešenja u odnosu na minimalni referetni broj učenika	143
Slika 117. Na slici su prikazana neka od generisanih rešenja kojima nedostaje proctor za 1-2 učenika.....	143
Slika 118. Na slici su prikazani primeri generisanih rešenja.....	143
Slika 119. Na dijagramu su prikazane bruto površine generisanih rešenja u odnosu na parcel.....	144
Slika 120. Na slici su prikazani primeri generisanih rešenja.....	144
Slika 121. Na dijagramu su prikazani rasponi odnosa bruto površina i broja učenika	145
Slika 122. Primeri generisanih rešenja.....	145
Slika 123. Na dijagramu su prikazani rasponi odnosa bruto površina i površina koridora.....	146
Slika 124. Primeri generisanih rešenja.....	146
Slika 125. Na dijagramu su prikazana generisana rešenja koja zadovoljavaju (>0) i nezadovoljavaju ($0<$) potrebe za prirodnim osvetljenjem.....	147
Slika 126. Primeri generisanih rešenja koja imaju više od potrebnog prostora bez prirodnog osvetljenja.....	147
Slika 127. Prikaz parcele u okviru koje su generisani modeli.....	148
Slika 128. Na dijagramu su prikazani rasponi bruto površina u odnosu na broj generisanih rešenja.....	149

Slika 129. Primeri generisanih rešenja	149
Slika 130. Na dijagramu su prikazani rasponi broja učenika u odnosu na broj generisanih rešenja.	150
Slika 131. Primeri generisanih rešenja	150
Slika 132. Na dijagramu su prikazane bruto površine generisanih rešenja u odnosu na parcel.	151
Slika 133. Primeri generisanih rešenja	151
Slika 134. Na dijagramu su prikazana generisana rešenja koja zadovoljavaju (>0) i nezadovoljavaju ($0<$) potrebe za prirodnim osvetljenjem. Kao i u slučaju parcele pravilnog oblika vrednosti manje od nule predstavljaju nedostatak prirodno osvetljene površine.	152
Slika 135. Primeri generisanih rešenja	152
Slika 136. Na slici je prikazan apstrahovani oblik koridora realnog školskog objekta prilagođen čelijskom prostoru.	153
Slika 137. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	154
Slika 138. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	155
Slika 139. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	156
Slika 140. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	157
Slika 141. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	158
Slika 142. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	159
Slika 143. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	160
Slika 144. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	161
Slika 145. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	162
Slika 146. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	163
Slika 147. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	164
Slika 148. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	165
Slika 149. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	166
Slika 150. Desno gore: prikaz prostorne organizacije realnog školskog objekta.	167

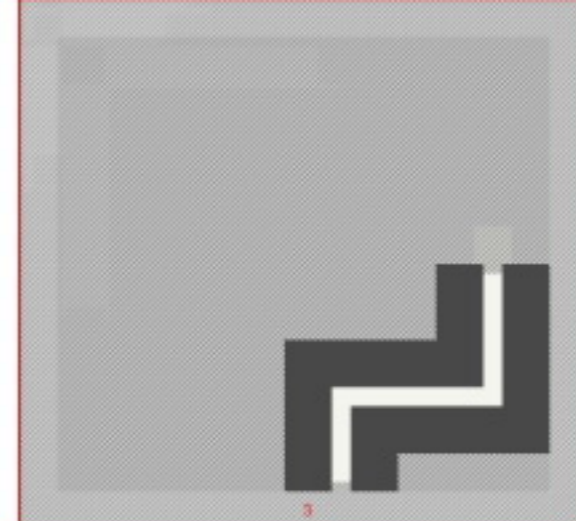
Appendix



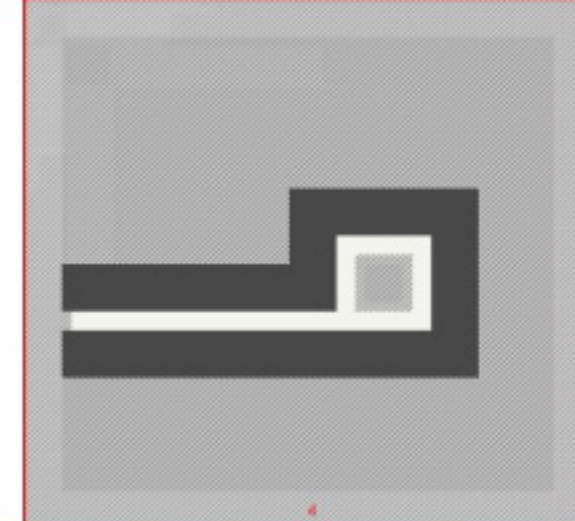
1_EXCELL



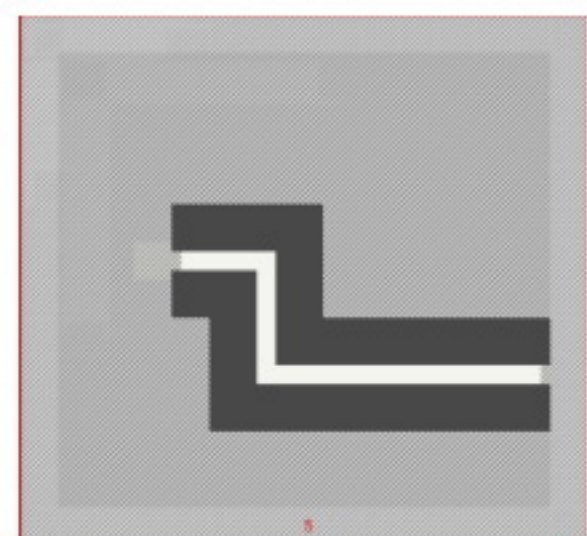
2_EXCELL



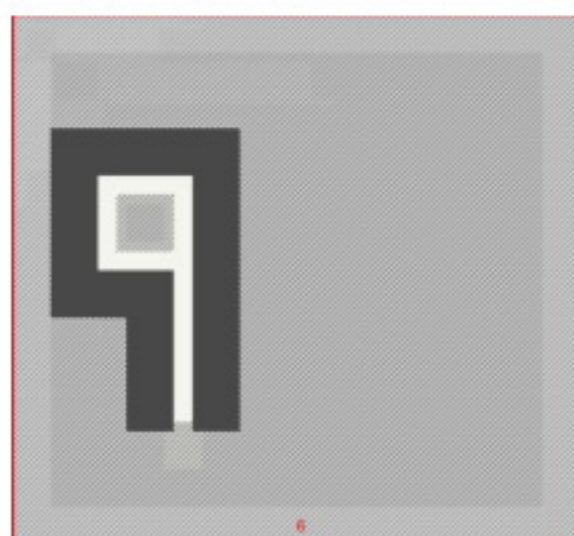
3_EXCELL



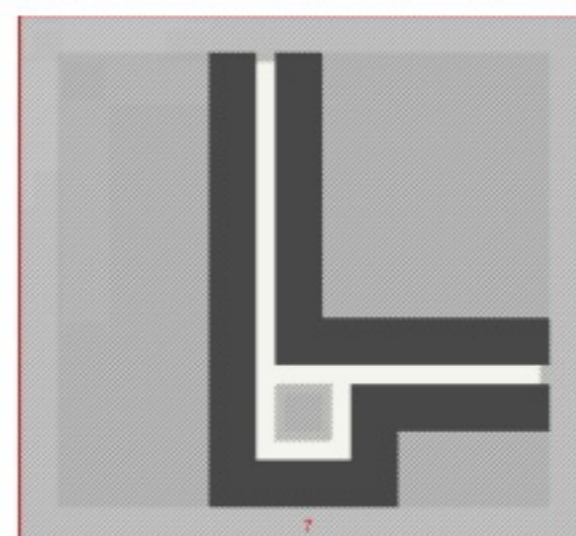
4_EXCELL



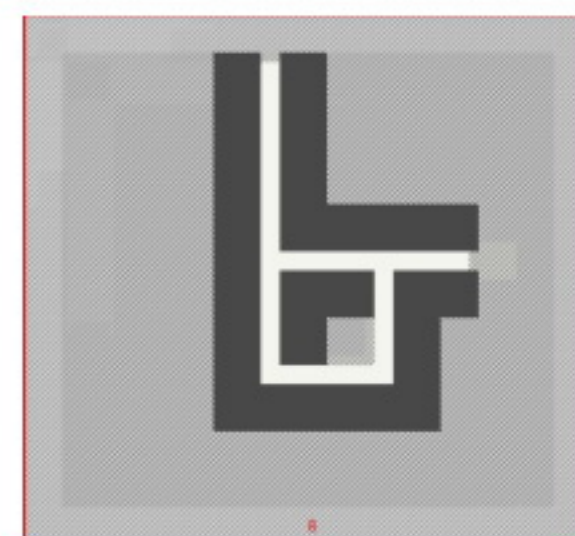
5_EXCELL



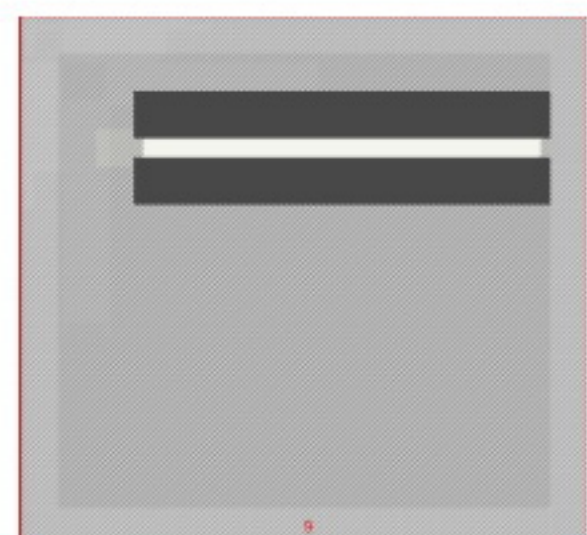
6_EXCELL



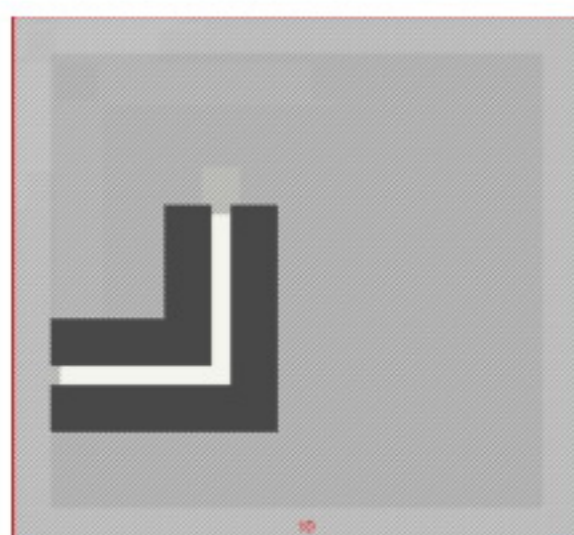
7_EXCELL



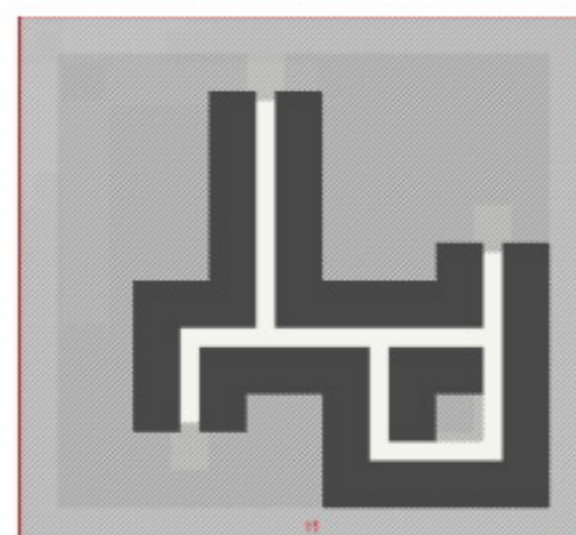
8_EXCELL



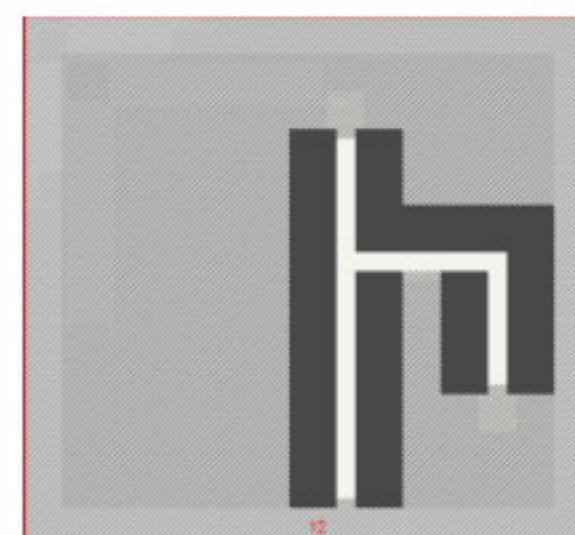
9_EXCELL



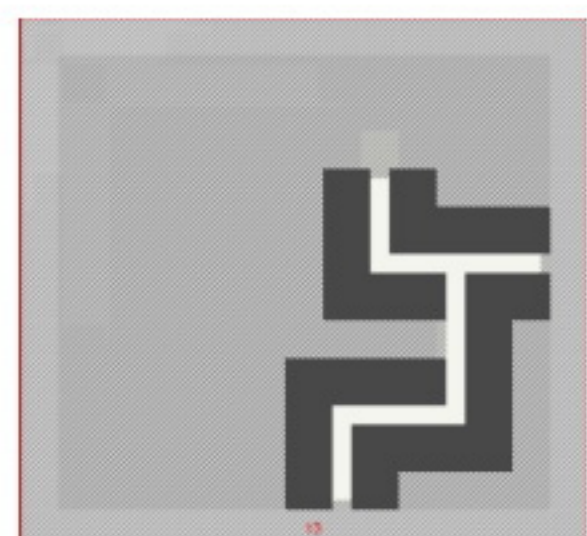
10_EXCELL



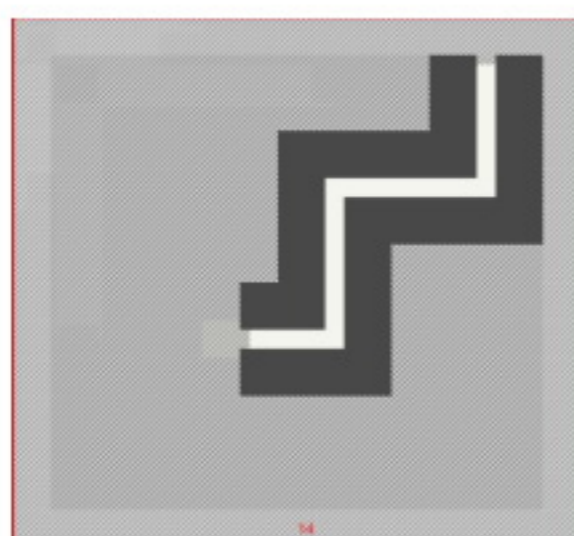
11_EXCELL



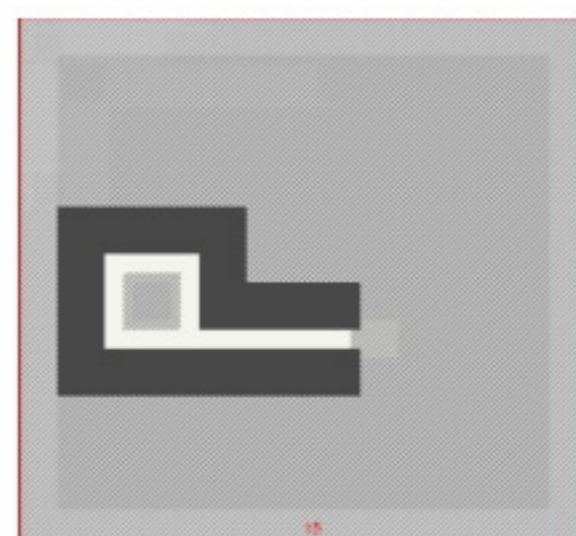
12_EXCELL



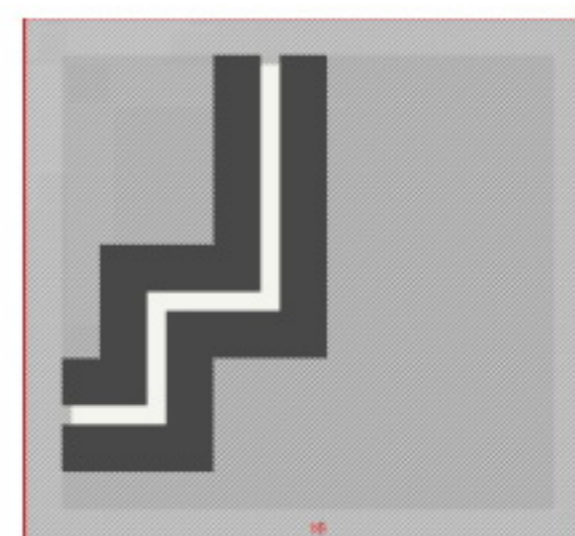
13_EXCELL



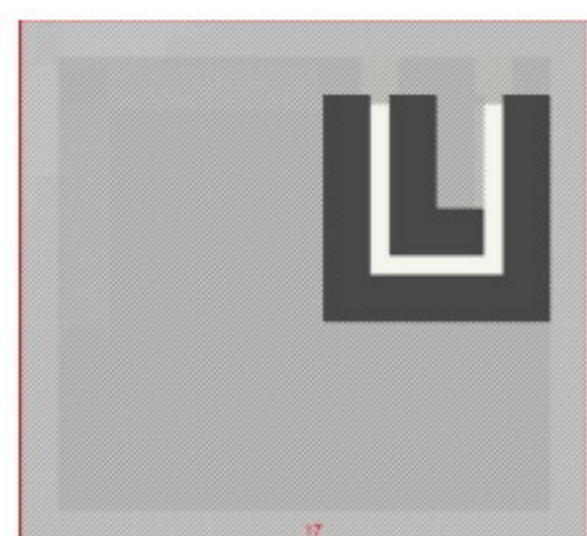
14_EXCELL



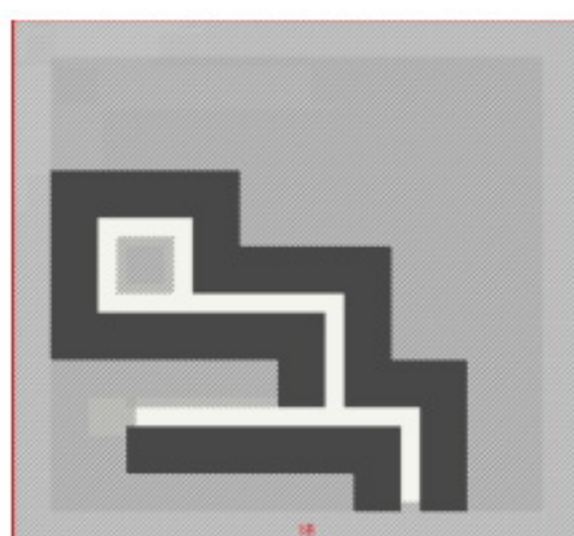
15_EXCELL



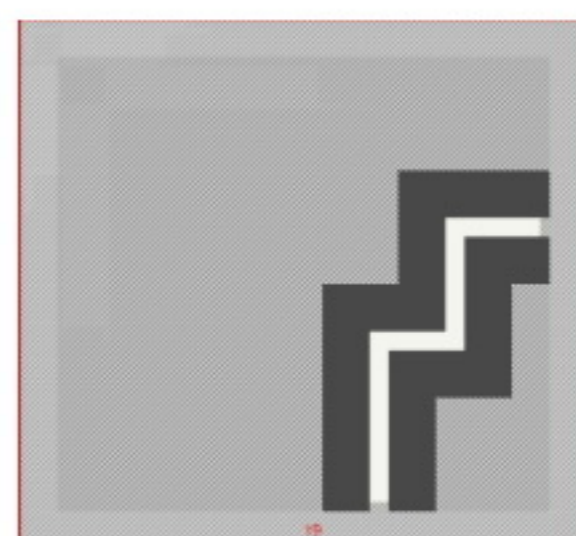
16_EXCELL



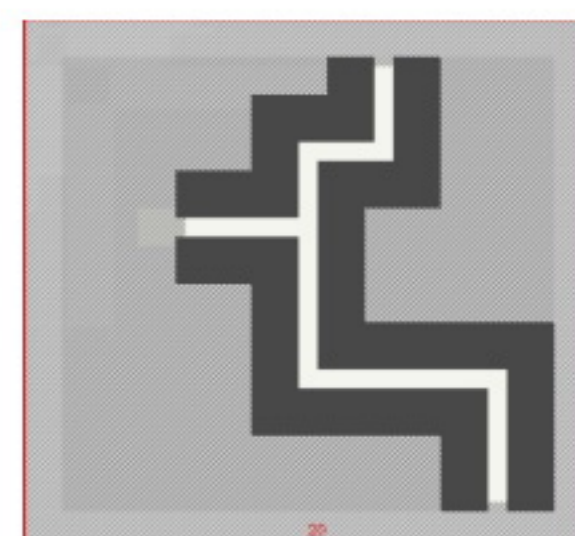
17_EXCELL



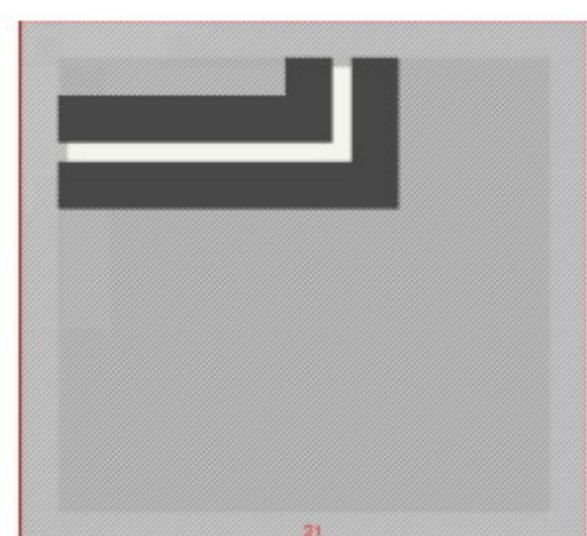
18_EXCELL



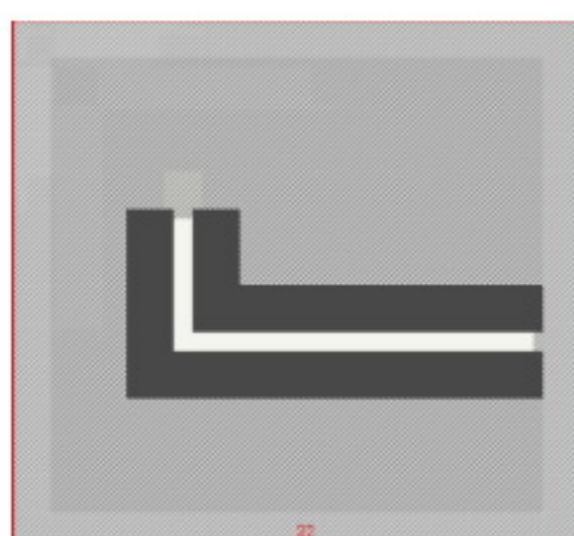
19_EXCELL



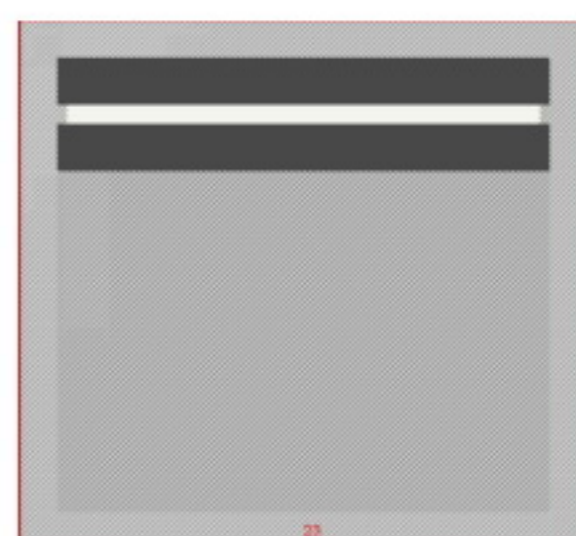
20_EXCELL



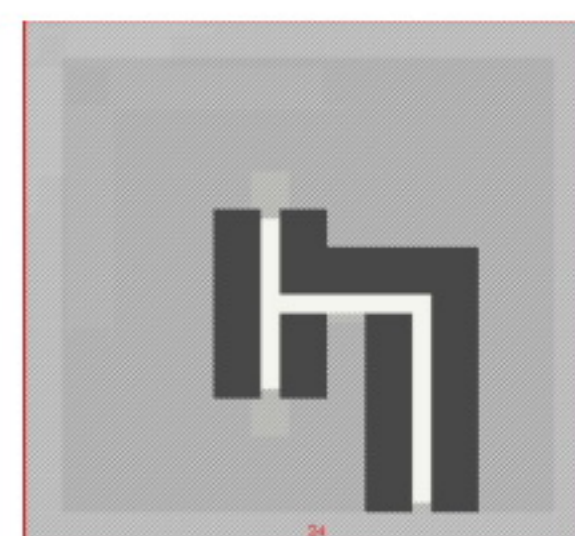
21_EXCELL



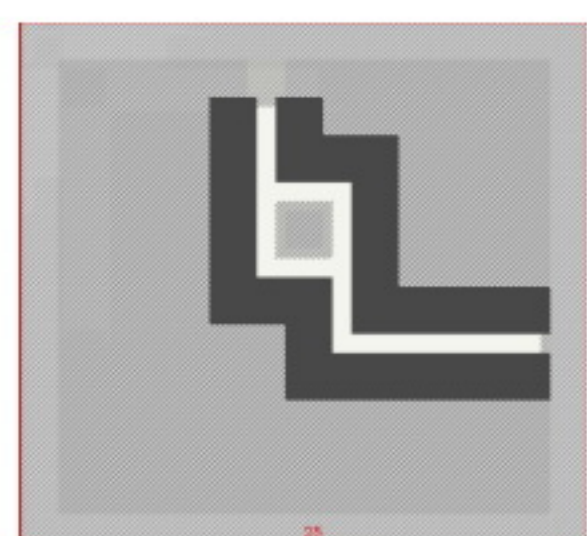
22_EXCELL



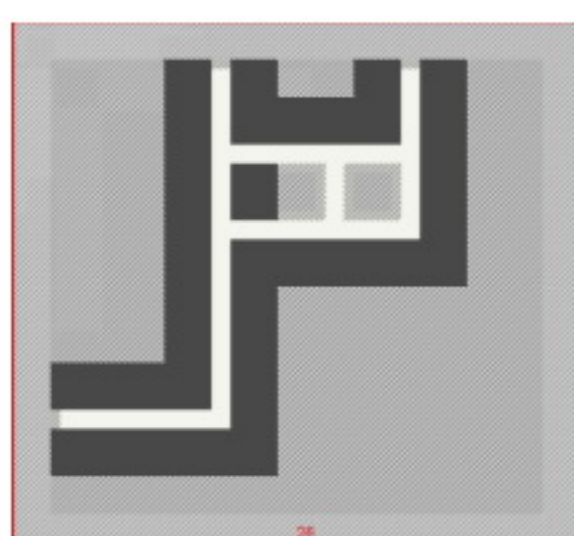
23_EXCELL



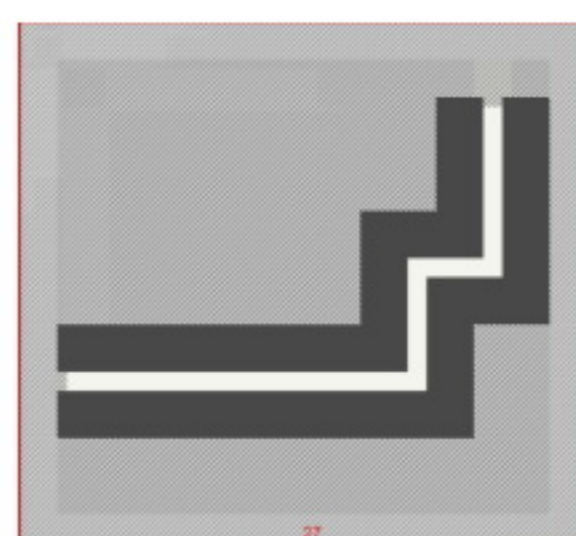
24_EXCELL



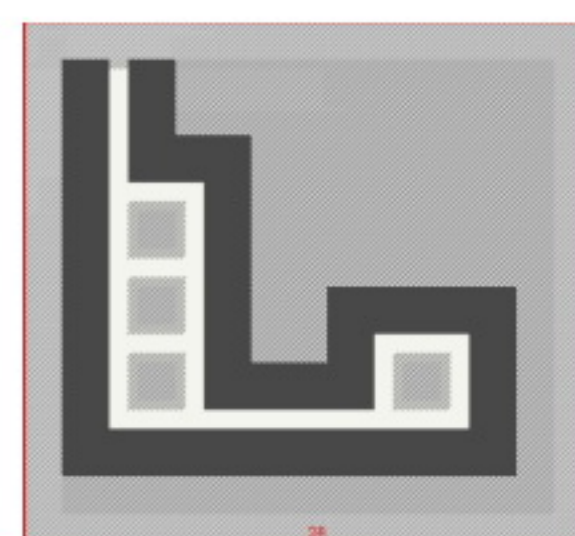
25_EXCELL



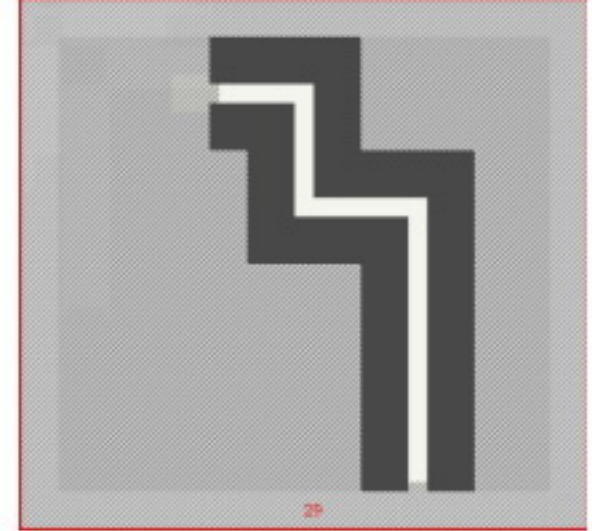
26_EXCELL



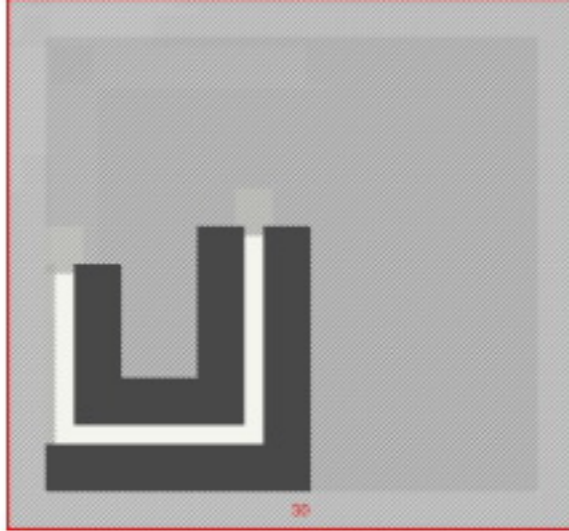
27_EXCELL



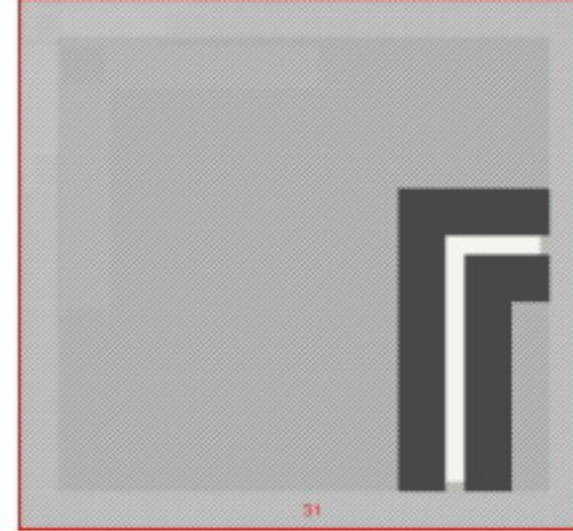
28_EXCELL



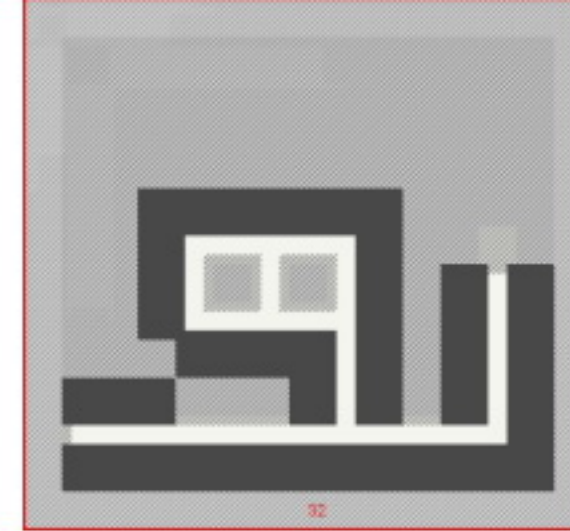
29_EXCELL



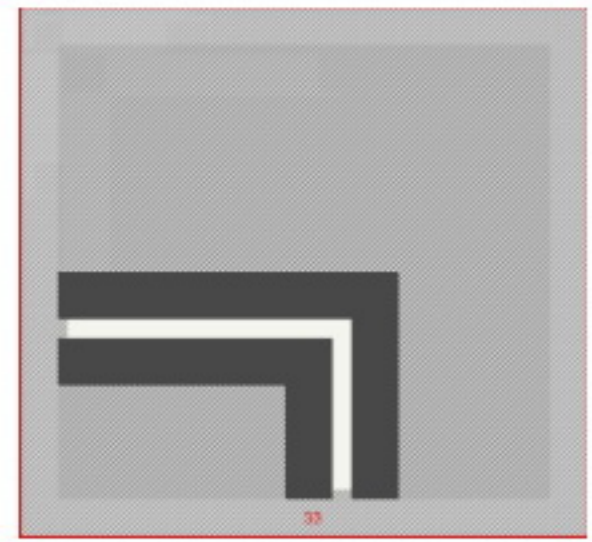
30_EXCELL



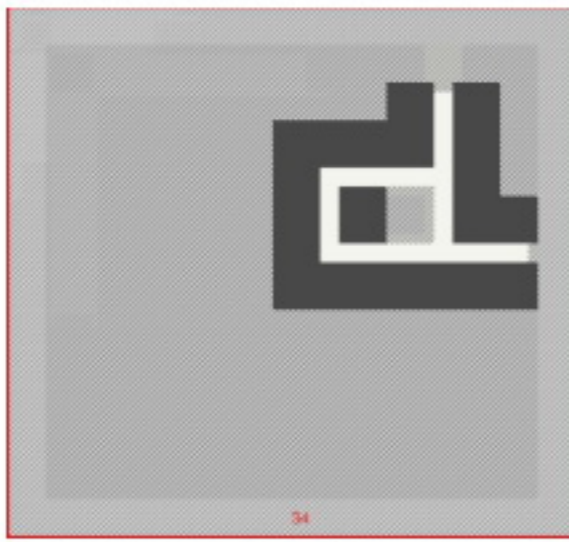
31_EXCELL



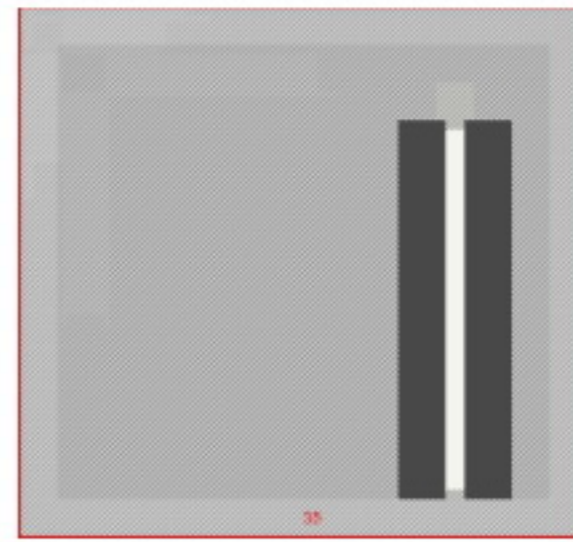
32_EXCELL



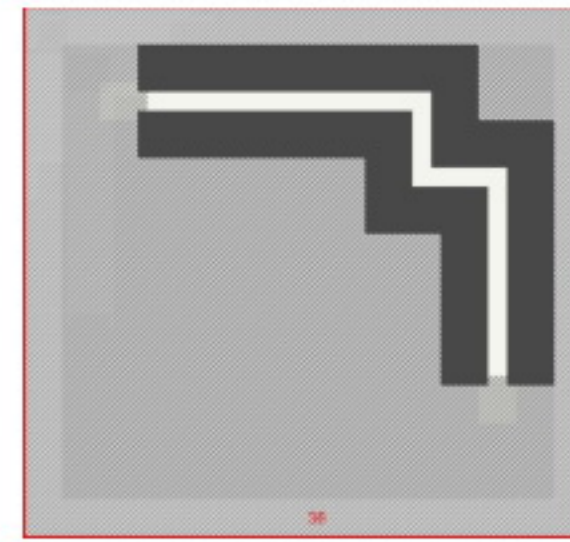
33_EXCELL



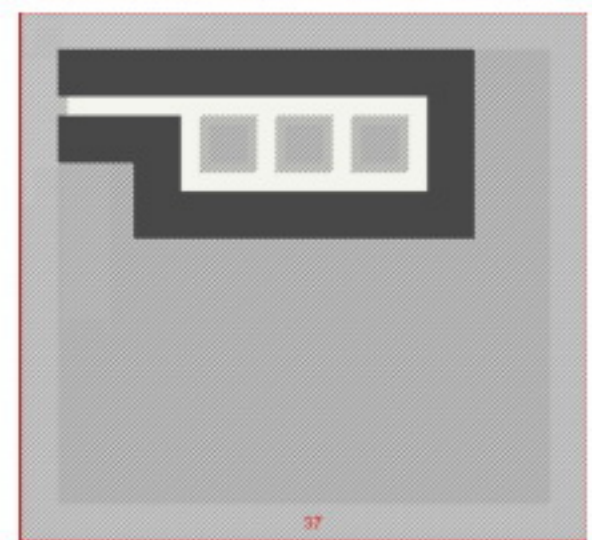
34_EXCELL



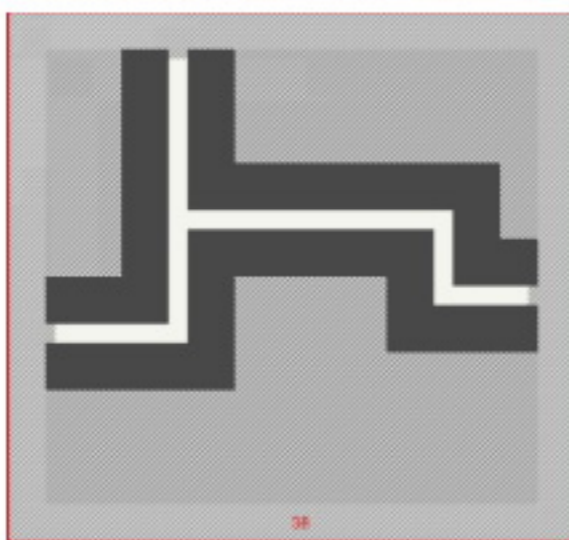
35_EXCELL



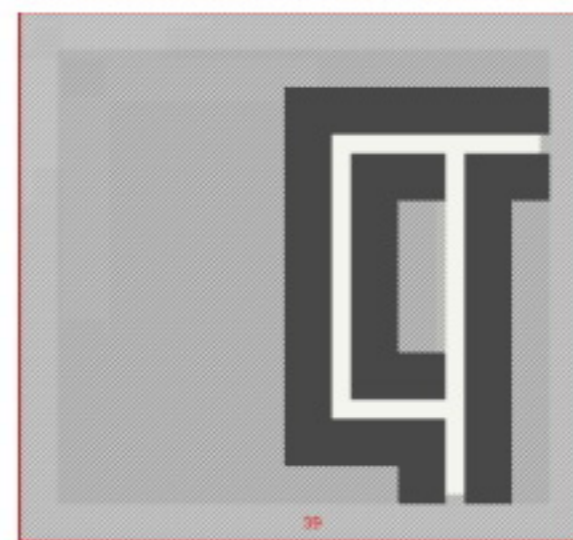
36_EXCELL



37_EXCELL



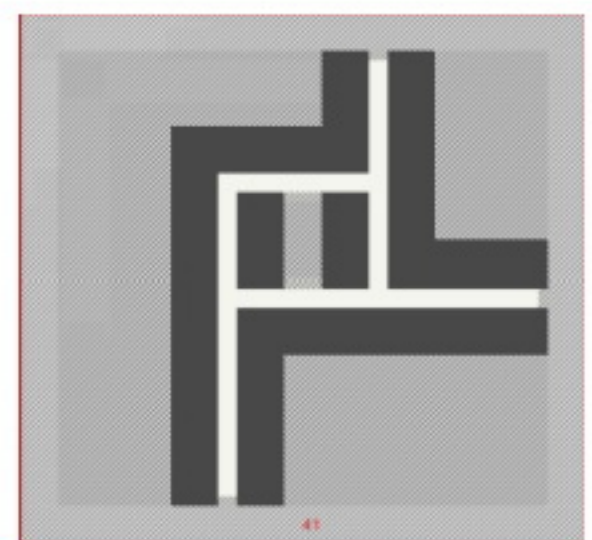
38_EXCELL



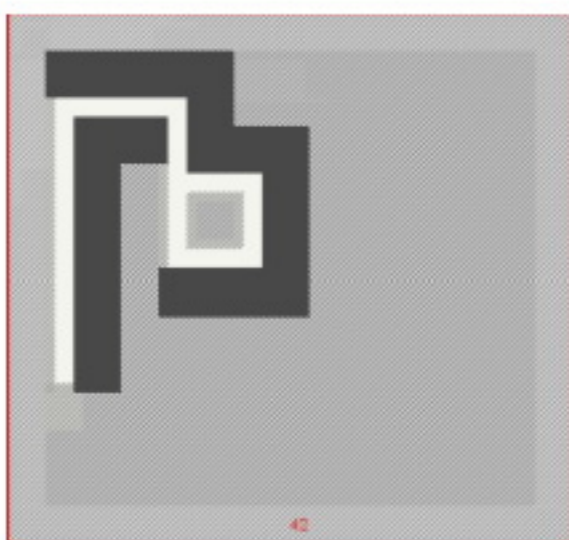
39_EXCELL



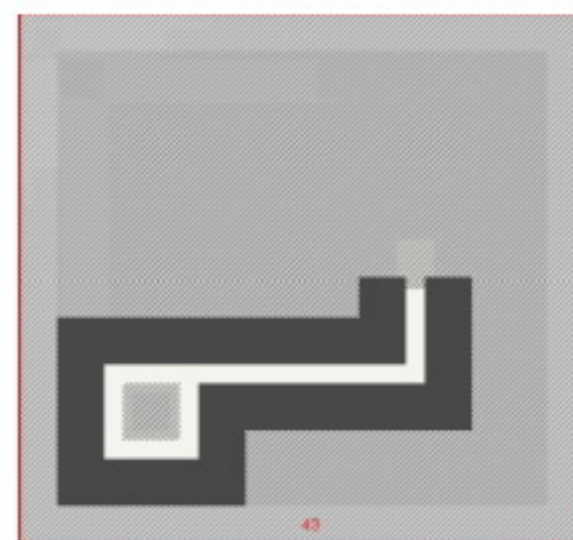
40_EXCELL



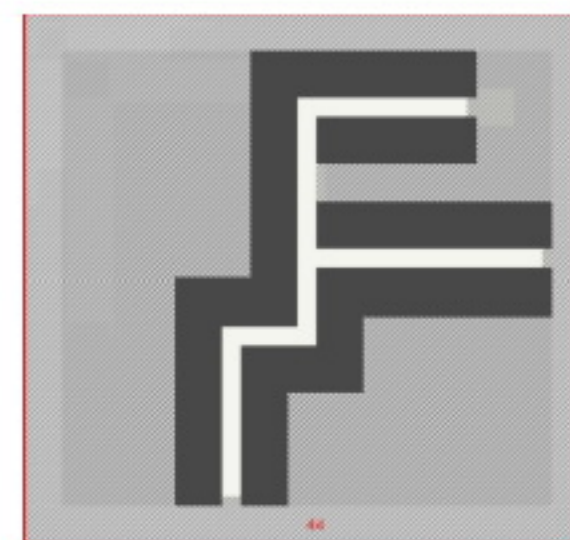
41_EXCELL



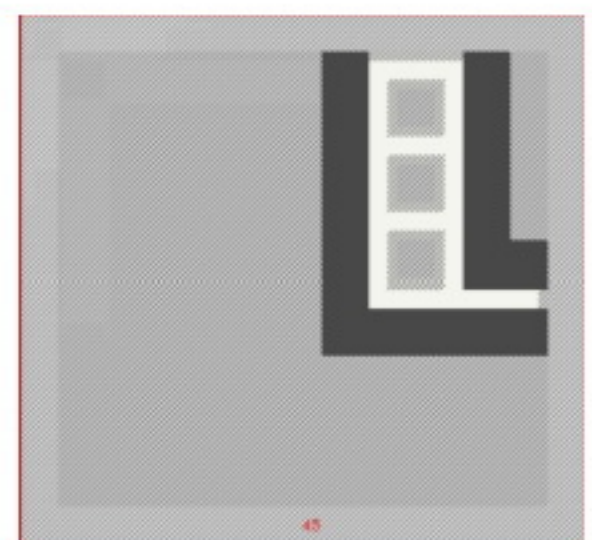
42_EXCELL



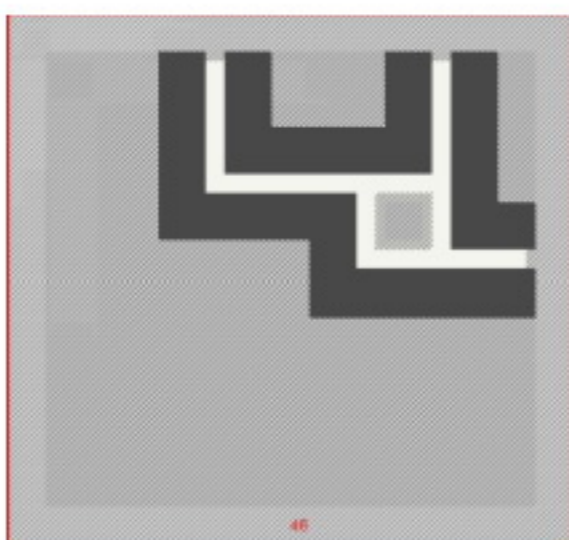
43_EXCELL



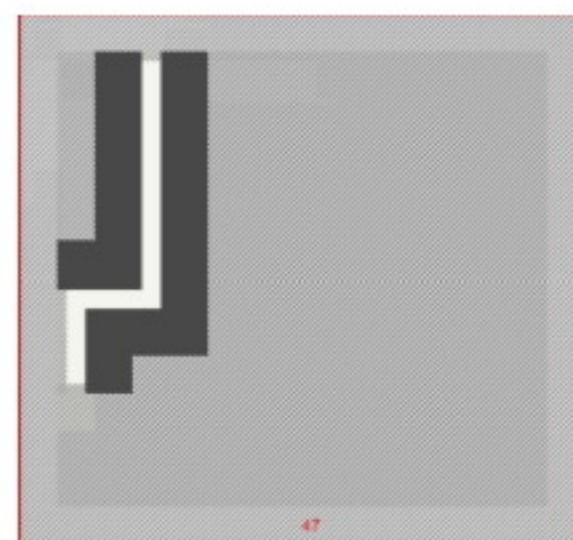
44_EXCELL



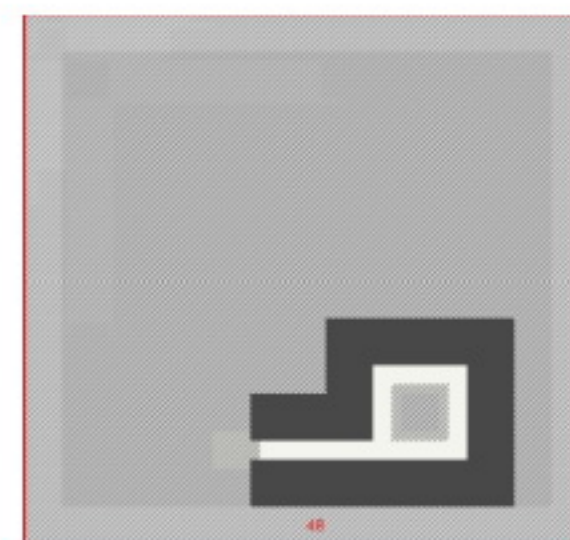
45_EXCELL



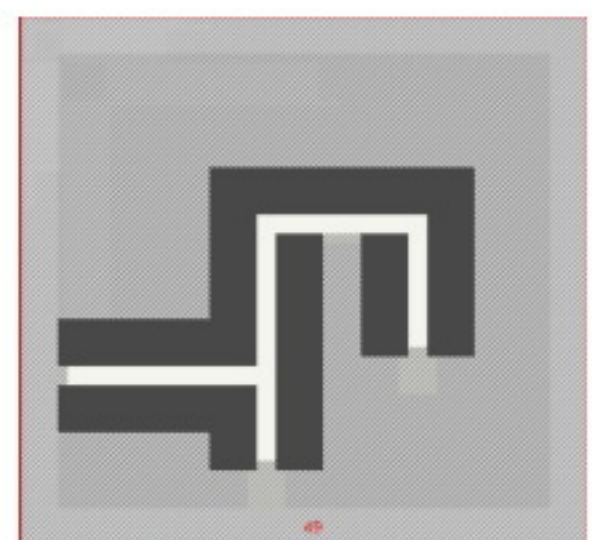
46_EXCELL



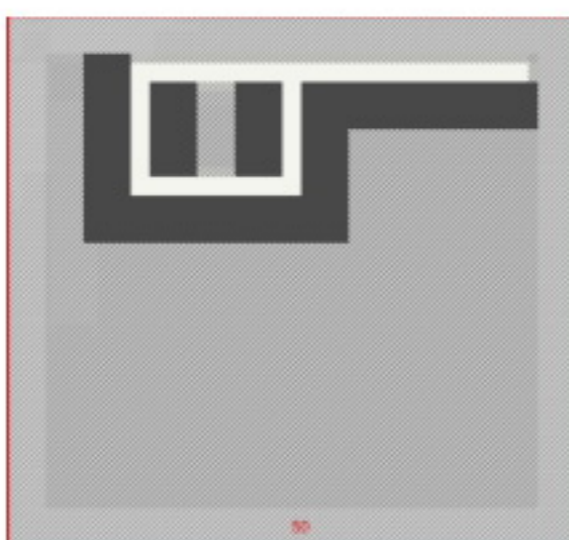
47_EXCELL



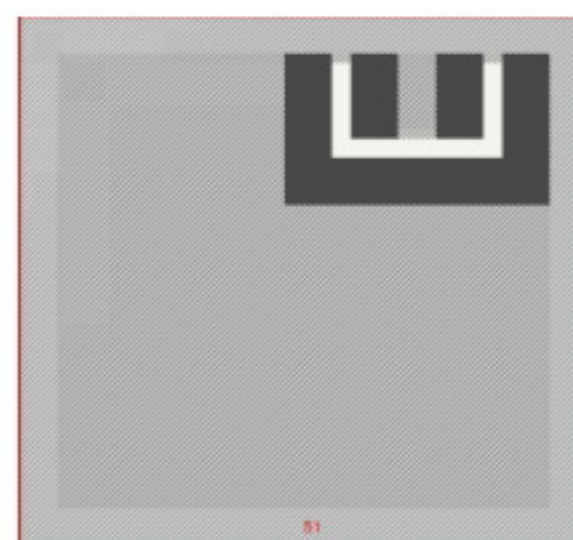
48_EXCELL



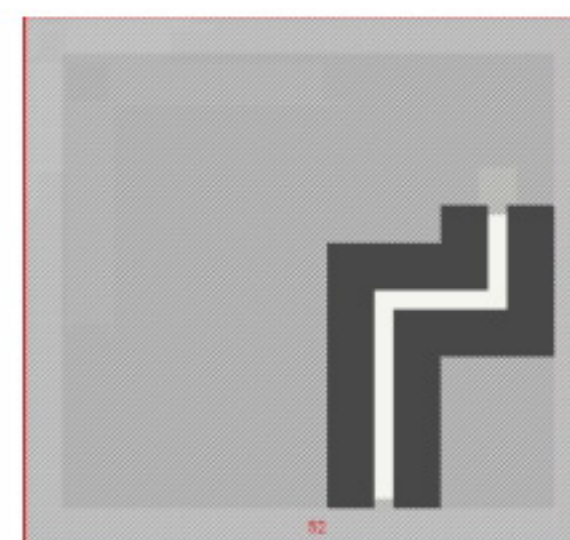
49_EXCELL



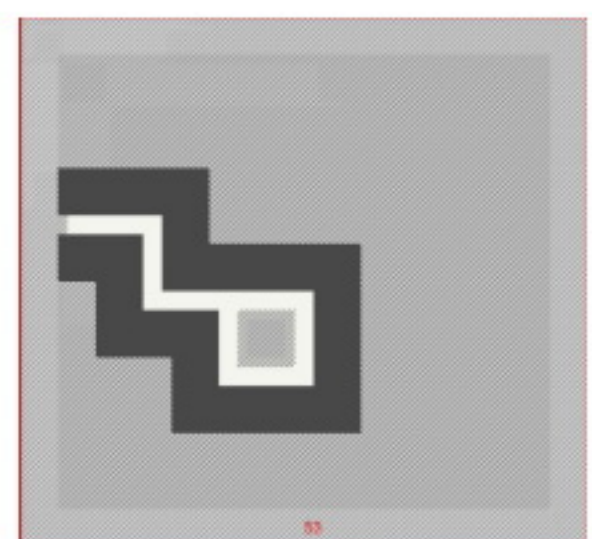
50_EXCELL



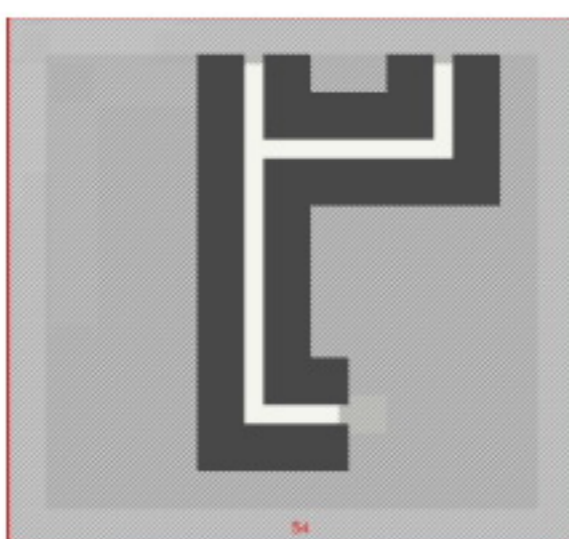
51_EXCELL



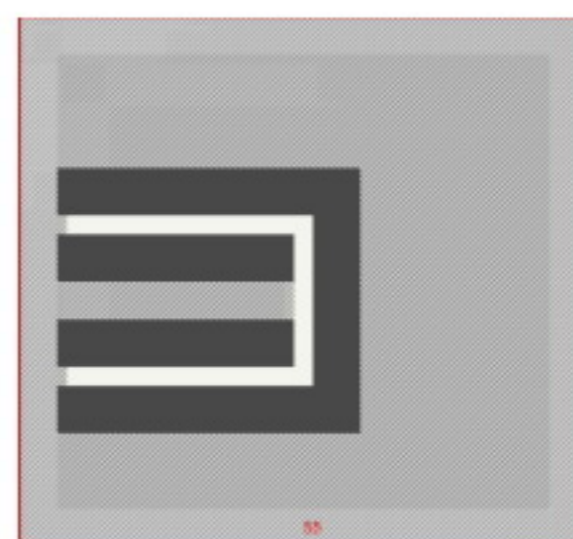
52_EXCELL



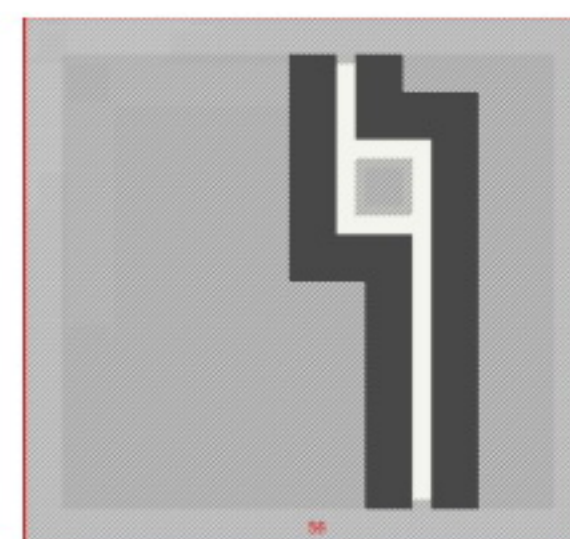
53_EXCELL



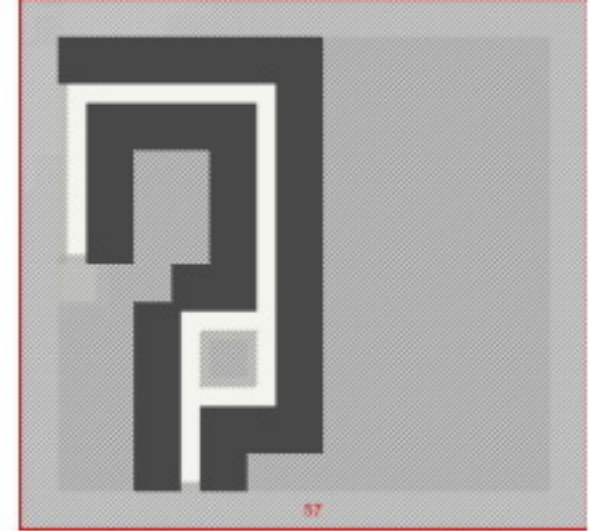
54_EXCELL



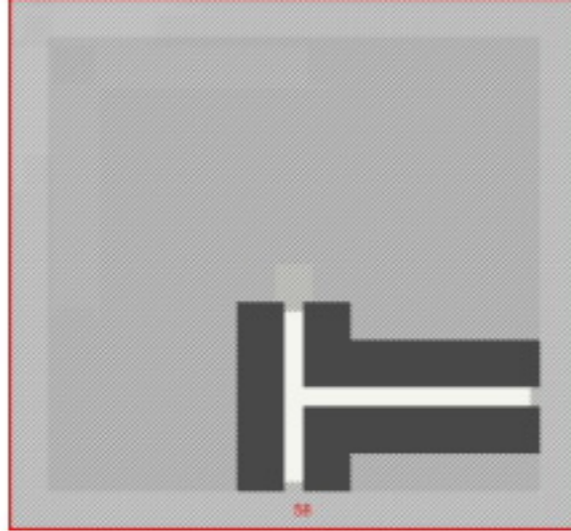
55_EXCELL



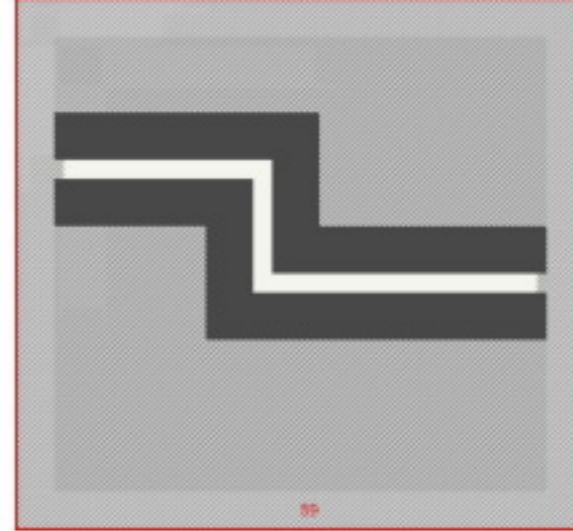
56_EXCELL



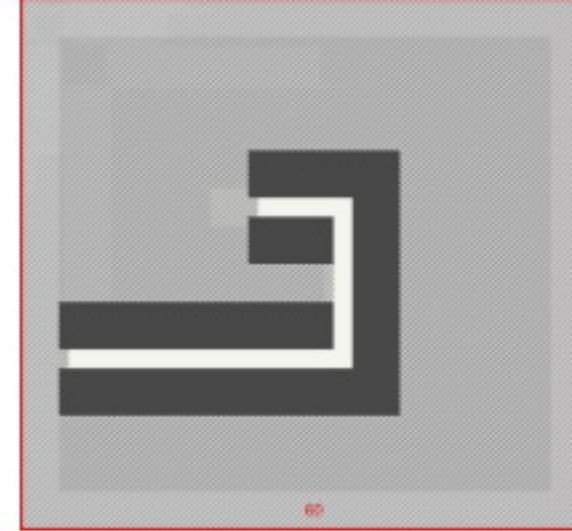
57_EXCELL



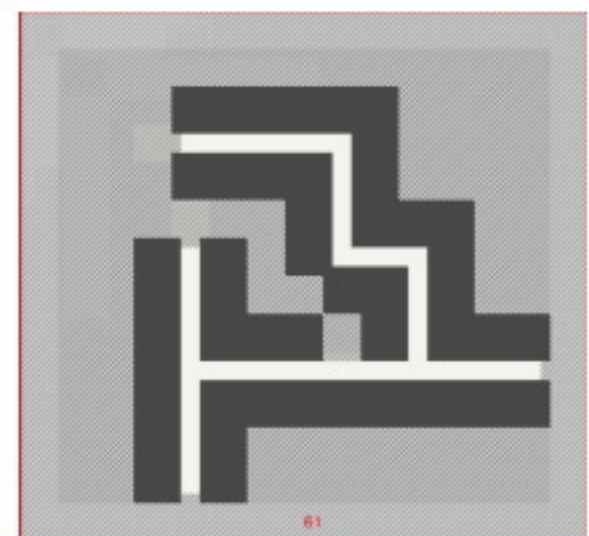
58_EXCELL



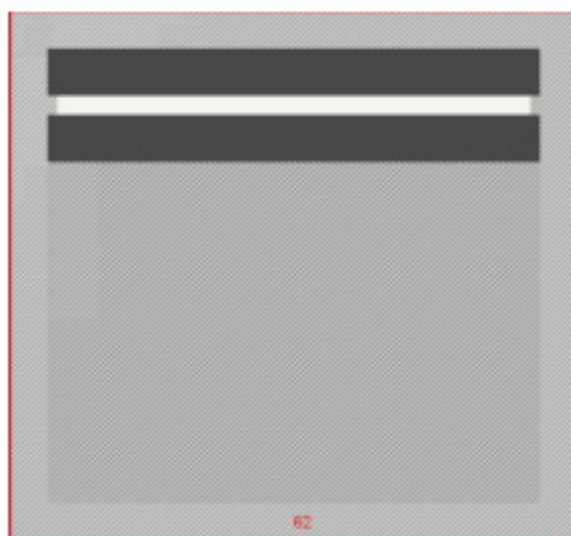
59_EXCELL



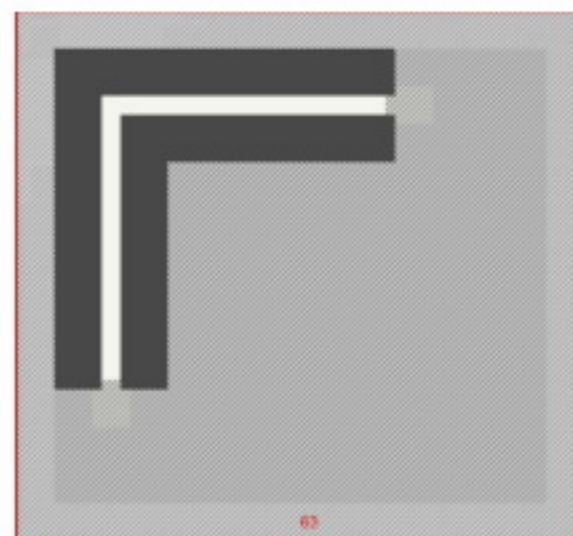
60_EXCELL



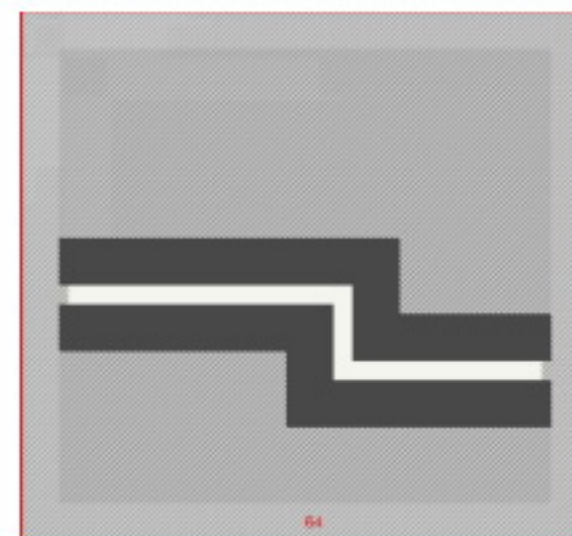
61_EXCELL



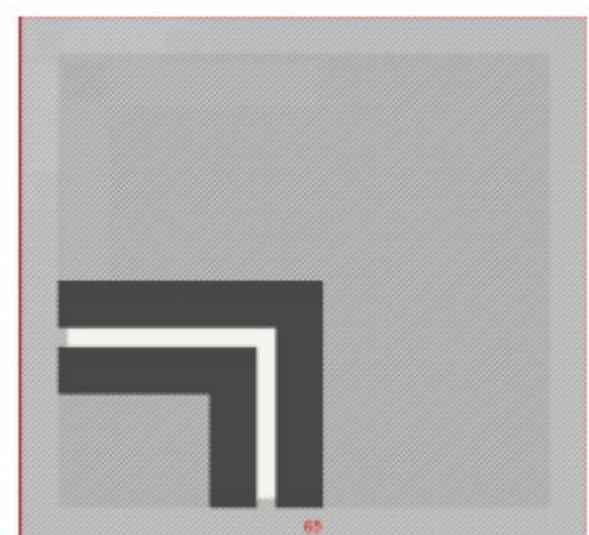
62_EXCELL



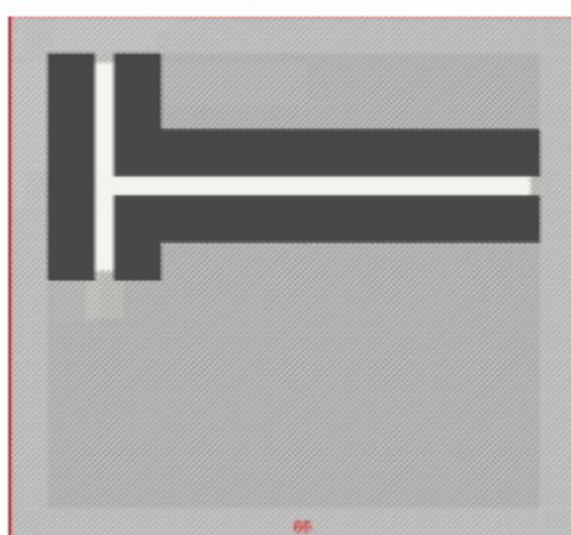
63_EXCELL



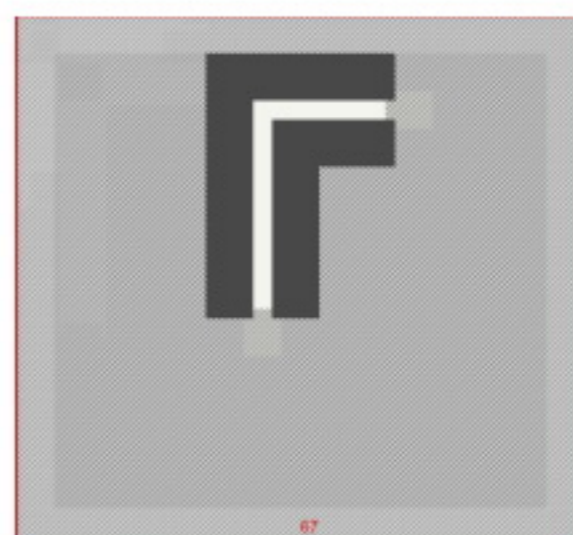
64_EXCELL



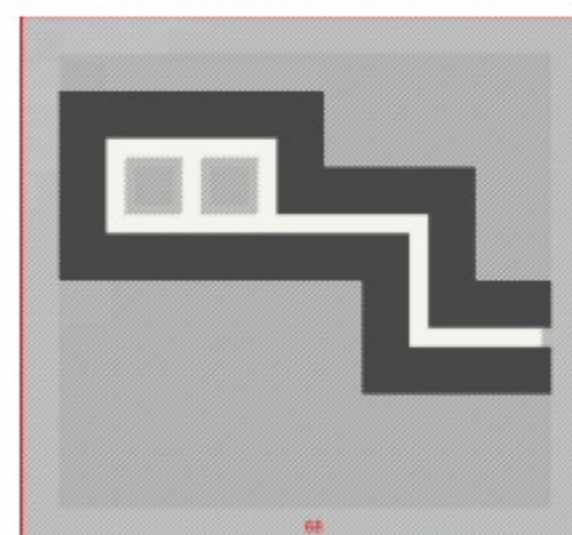
65_EXCELL



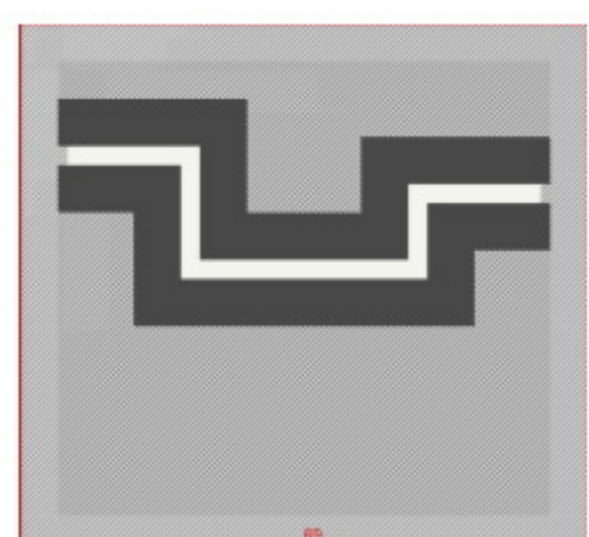
66_EXCELL



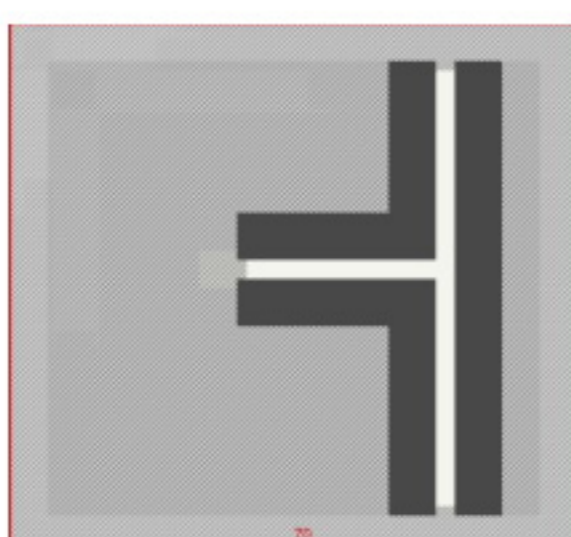
67_EXCELL



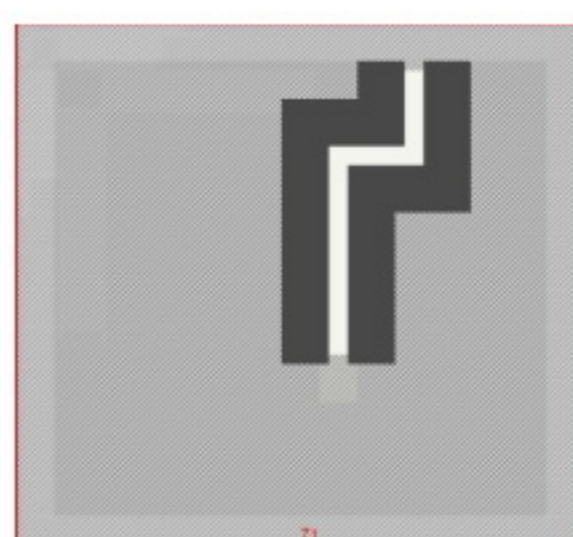
68_EXCELL



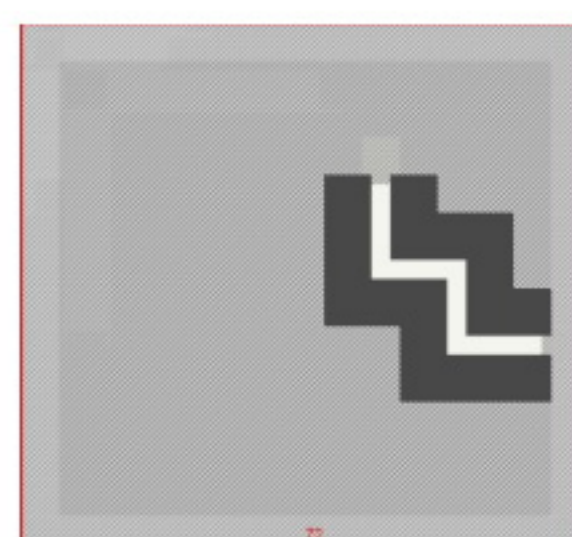
69_EXCELL



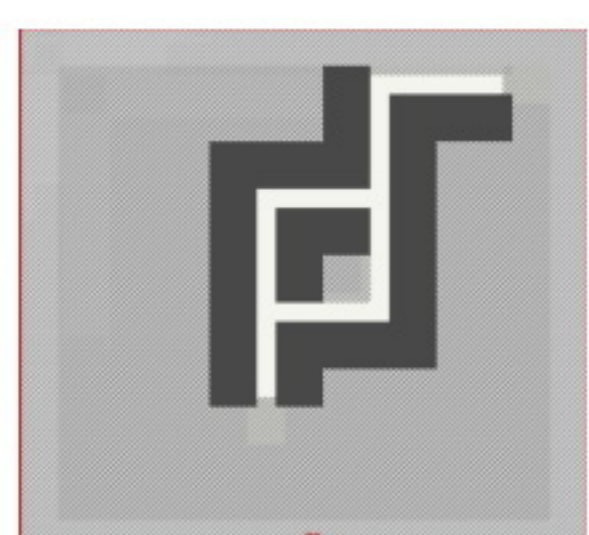
70_EXCELL



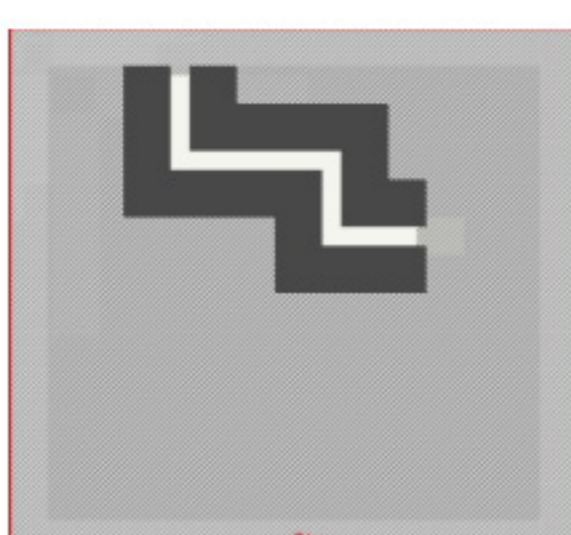
71_EXCELL



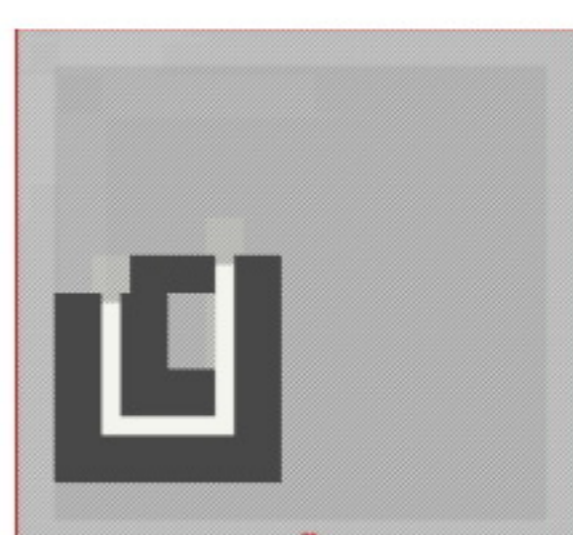
72_EXCELL



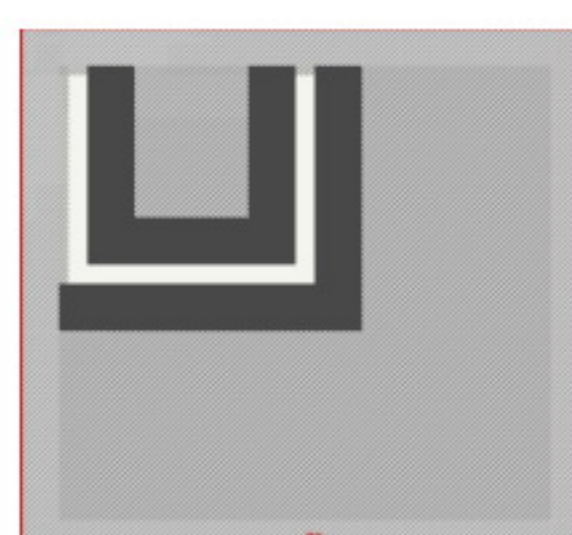
73_EXCELL



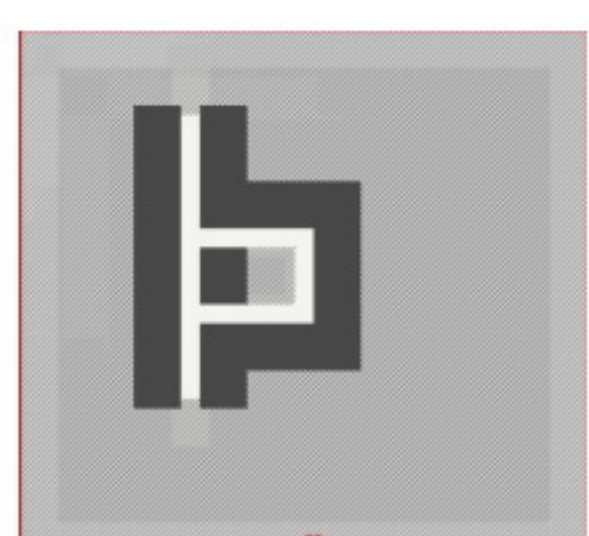
74_EXCELL



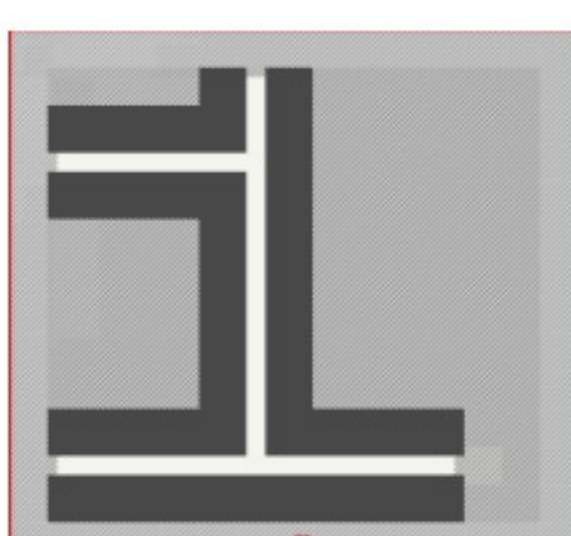
75_EXCELL



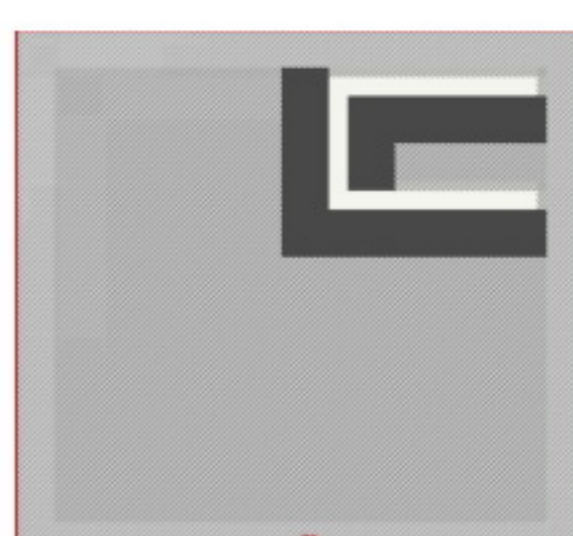
76_EXCELL



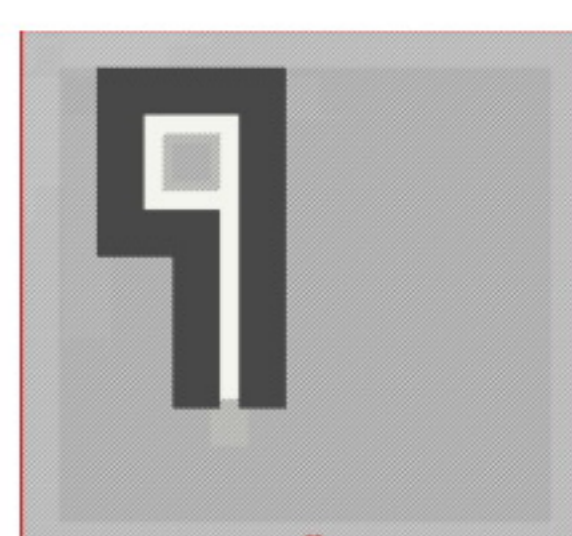
77_EXCELL



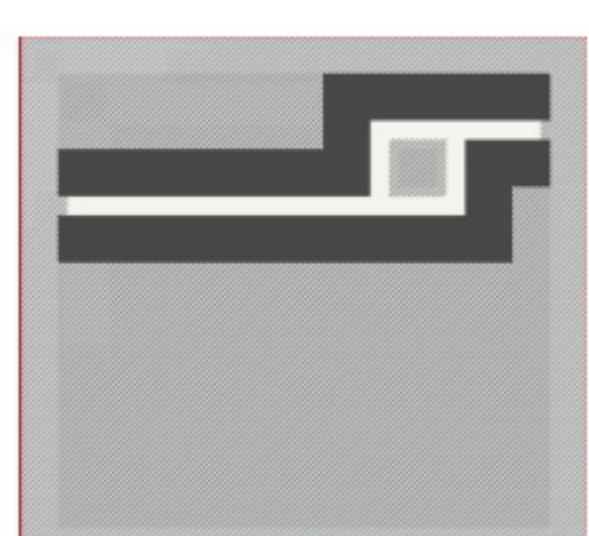
78_EXCELL



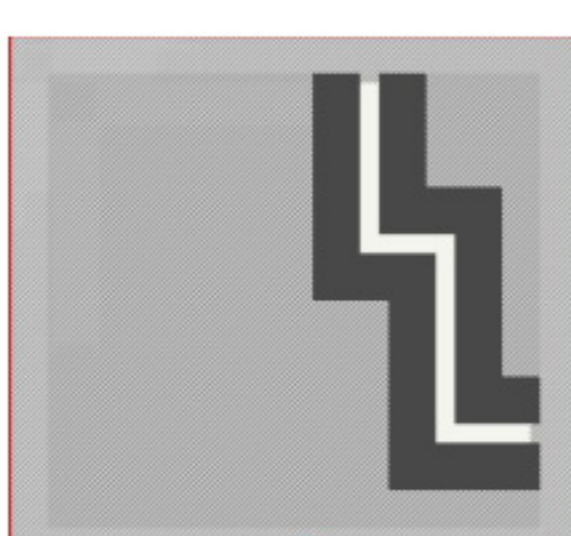
79_EXCELL



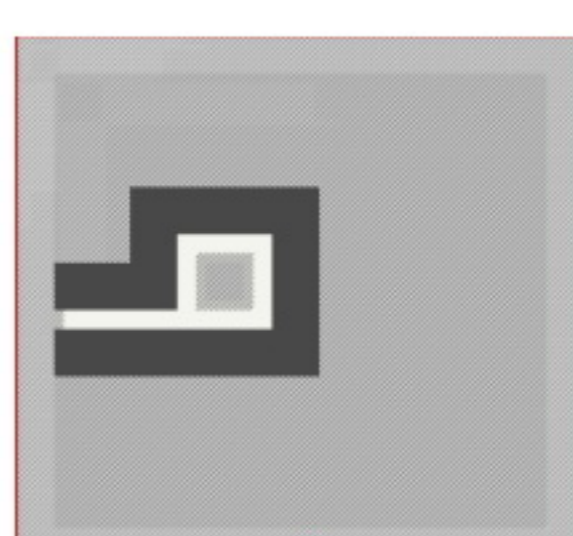
80_EXCELL



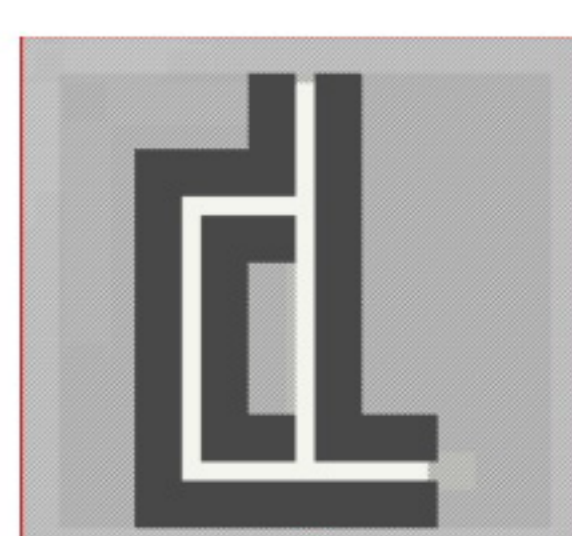
81_EXCELL



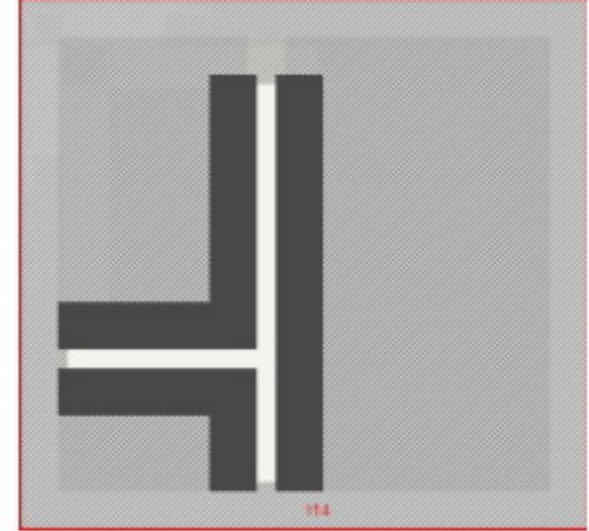
82_EXCELL



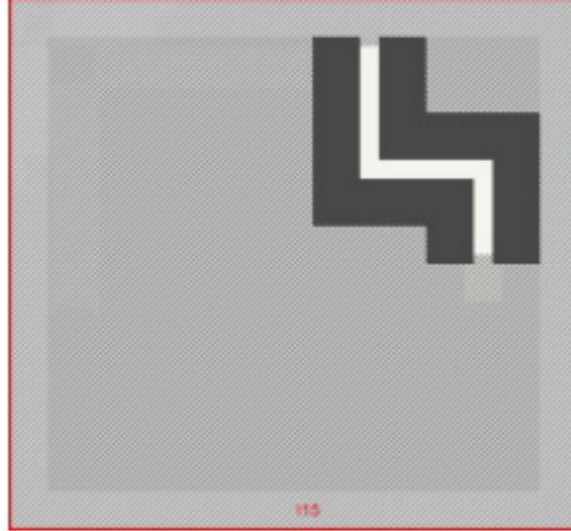
83_EXCELL



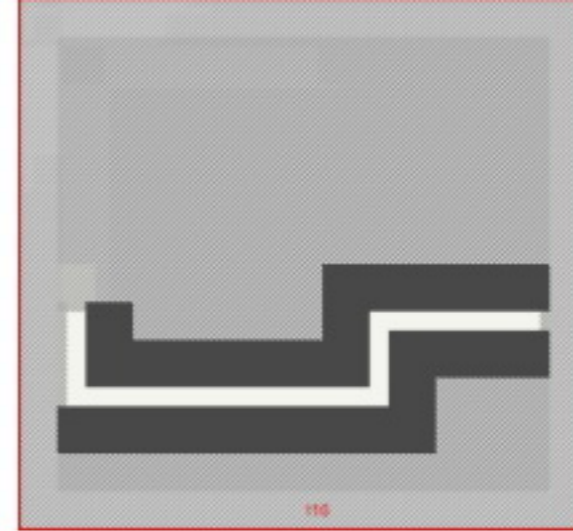
84_EXCELL



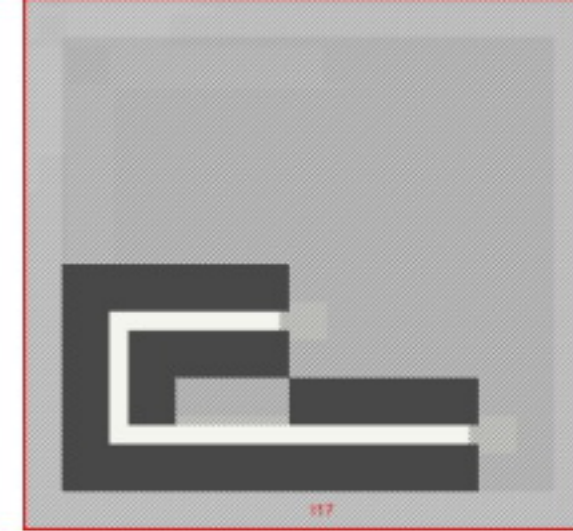
114_EXCELL



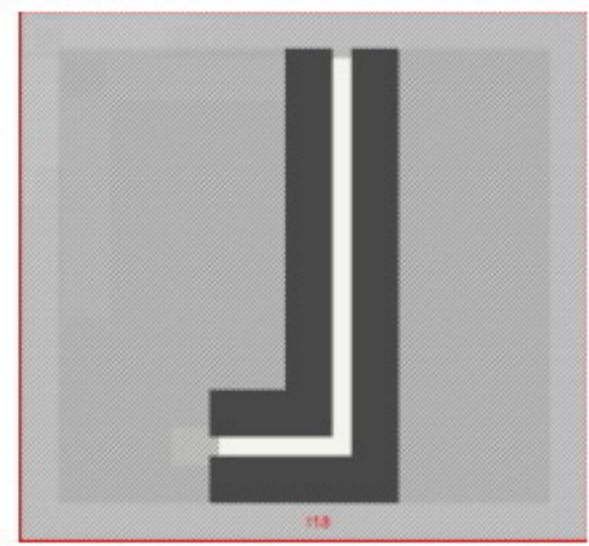
115_EXCELL



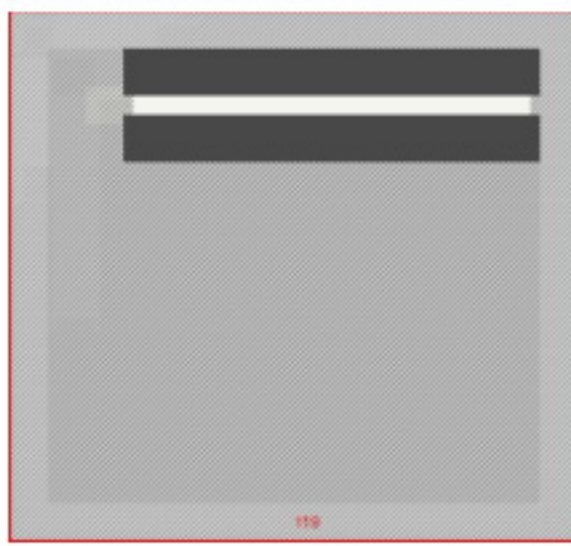
116_EXCELL



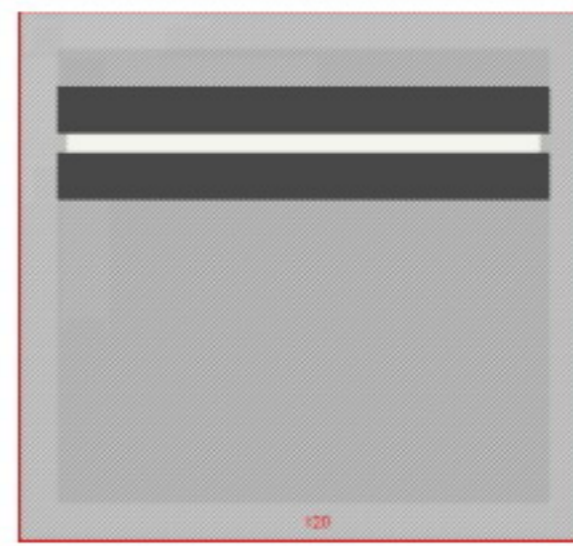
117_EXCELL



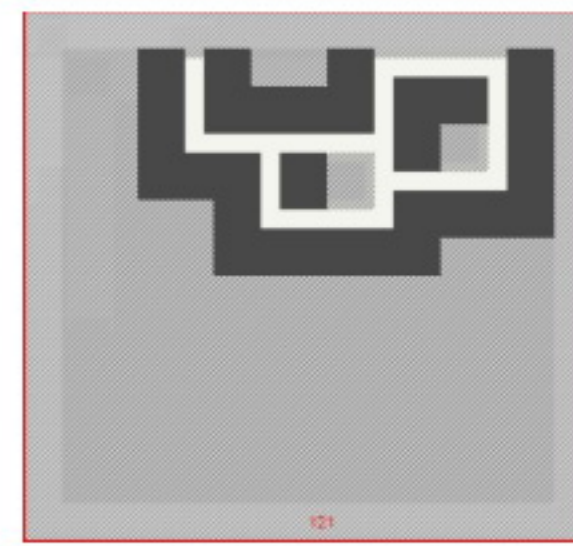
118_EXCELL



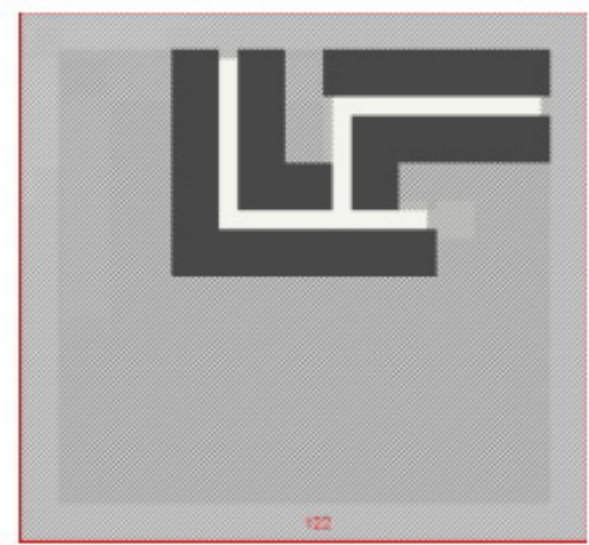
119_EXCELL



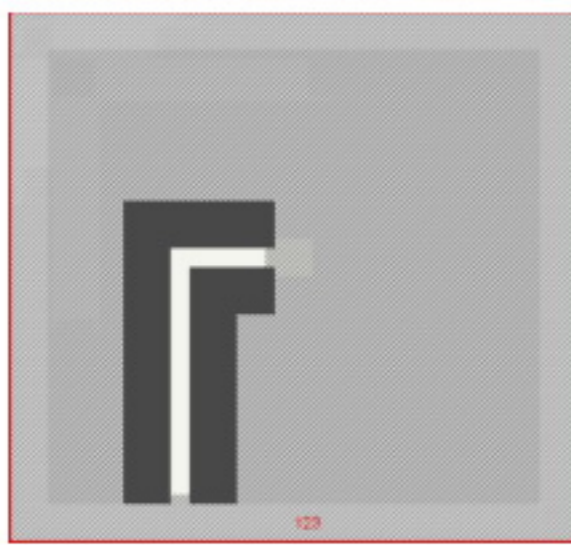
120_EXCELL



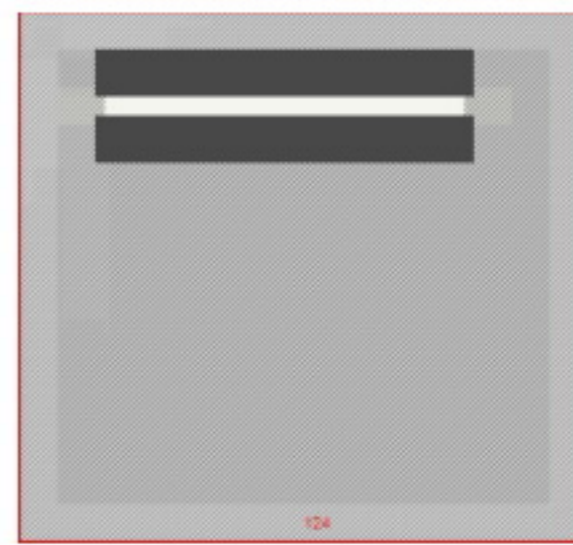
121_EXCELL



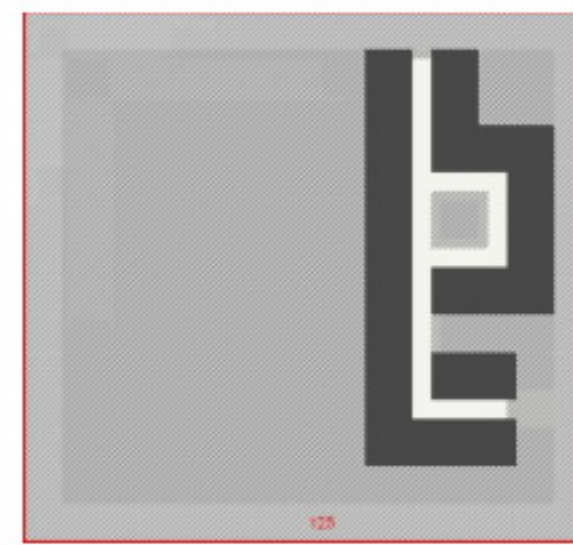
122_EXCELL



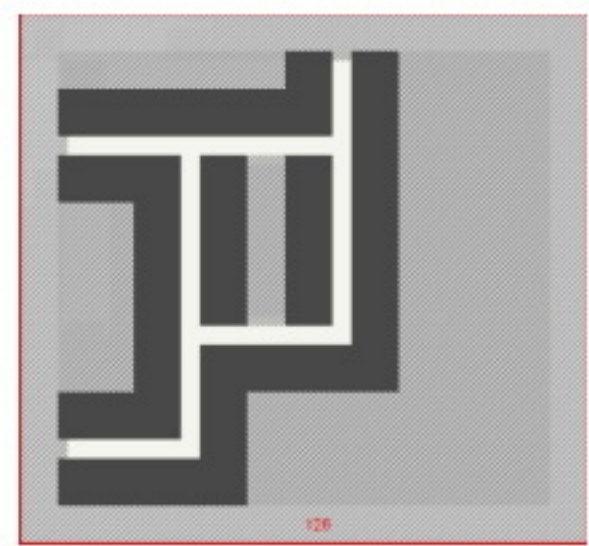
123_EXCELL



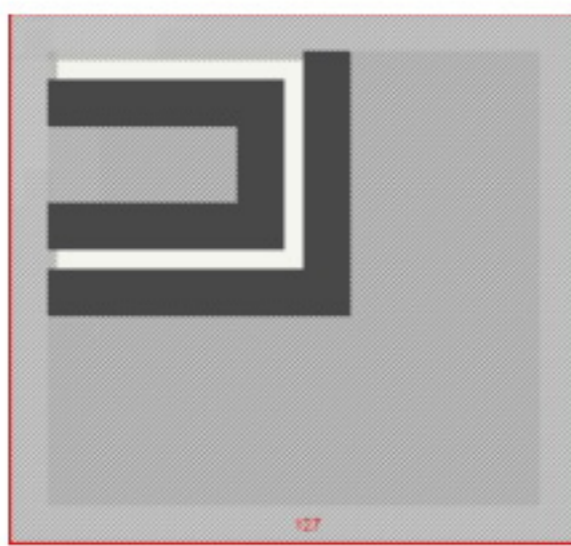
124_EXCELL



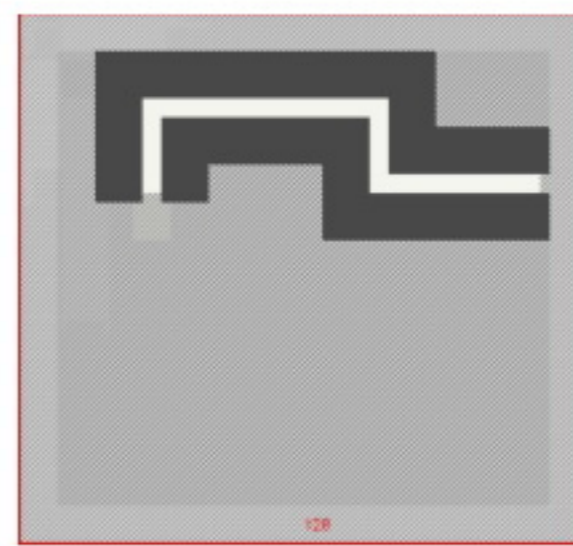
125_EXCELL



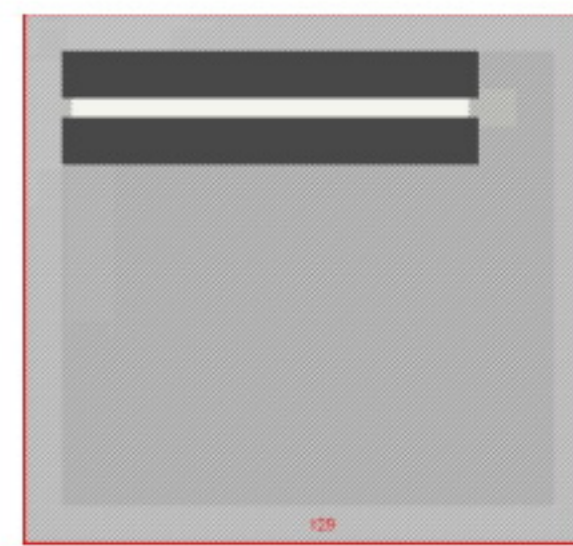
126_EXCELL



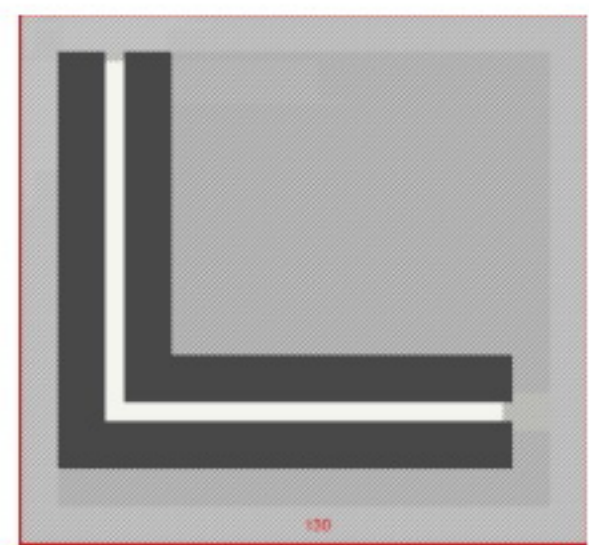
127_EXCELL



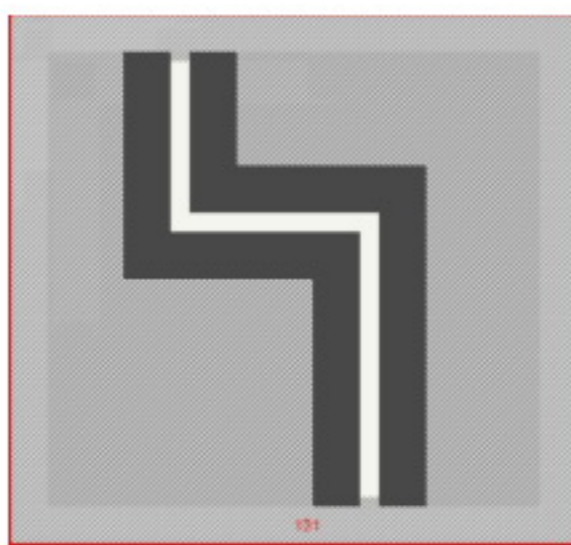
128_EXCELL



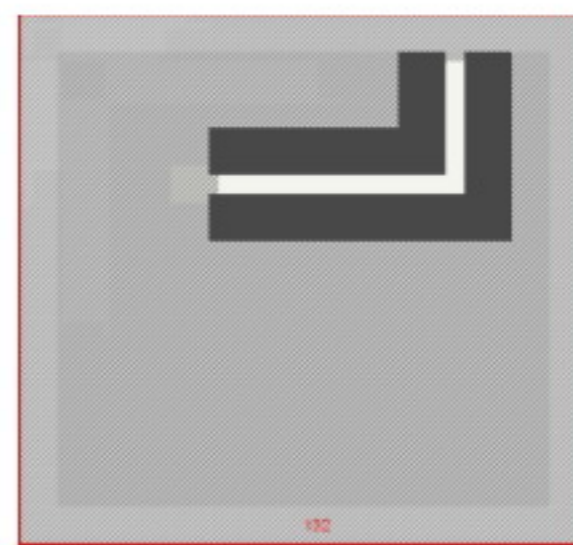
129_EXCELL



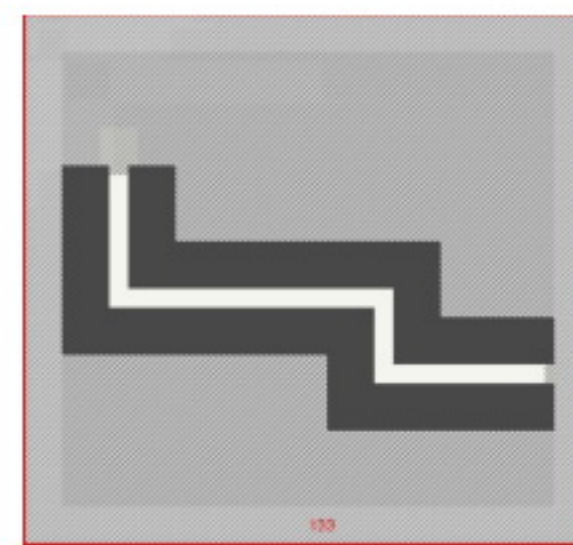
130_EXCELL



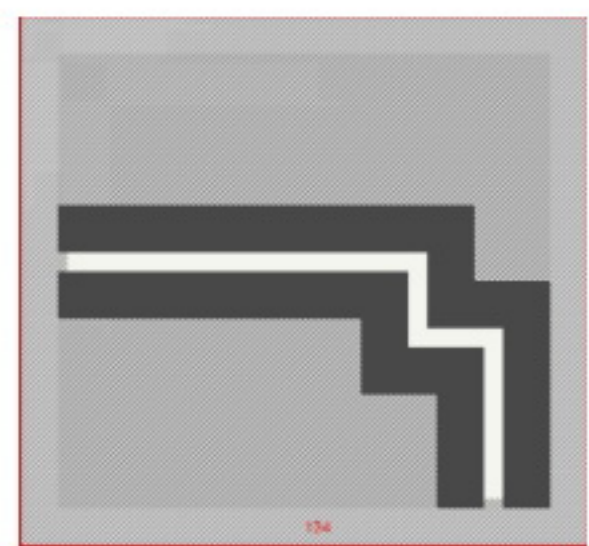
131_EXCELL



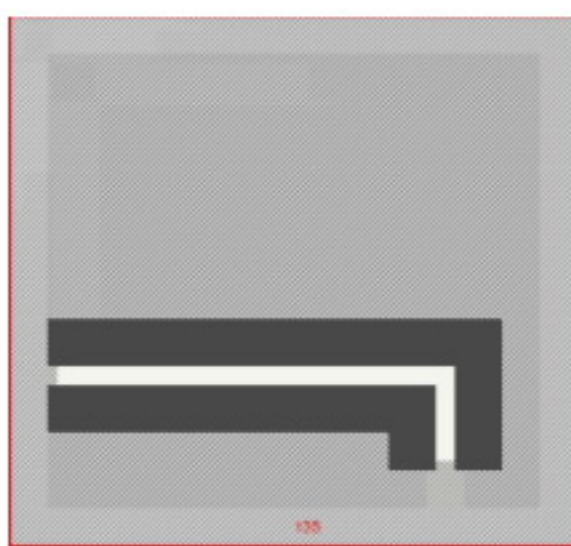
132_EXCELL



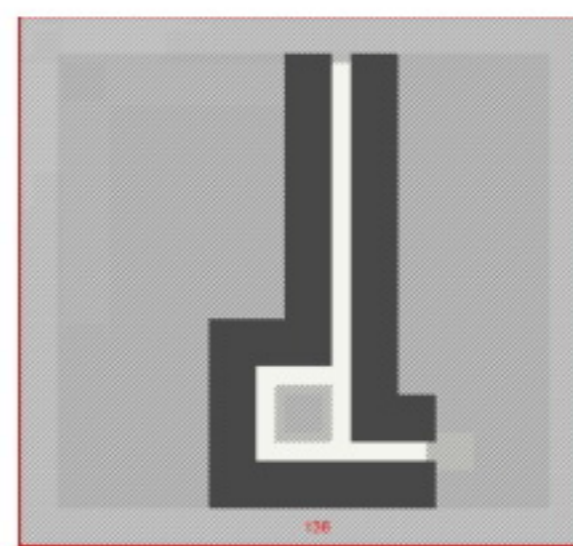
133_EXCELL



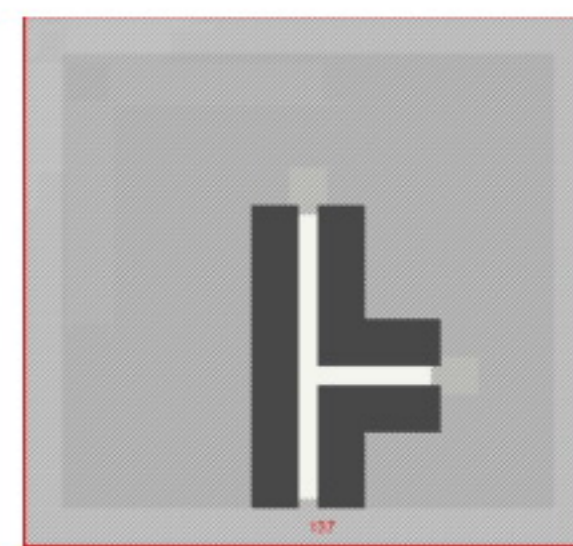
134_EXCELL



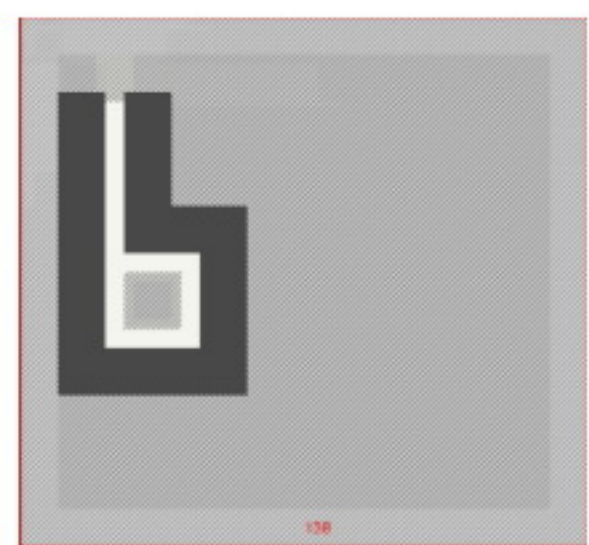
135_EXCELL



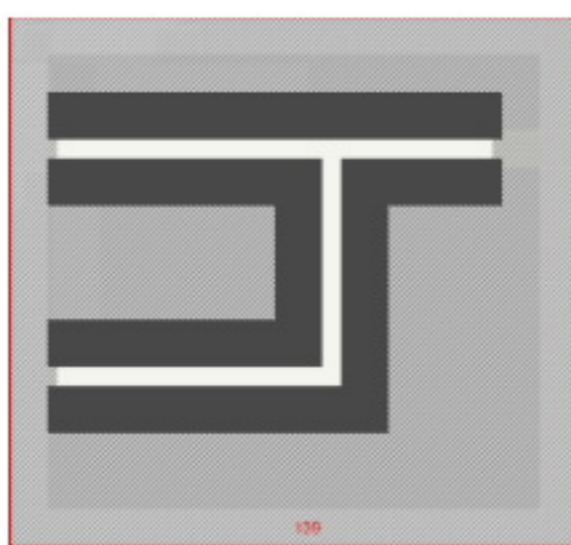
136_EXCELL



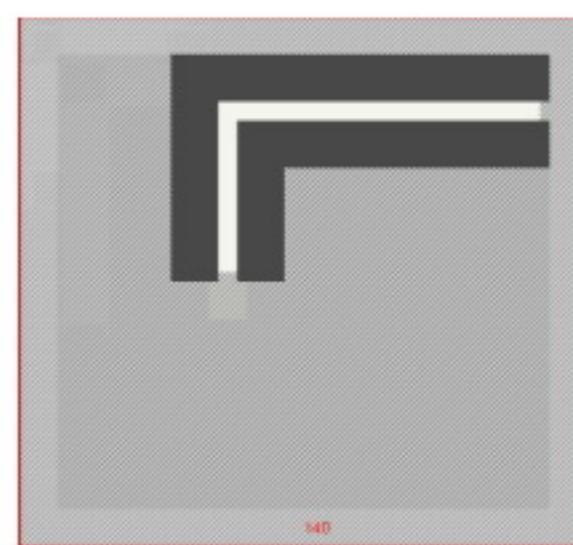
137_EXCELL



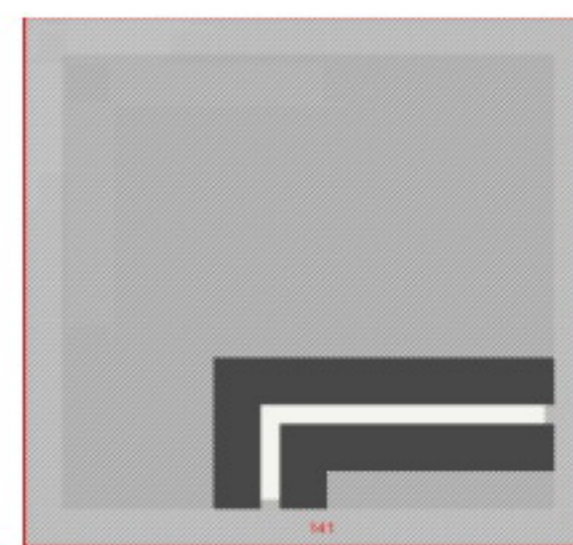
138_EXCELL



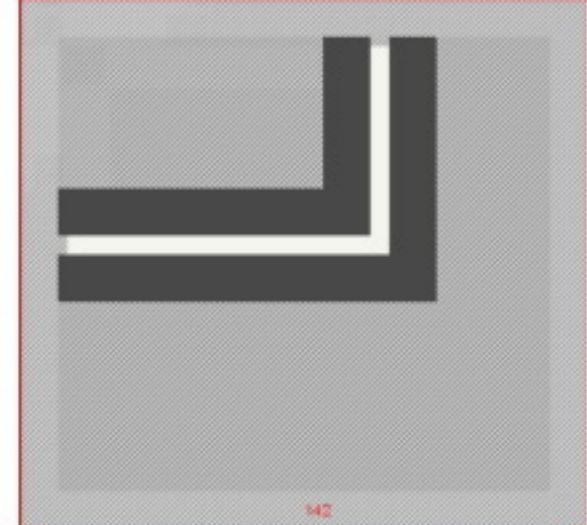
139_EXCELL



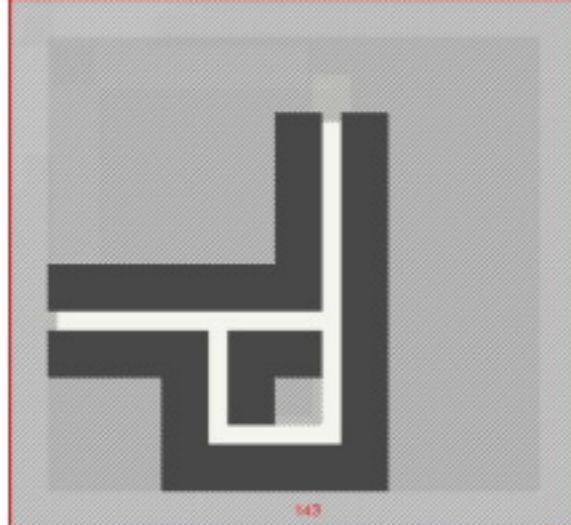
140_EXCELL



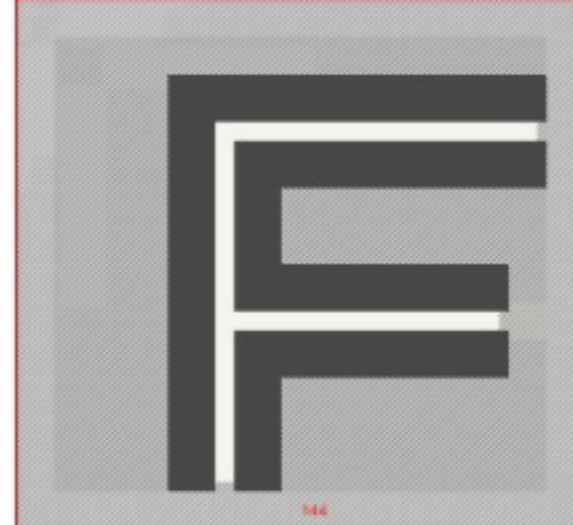
141_EXCELL



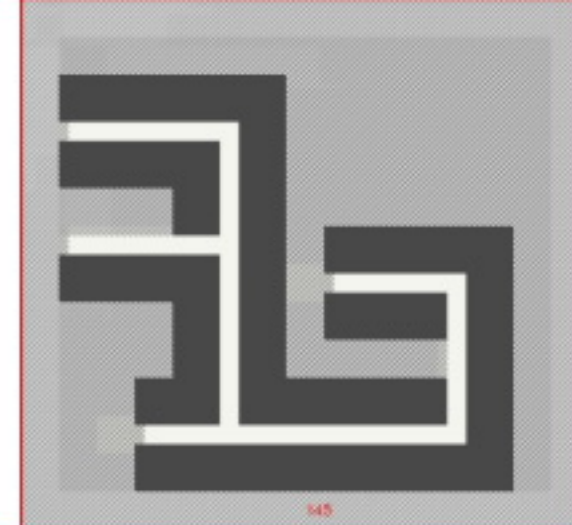
142_EXCELL



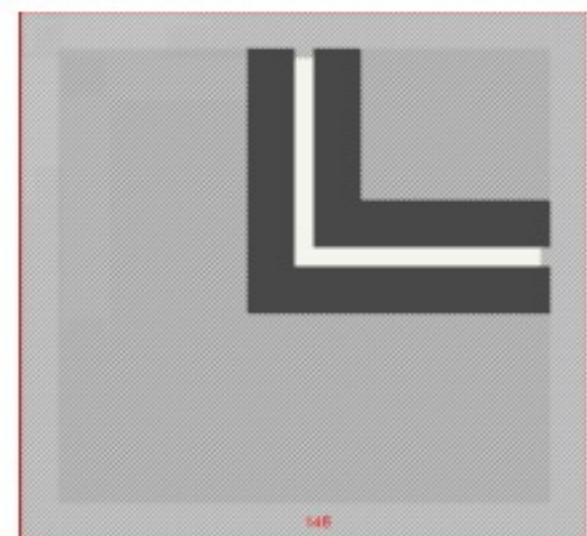
143_EXCELL



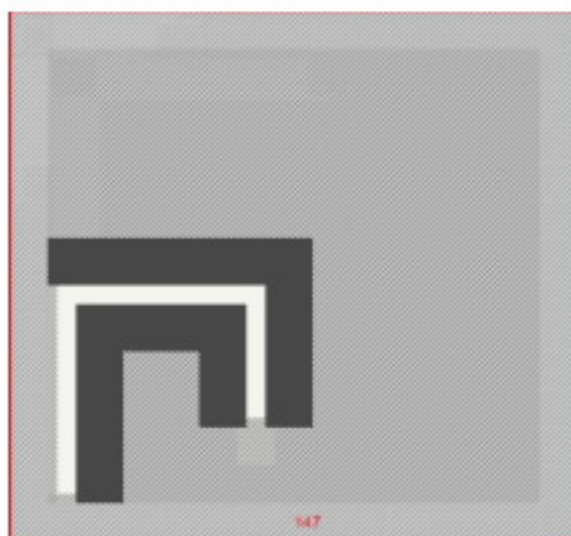
144_EXCELL



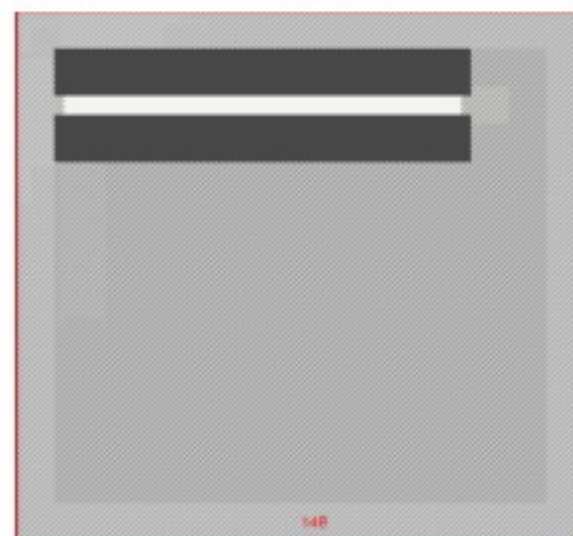
145_EXCELL



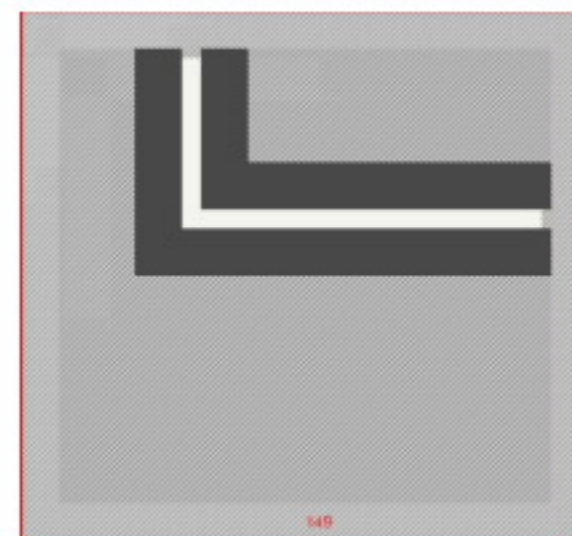
146_EXCELL



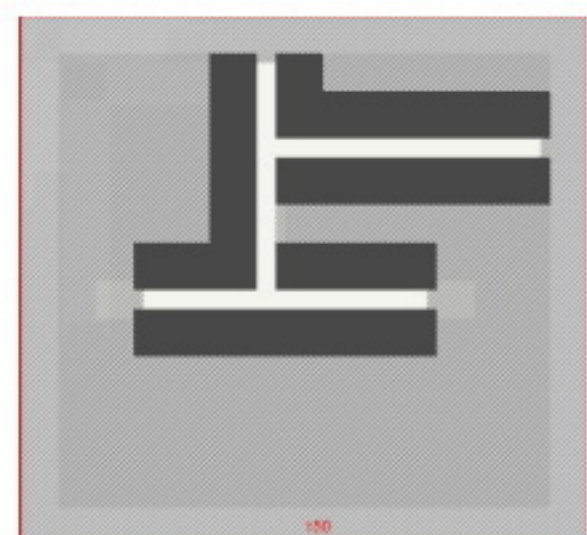
147_EXCELL



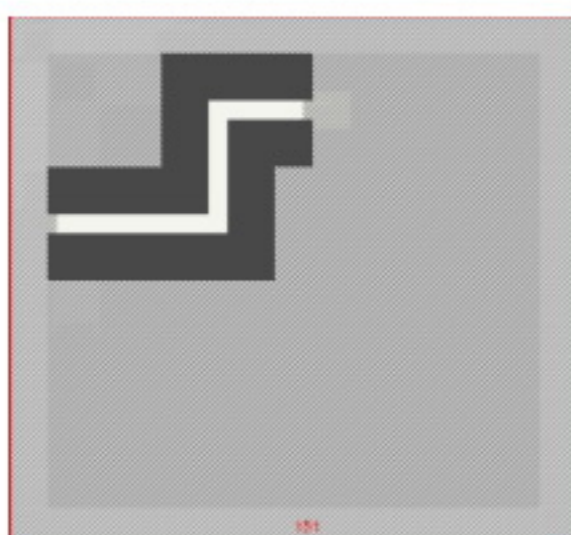
148_EXCELL



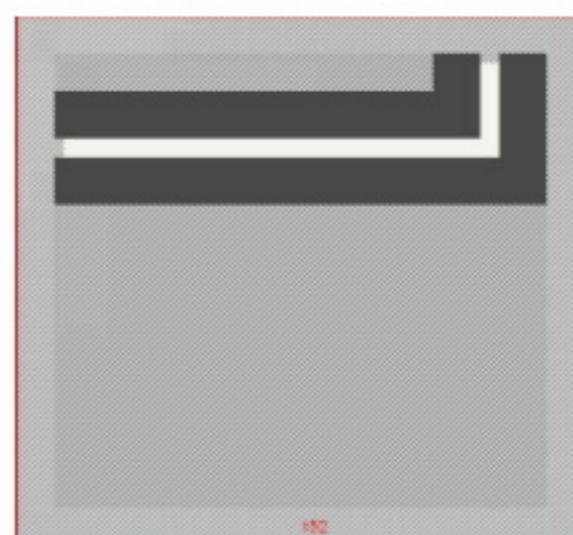
149_EXCELL



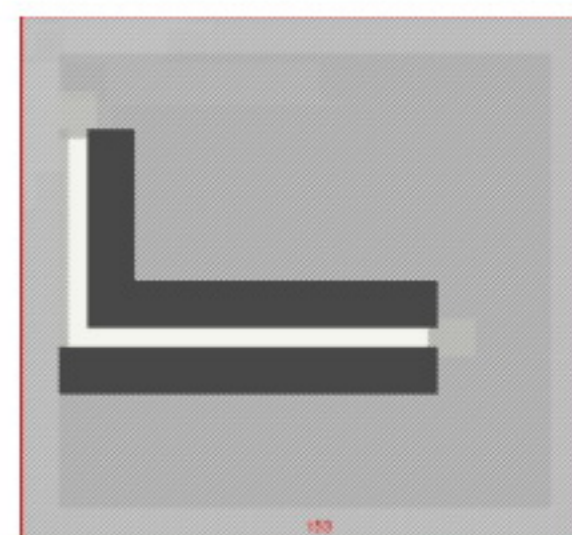
150_EXCELL



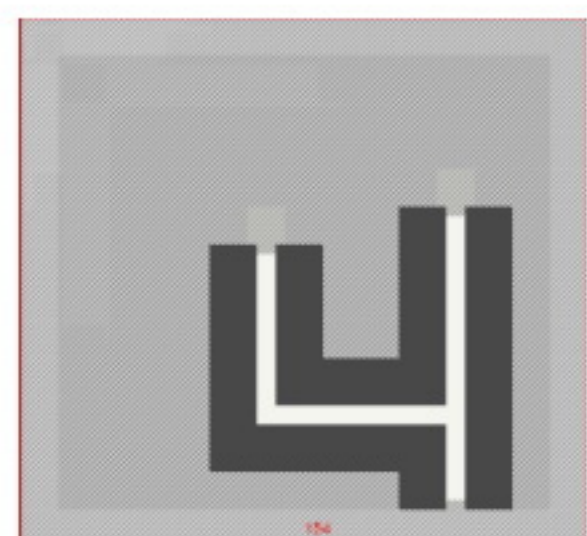
151_EXCELL



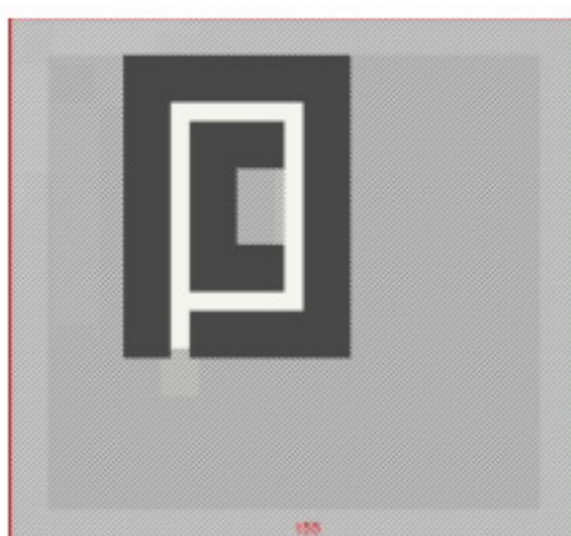
152_EXCELL



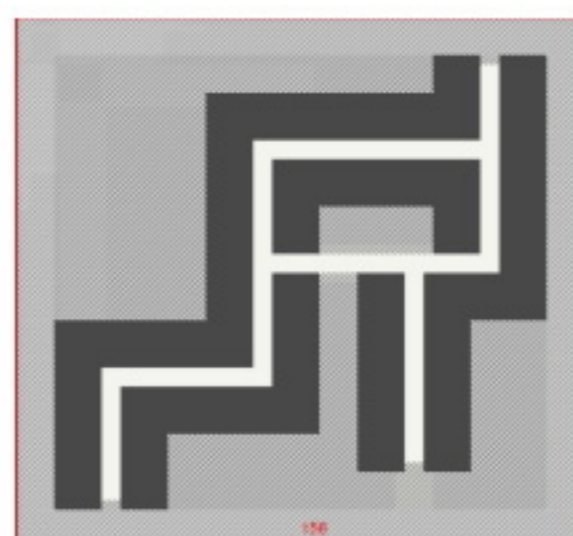
153_EXCELL



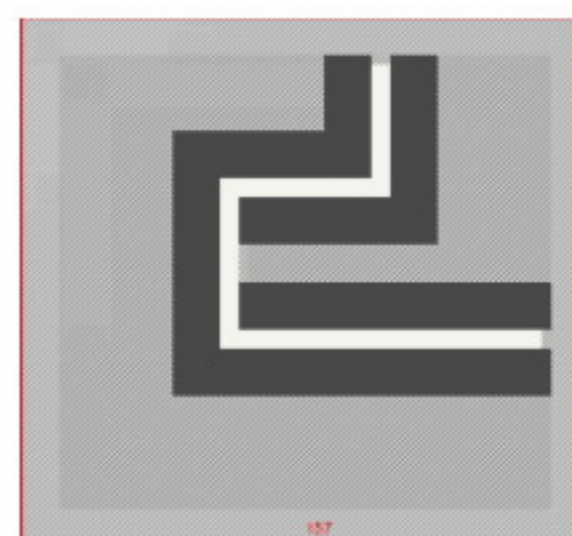
154_EXCELL



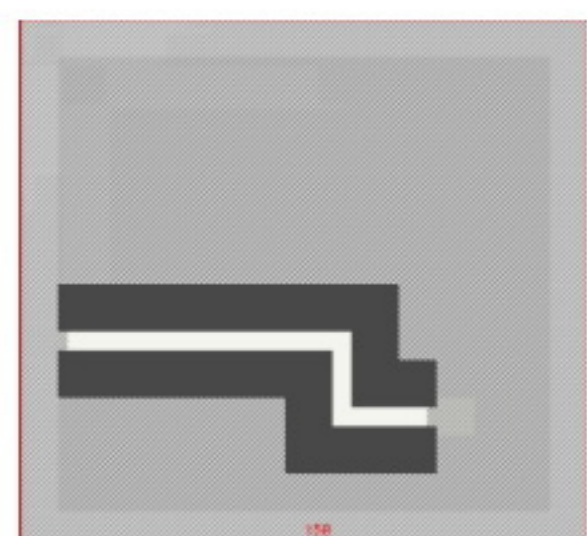
155_EXCELL



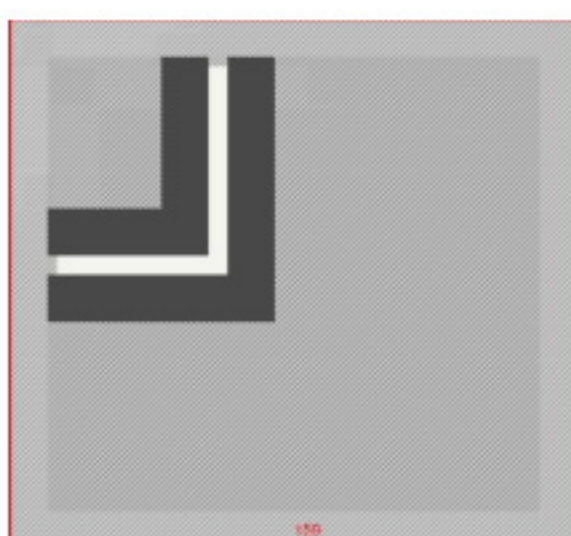
156_EXCELL



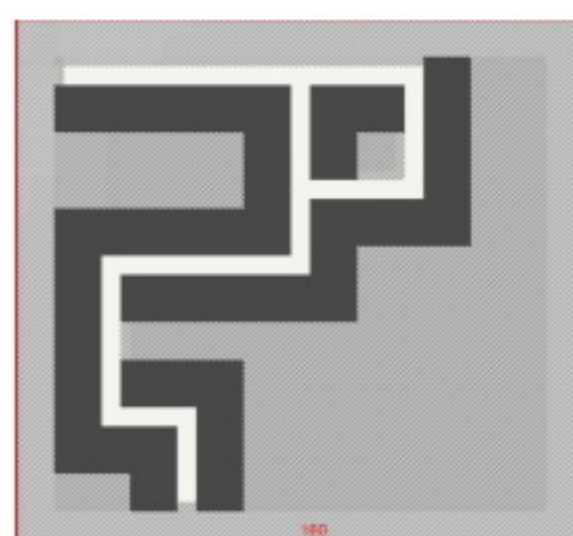
157_EXCELL



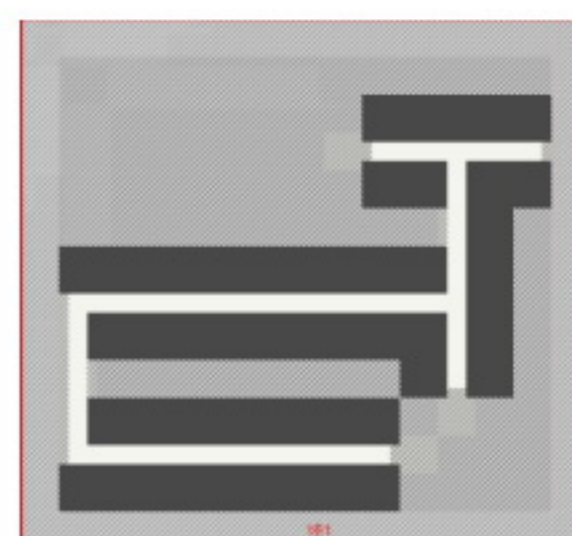
158_EXCELL



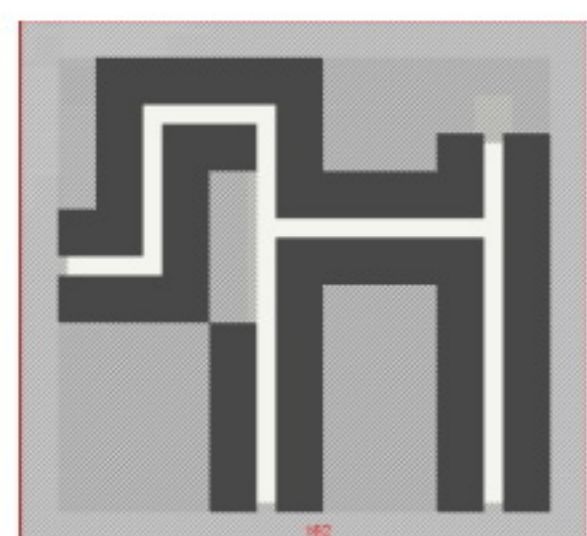
159_EXCELL



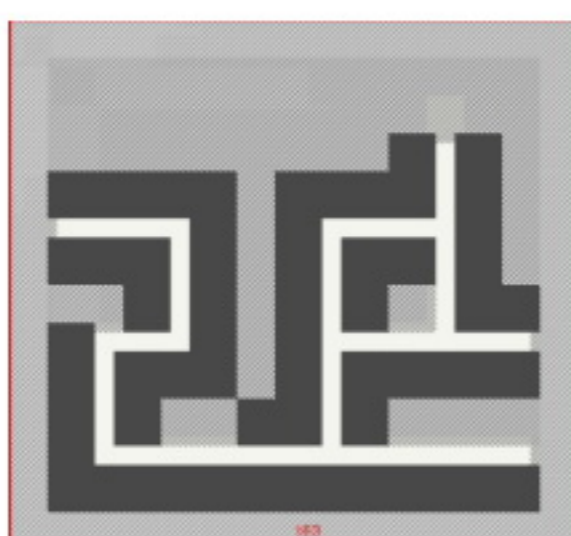
160_EXCELL



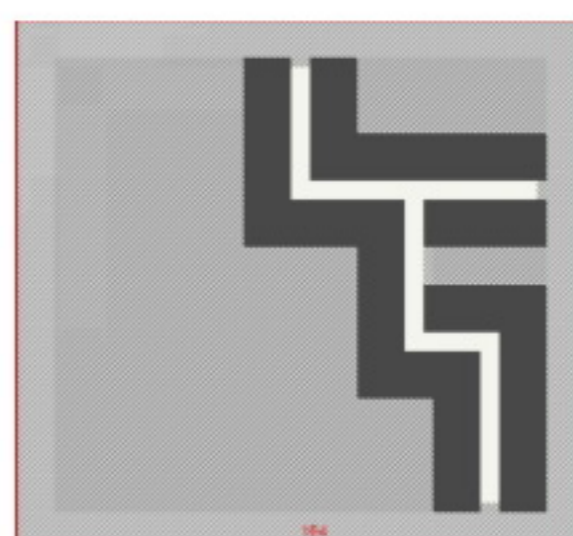
161_EXCELL



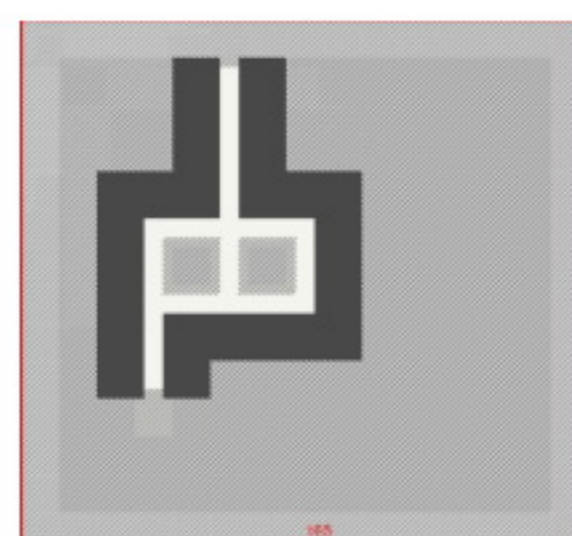
162_EXCELL



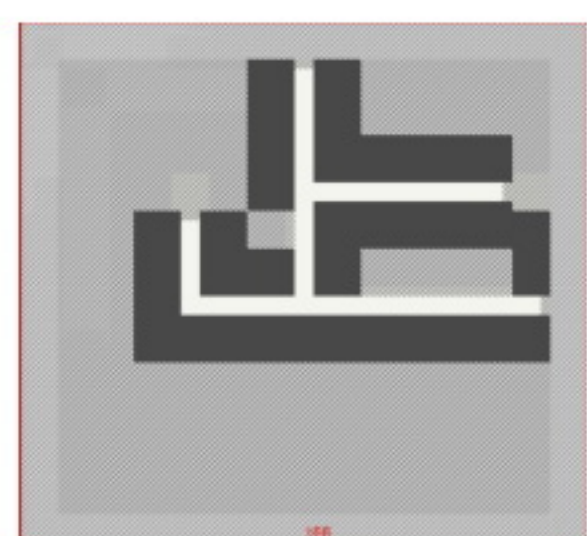
163_EXCELL



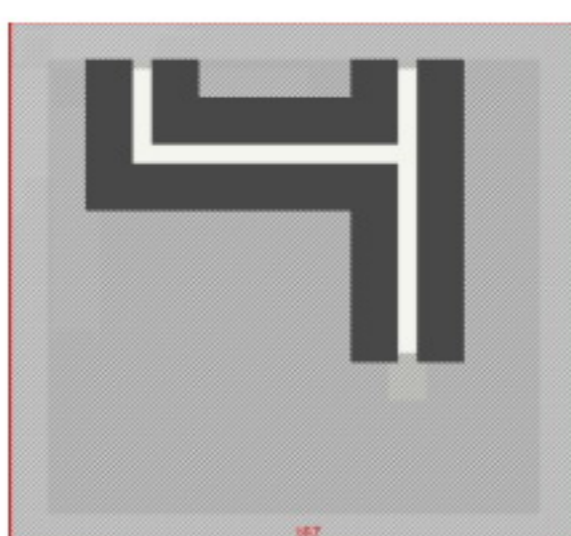
164_EXCELL



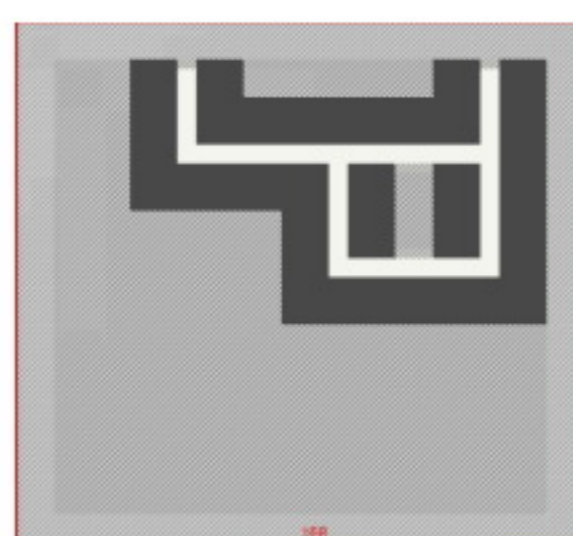
165_EXCELL



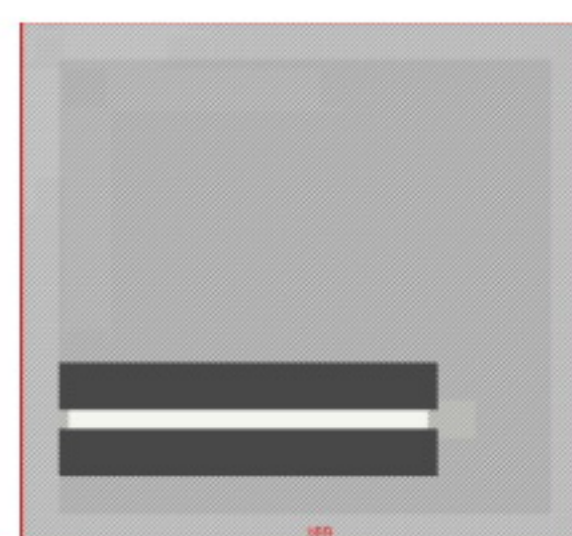
166_EXCELL



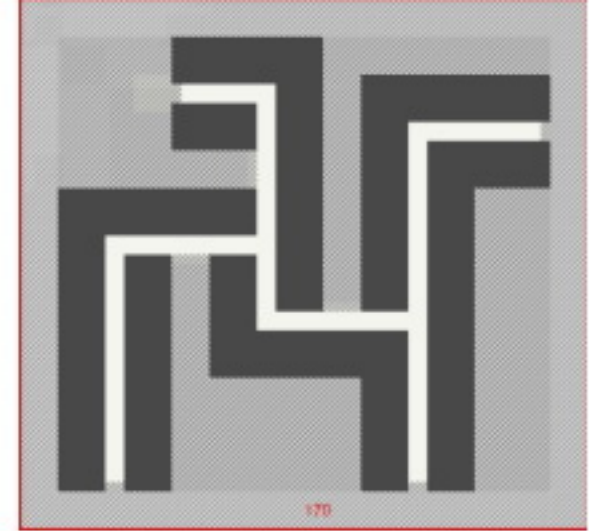
167_EXCELL



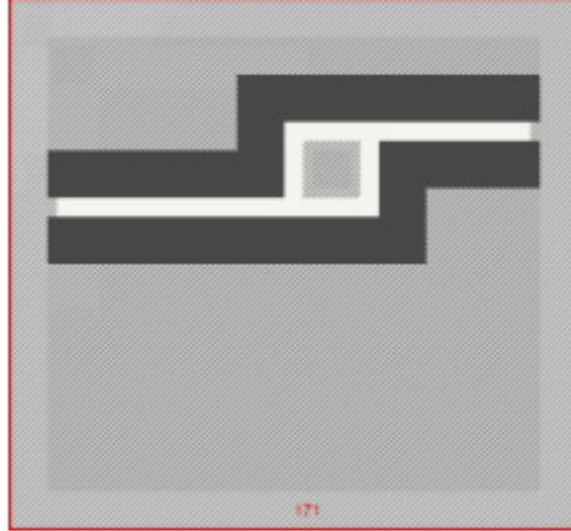
168_EXCELL



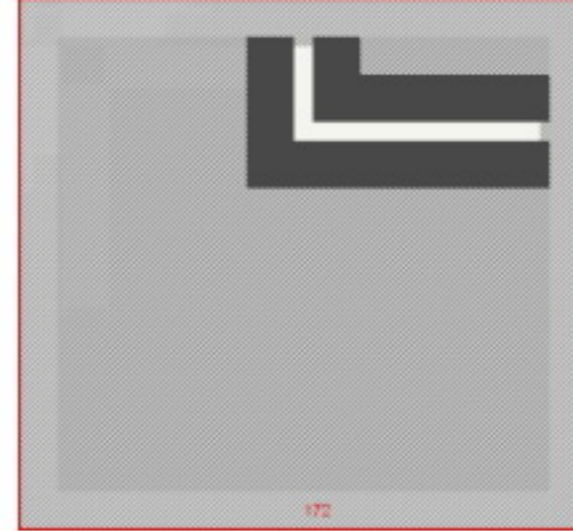
169_EXCELL



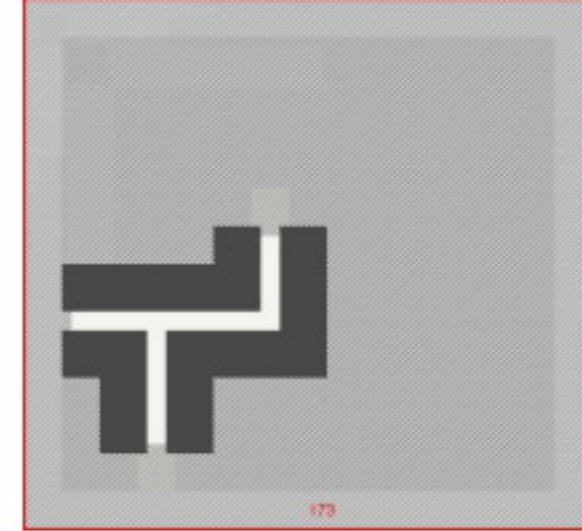
170_EXCELL



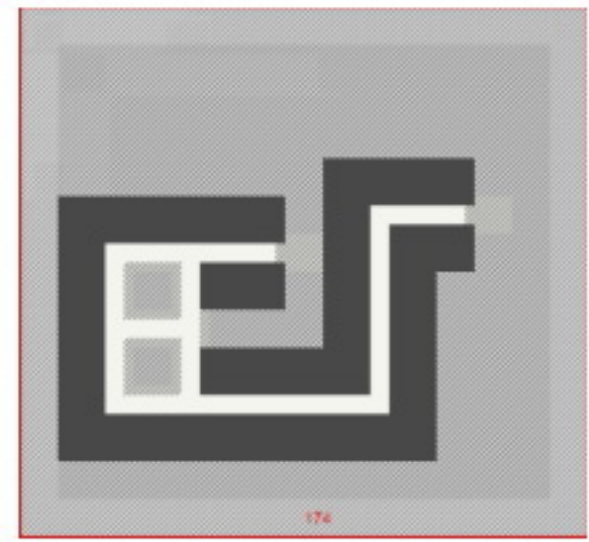
171_EXCELL



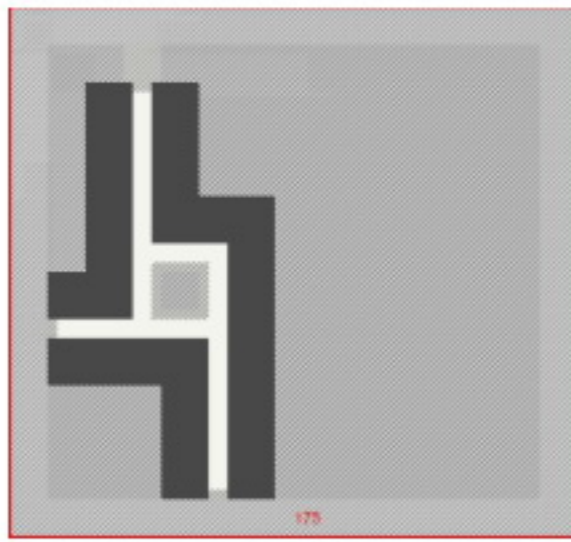
172_EXCELL



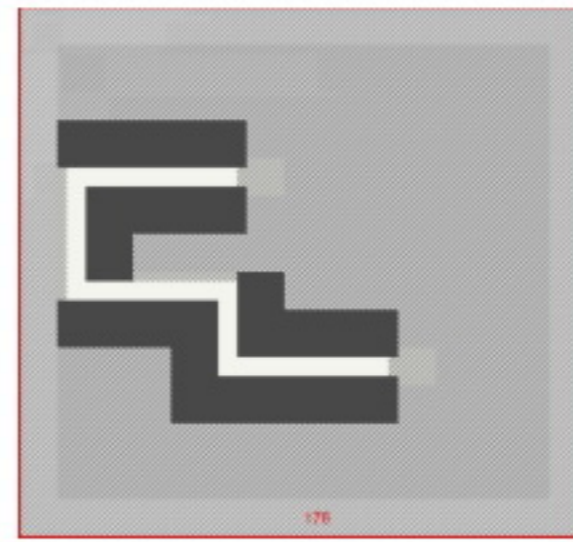
173_EXCELL



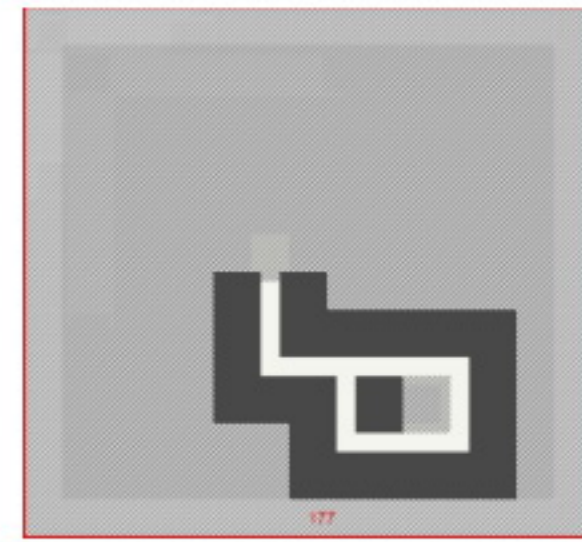
174_EXCELL



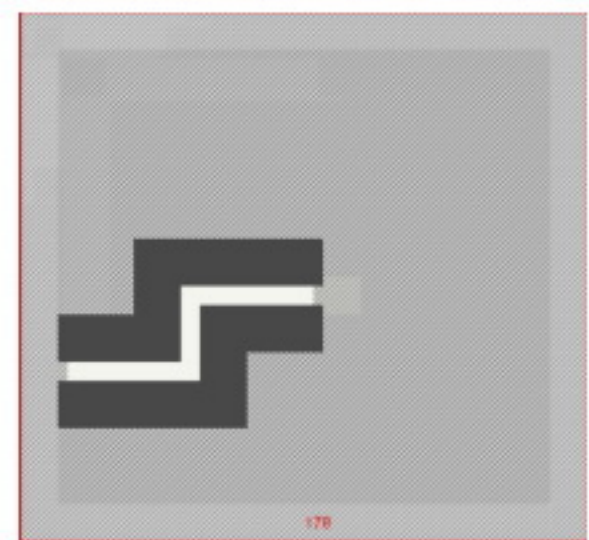
175_EXCELL



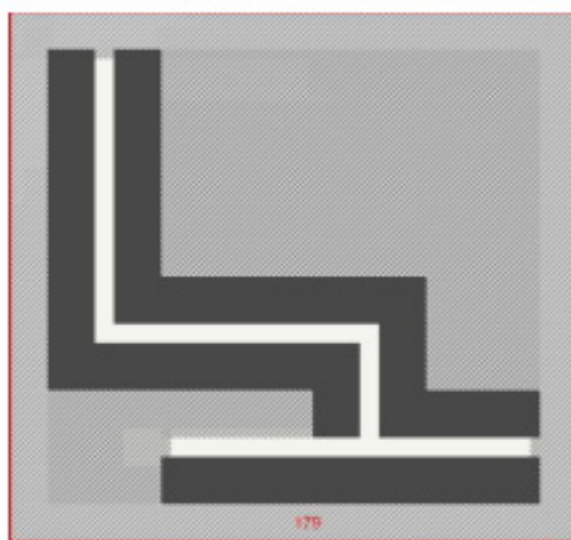
176_EXCELL



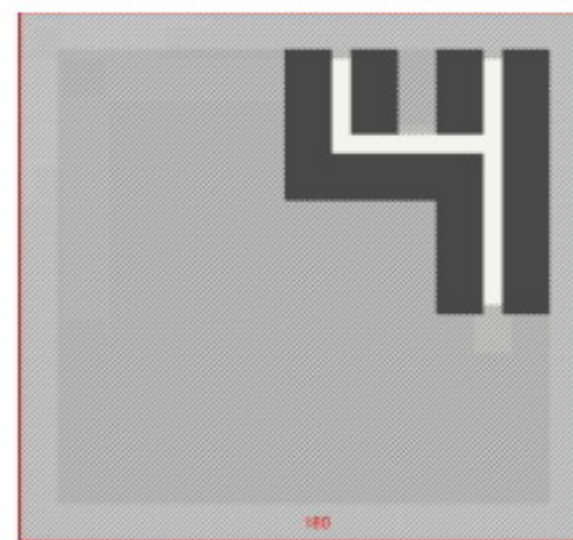
177_EXCELL



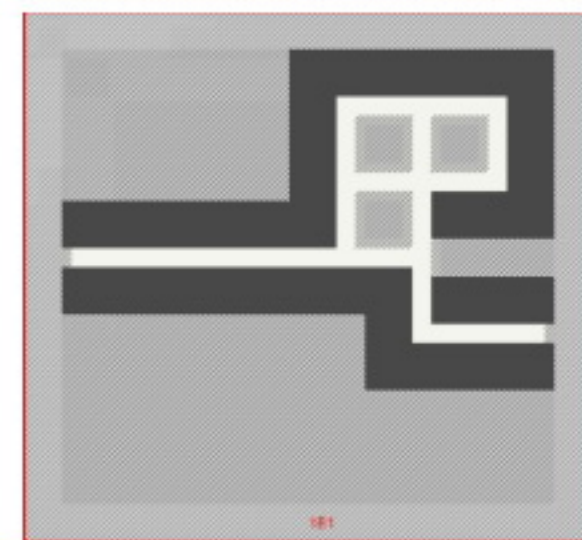
178_EXCELL



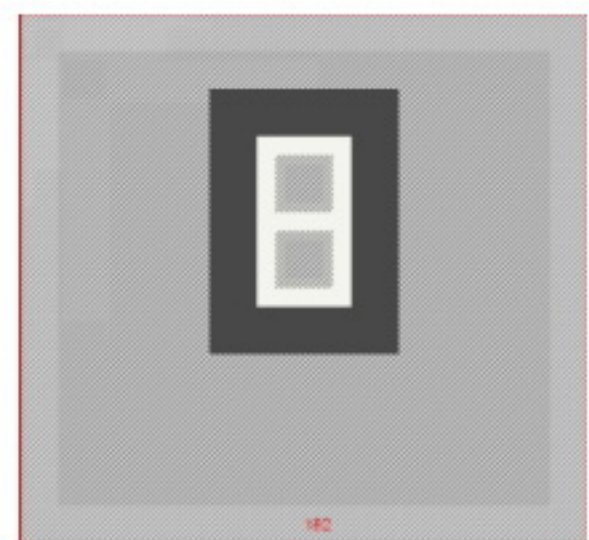
179_EXCELL



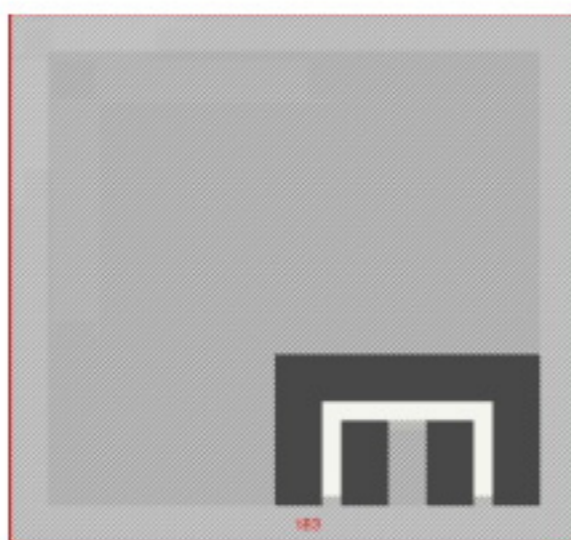
180_EXCELL



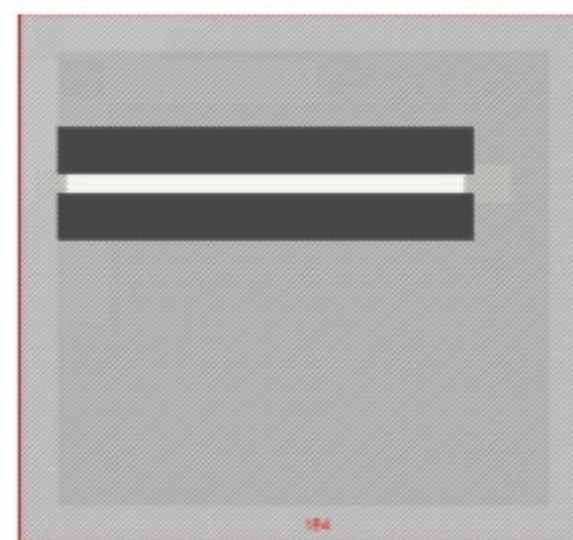
181_EXCELL



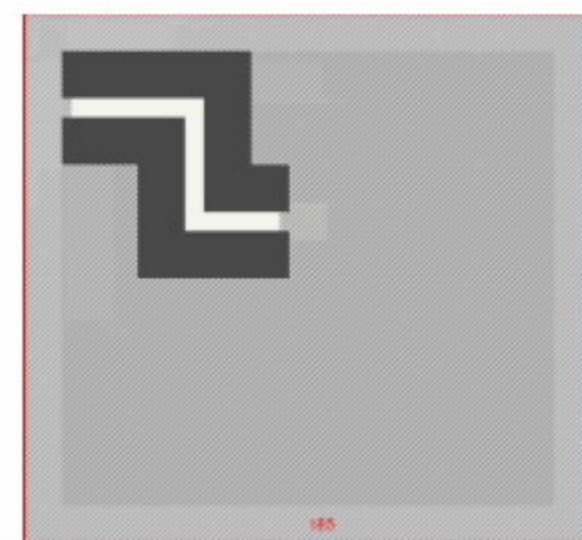
182_EXCELL



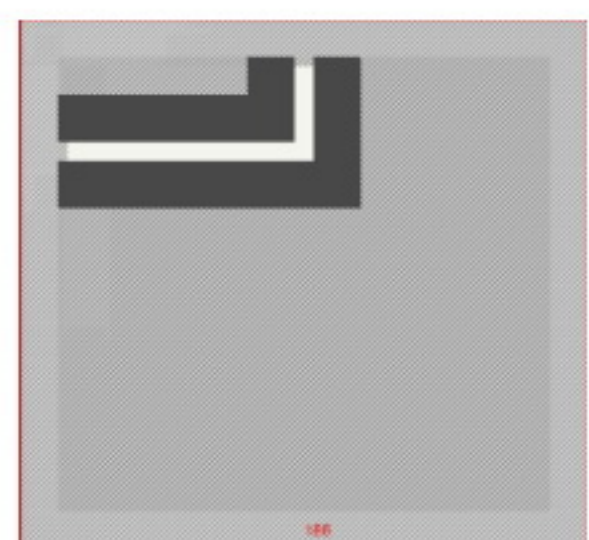
183_EXCELL



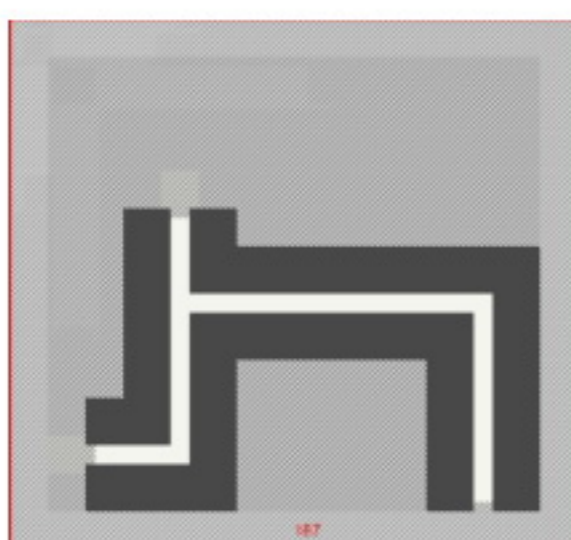
184_EXCELL



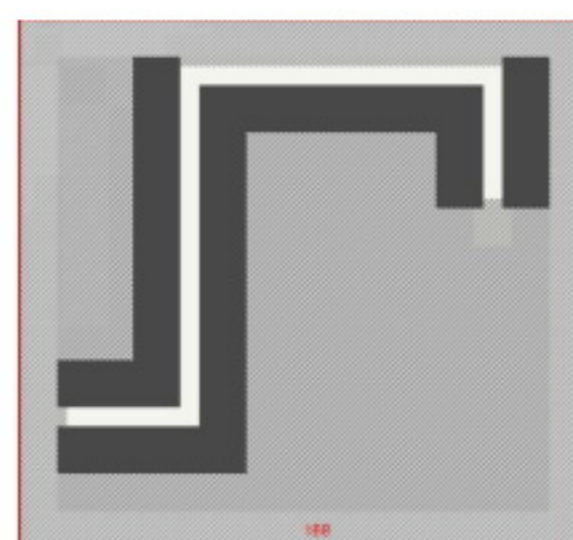
185_EXCELL



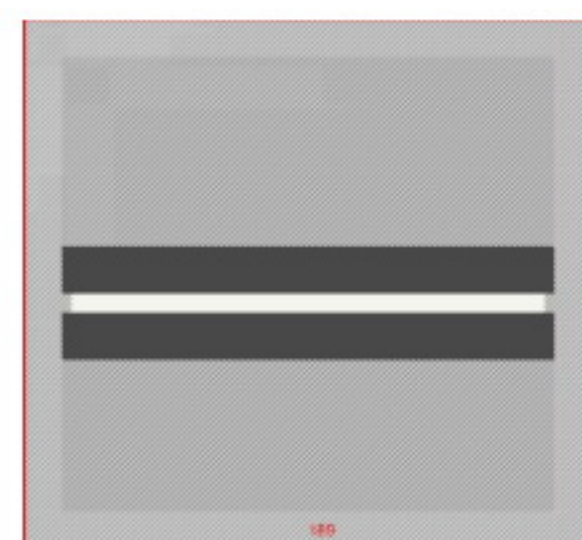
186_EXCELL



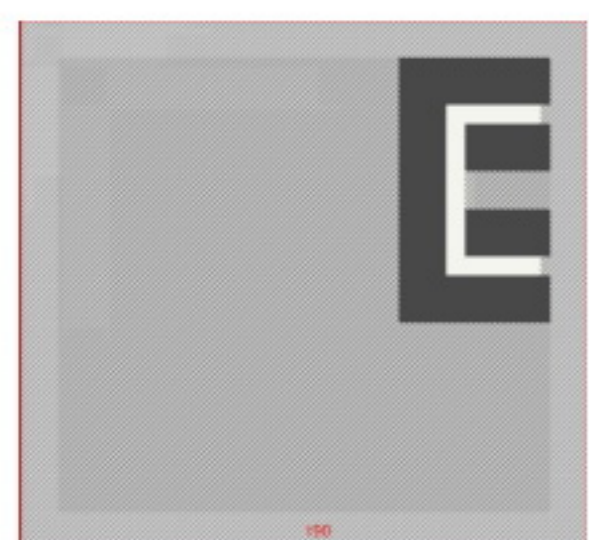
187_EXCELL



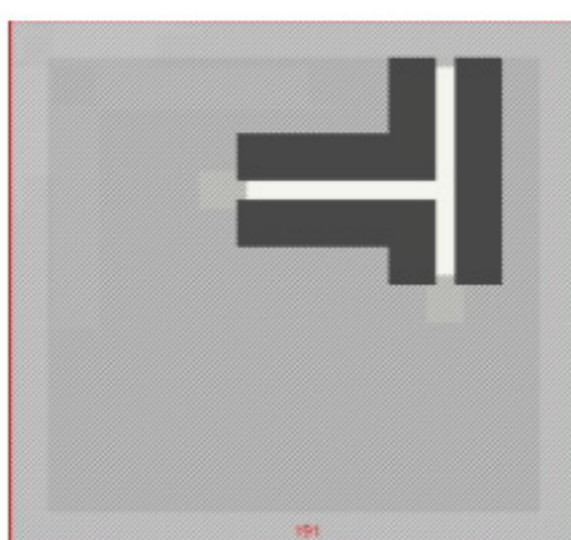
188_EXCELL



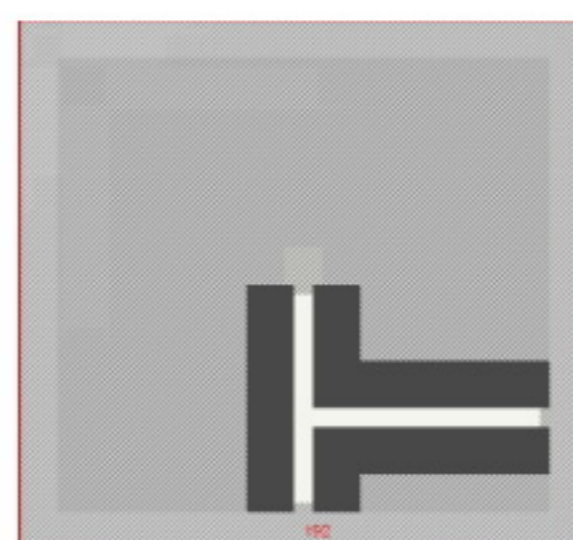
189_EXCELL



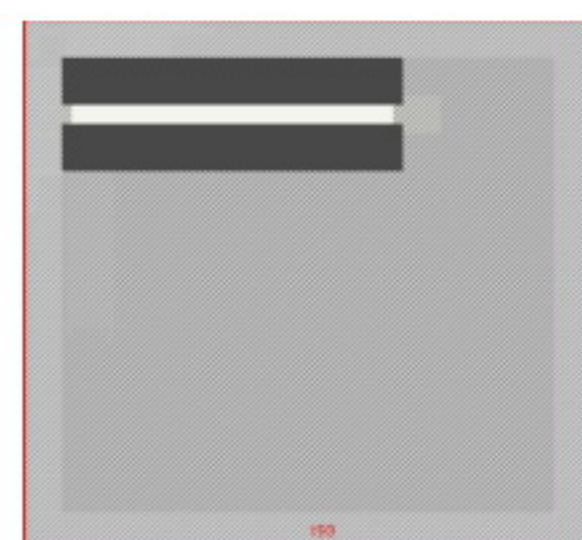
190_EXCELL



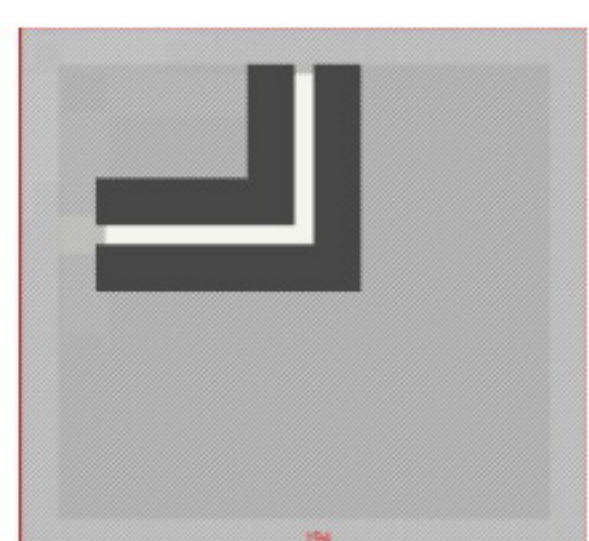
191_EXCELL



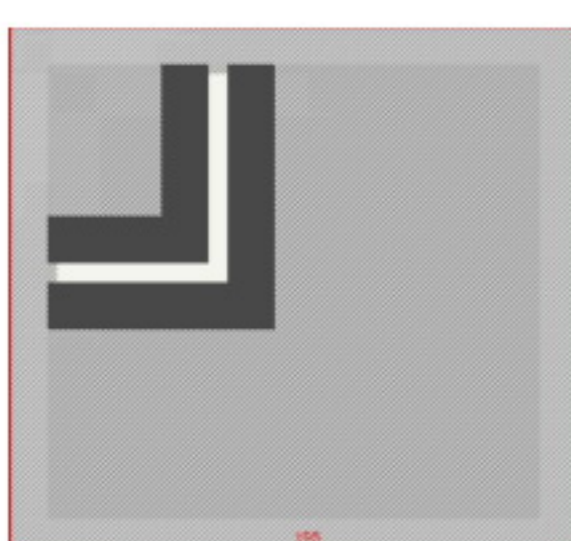
192_EXCELL



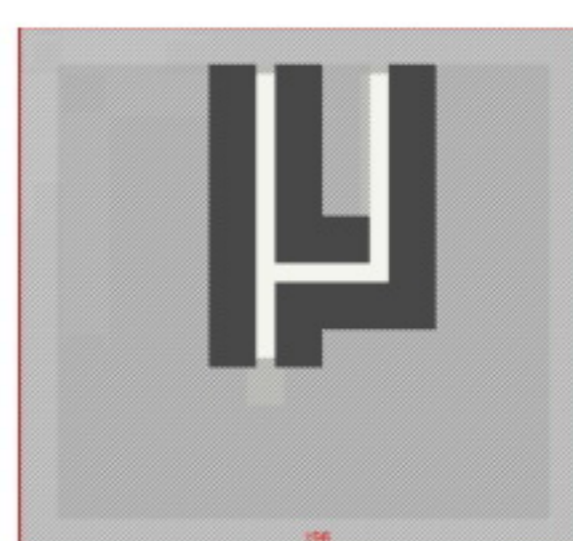
193_EXCELL



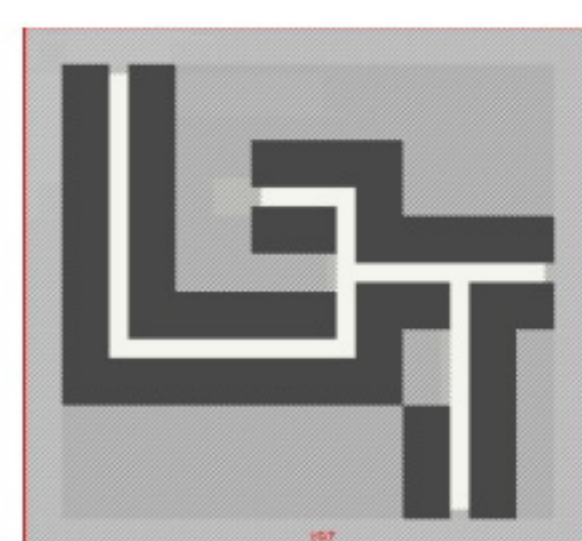
194_EXCELL



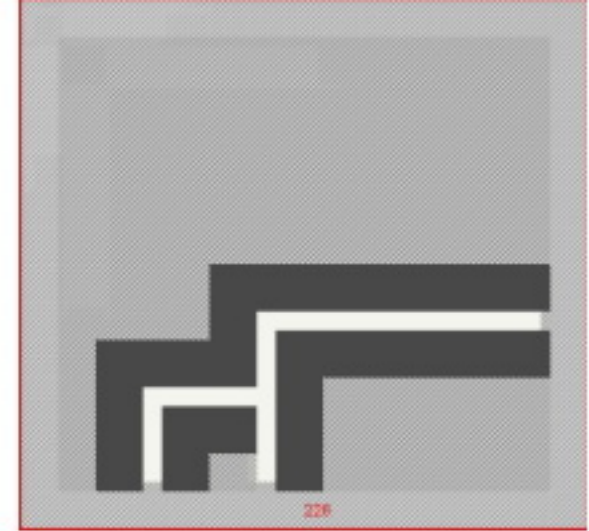
195_EXCELL



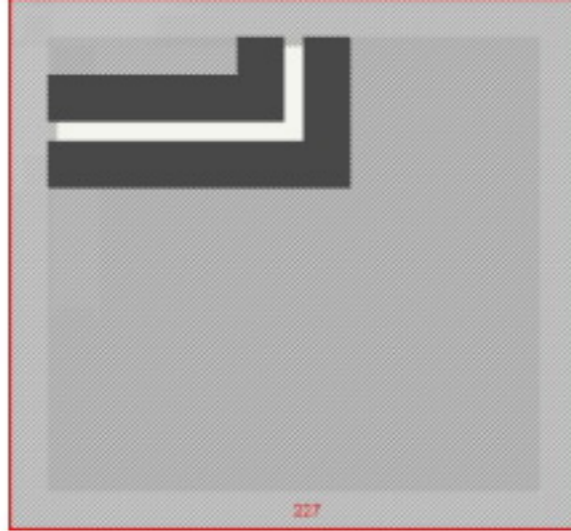
196_EXCELL



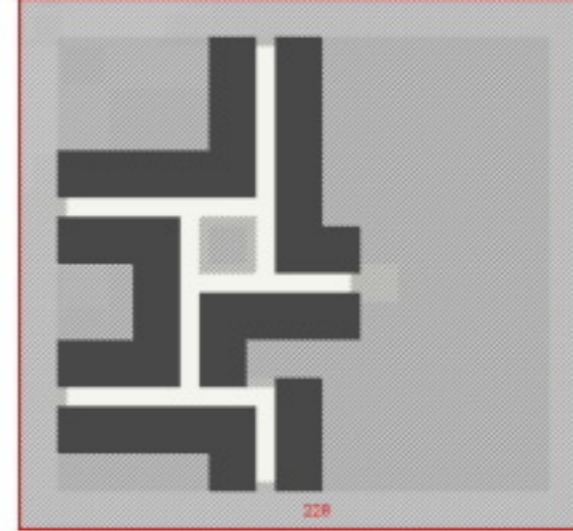
197_EXCELL



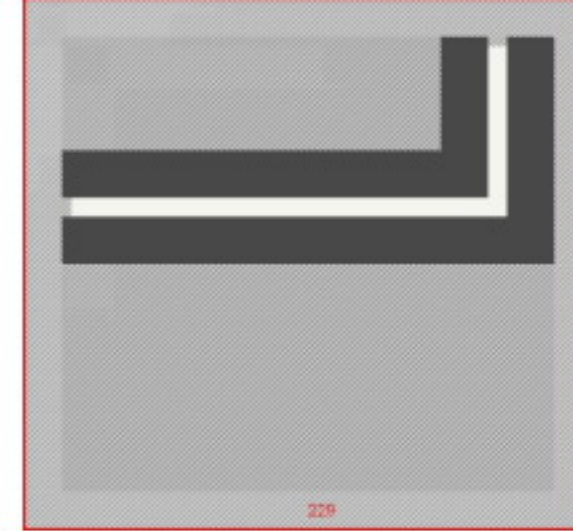
226_EXCELL



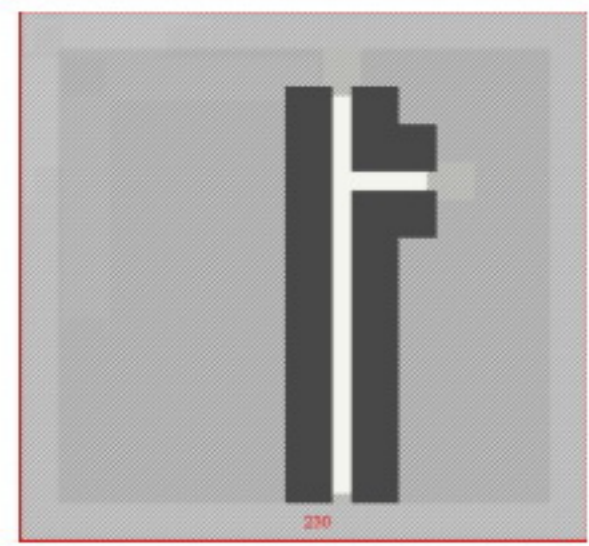
227_EXCELL



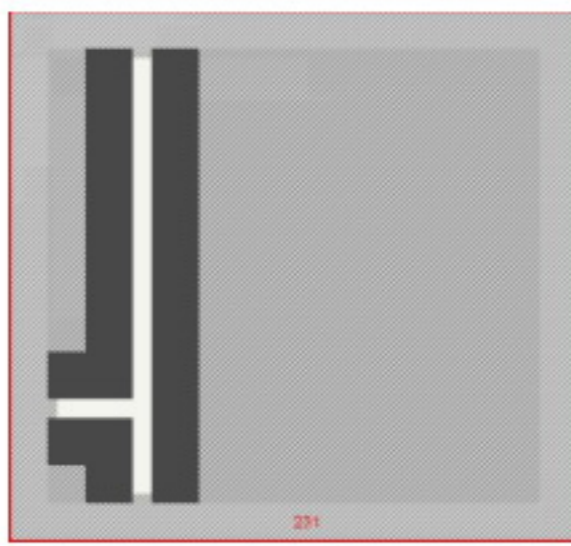
228_EXCELL



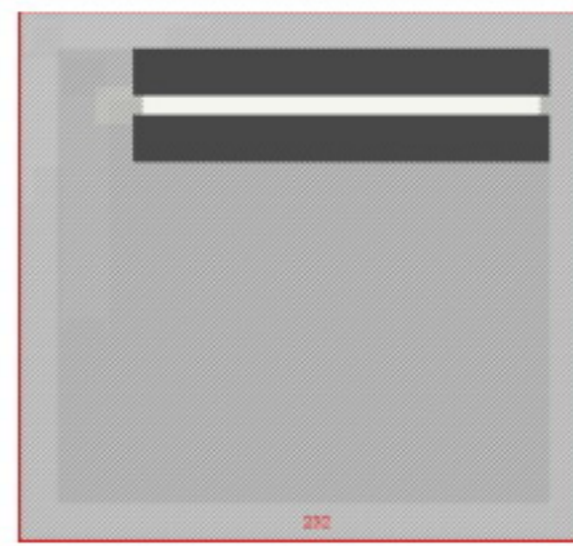
229_EXCELL



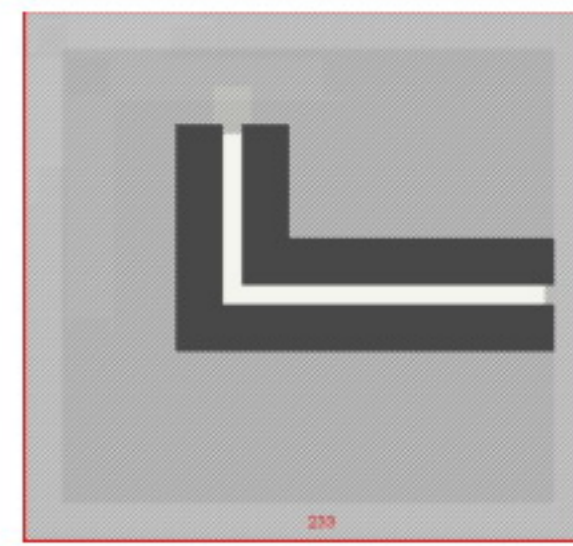
230_EXCELL



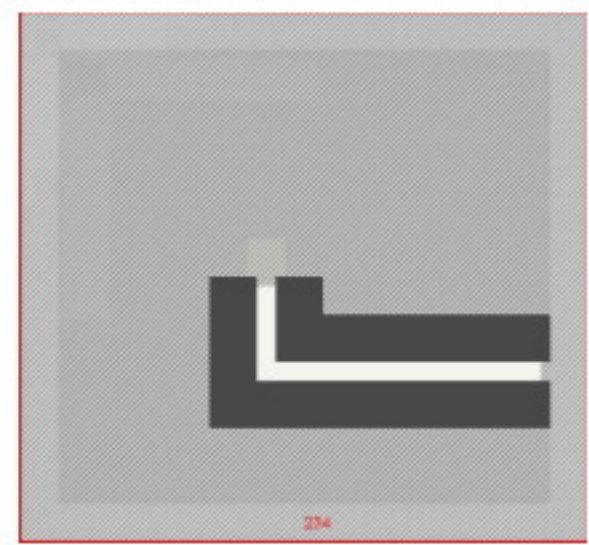
231_EXCELL



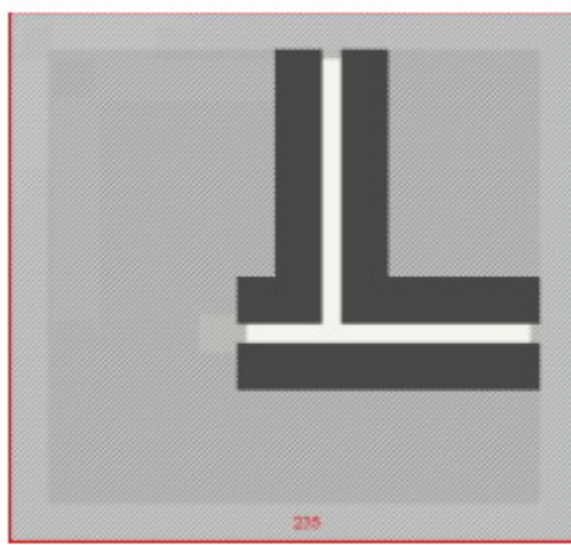
232_EXCELL



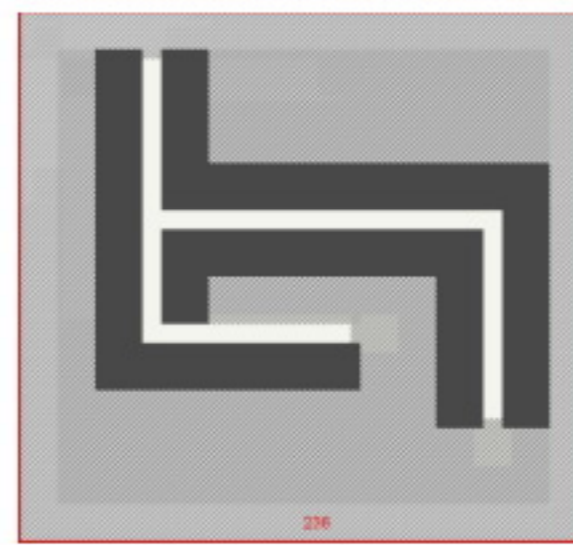
233_EXCELL



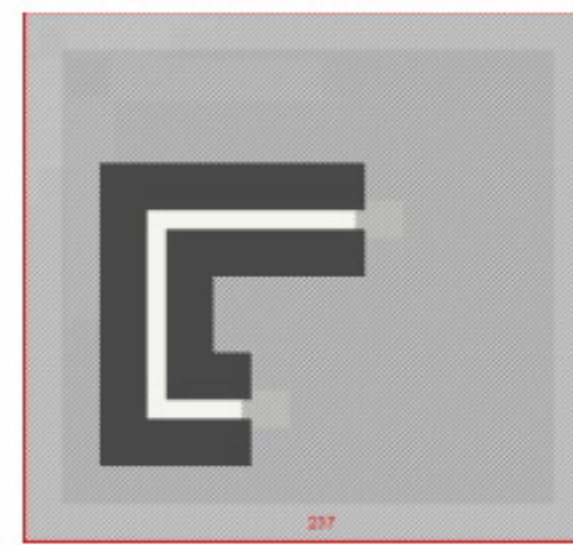
234_EXCELL



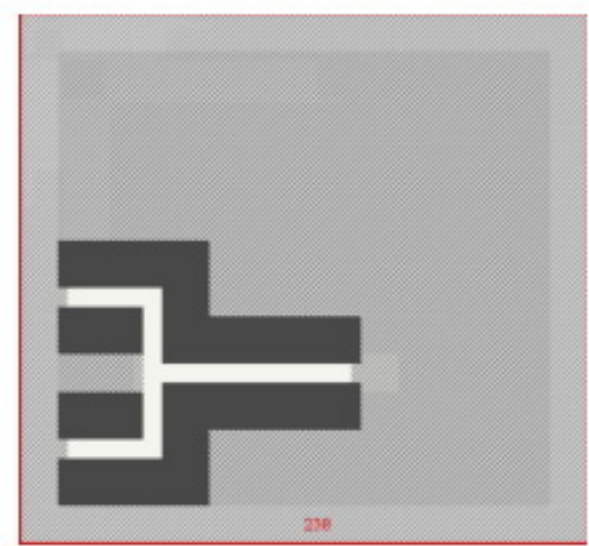
235_EXCELL



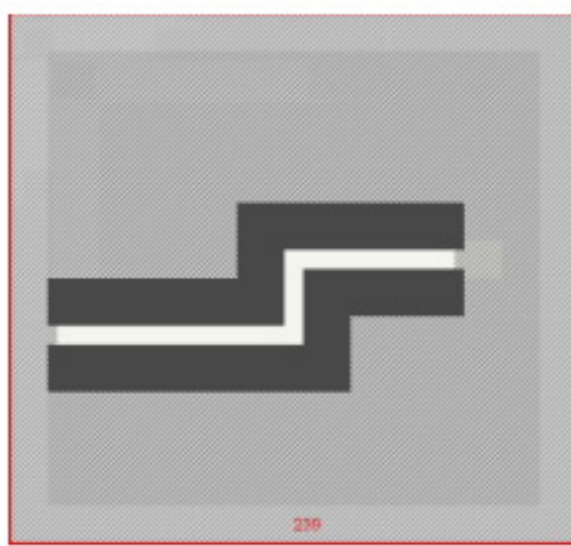
236_EXCELL



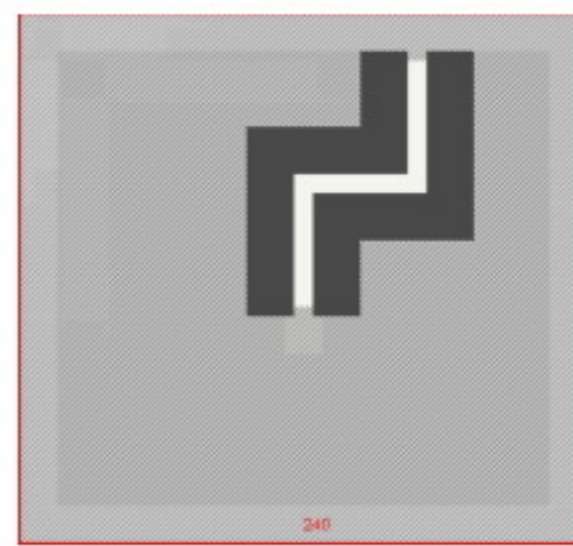
237_EXCELL



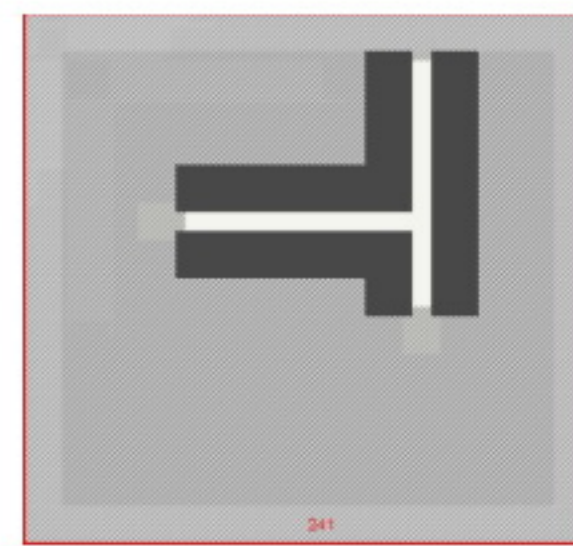
238_EXCELL



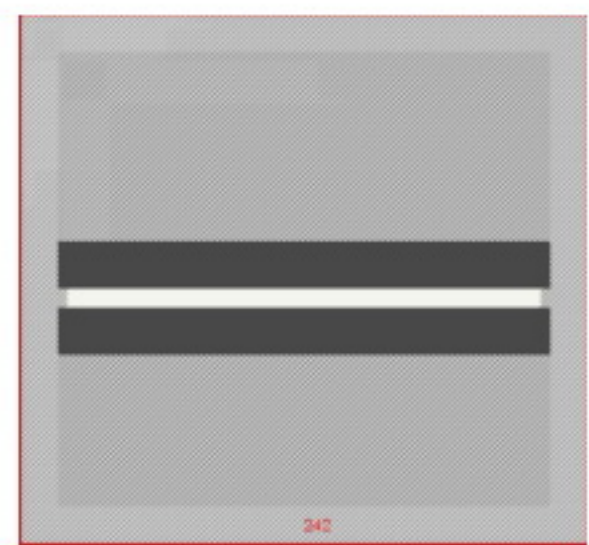
239_EXCELL



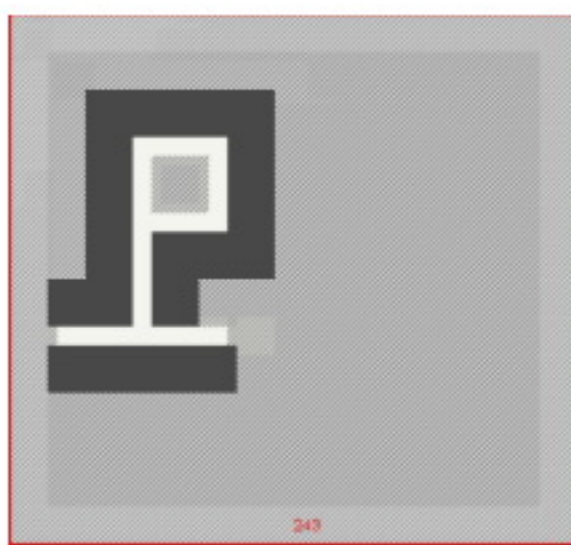
240_EXCELL



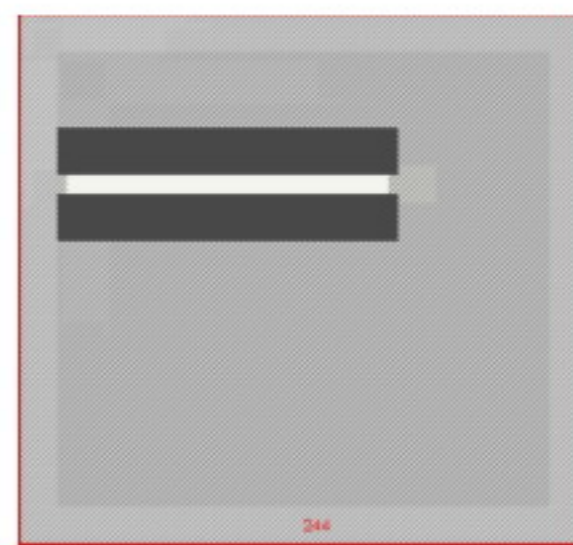
241_EXCELL



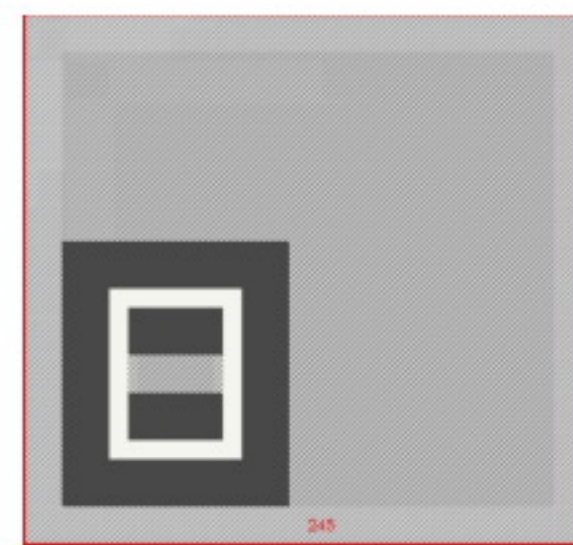
242_EXCELL



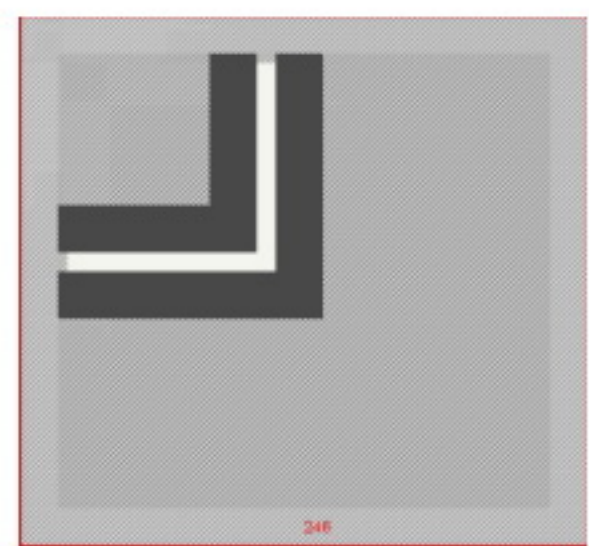
243_EXCELL



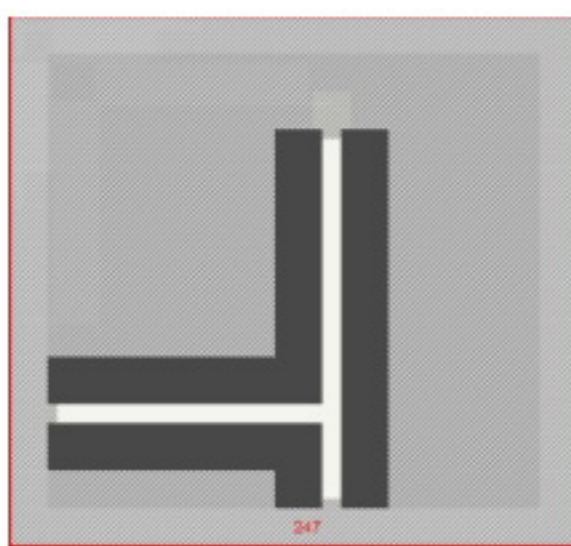
244_EXCELL



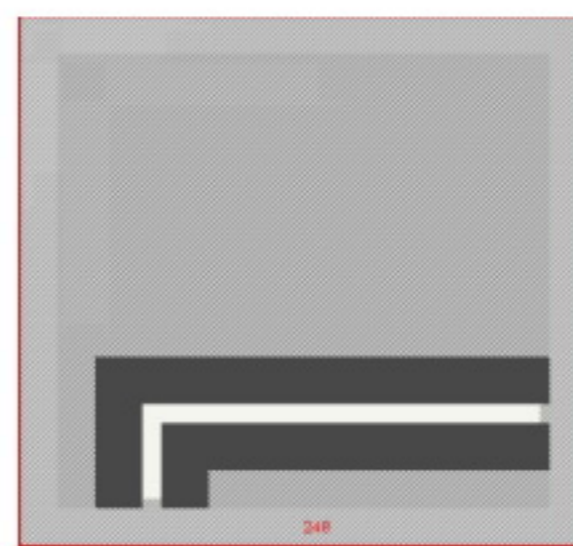
245_EXCELL



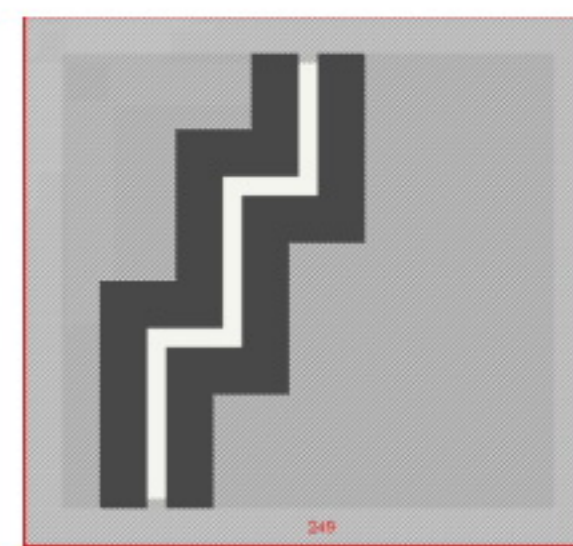
246_EXCELL



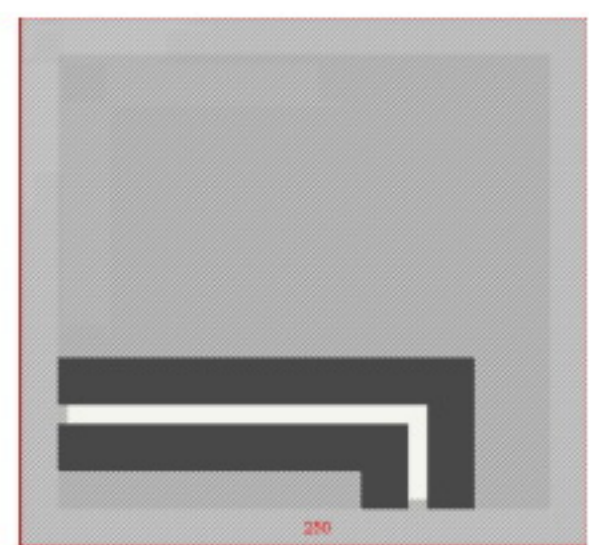
247_EXCELL



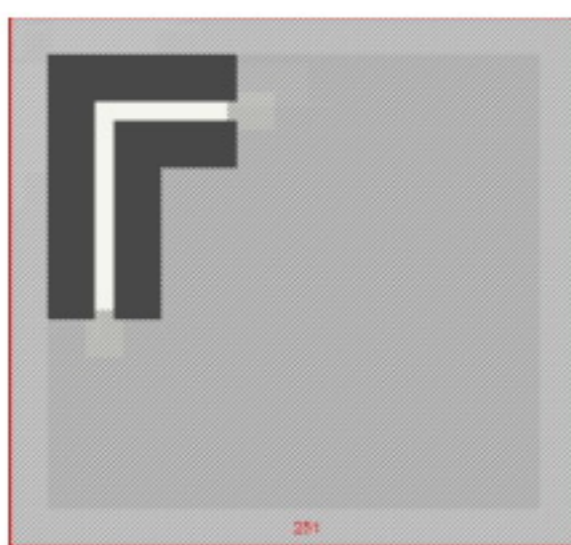
248_EXCELL



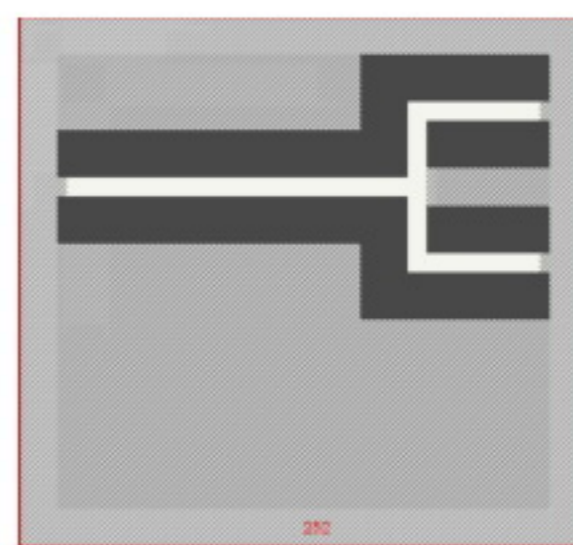
249_EXCELL



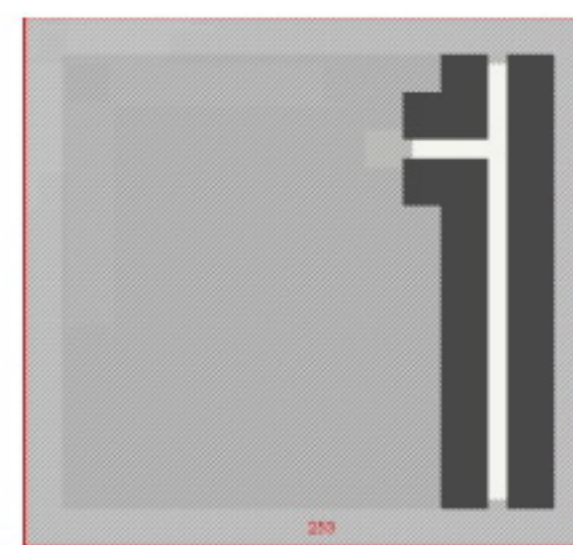
250_EXCELL



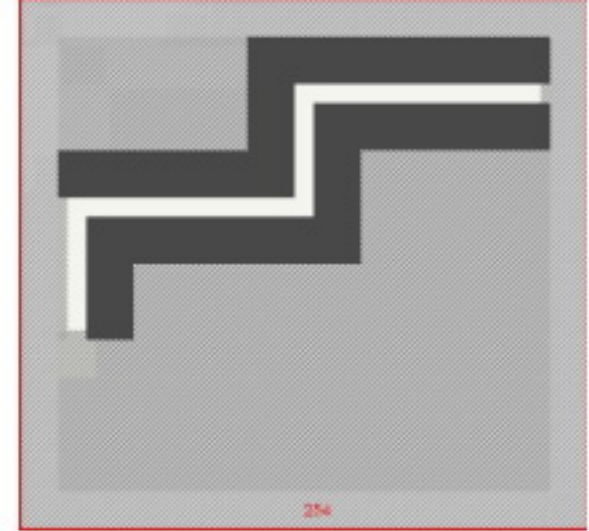
251_EXCELL



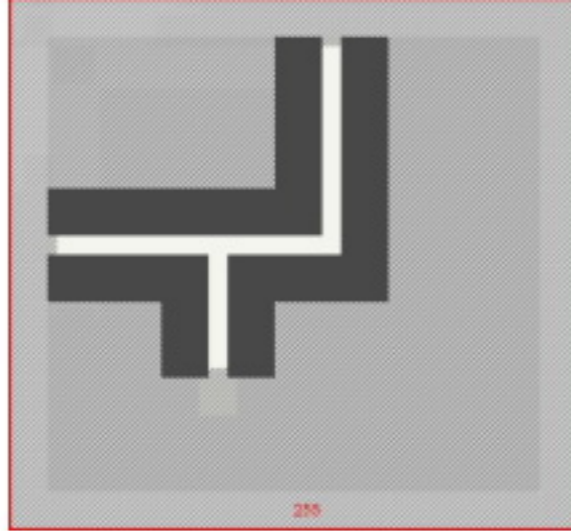
252_EXCELL



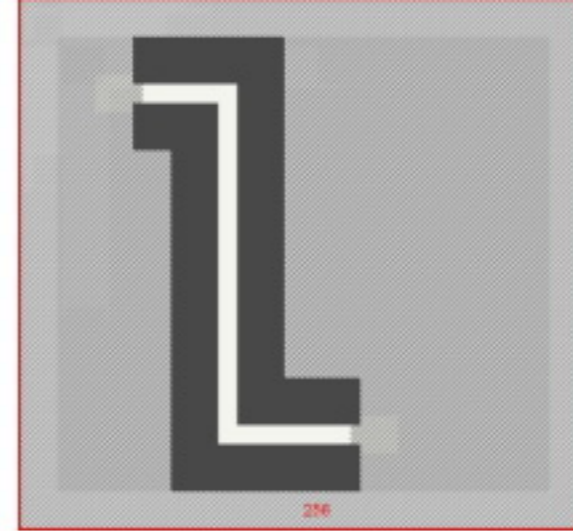
253_EXCELL



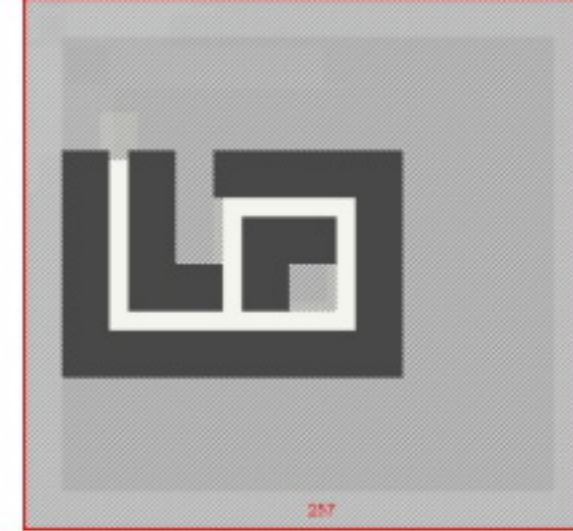
254_EXCELL



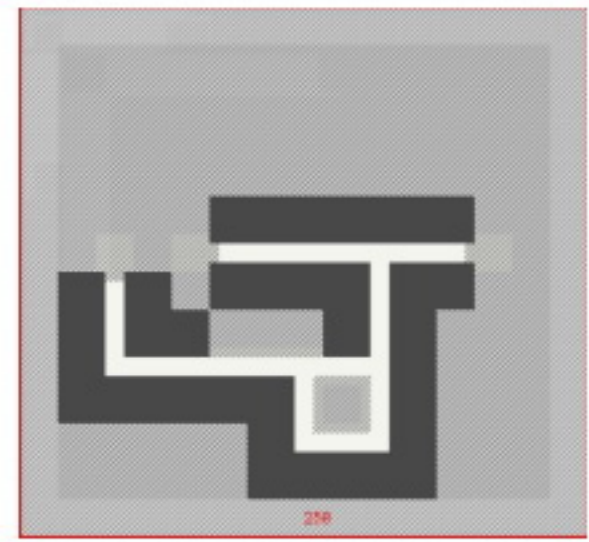
255_EXCELL



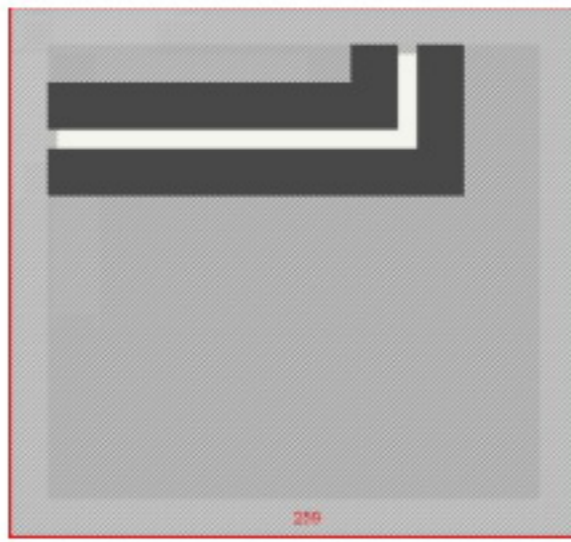
256_EXCELL



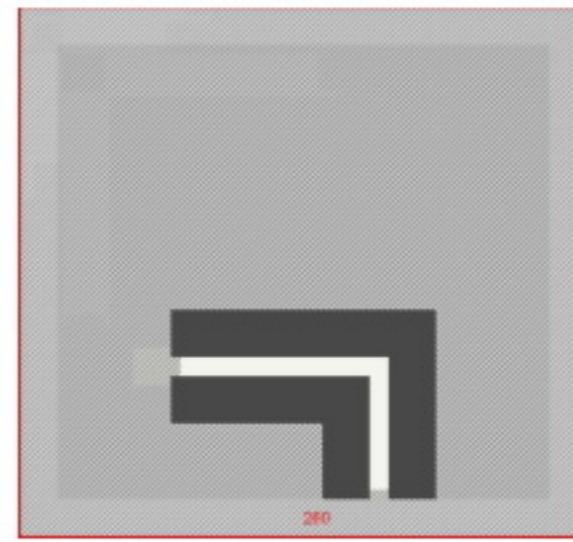
257_EXCELL



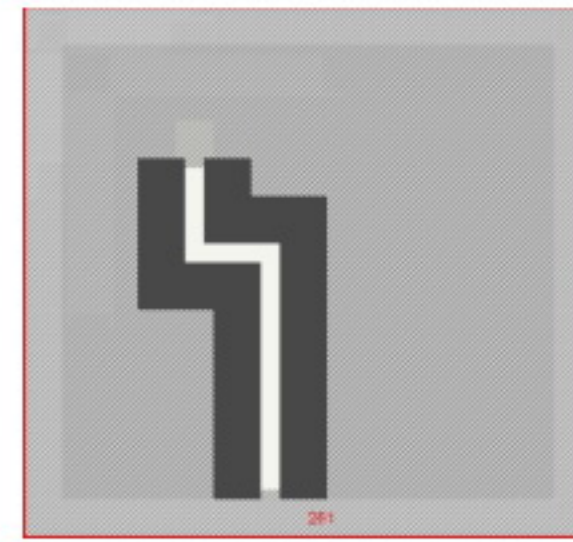
258_EXCELL



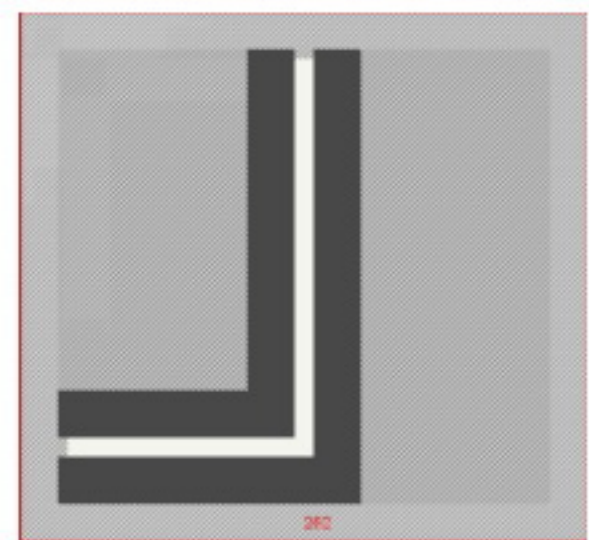
259_EXCELL



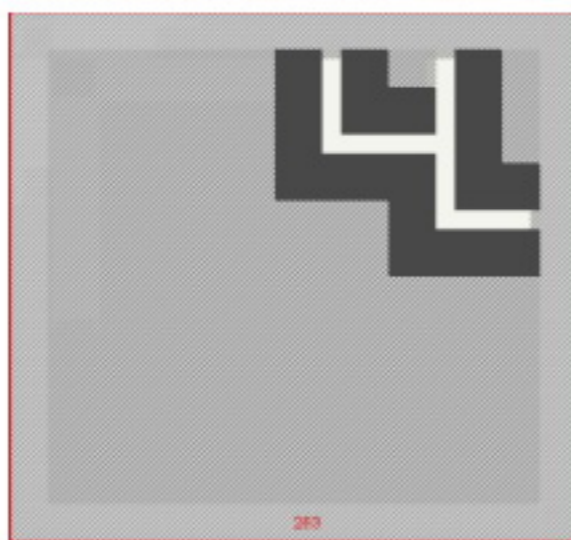
260_EXCELL



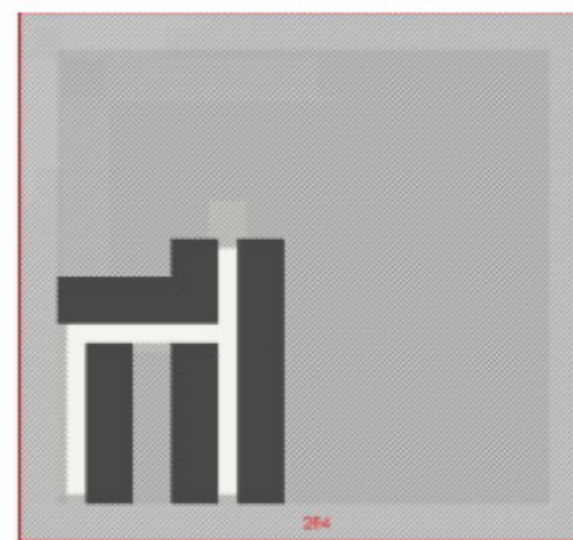
261_EXCELL



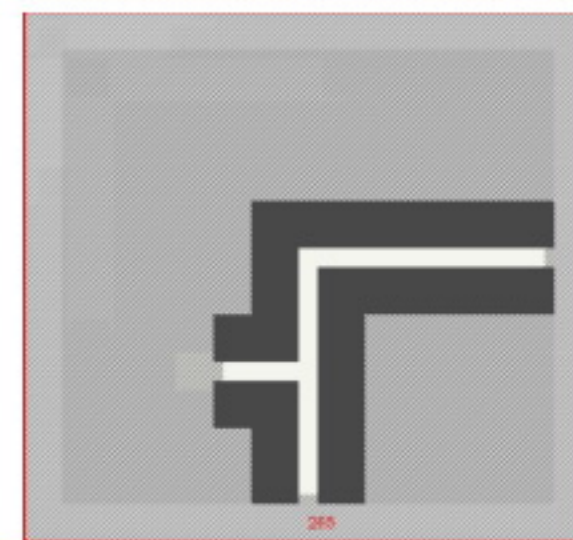
262_EXCELL



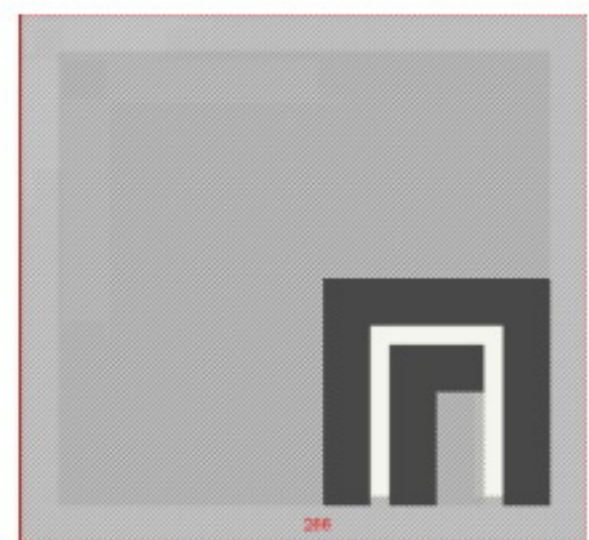
263_EXCELL



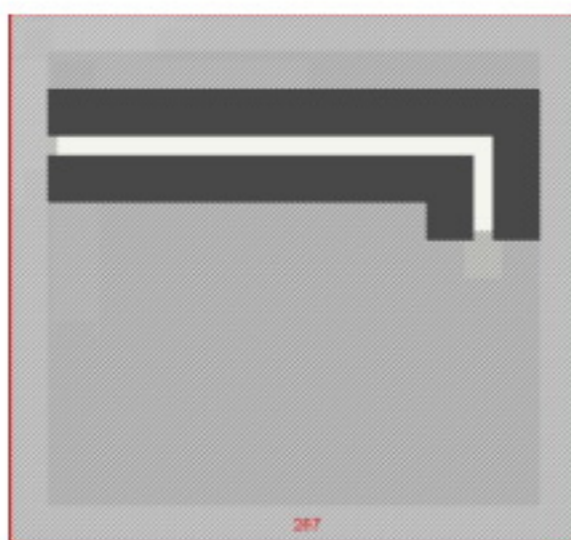
264_EXCELL



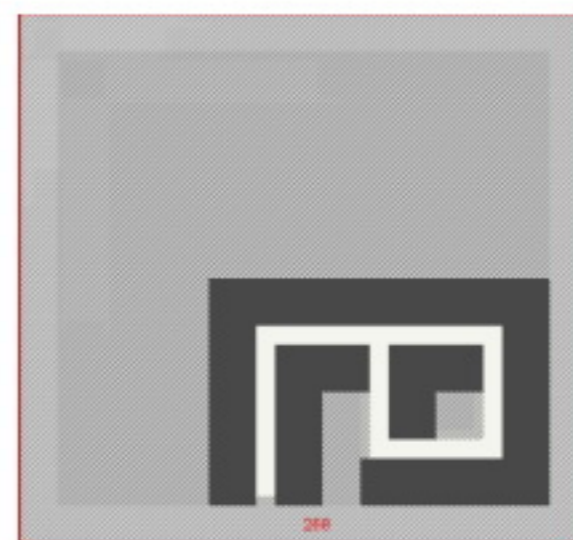
265_EXCELL



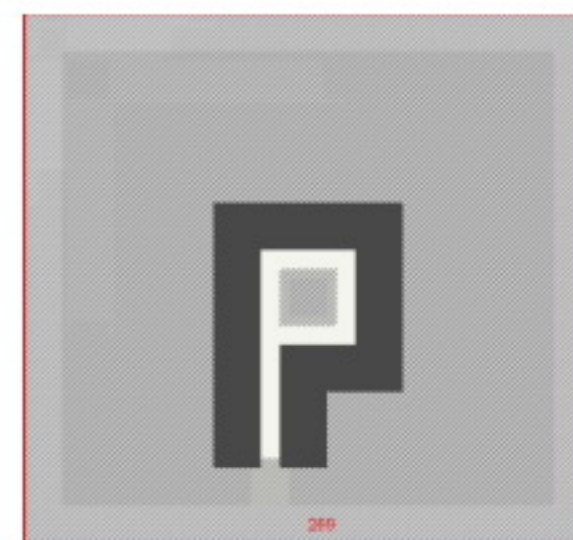
266_EXCELL



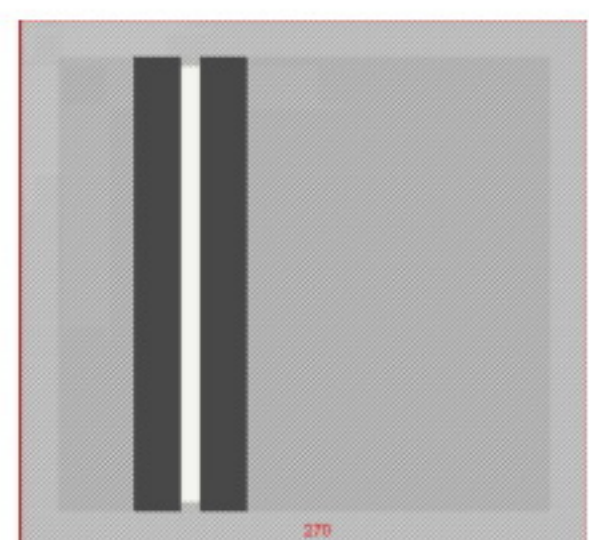
267_EXCELL



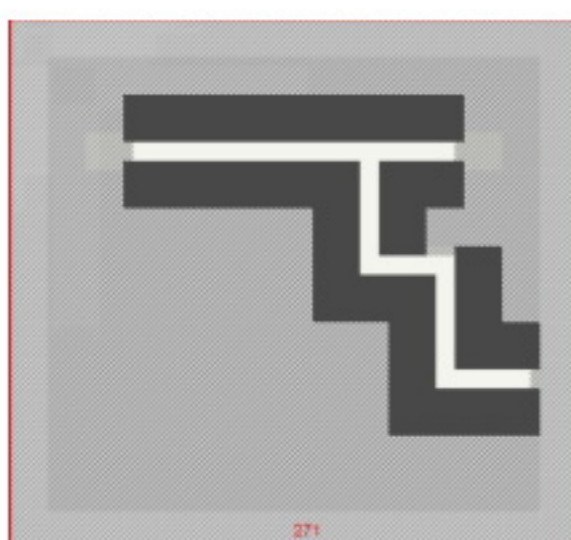
268_EXCELL



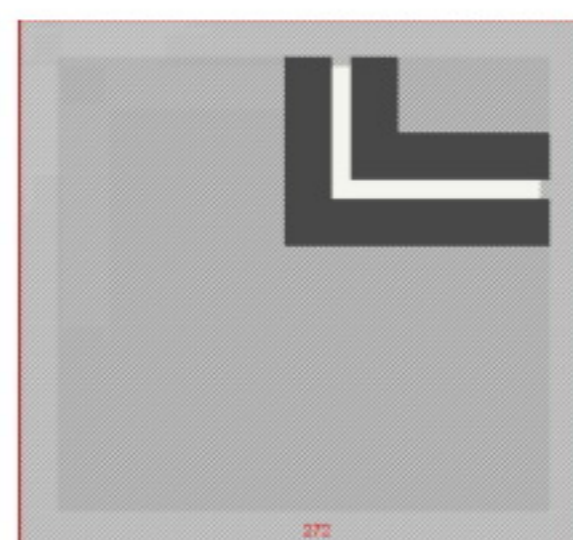
269_EXCELL



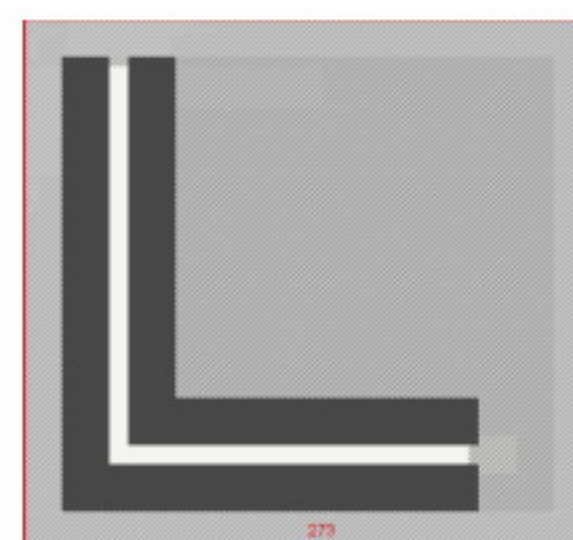
270_EXCELL



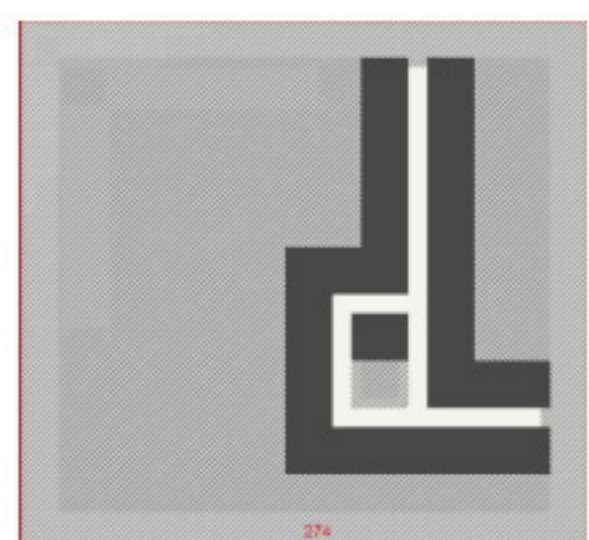
271_EXCELL



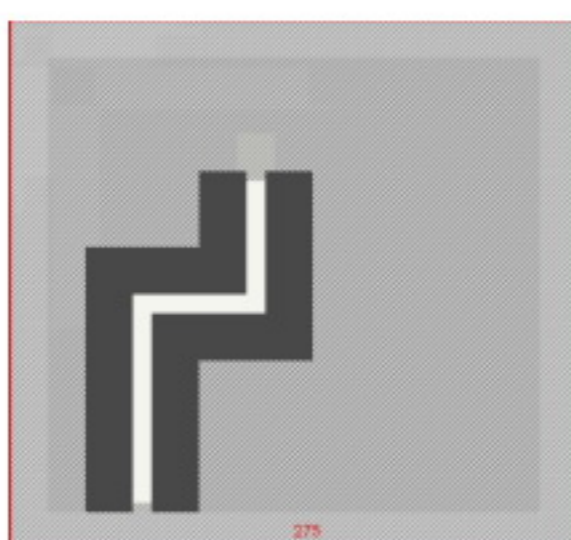
272_EXCELL



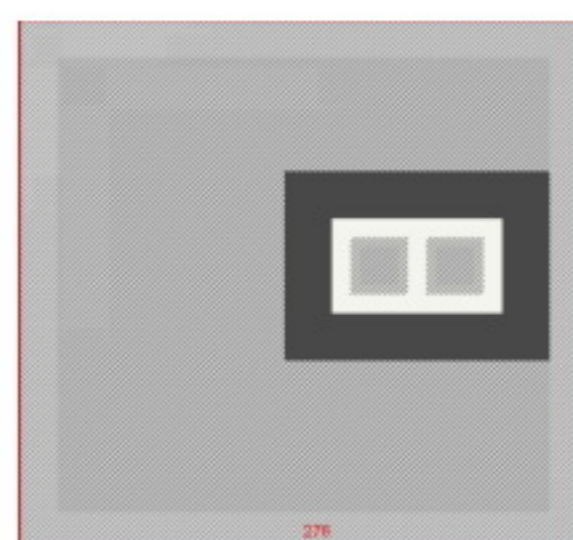
273_EXCELL



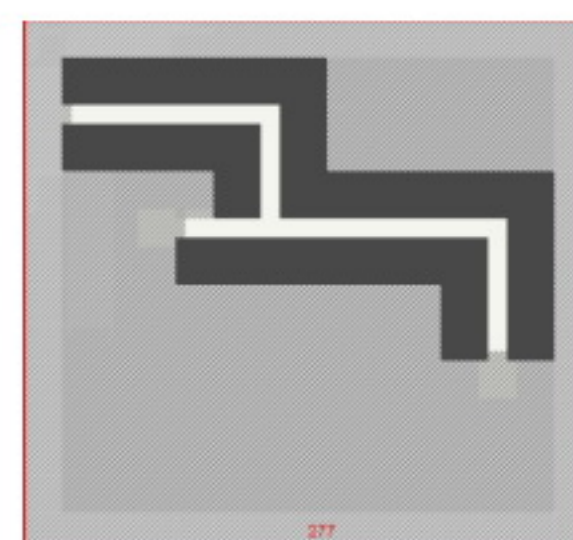
274_EXCELL



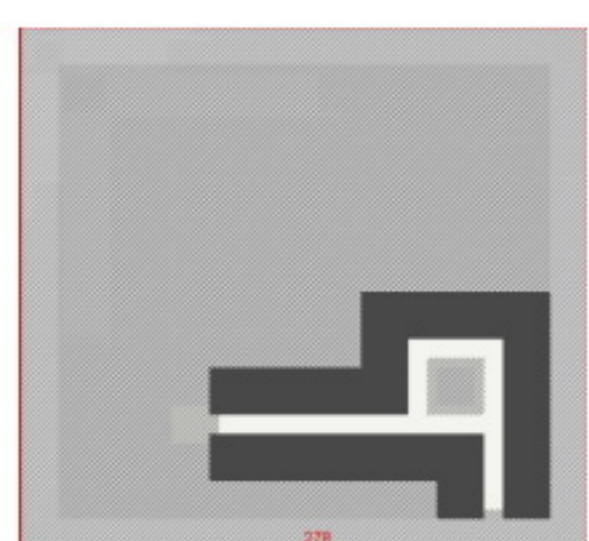
275_EXCELL



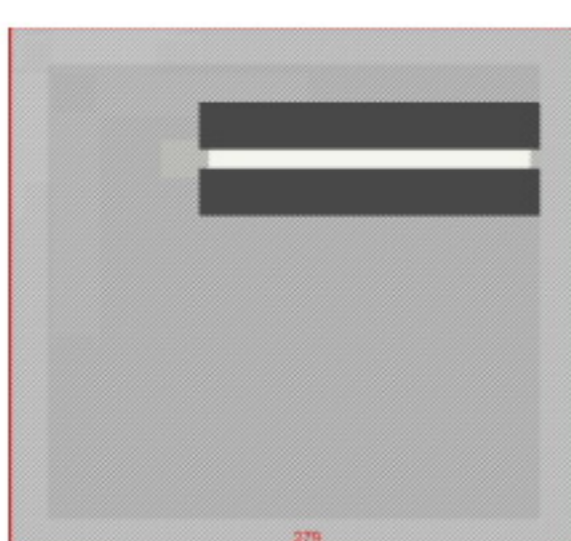
276_EXCELL



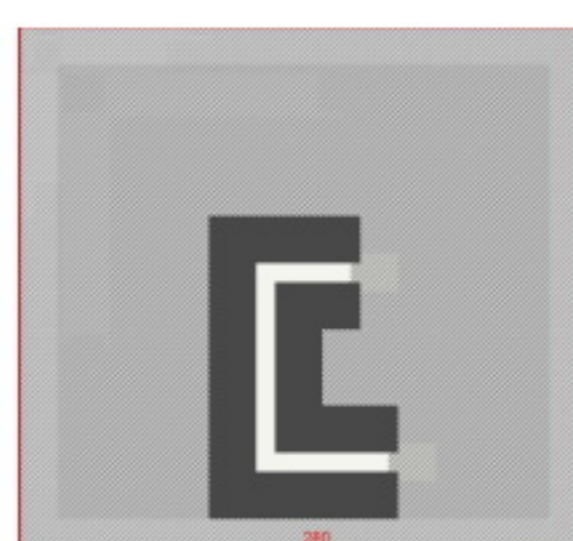
277_EXCELL



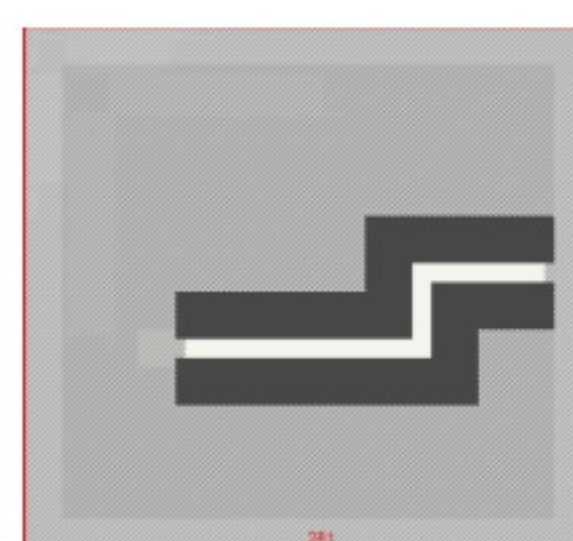
278_EXCELL



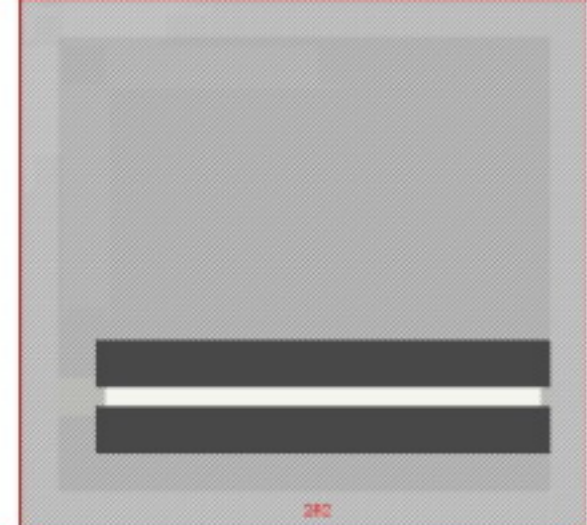
279_EXCELL



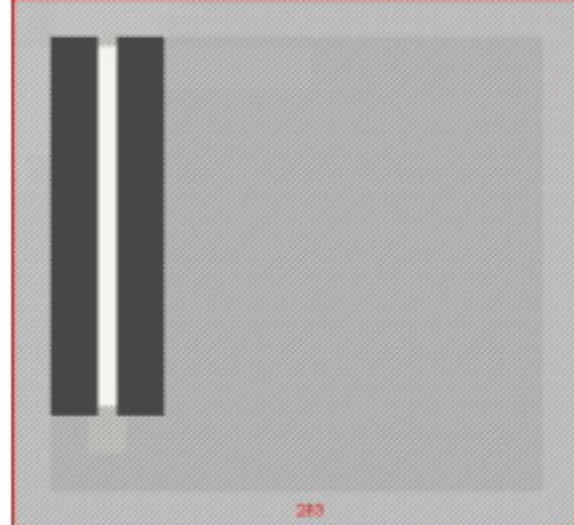
280_EXCELL



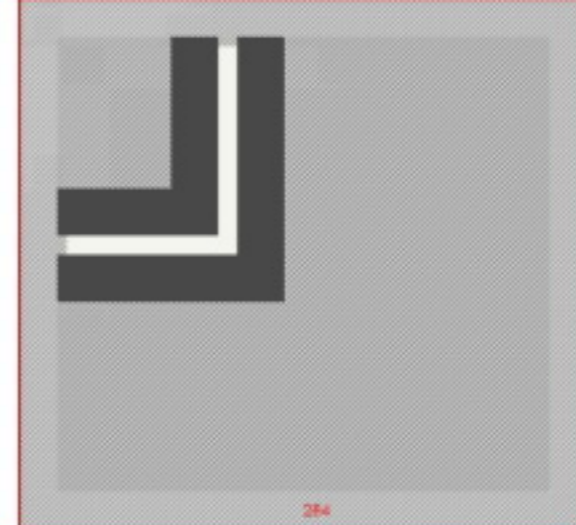
281_EXCELL



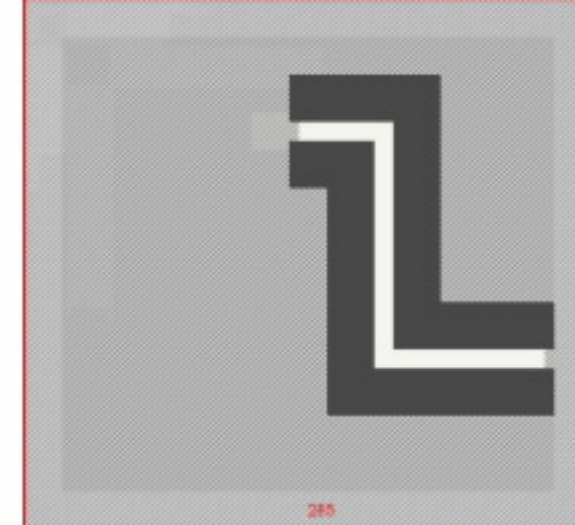
282_EXCELL



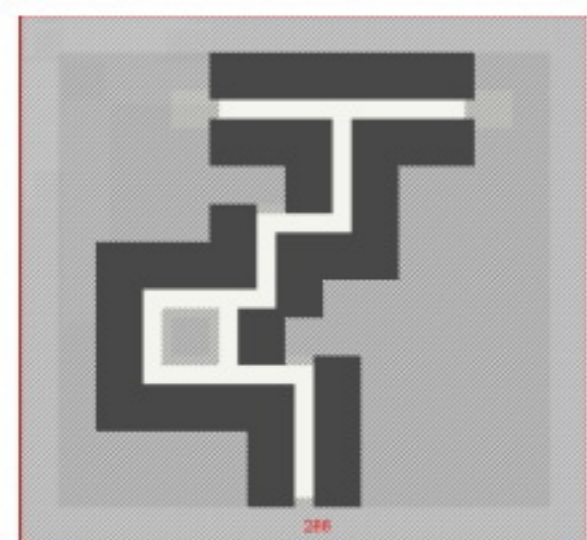
283_EXCELL



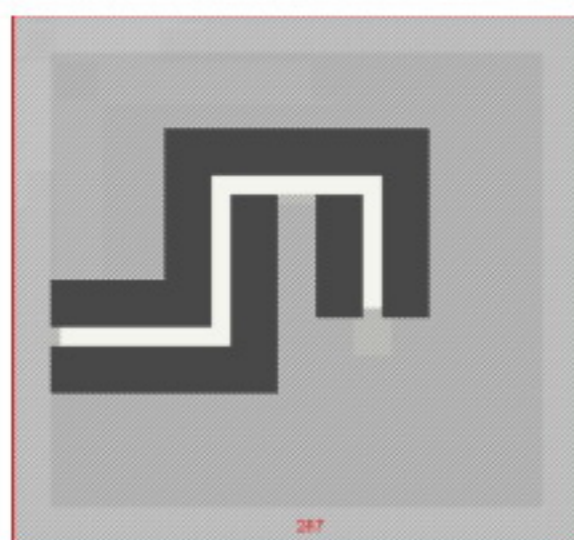
284_EXCELL



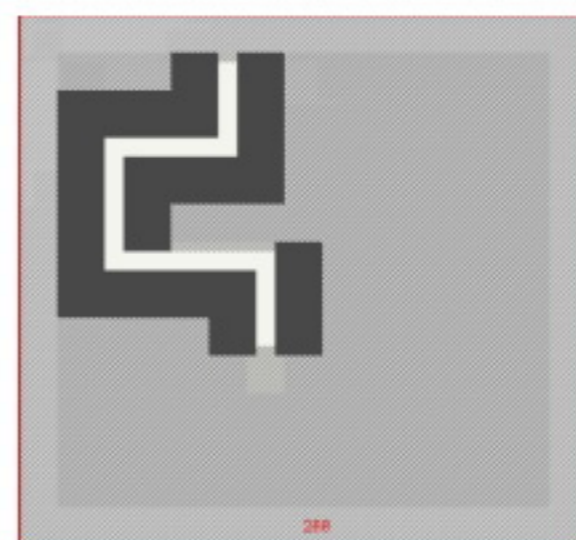
285_EXCELL



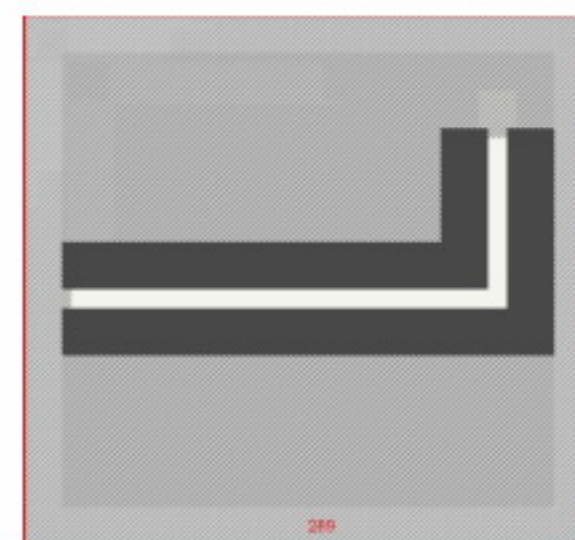
286_EXCELL



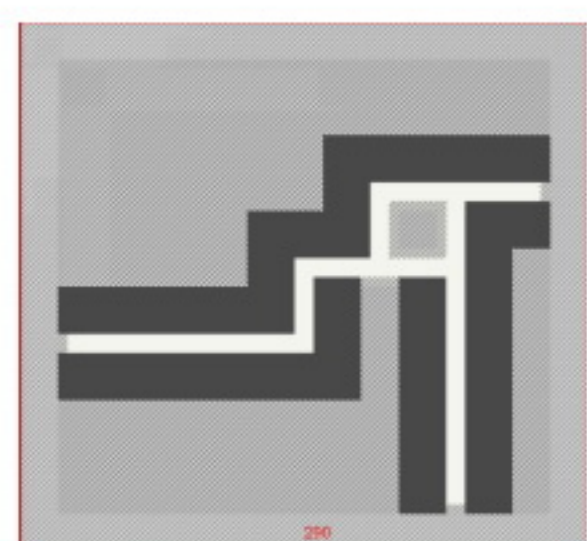
287_EXCELL



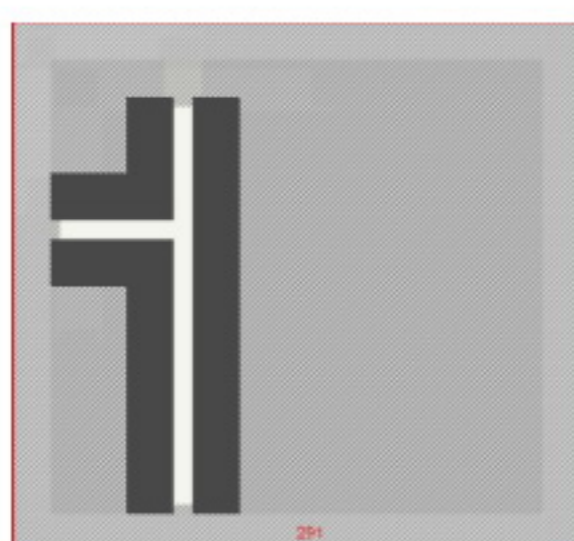
288_EXCELL



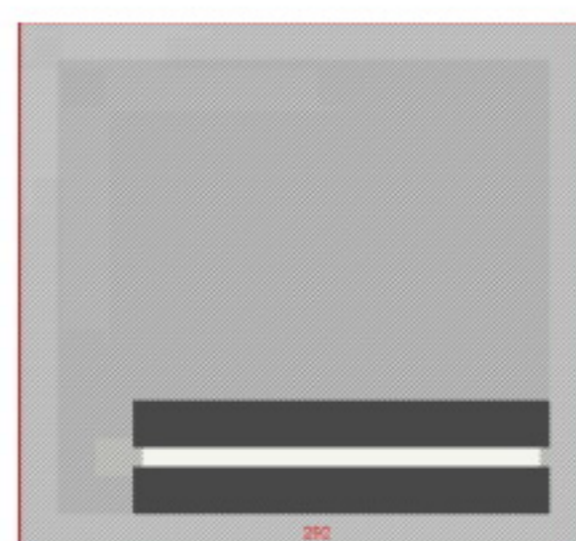
289_EXCELL



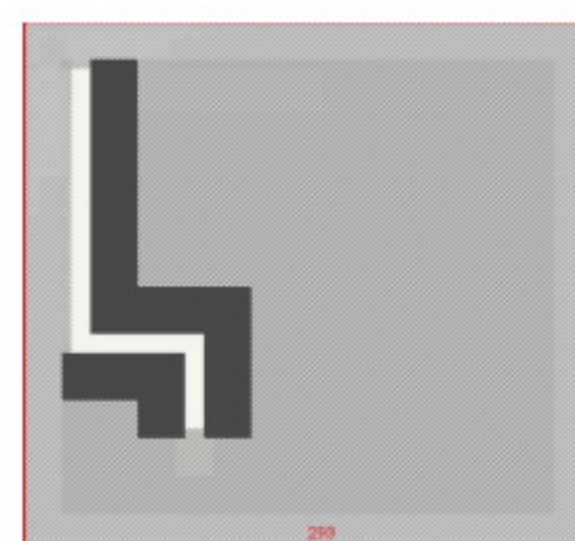
290_EXCELL



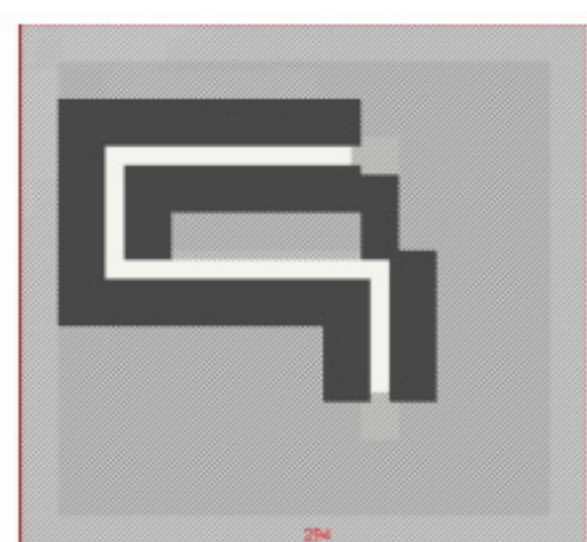
291_EXCELL



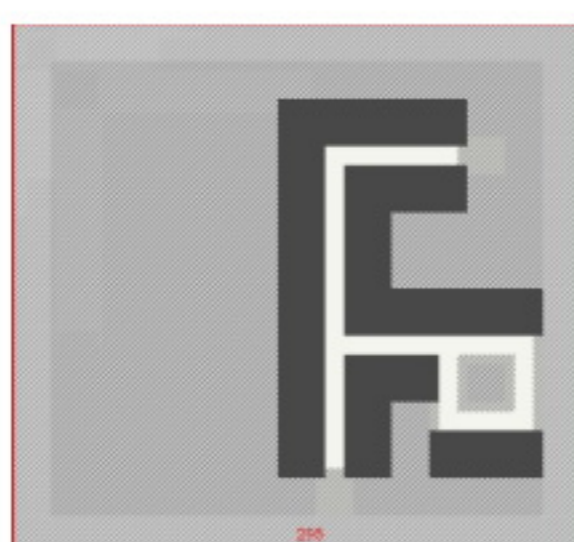
292_EXCELL



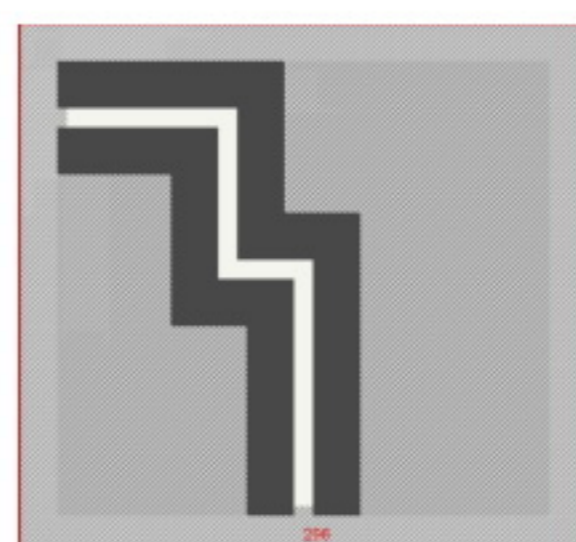
293_EXCELL



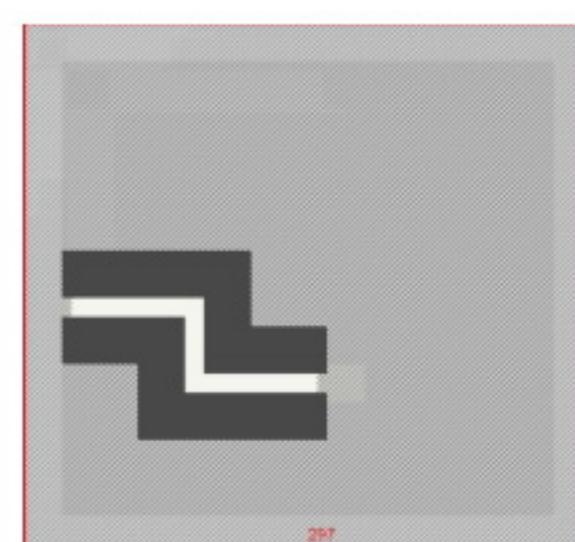
294_EXCELL



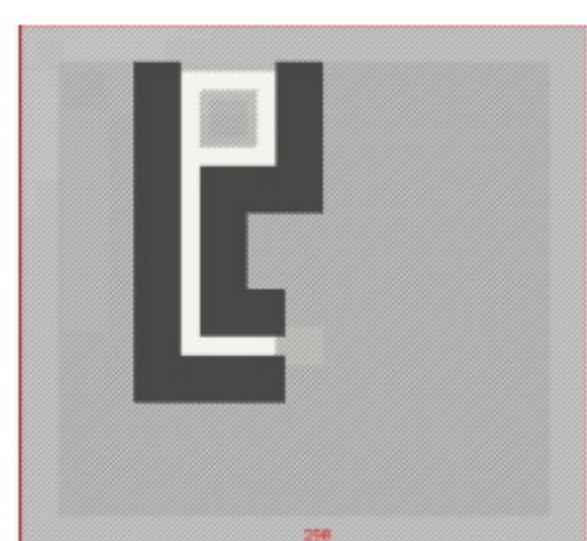
295_EXCELL



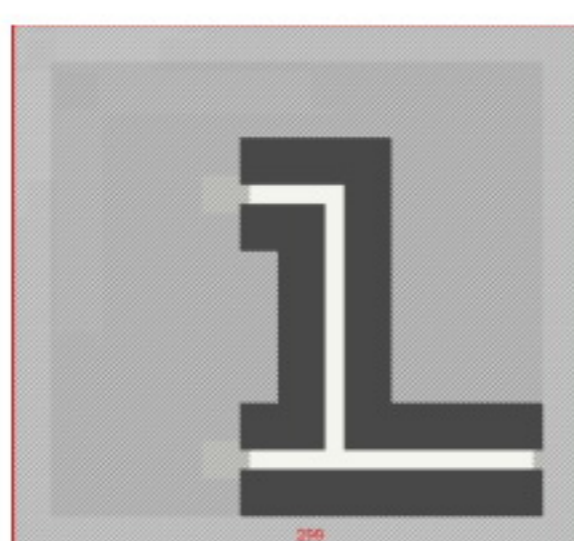
296_EXCELL



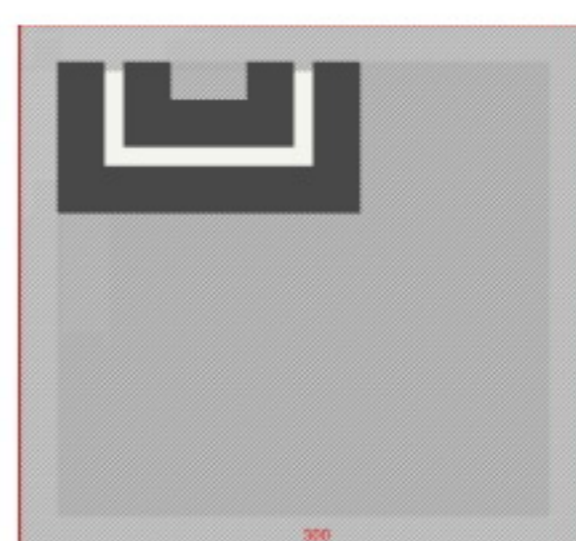
297_EXCELL



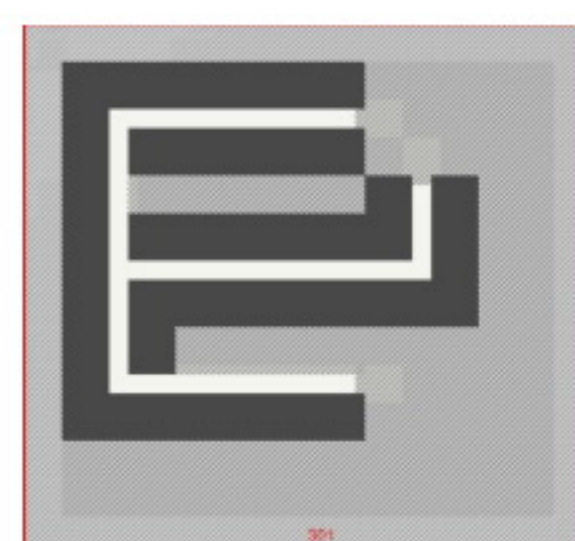
298_EXCELL



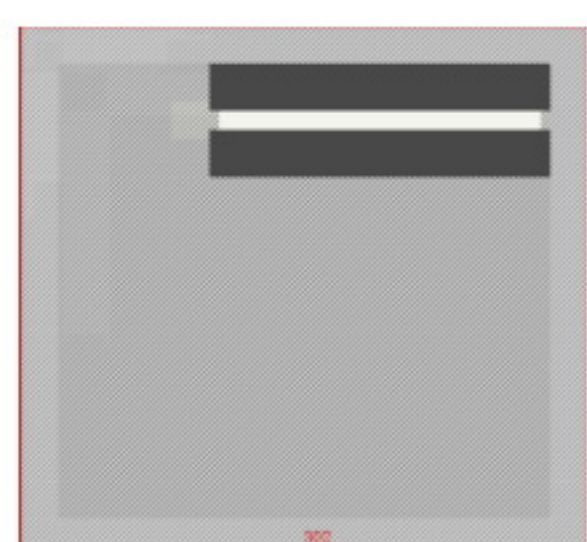
299_EXCELL



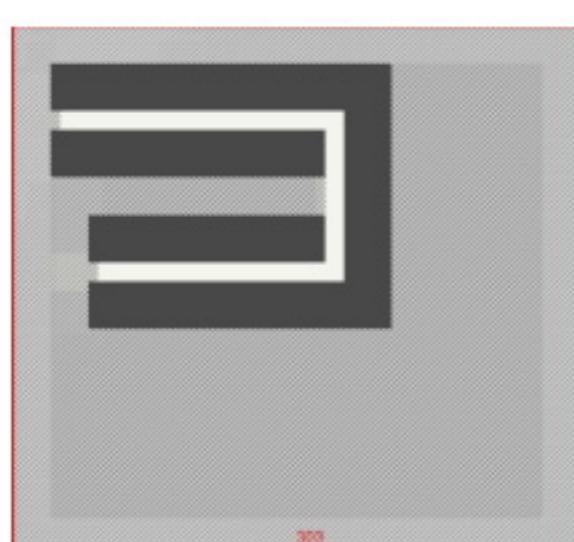
300_EXCELL



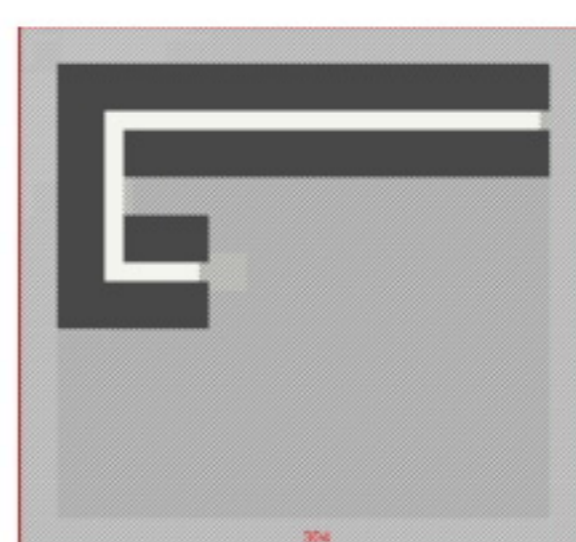
301_EXCELL



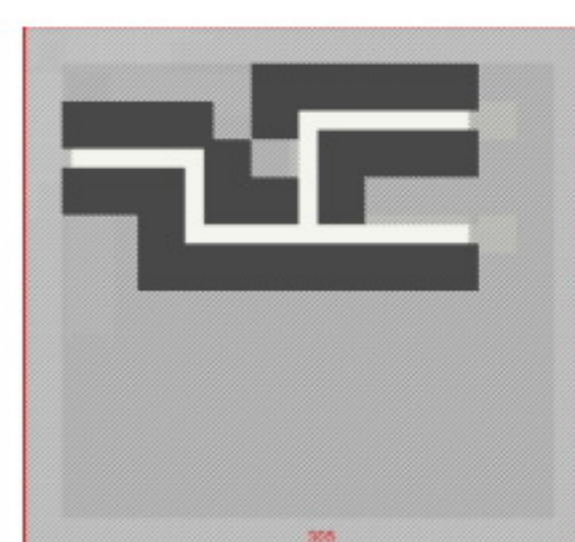
302_EXCELL



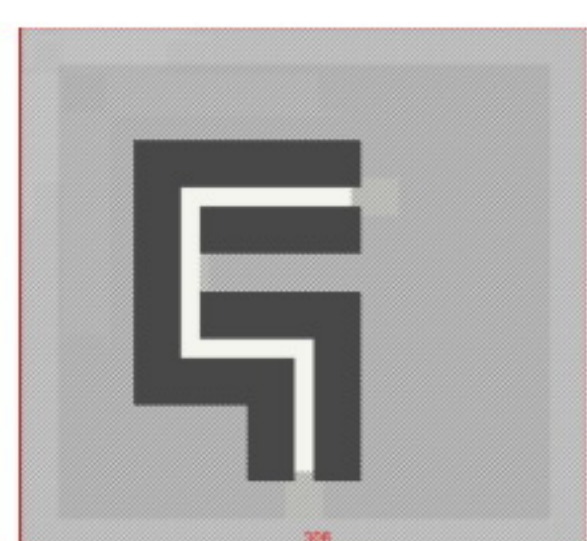
303_EXCELL



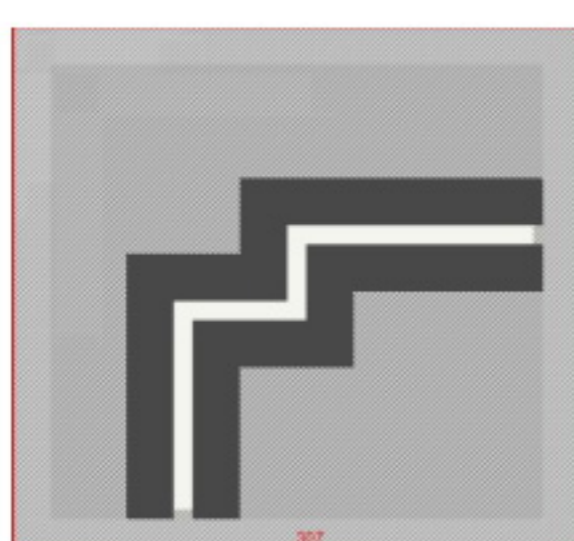
304_EXCELL



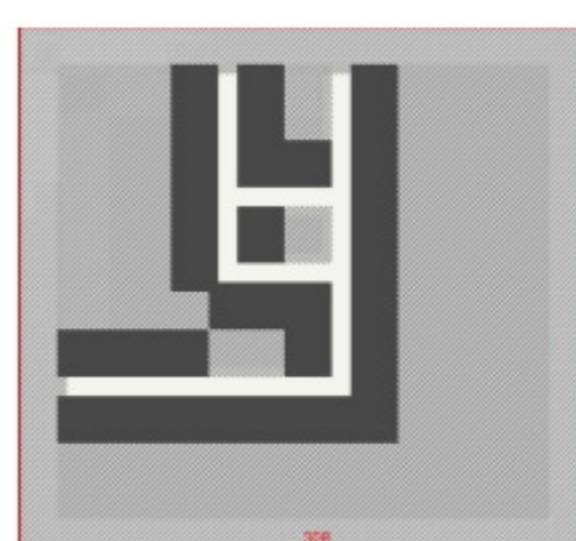
305_EXCELL



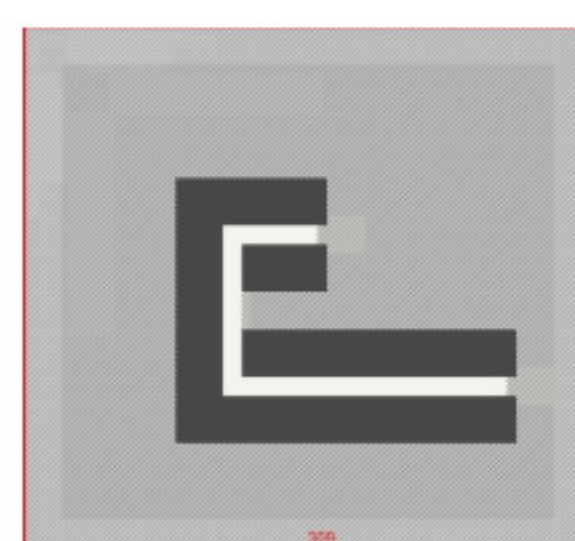
306_EXCELL



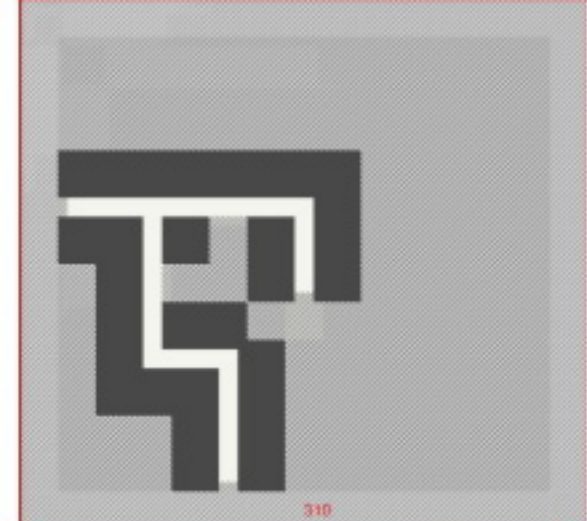
307_EXCELL



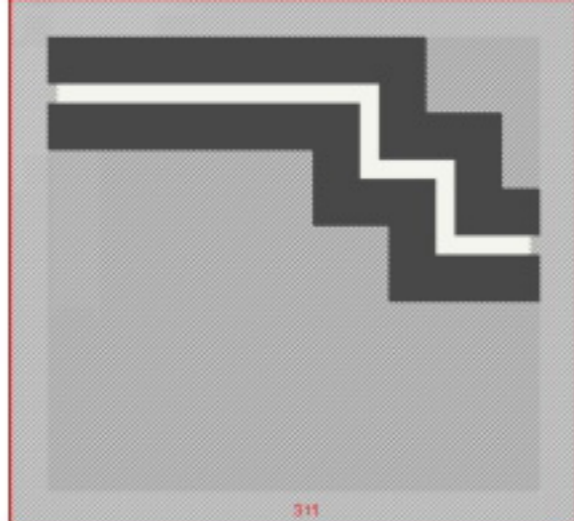
308_EXCELL



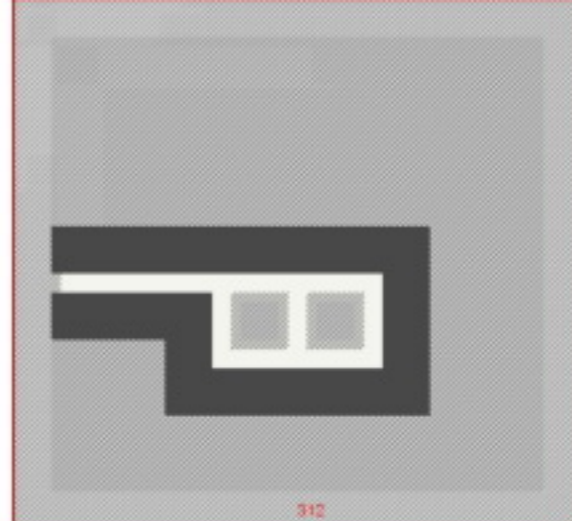
309_EXCELL



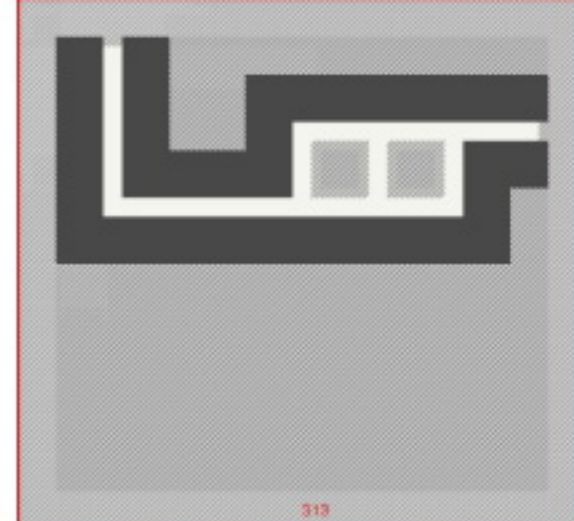
310_EXCELL



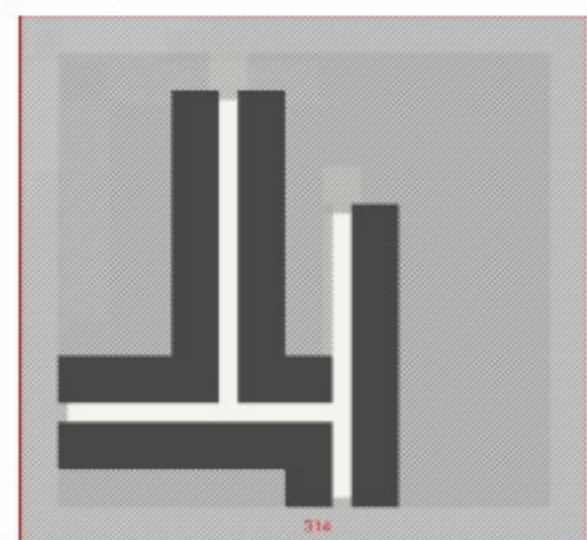
311_EXCELL



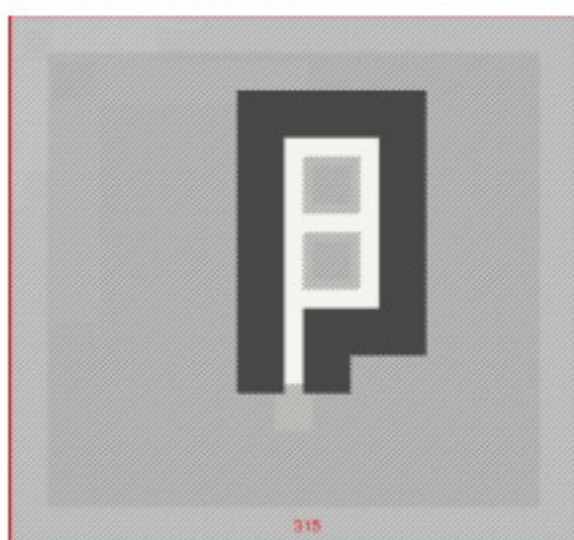
312_EXCELL



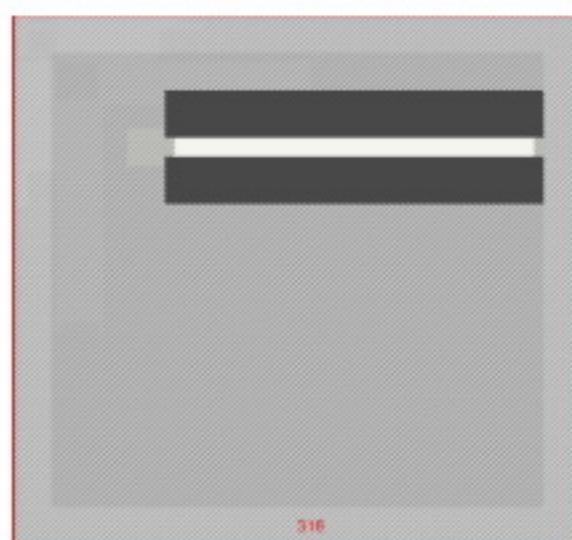
313_EXCELL



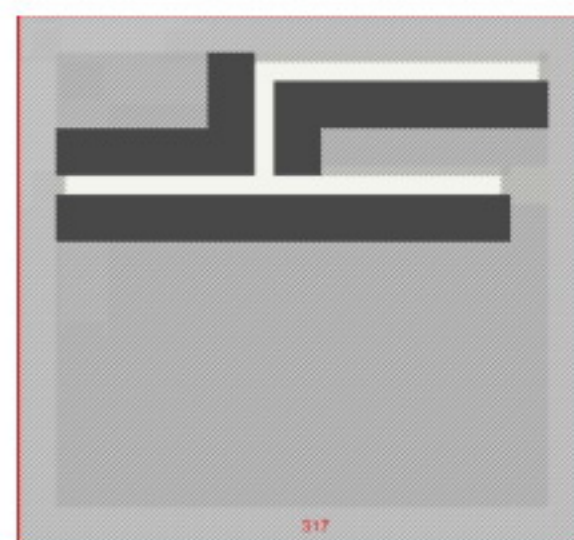
314_EXCELL



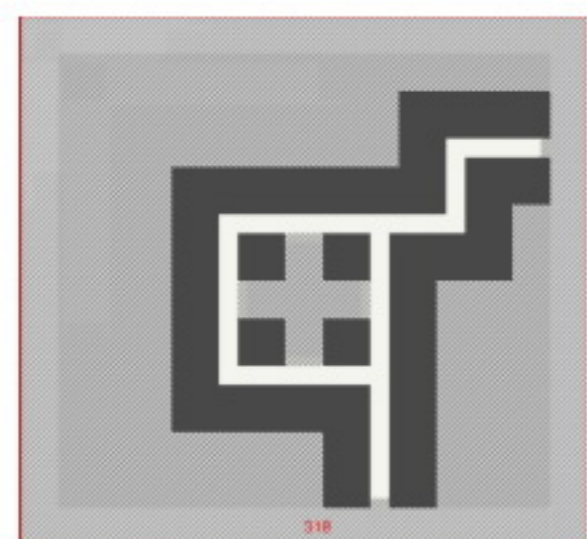
315_EXCELL



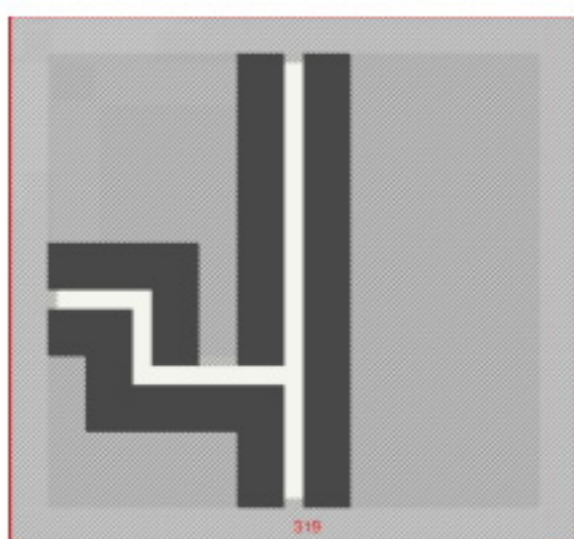
316_EXCELL



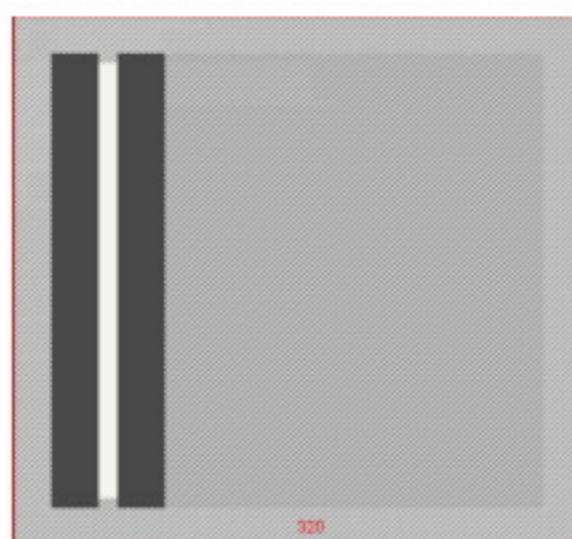
317_EXCELL



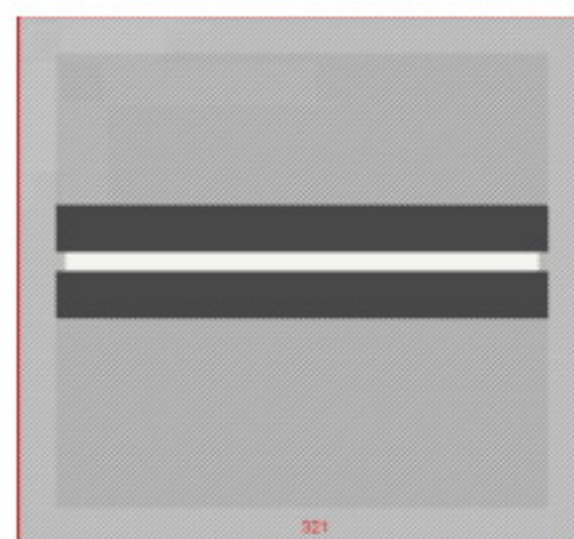
318_EXCELL



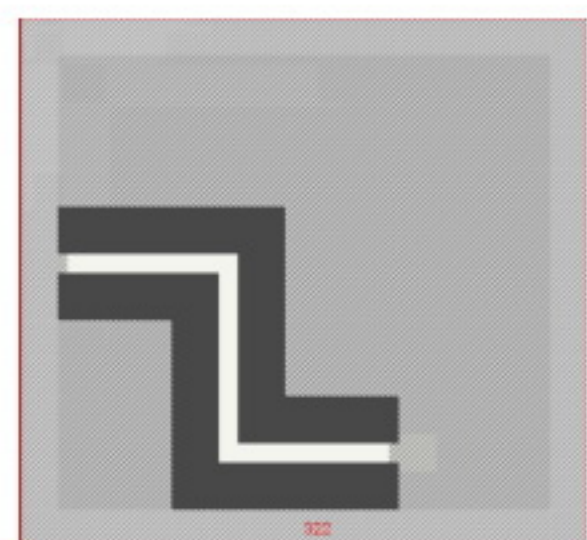
319_EXCELL



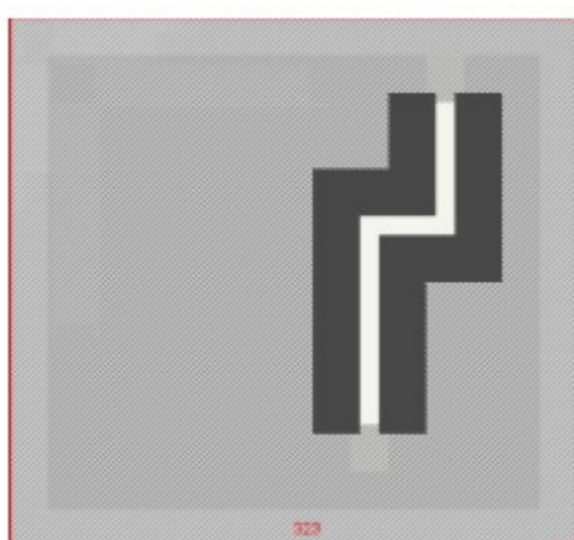
320_EXCELL



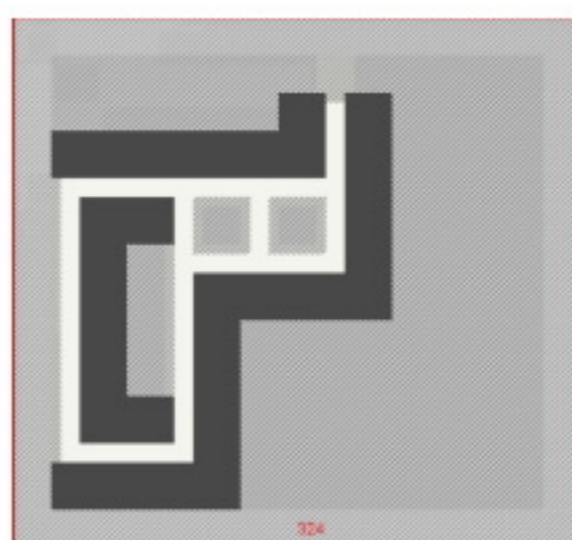
321_EXCELL



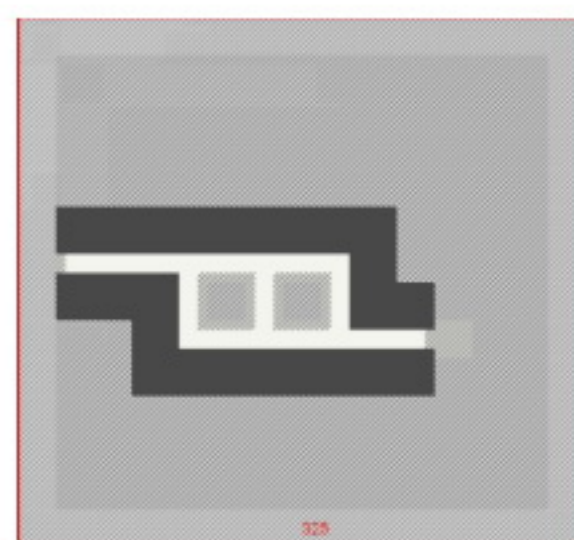
322_EXCELL



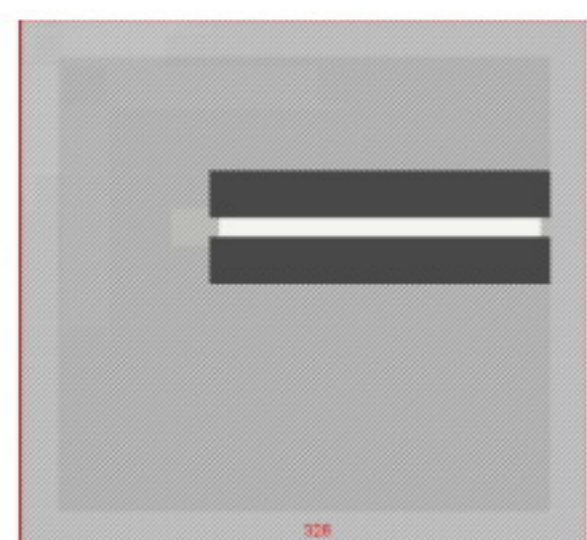
323_EXCELL



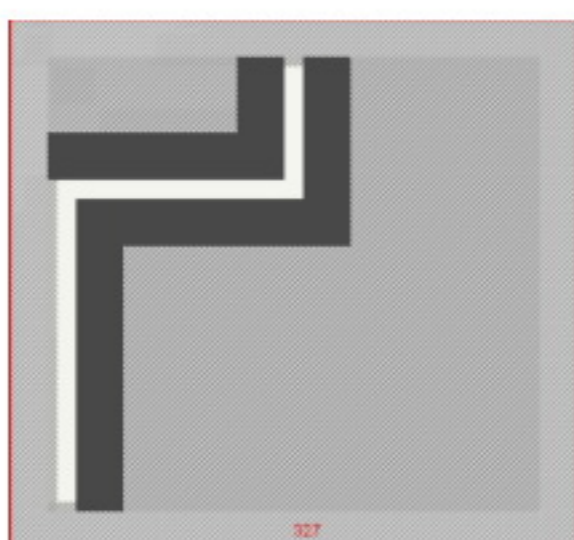
324_EXCELL



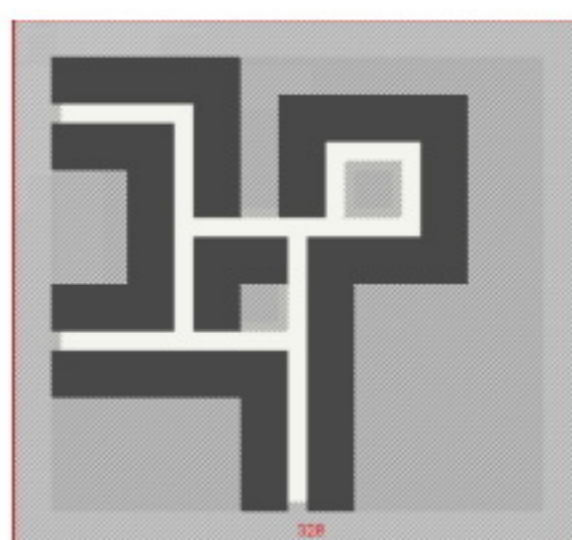
325_EXCELL



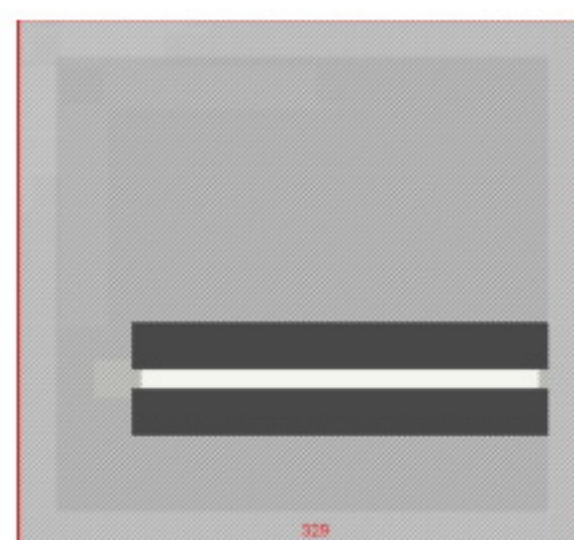
326_EXCELL



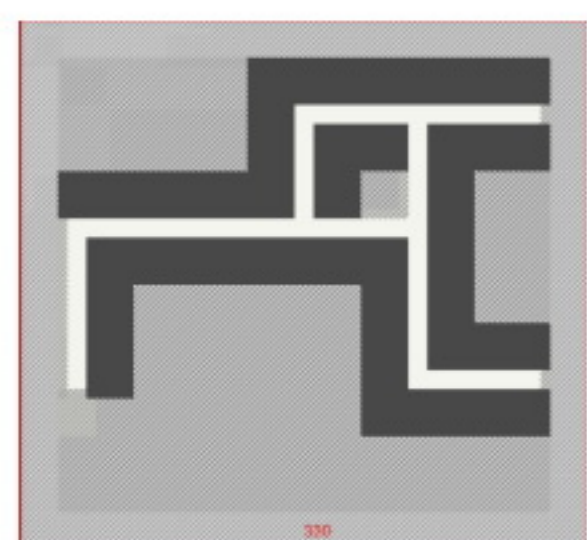
327_EXCELL



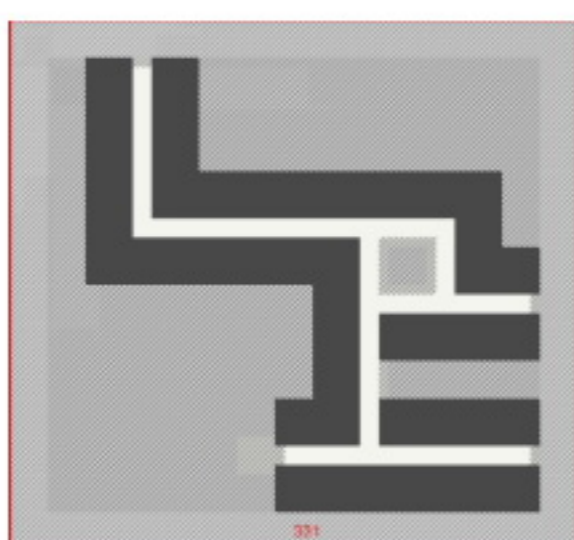
328_EXCELL



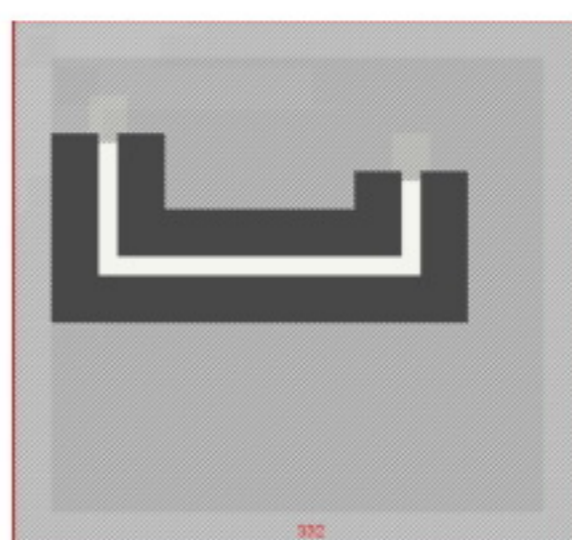
329_EXCELL



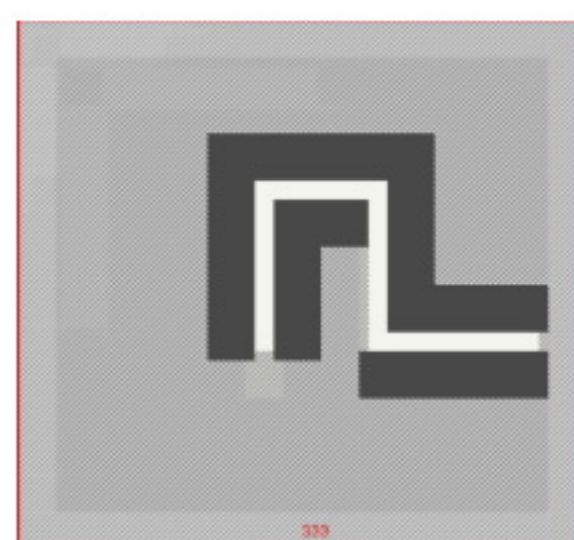
330_EXCELL



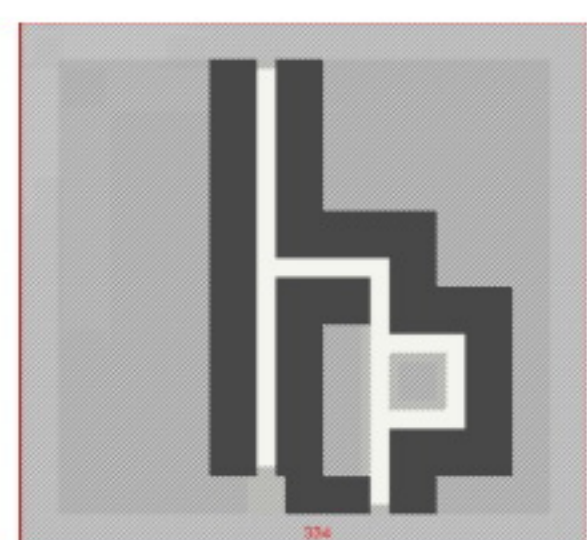
331_EXCELL



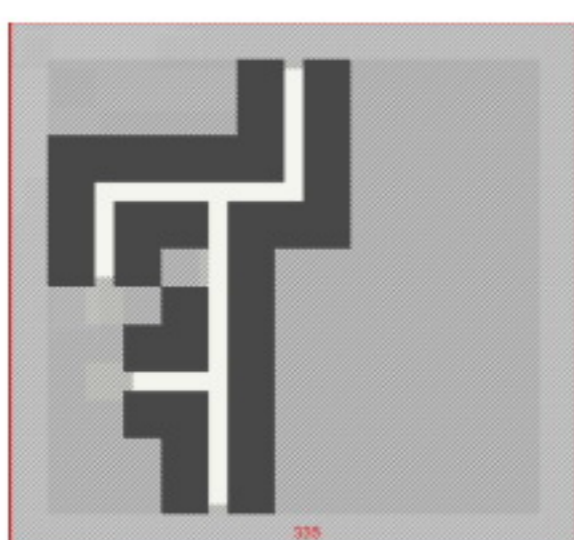
332_EXCELL



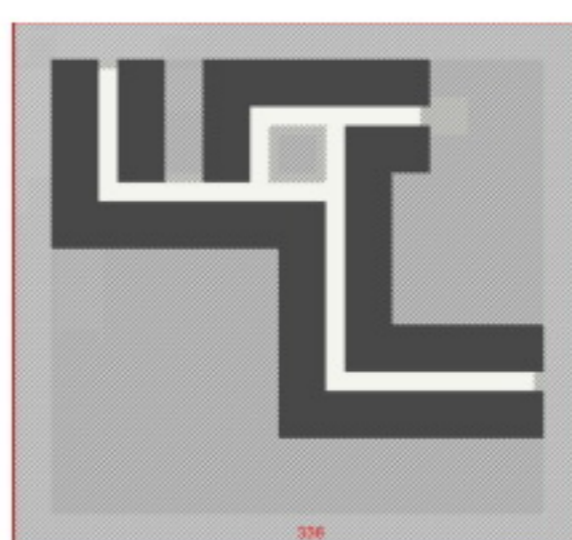
333_EXCELL



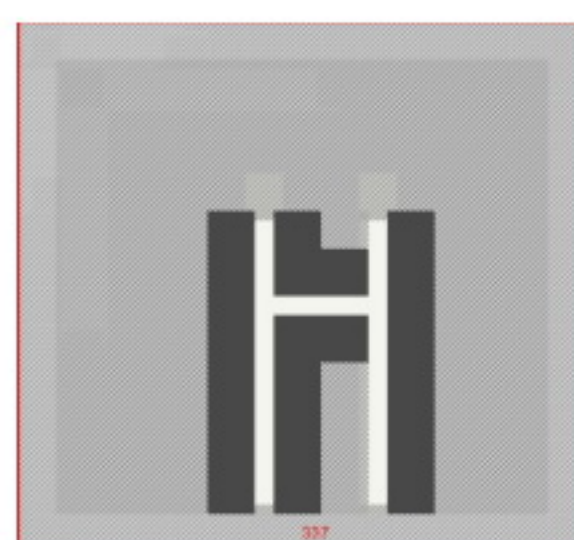
334_EXCELL



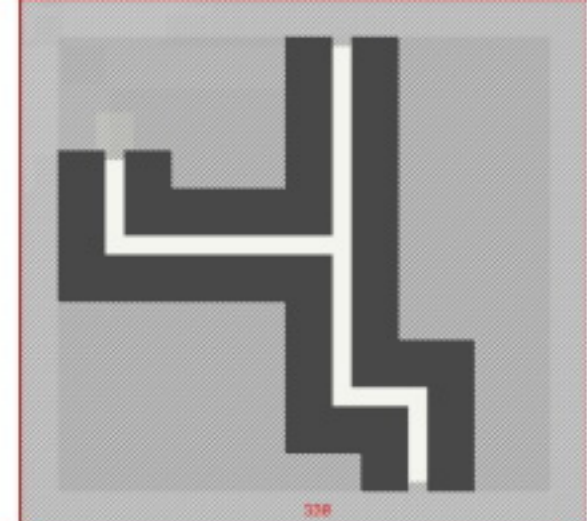
335_EXCELL



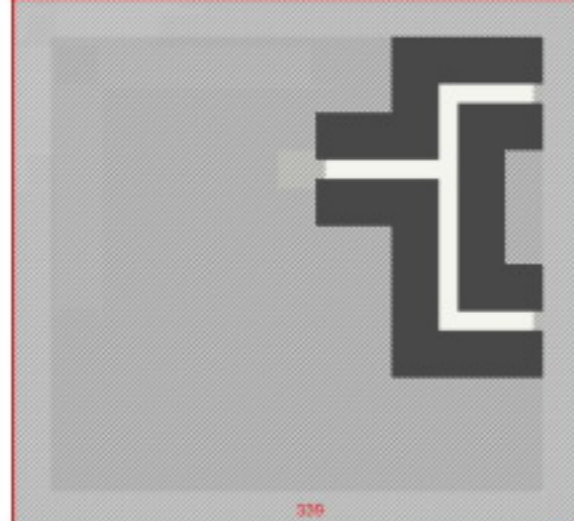
336_EXCELL



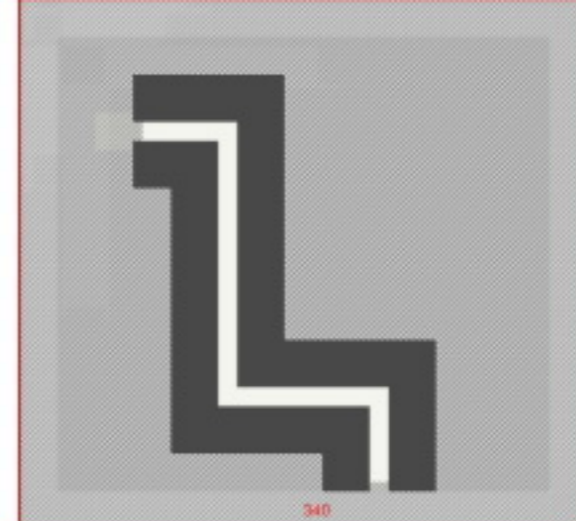
337_EXCELL



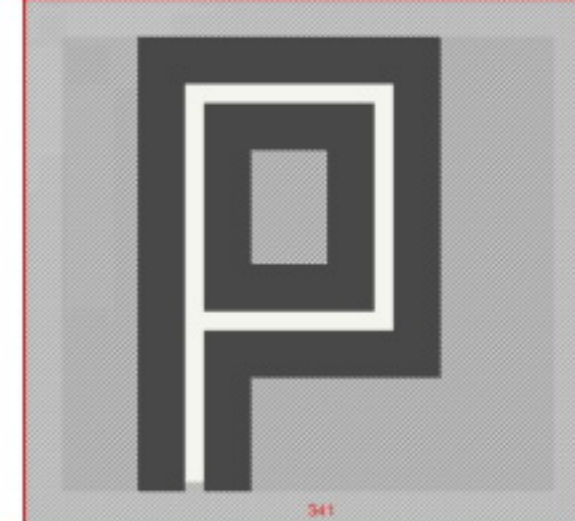
338_EXCELL



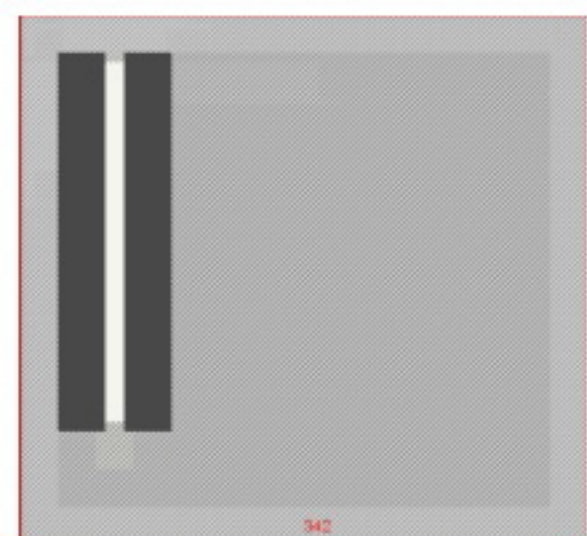
339_EXCELL



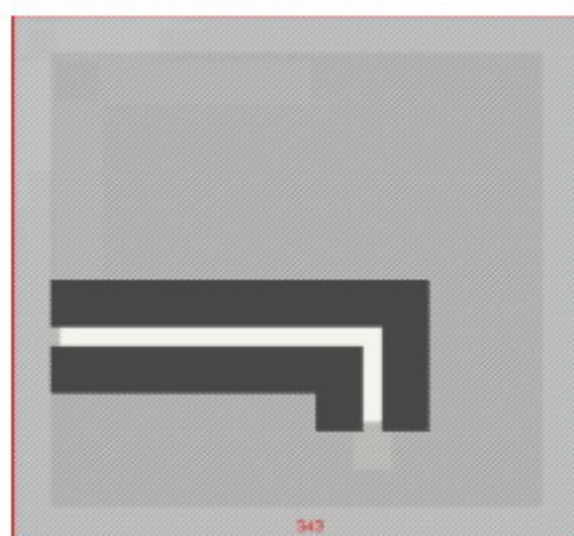
340_EXCELL



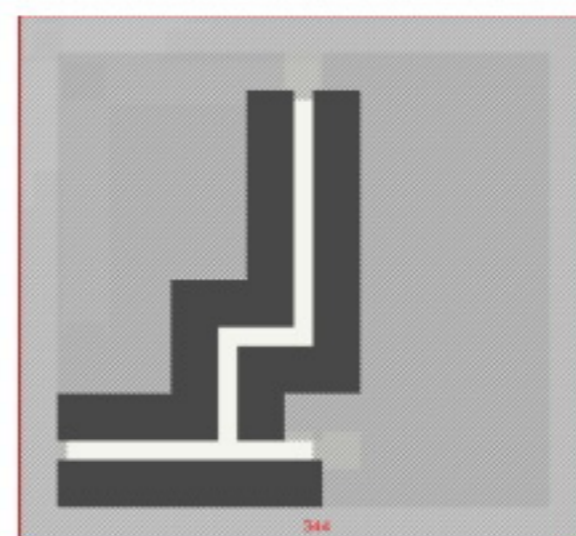
341_EXCELL



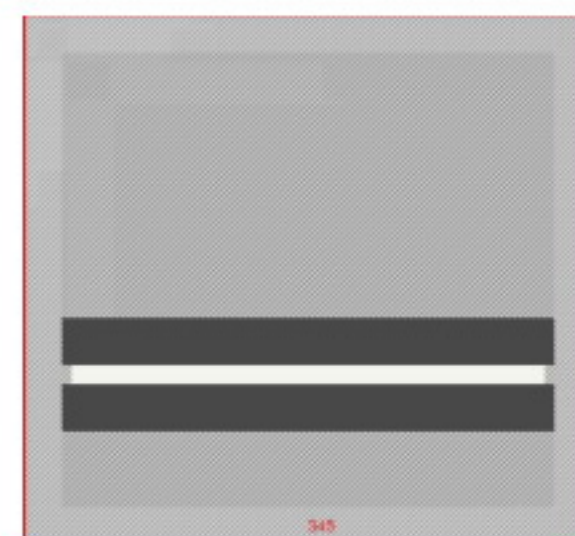
342_EXCELL



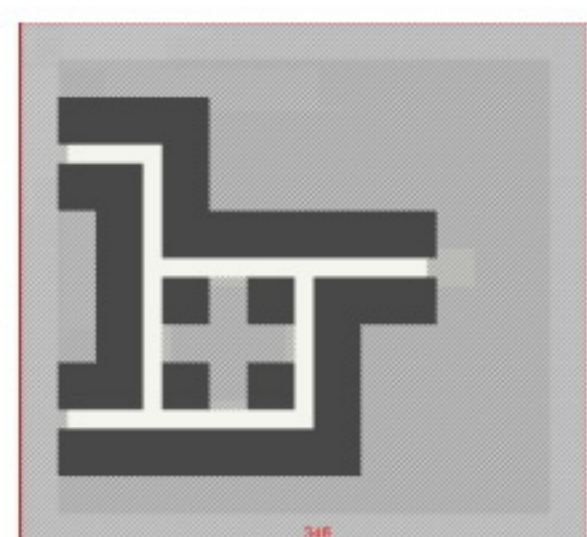
343_EXCELL



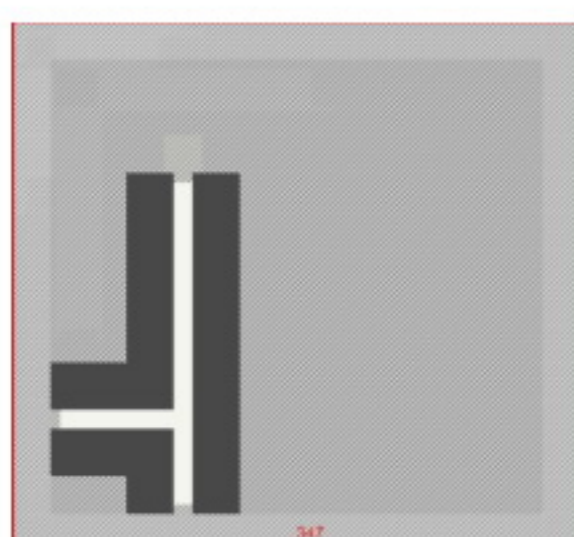
344_EXCELL



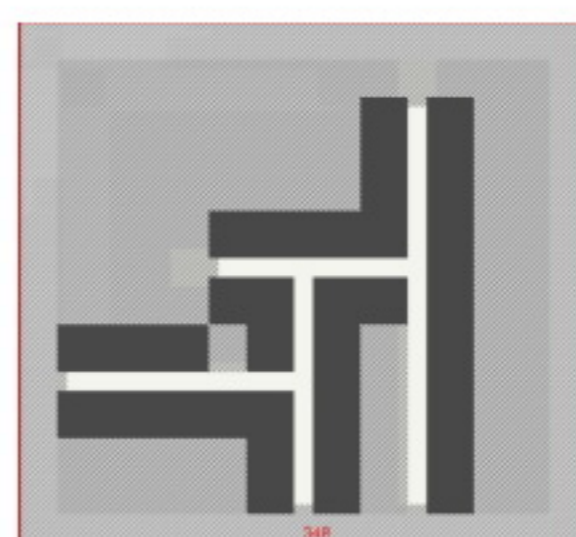
345_EXCELL



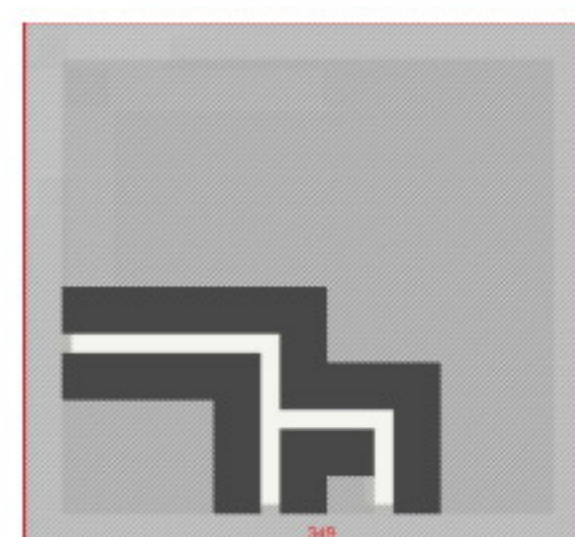
346_EXCELL



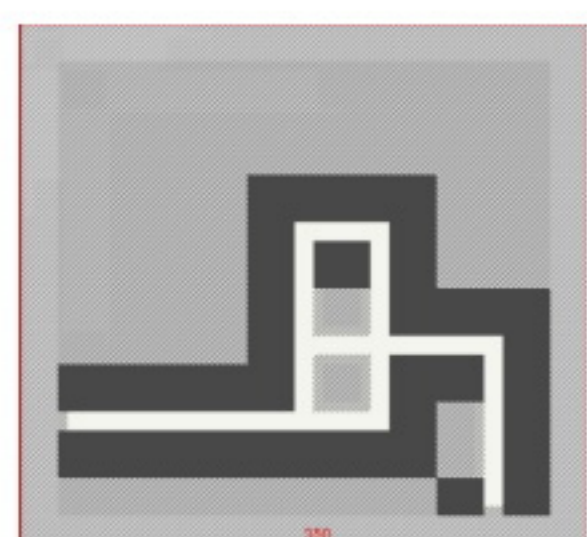
347_EXCELL



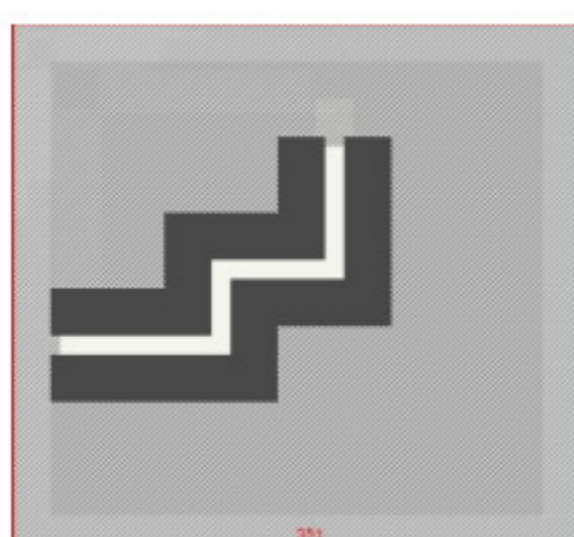
348_EXCELL



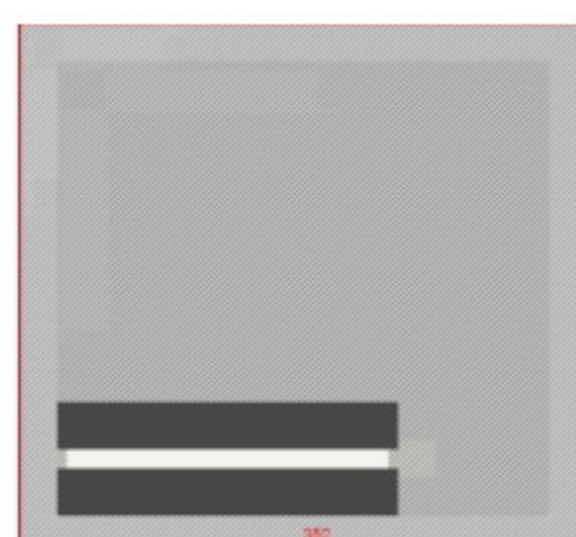
349_EXCELL



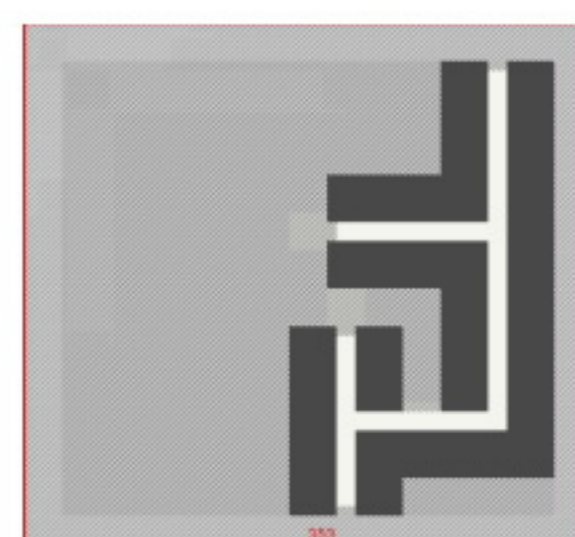
350_EXCELL



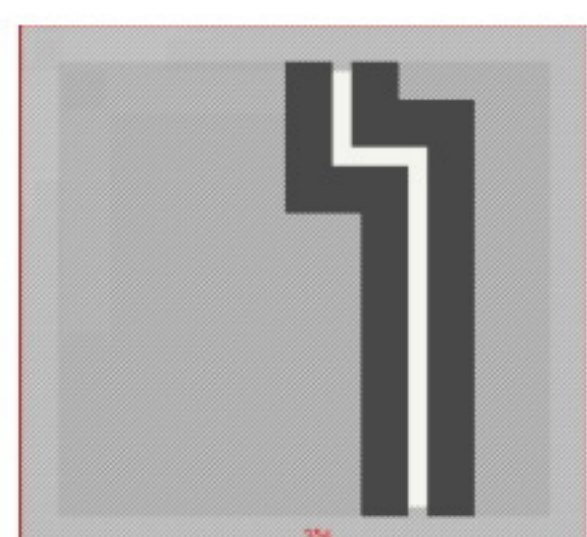
351_EXCELL



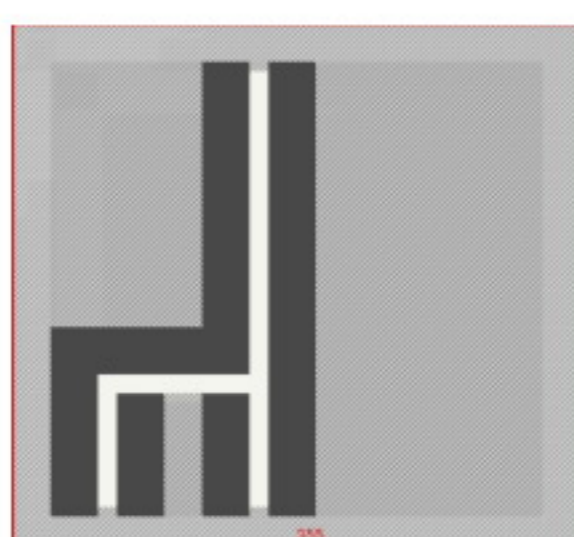
352_EXCELL



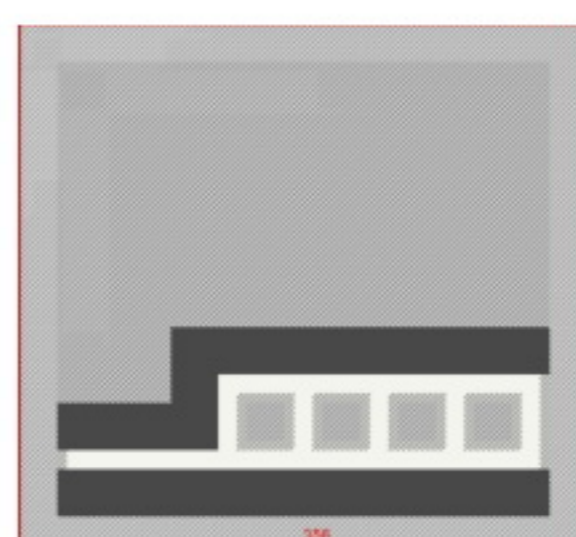
353_EXCELL



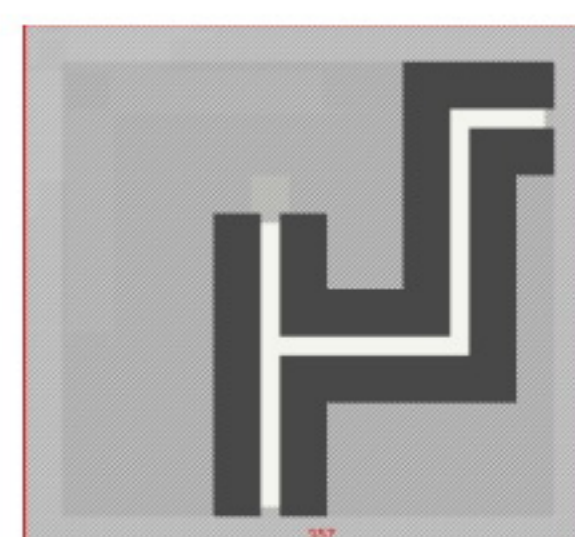
354_EXCELL



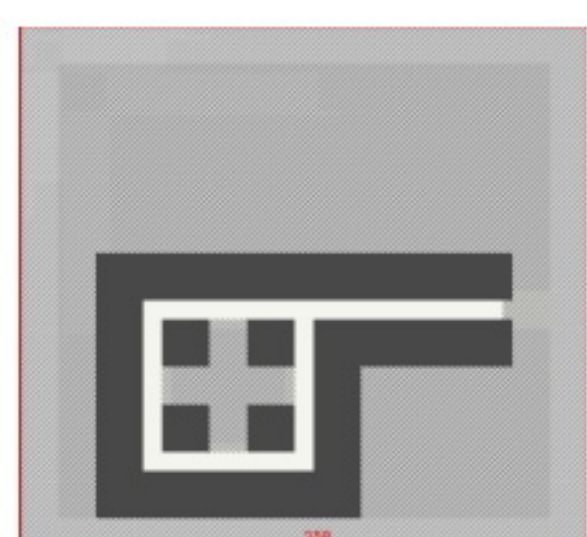
355_EXCELL



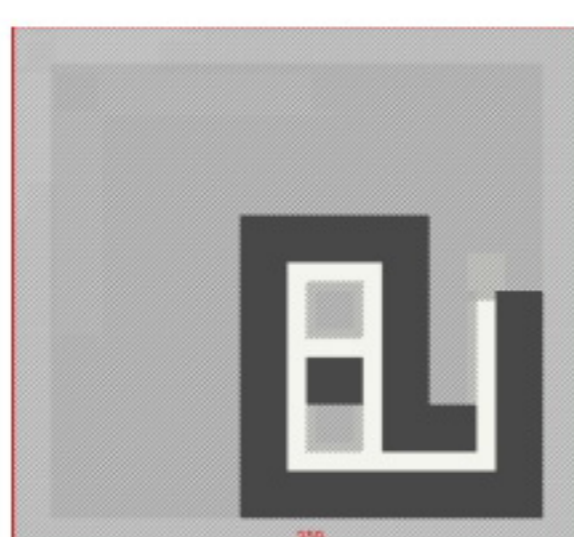
356_EXCELL



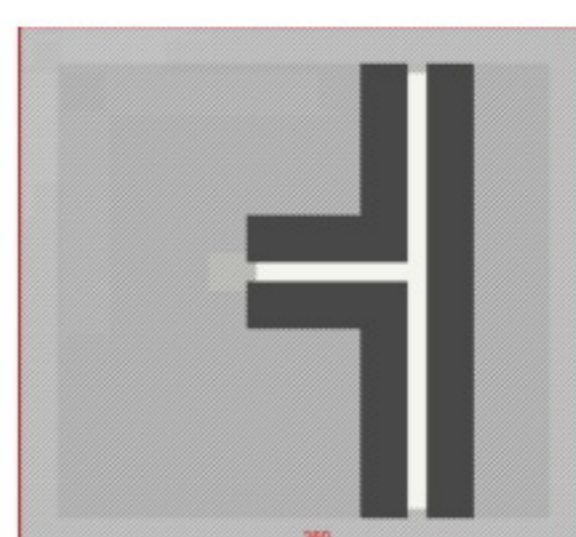
357_EXCELL



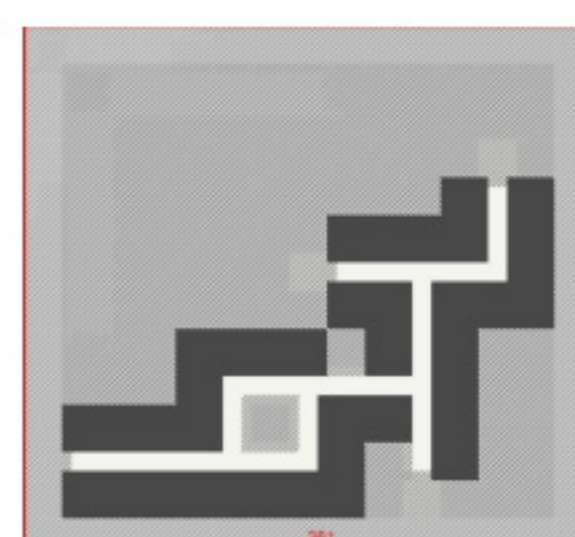
358_EXCELL



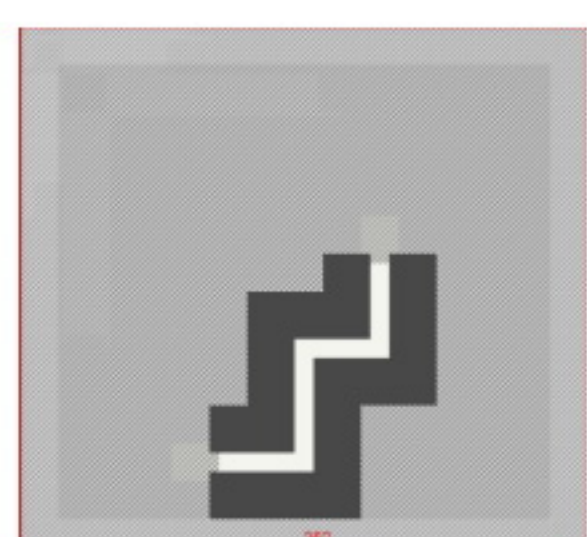
359_EXCELL



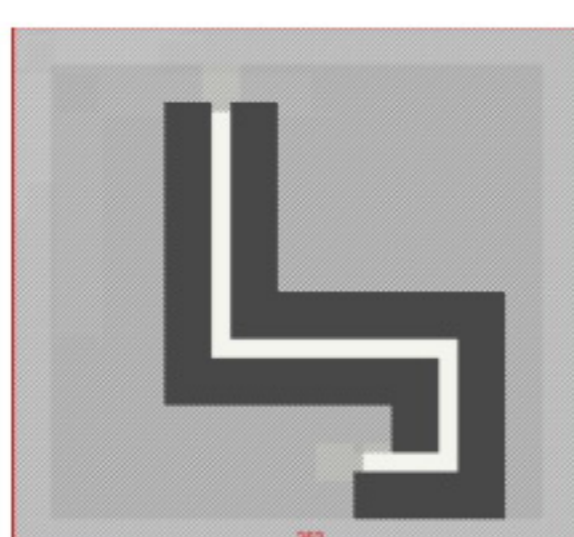
360_EXCELL



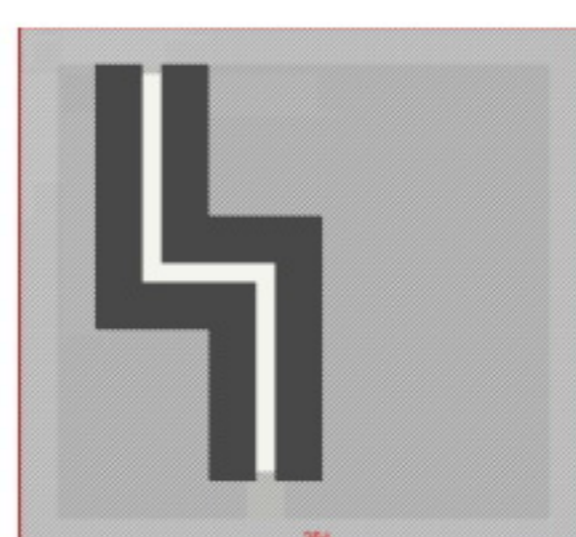
361_EXCELL



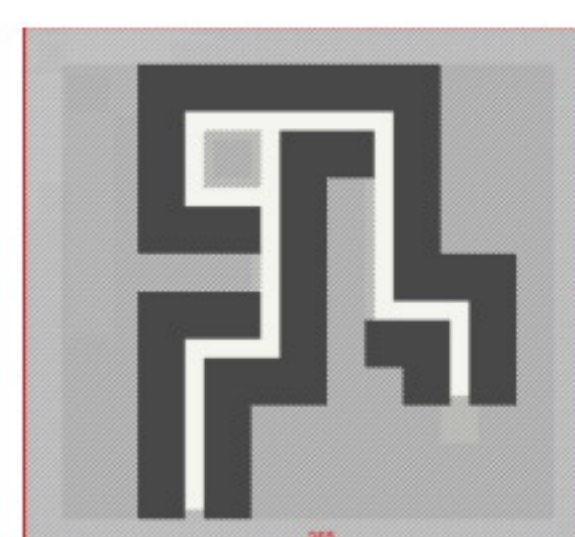
362_EXCELL



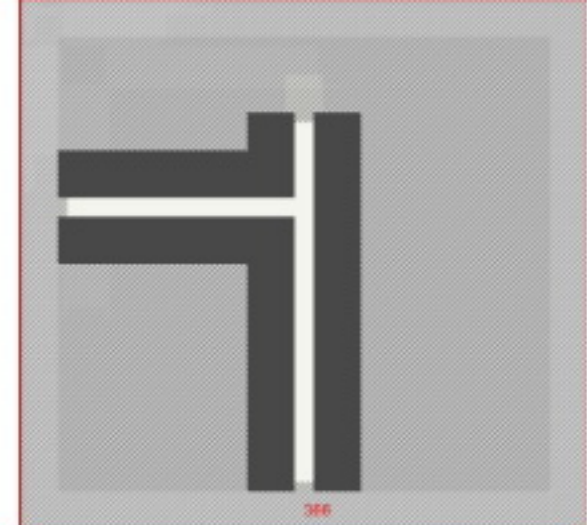
363_EXCELL



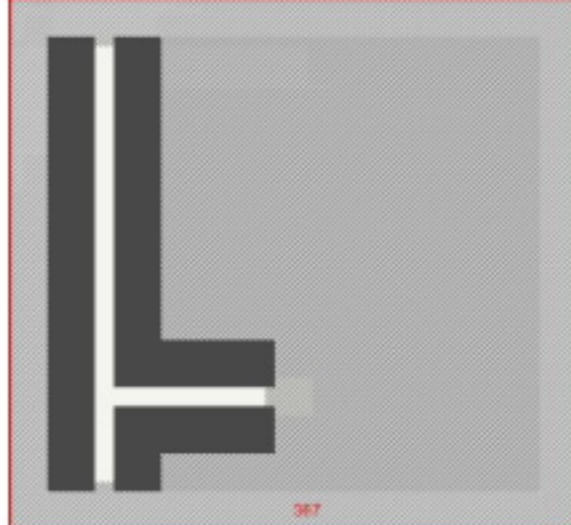
364_EXCELL



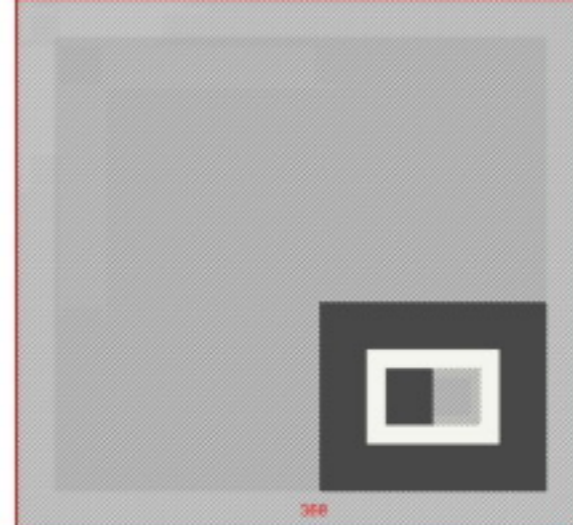
365_EXCELL



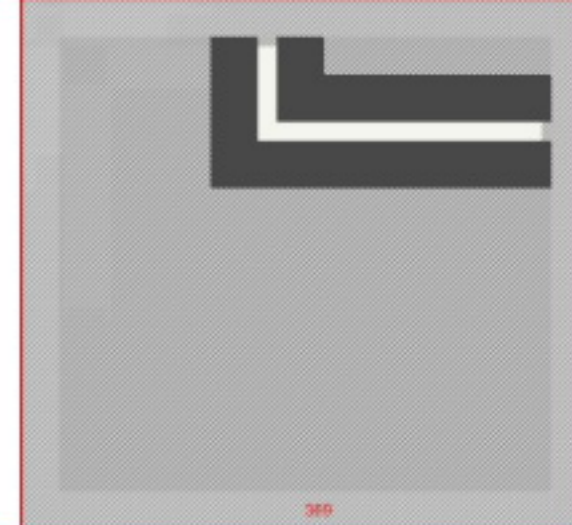
366_EXCELL



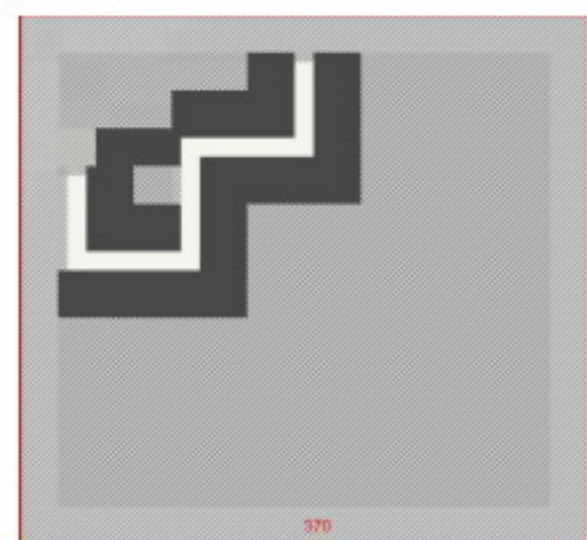
367_EXCELL



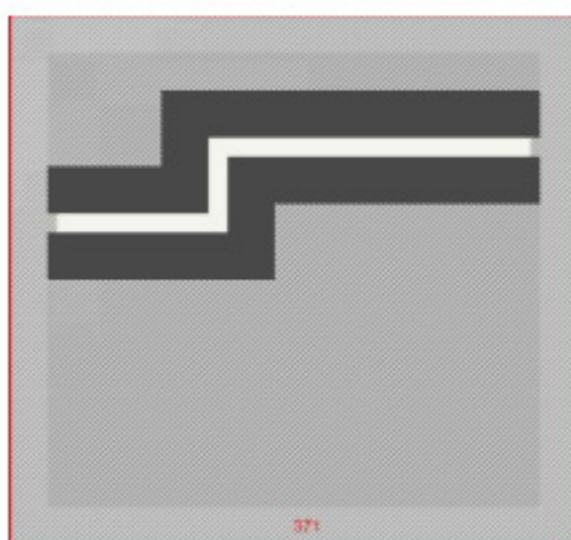
368_EXCELL



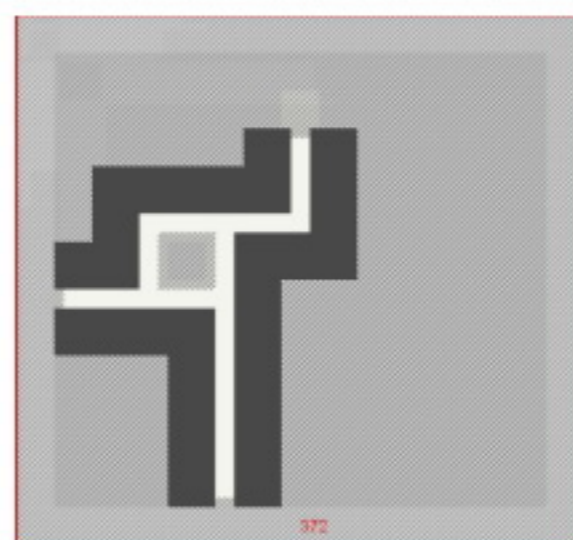
369_EXCELL



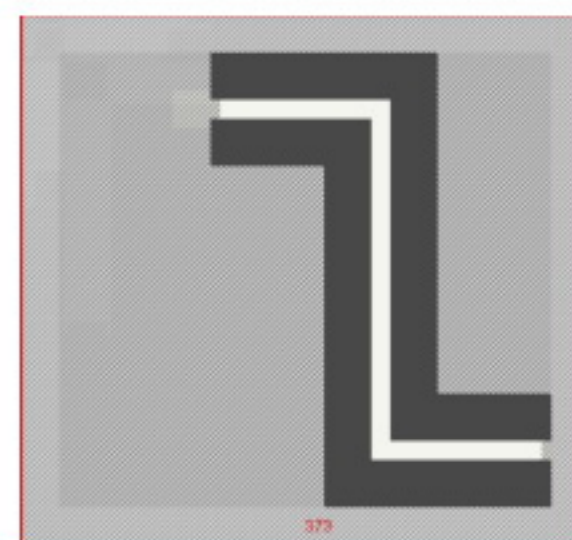
370_EXCELL



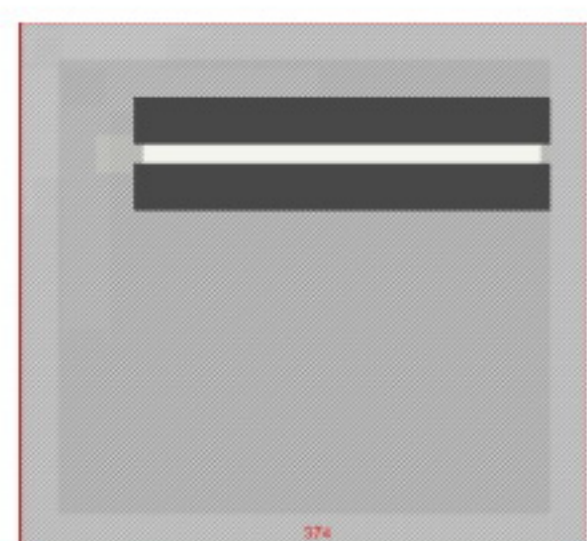
371_EXCELL



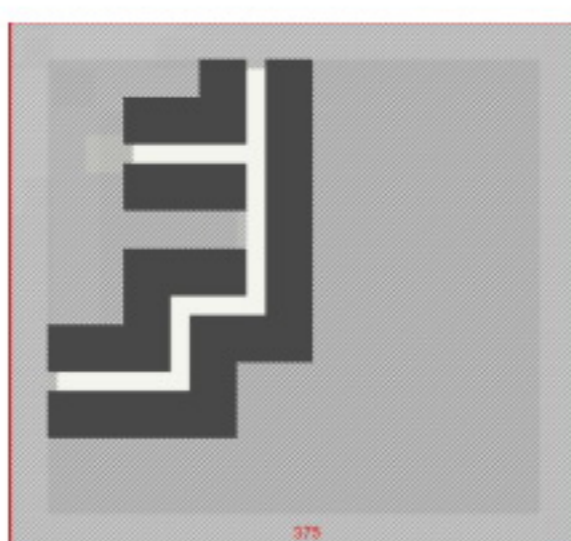
372_EXCELL



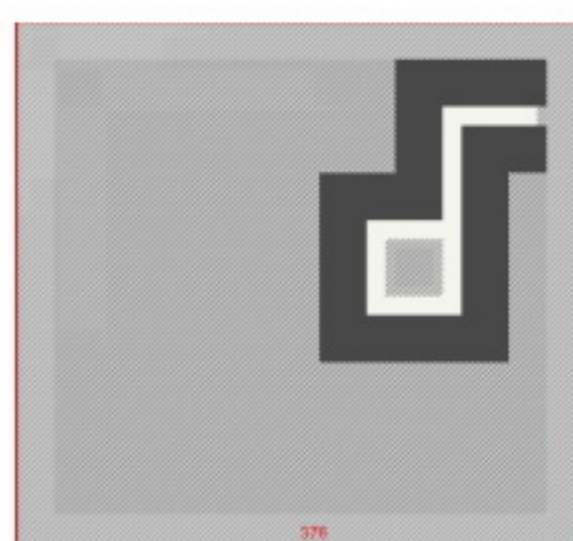
373_EXCELL



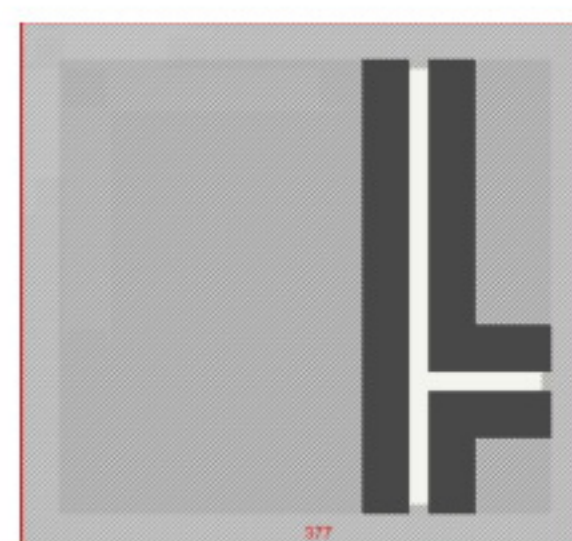
374_EXCELL



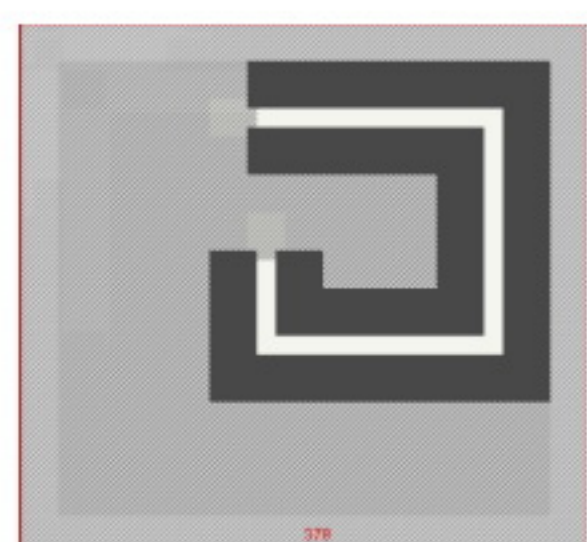
375_EXCELL



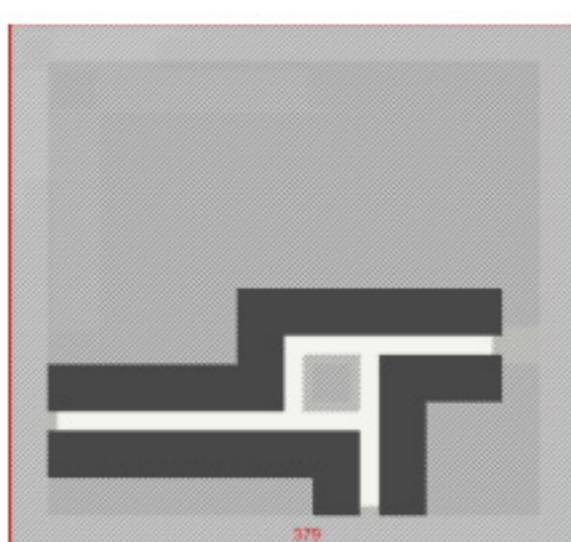
376_EXCELL



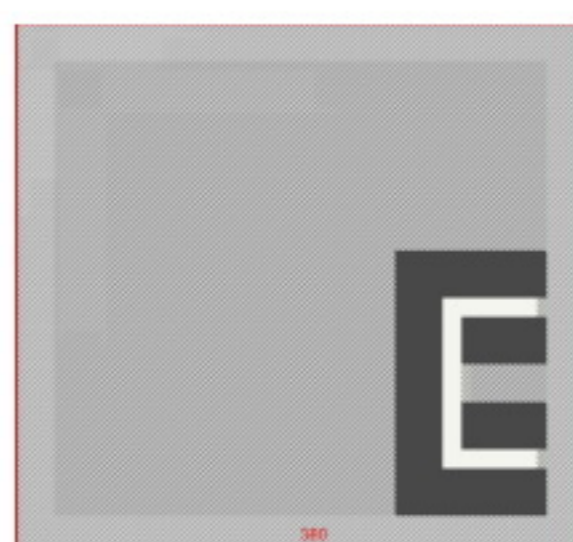
377_EXCELL



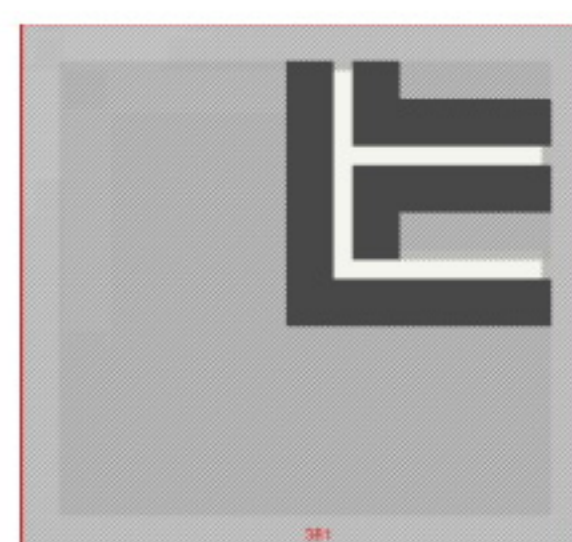
378_EXCELL



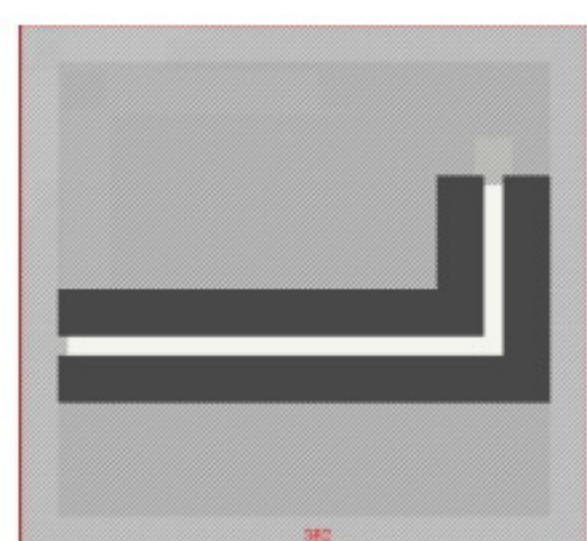
379_EXCELL



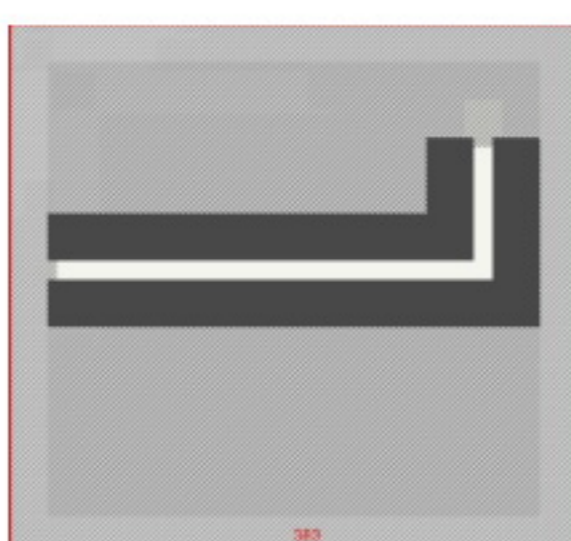
380_EXCELL



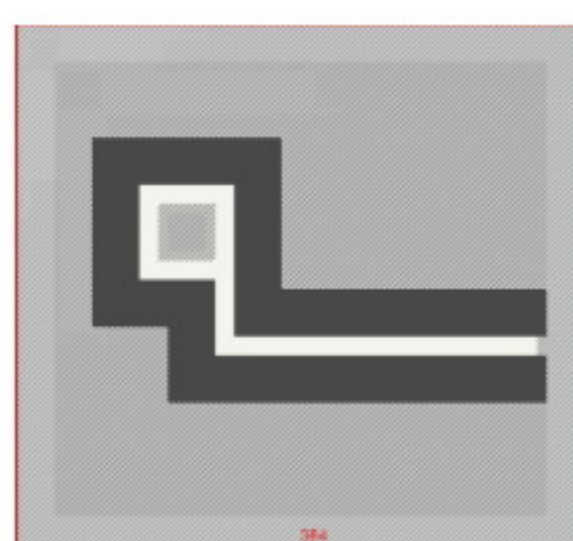
381_EXCELL



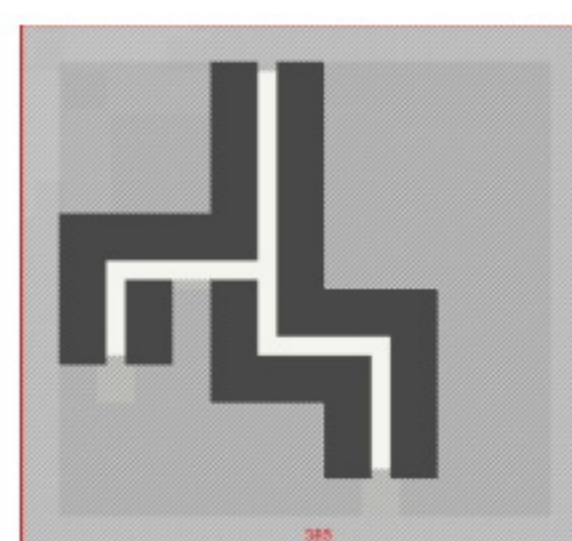
382_EXCELL



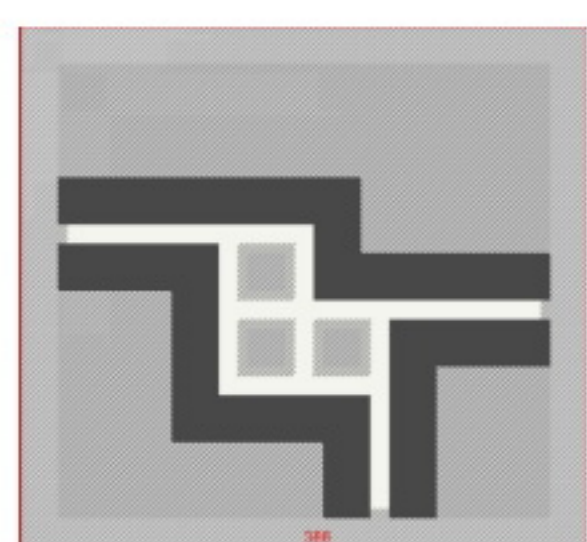
383_EXCELL



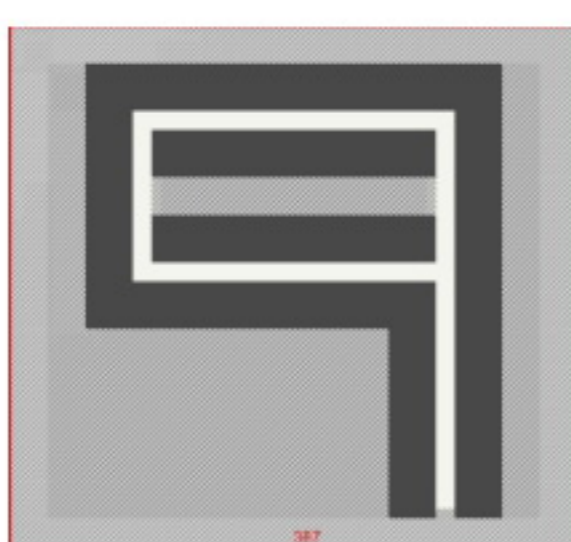
384_EXCELL



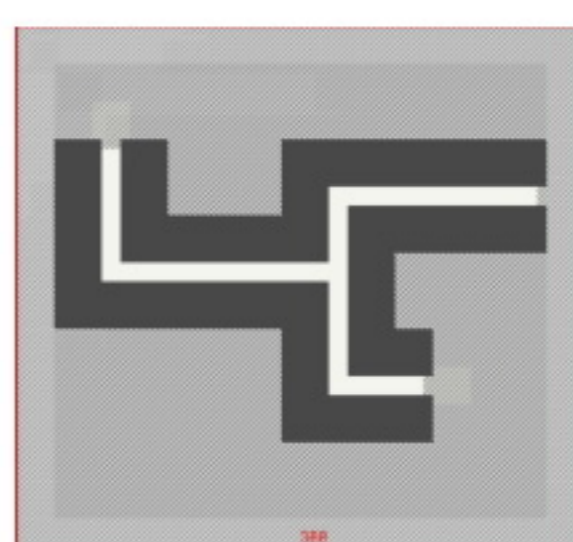
385_EXCELL



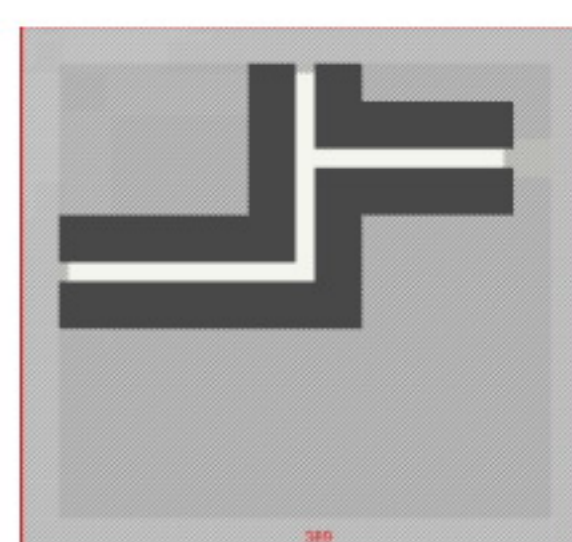
386_EXCELL



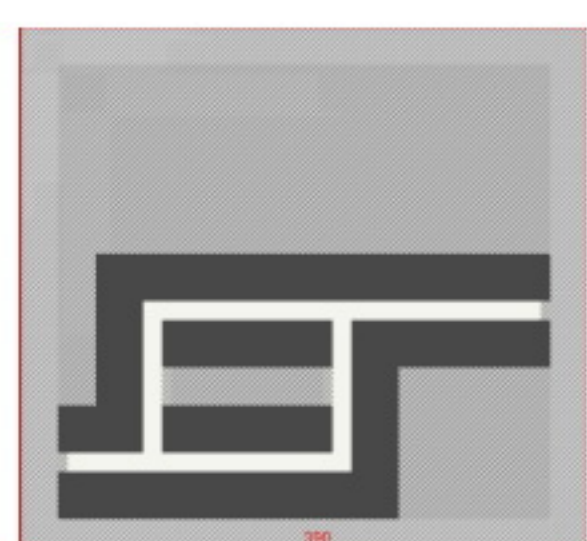
387_EXCELL



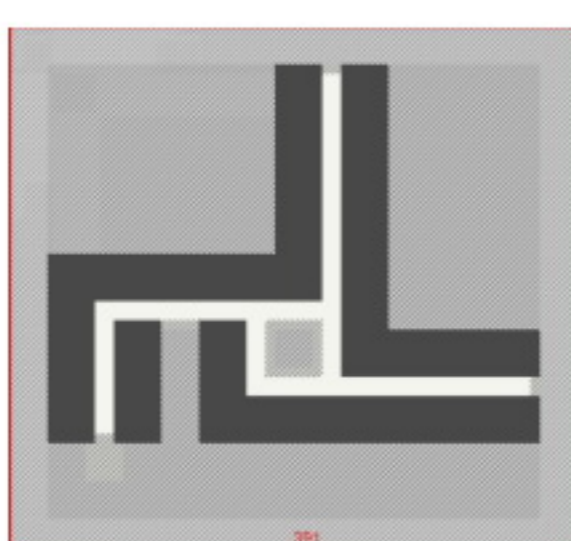
388_EXCELL



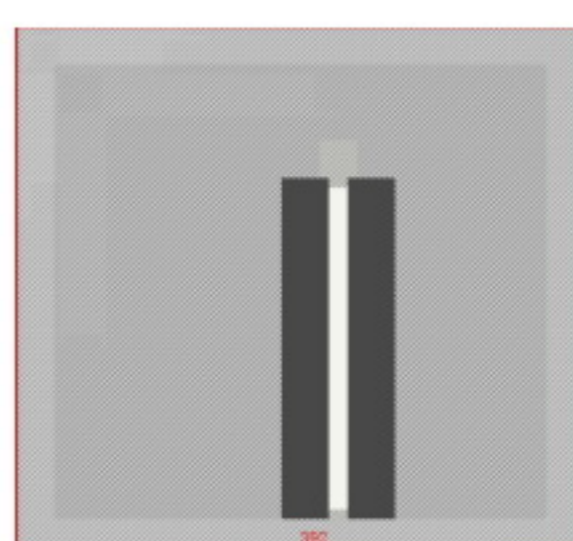
389_EXCELL



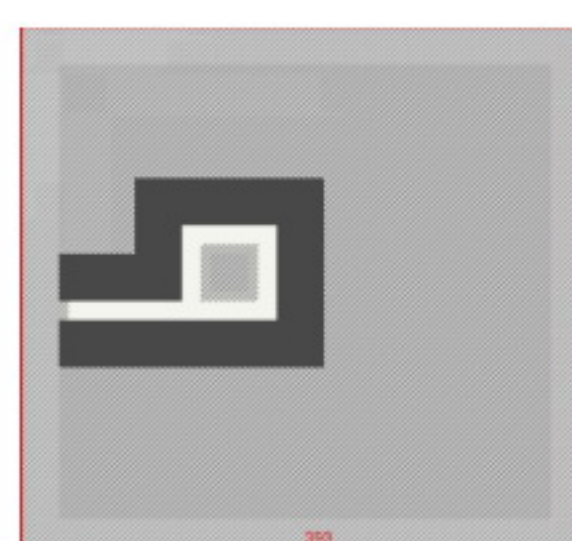
390_EXCELL



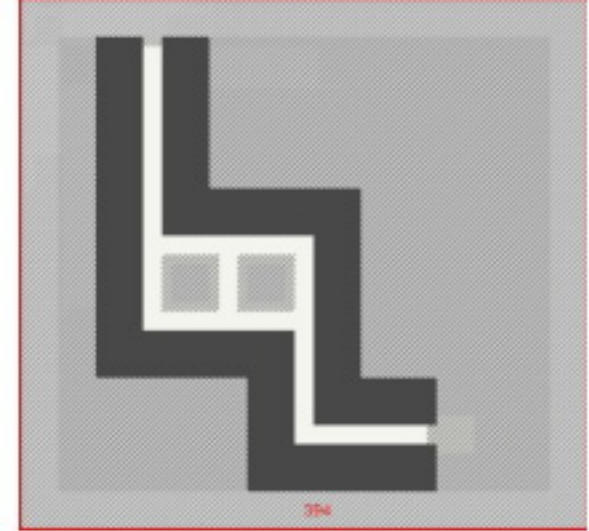
391_EXCELL



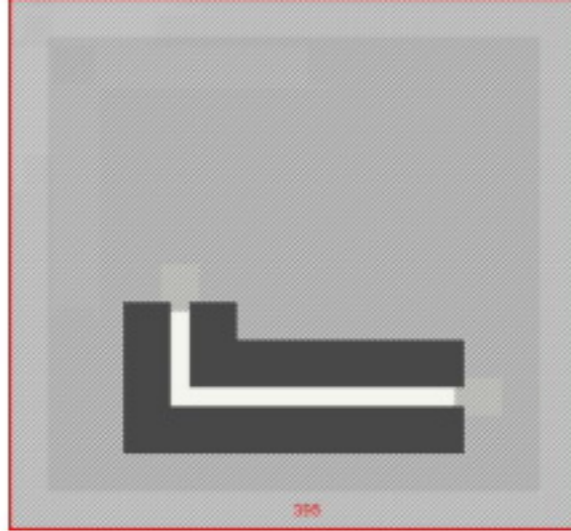
392_EXCELL



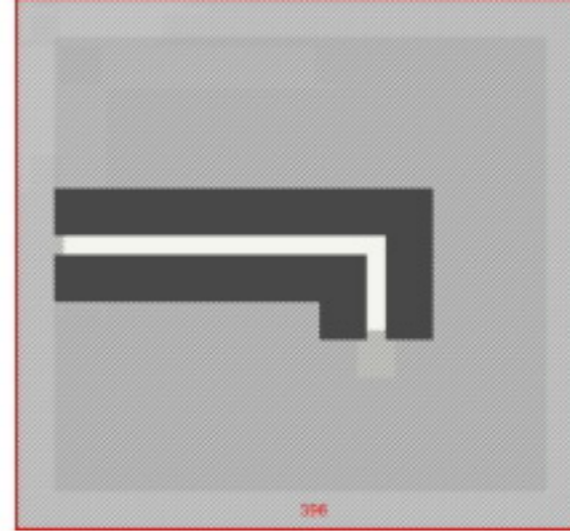
393_EXCELL



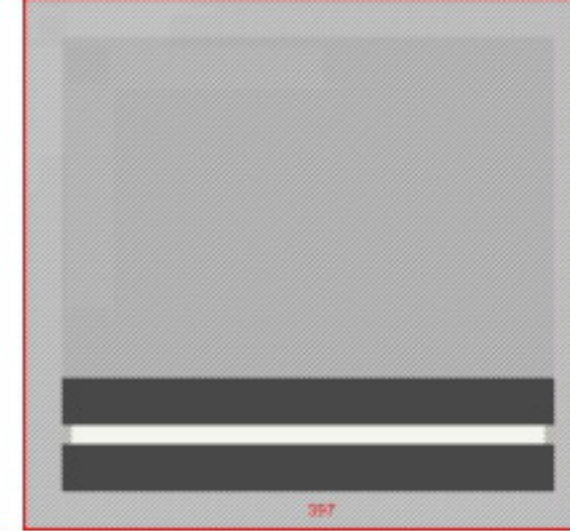
394_EXCELL



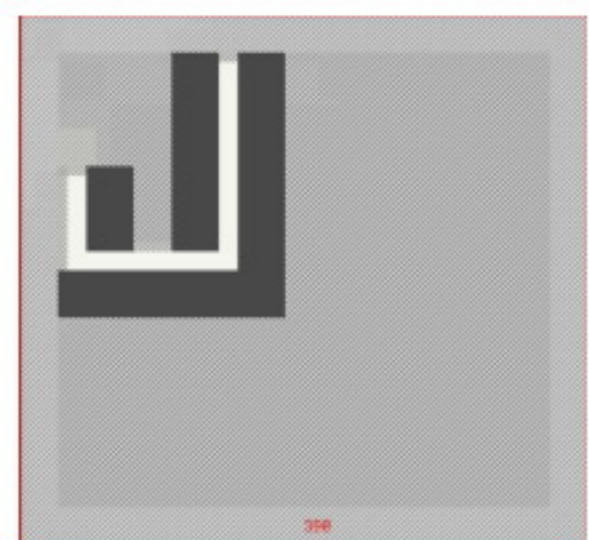
395_EXCELL



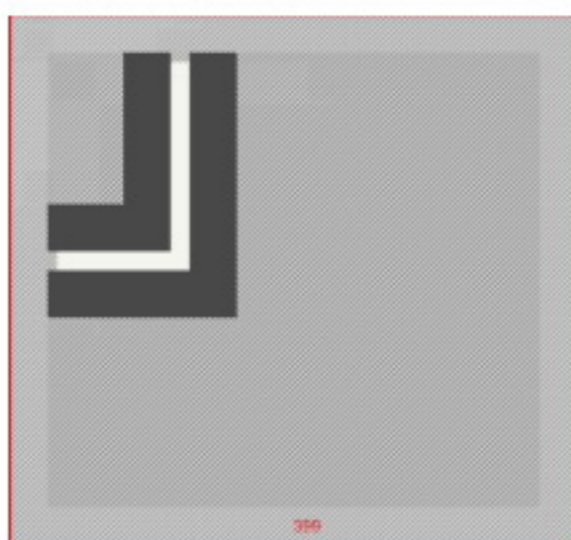
396_EXCELL



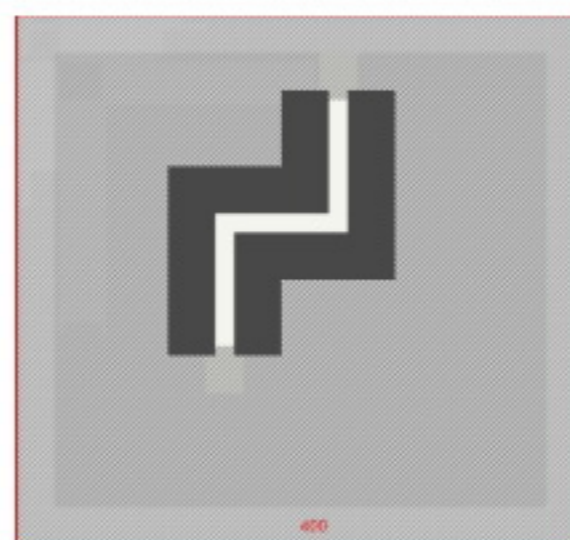
397_EXCELL



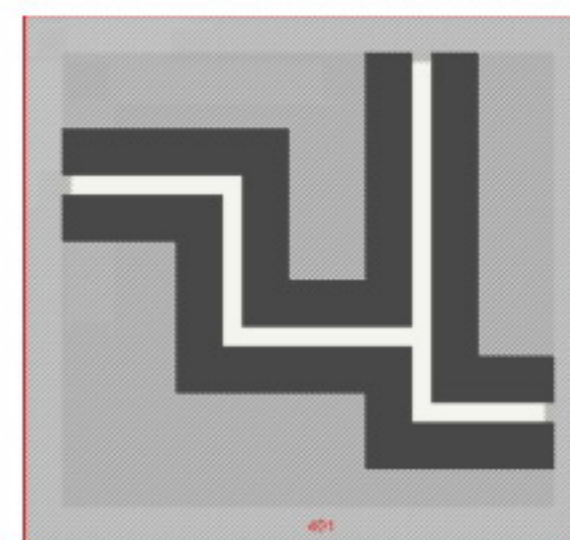
398_EXCELL



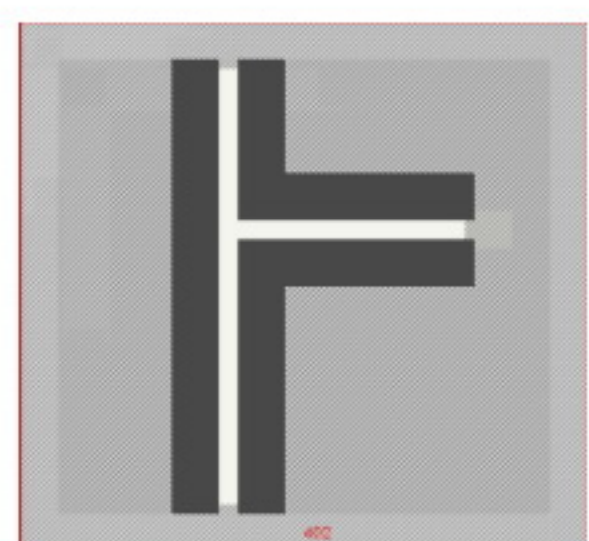
399_EXCELL



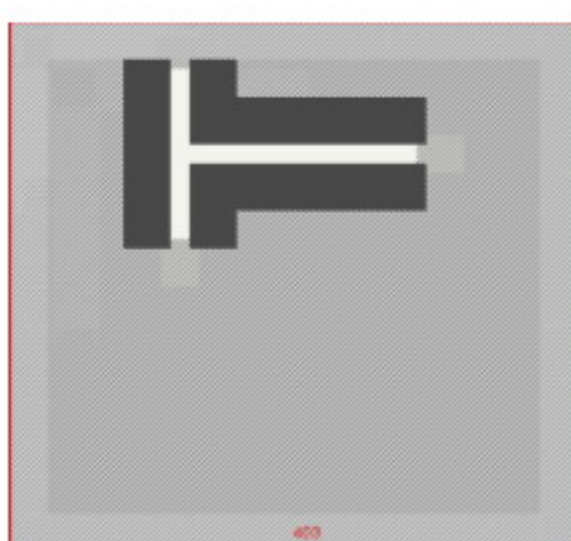
400_EXCELL



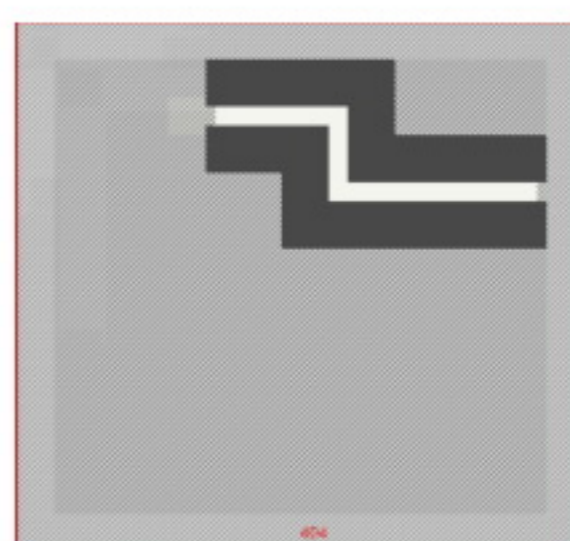
401_EXCELL



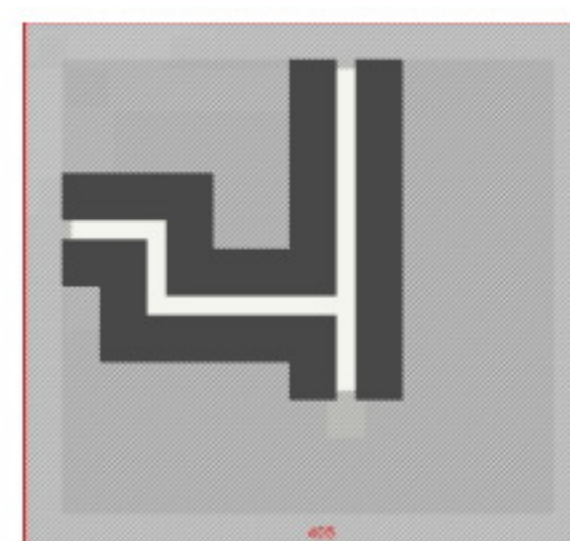
402_EXCELL



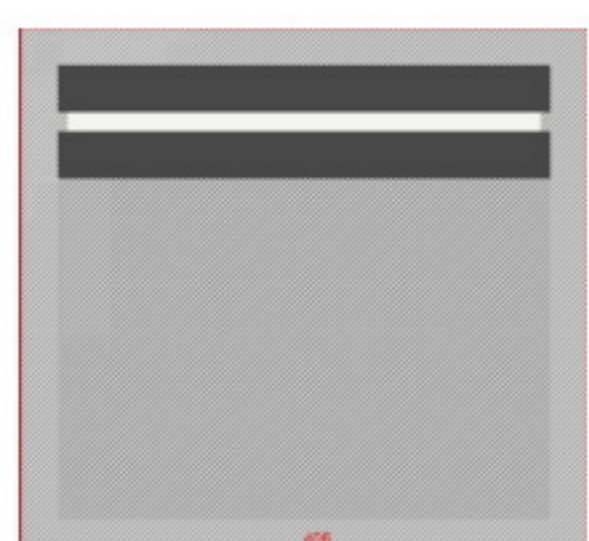
403_EXCELL



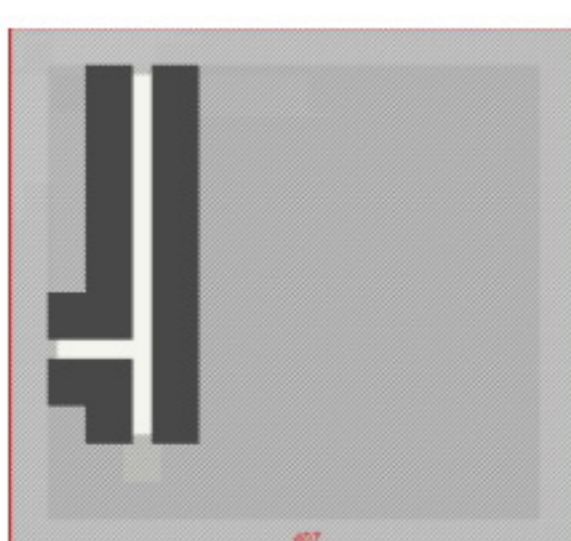
404_EXCELL



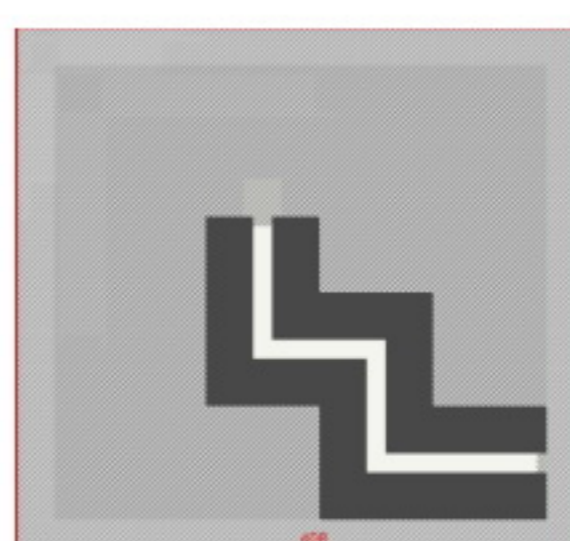
405_EXCELL



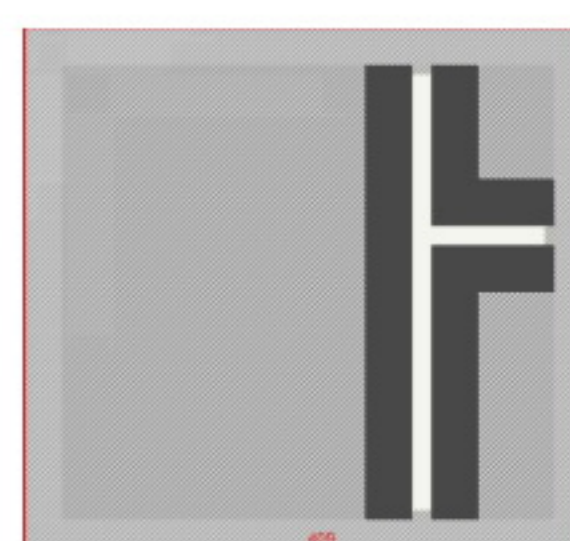
406_EXCELL



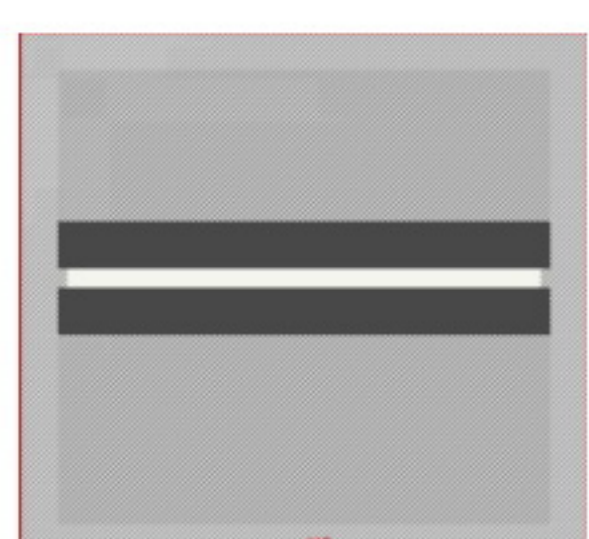
407_EXCELL



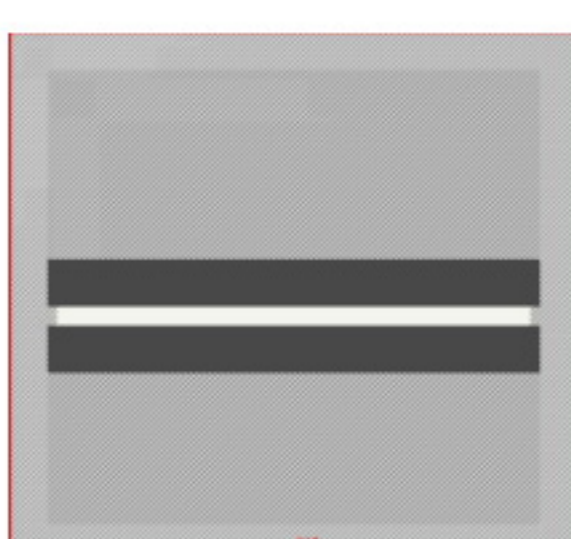
408_EXCELL



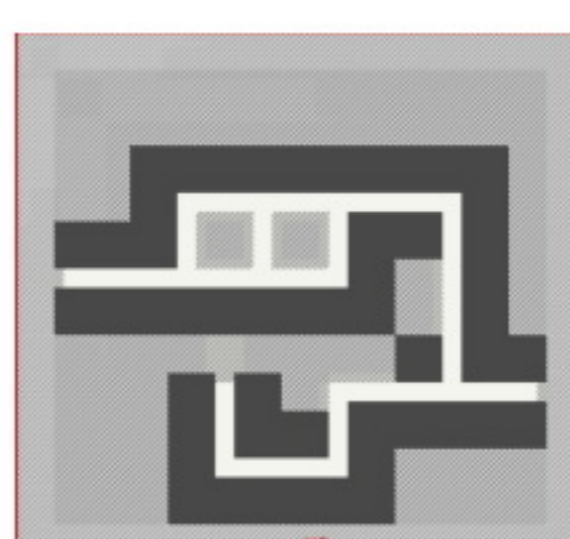
409_EXCELL



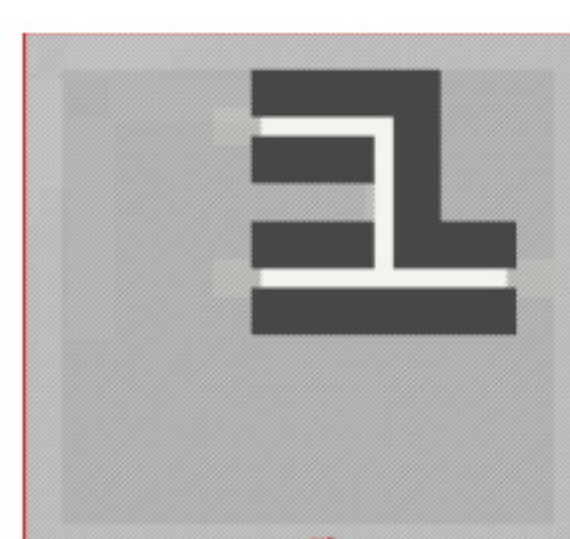
410_EXCELL



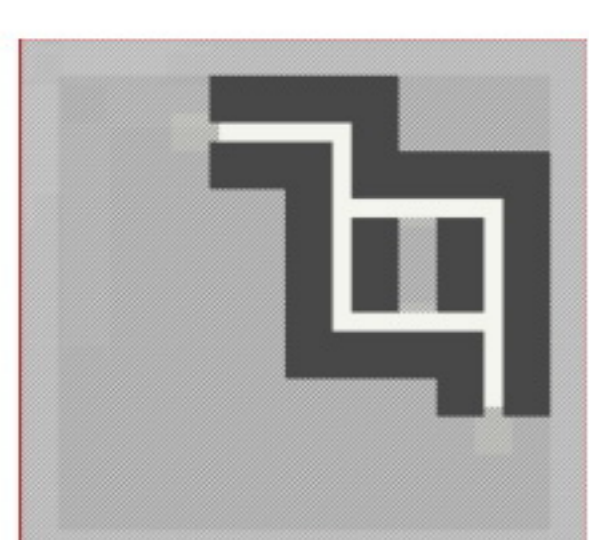
411_EXCELL



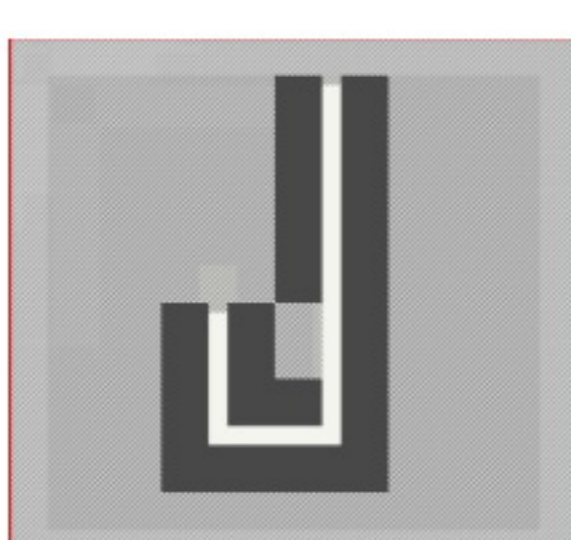
412_EXCELL



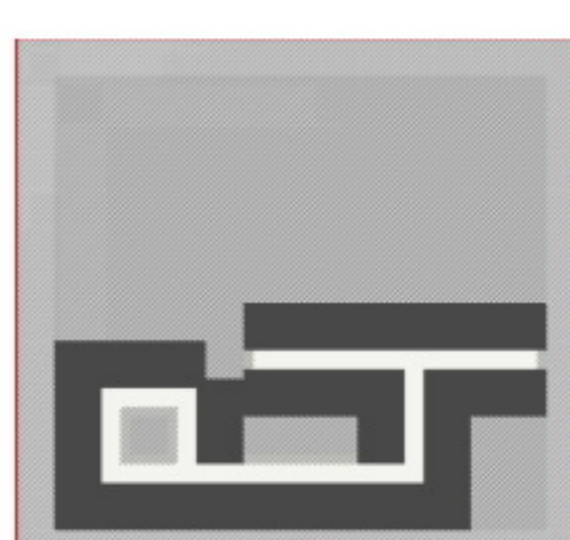
413_EXCELL



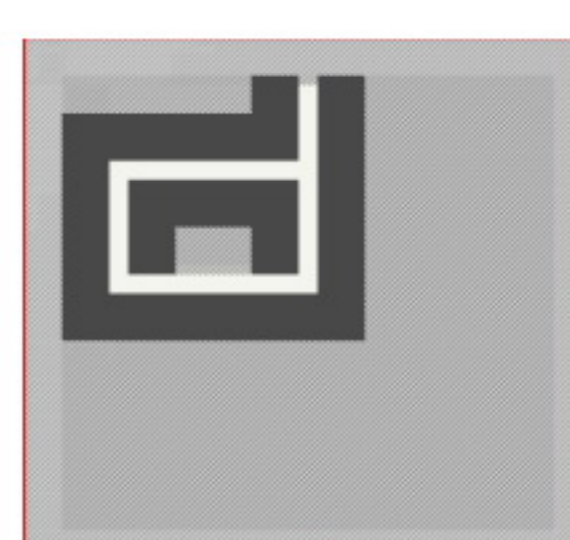
414_EXCELL



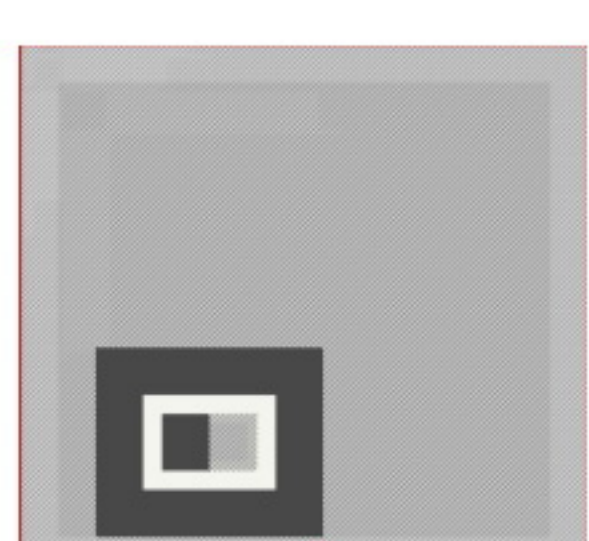
415_EXCELL



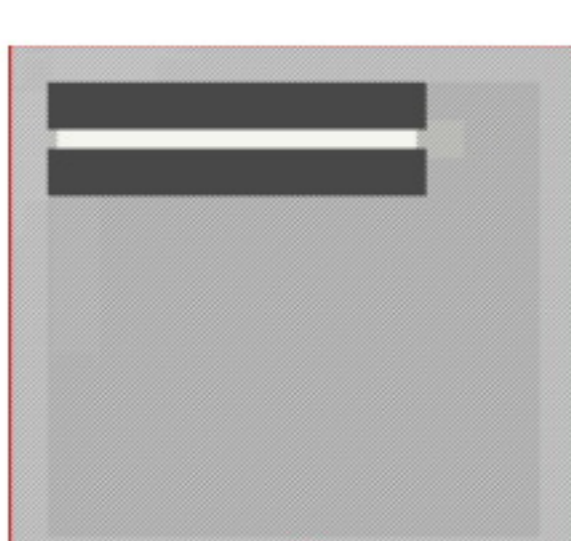
416_EXCELL



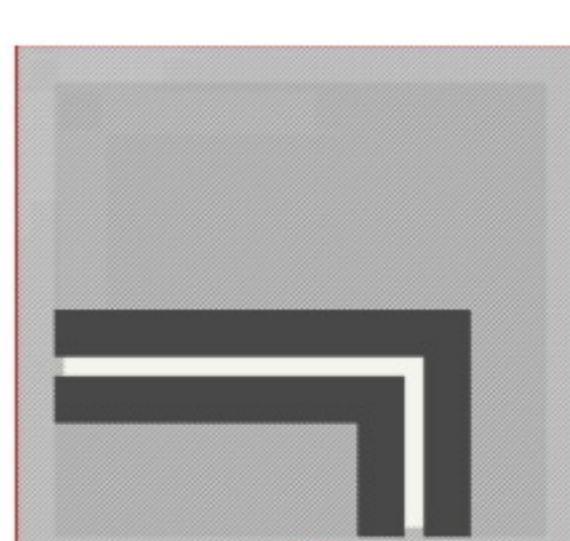
417_EXCELL



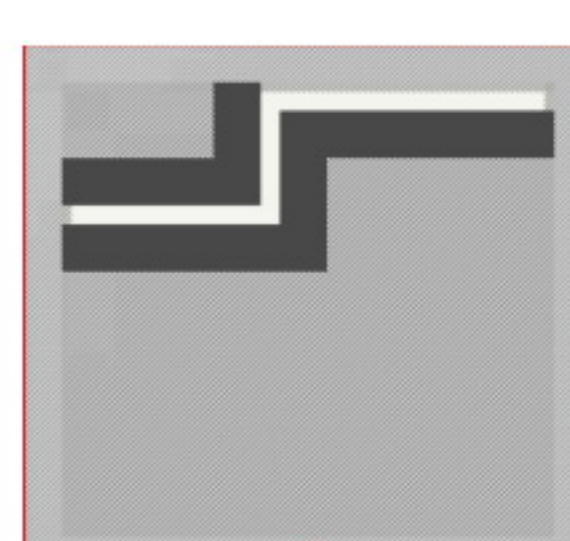
418_EXCELL



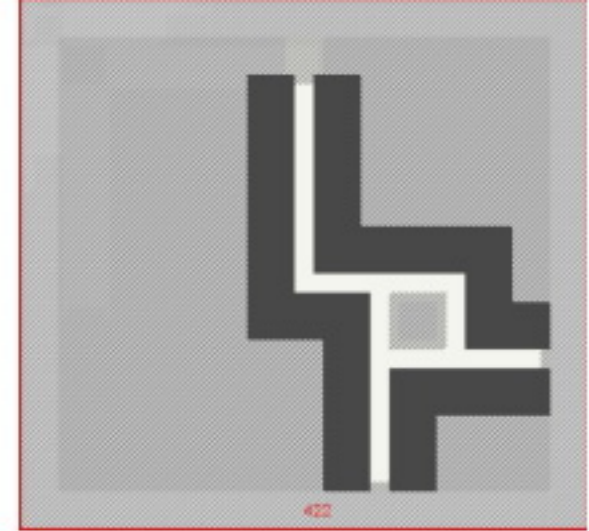
419_EXCELL



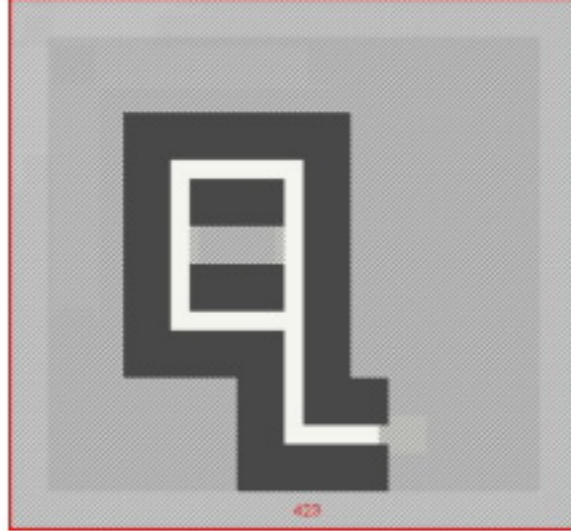
420_EXCELL



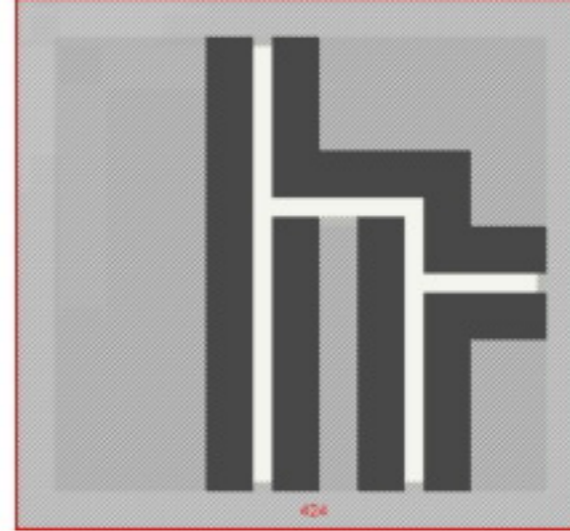
421_EXCELL



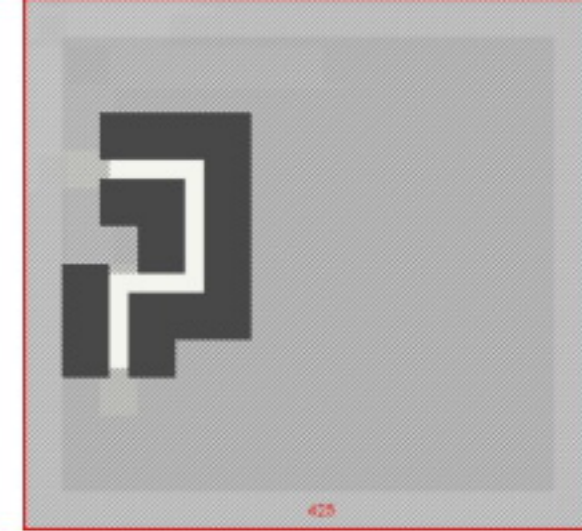
422_EXCELL



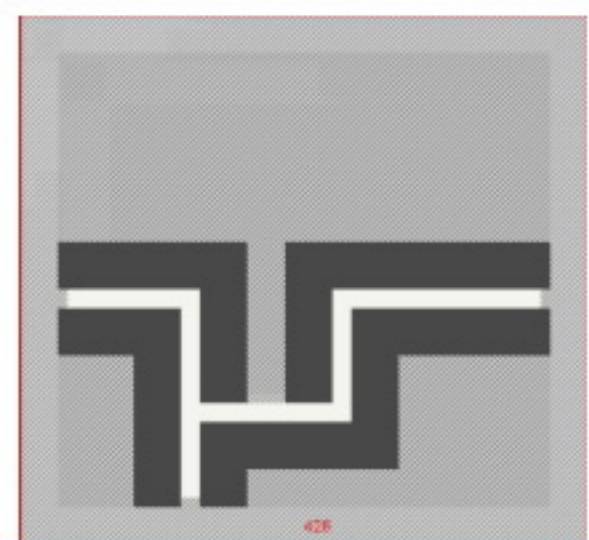
423_EXCELL



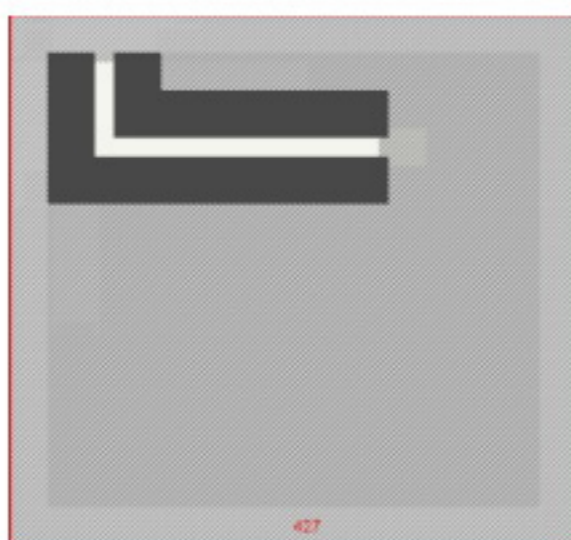
424_EXCELL



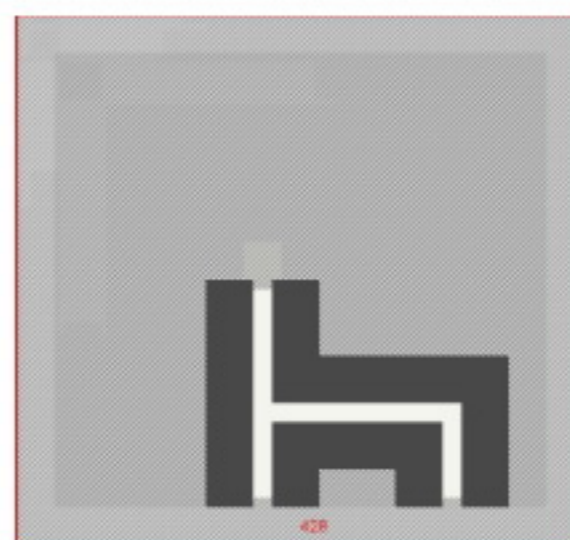
425_EXCELL



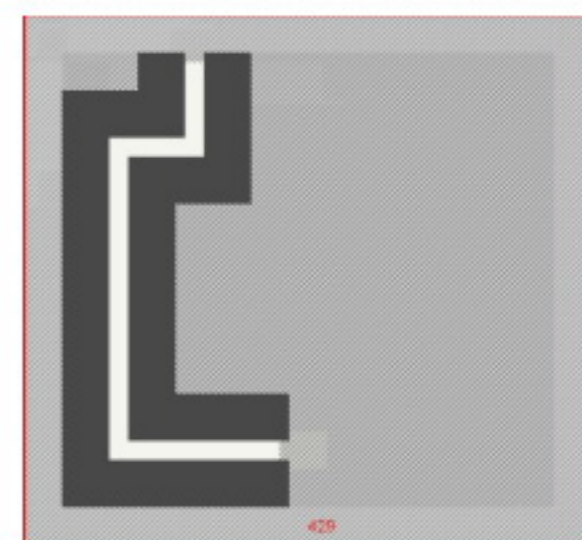
426_EXCELL



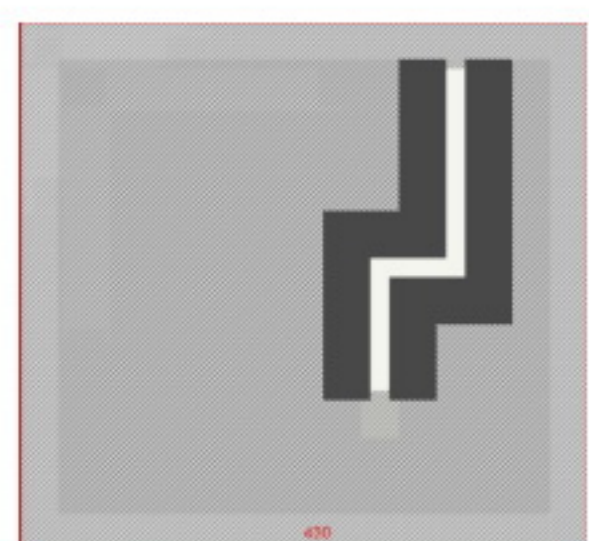
427_EXCELL



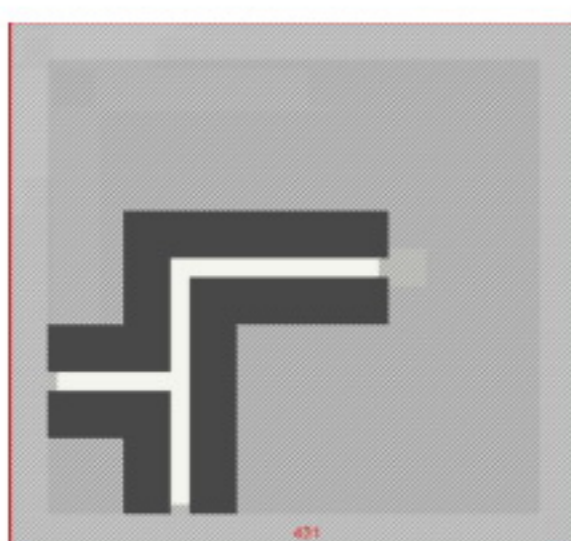
428_EXCELL



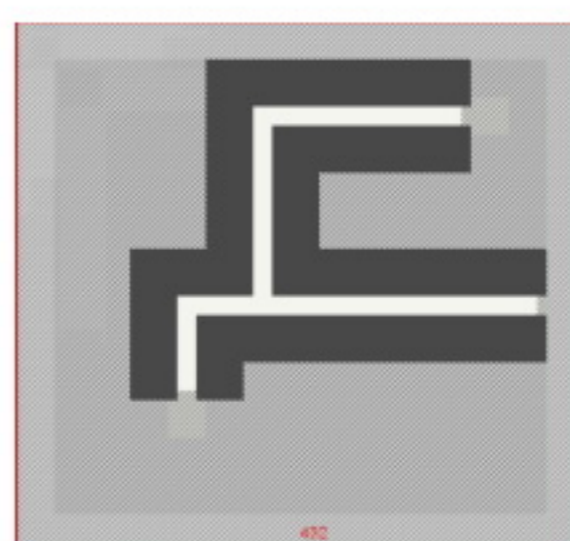
429_EXCELL



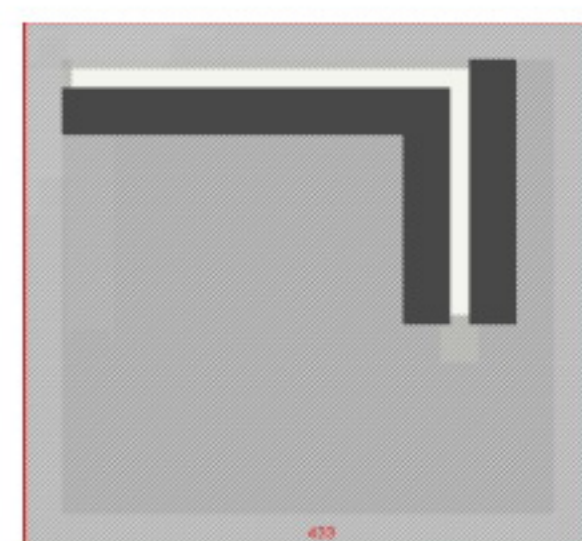
430_EXCELL



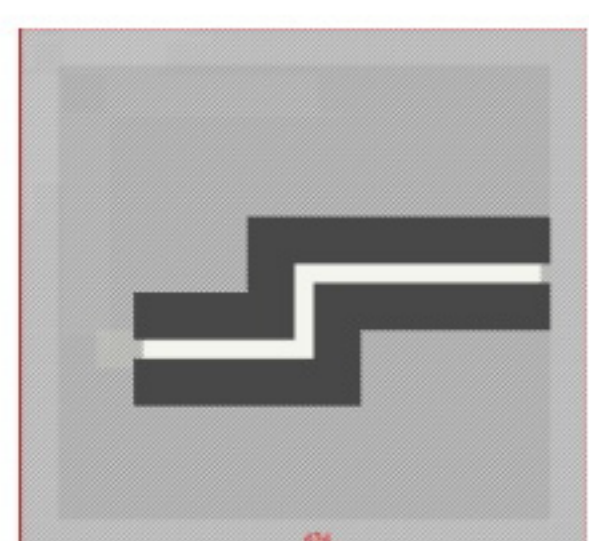
431_EXCELL



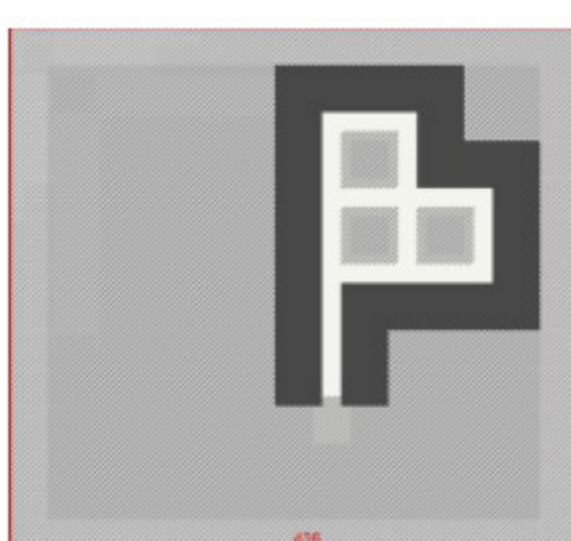
432_EXCELL



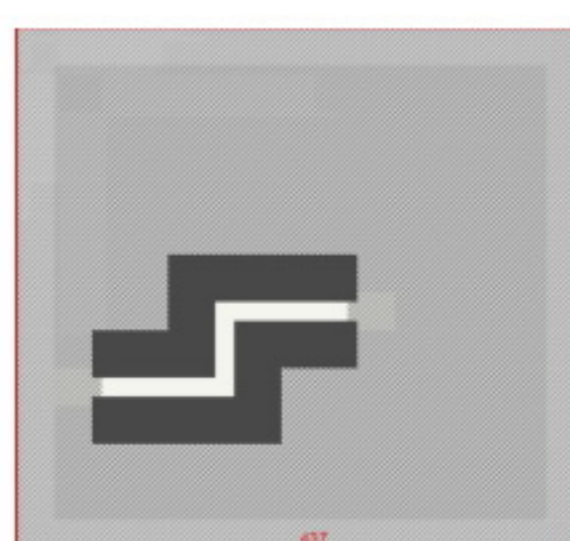
433_EXCELL



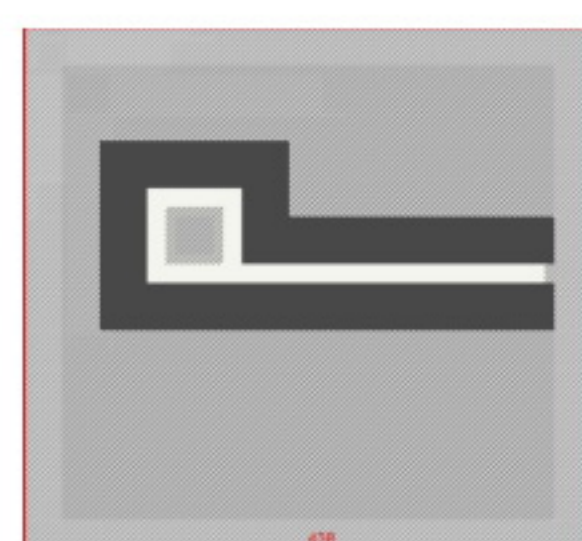
434_EXCELL



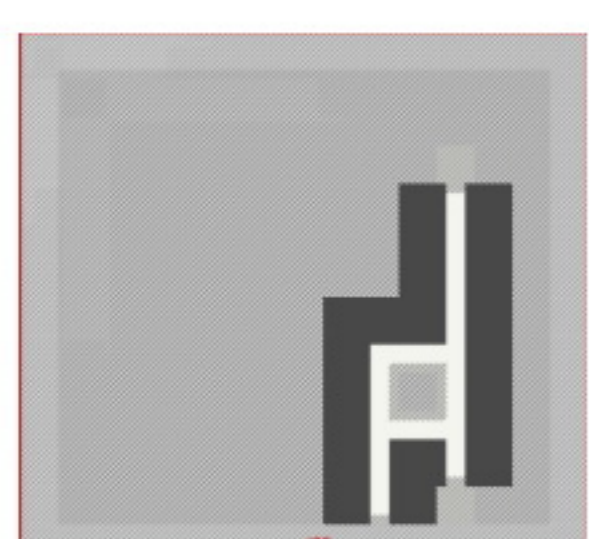
436_EXCELL



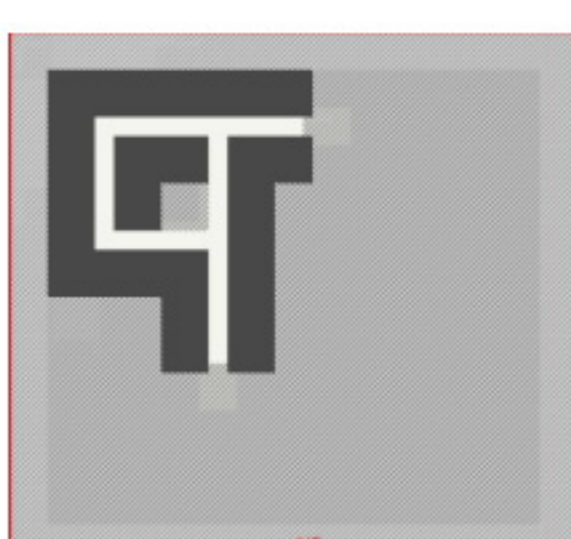
437_EXCELL



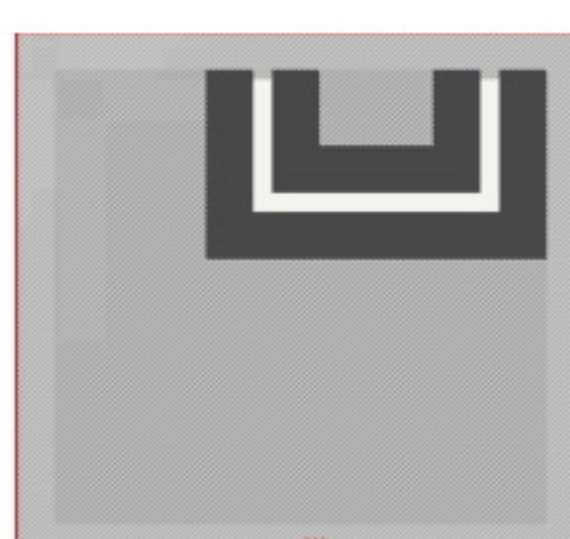
438_EXCELL



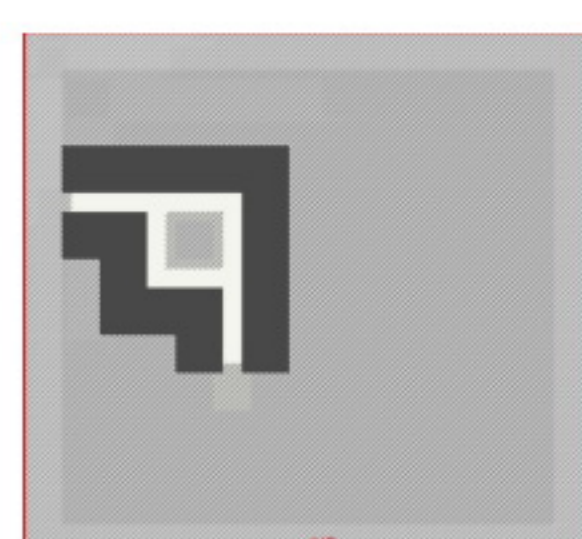
439_EXCELL



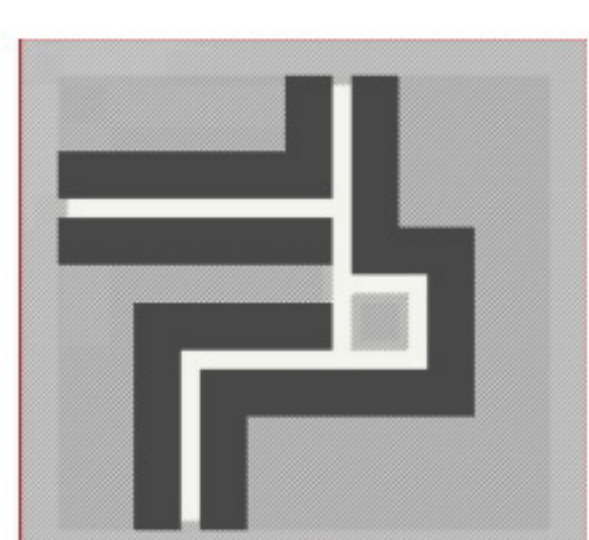
440_EXCELL



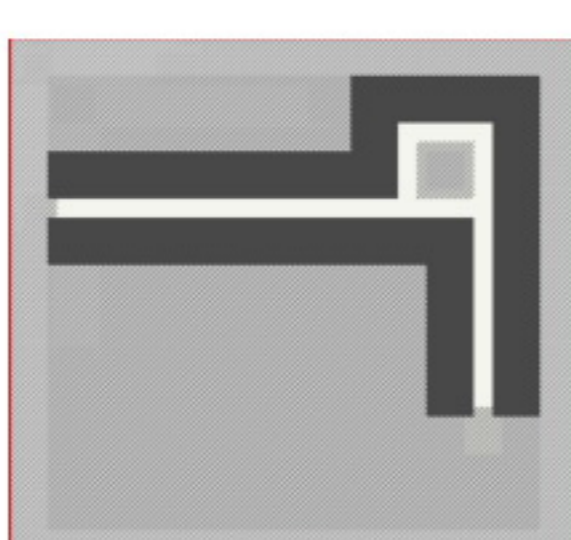
441_EXCELL



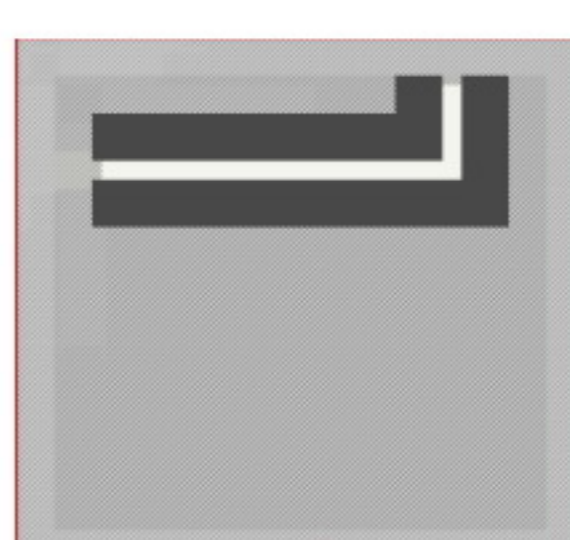
442_EXCELL



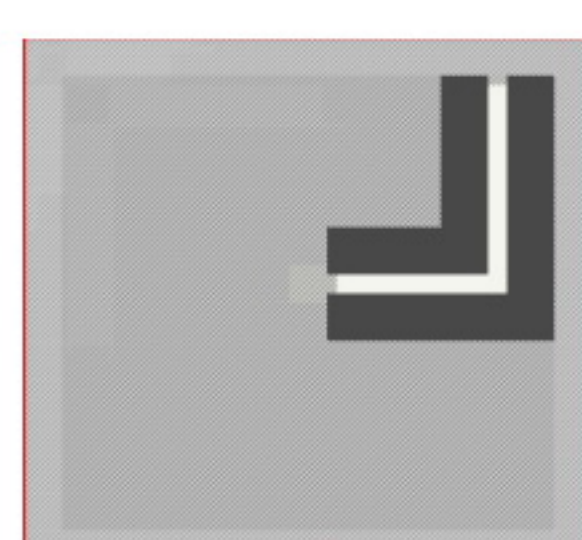
443_EXCELL



444_EXCELL



445_EXCELL



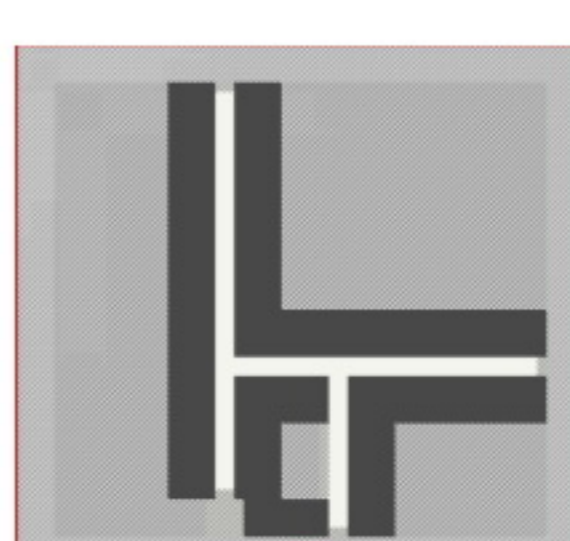
446_EXCELL



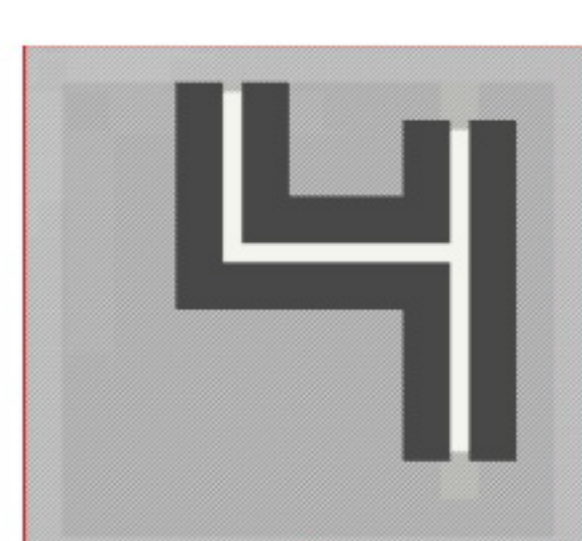
447_EXCELL



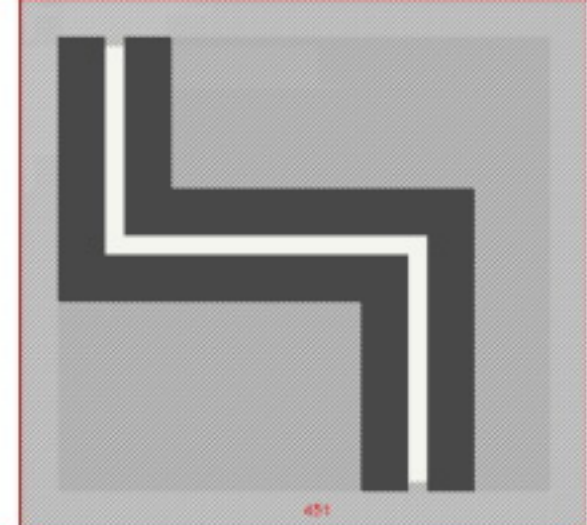
448_EXCELL



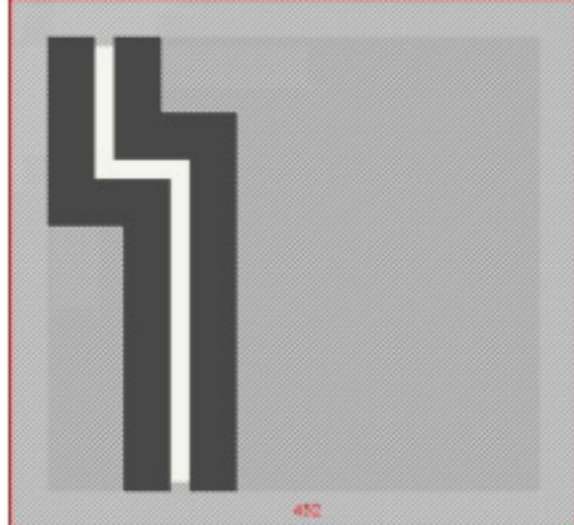
449_EXCELL



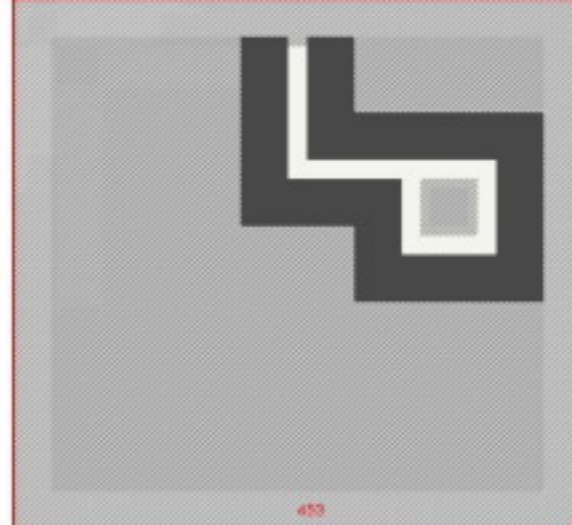
450_EXCELL



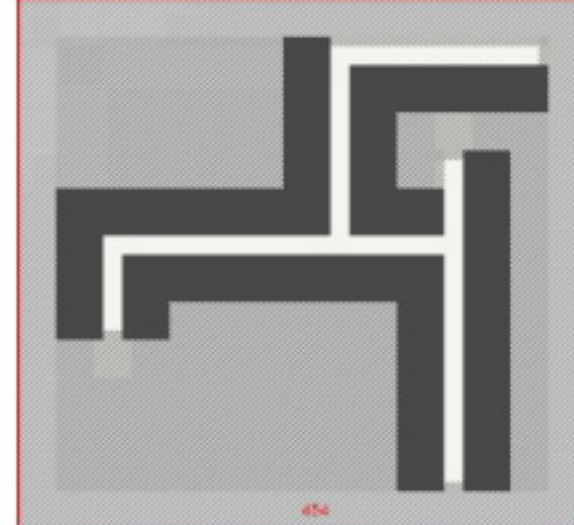
451_EXCELL



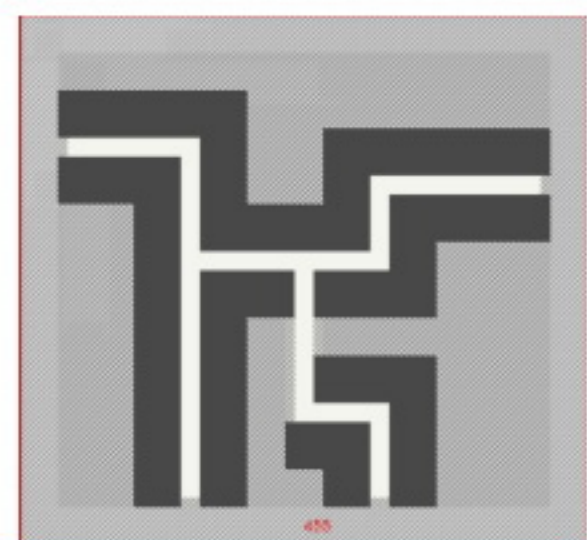
452_EXCELL



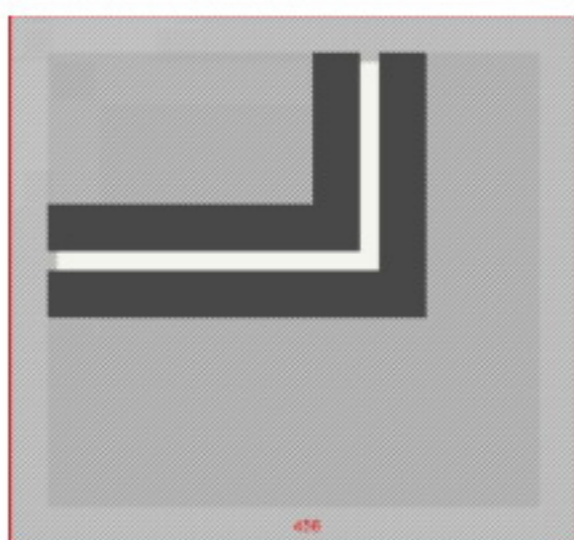
453_EXCELL



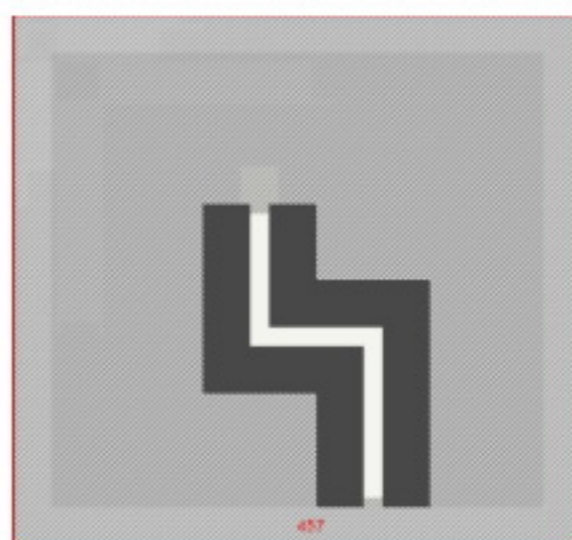
454_EXCELL



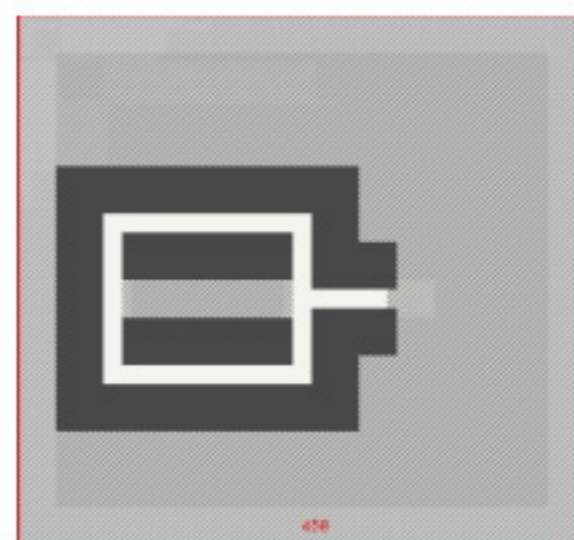
455_EXCELL



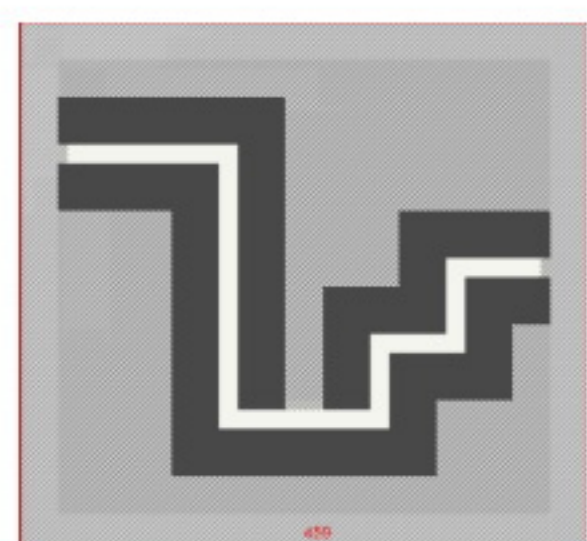
456_EXCELL



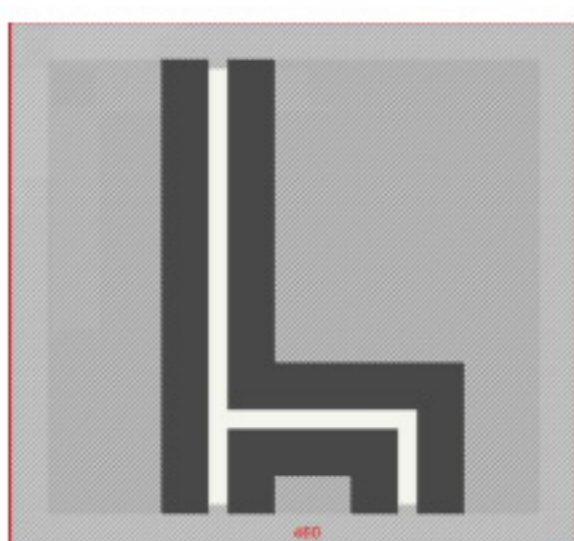
457_EXCELL



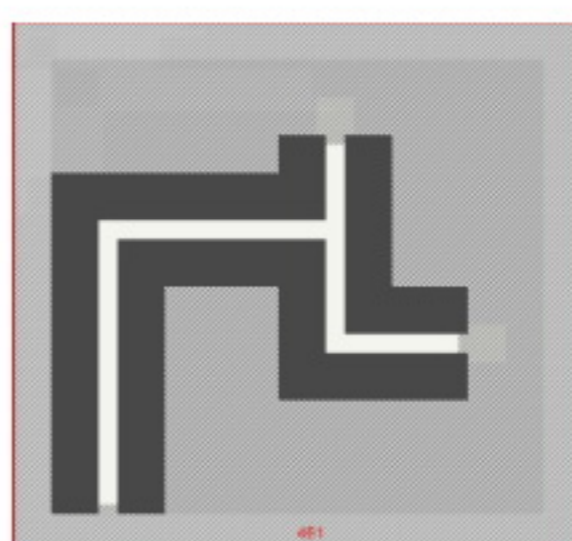
458_EXCELL



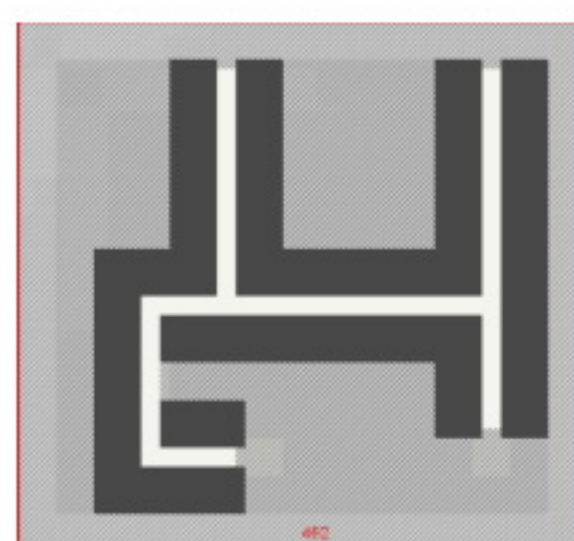
459_EXCELL



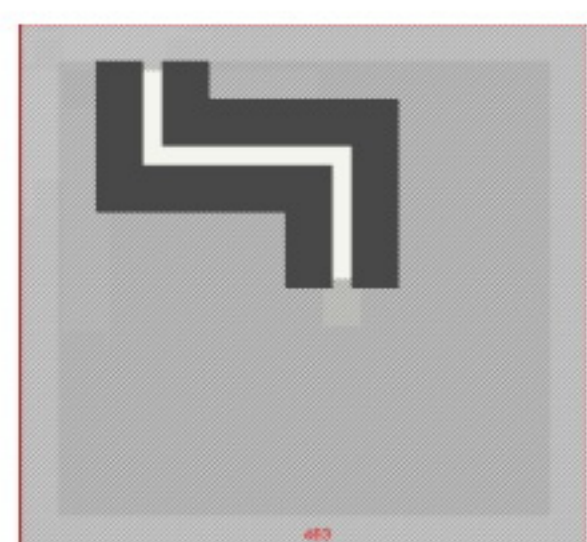
460_EXCELL



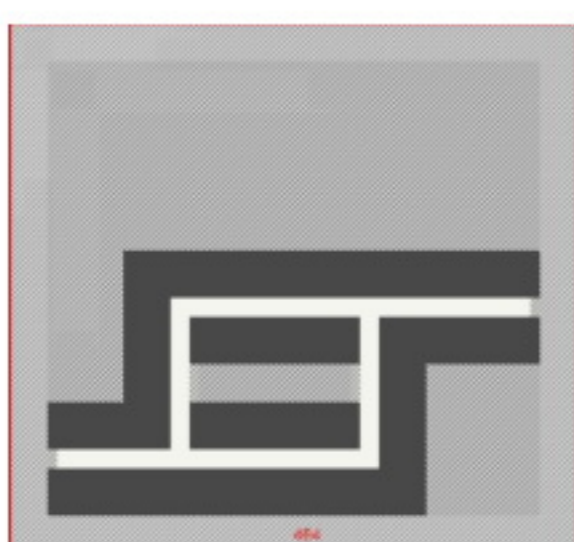
461_EXCELL



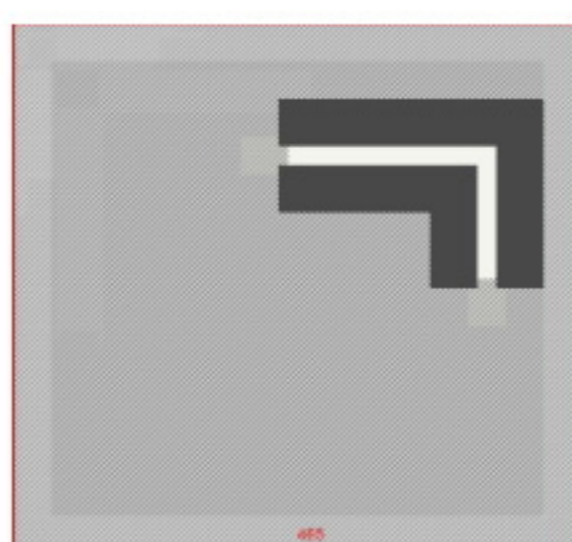
462_EXCELL



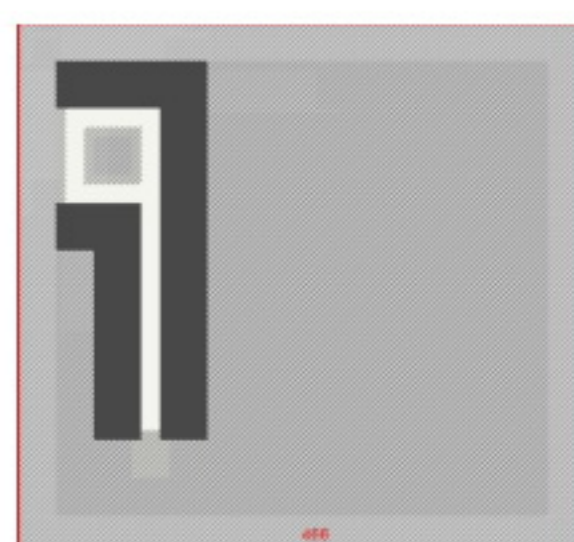
463_EXCELL



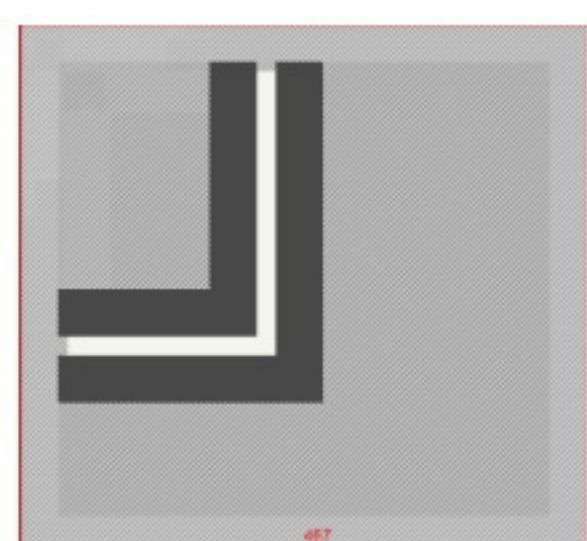
464_EXCELL



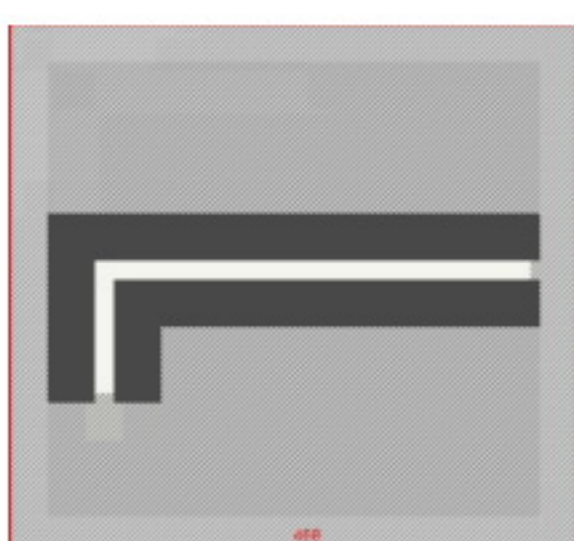
465_EXCELL



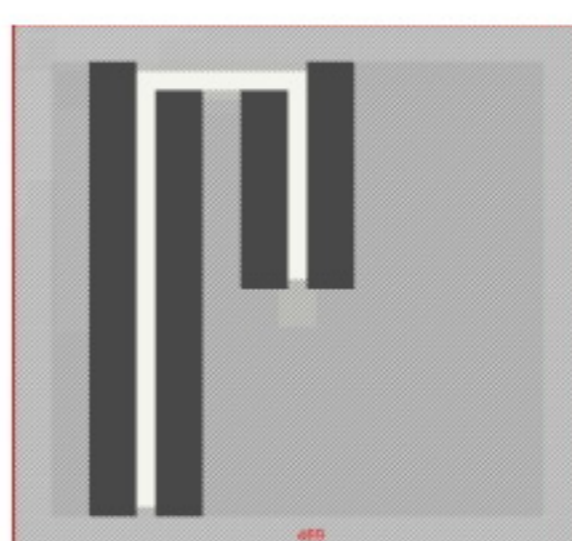
466_EXCELL



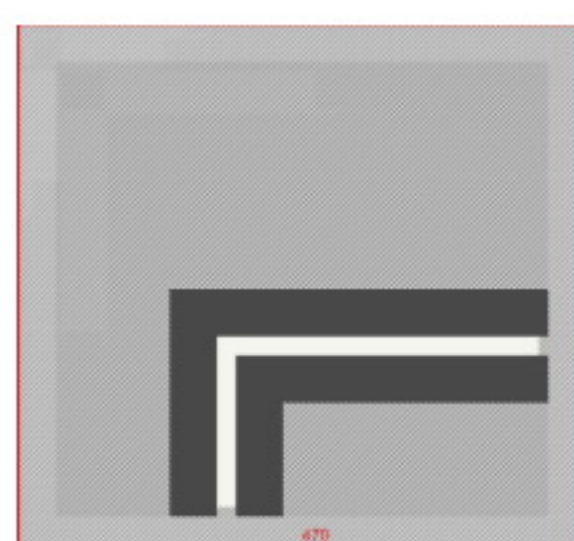
467_EXCELL



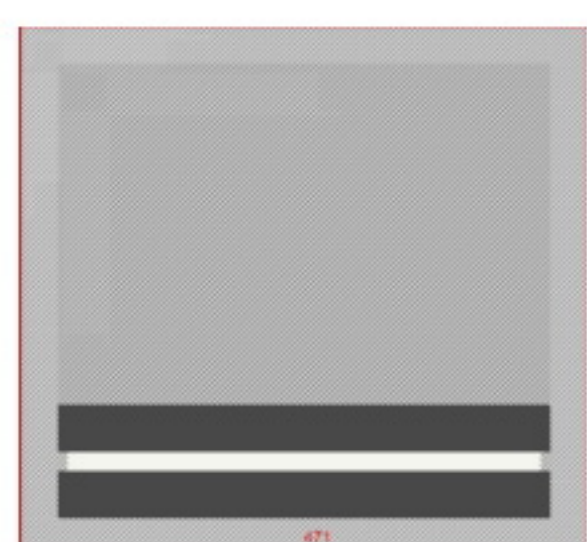
468_EXCELL



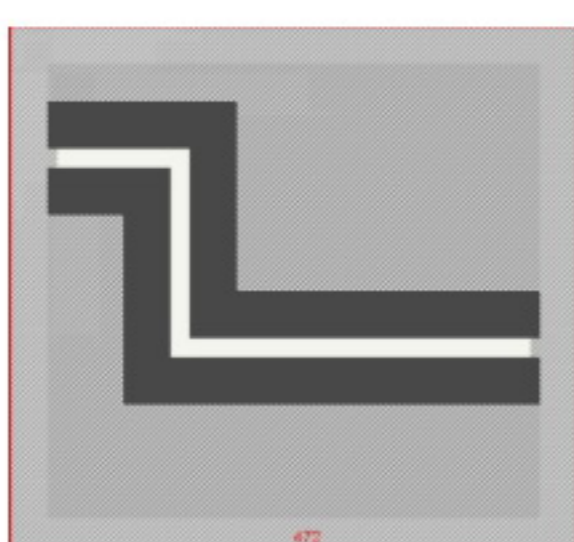
469_EXCELL



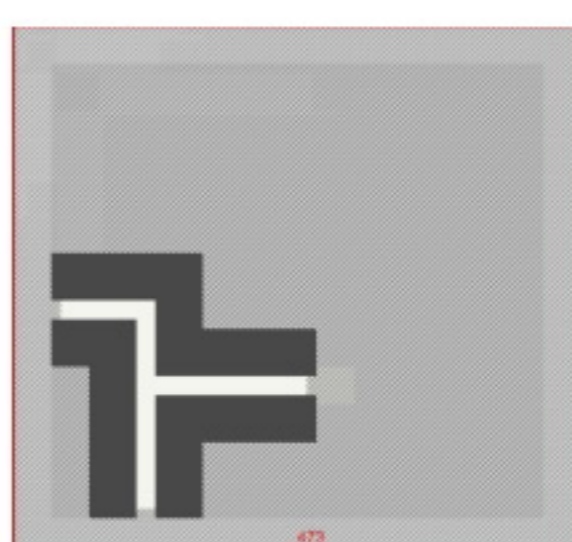
470_EXCELL



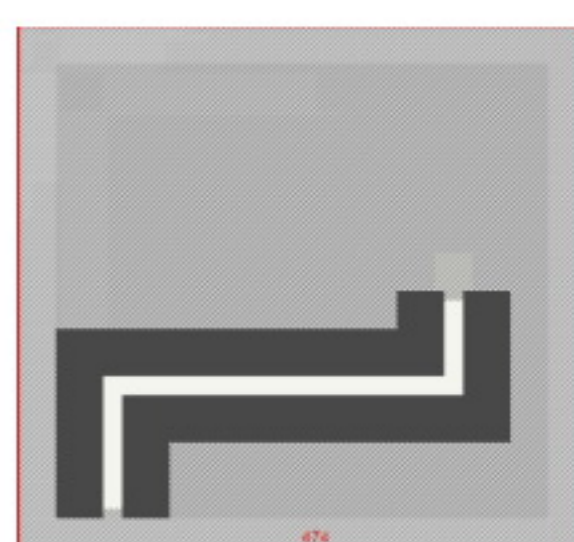
471_EXCELL



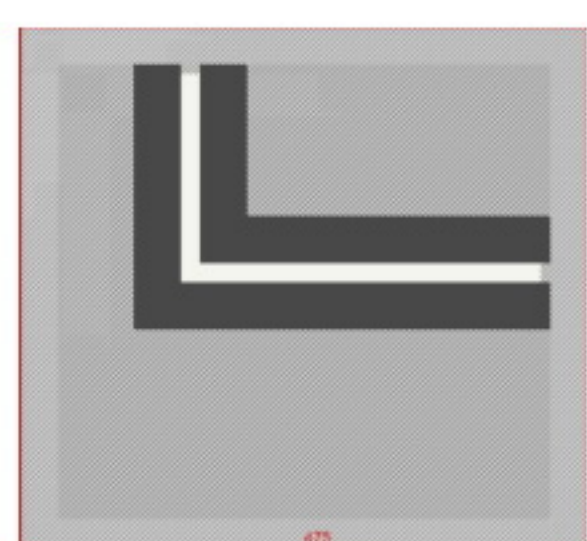
472_EXCELL



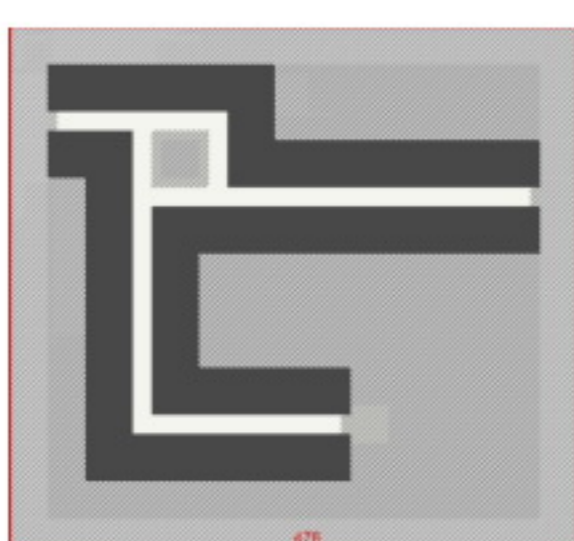
473_EXCELL



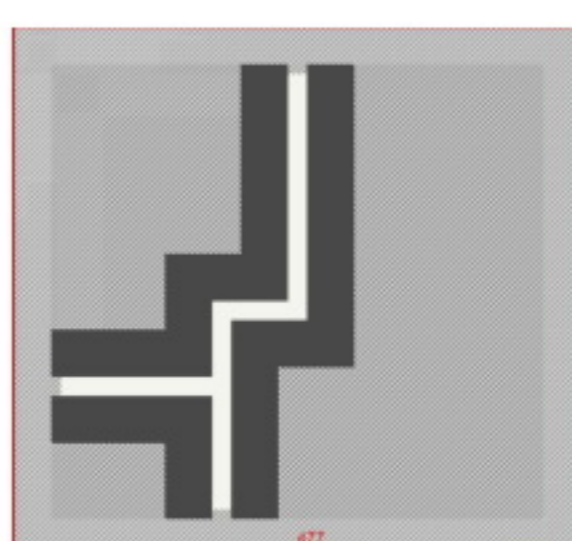
474_EXCELL



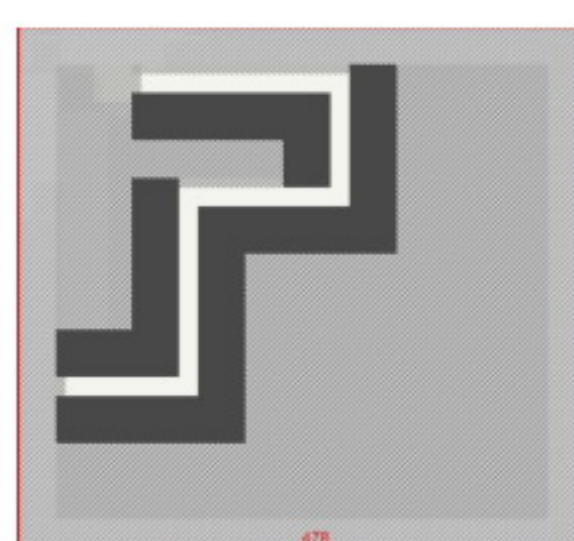
475_EXCELL



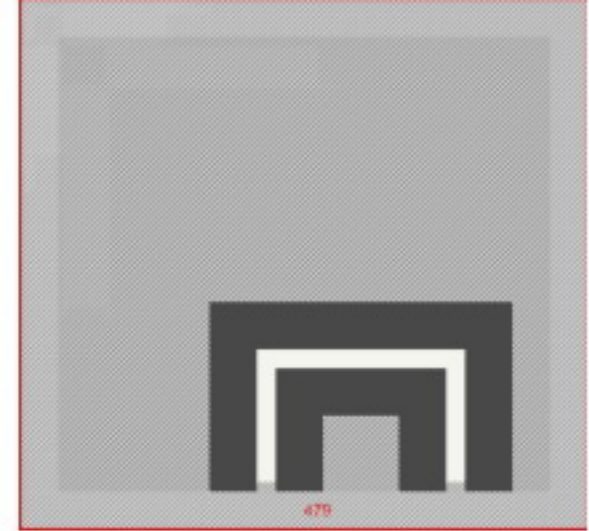
476_EXCELL



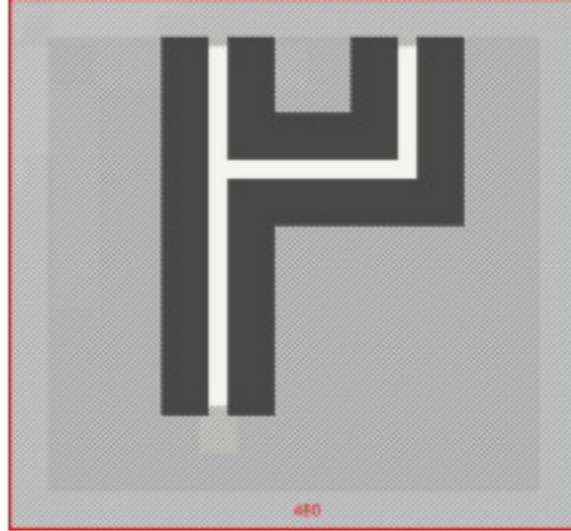
477_EXCELL



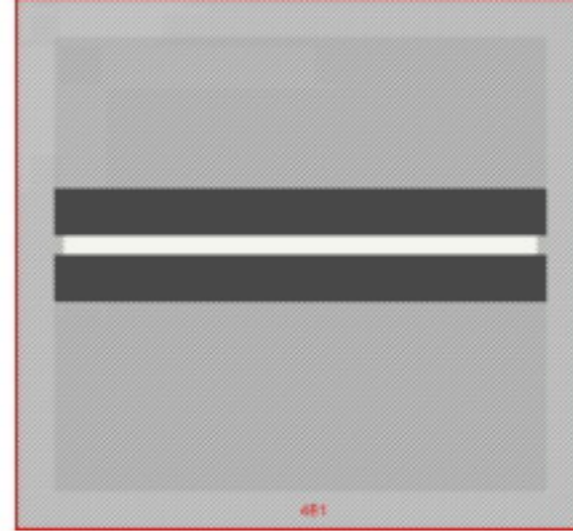
478_EXCELL



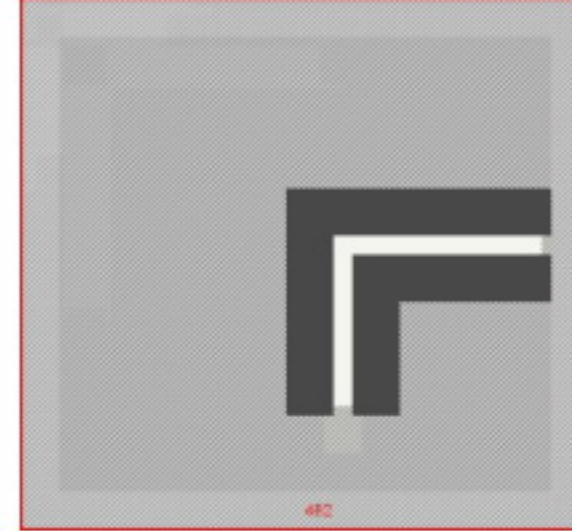
479_EXCELL



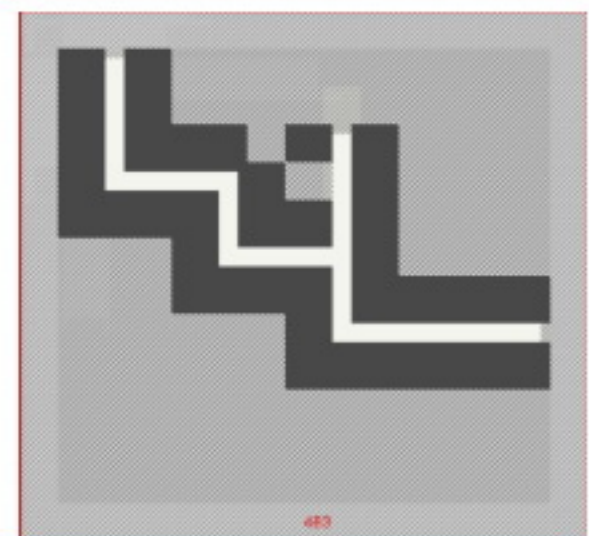
480_EXCELL



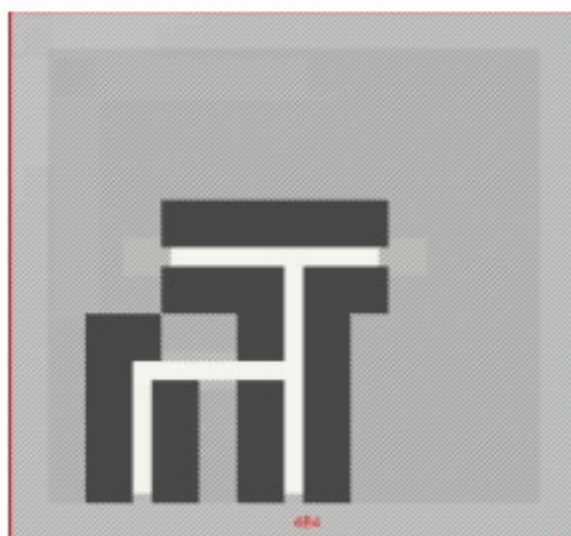
481_EXCELL



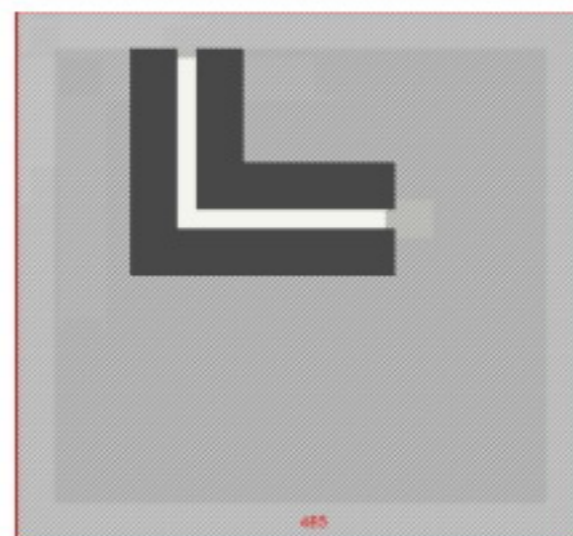
482_EXCELL



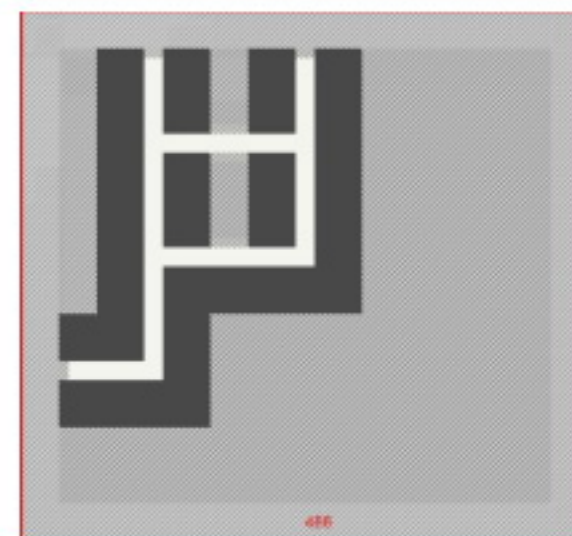
483_EXCELL



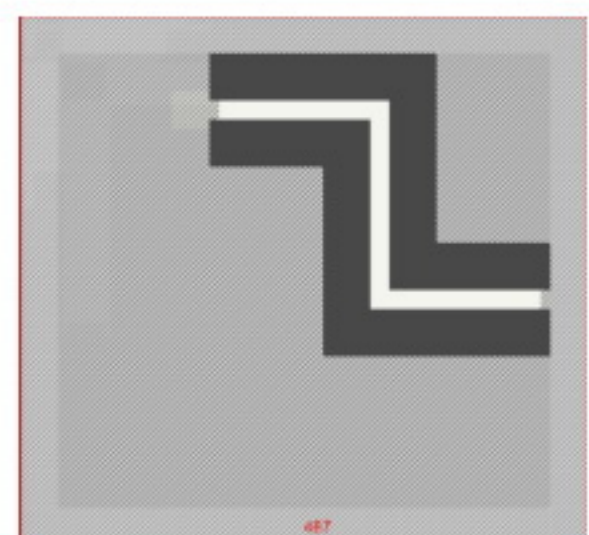
484_EXCELL



485_EXCELL



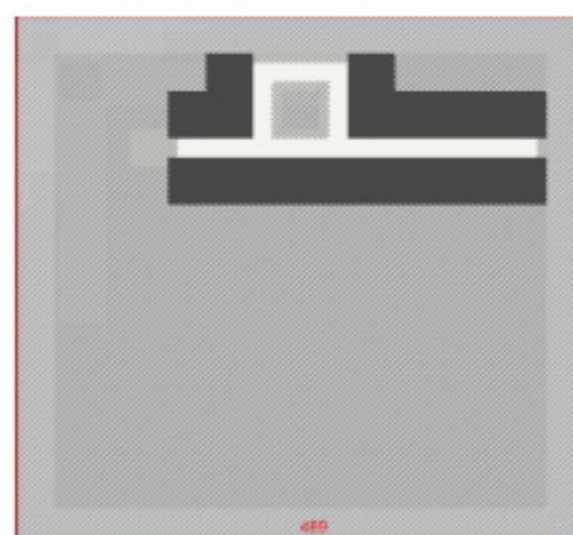
486_EXCELL



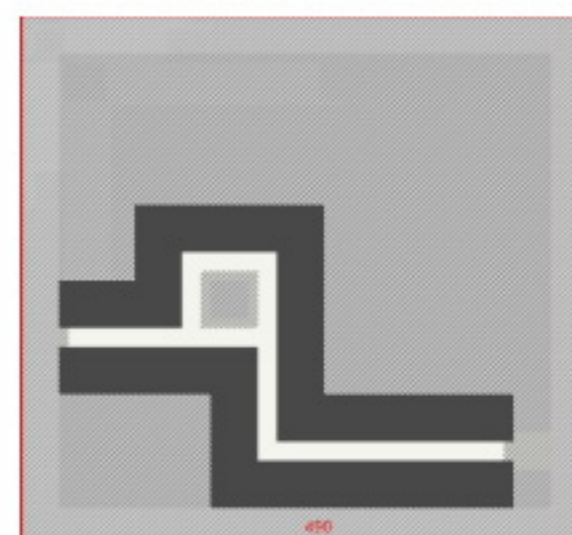
487_EXCELL



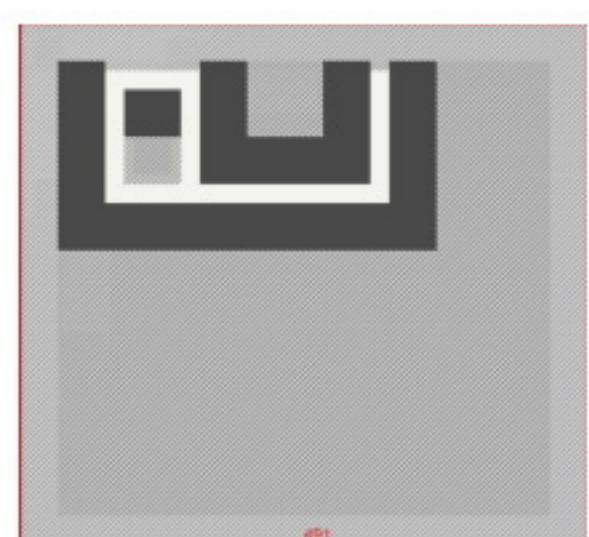
488_EXCELL



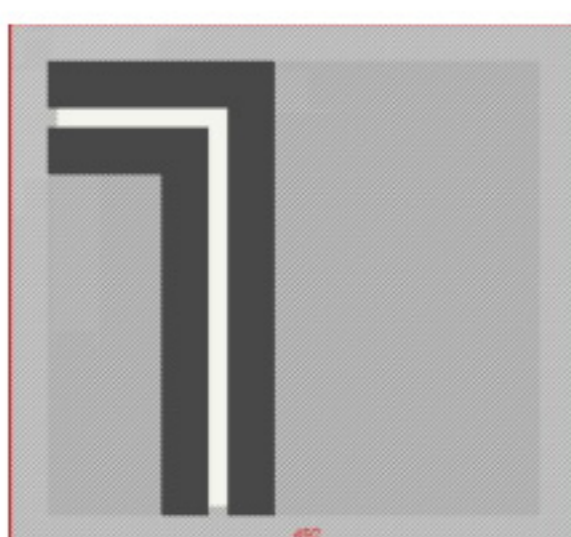
489_EXCELL



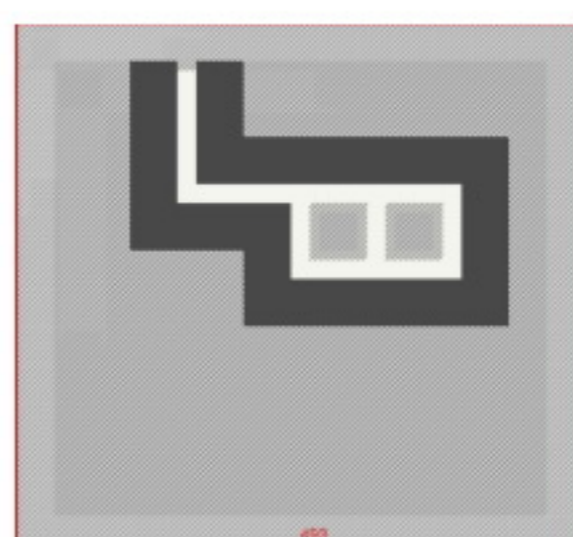
490_EXCELL



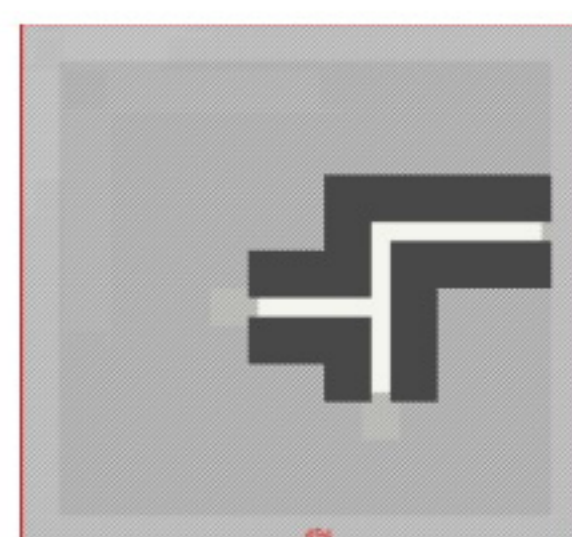
491_EXCELL



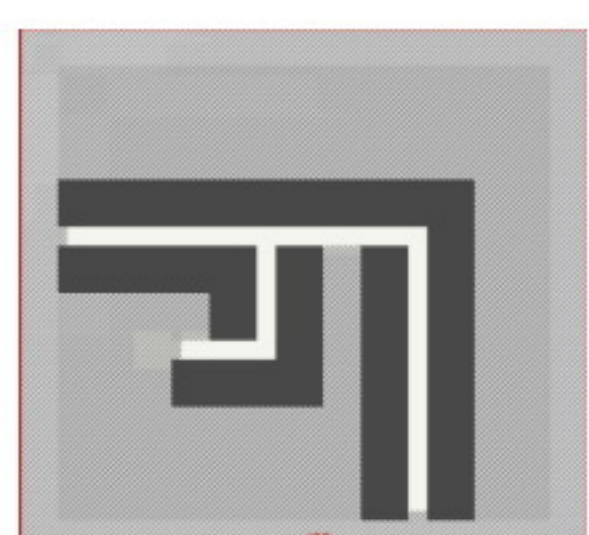
492_EXCELL



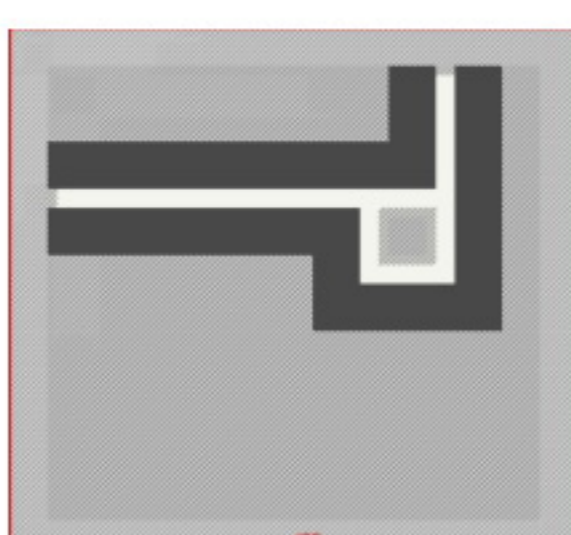
493_EXCELL



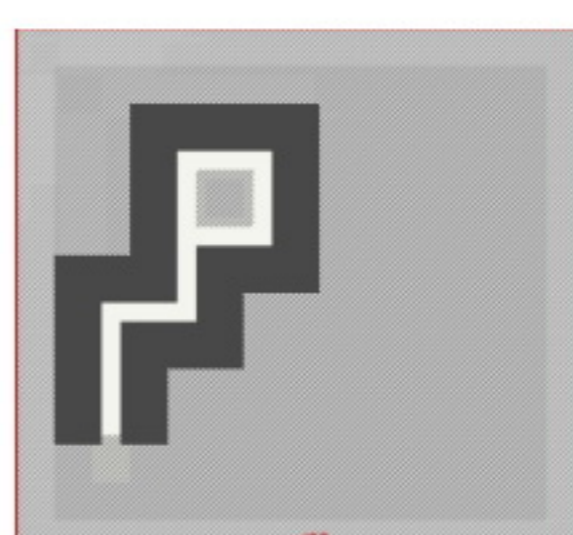
494_EXCELL



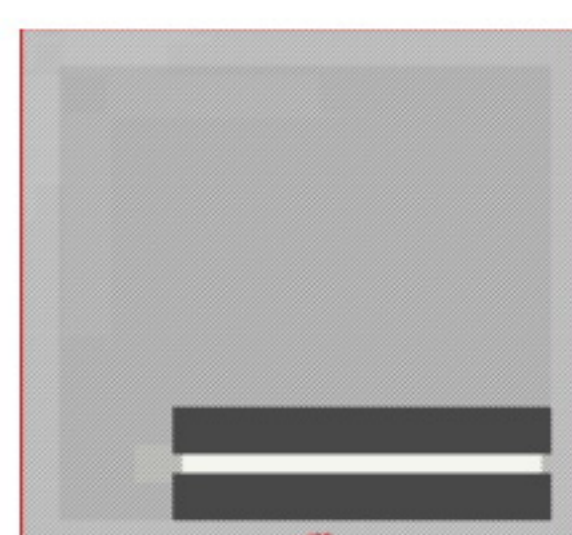
495_EXCELL



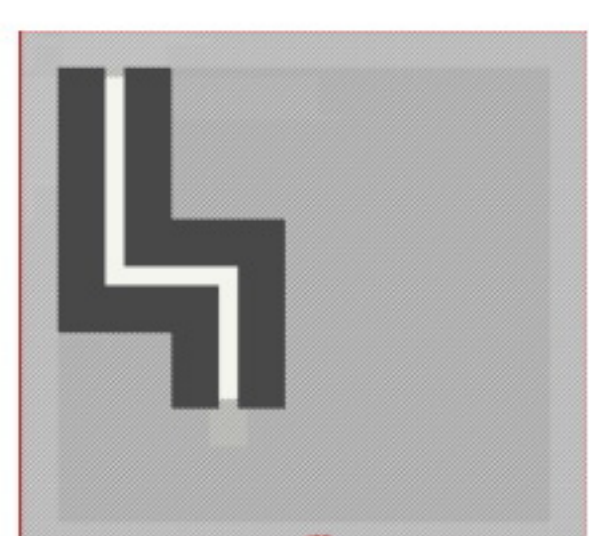
496_EXCELL



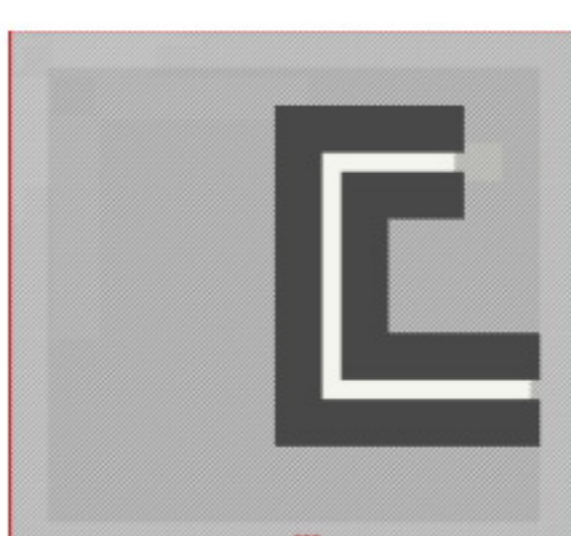
497_EXCELL



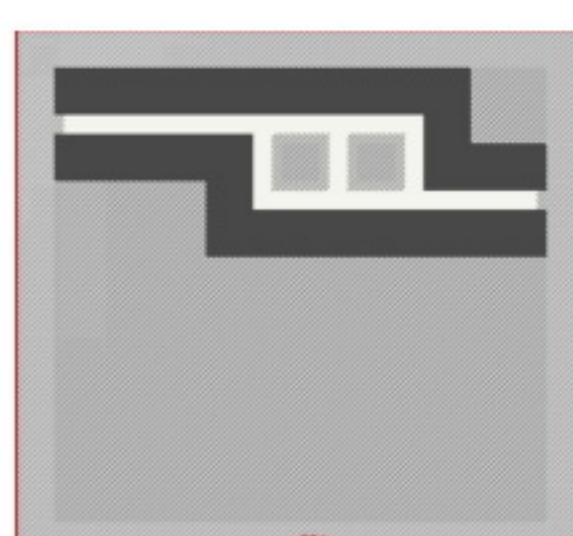
498_EXCELL



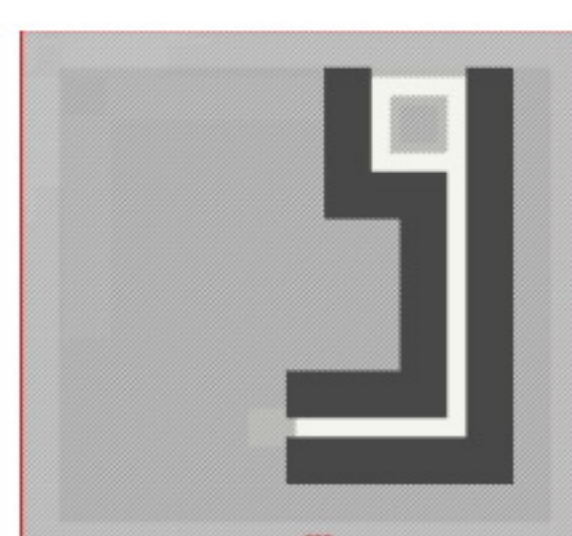
499_EXCELL



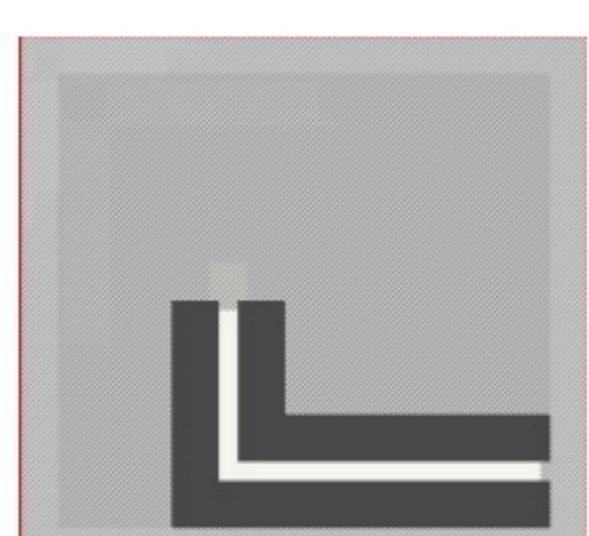
500_EXCELL



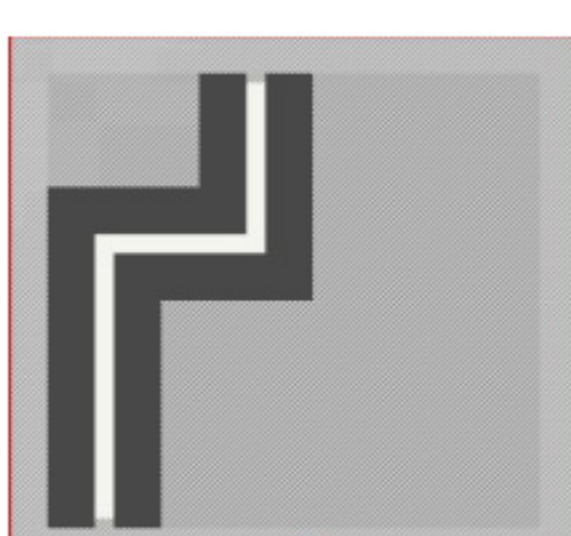
501_EXCELL



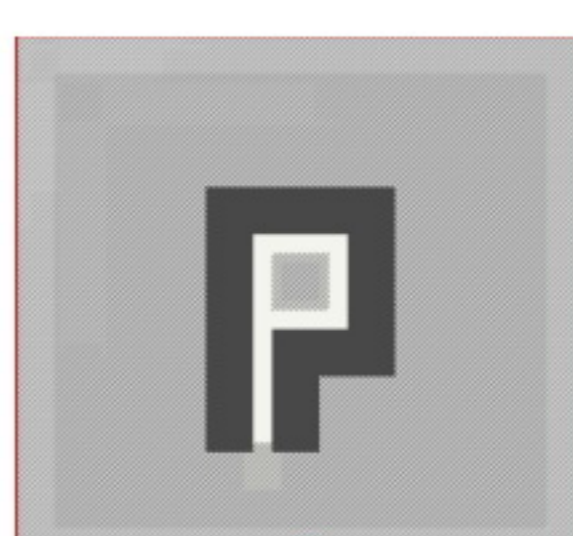
502_EXCELL



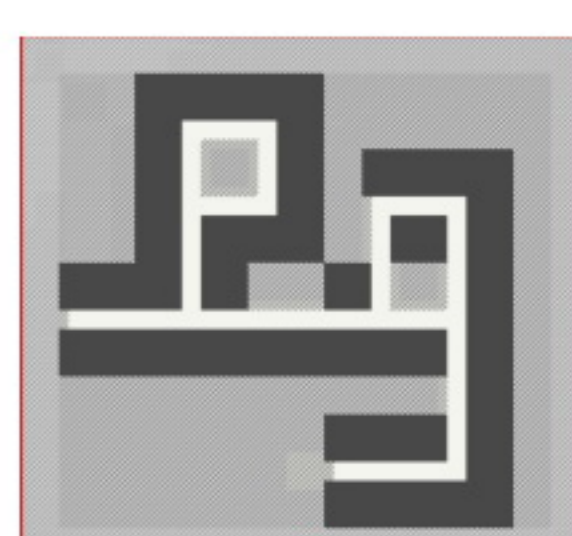
503_EXCELL



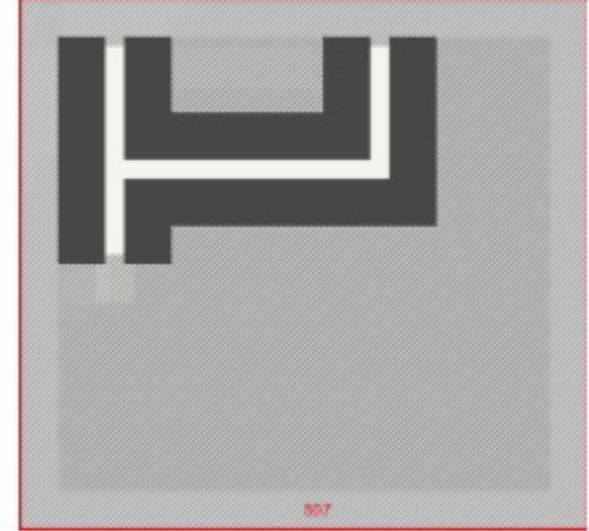
504_EXCELL



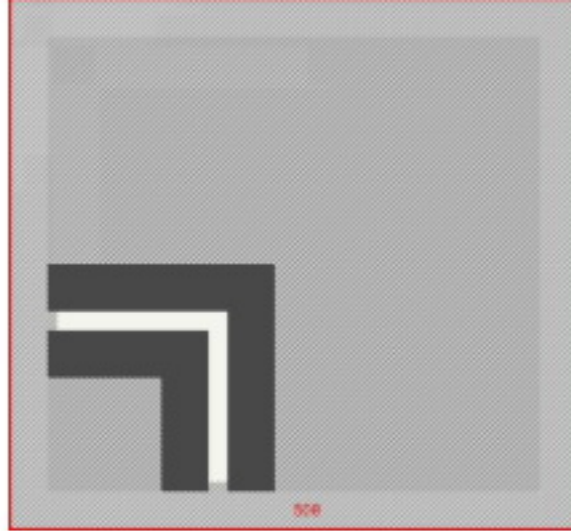
505_EXCELL



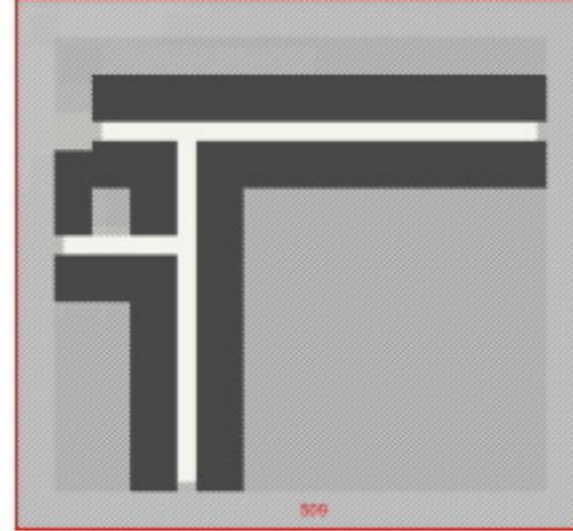
506_EXCELL



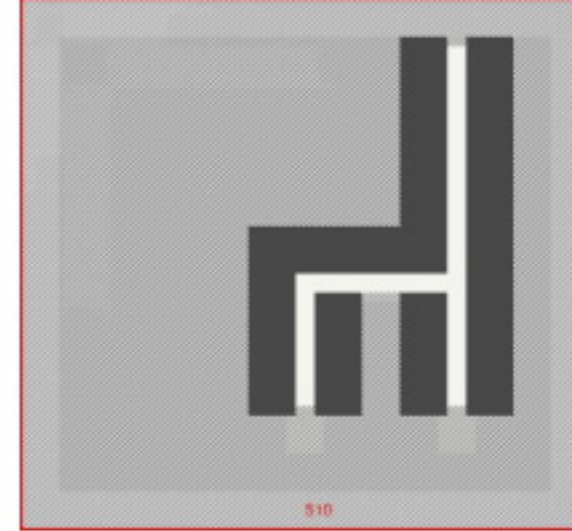
507_EXCELL



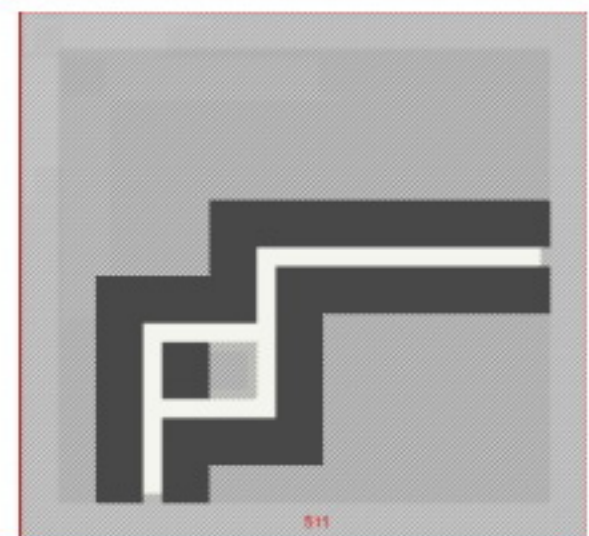
508_EXCELL



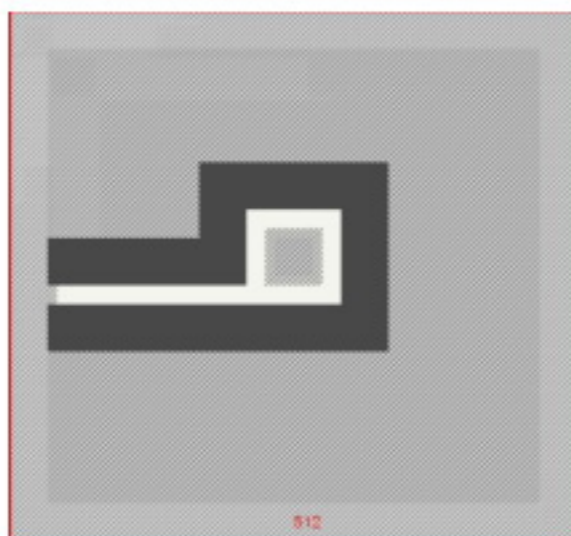
509_EXCELL



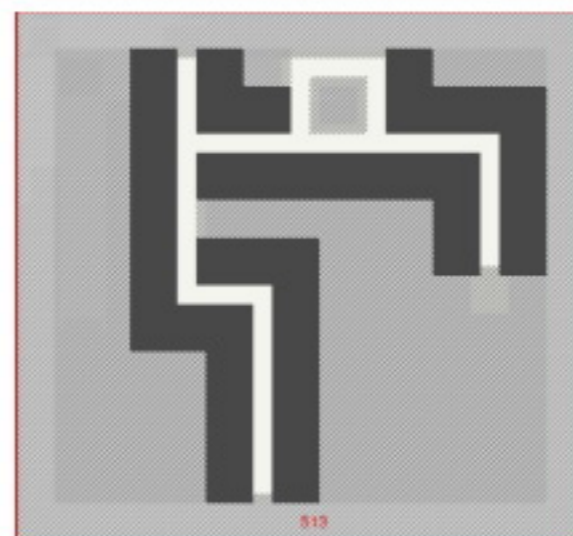
510_EXCELL



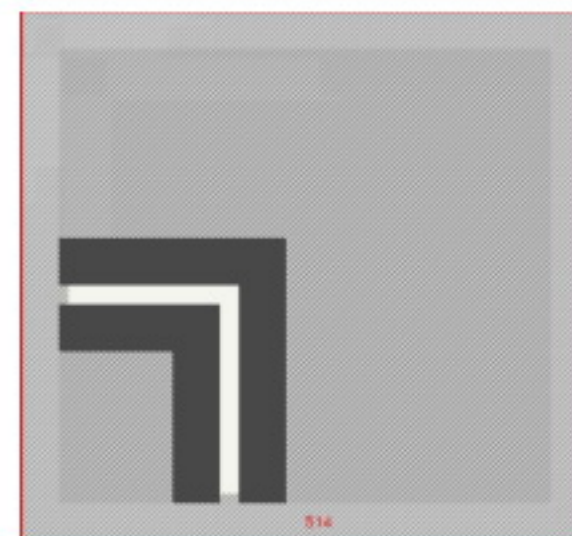
511_EXCELL



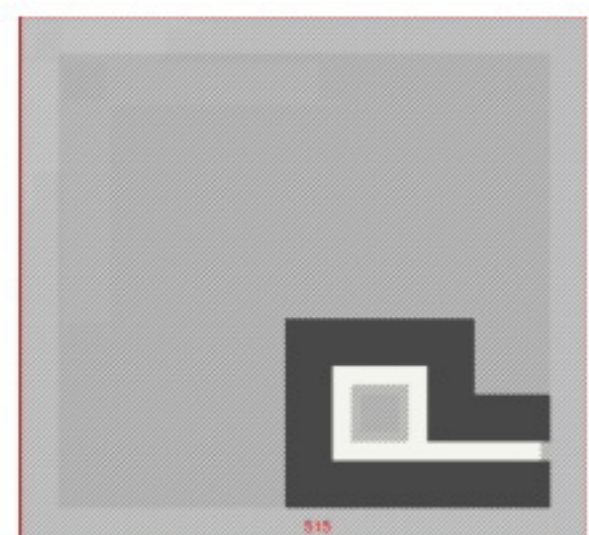
512_EXCELL



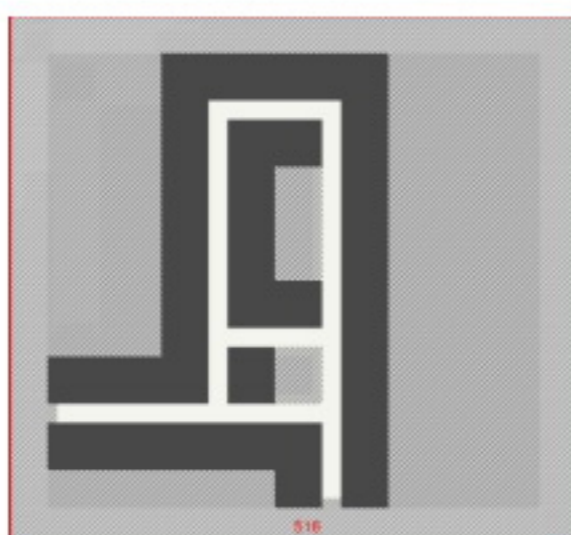
513_EXCELL



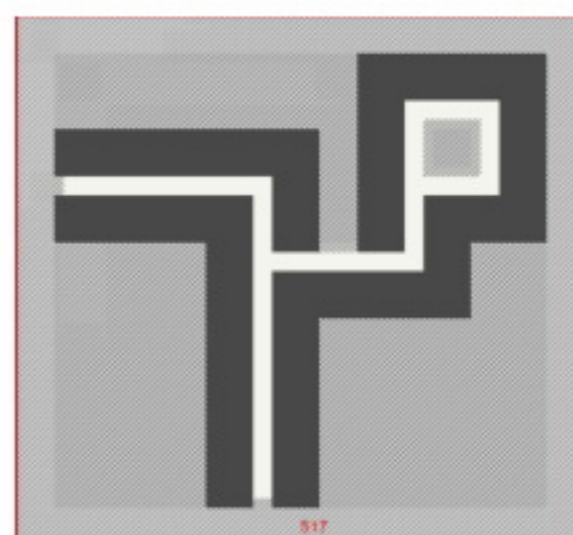
514_EXCELL



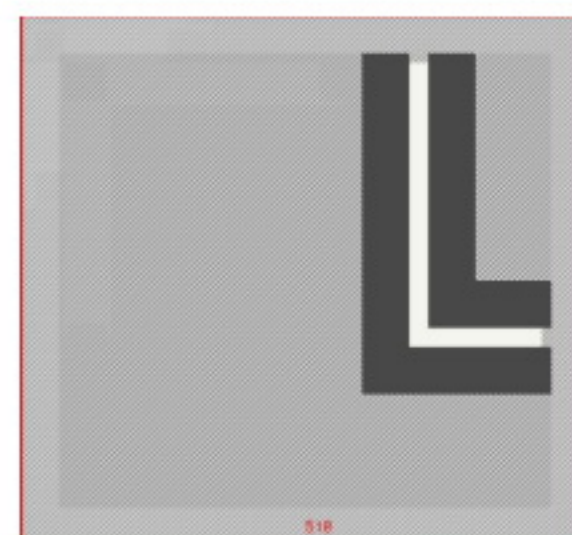
515_EXCELL



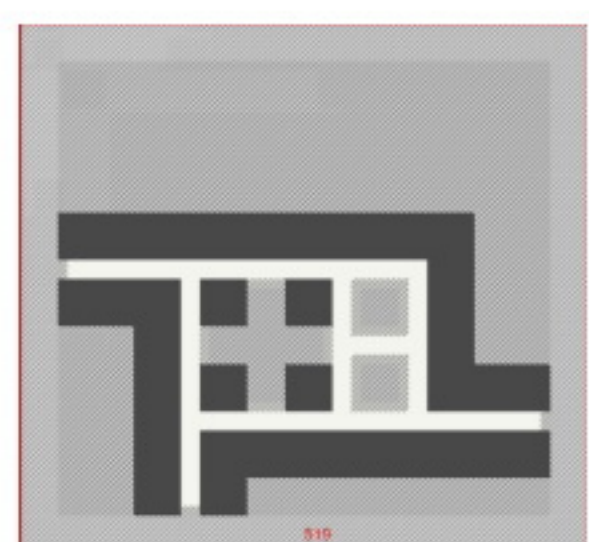
516_EXCELL



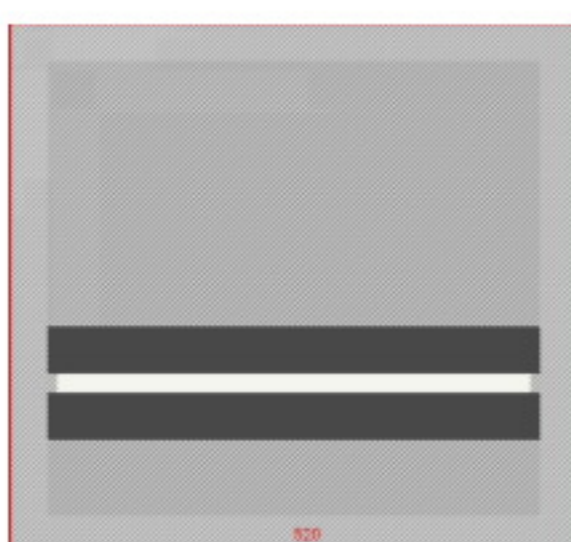
517_EXCELL



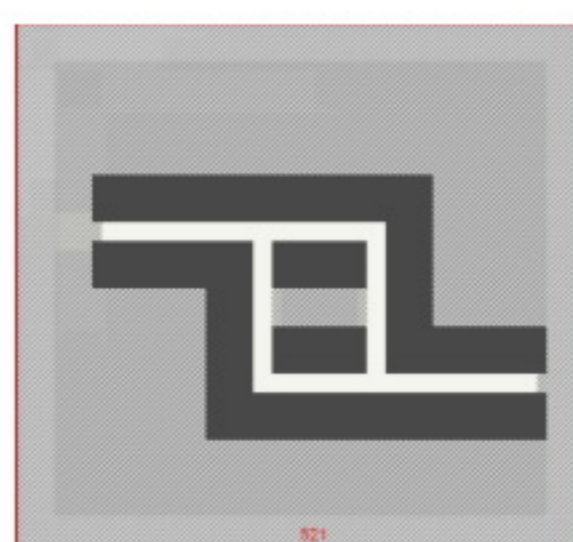
518_EXCELL



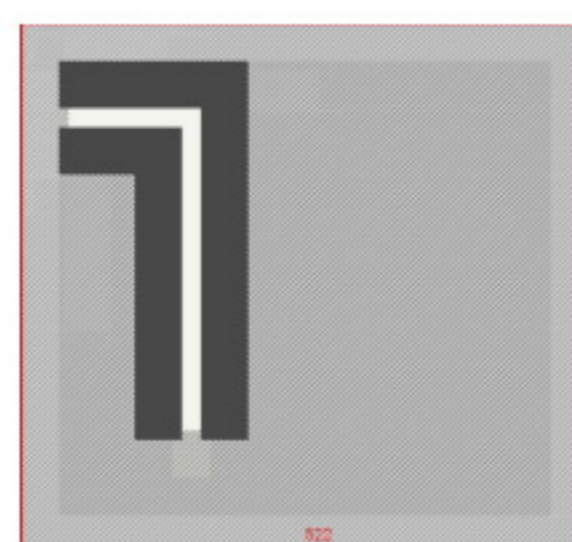
519_EXCELL



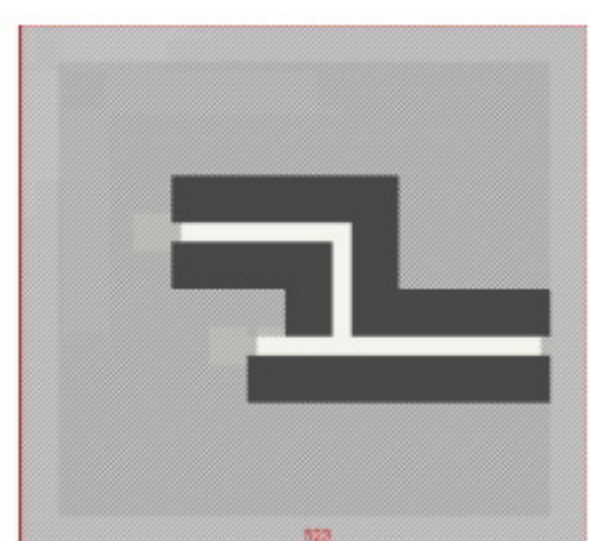
520_EXCELL



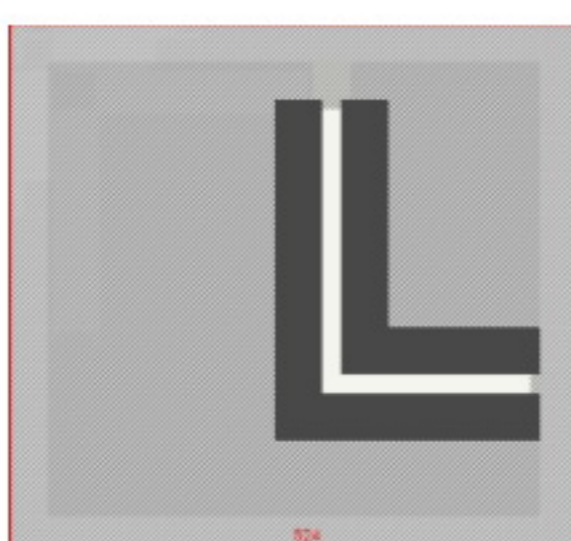
521_EXCELL



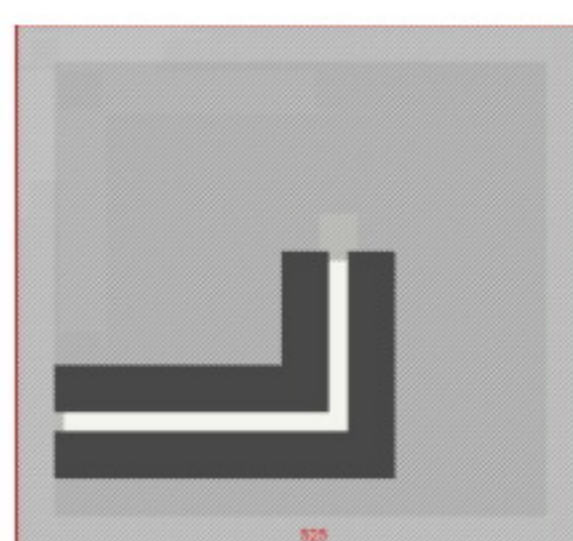
522_EXCELL



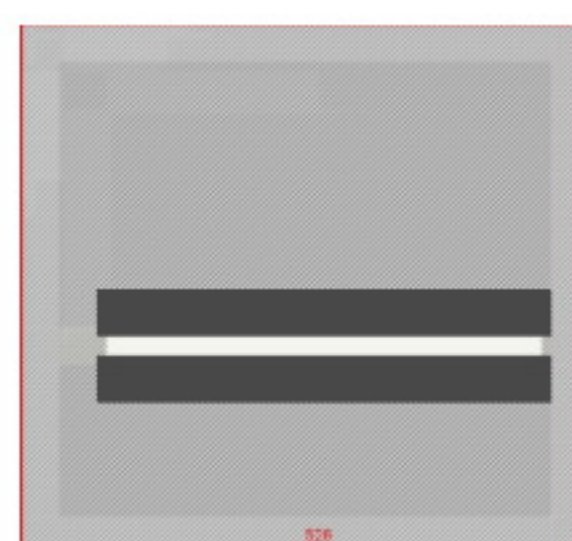
523_EXCELL



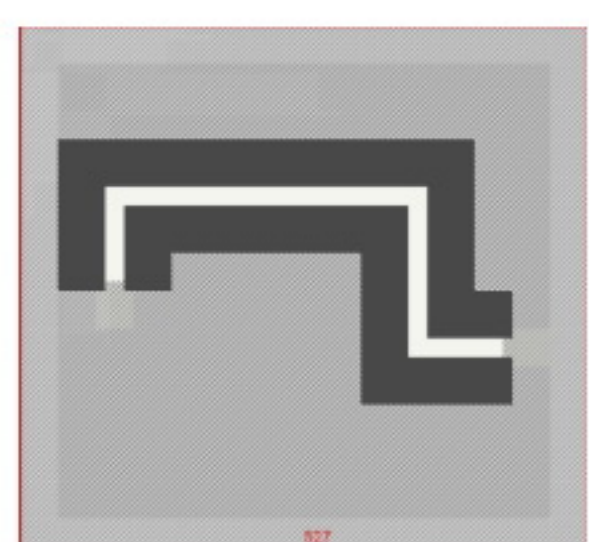
524_EXCELL



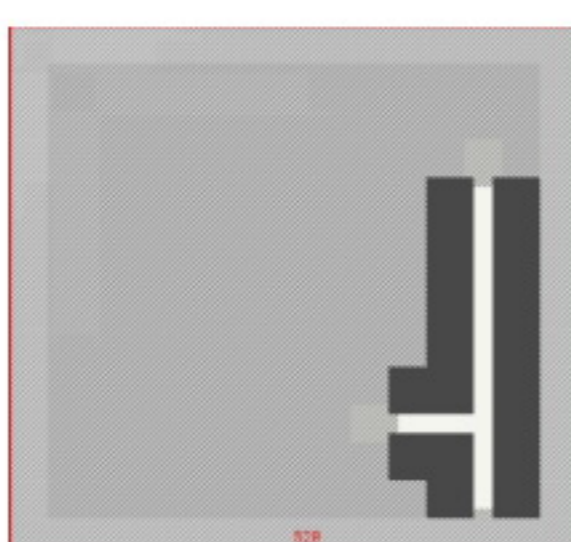
525_EXCELL



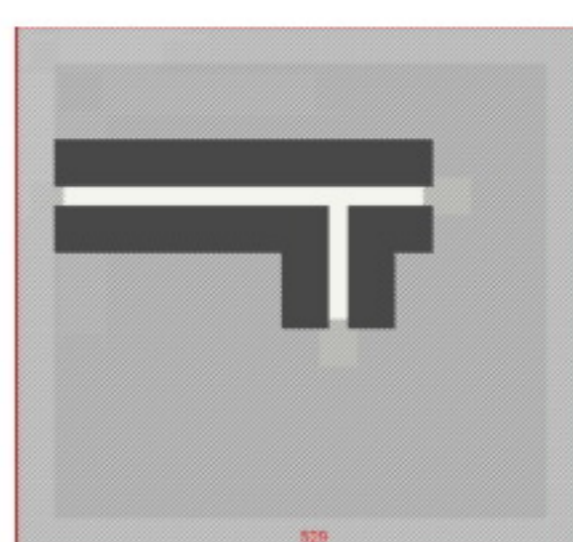
526_EXCELL



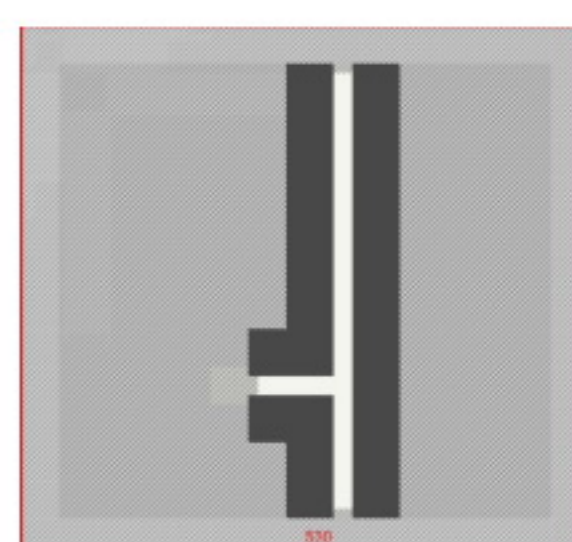
527_EXCELL



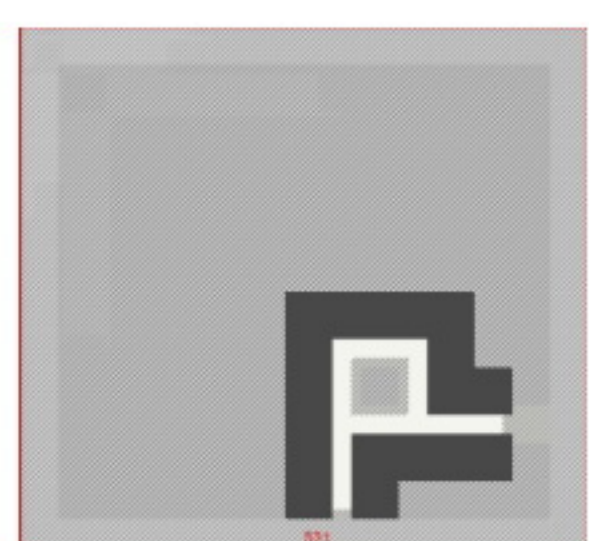
528_EXCELL



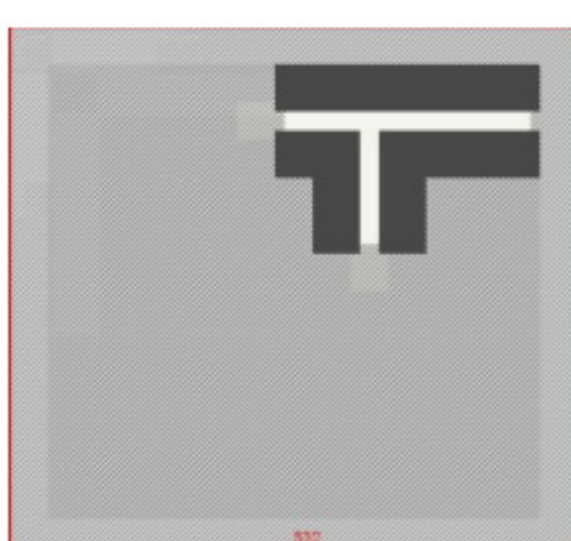
529_EXCELL



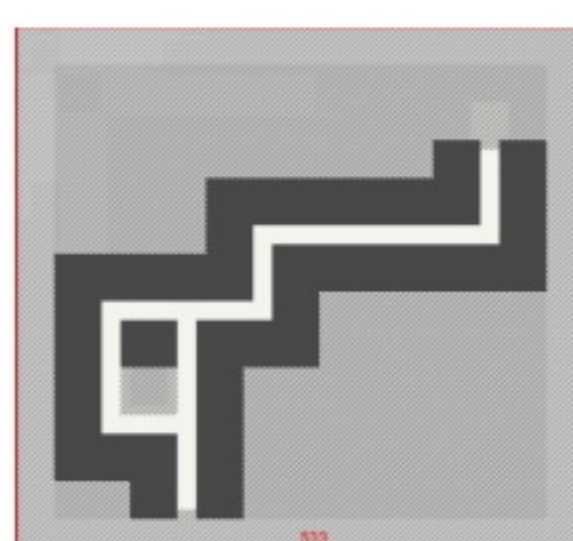
530_EXCELL



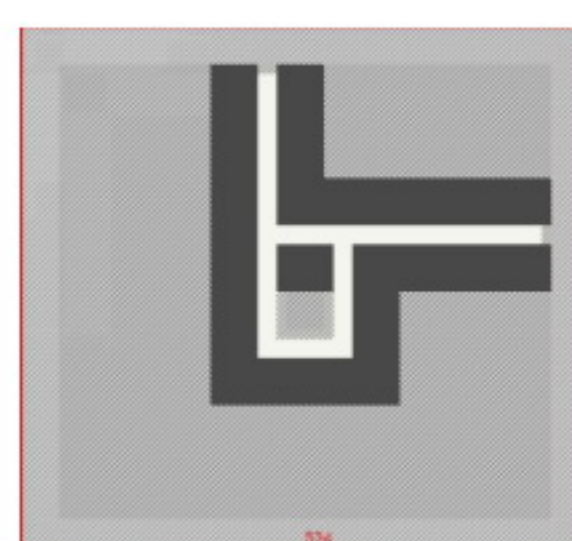
531_EXCELL



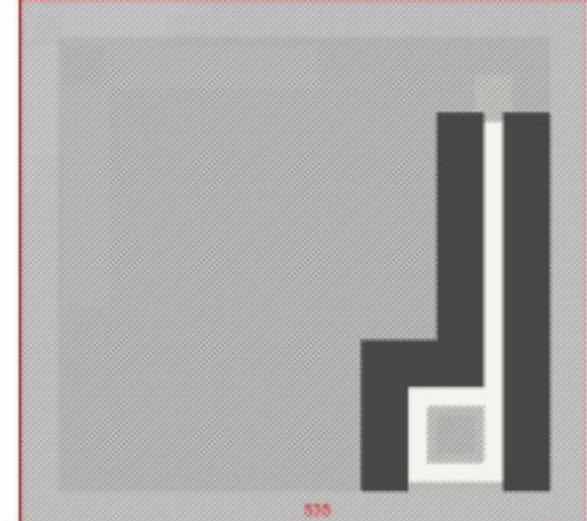
532_EXCELL



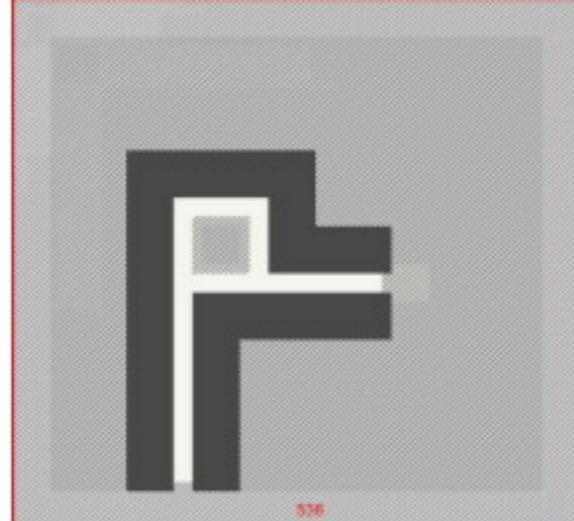
533_EXCELL



534_EXCELL



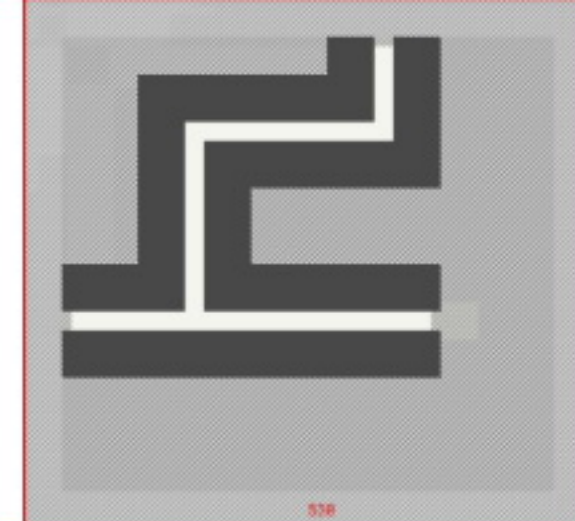
535_EXCELL



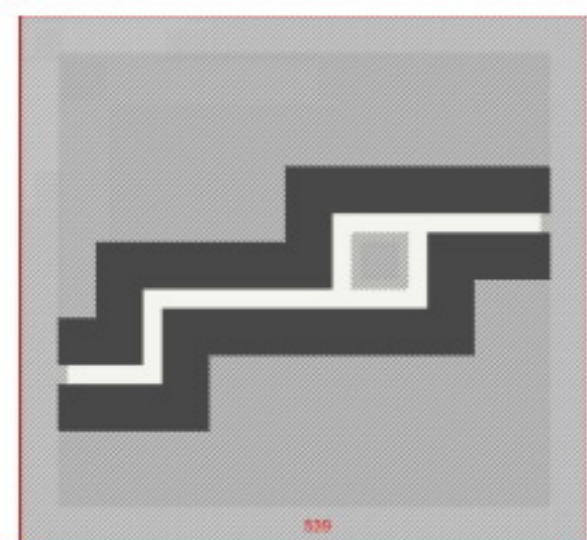
536_EXCELL



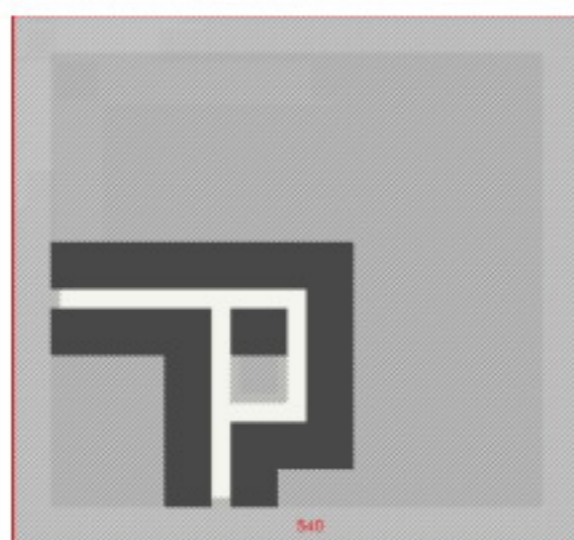
537_EXCELL



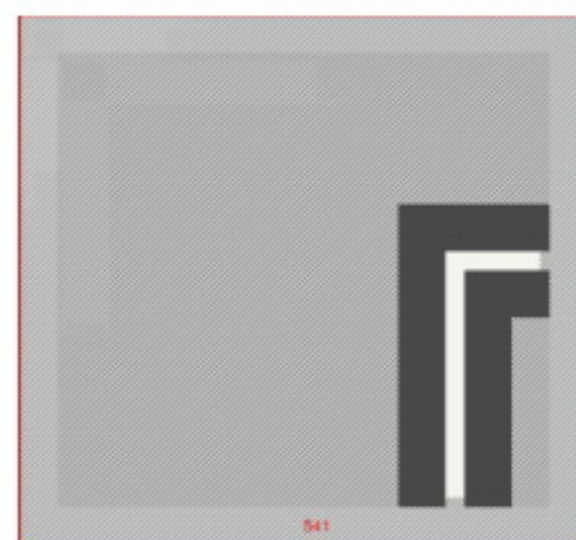
538_EXCELL



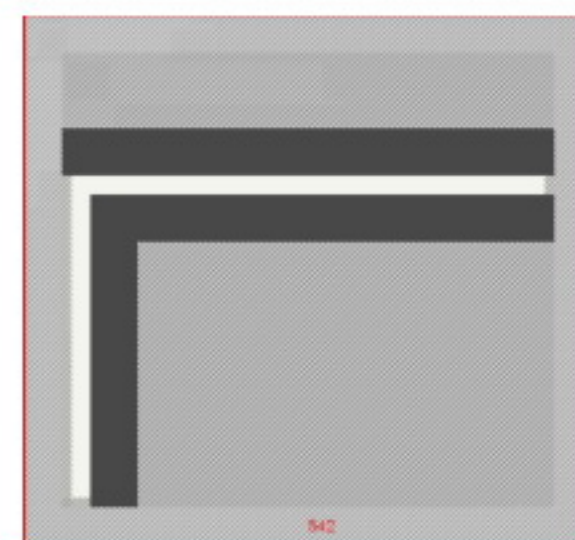
539_EXCELL



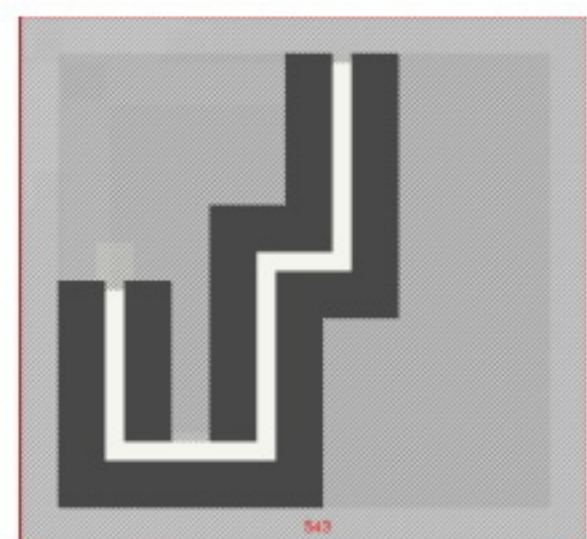
540_EXCELL



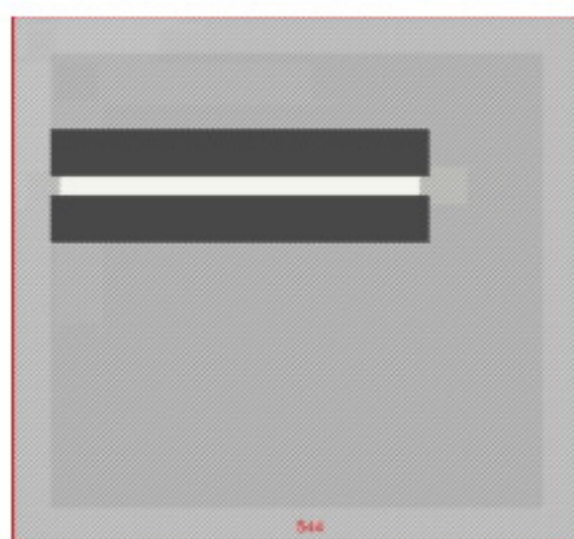
541_EXCELL



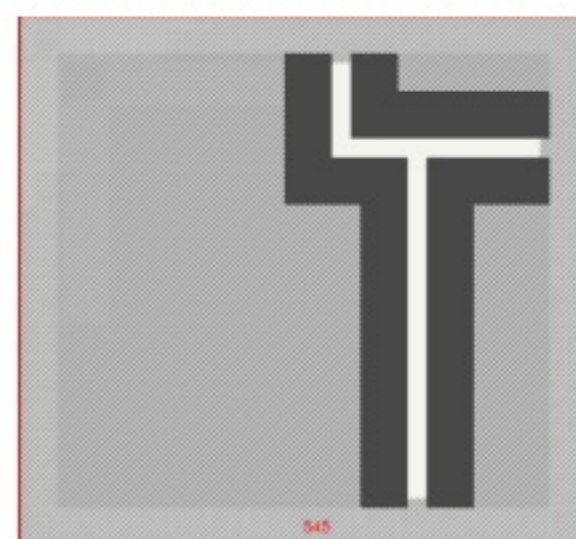
542_EXCELL



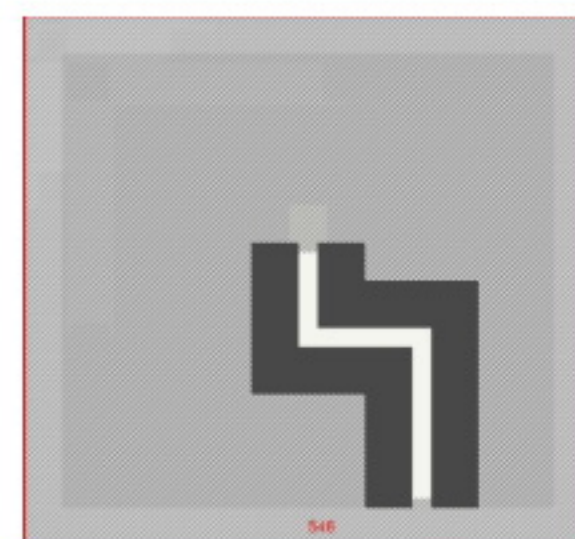
543_EXCELL



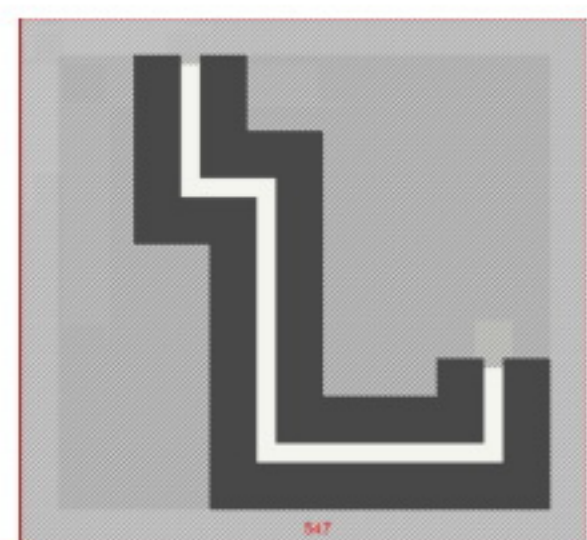
544_EXCELL



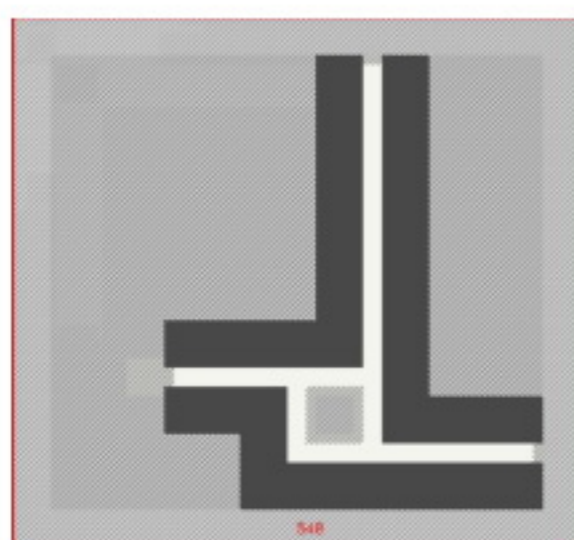
545_EXCELL



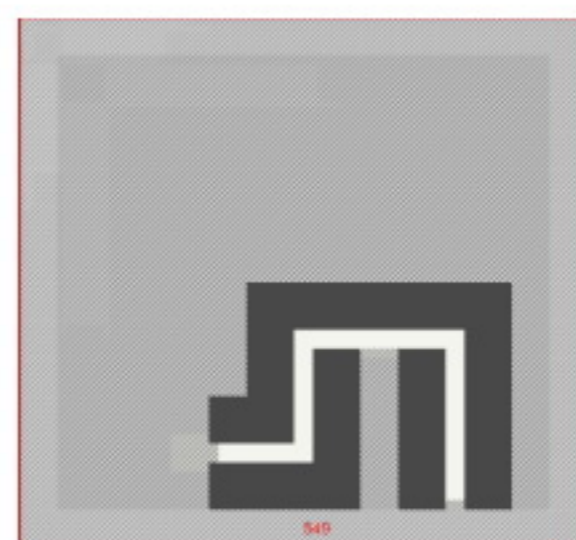
546_EXCELL



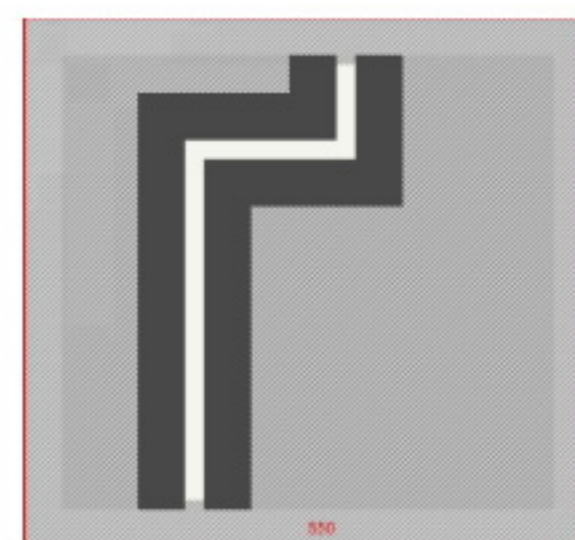
547_EXCELL



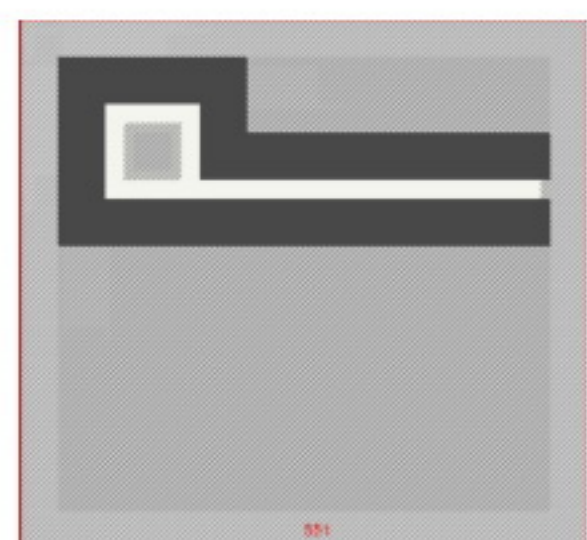
548_EXCELL



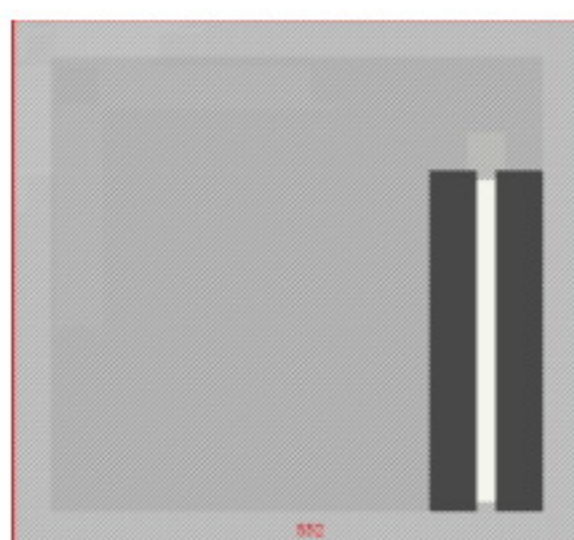
549_EXCELL



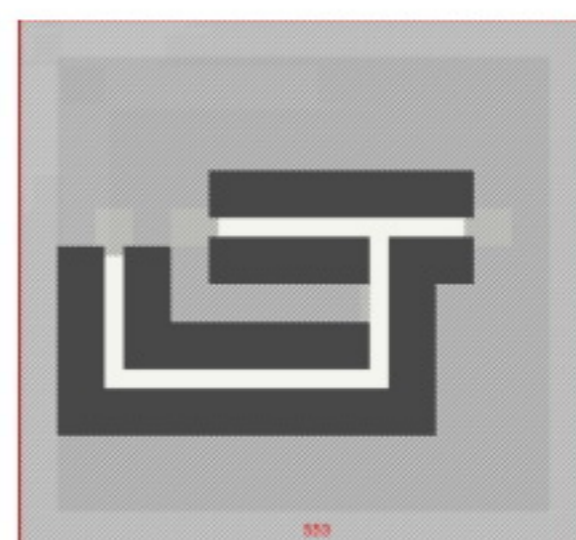
550_EXCELL



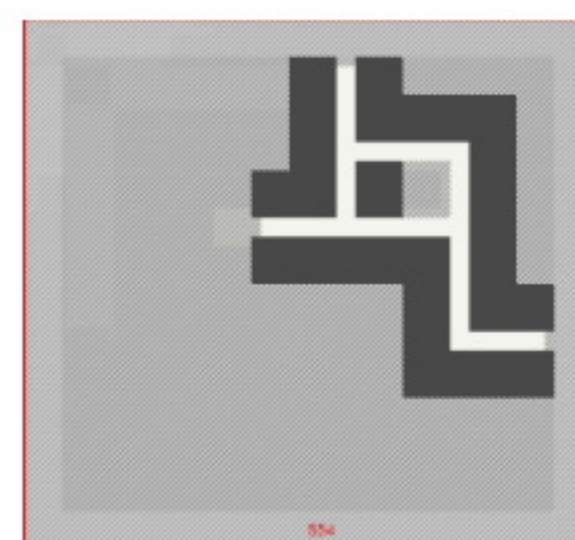
551_EXCELL



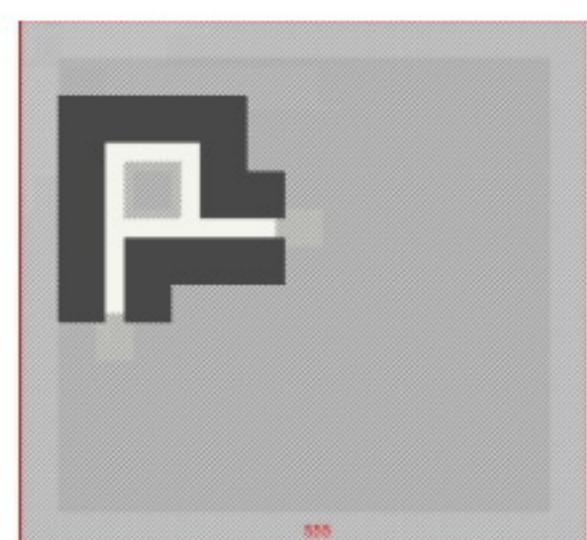
552_EXCELL



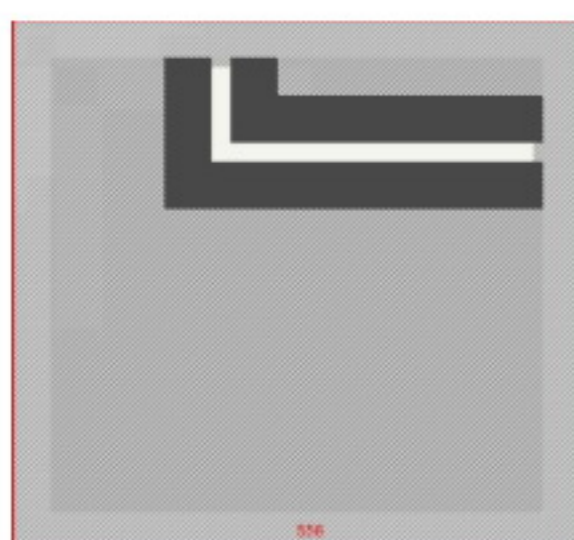
553_EXCELL



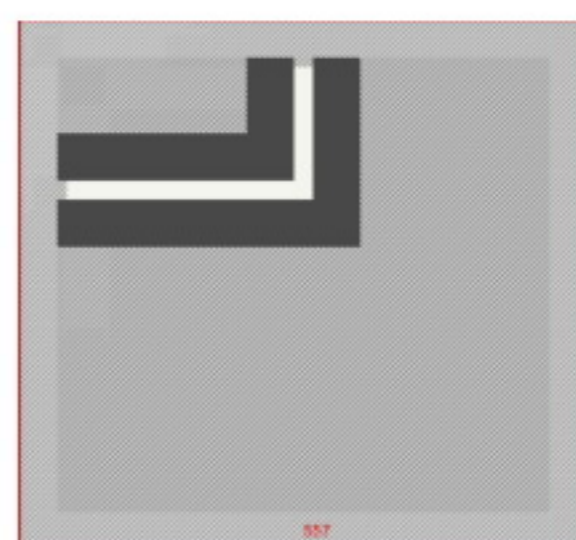
554_EXCELL



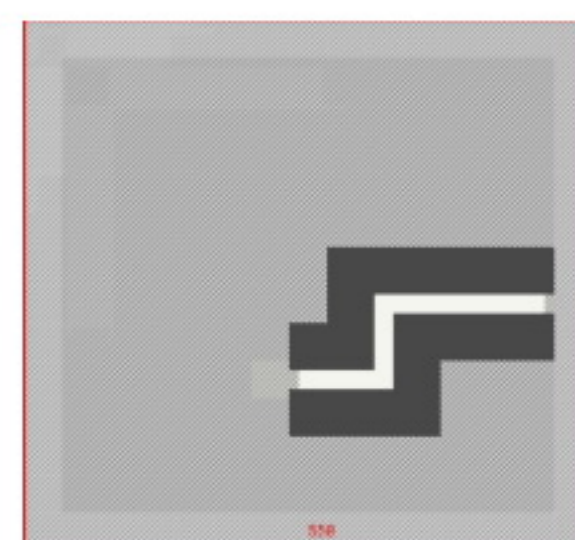
555_EXCELL



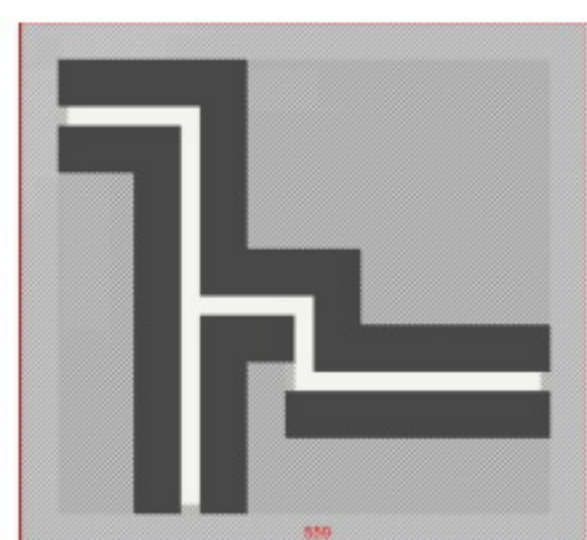
556_EXCELL



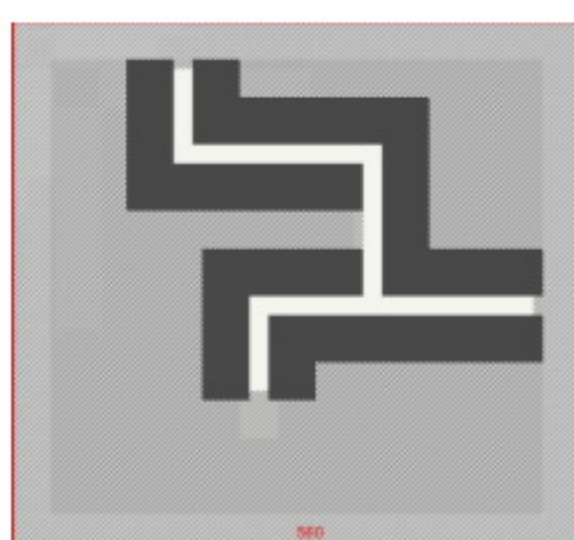
557_EXCELL



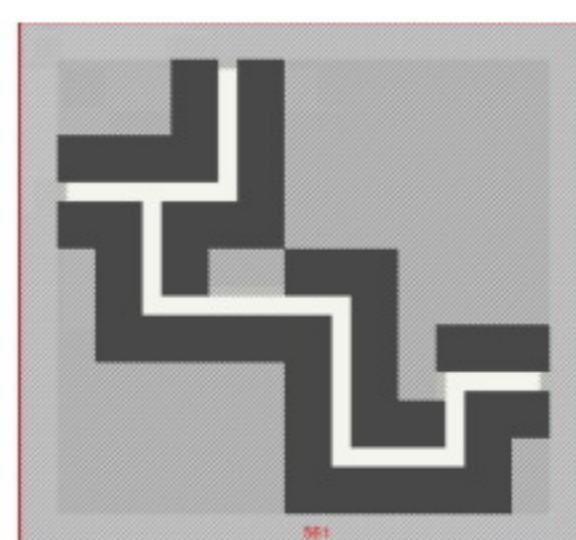
558_EXCELL



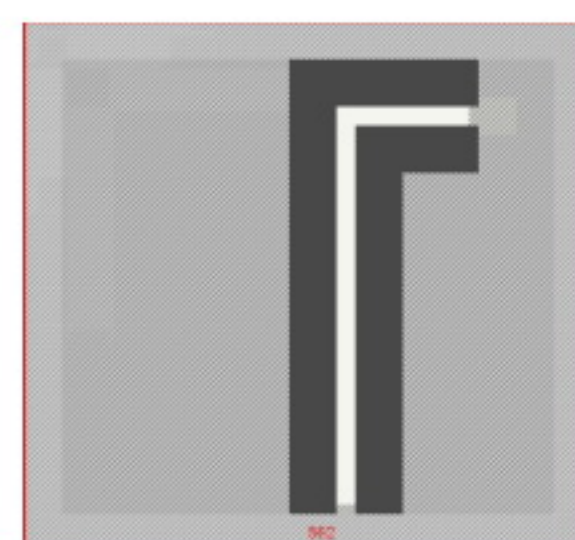
559_EXCELL



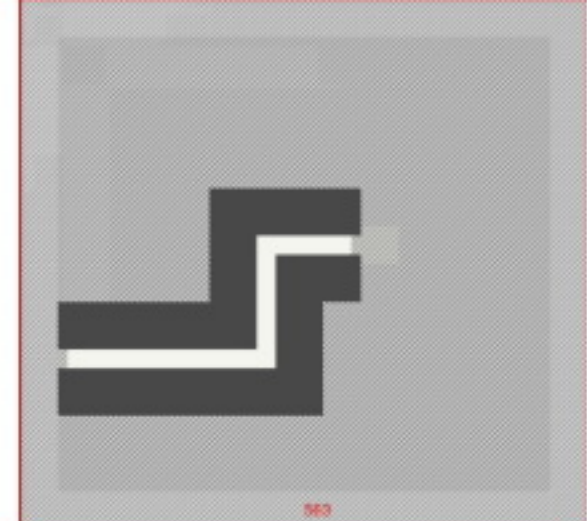
560_EXCELL



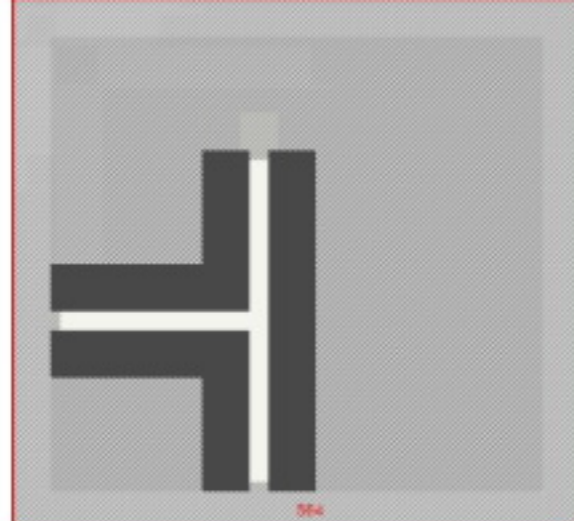
561_EXCELL



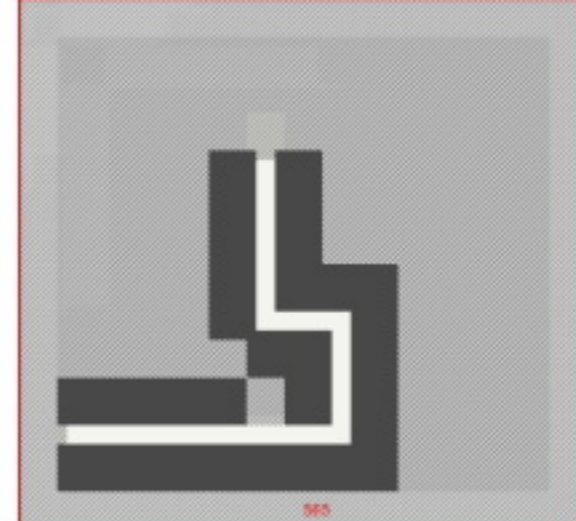
562_EXCELL



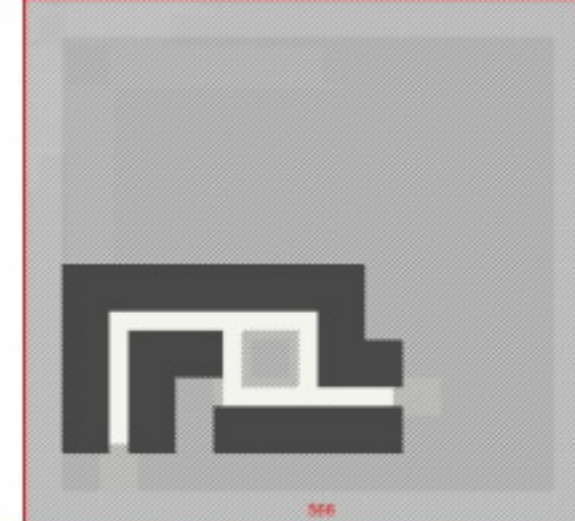
563_EXCELL



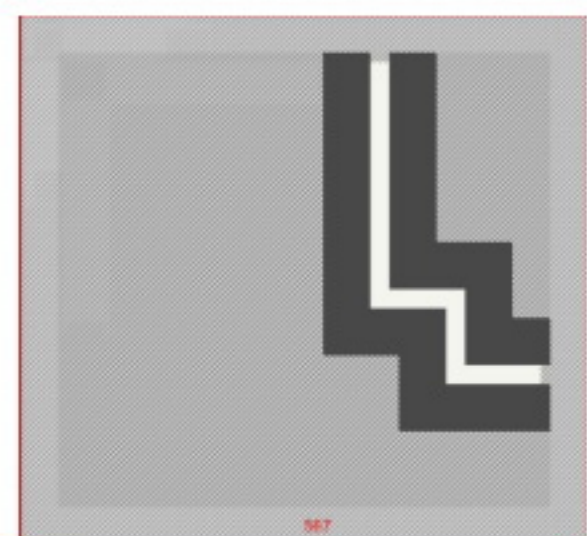
564_EXCELL



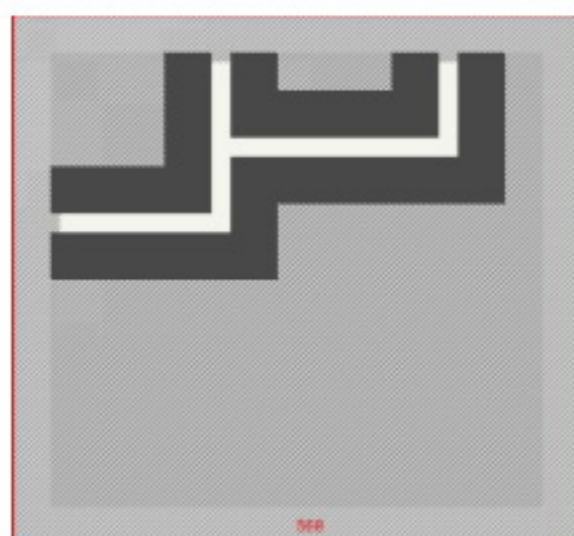
565_EXCELL



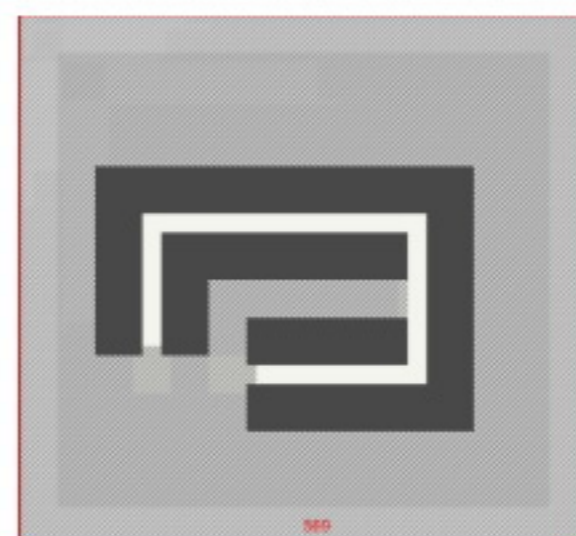
566_EXCELL



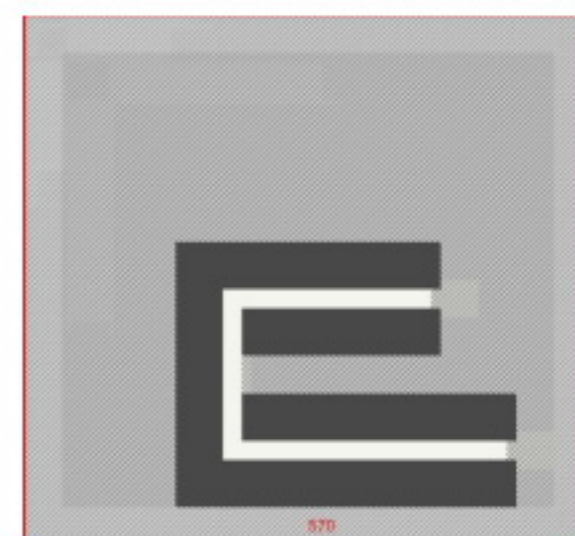
567_EXCELL



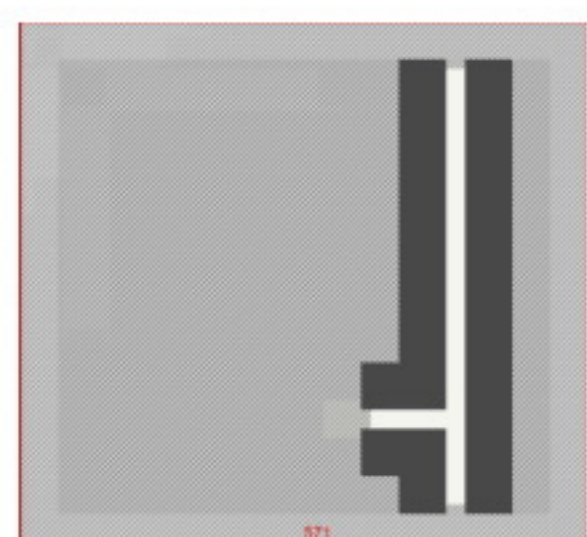
568_EXCELL



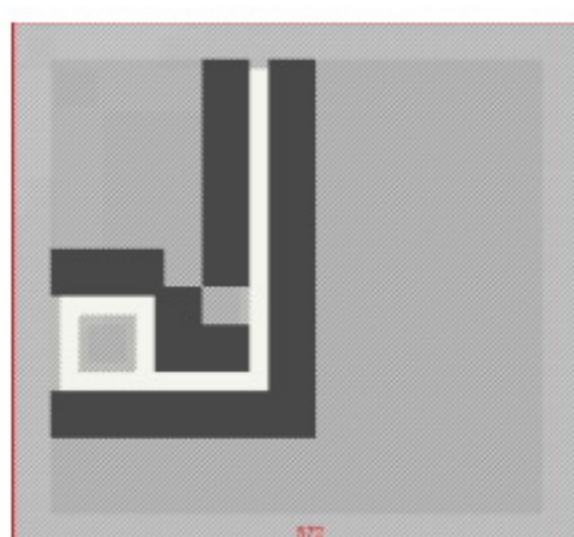
569_EXCELL



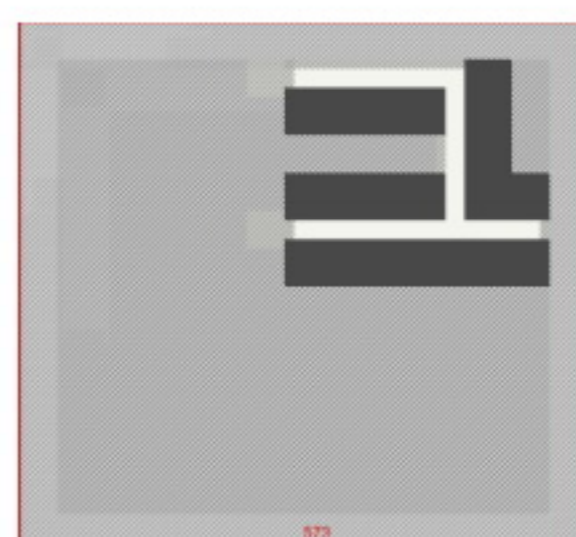
570_EXCELL



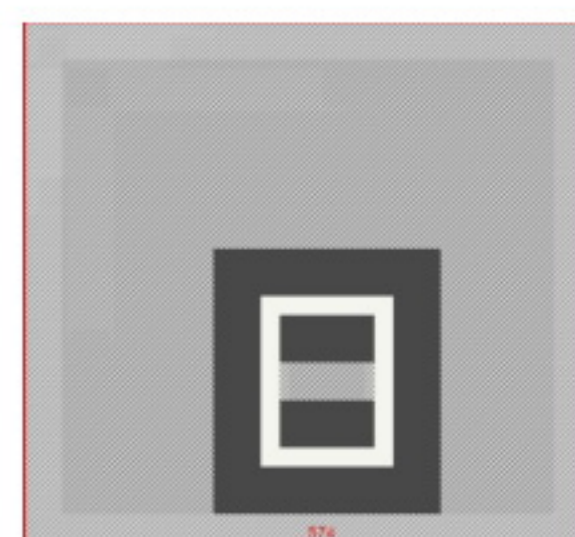
571_EXCELL



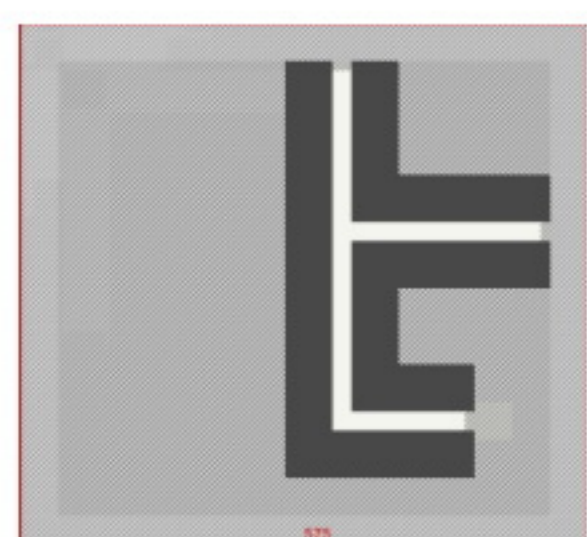
572_EXCELL



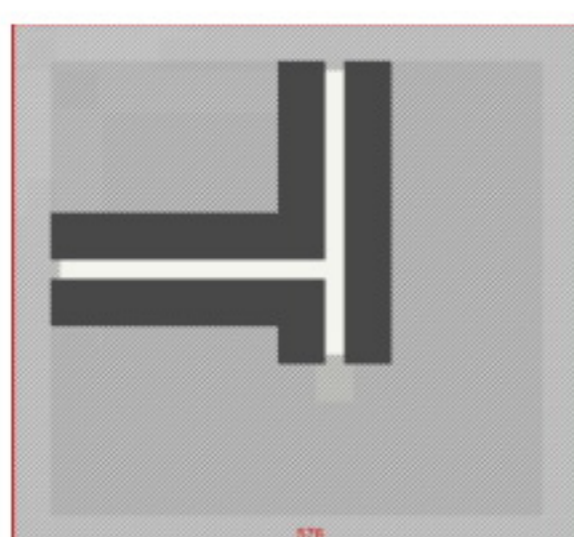
573_EXCELL



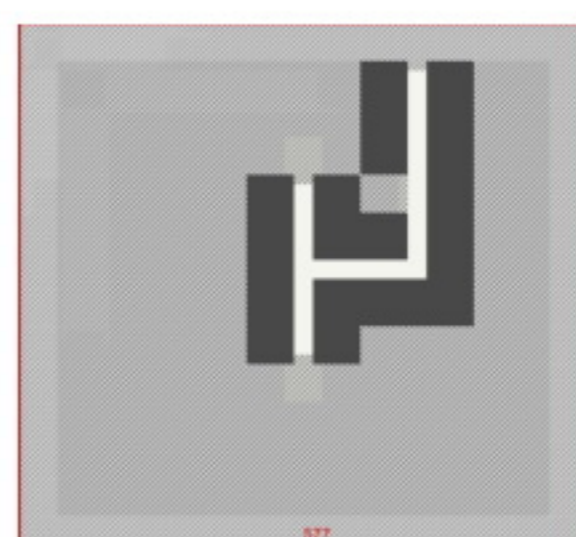
574_EXCELL



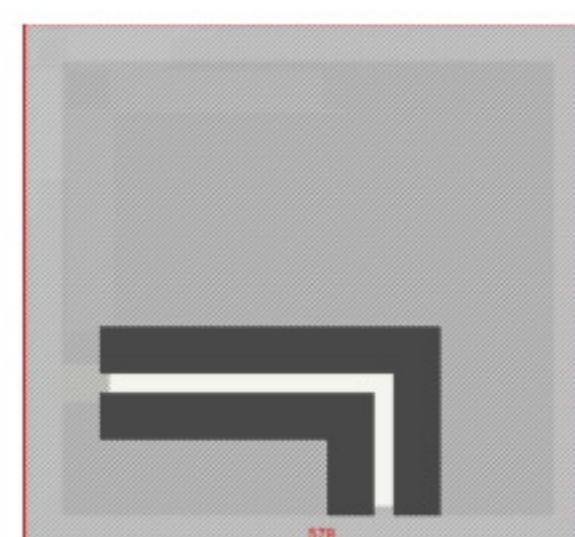
575_EXCELL



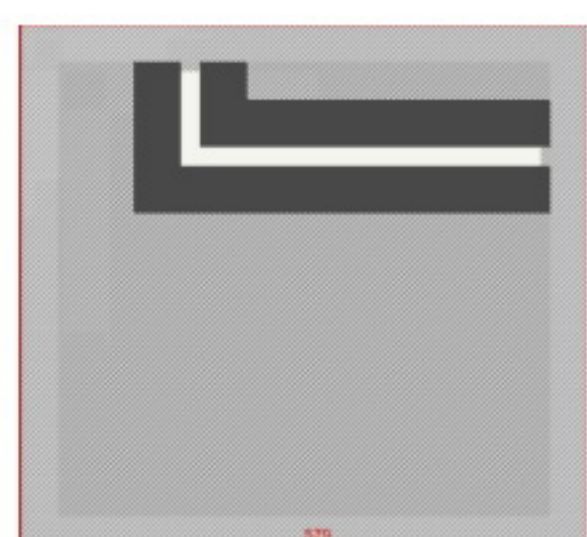
576_EXCELL



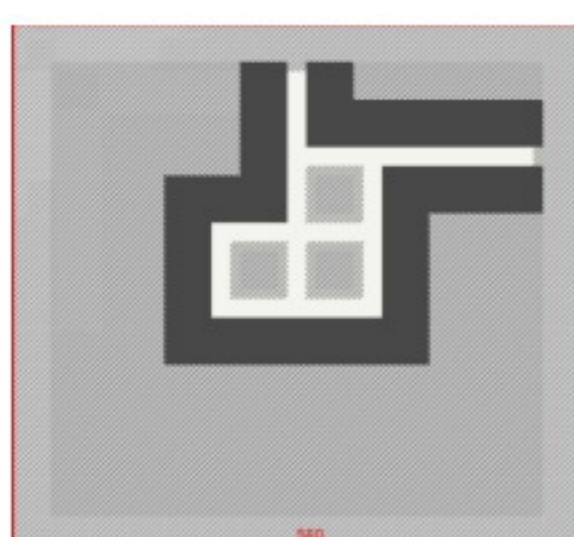
577_EXCELL



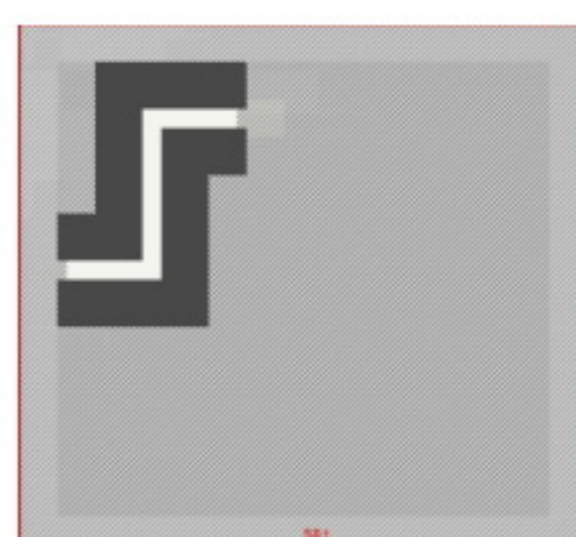
578_EXCELL



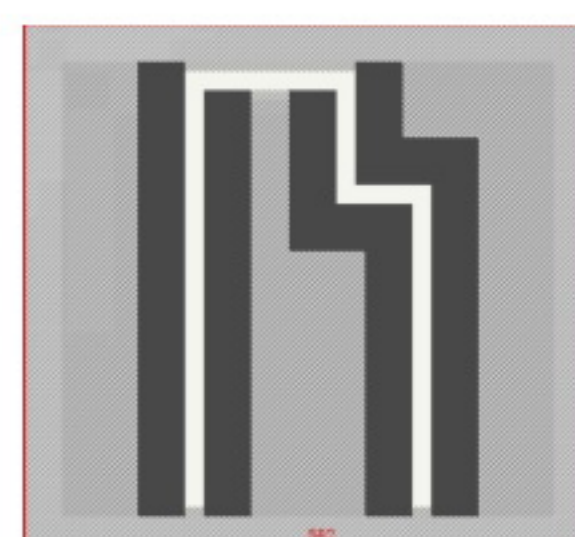
579_EXCELL



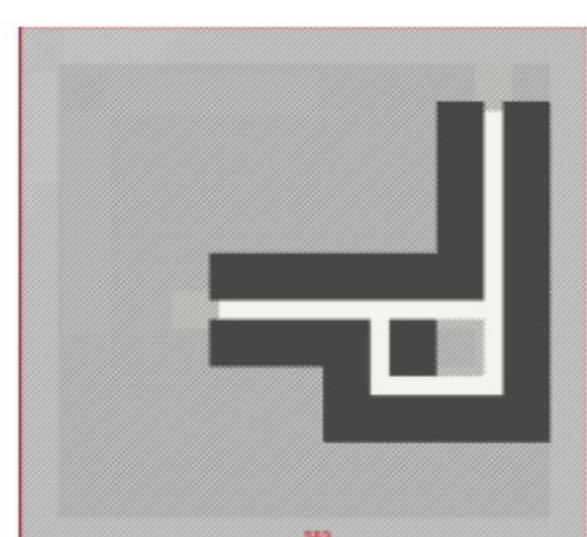
580_EXCELL



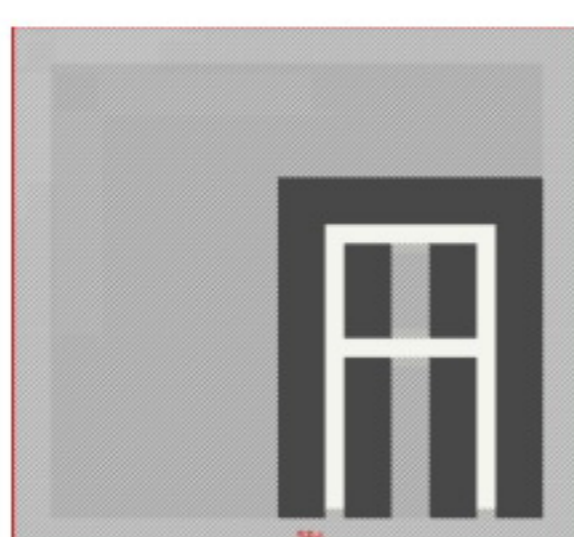
581_EXCELL



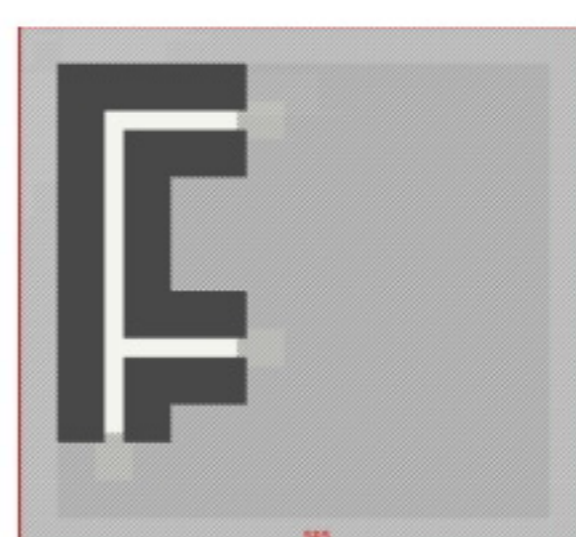
582_EXCELL



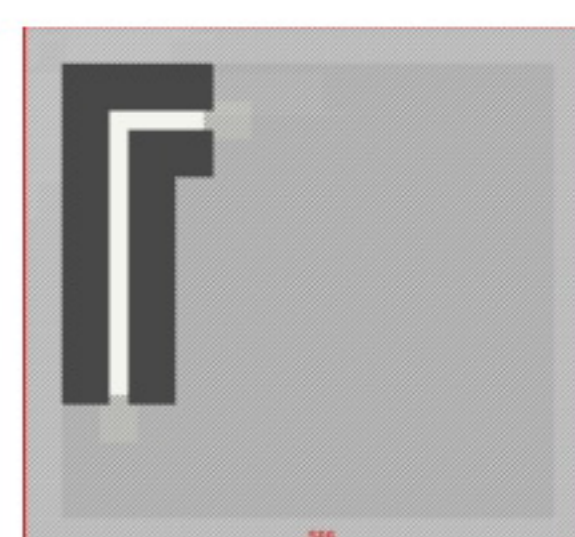
583_EXCELL



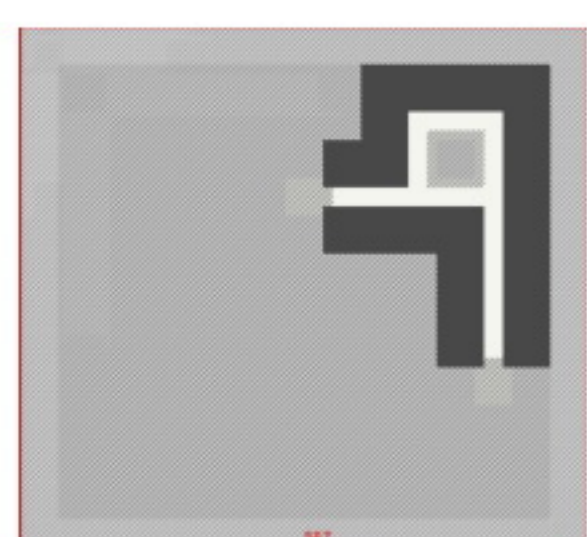
584_EXCELL



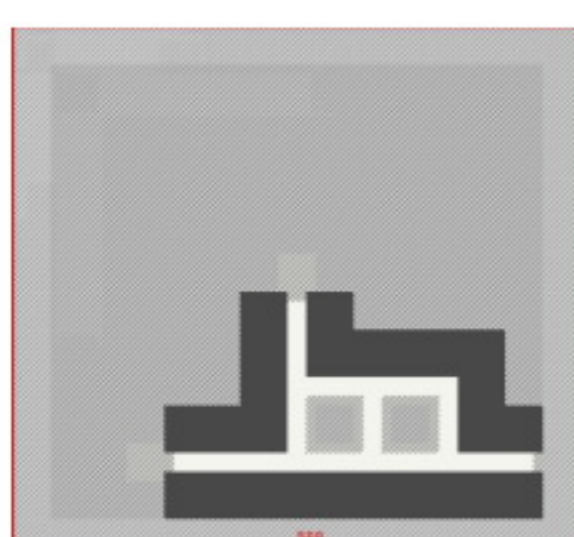
585_EXCELL



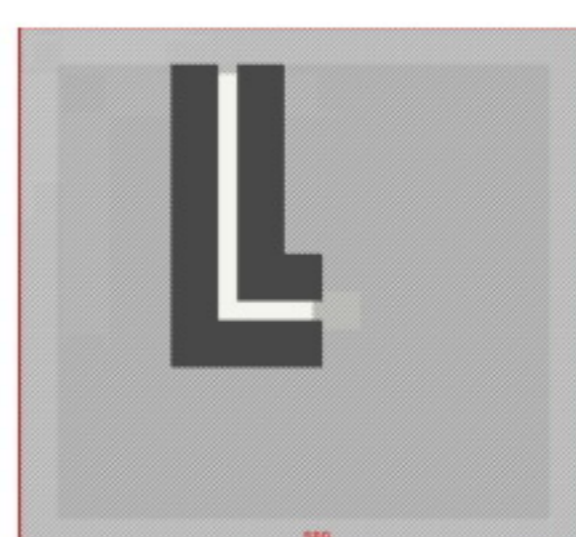
586_EXCELL



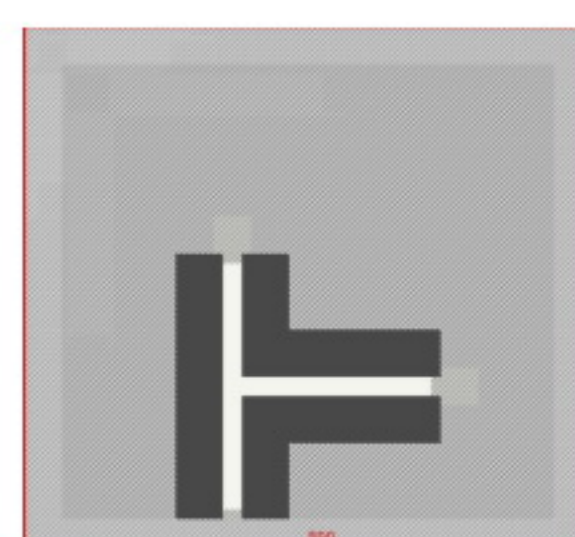
587_EXCELL



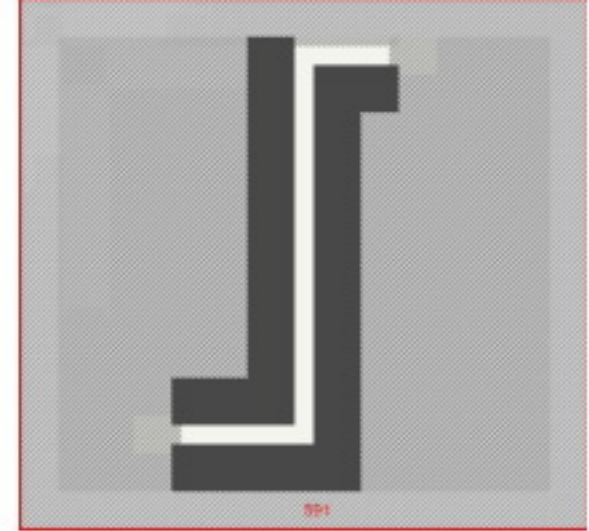
588_EXCELL



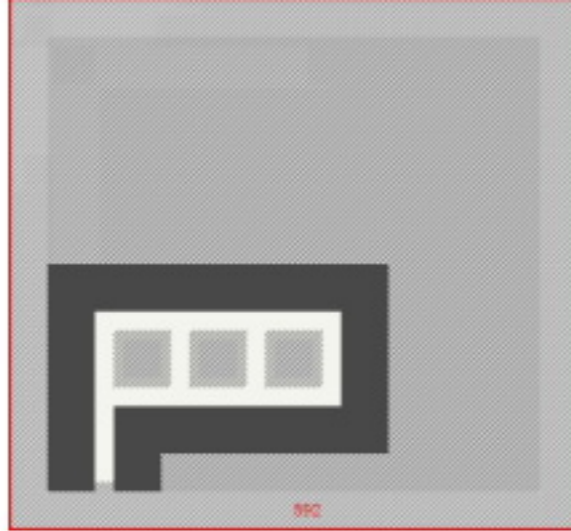
589_EXCELL



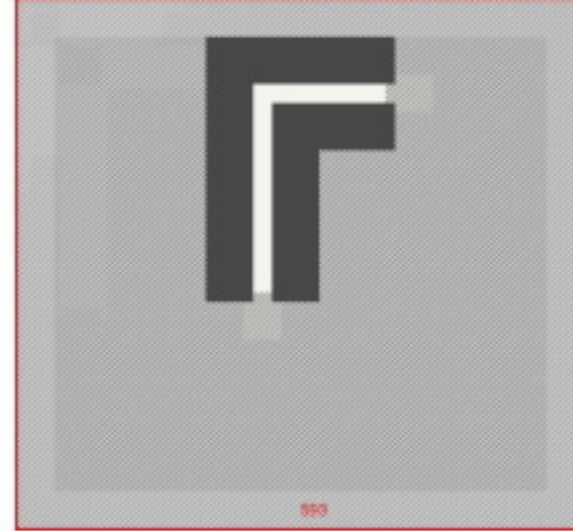
590_EXCELL



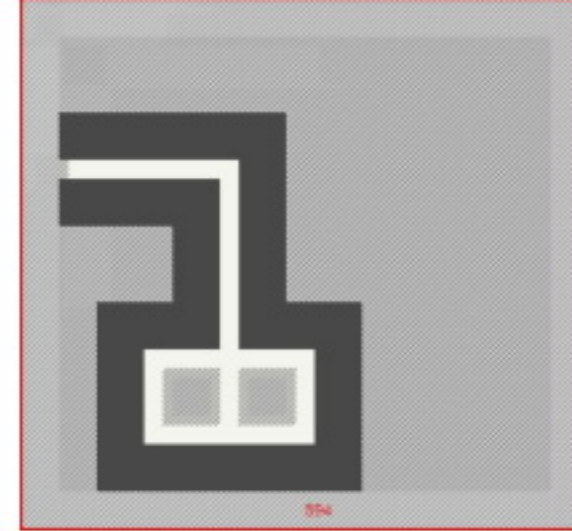
591_EXCELL



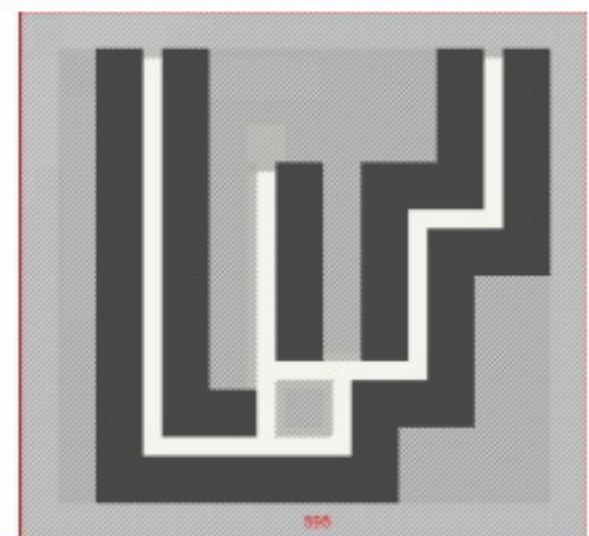
592_EXCELL



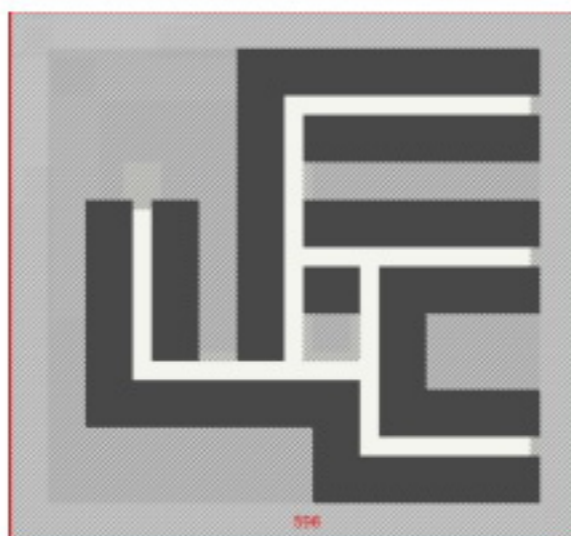
593_EXCELL



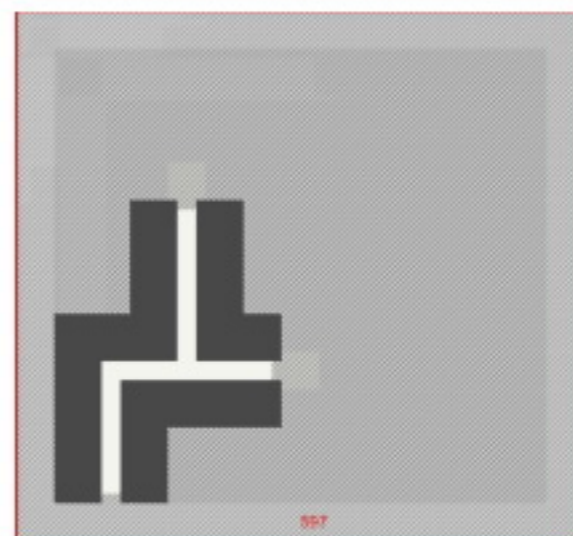
594_EXCELL



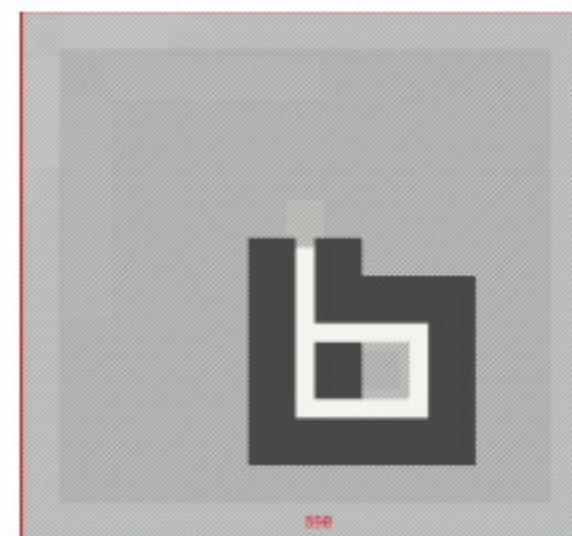
595_EXCELL



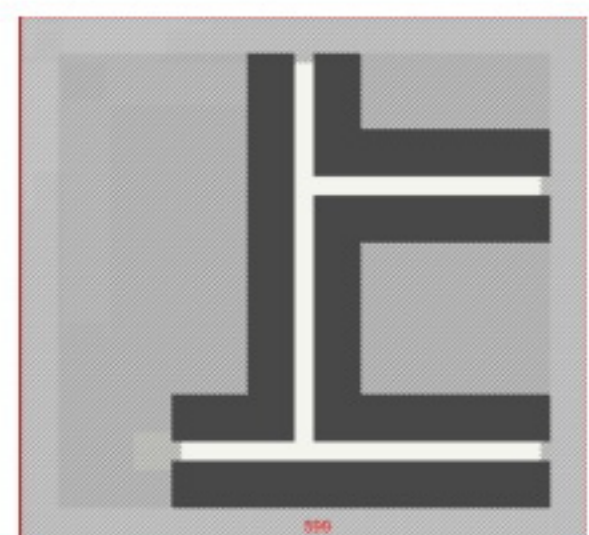
596_EXCELL



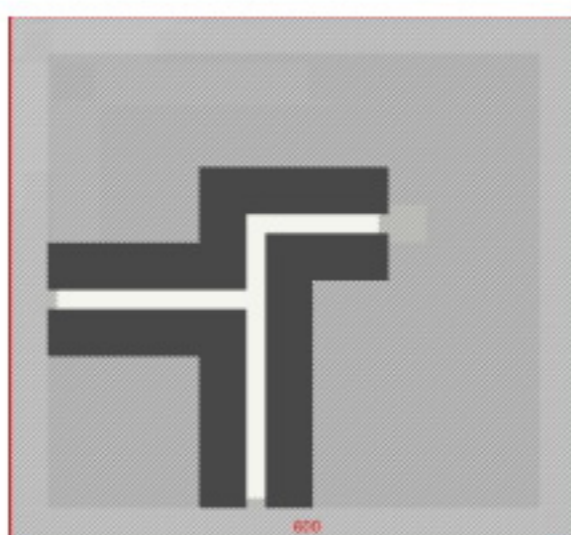
597_EXCELL



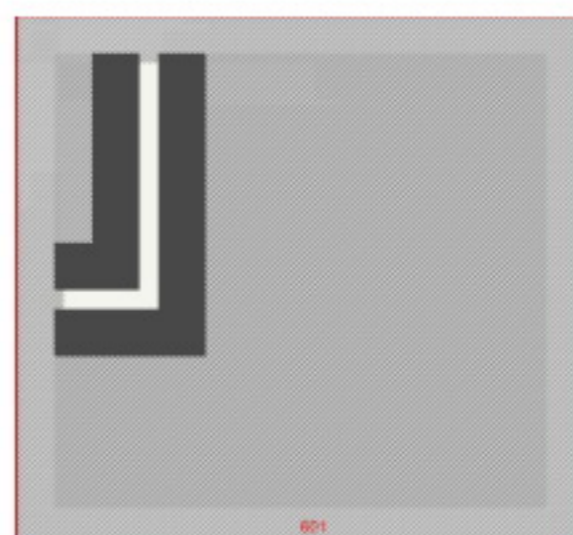
598_EXCELL



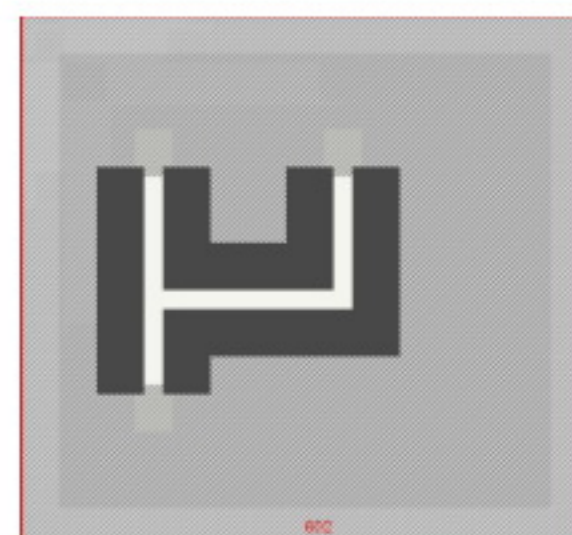
599_EXCELL



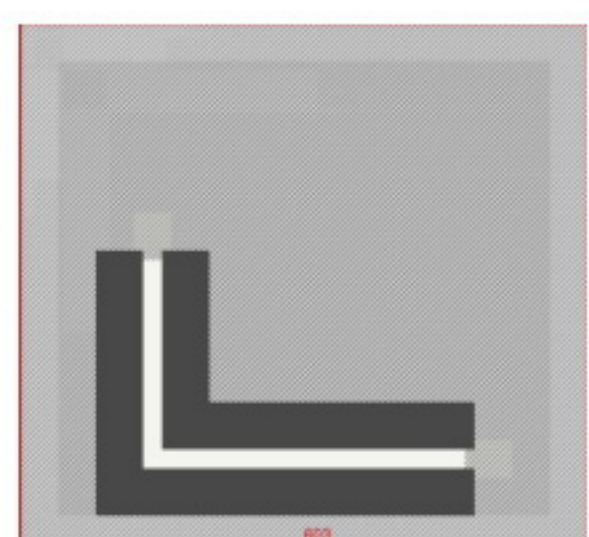
600_EXCELL



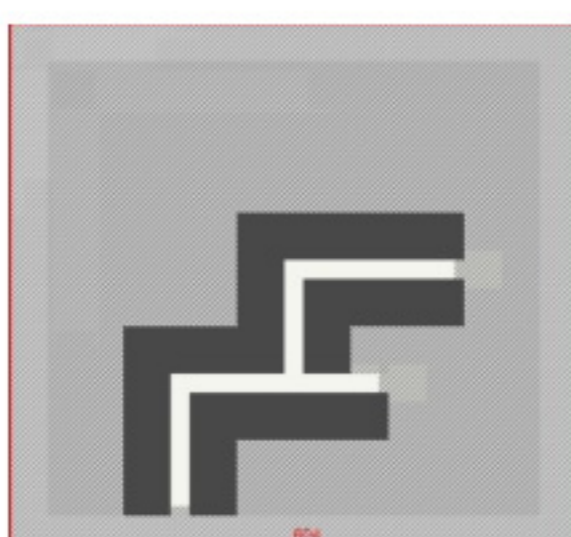
601_EXCELL



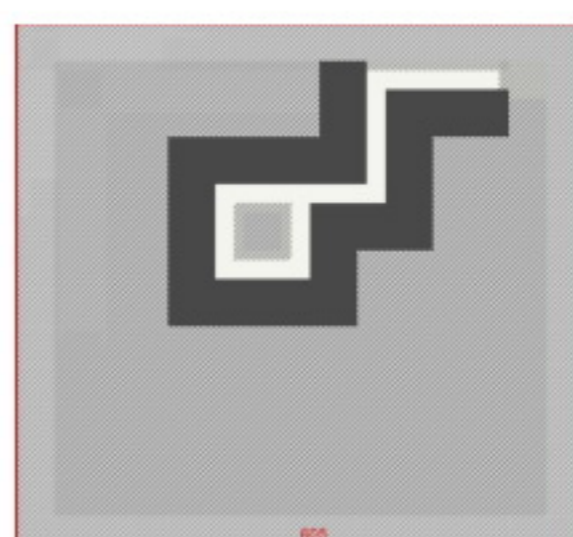
602_EXCELL



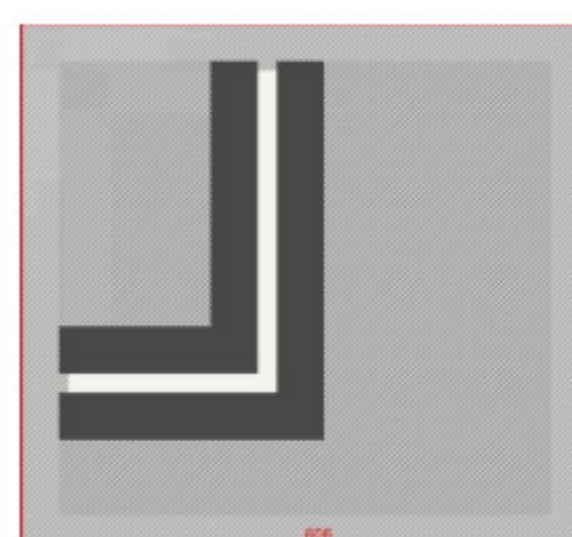
603_EXCELL



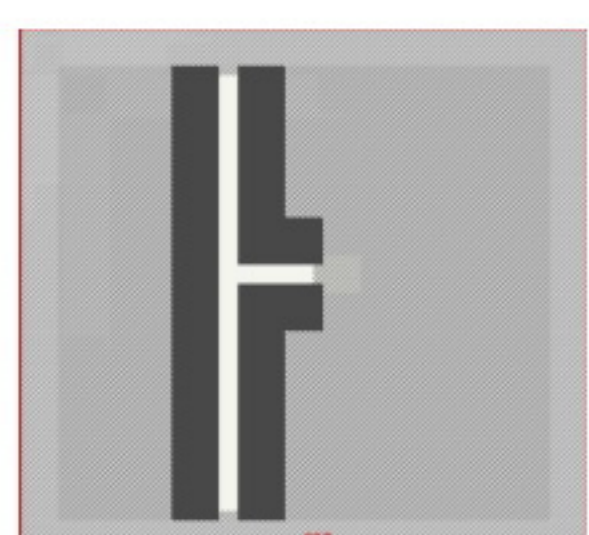
604_EXCELL



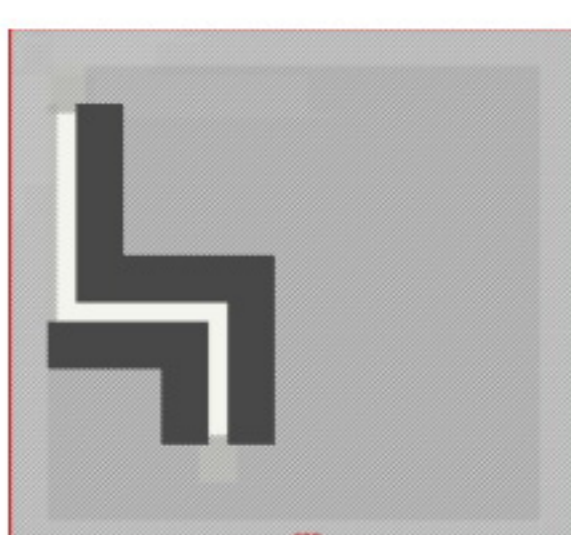
605_EXCELL



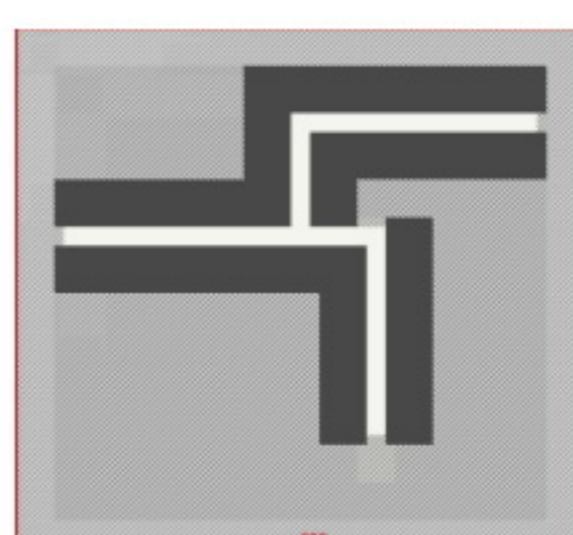
606_EXCELL



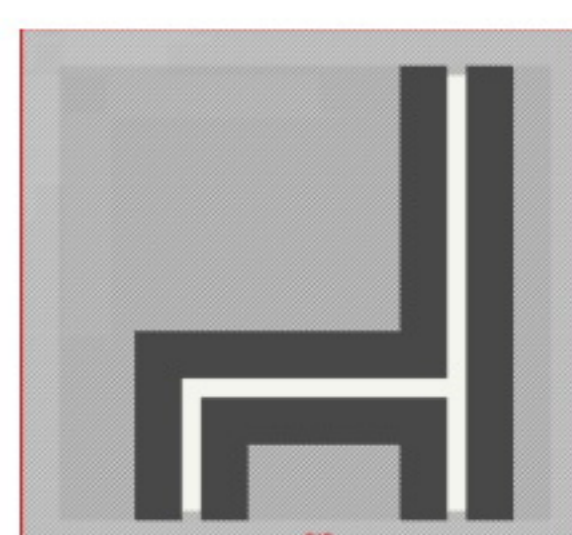
607_EXCELL



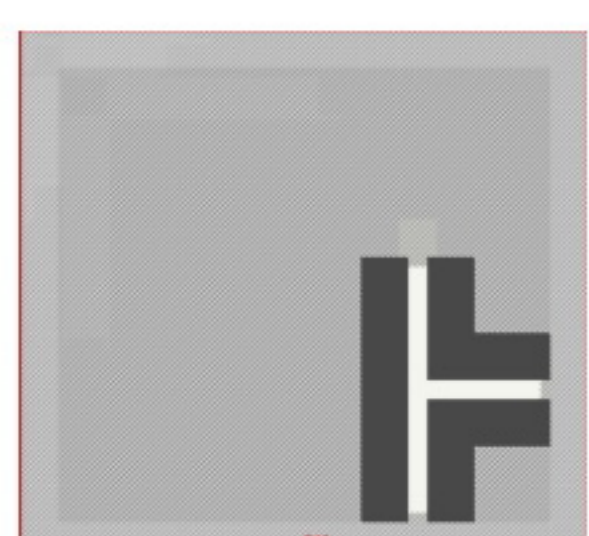
608_EXCELL



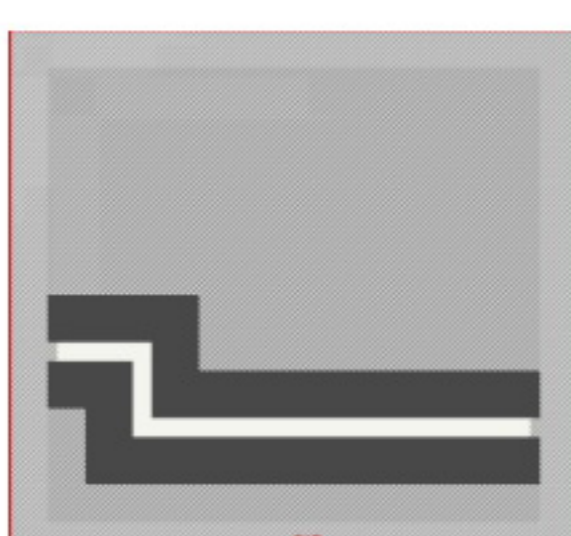
609_EXCELL



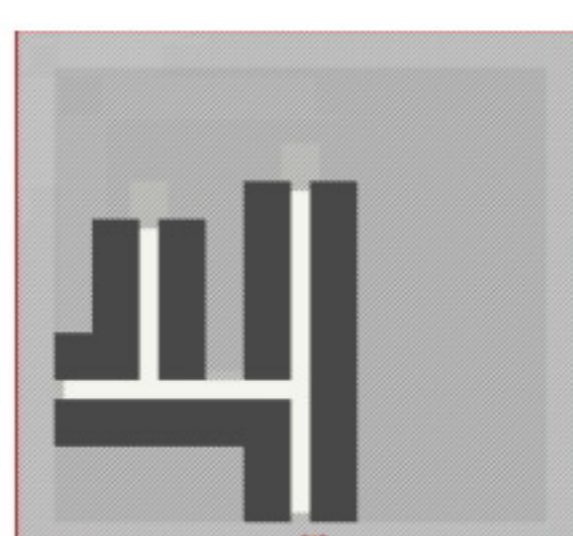
610_EXCELL



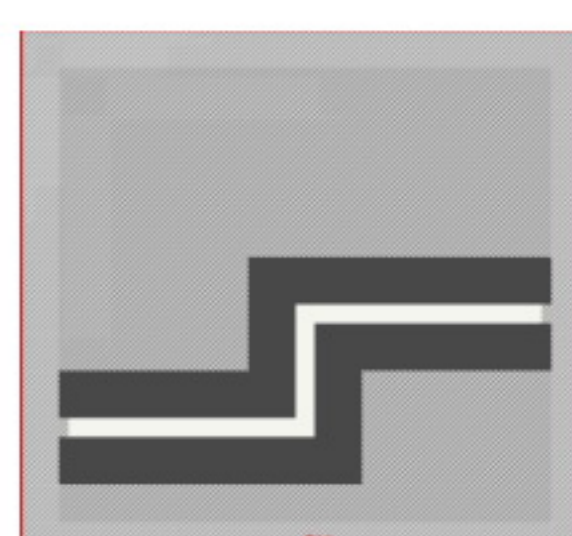
611_EXCELL



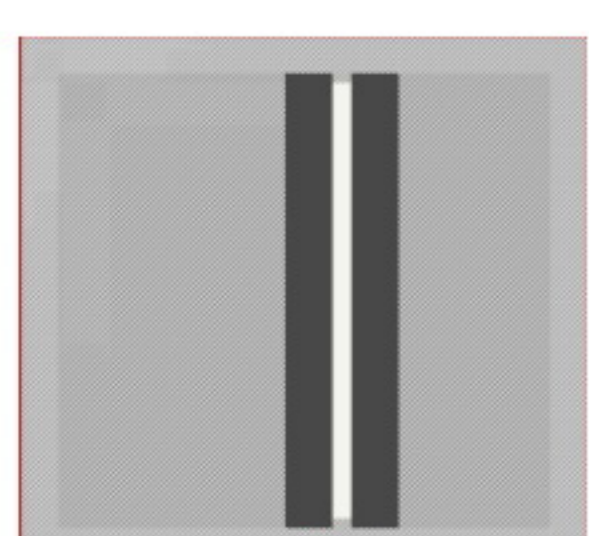
612_EXCELL



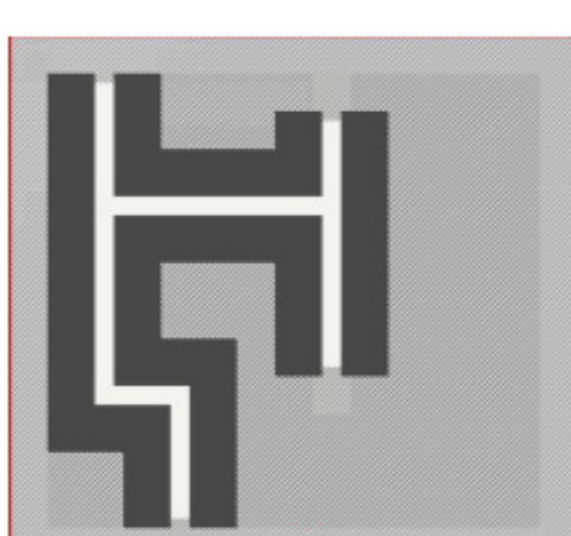
613_EXCELL



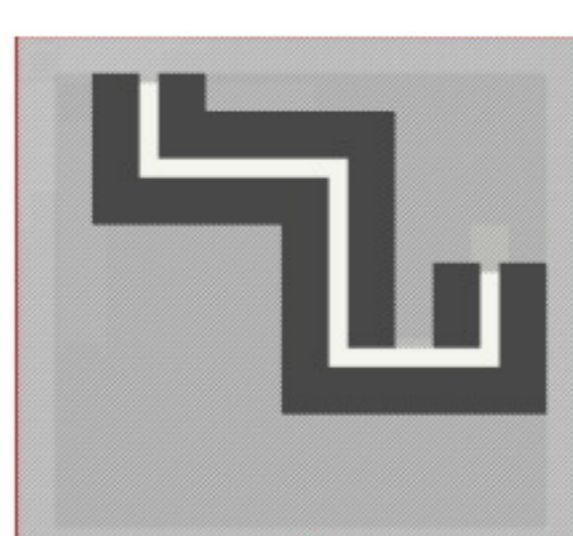
614_EXCELL



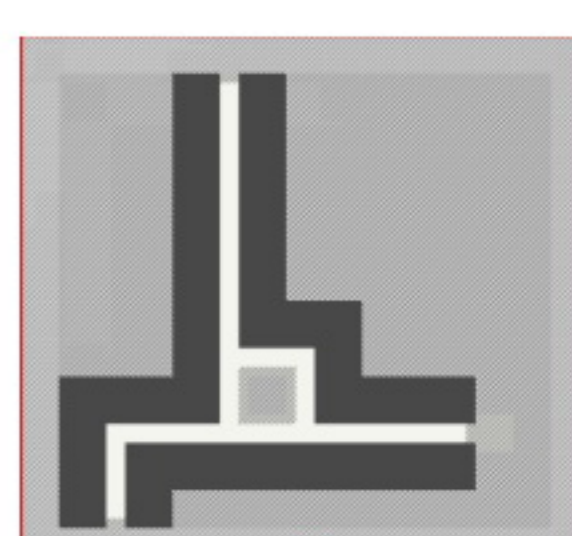
615_EXCELL



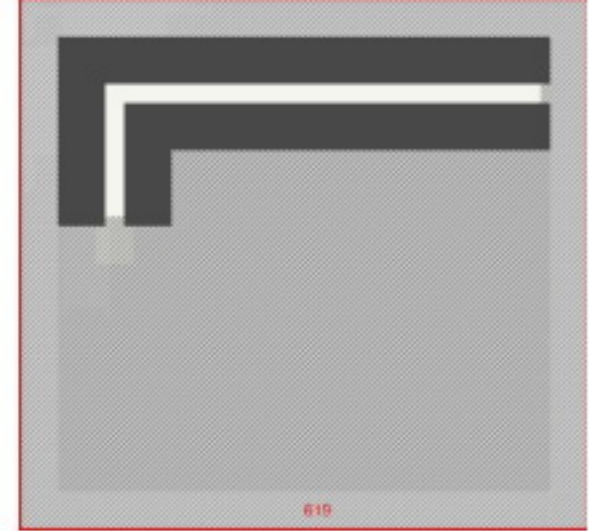
616_EXCELL



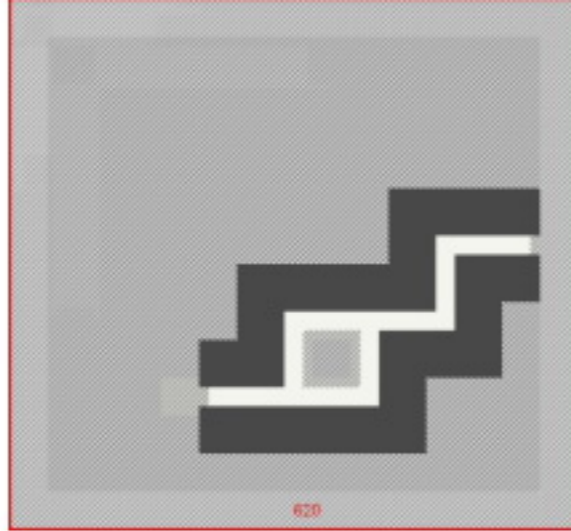
617_EXCELL



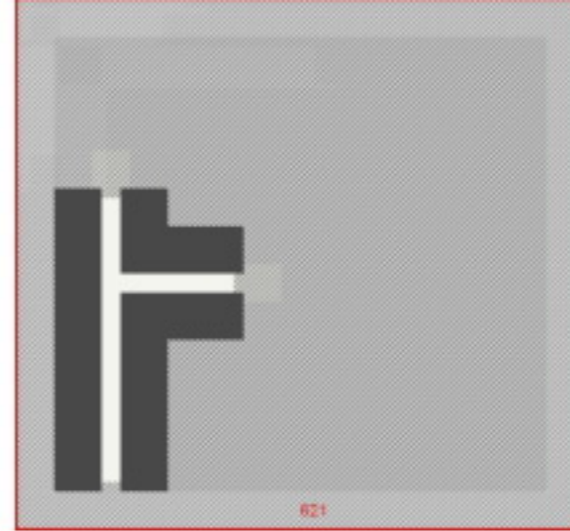
618_EXCELL



619_EXCELL



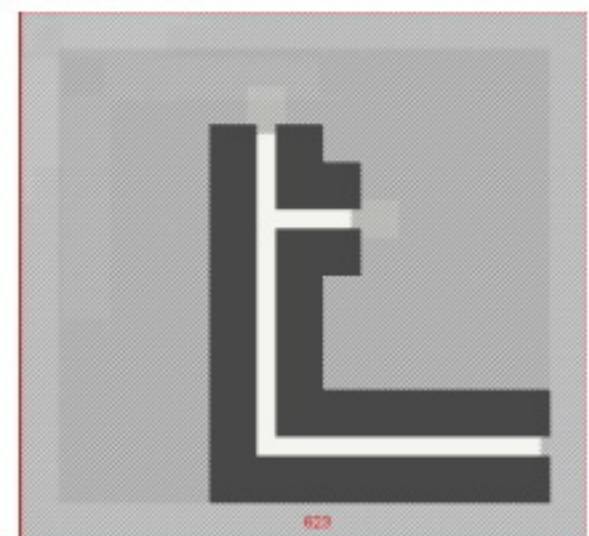
620_EXCELL



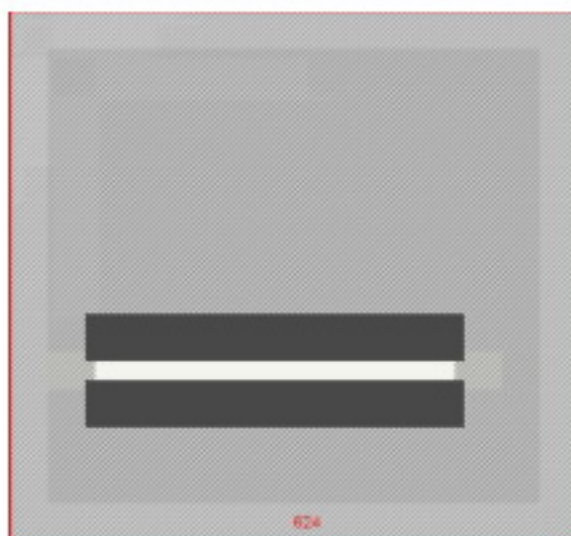
621_EXCELL



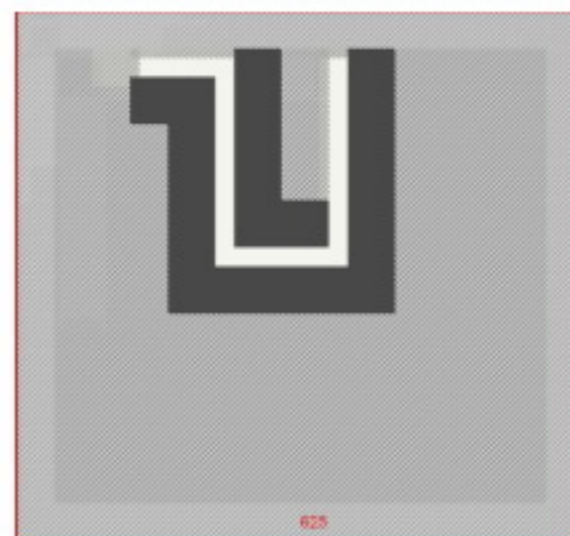
622_EXCELL



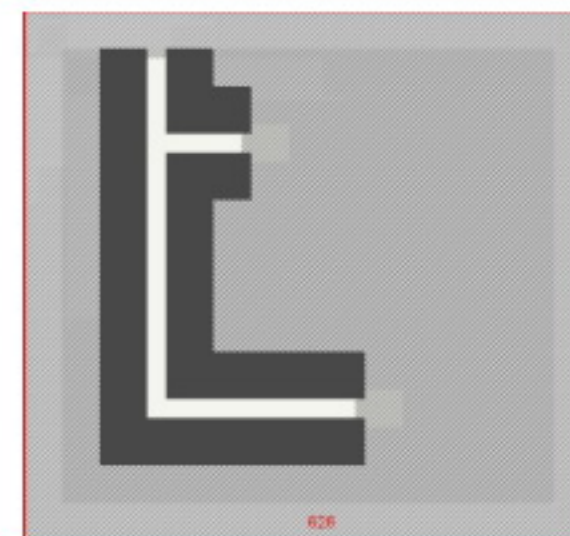
623_EXCELL



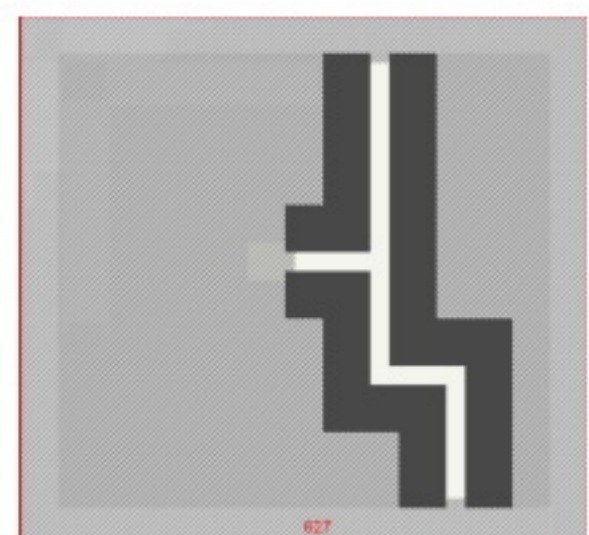
624_EXCELL



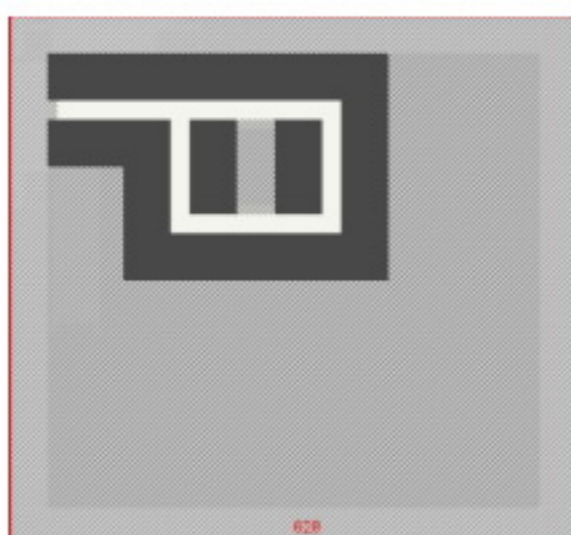
625_EXCELL



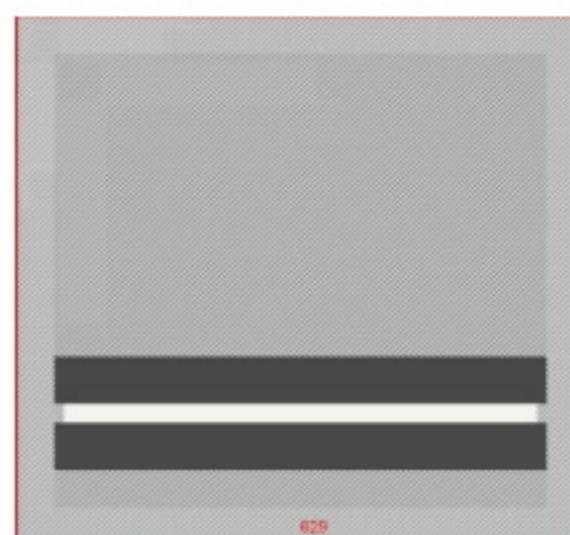
626_EXCELL



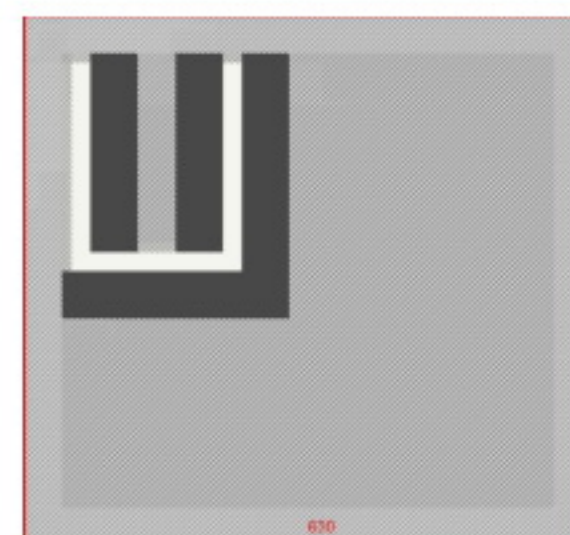
627_EXCELL



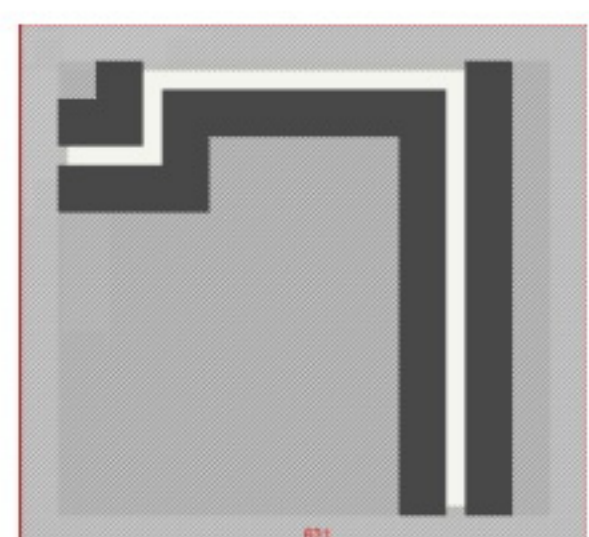
628_EXCELL



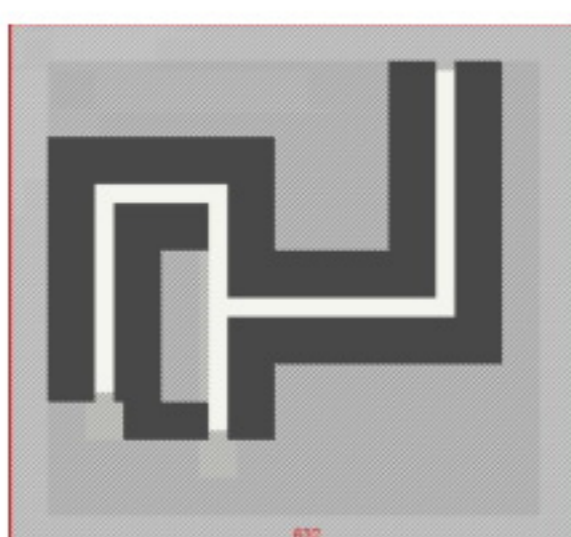
629_EXCELL



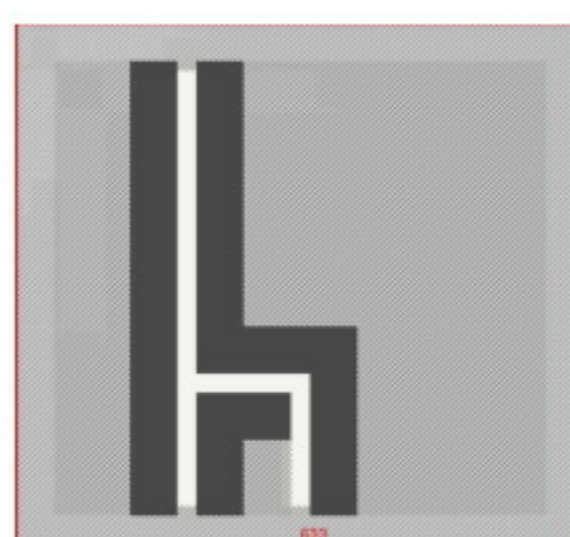
630_EXCELL



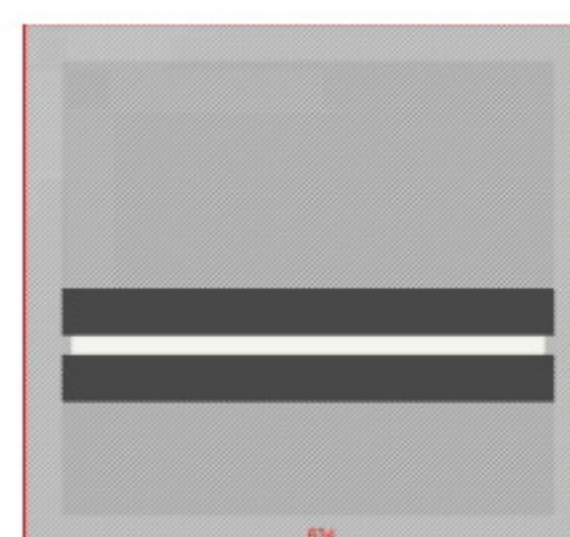
631_EXCELL



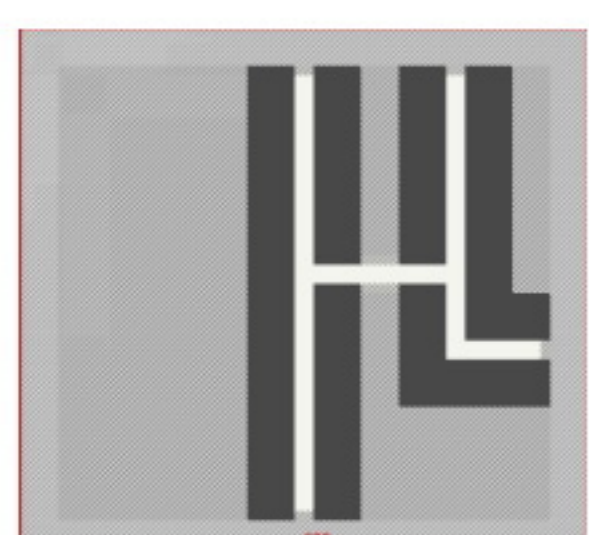
632_EXCELL



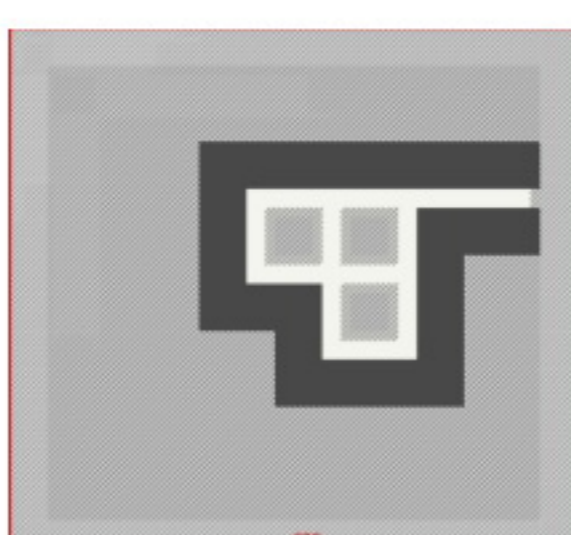
633_EXCELL



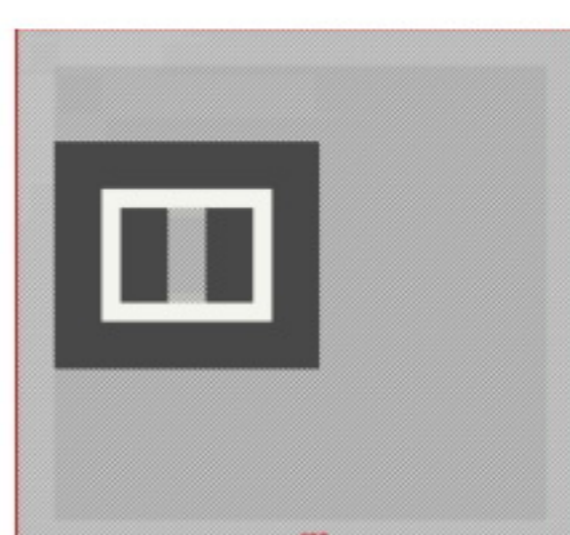
634_EXCELL



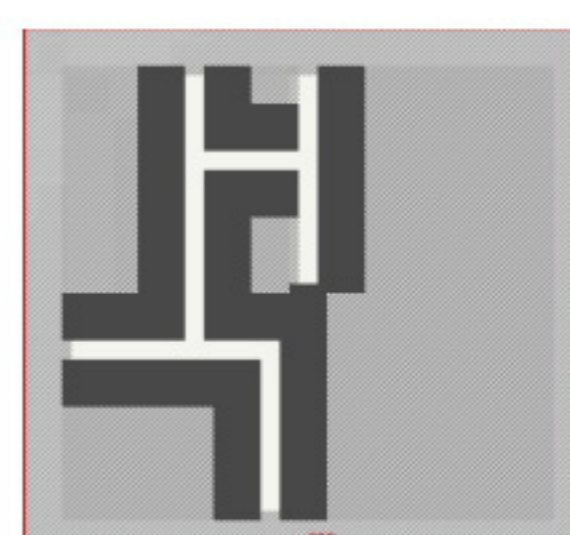
635_EXCELL



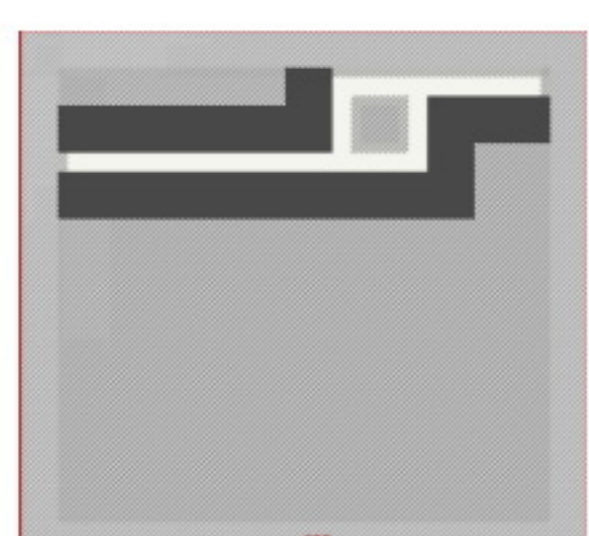
636_EXCELL



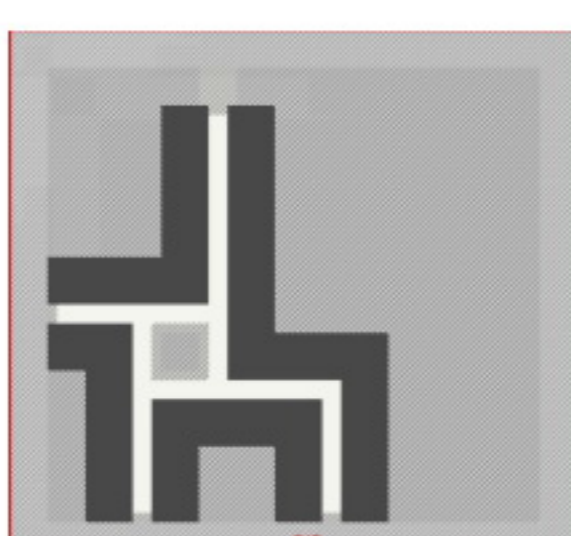
637_EXCELL



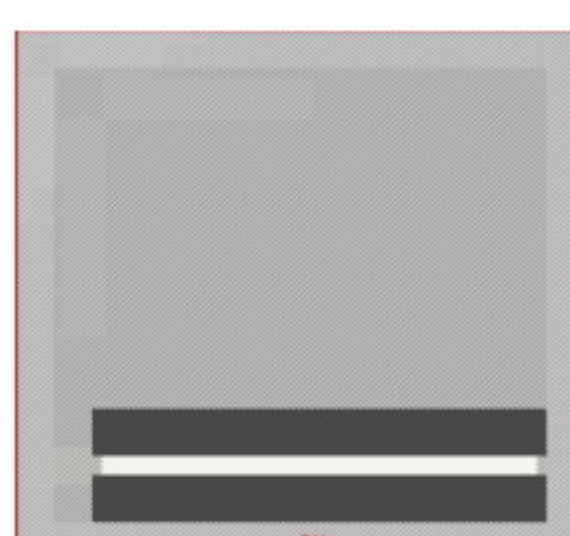
638_EXCELL



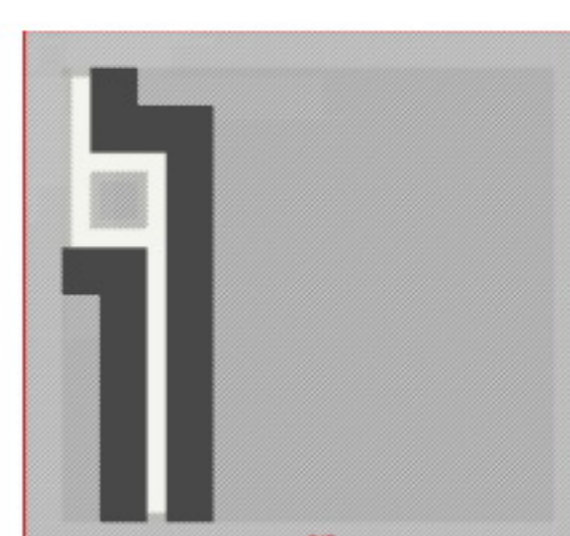
639_EXCELL



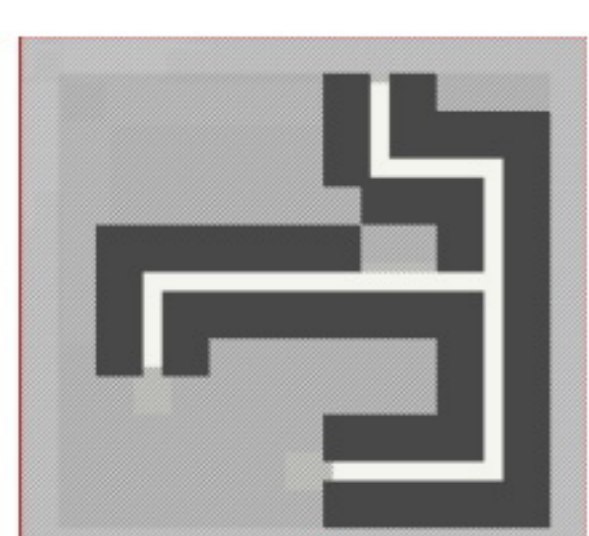
640_EXCELL



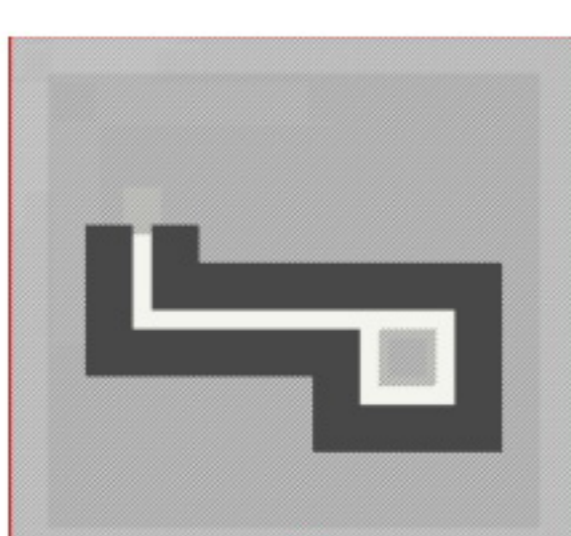
641_EXCELL



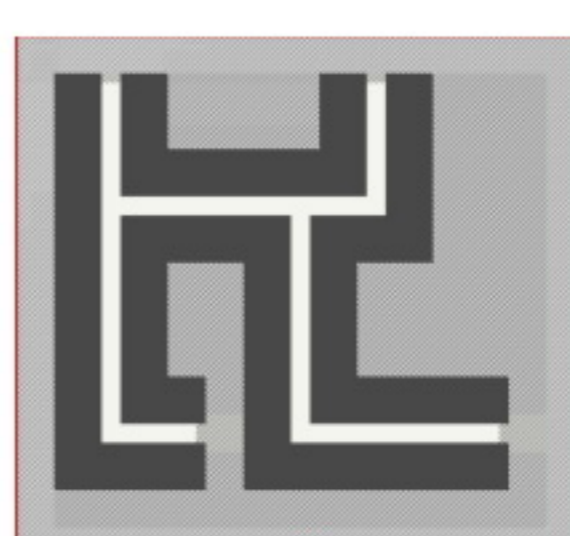
642_EXCELL



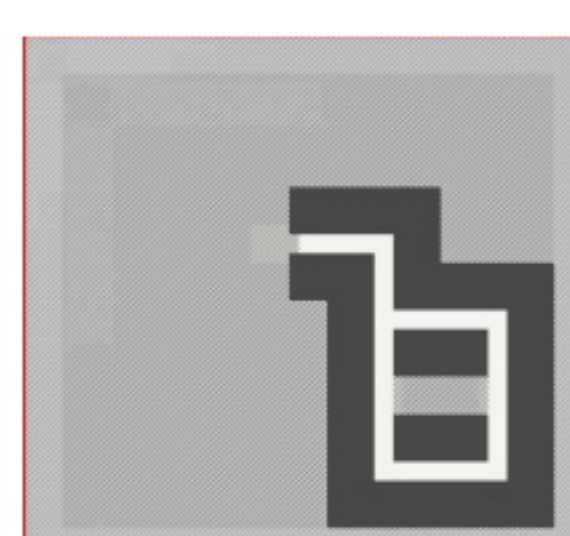
643_EXCELL



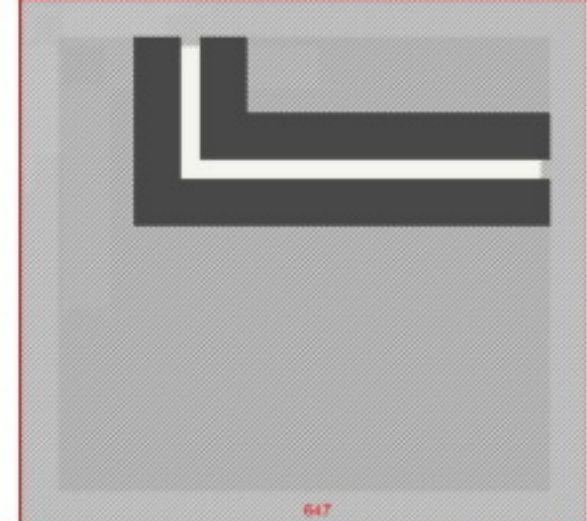
644_EXCELL



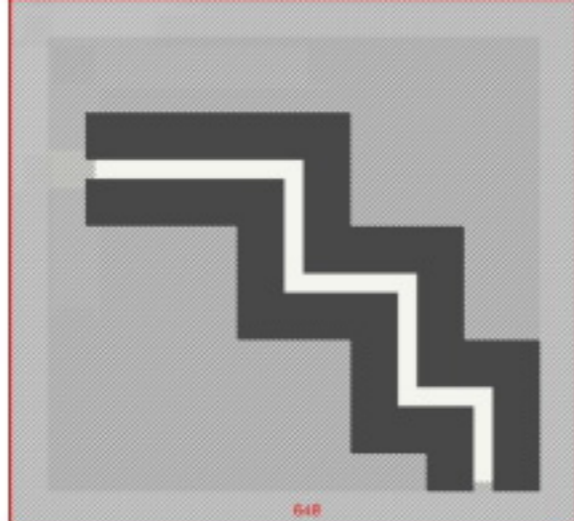
645_EXCELL



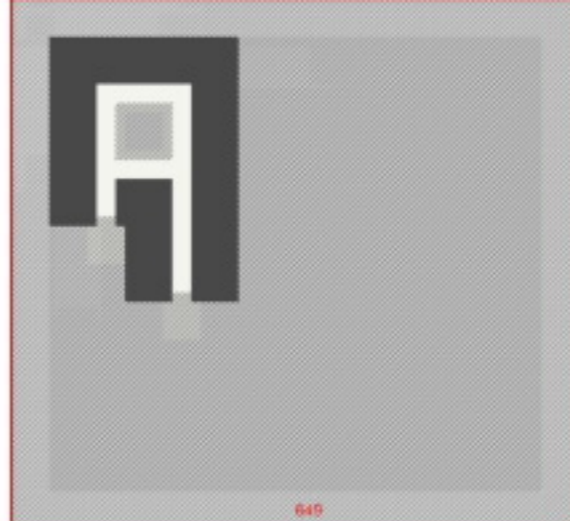
646_EXCELL



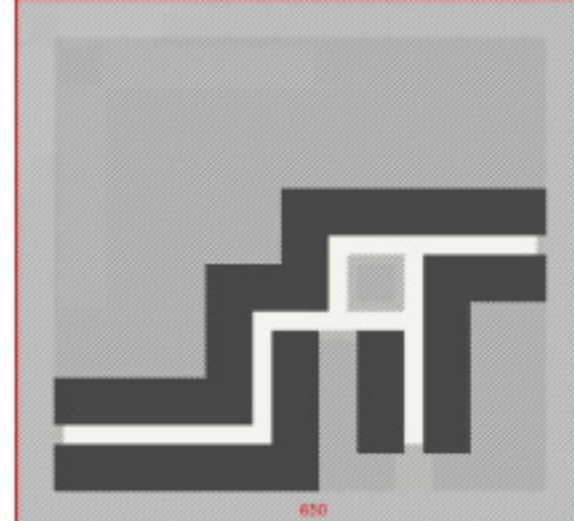
647_EXCELL



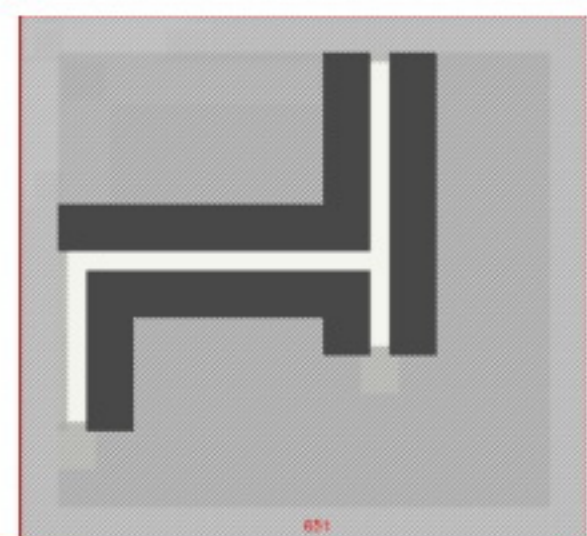
648_EXCELL



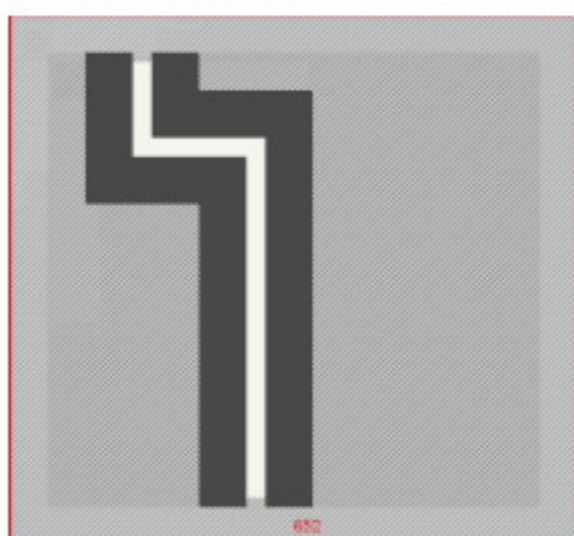
649_EXCELL



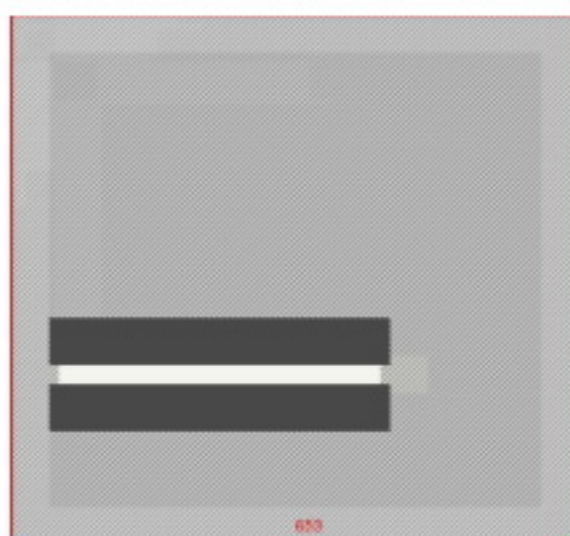
650_EXCELL



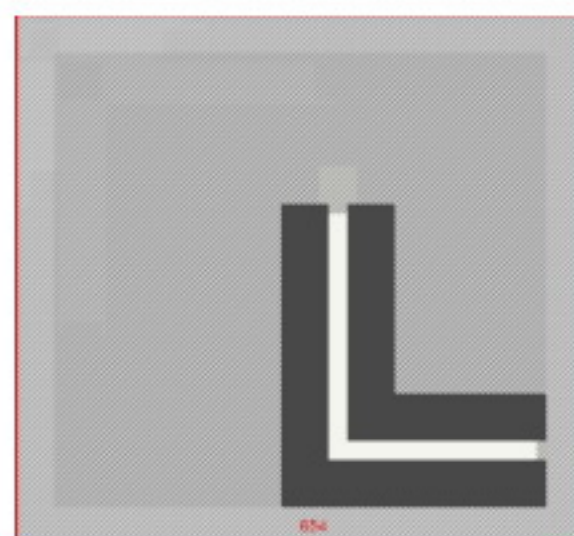
651_EXCELL



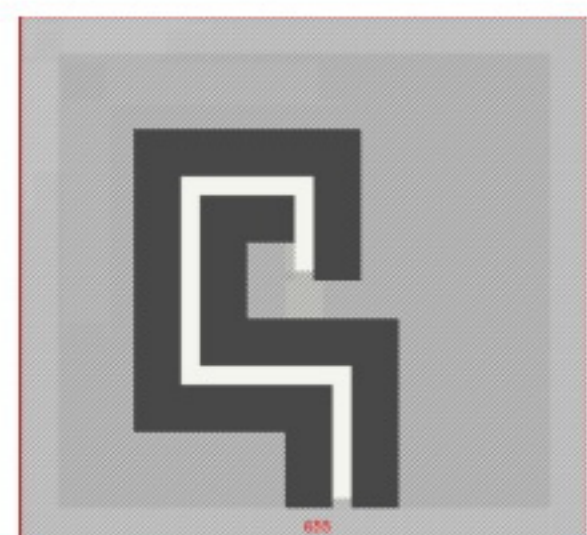
652_EXCELL



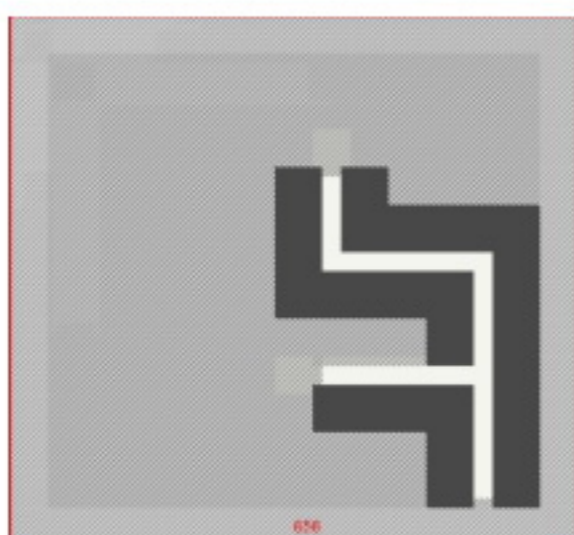
653_EXCELL



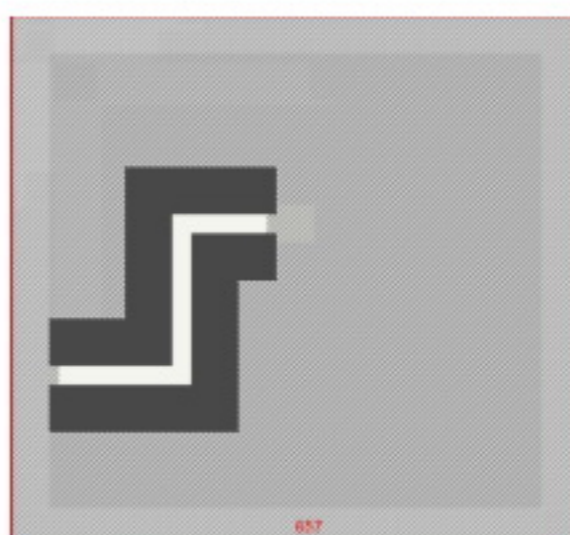
654_EXCELL



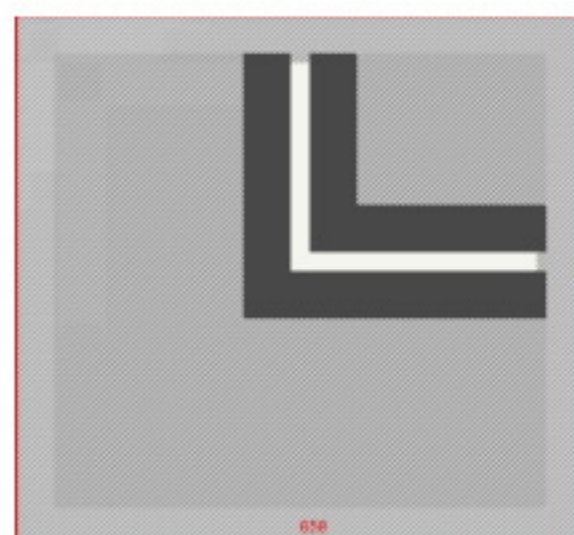
655_EXCELL



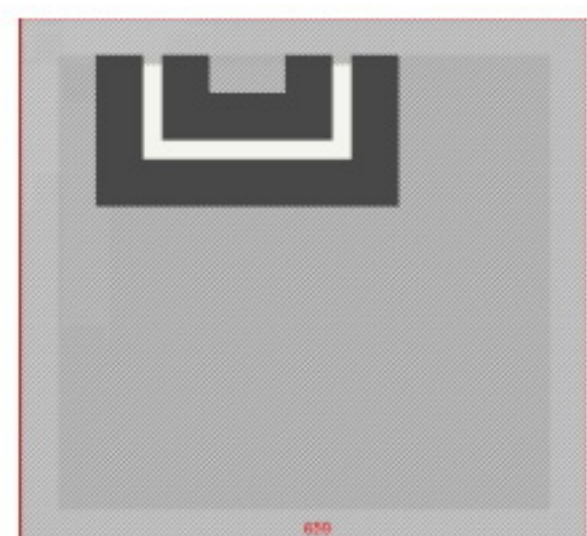
656_EXCELL



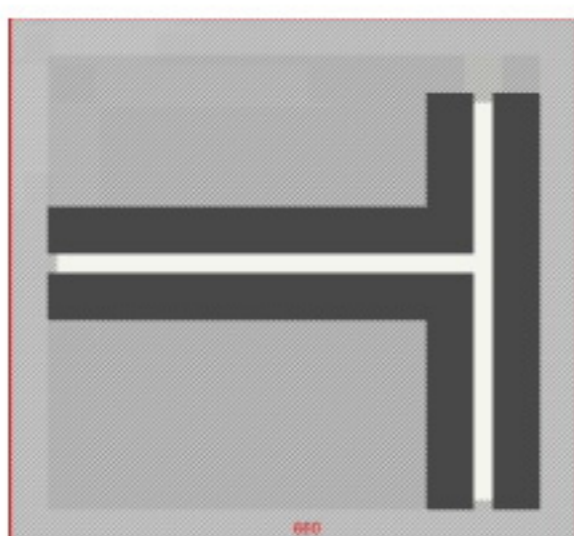
657_EXCELL



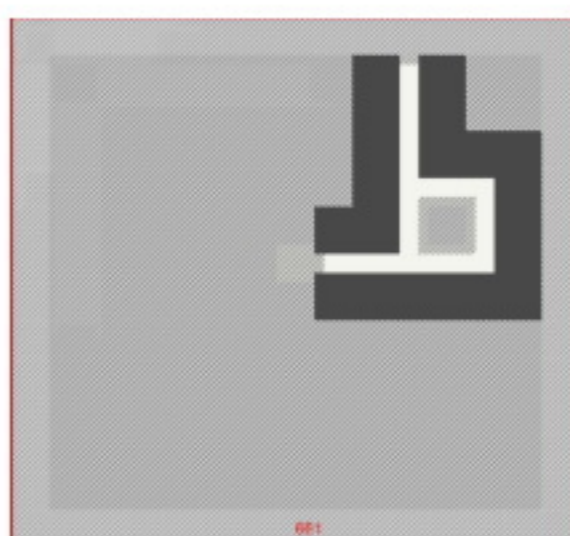
658_EXCELL



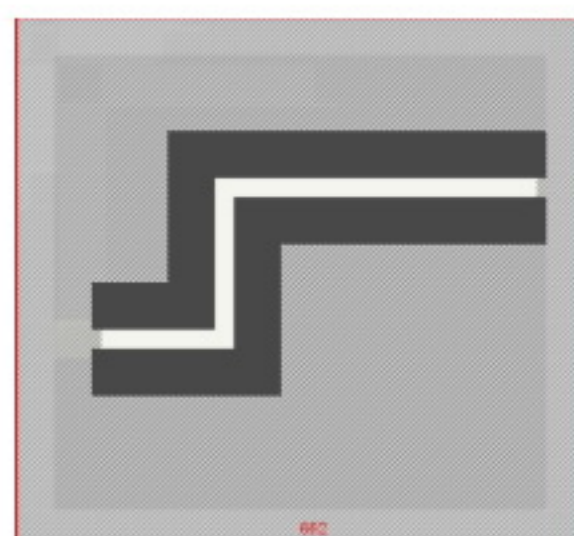
659_EXCELL



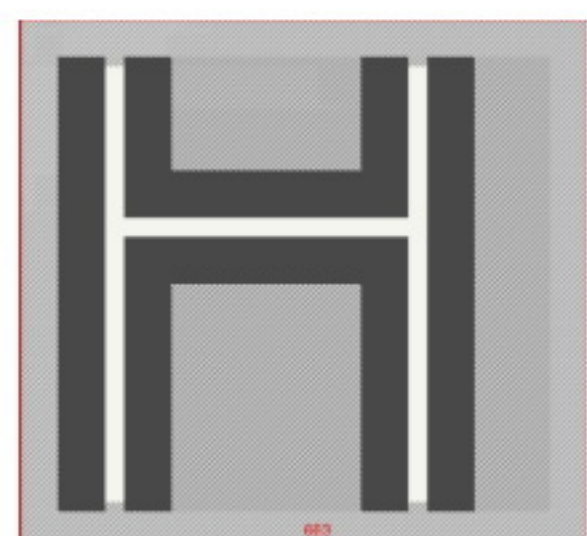
660_EXCELL



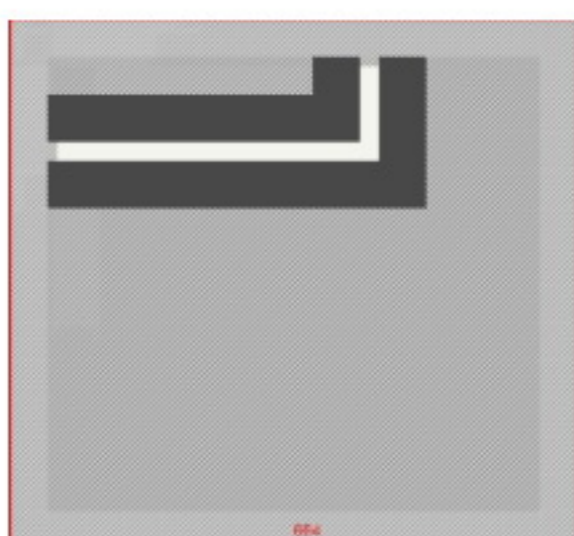
661_EXCELL



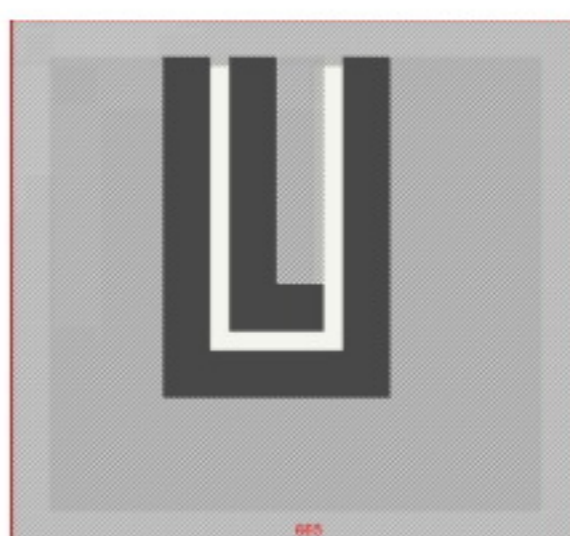
662_EXCELL



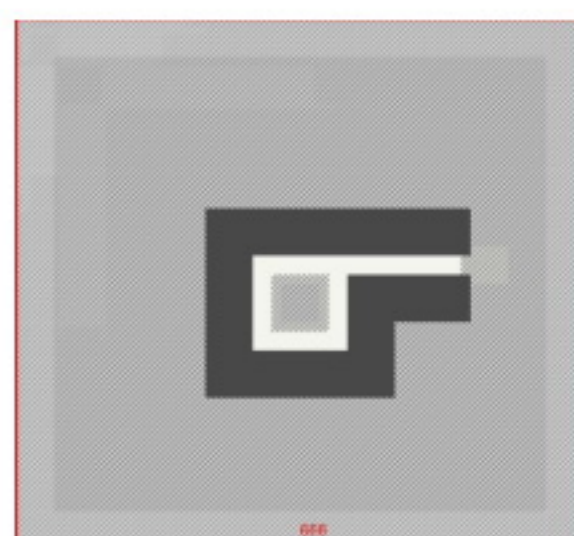
663_EXCELL



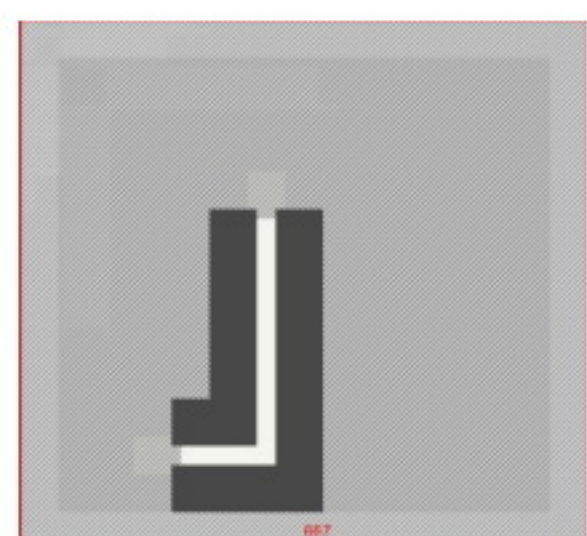
664_EXCELL



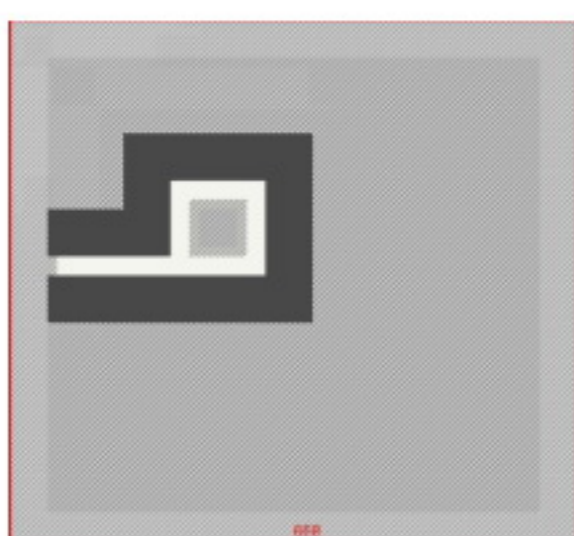
665_EXCELL



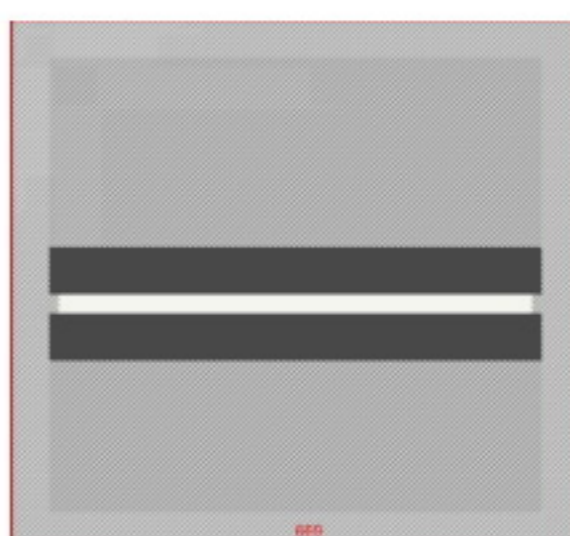
666_EXCELL



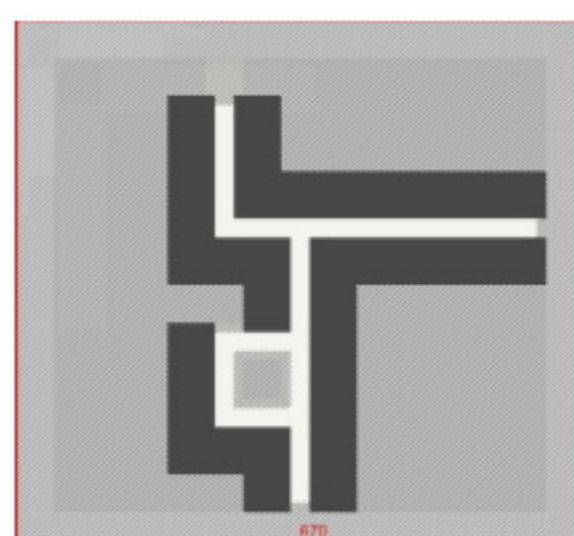
667_EXCELL



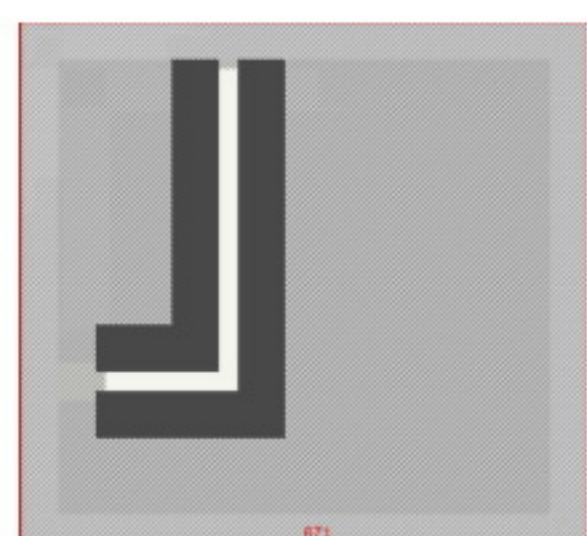
668_EXCELL



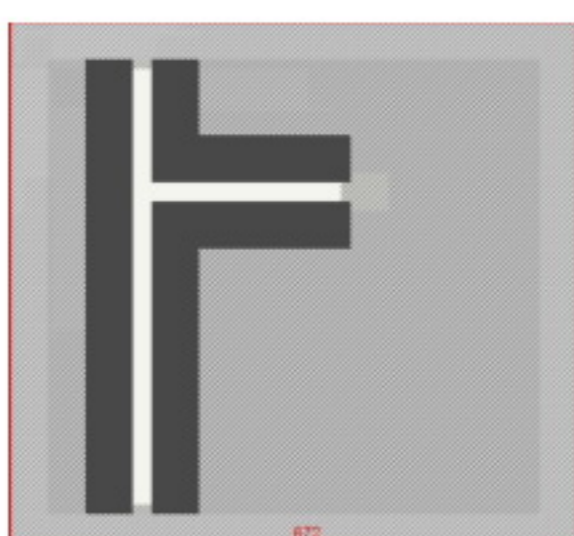
669_EXCELL



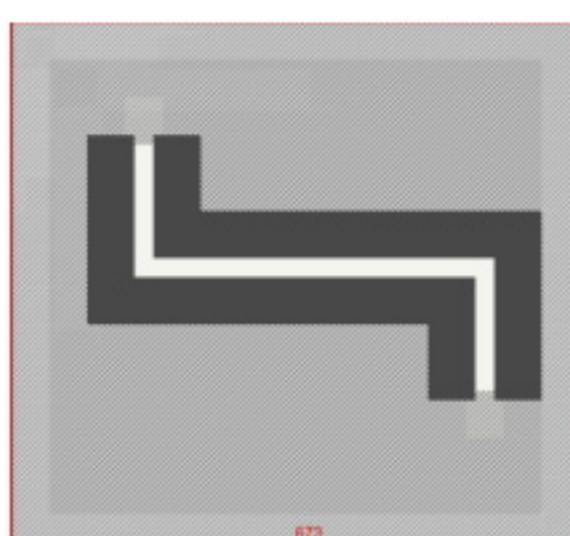
670_EXCELL



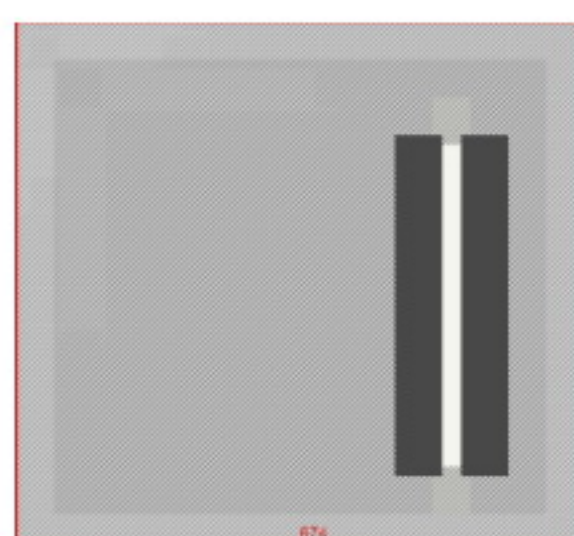
671_EXCELL



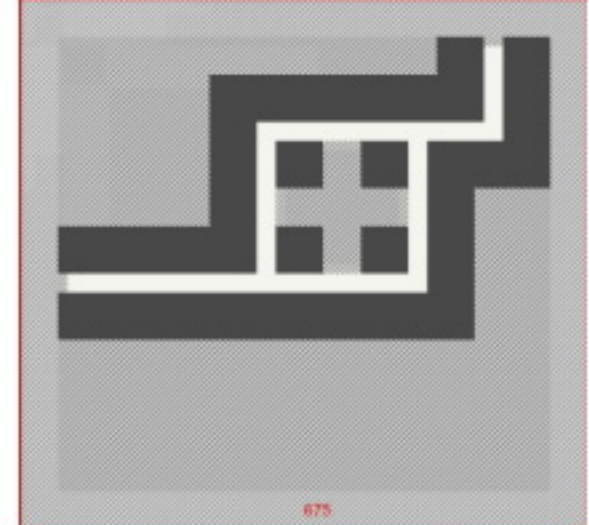
672_EXCELL



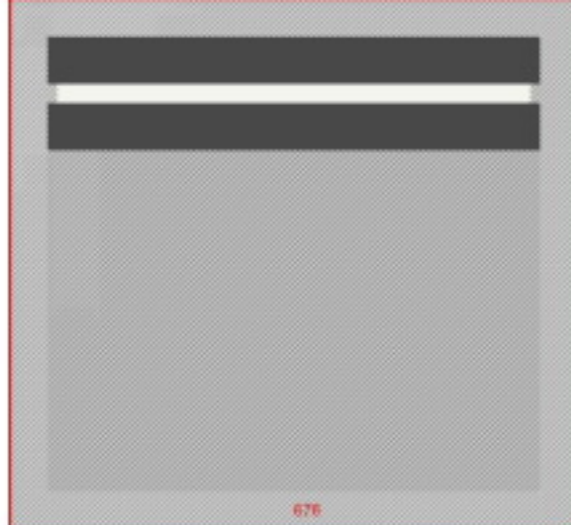
673_EXCELL



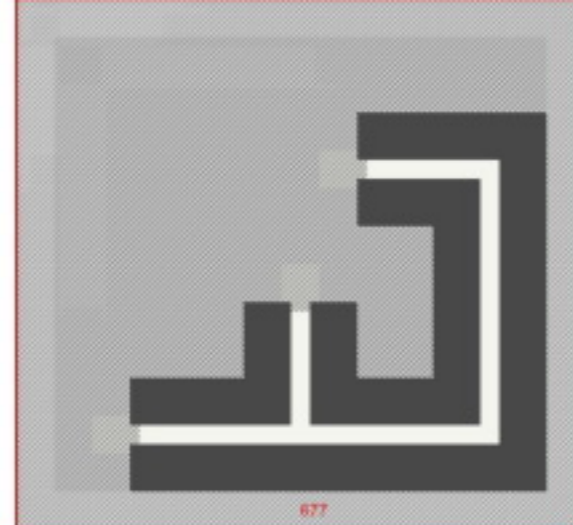
674_EXCELL



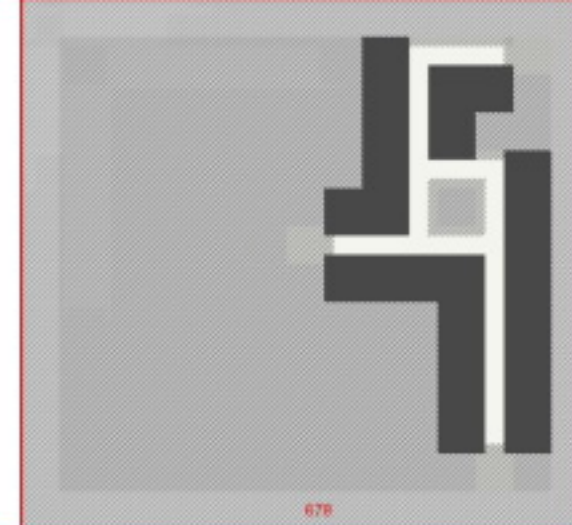
675_EXCELL



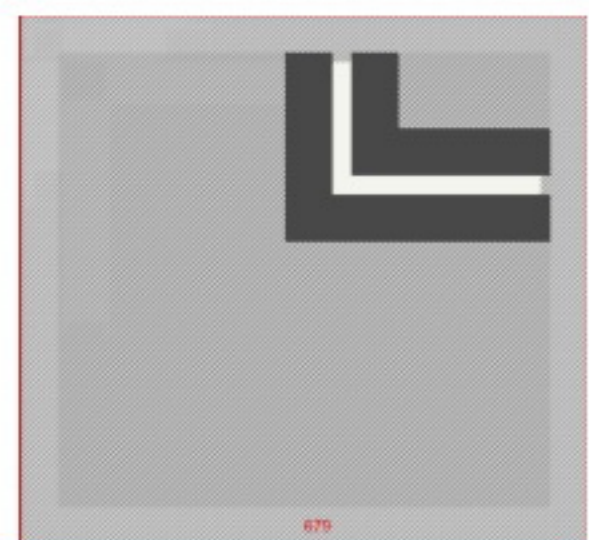
676_EXCELL



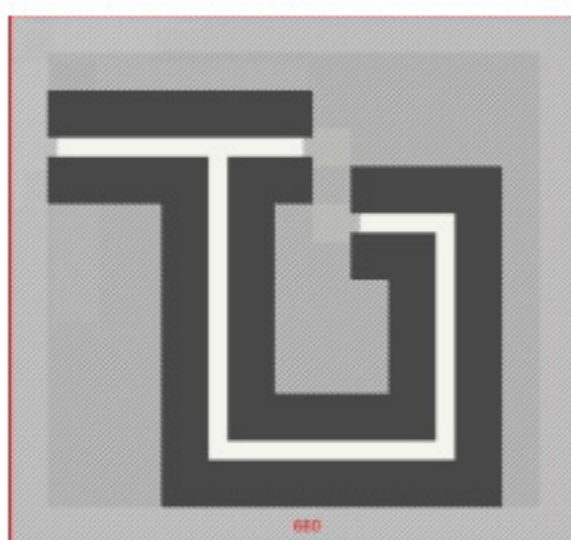
677_EXCELL



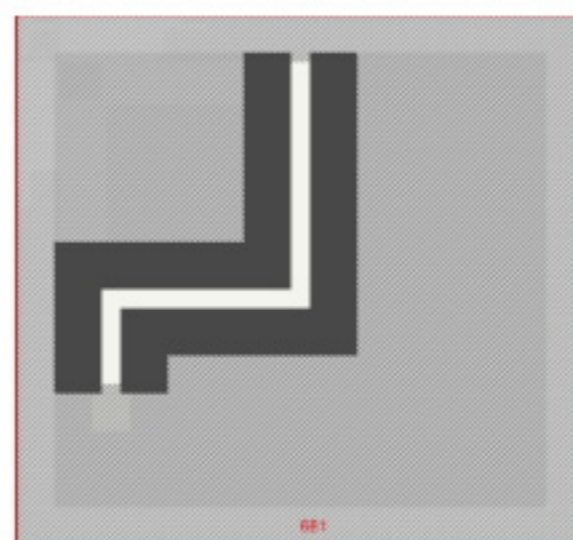
678_EXCELL



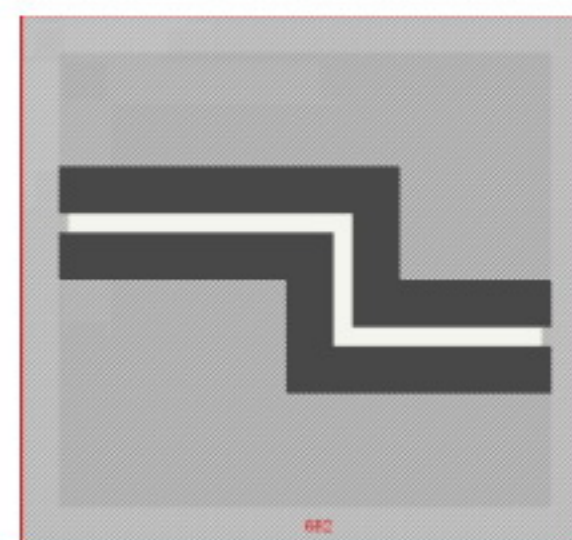
679_EXCELL



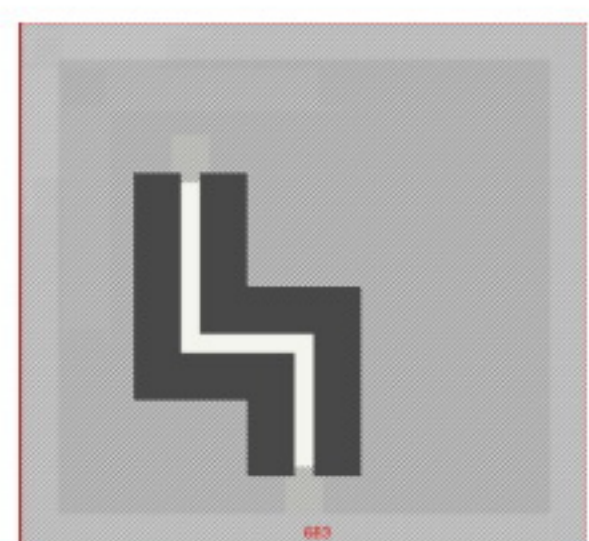
680_EXCELL



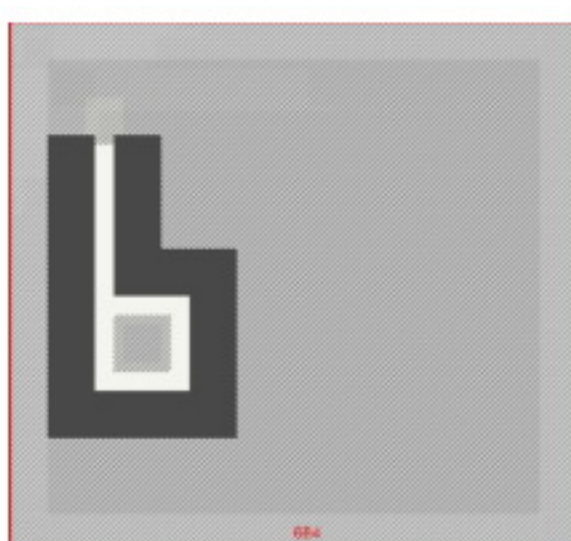
681_EXCELL



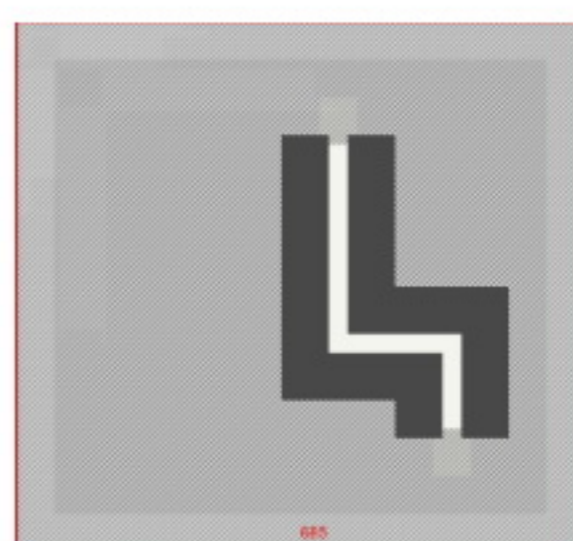
682_EXCELL



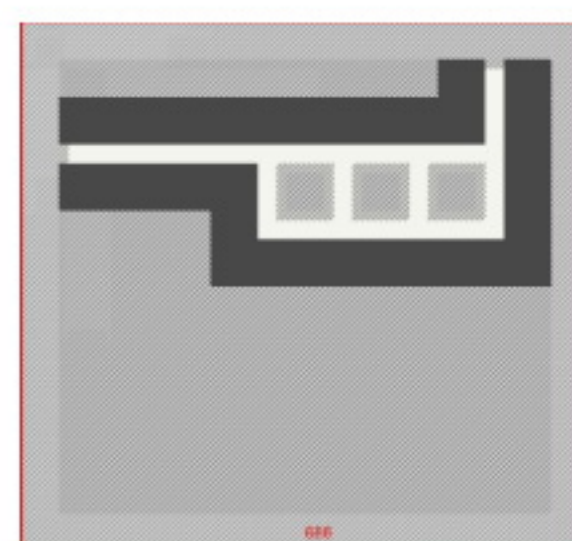
683_EXCELL



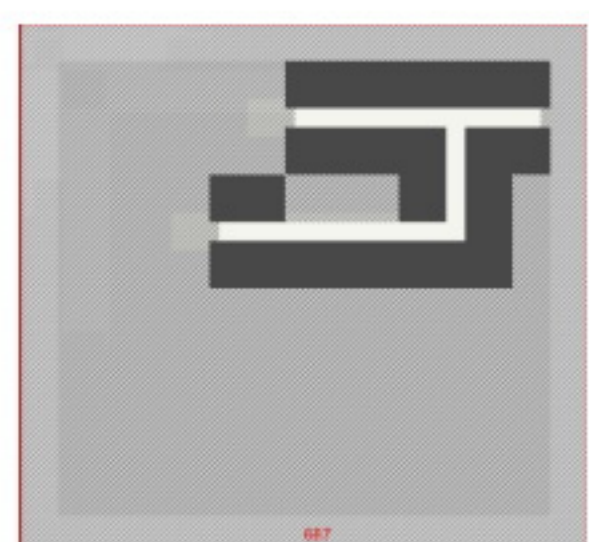
684_EXCELL



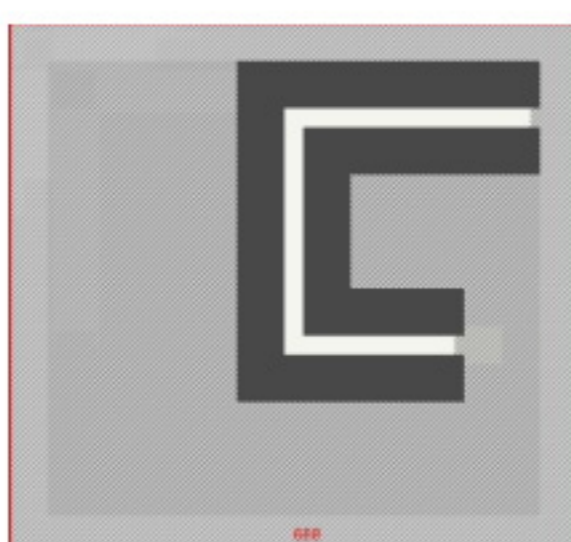
685_EXCELL



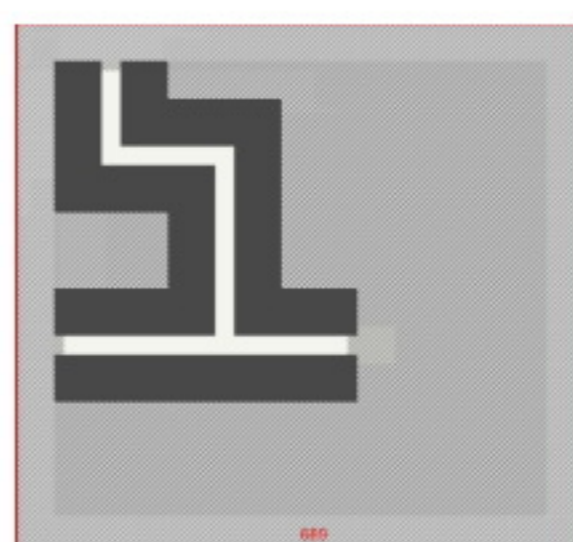
686_EXCELL



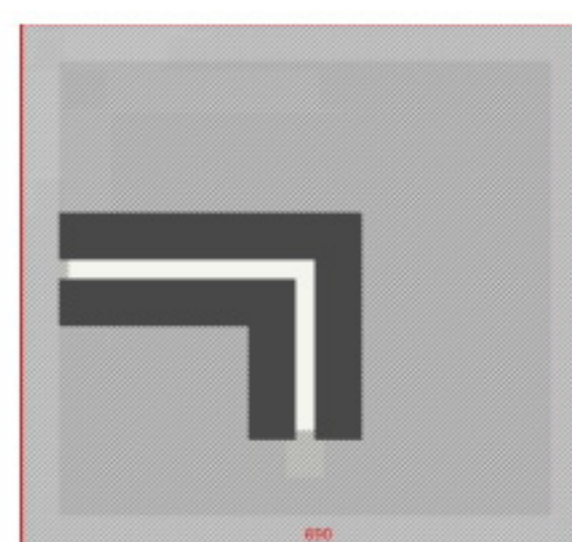
687_EXCELL



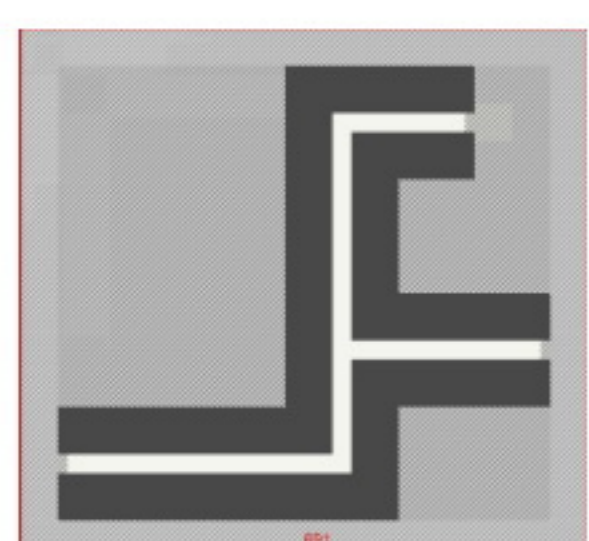
688_EXCELL



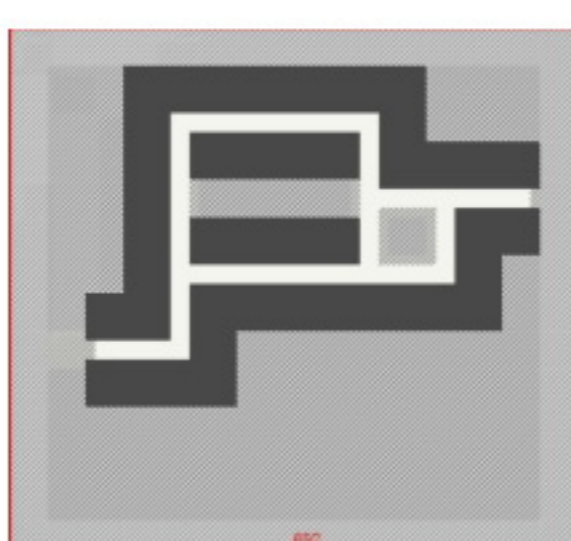
689_EXCELL



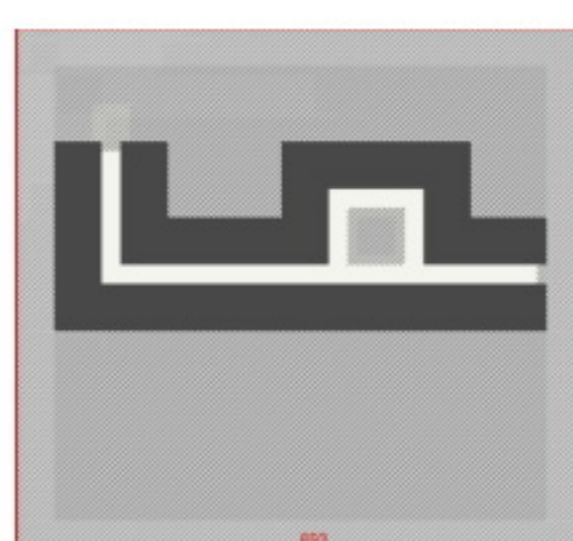
690_EXCELL



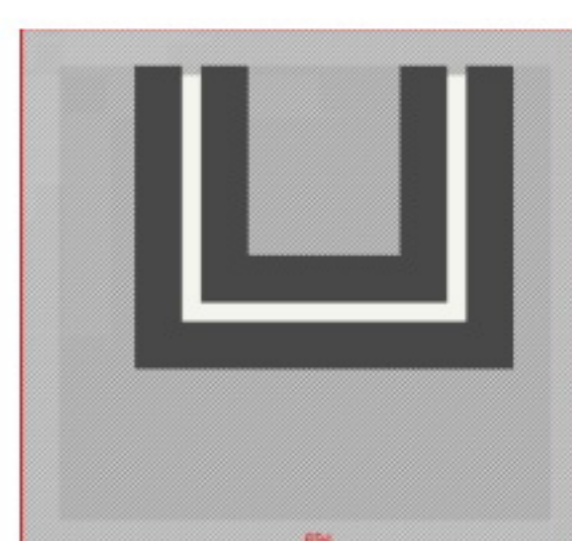
691_EXCELL



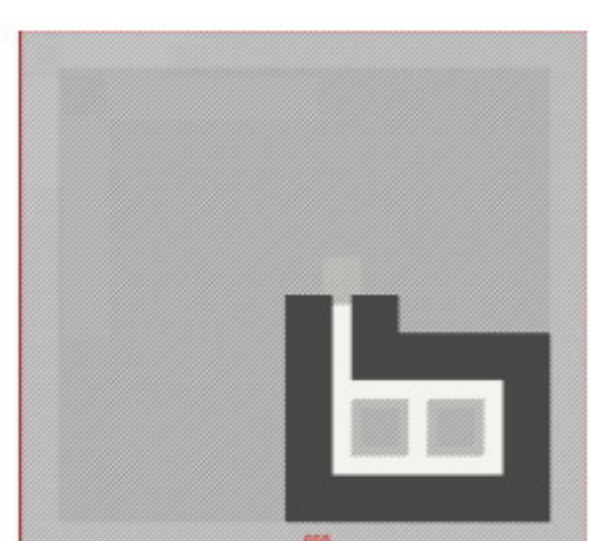
692_EXCELL



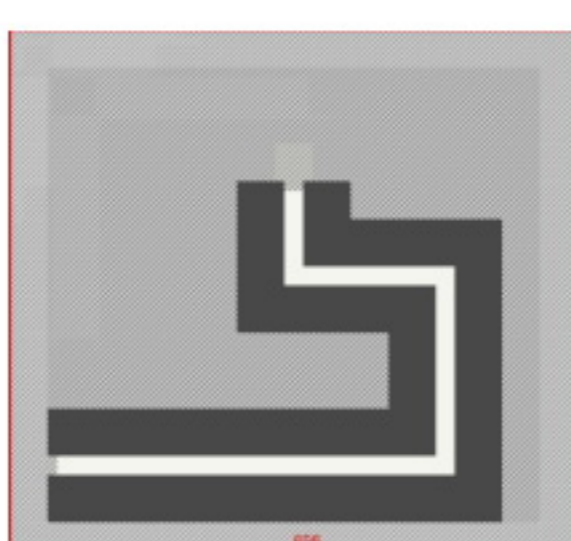
693_EXCELL



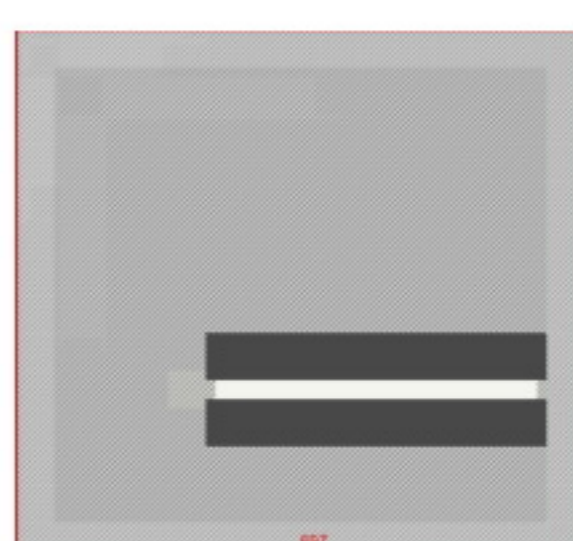
694_EXCELL



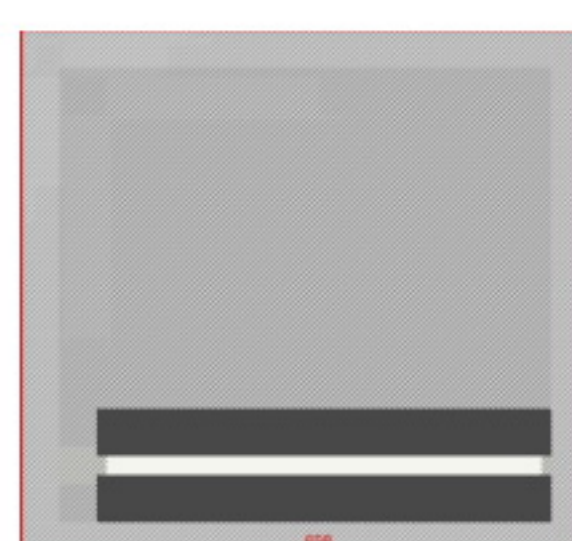
695_EXCELL



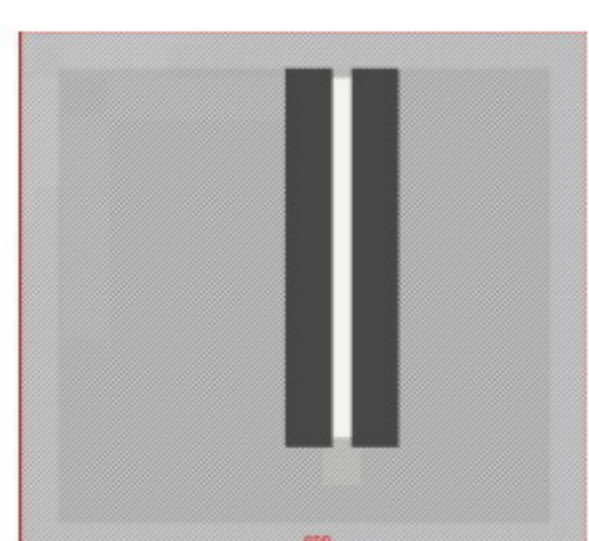
696_EXCELL



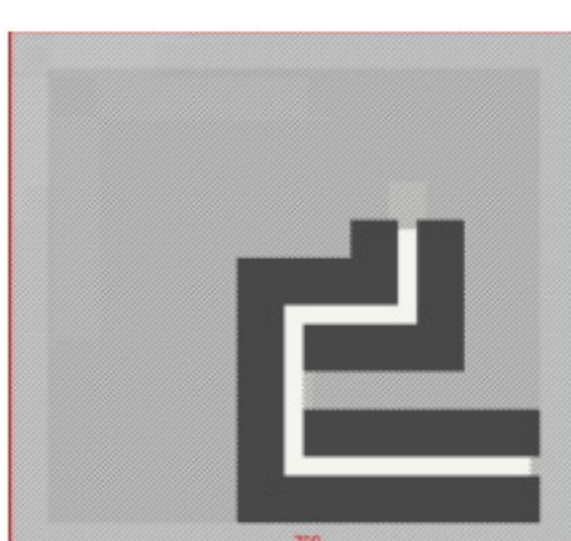
697_EXCELL



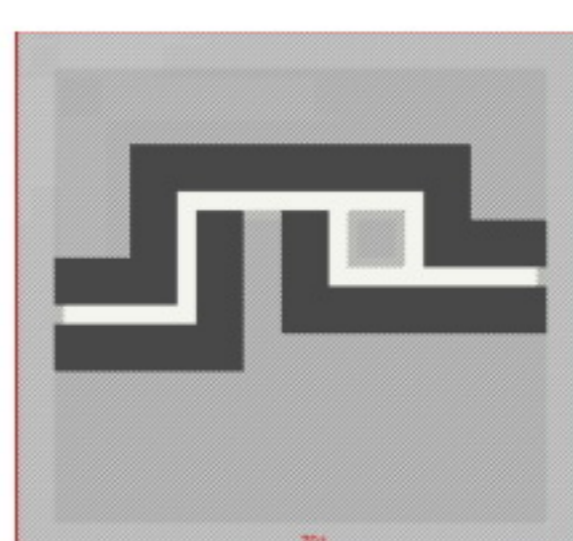
698_EXCELL



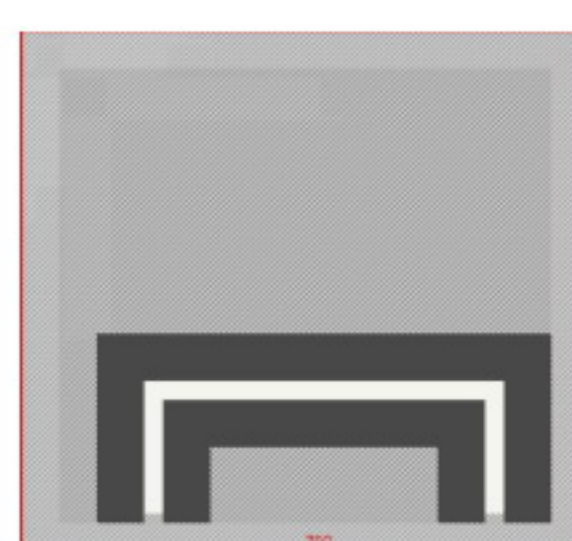
699_EXCELL



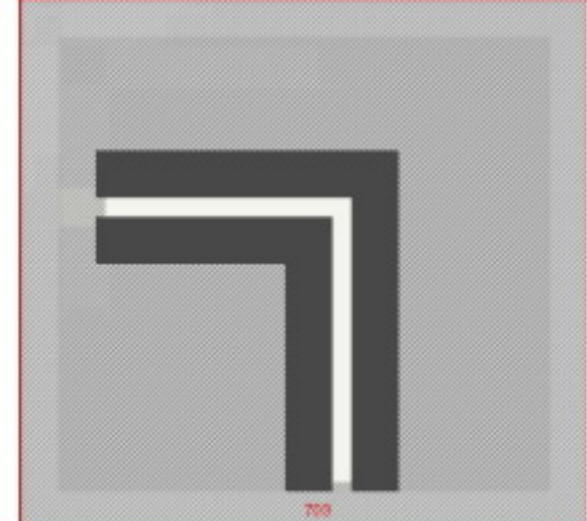
700_EXCELL



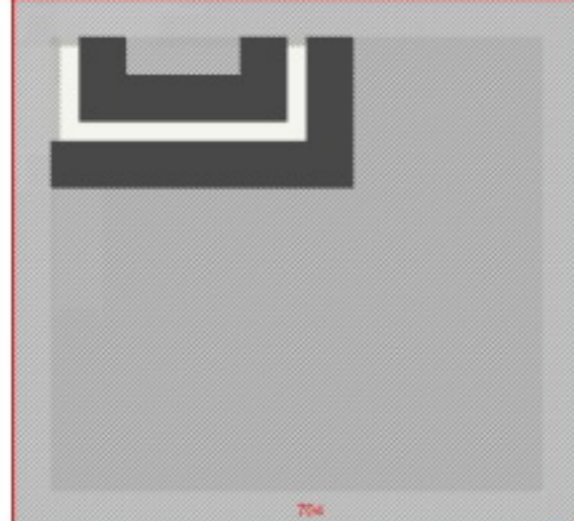
701_EXCELL



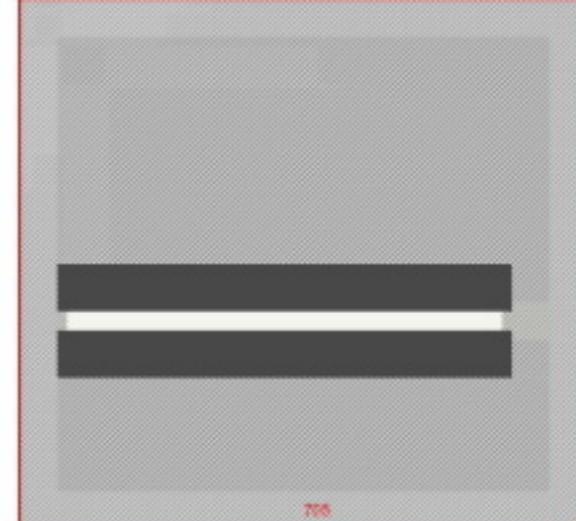
702_EXCELL



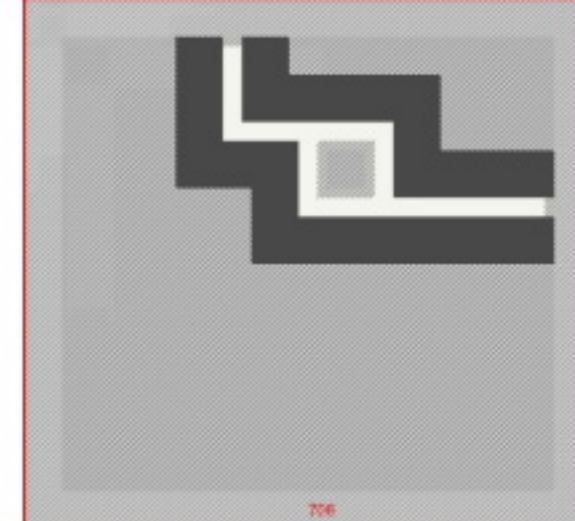
703_EXCELL



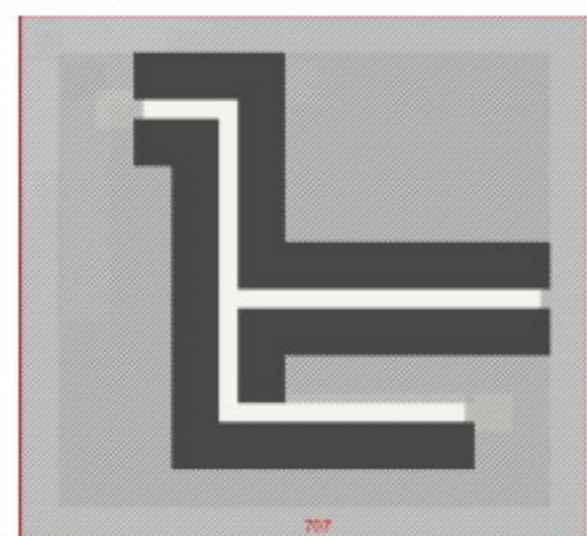
704_EXCELL



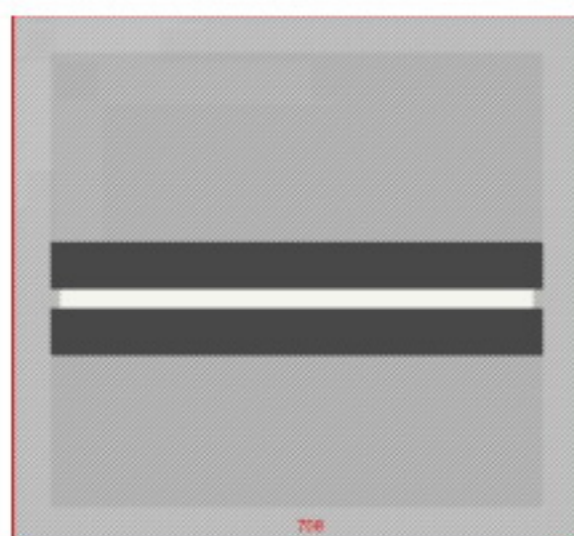
705_EXCELL



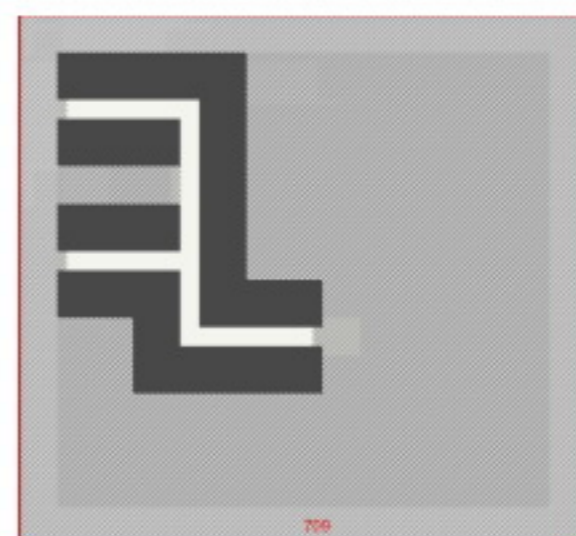
706_EXCELL



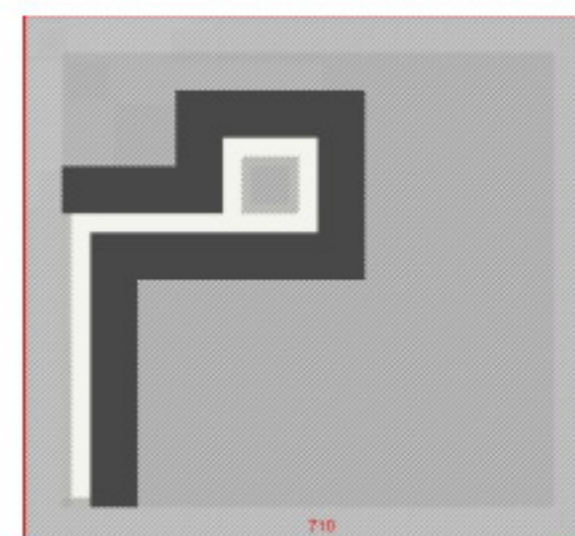
707_EXCELL



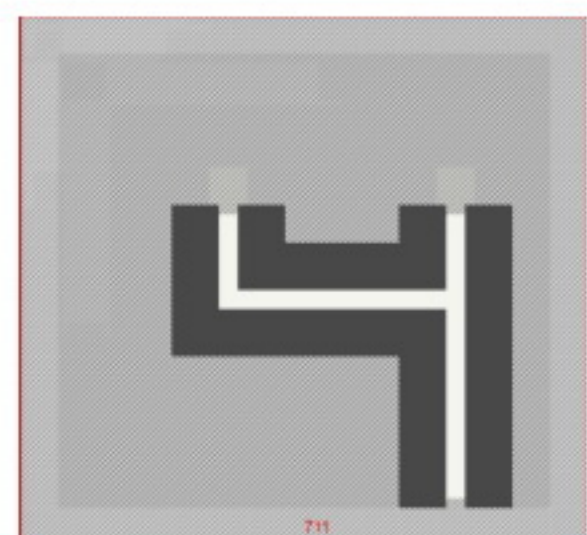
708_EXCELL



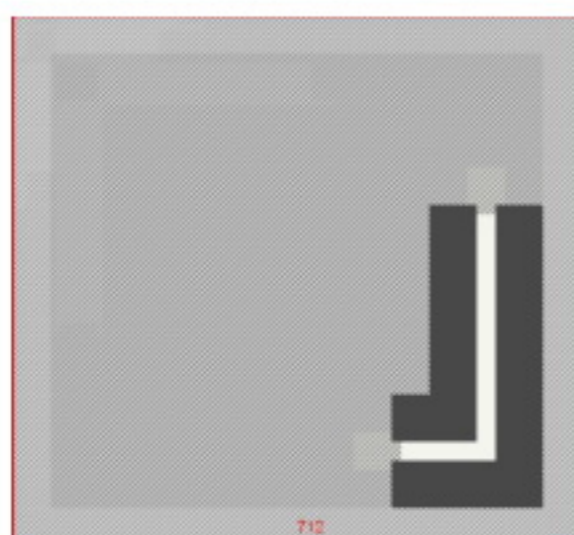
709_EXCELL



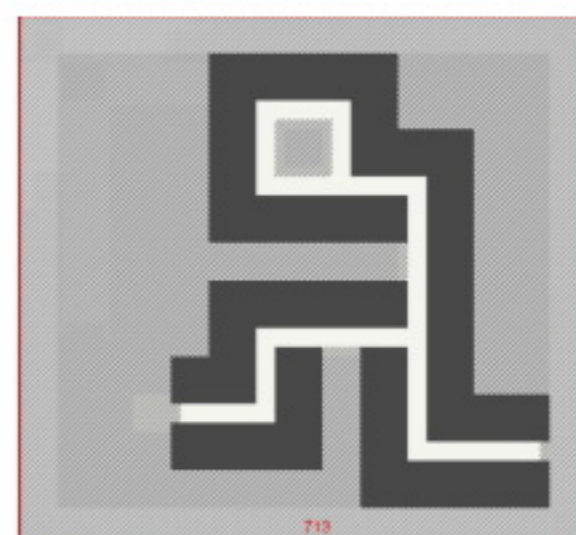
710_EXCELL



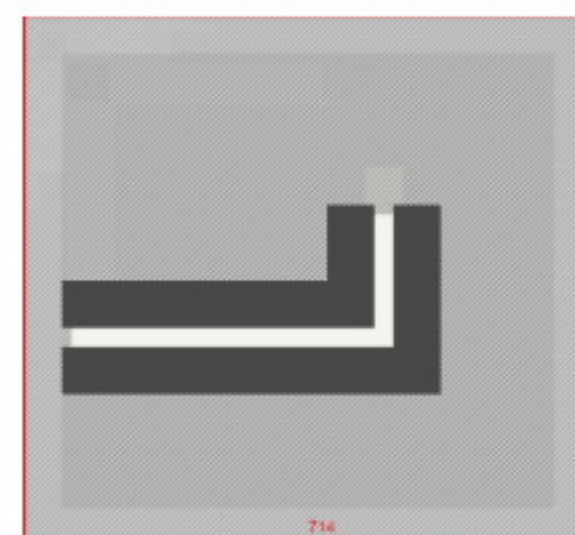
711_EXCELL



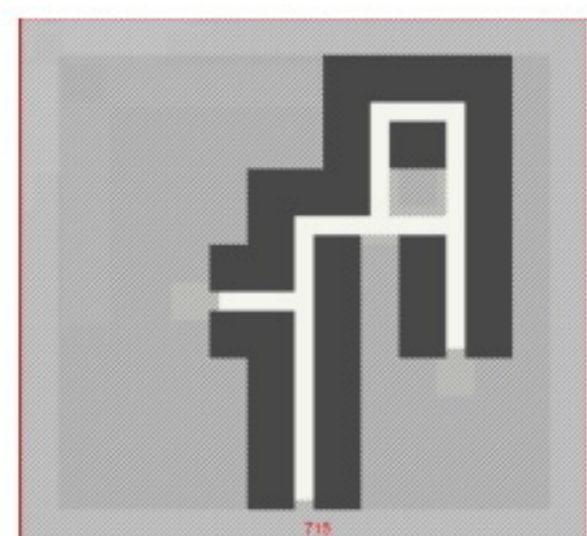
712_EXCELL



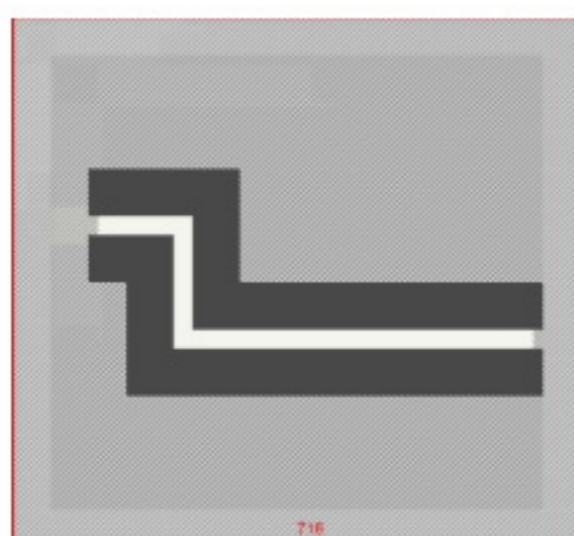
713_EXCELL



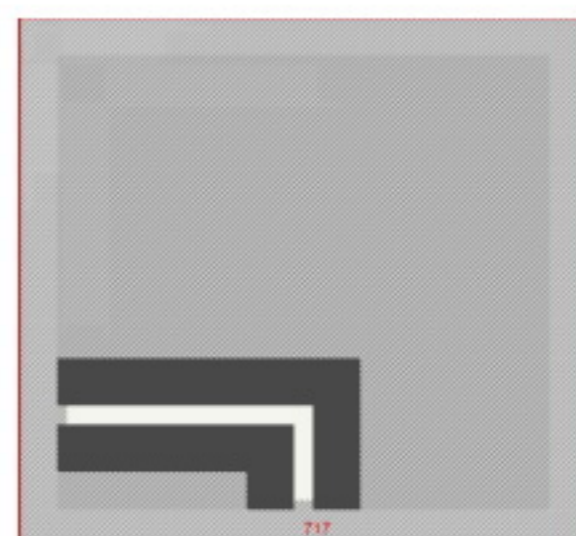
714_EXCELL



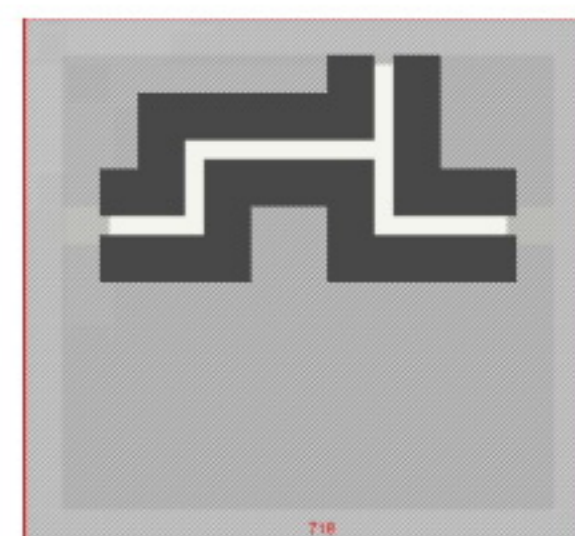
715_EXCELL



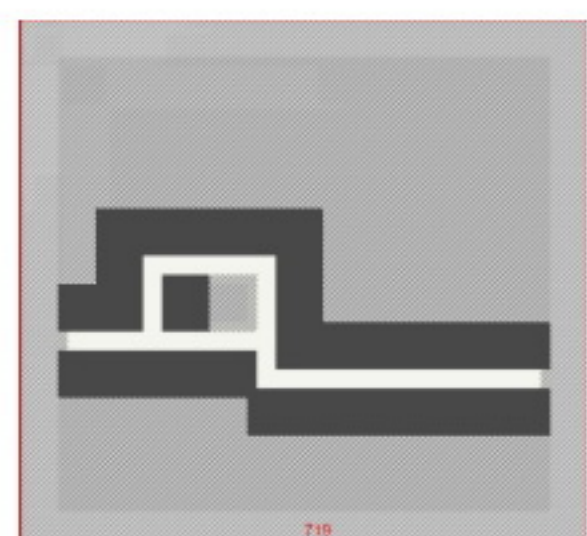
716_EXCELL



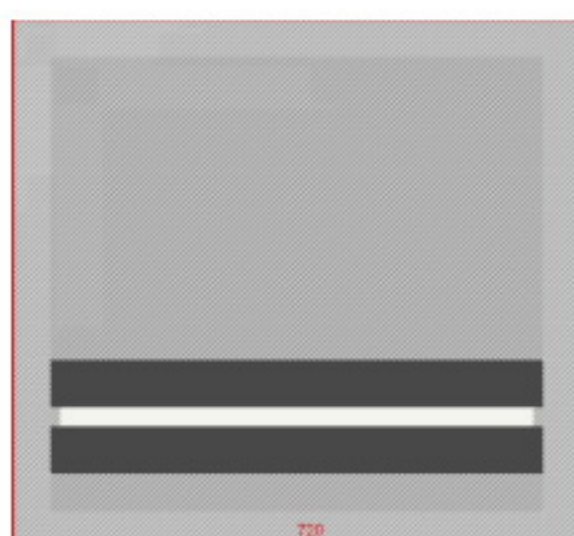
717_EXCELL



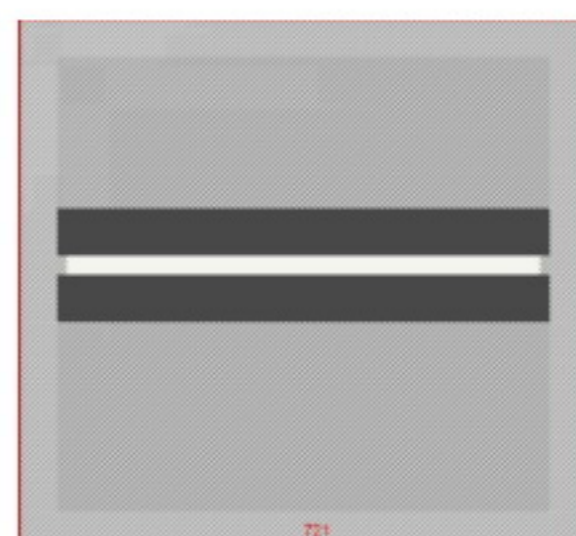
718_EXCELL



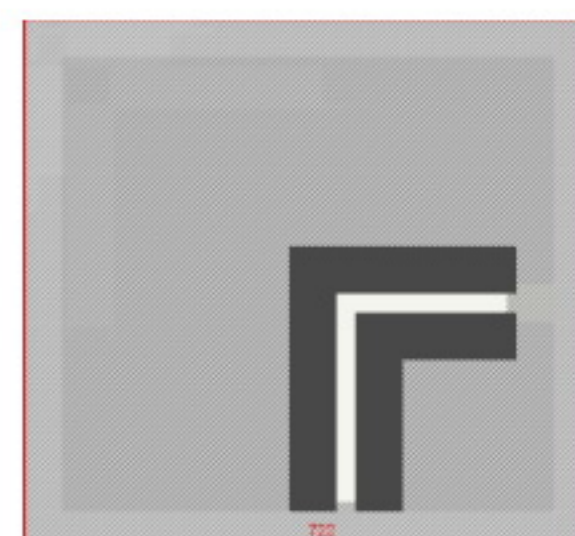
719_EXCELL



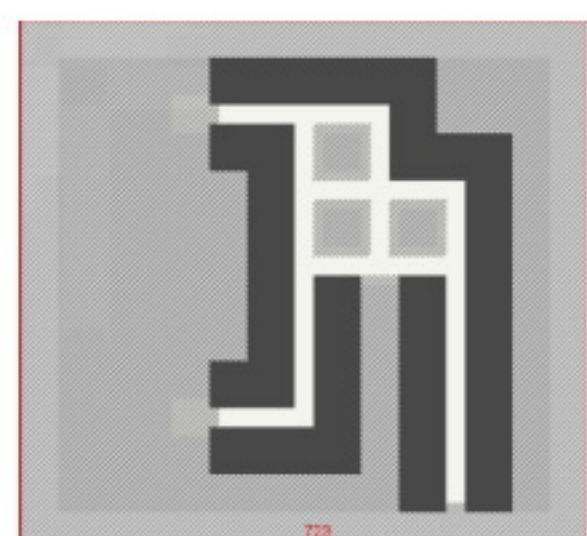
720_EXCELL



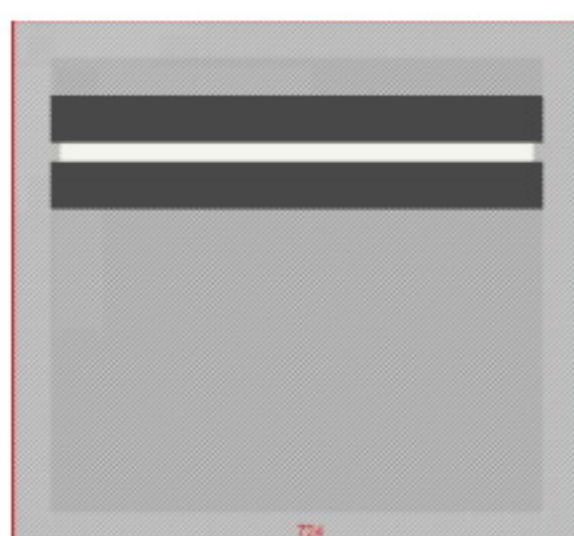
721_EXCELL



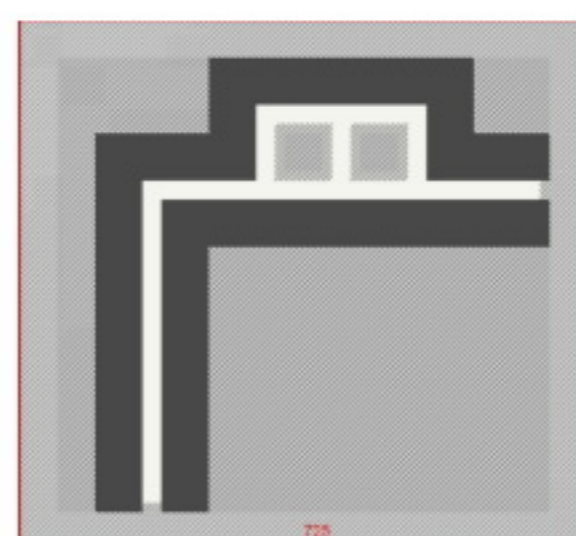
722_EXCELL



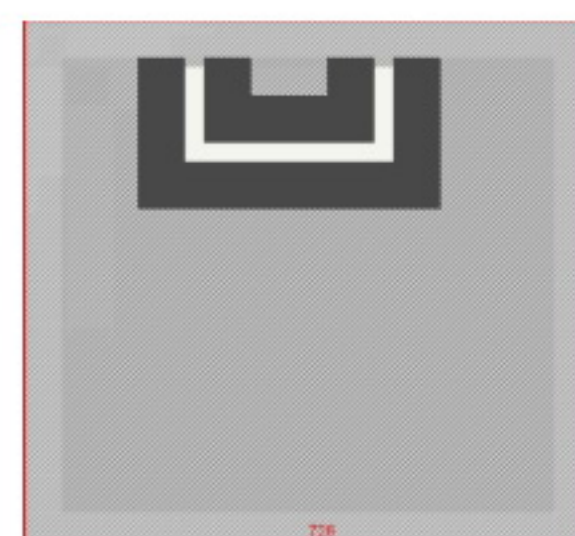
723_EXCELL



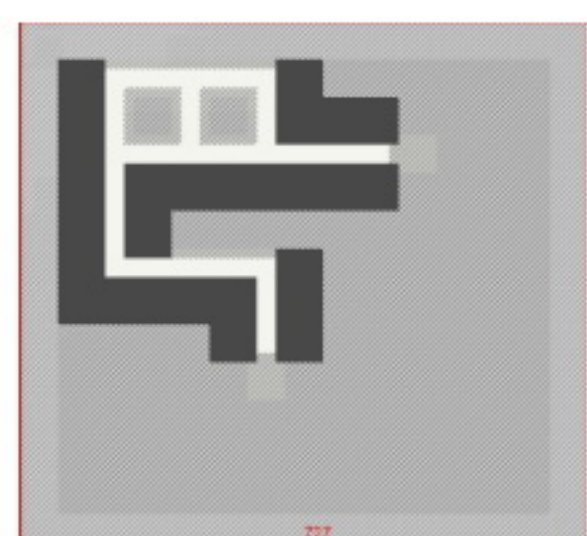
724_EXCELL



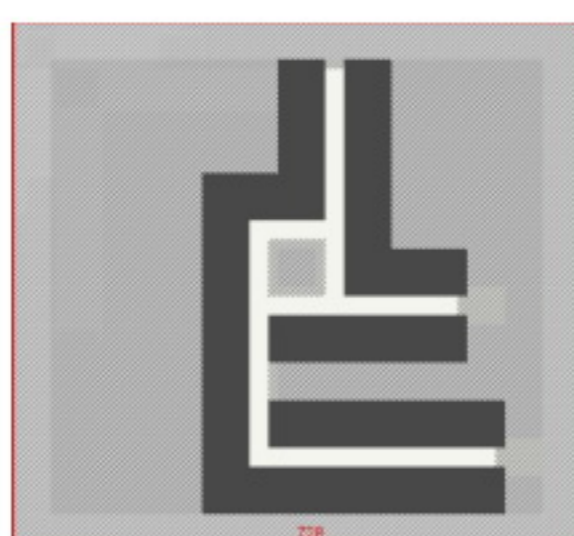
725_EXCELL



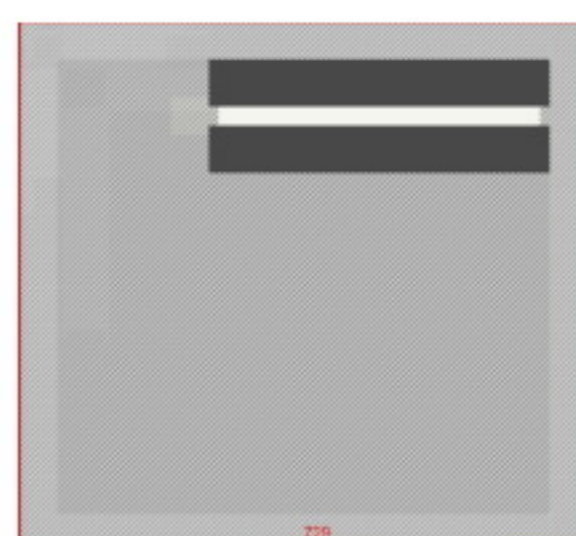
726_EXCELL



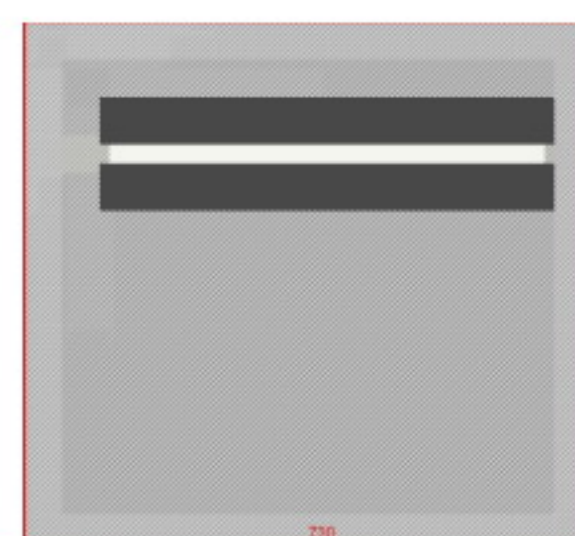
727_EXCELL



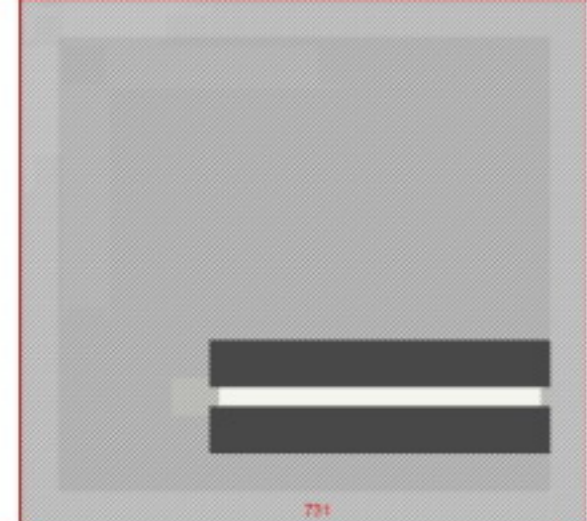
728_EXCELL



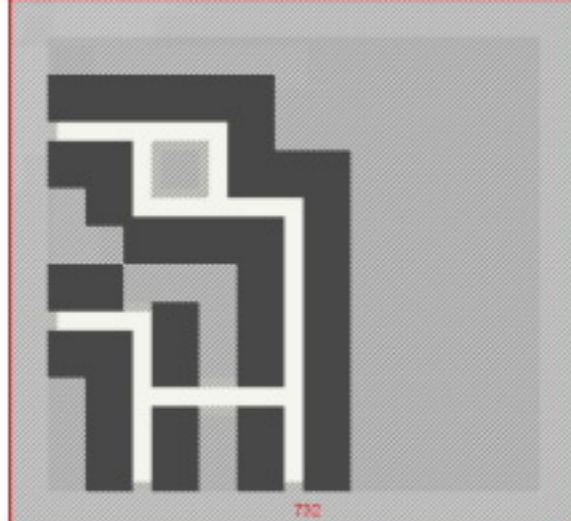
729_EXCELL



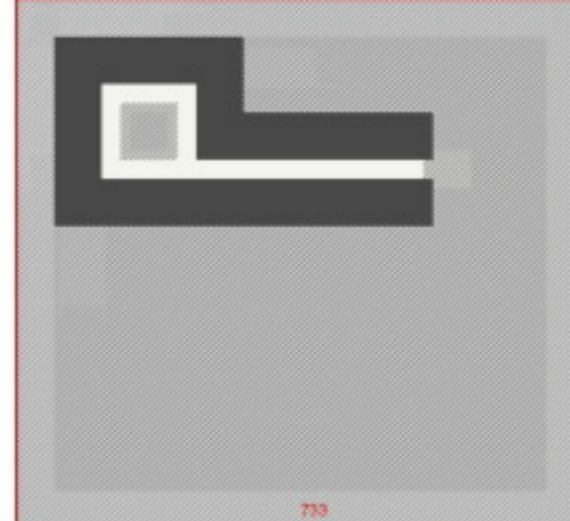
730_EXCELL



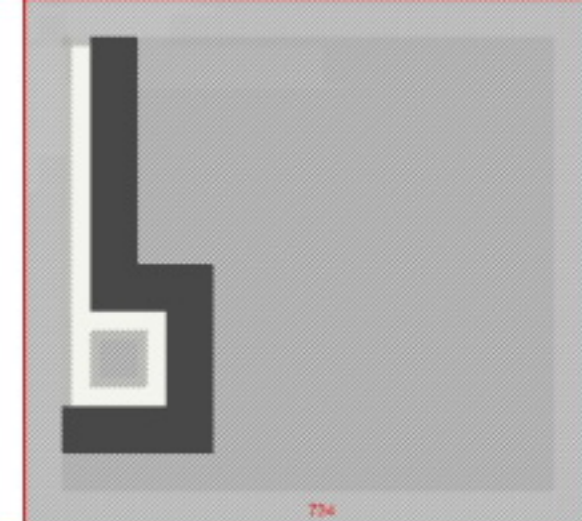
731_EXCELL



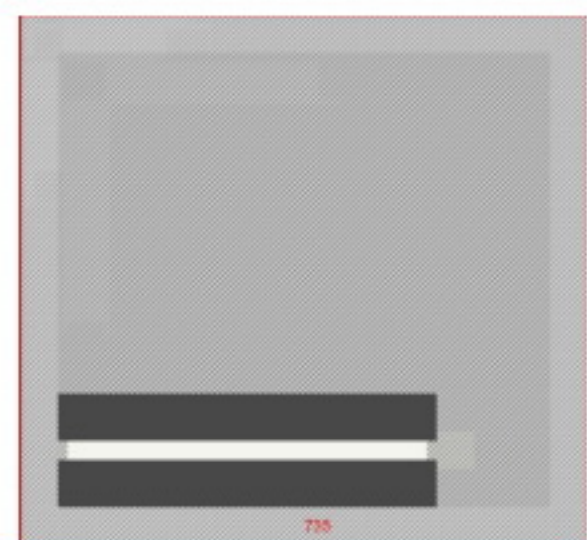
732_EXCELL



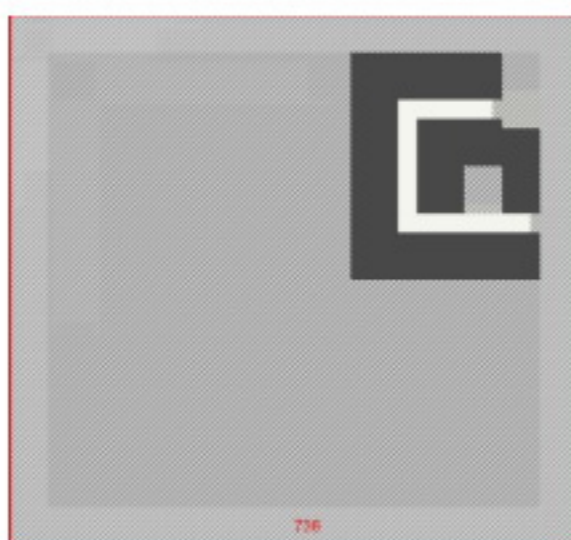
733_EXCELL



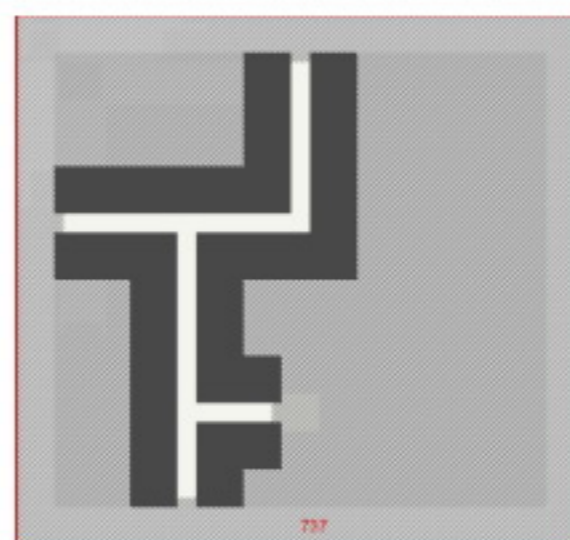
734_EXCELL



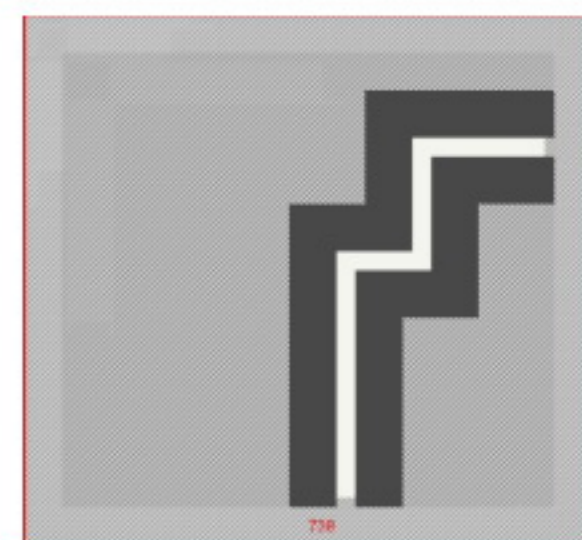
735_EXCELL



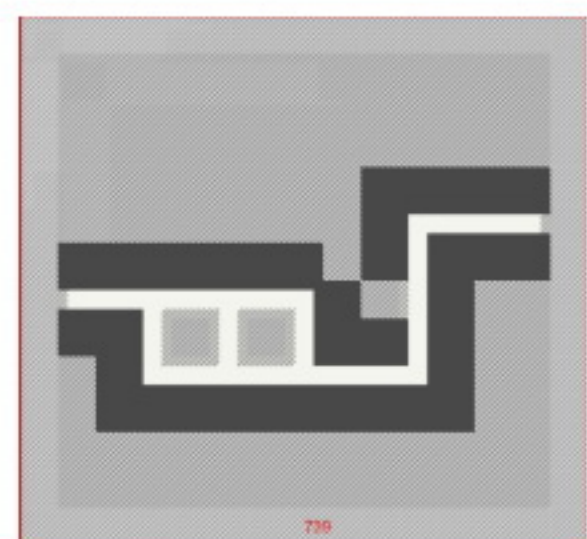
736_EXCELL



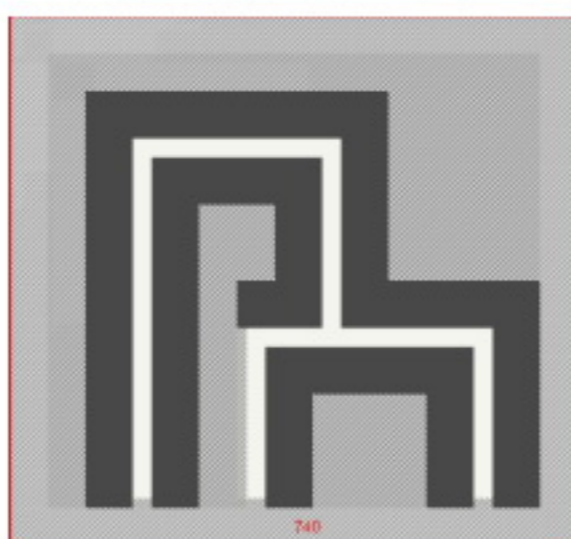
737_EXCELL



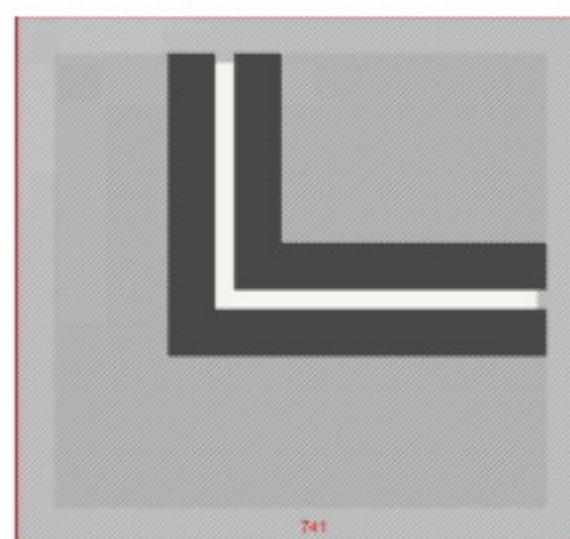
738_EXCELL



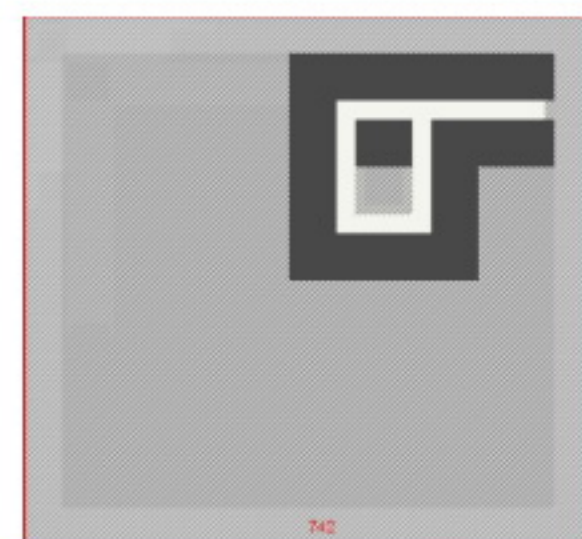
739_EXCELL



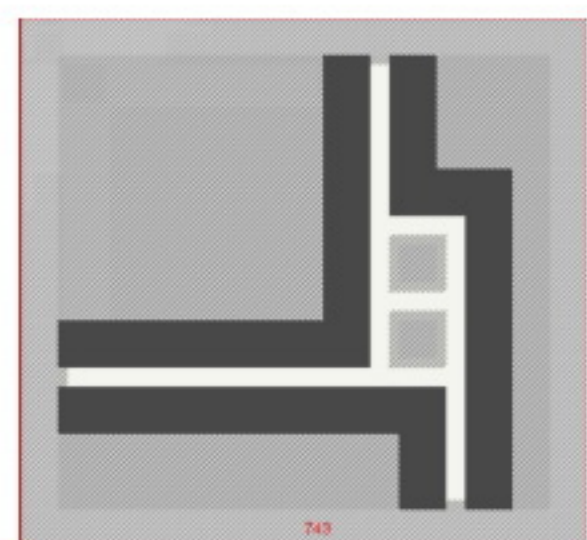
740_EXCELL



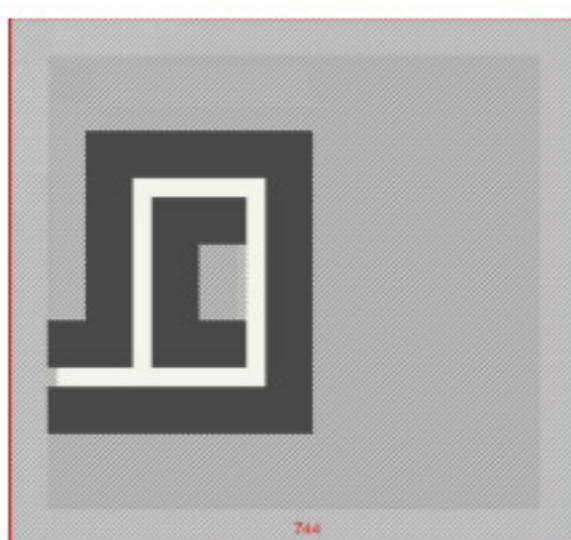
741_EXCELL



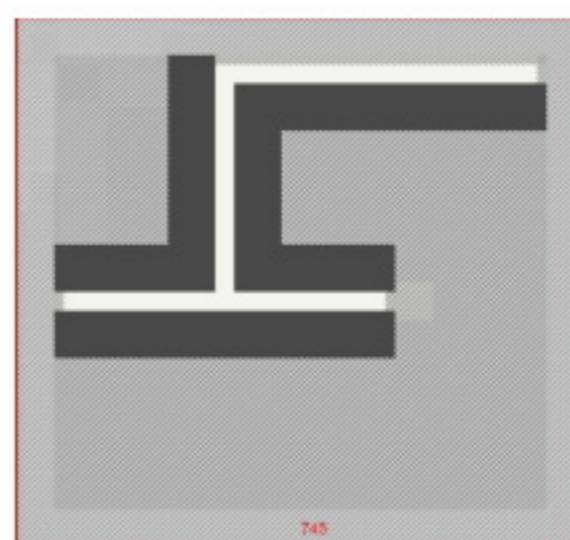
742_EXCELL



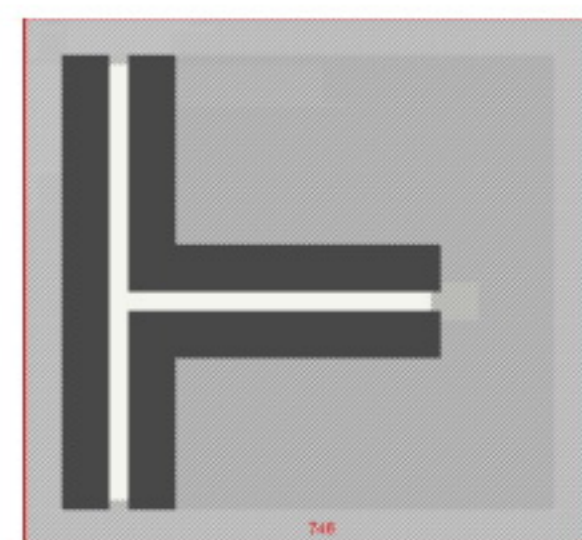
743_EXCELL



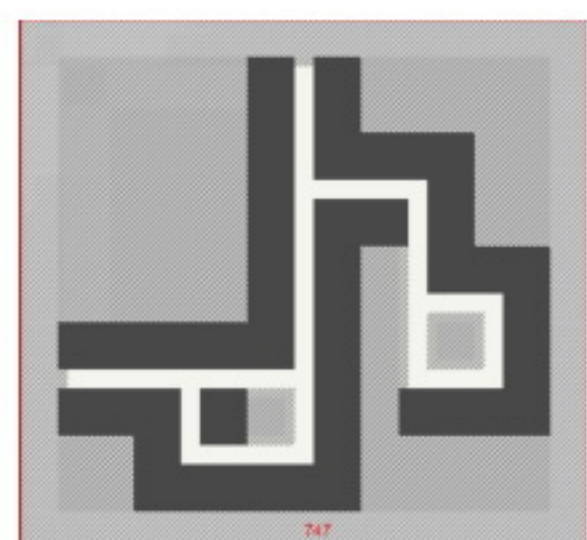
744_EXCELL



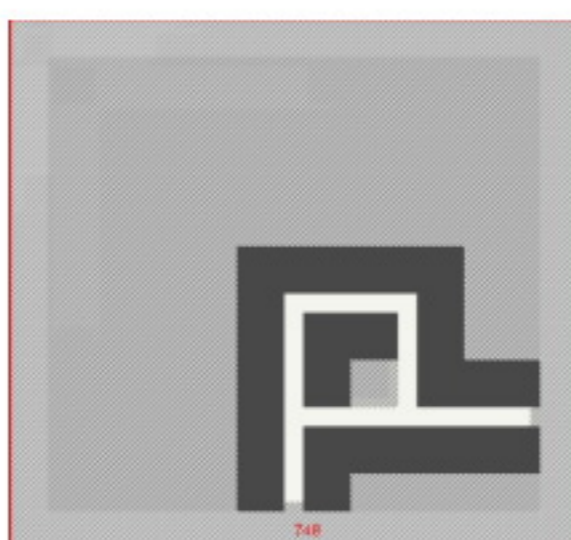
745_EXCELL



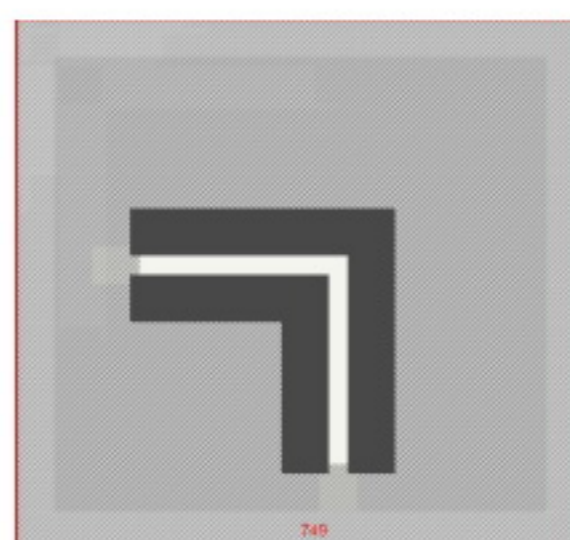
746_EXCELL



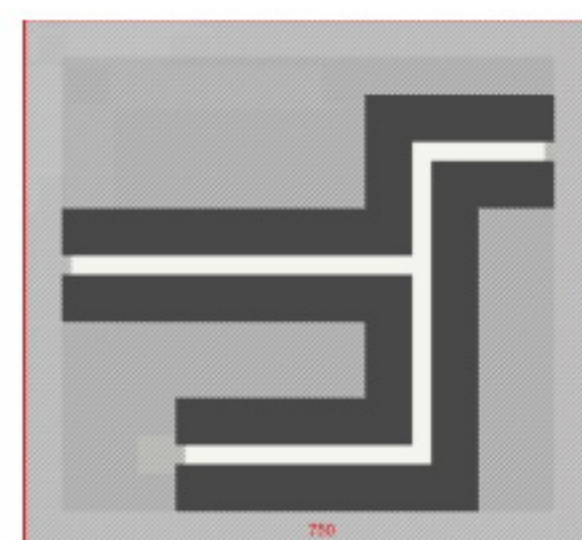
747_EXCELL



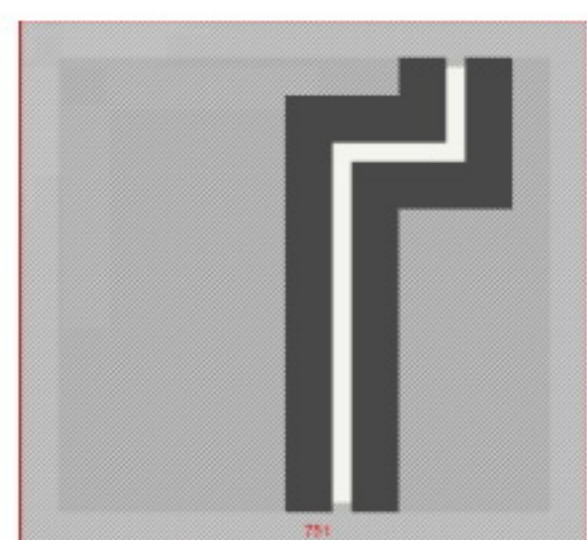
748_EXCELL



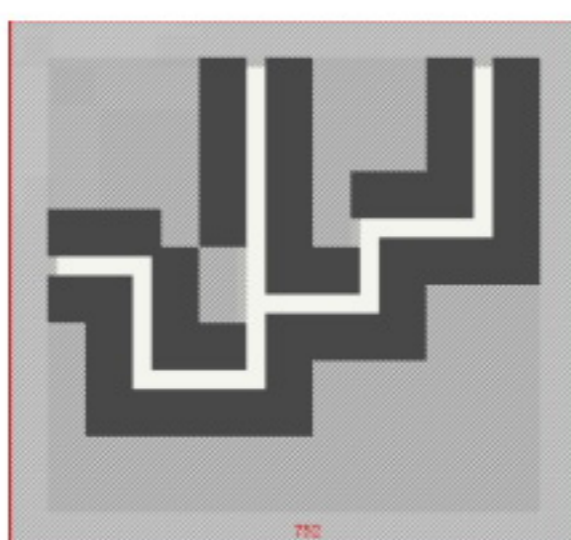
749_EXCELL



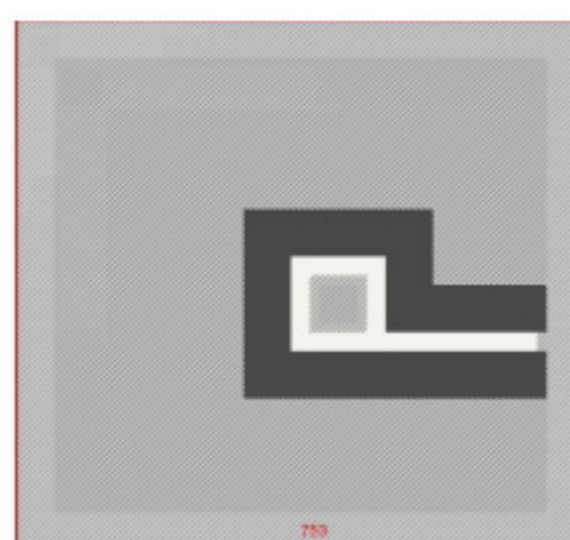
750_EXCELL



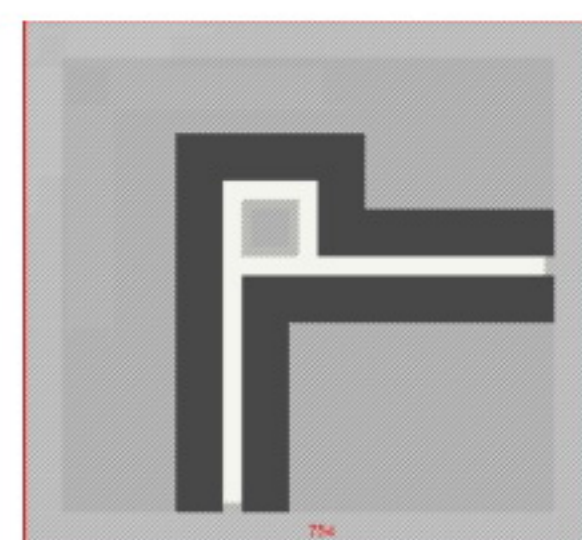
751_EXCELL



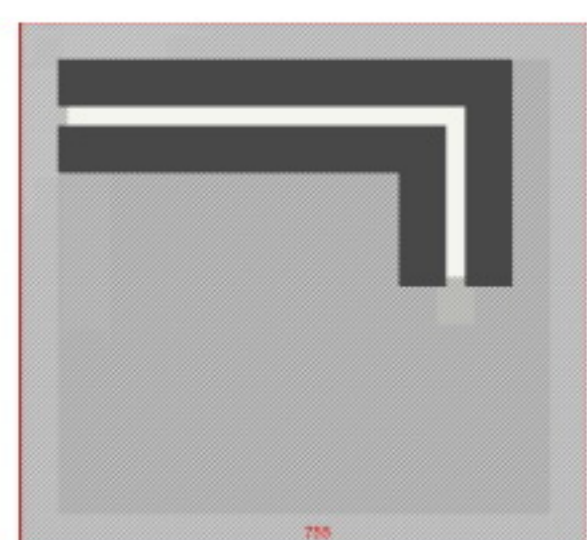
752_EXCELL



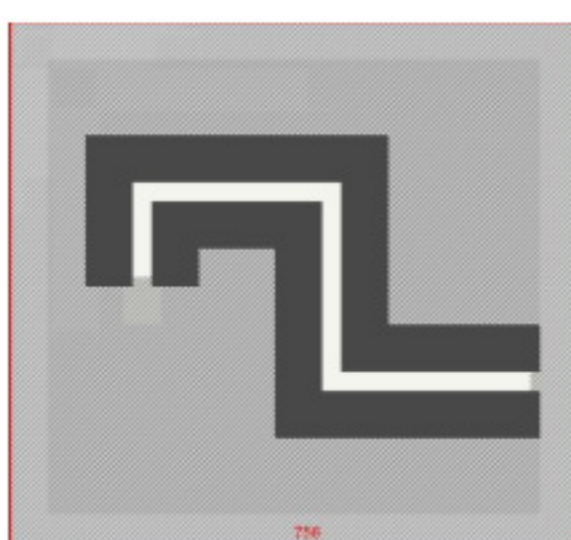
753_EXCELL



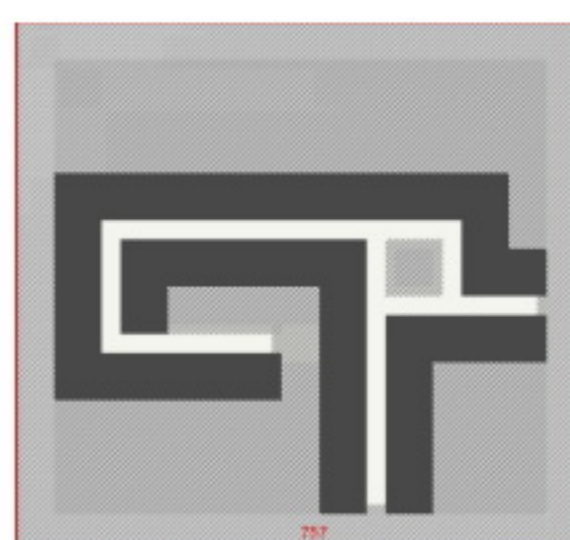
754_EXCELL



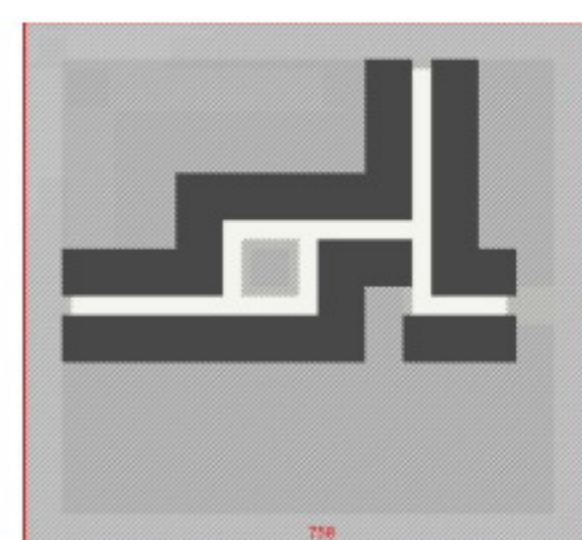
755_EXCELL



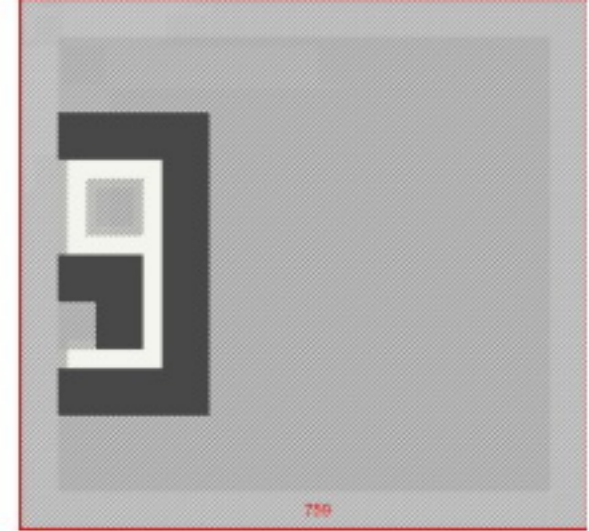
756_EXCELL



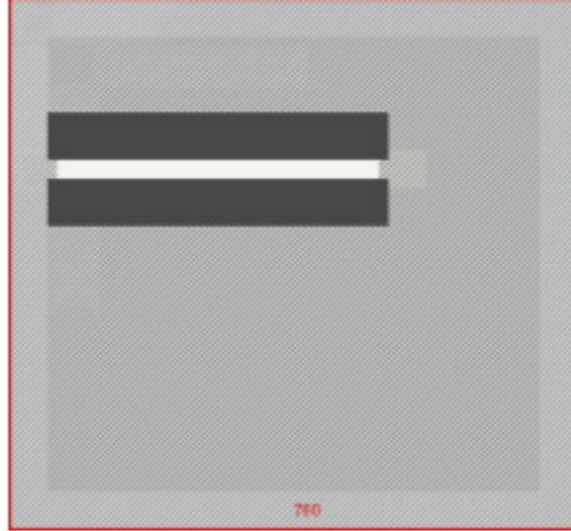
757_EXCELL



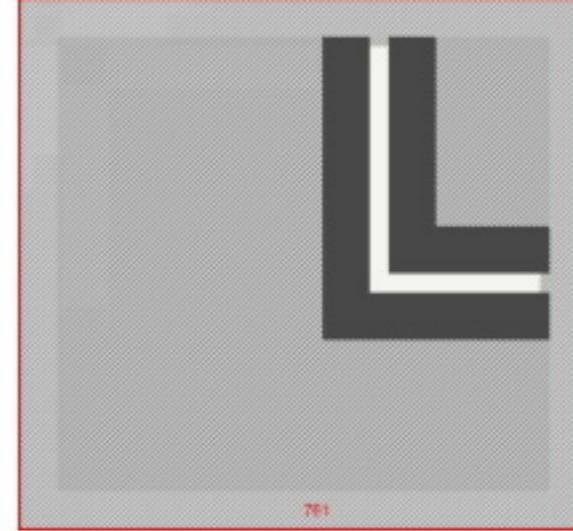
758_EXCELL



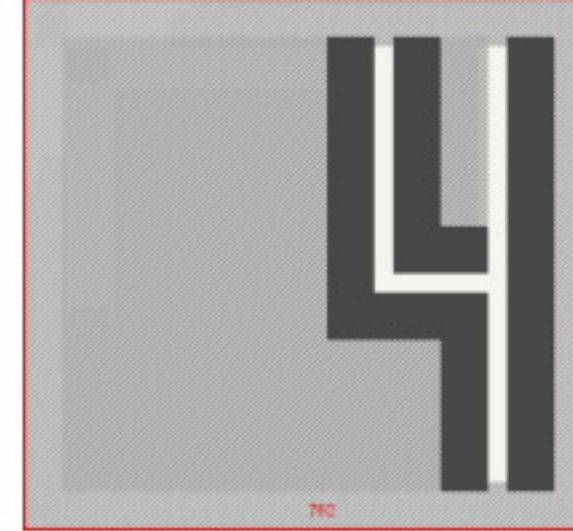
759_EXCELL



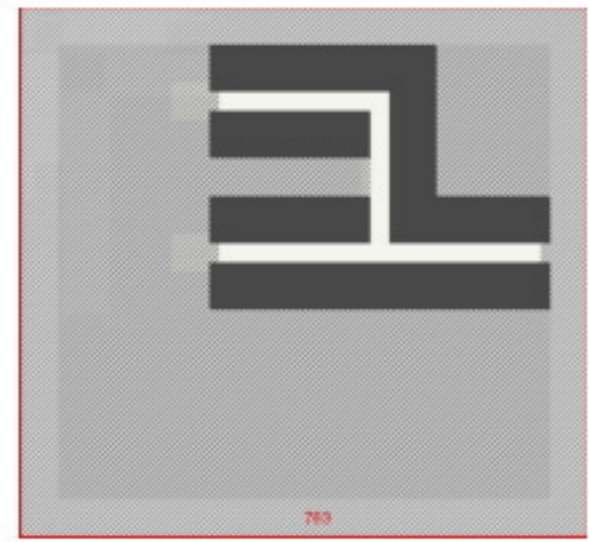
760_EXCELL



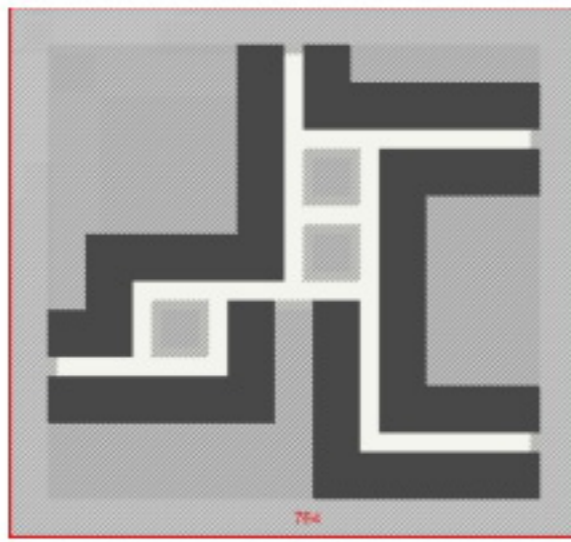
761_EXCELL



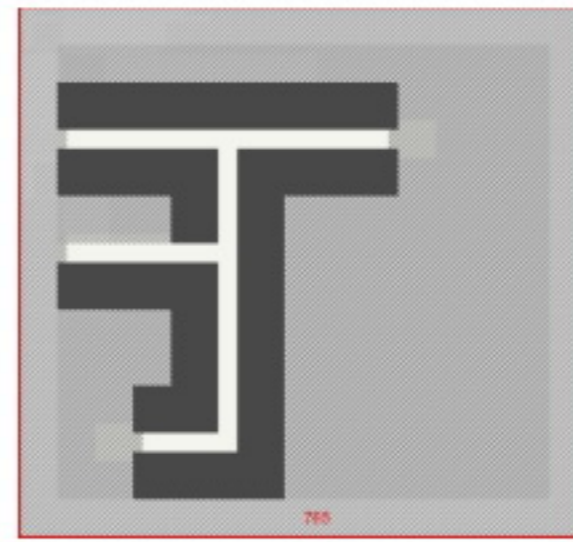
762_EXCELL



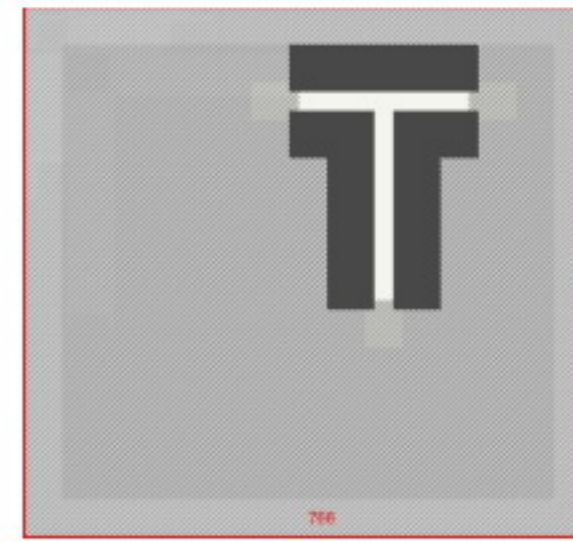
763_EXCELL



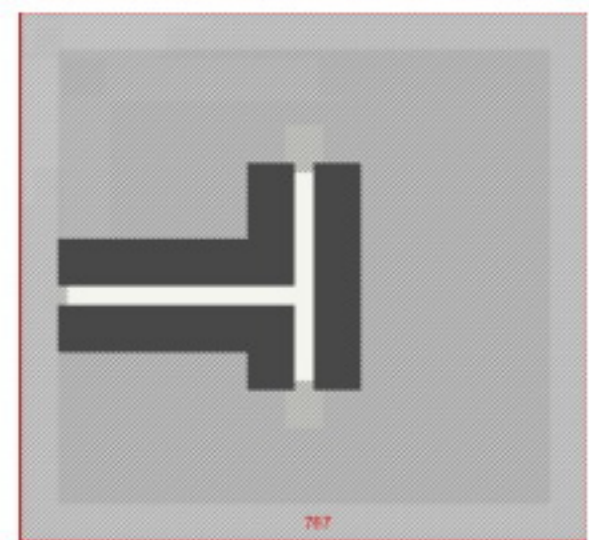
764_EXCELL



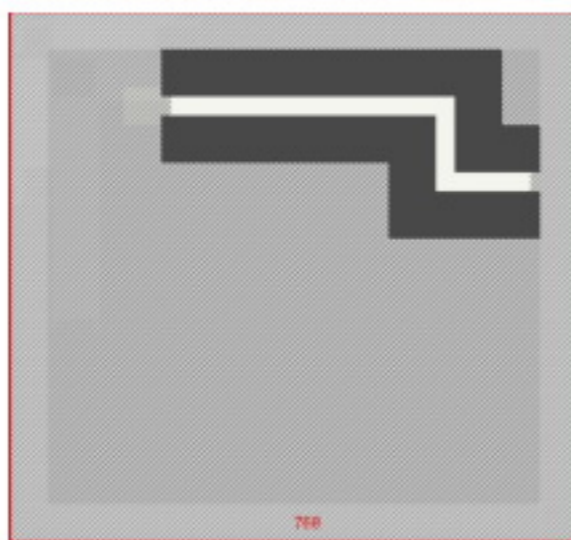
765_EXCELL



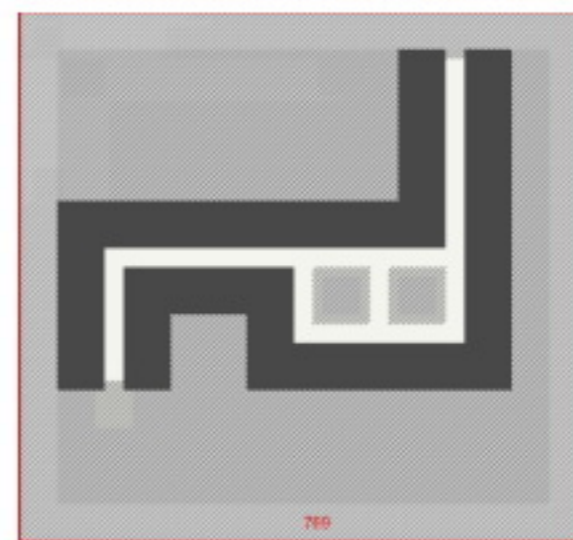
766_EXCELL



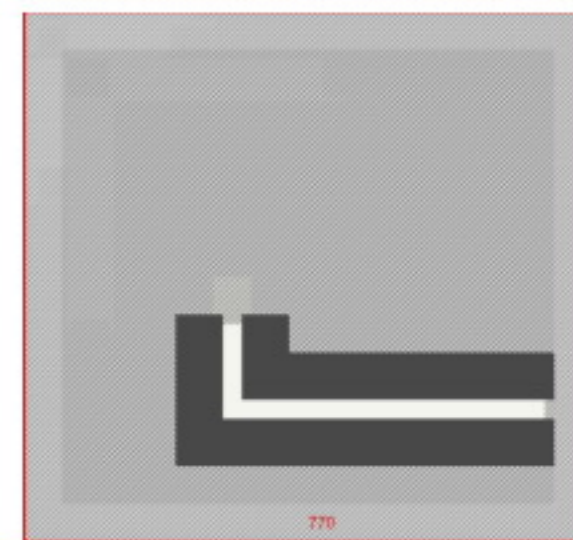
767_EXCELL



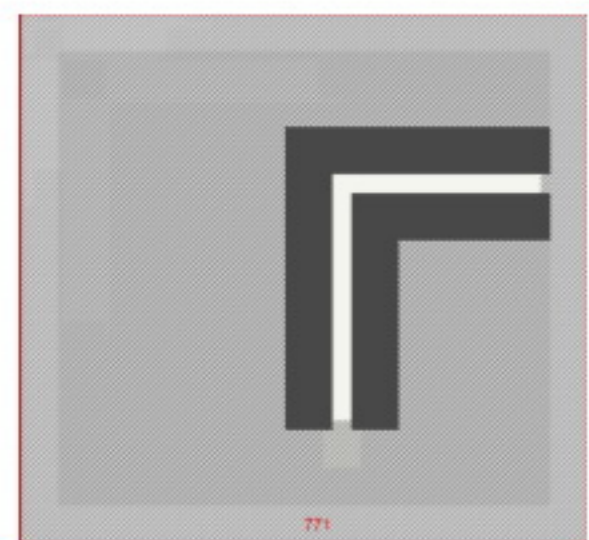
768_EXCELL



769_EXCELL



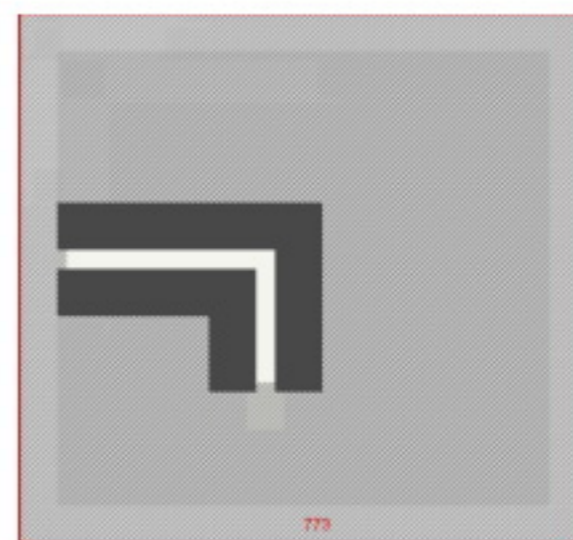
770_EXCELL



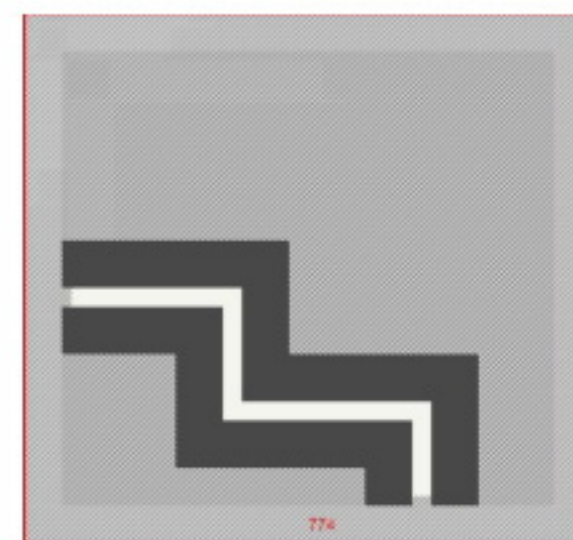
771_EXCELL



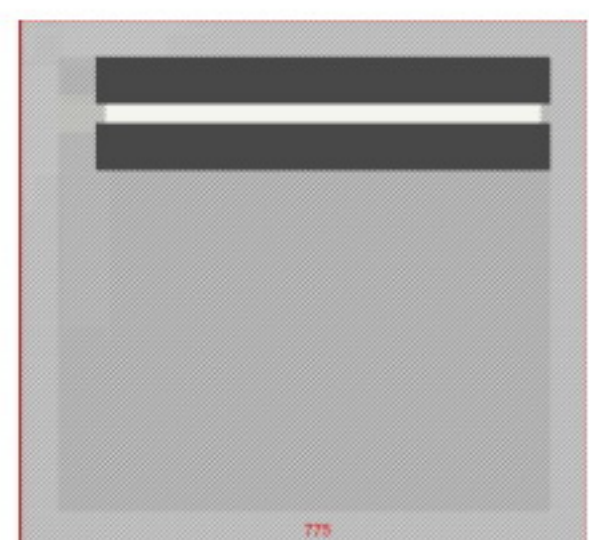
772_EXCELL



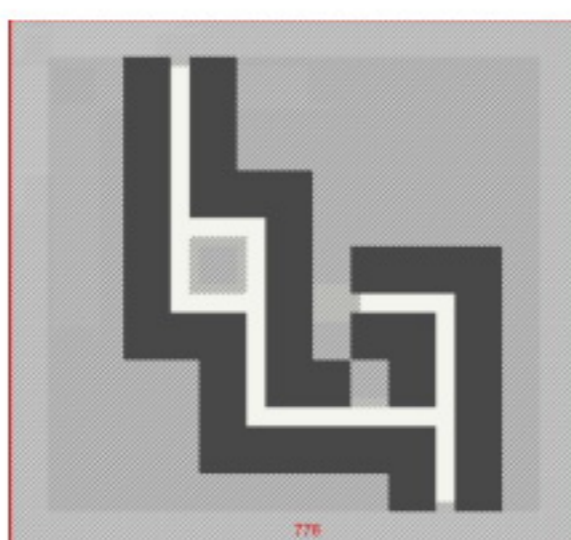
773_EXCELL



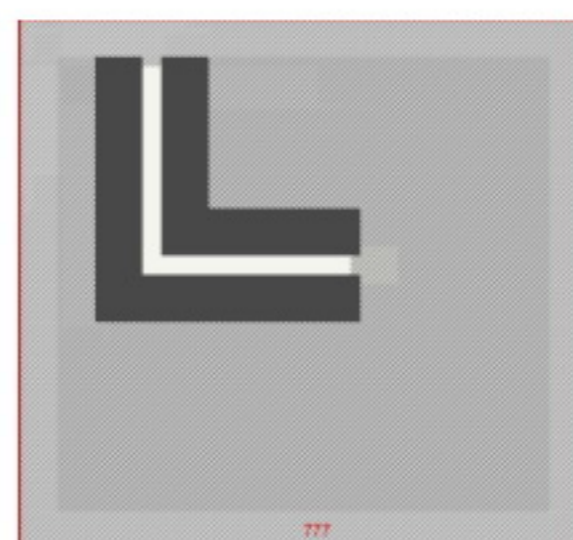
774_EXCELL



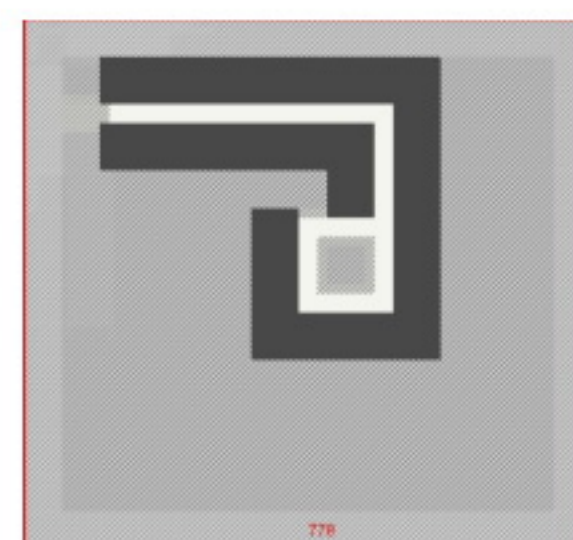
775_EXCELL



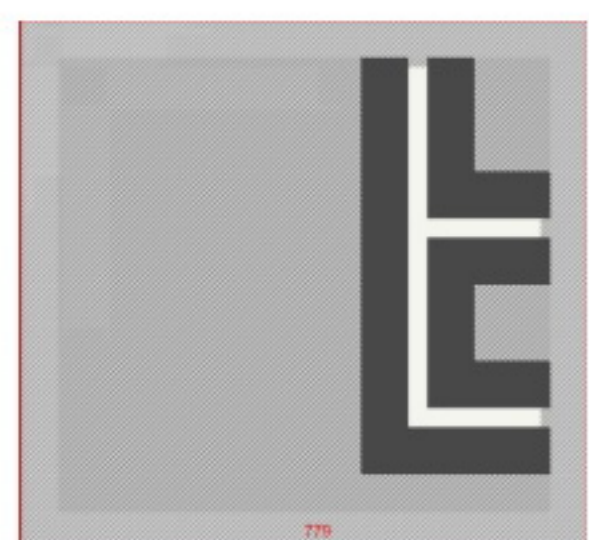
776_EXCELL



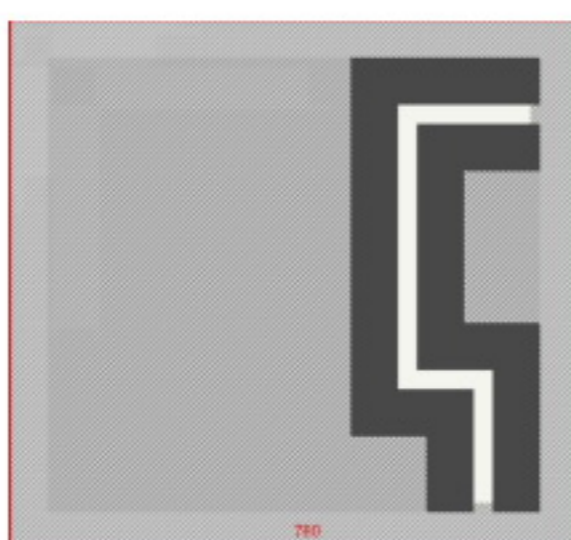
777_EXCELL



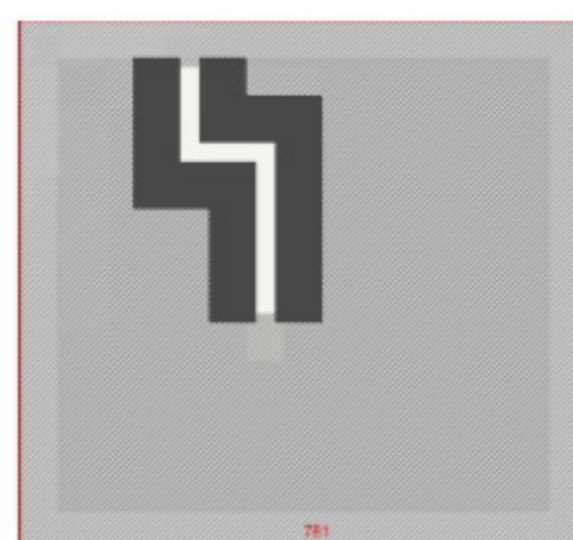
778_EXCELL



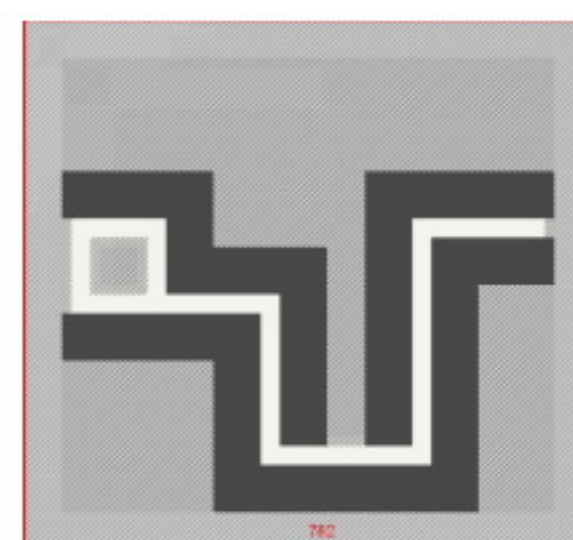
779_EXCELL



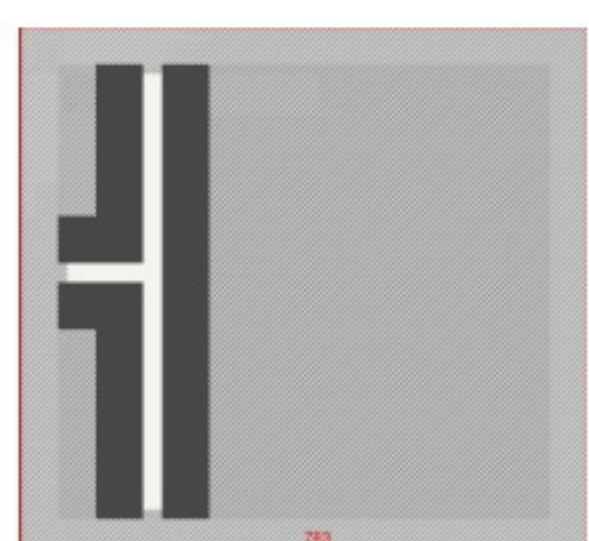
780_EXCELL



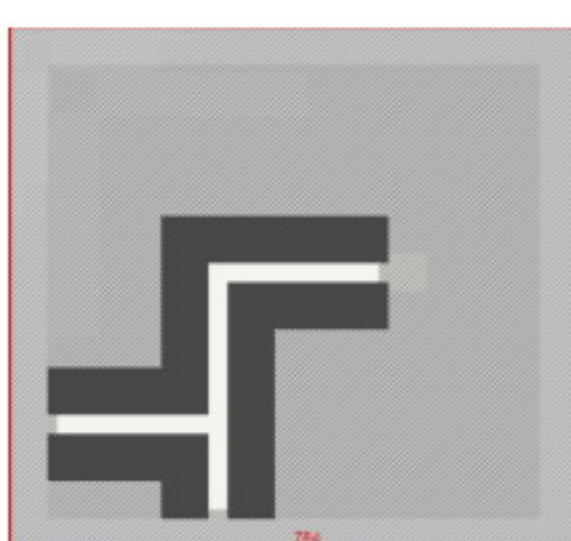
781_EXCELL



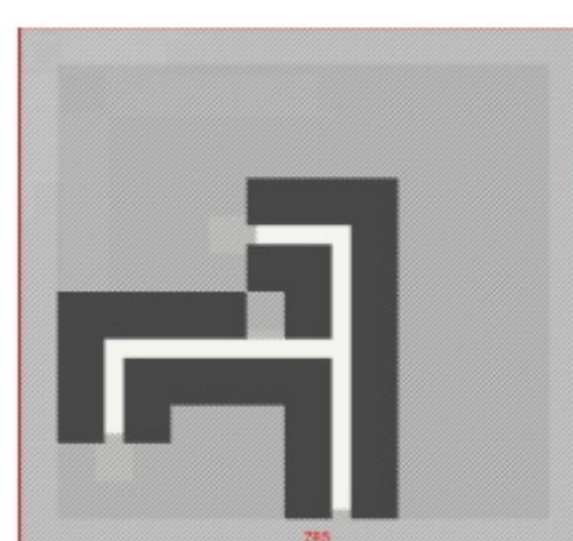
782_EXCELL



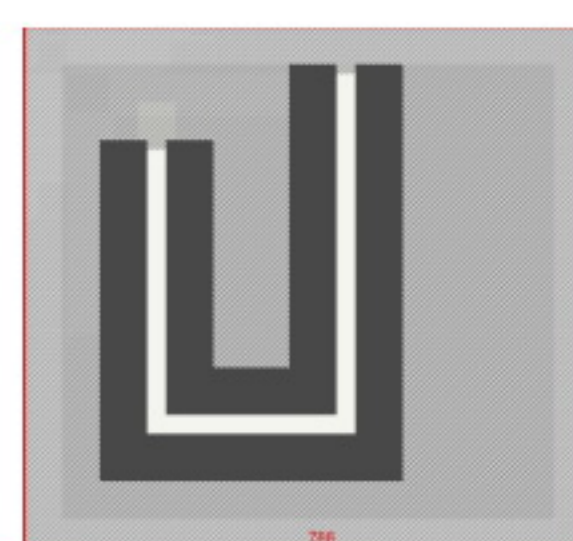
783_EXCELL



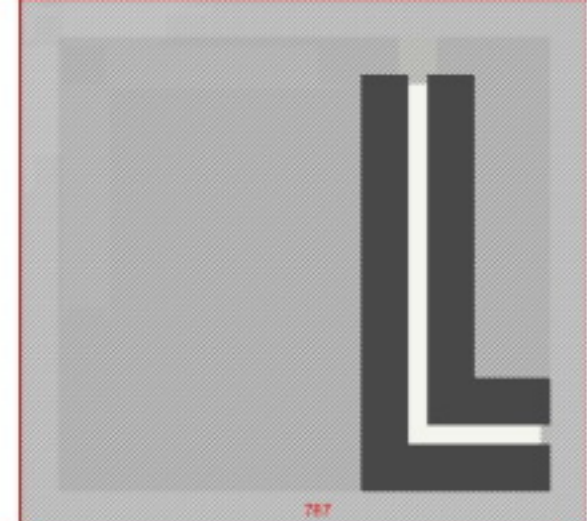
784_EXCELL



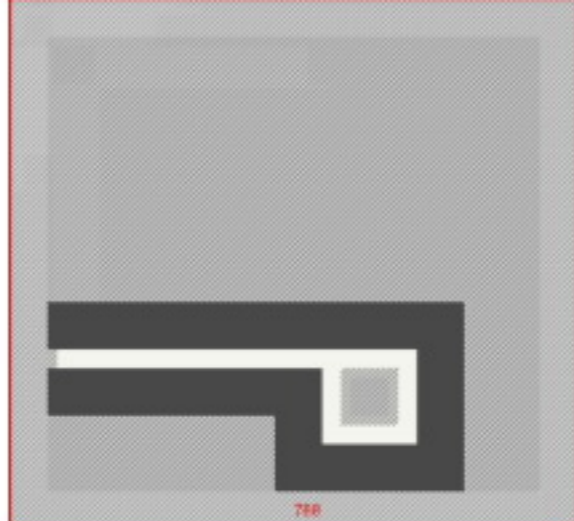
785_EXCELL



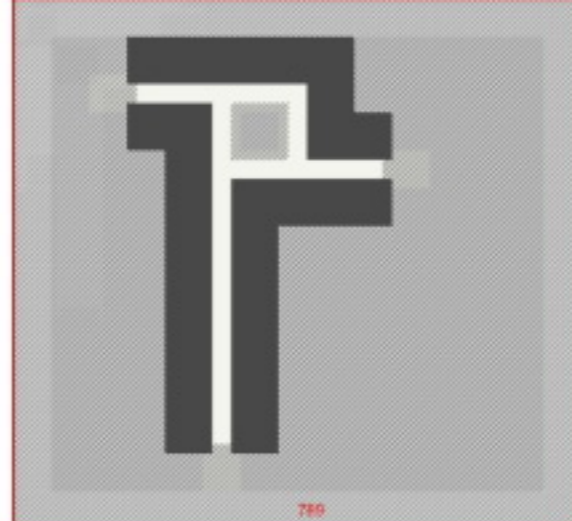
786_EXCELL



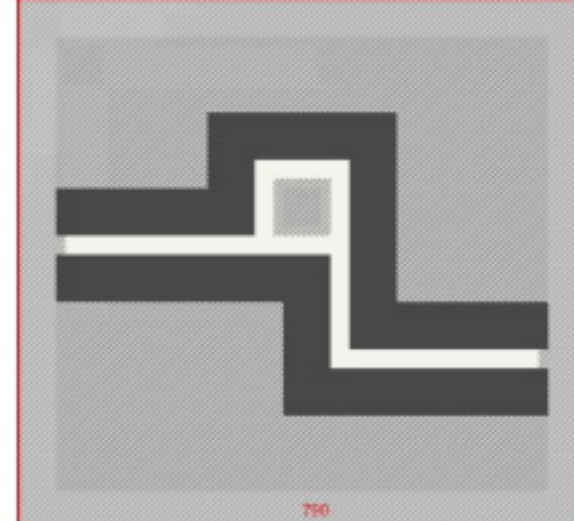
787_EXCELL



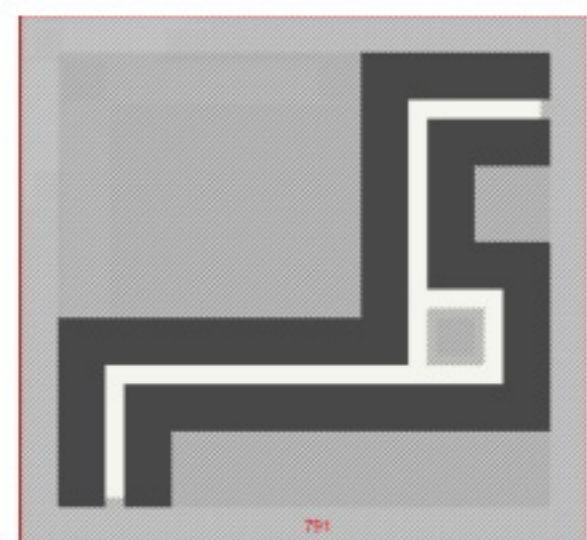
788_EXCELL



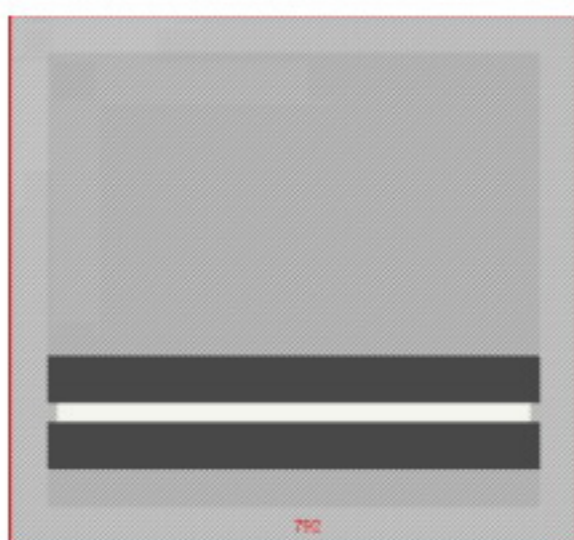
789_EXCELL



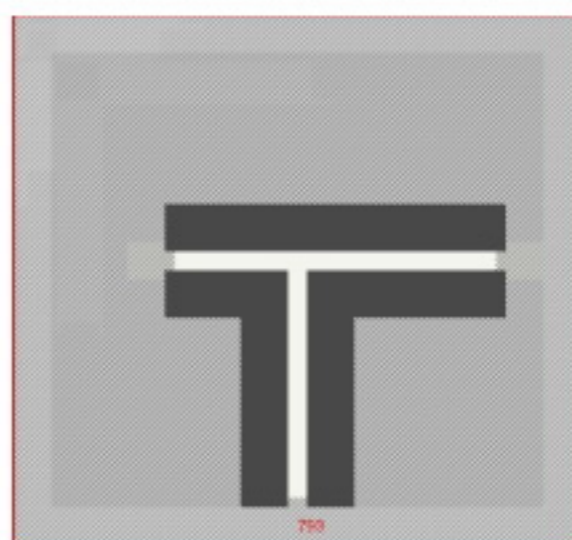
790_EXCELL



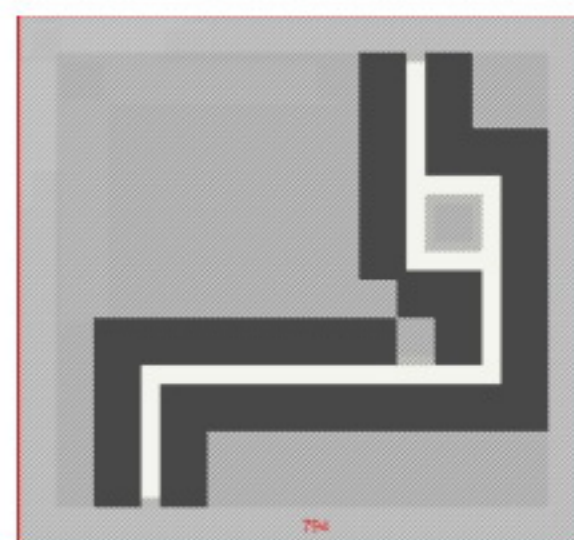
791_EXCELL



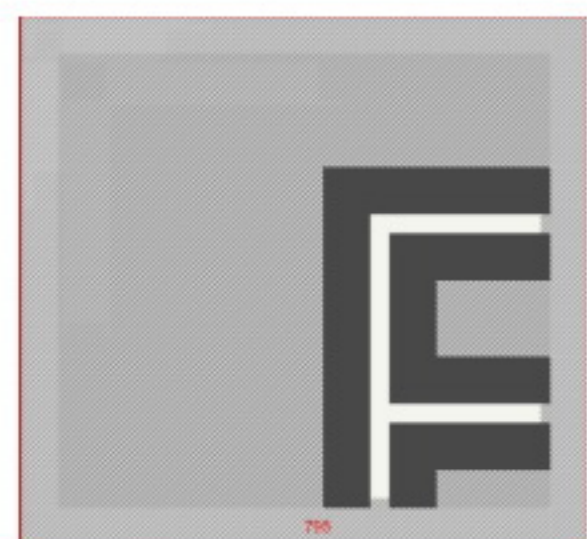
792_EXCELL



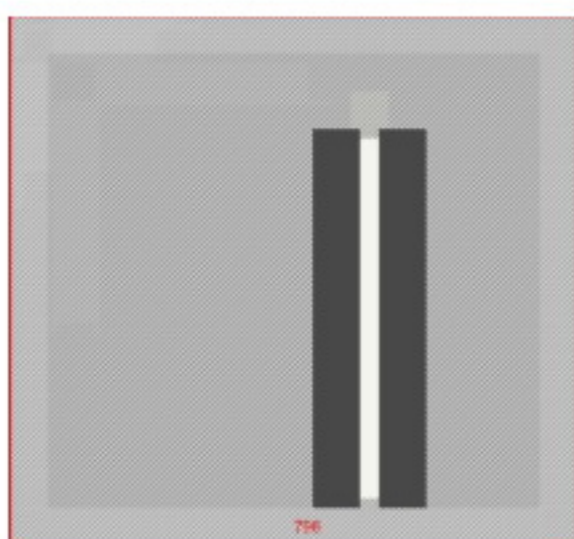
793_EXCELL



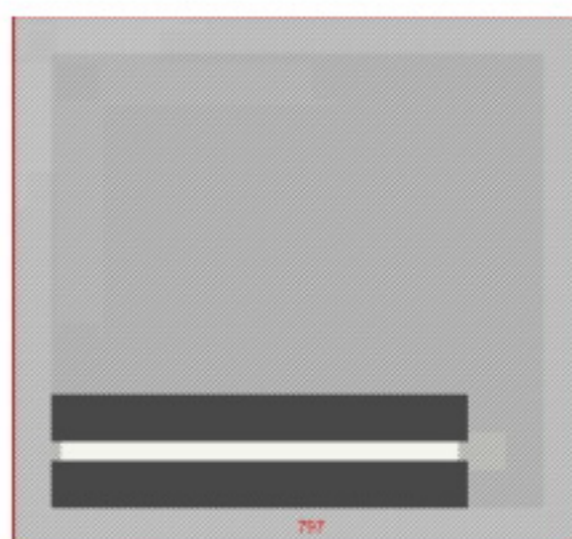
794_EXCELL



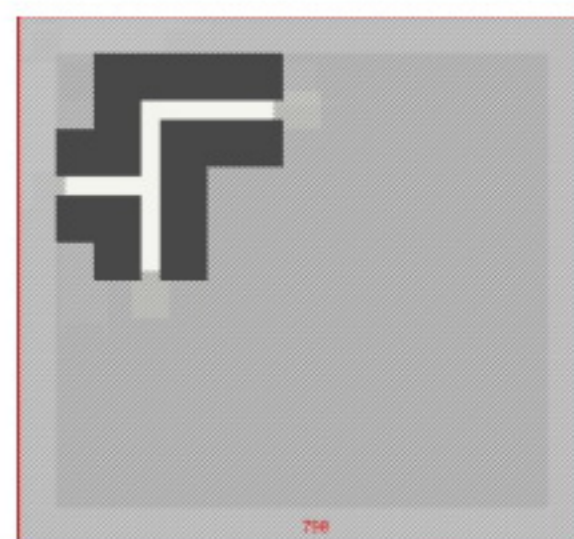
795_EXCELL



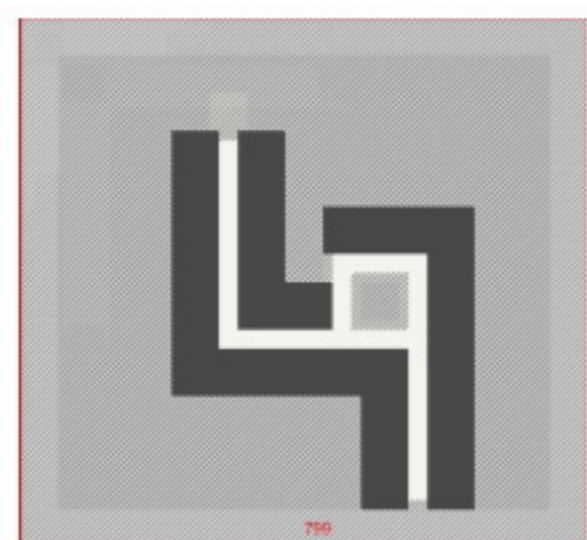
796_EXCELL



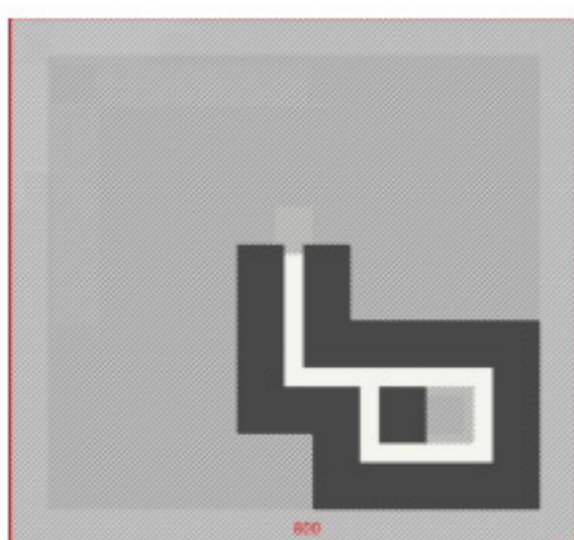
797_EXCELL



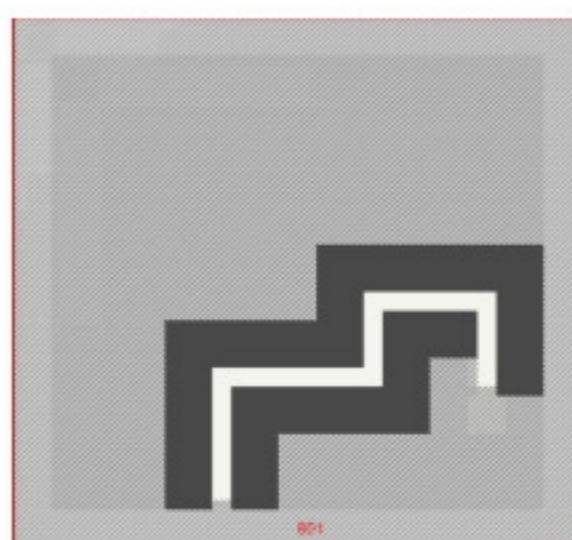
798_EXCELL



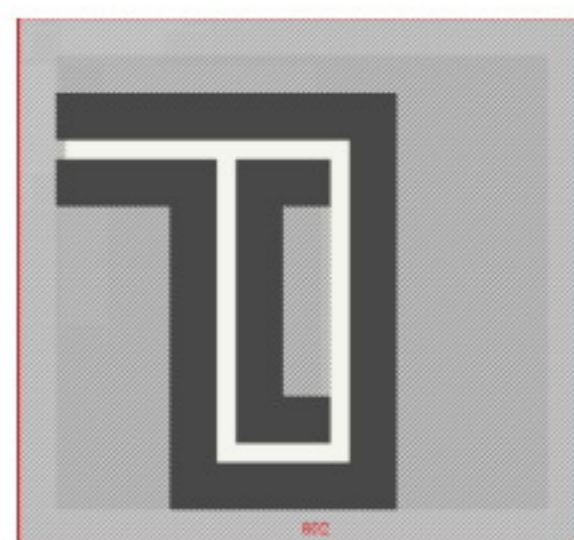
799_EXCELL



800_EXCELL



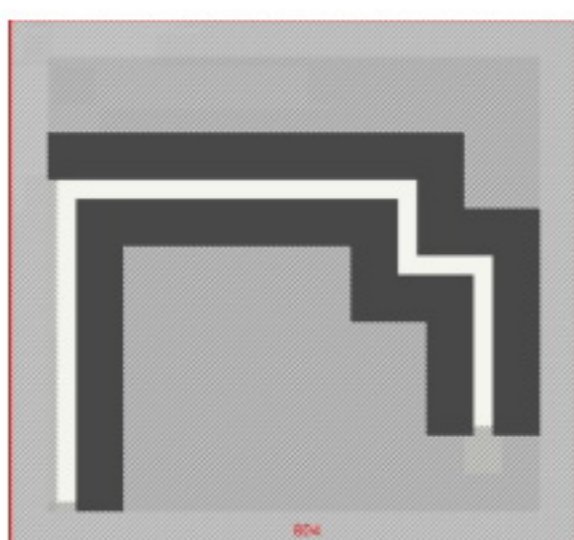
801_EXCELL



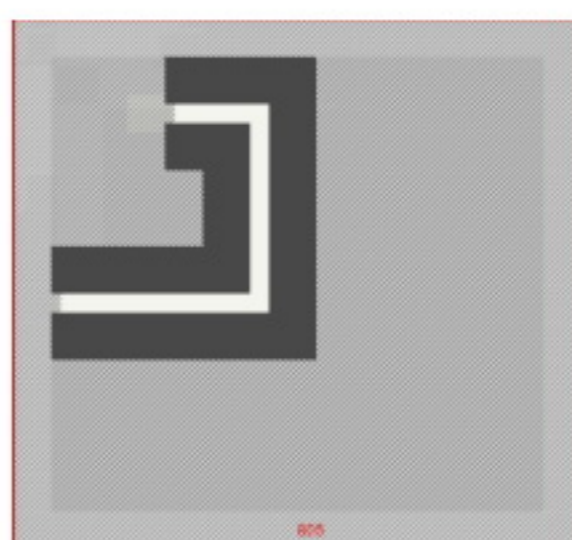
802_EXCELL



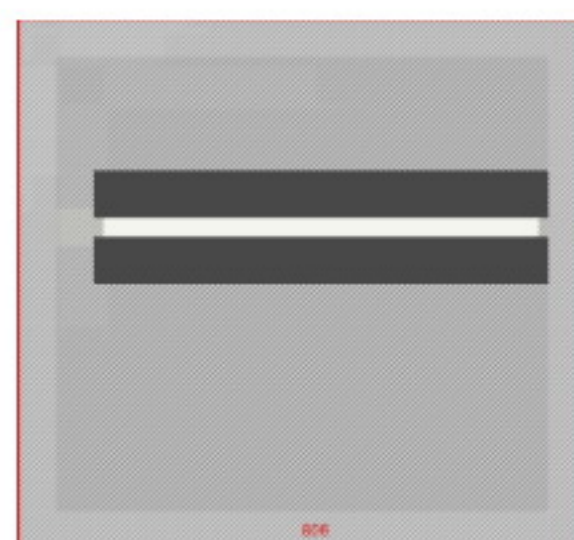
803_EXCELL



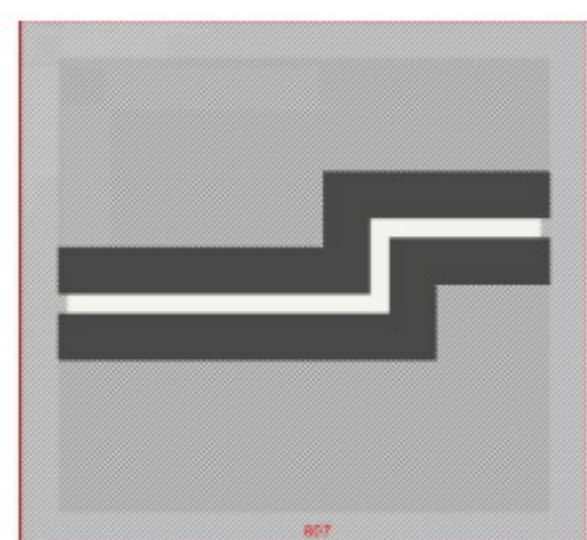
804_EXCELL



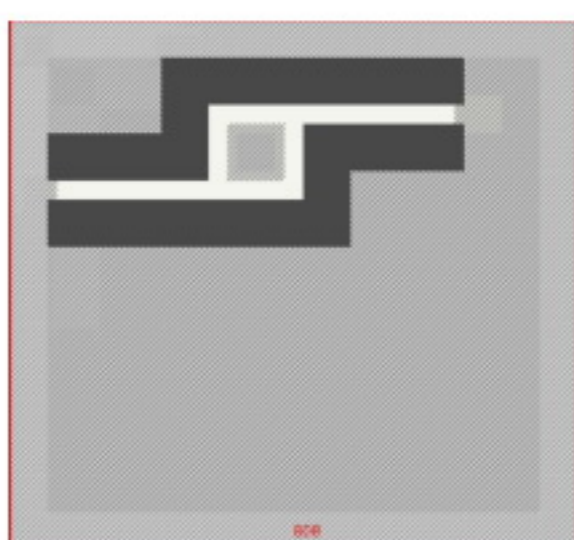
805_EXCELL



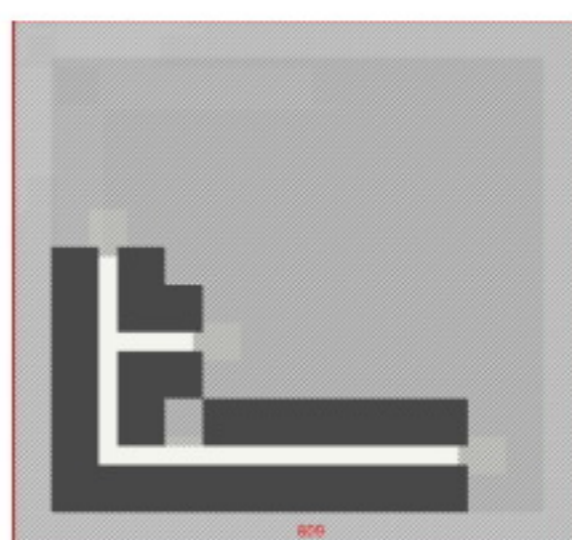
806_EXCELL



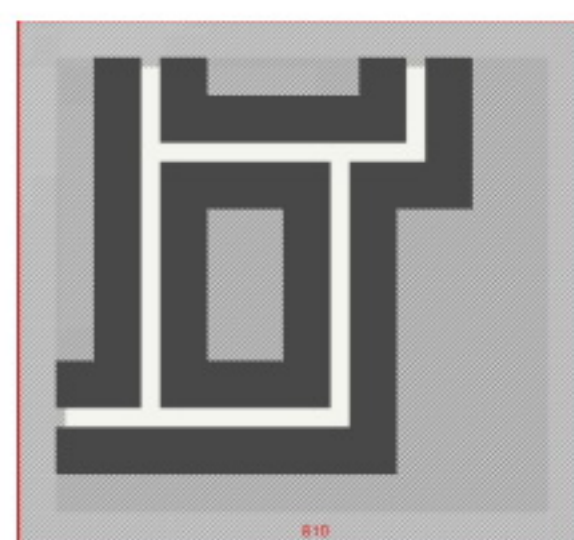
807_EXCELL



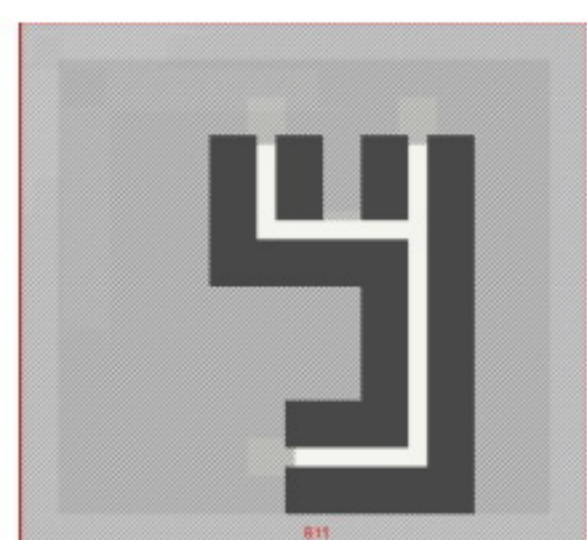
808_EXCELL



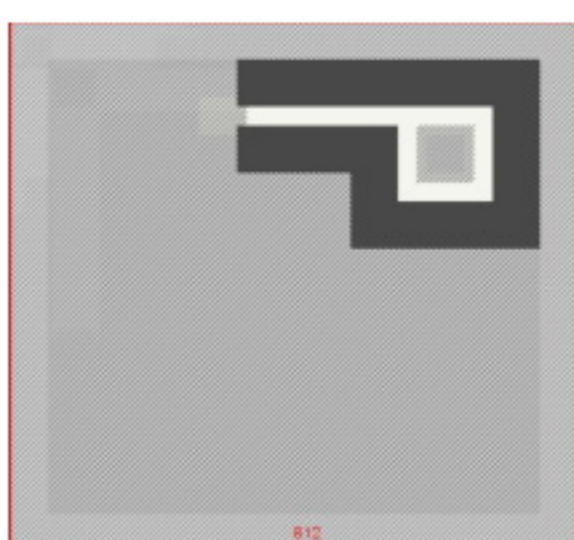
809_EXCELL



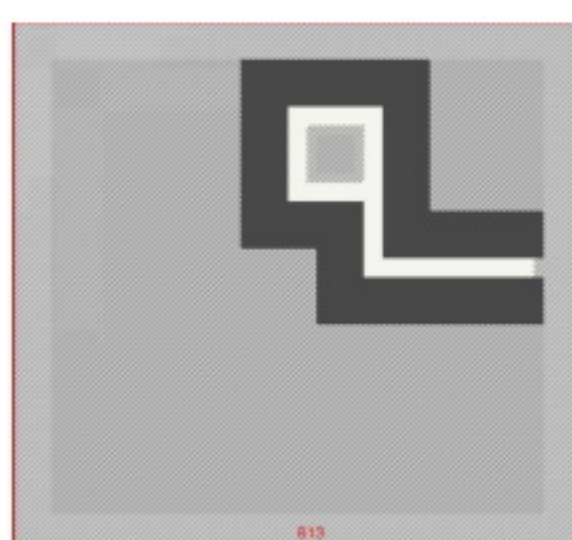
810_EXCELL



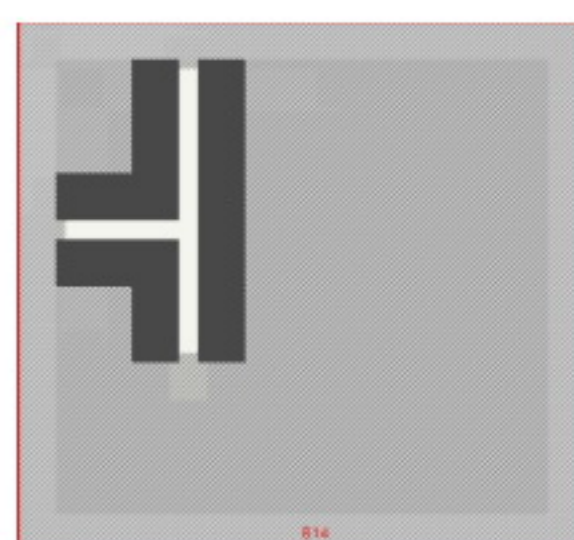
811_EXCELL



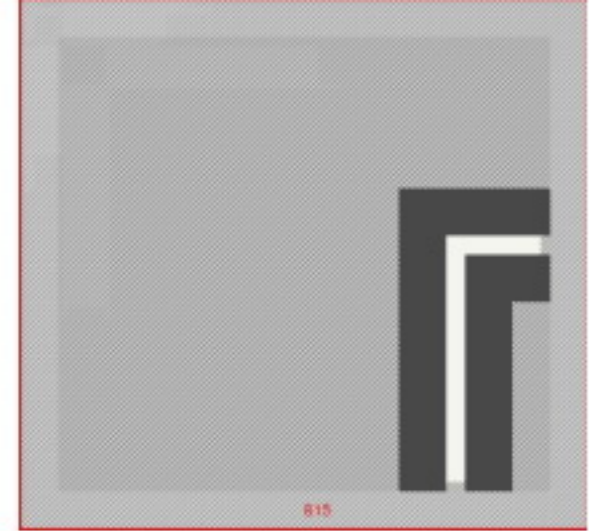
812_EXCELL



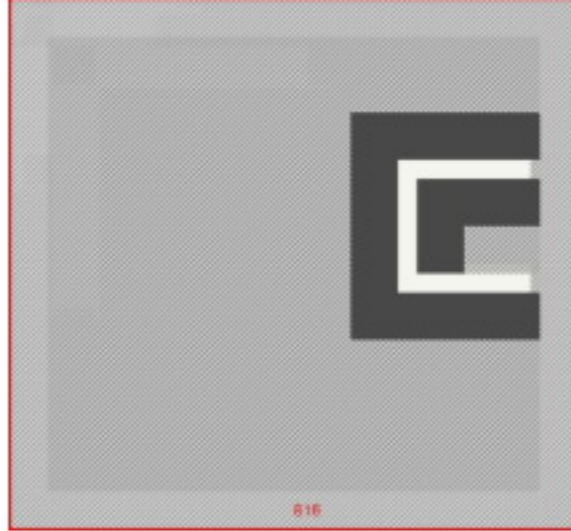
813_EXCELL



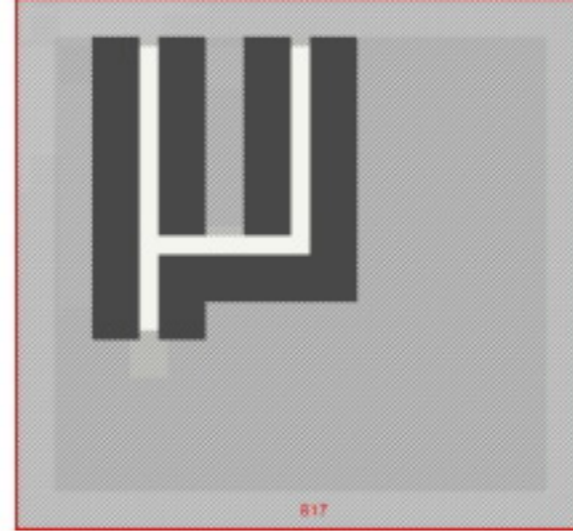
814_EXCELL



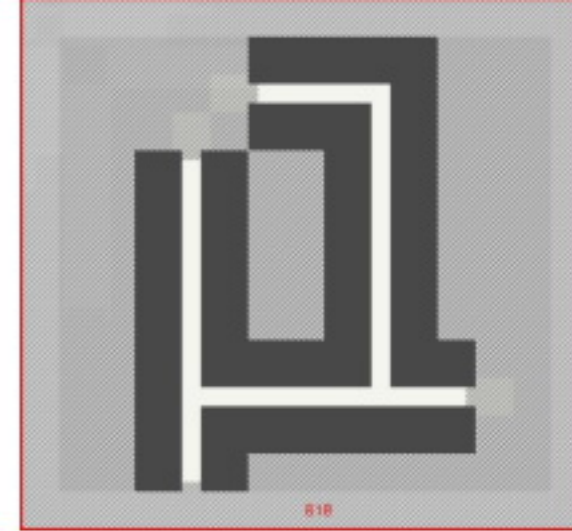
815_EXCELL



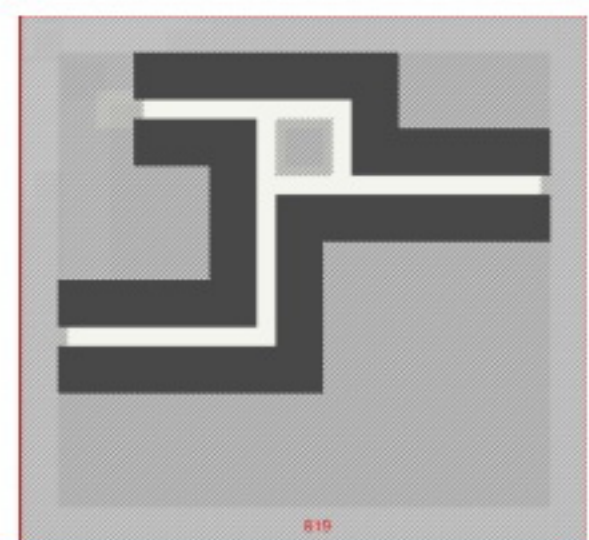
816_EXCELL



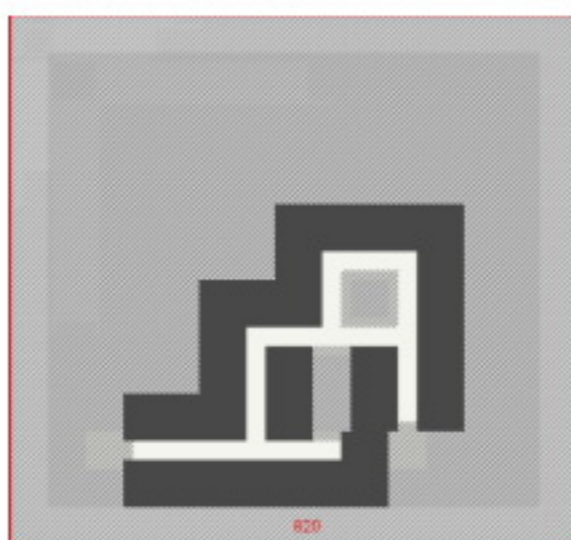
817_EXCELL



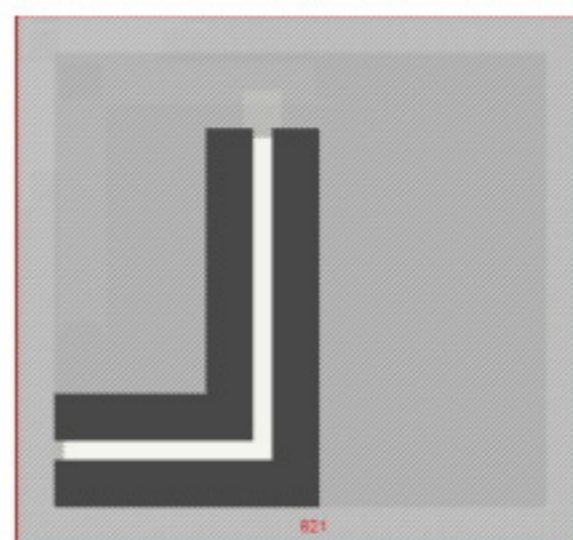
818_EXCELL



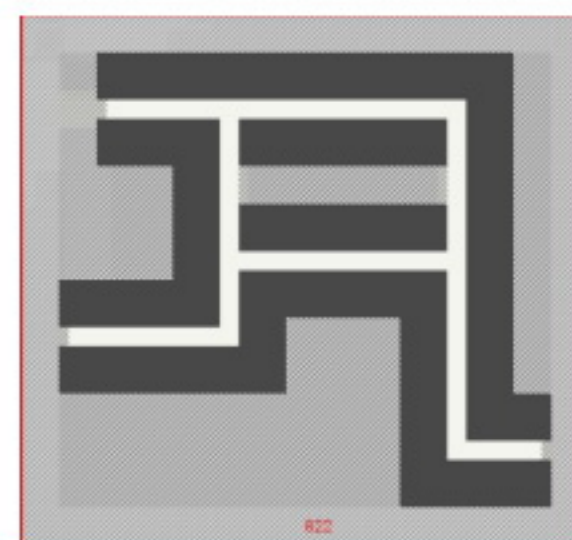
819_EXCELL



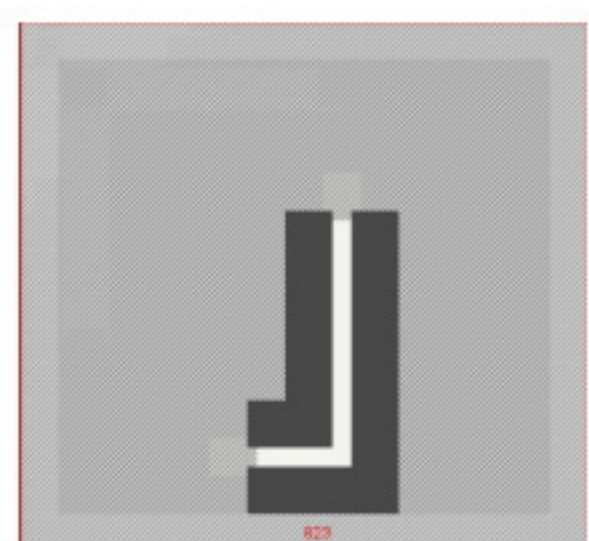
820_EXCELL



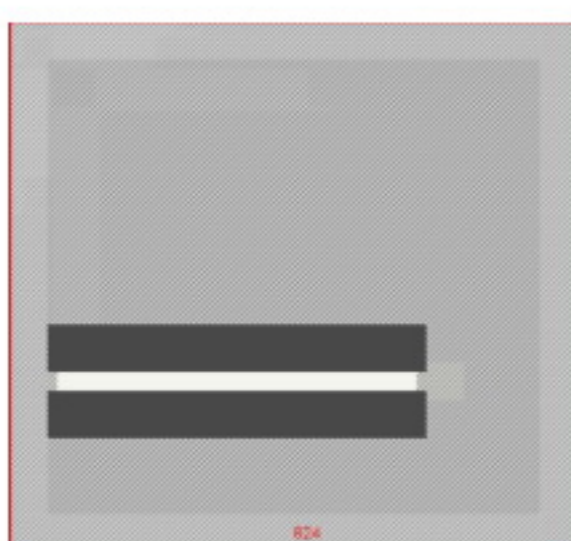
821_EXCELL



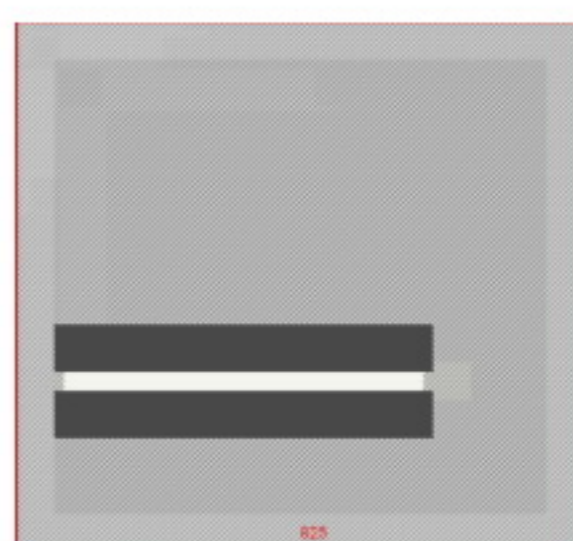
822_EXCELL



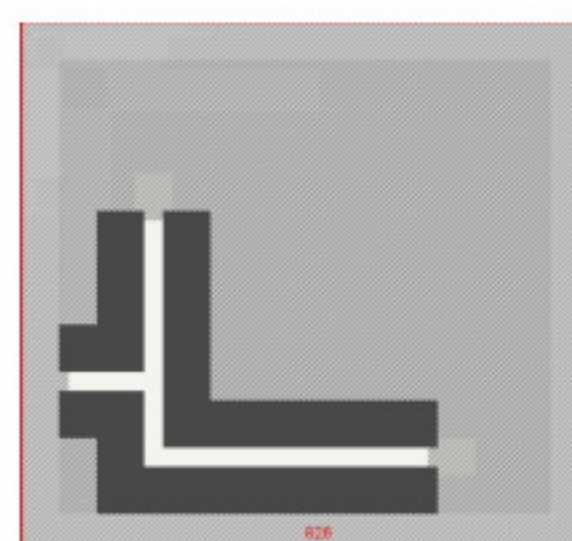
823_EXCELL



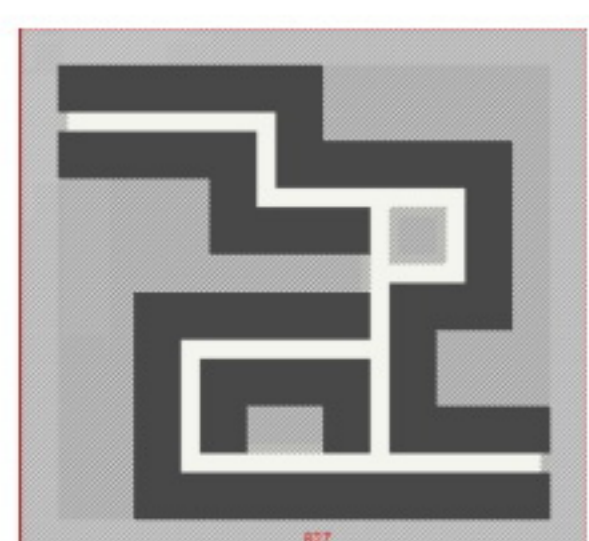
824_EXCELL



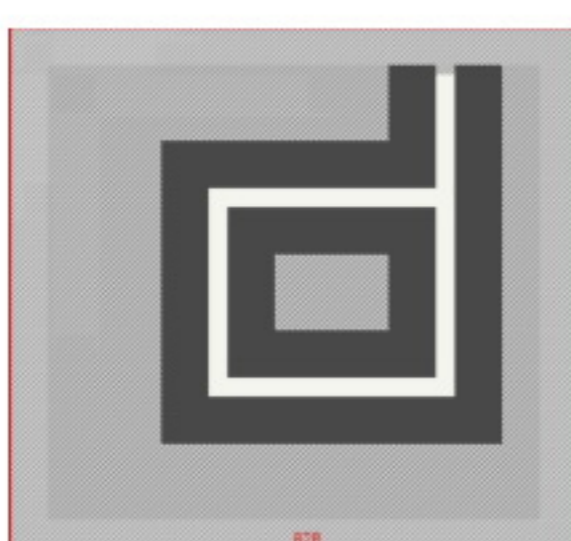
825_EXCELL



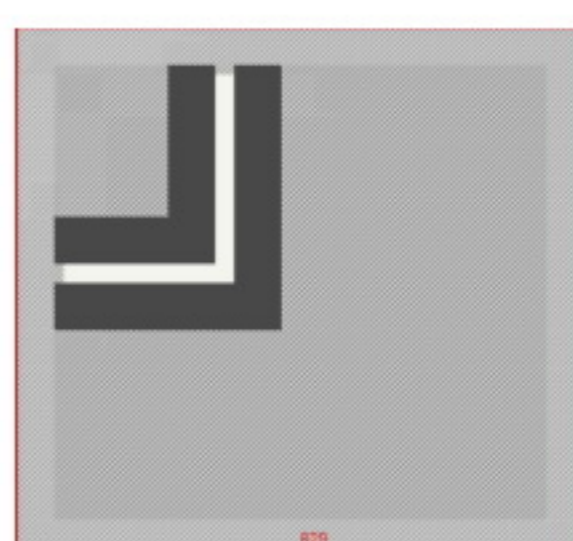
826_EXCELL



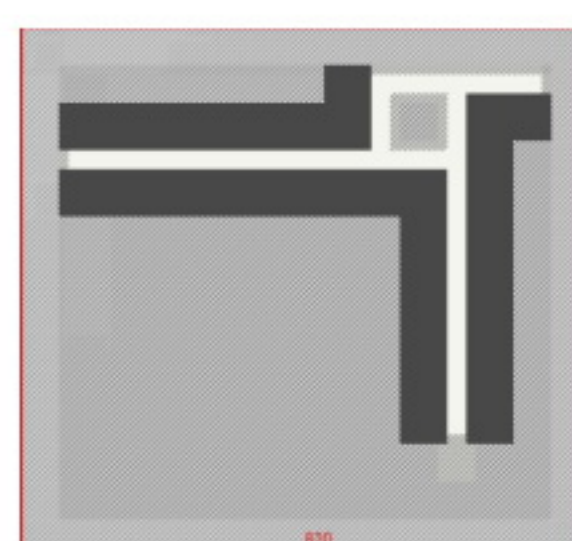
827_EXCELL



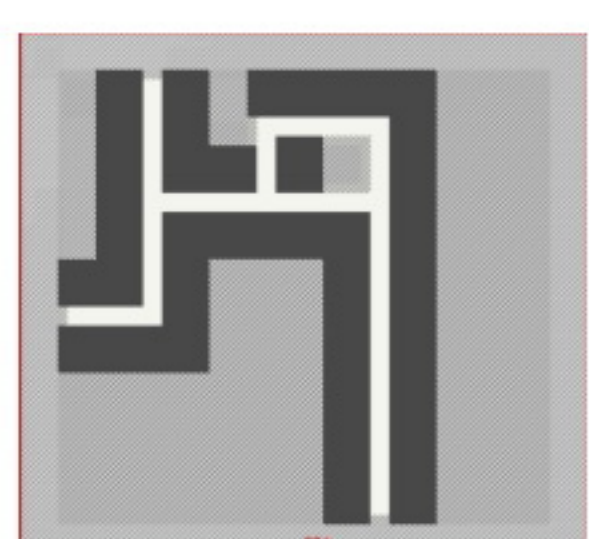
828_EXCELL



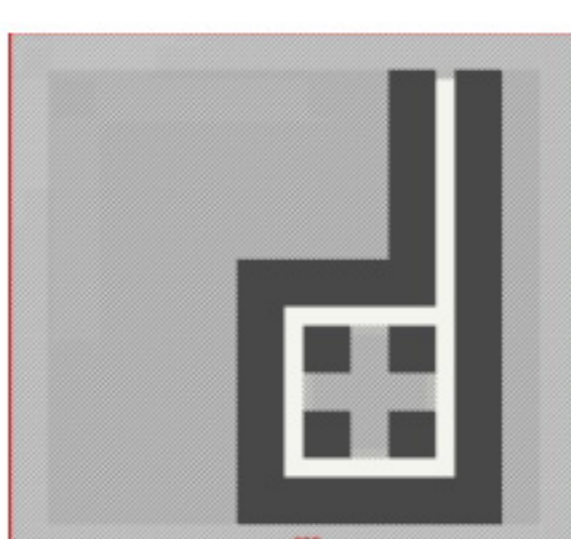
829_EXCELL



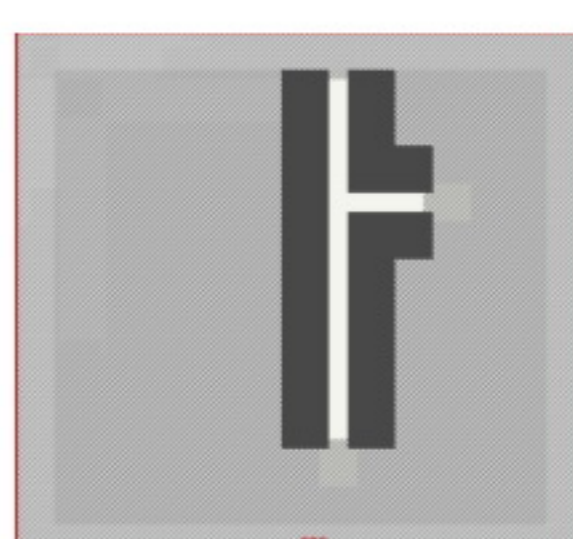
830_EXCELL



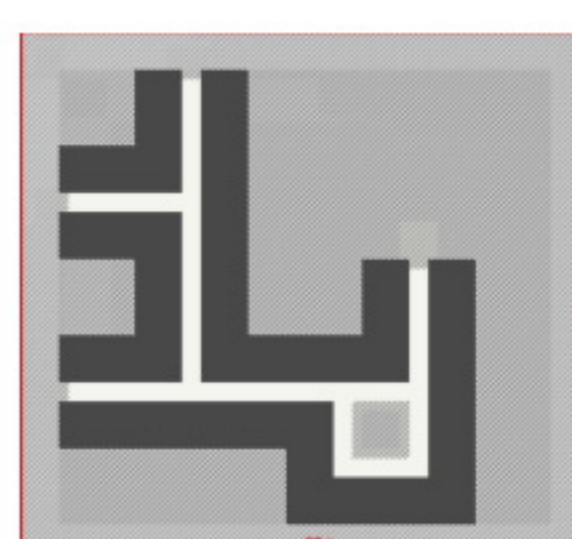
831_EXCELL



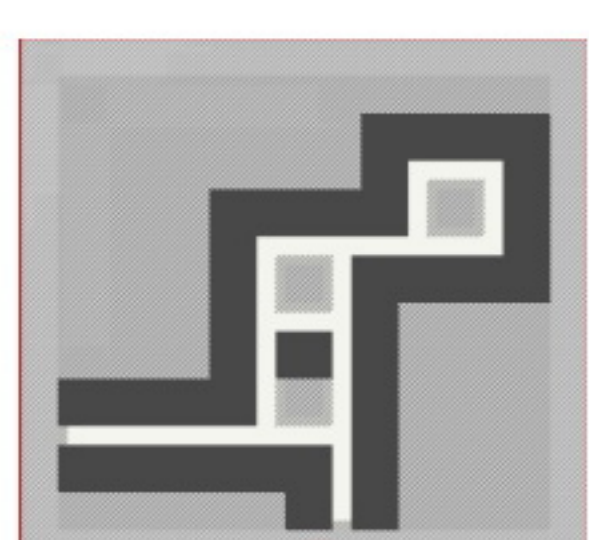
832_EXCELL



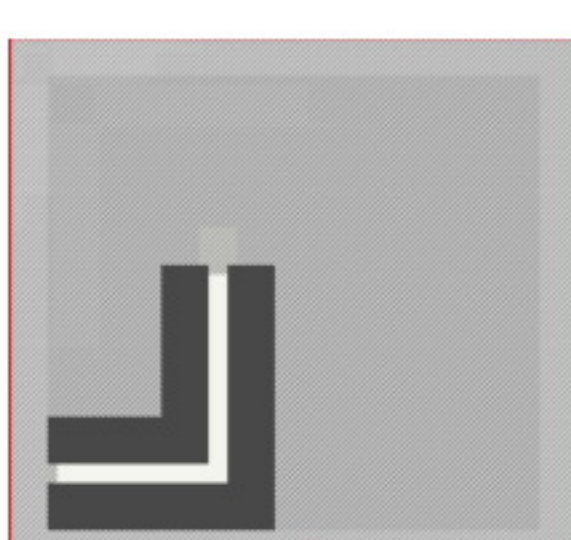
833_EXCELL



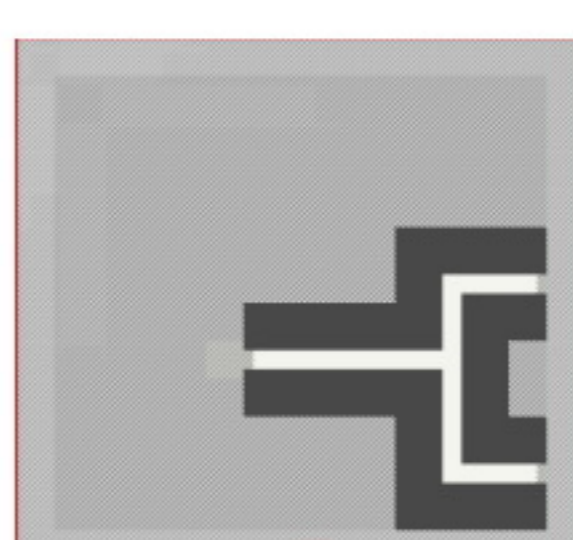
834_EXCELL



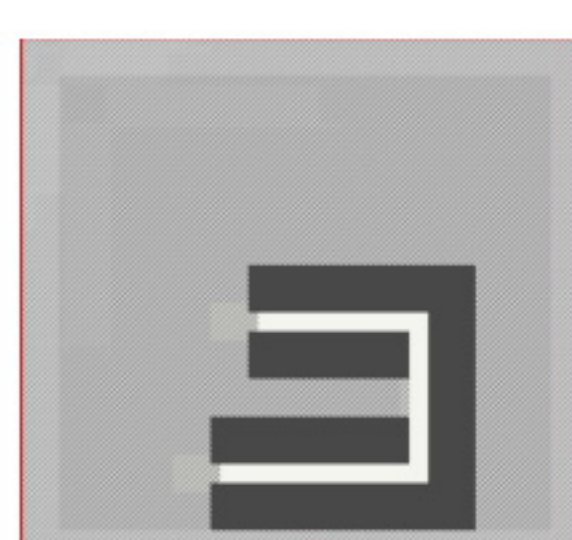
835_EXCELL



836_EXCELL



837_EXCELL



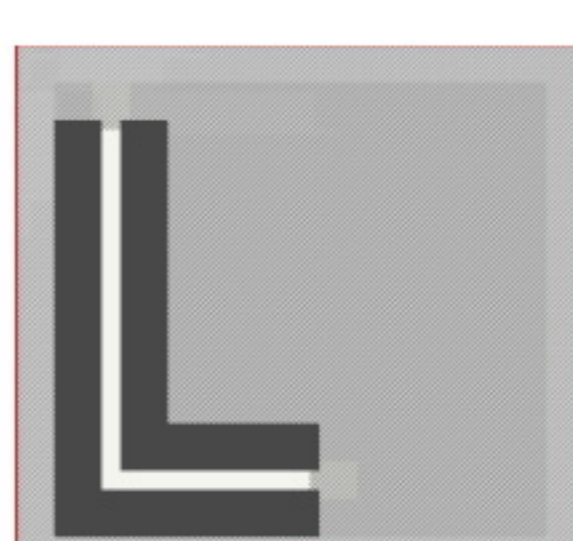
838_EXCELL



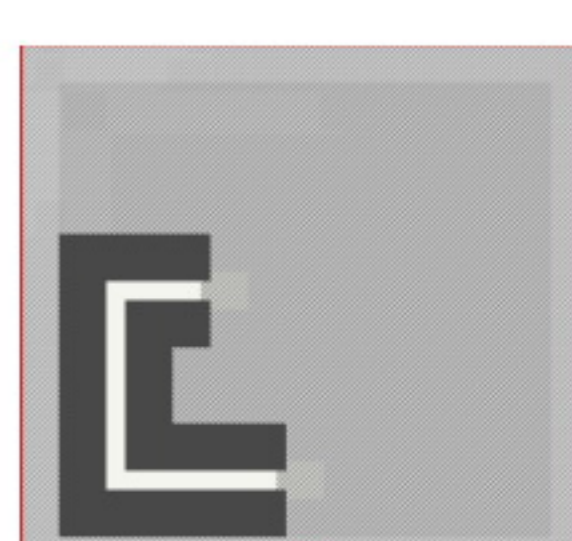
839_EXCELL



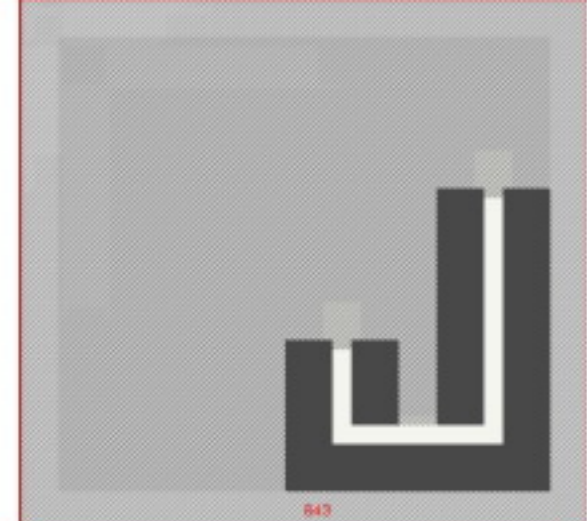
840_EXCELL



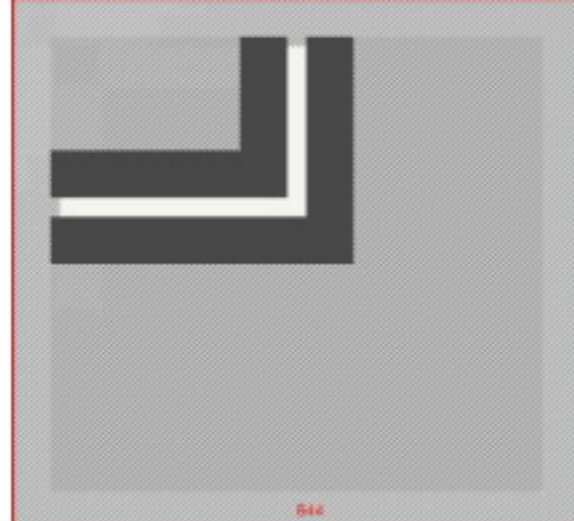
841_EXCELL



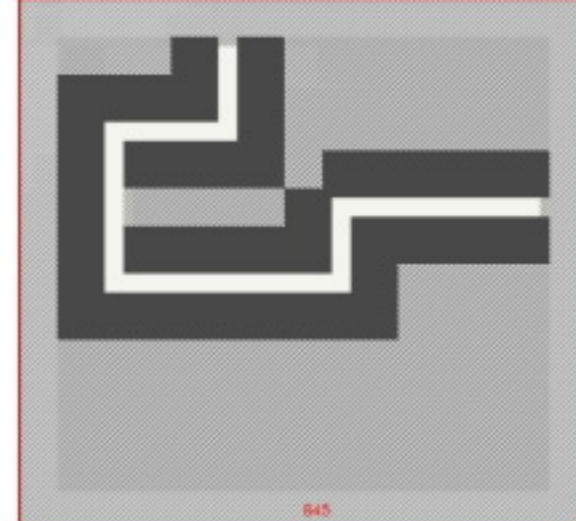
842_EXCELL



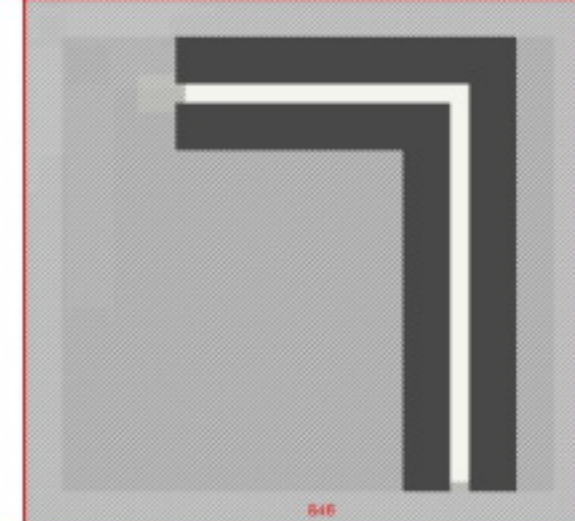
843_EXCELL



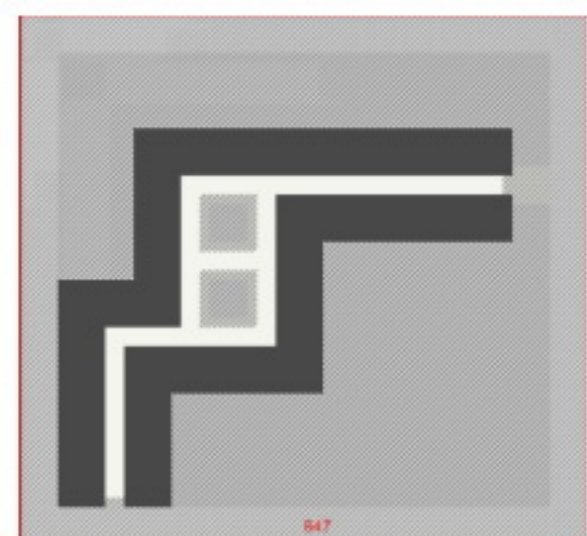
844_EXCELL



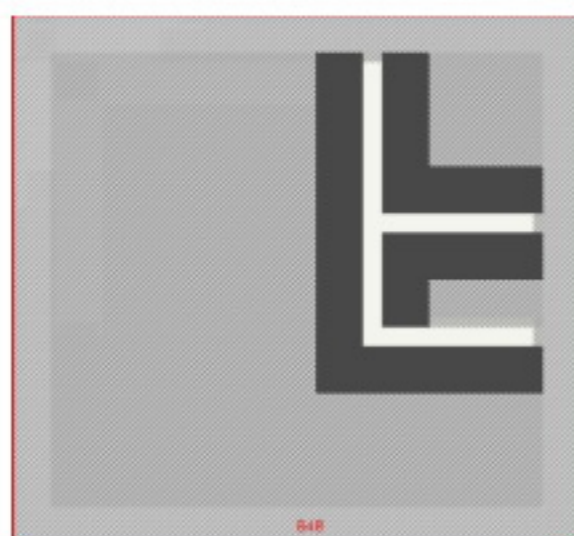
845_EXCELL



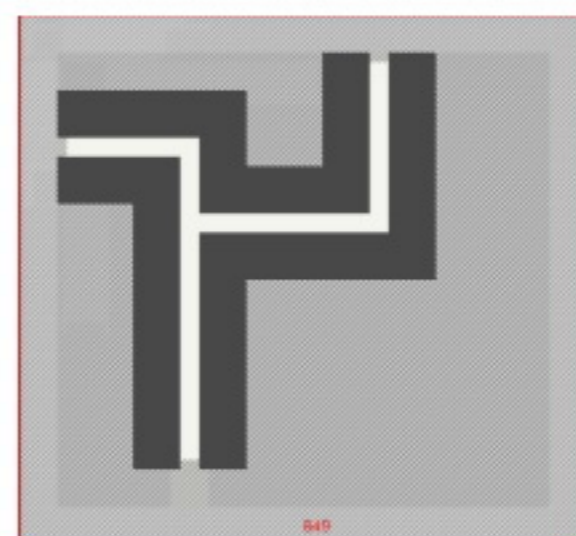
846_EXCELL



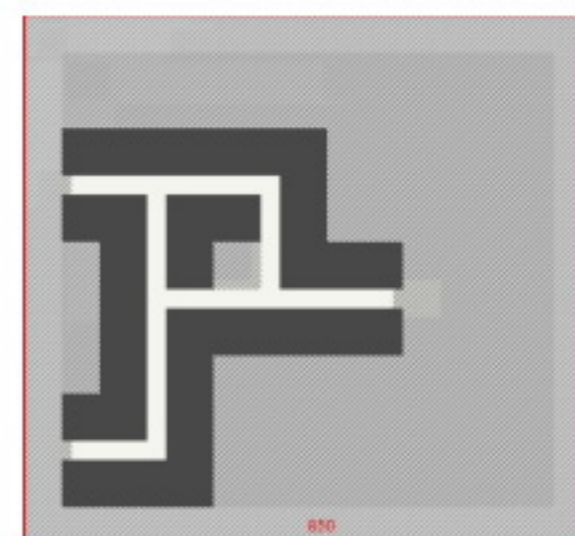
847_EXCELL



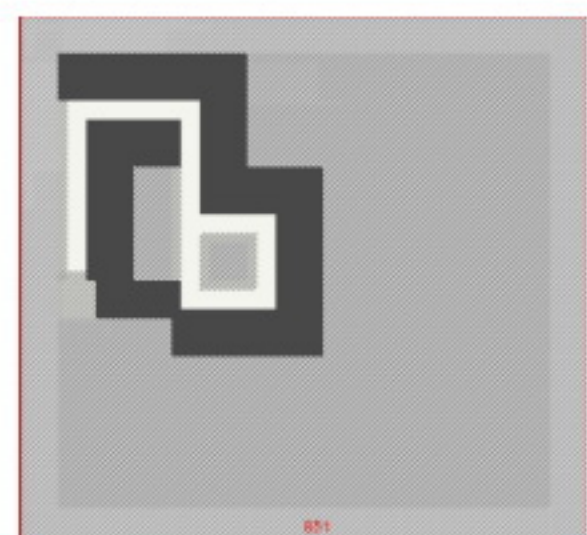
848_EXCELL



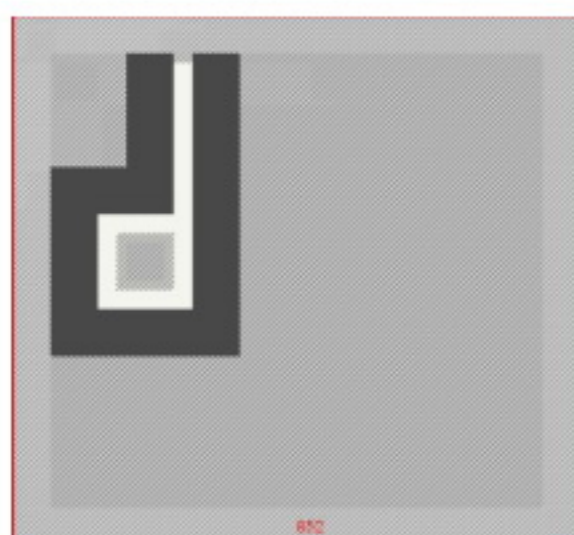
849_EXCELL



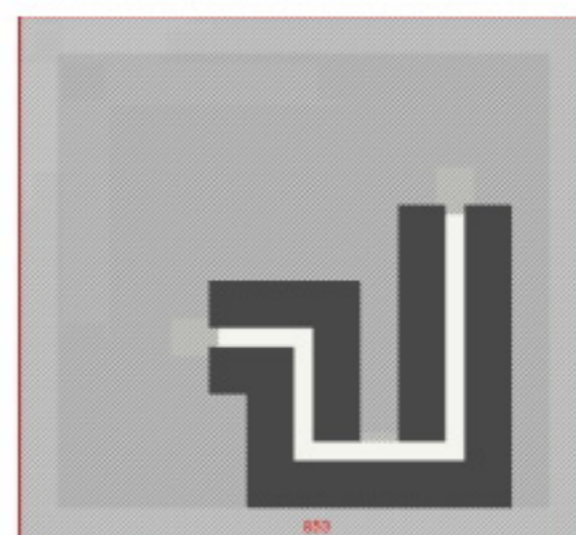
850_EXCELL



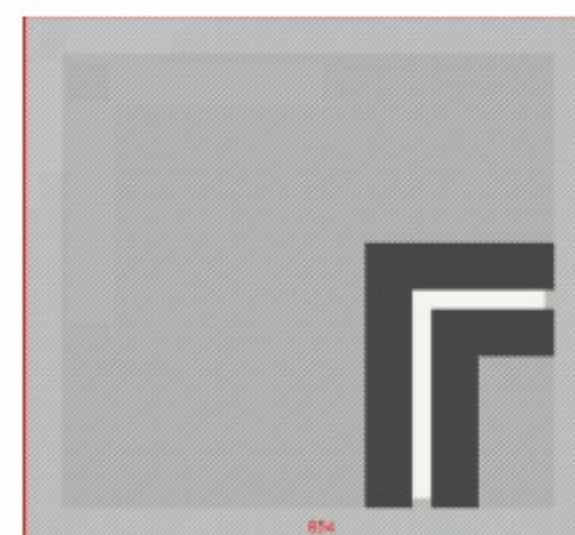
851_EXCELL



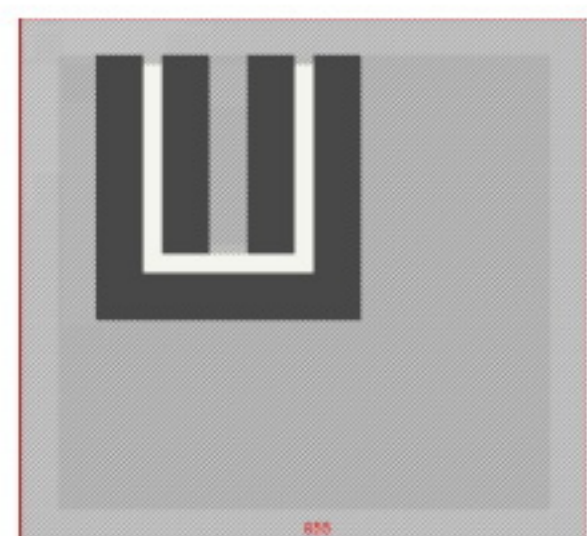
852_EXCELL



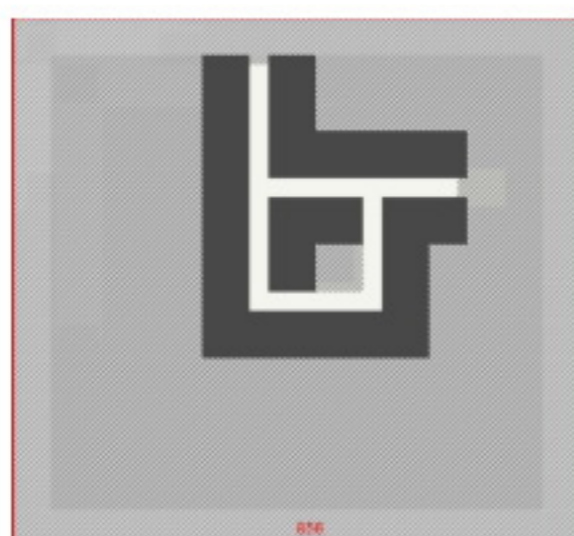
853_EXCELL



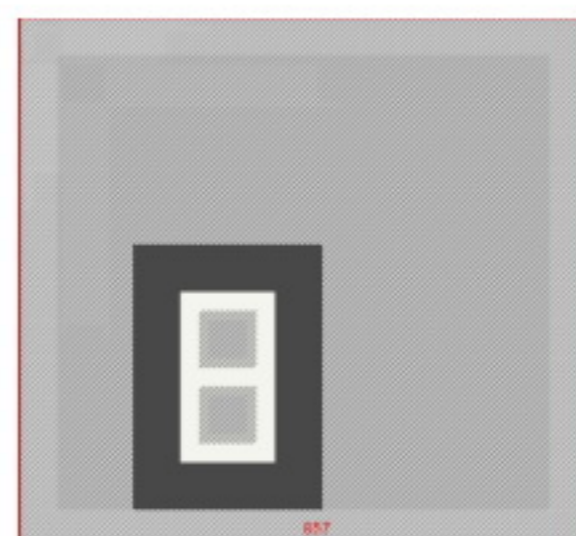
854_EXCELL



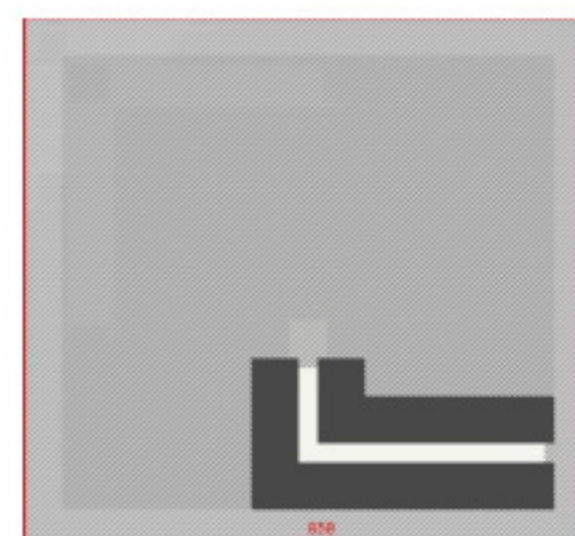
855_EXCELL



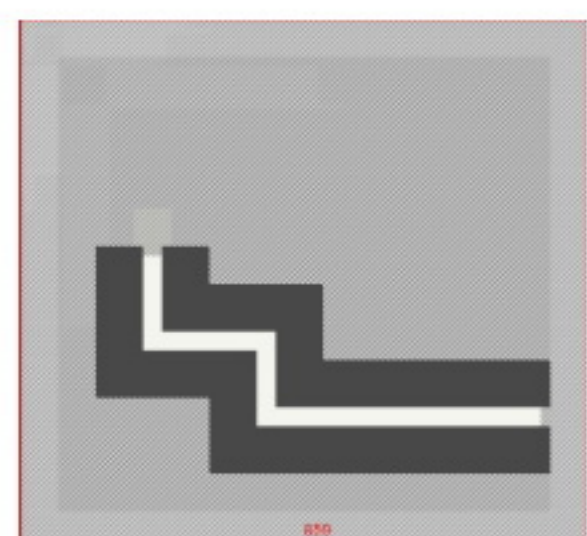
856_EXCELL



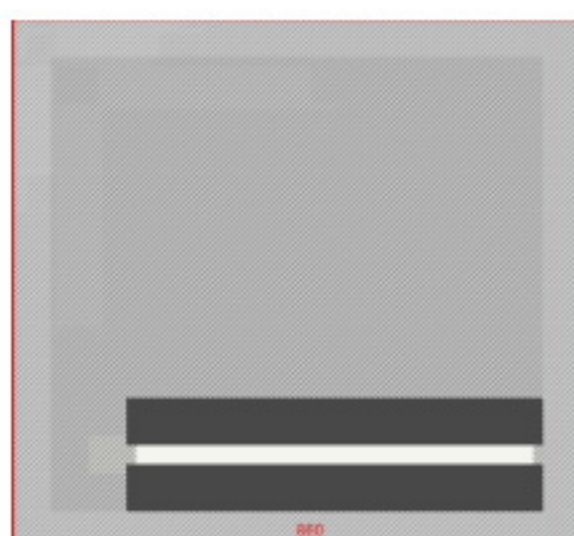
857_EXCELL



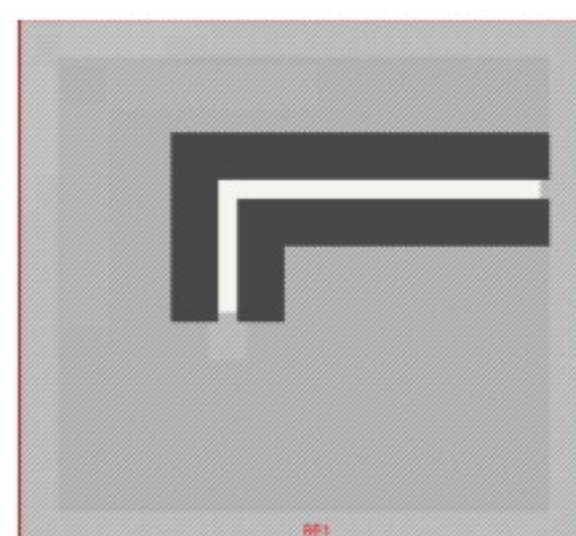
858_EXCELL



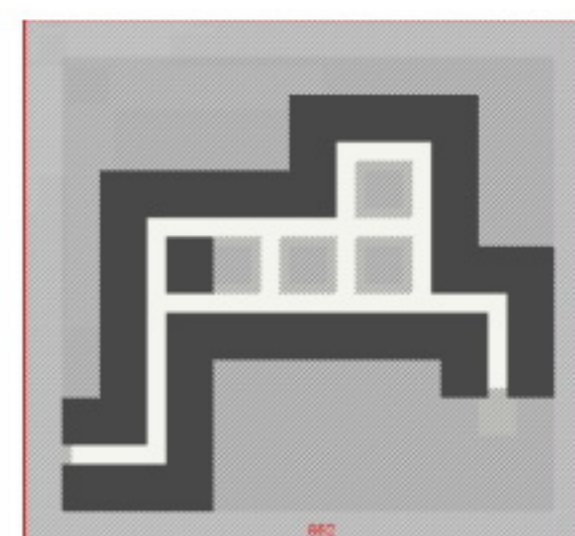
859_EXCELL



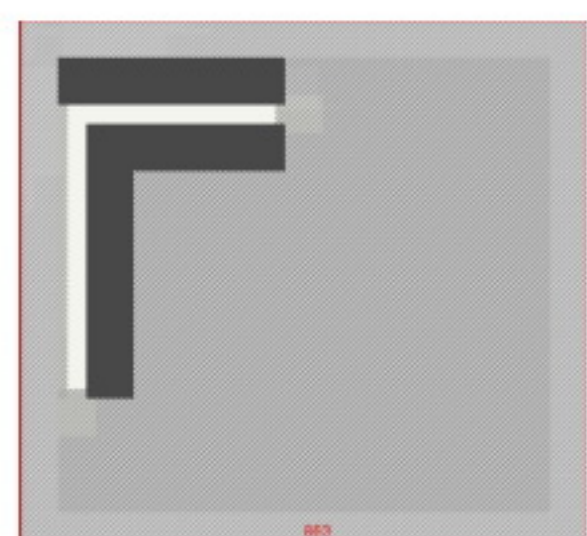
860_EXCELL



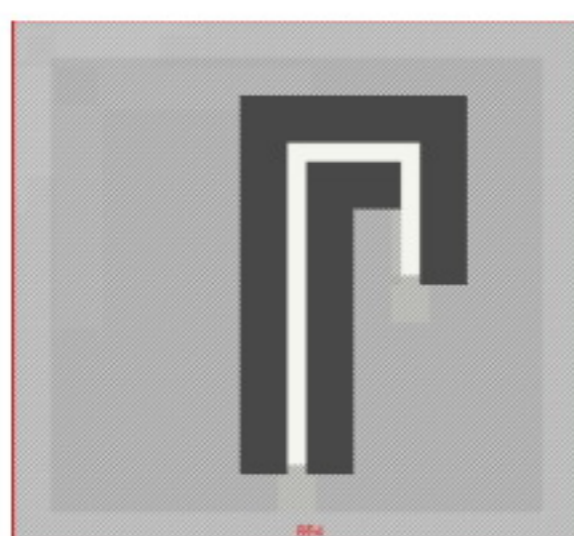
861_EXCELL



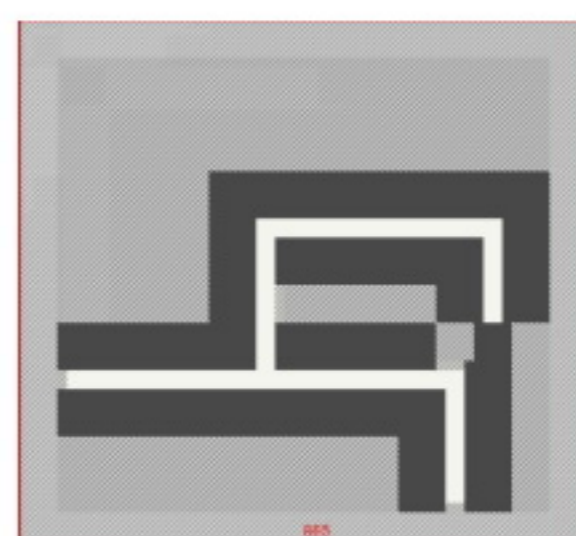
862_EXCELL



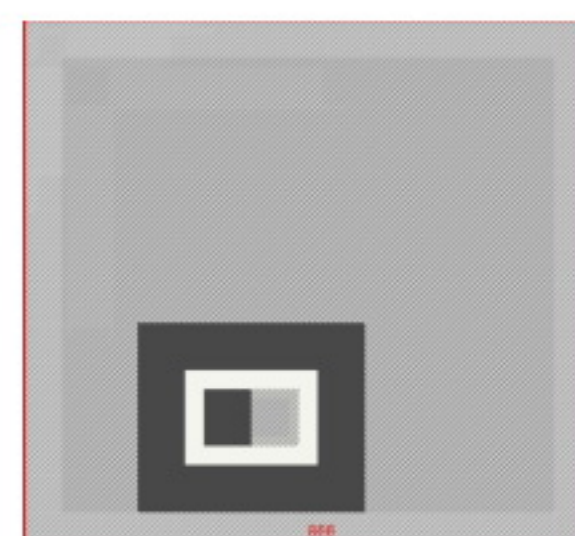
863_EXCELL



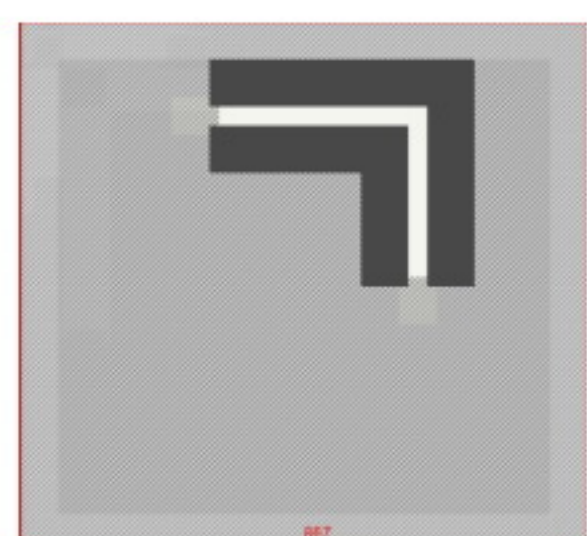
864_EXCELL



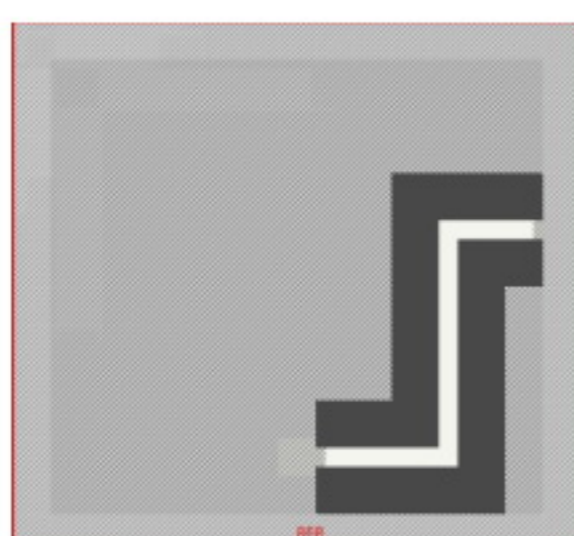
865_EXCELL



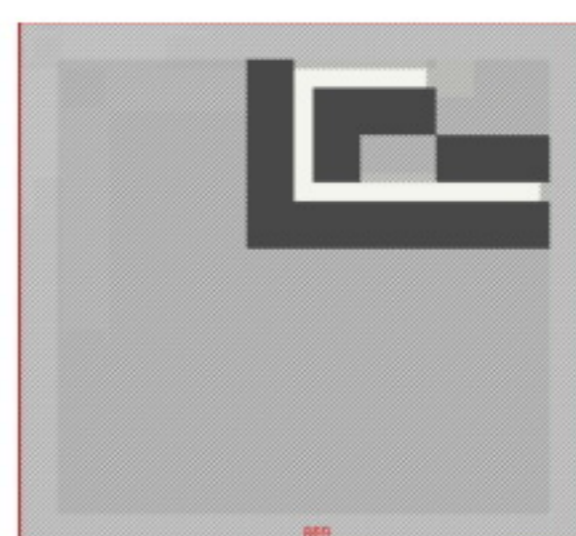
866_EXCELL



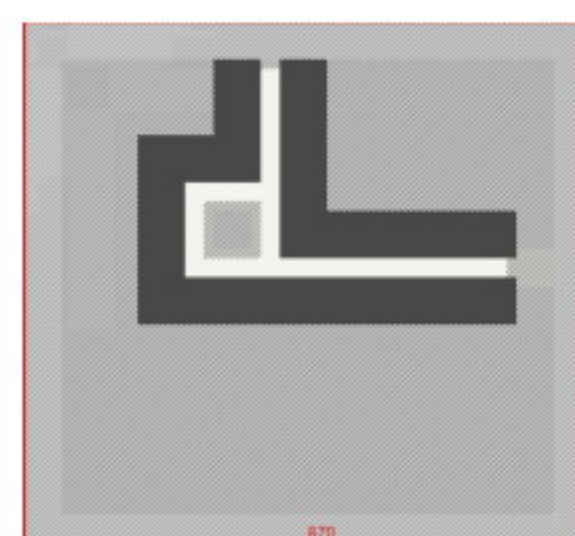
867_EXCELL



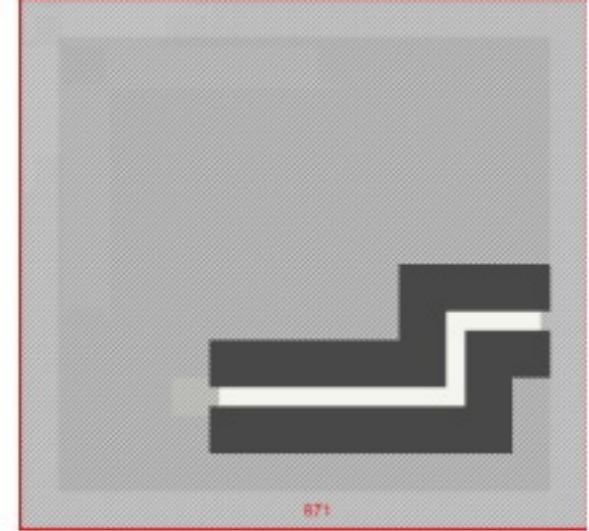
868_EXCELL



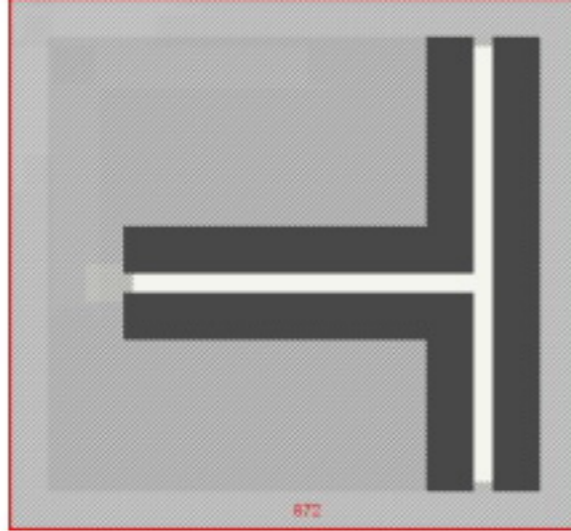
869_EXCELL



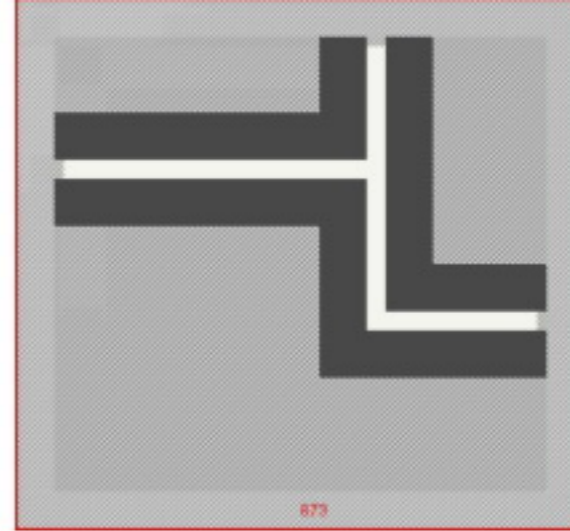
870_EXCELL



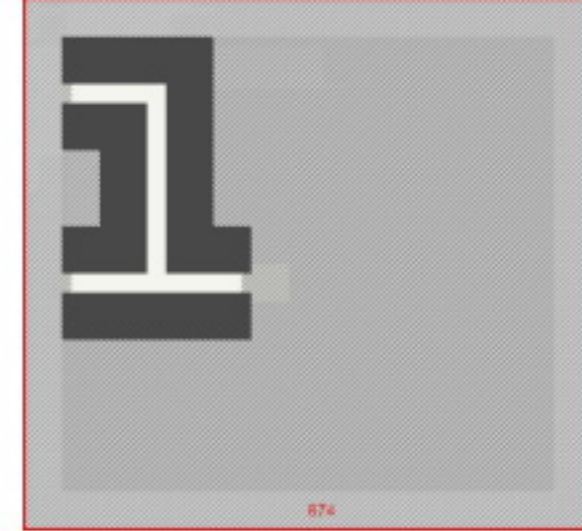
871_EXCELL



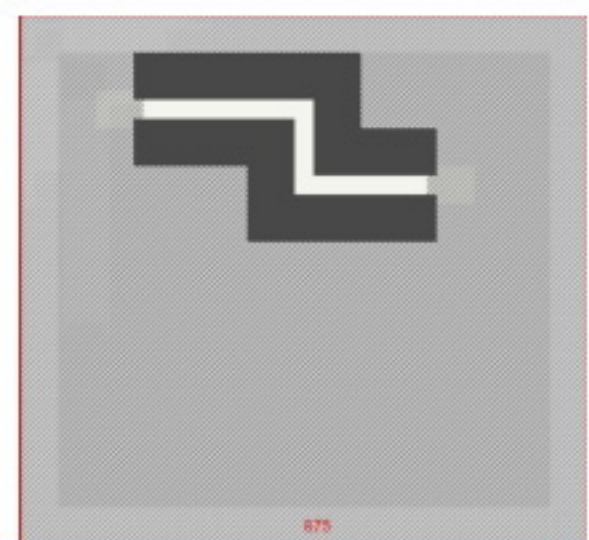
872_EXCELL



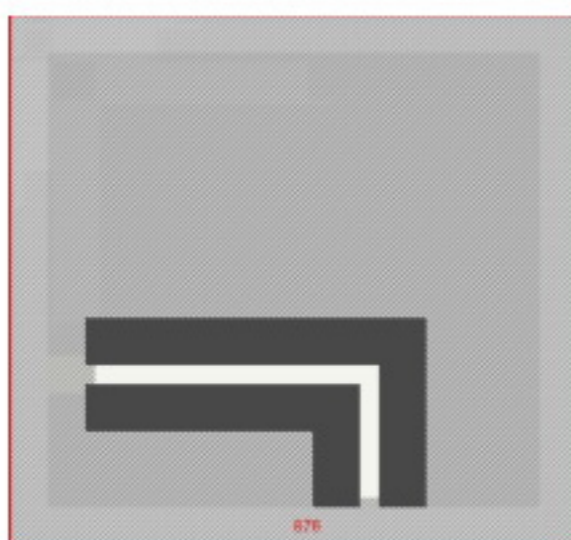
873_EXCELL



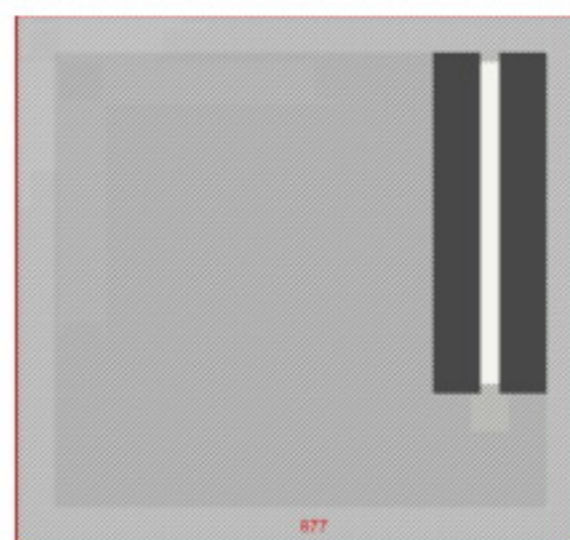
874_EXCELL



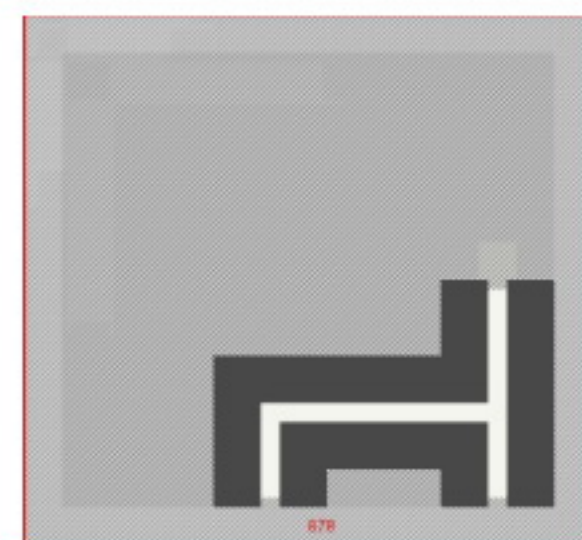
875_EXCELL



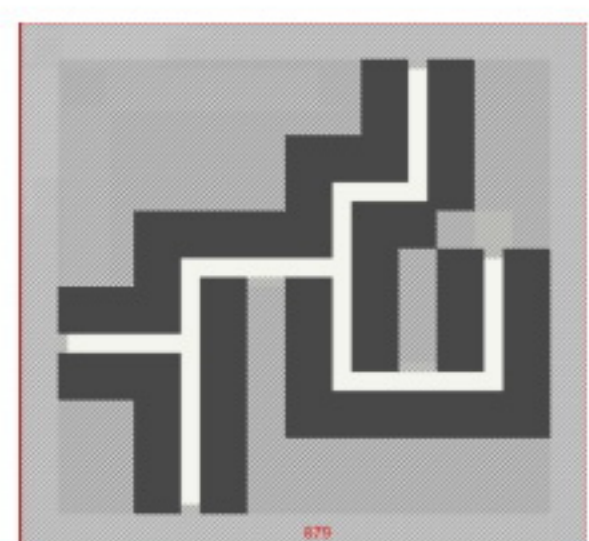
876_EXCELL



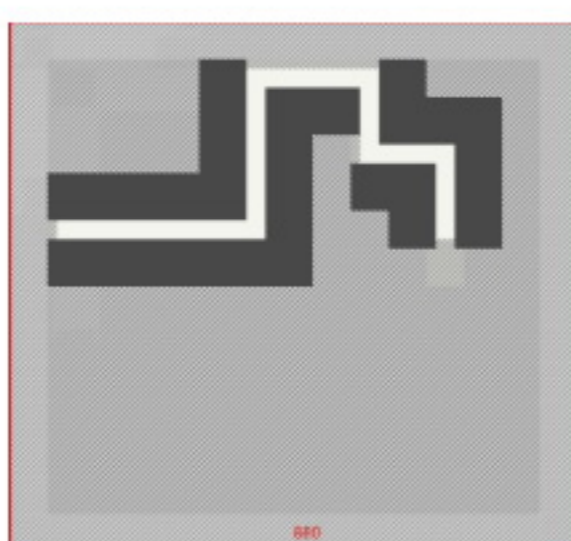
877_EXCELL



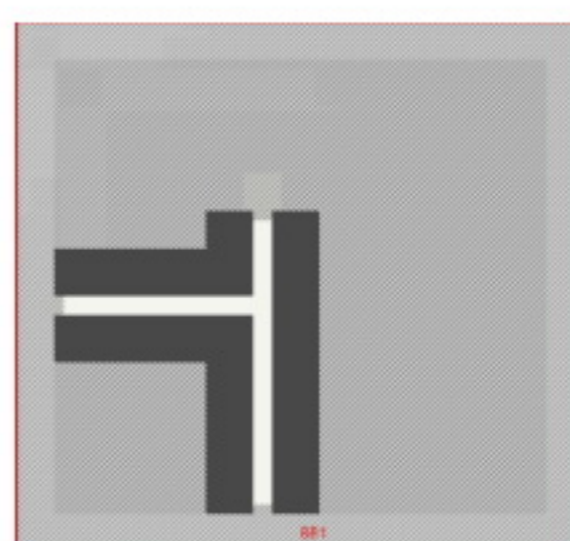
878_EXCELL



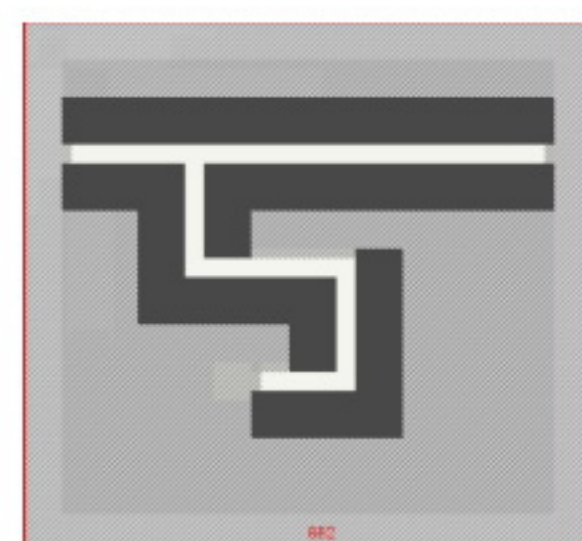
879_EXCELL



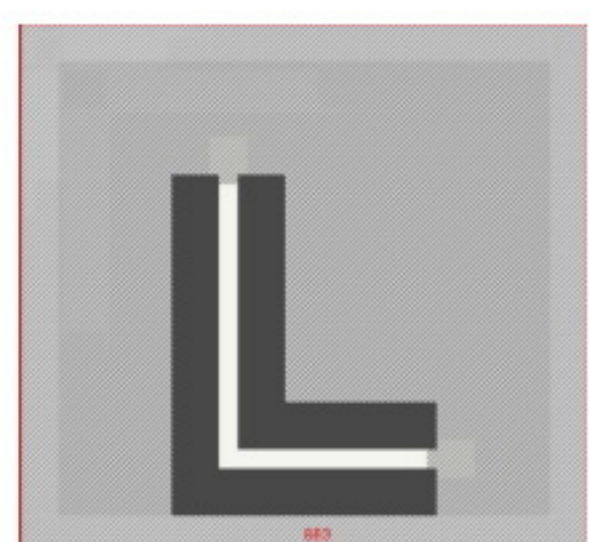
880_EXCELL



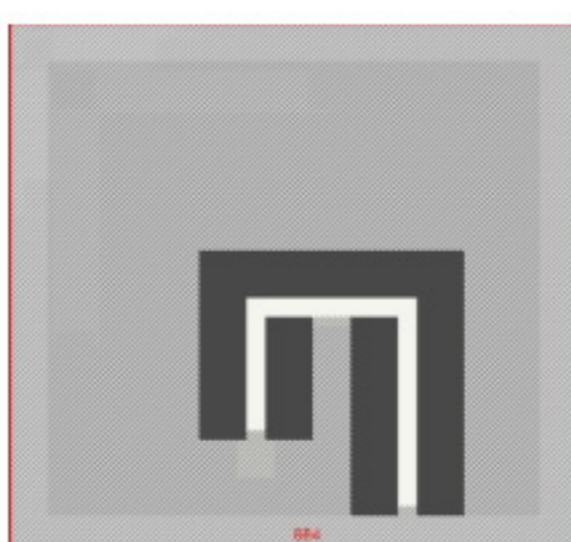
881_EXCELL



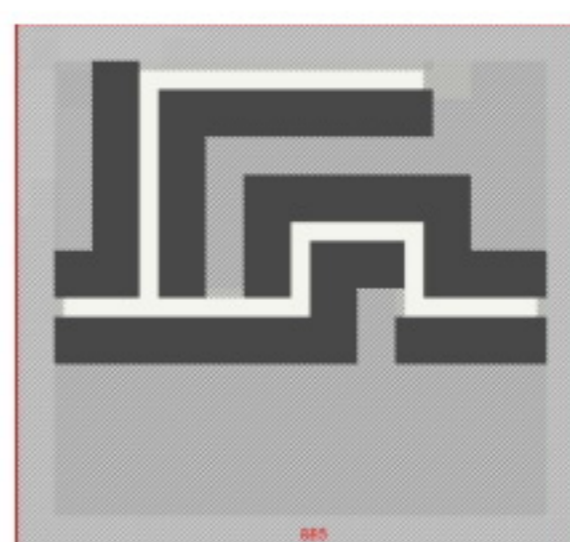
882_EXCELL



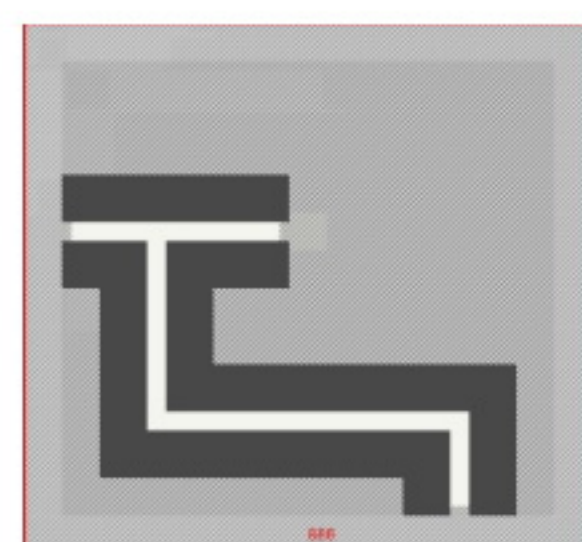
883_EXCELL



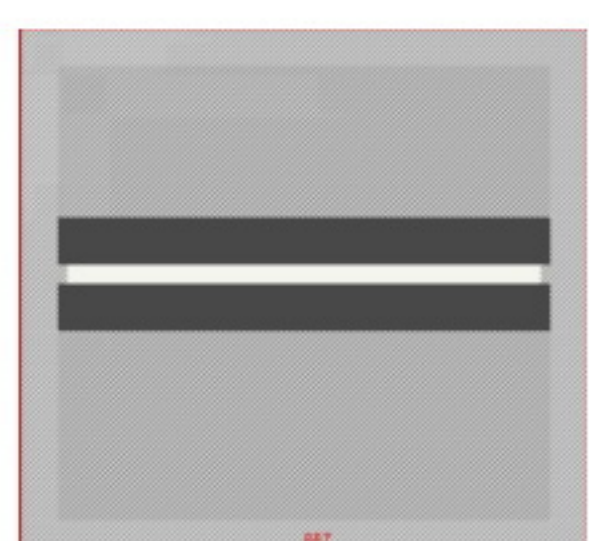
884_EXCELL



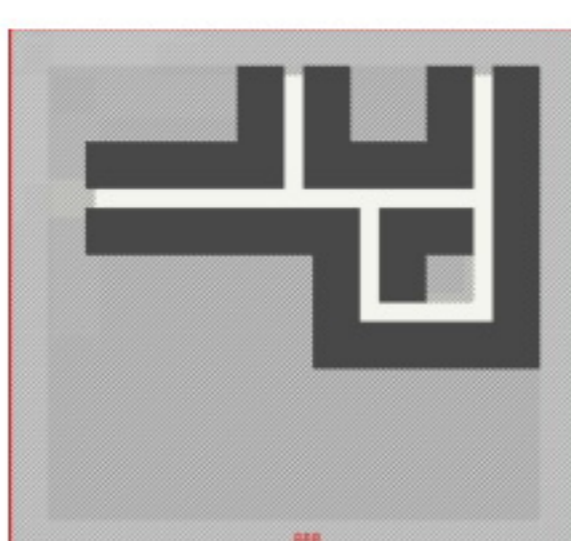
885_EXCELL



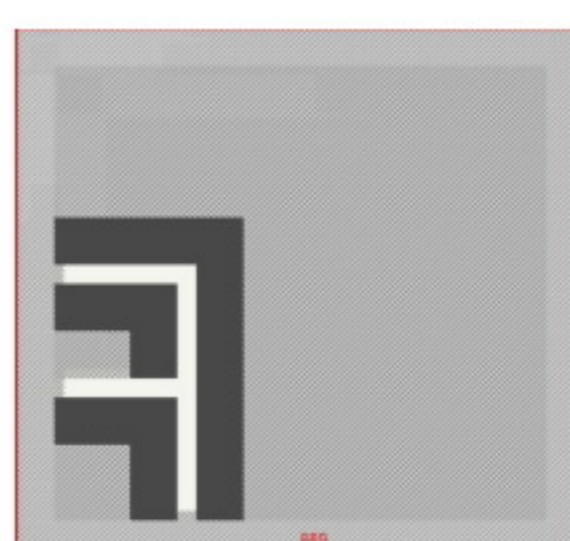
886_EXCELL



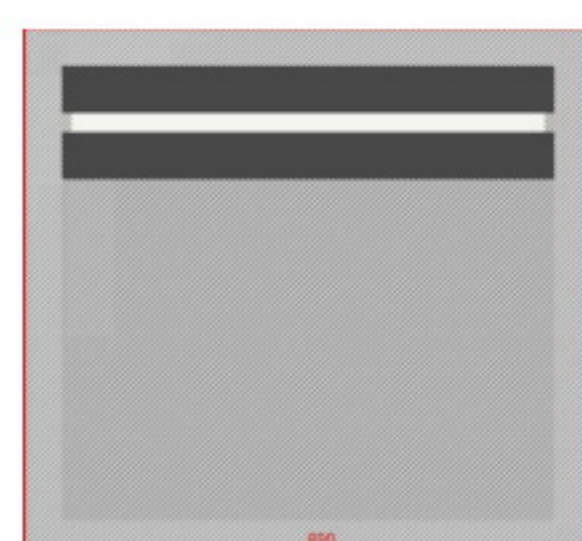
887_EXCELL



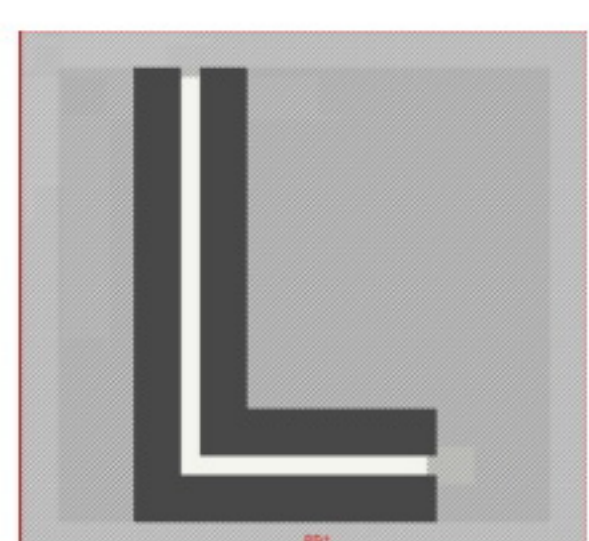
888_EXCELL



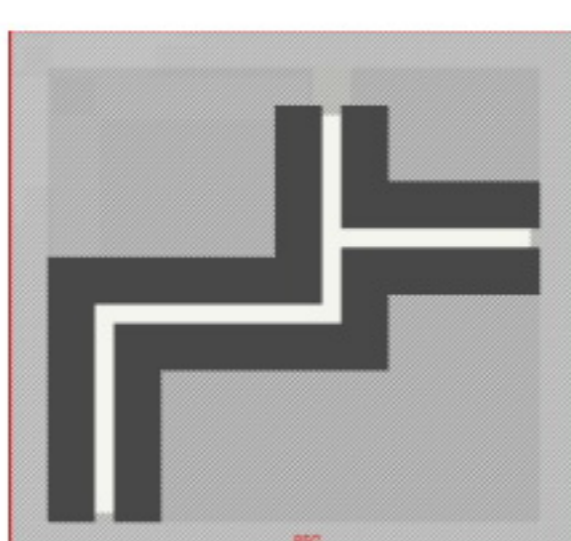
889_EXCELL



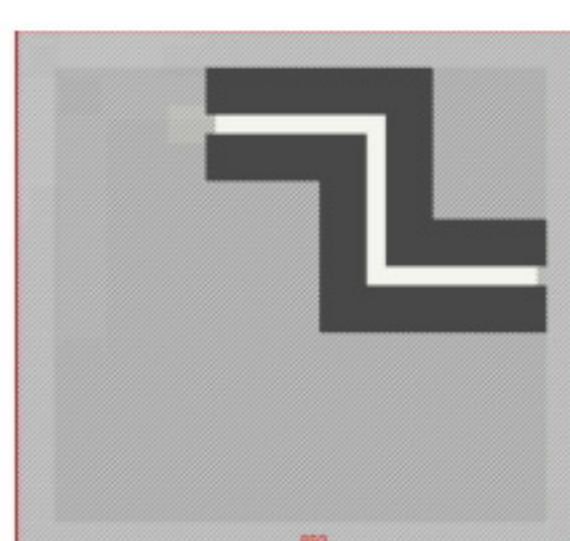
890_EXCELL



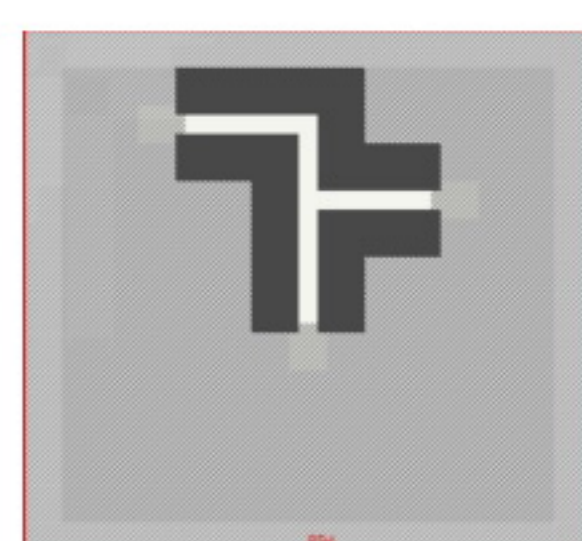
891_EXCELL



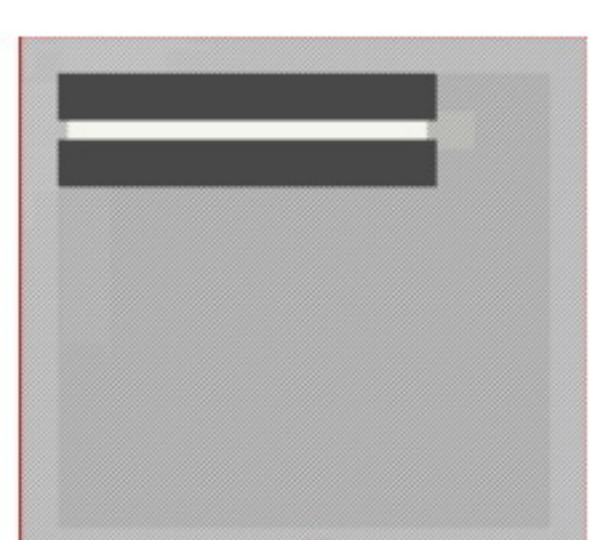
892_EXCELL



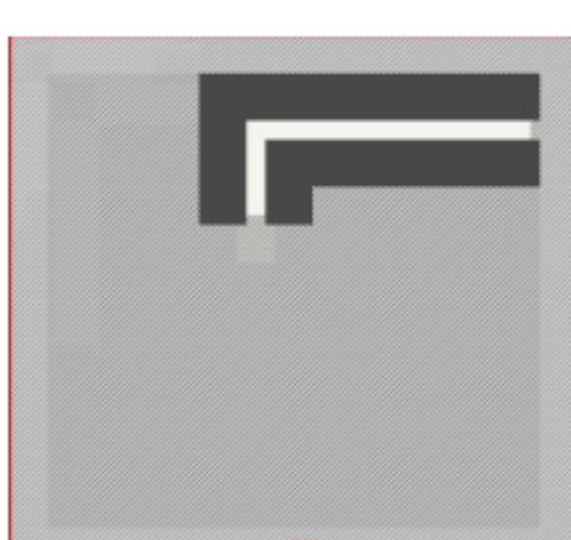
893_EXCELL



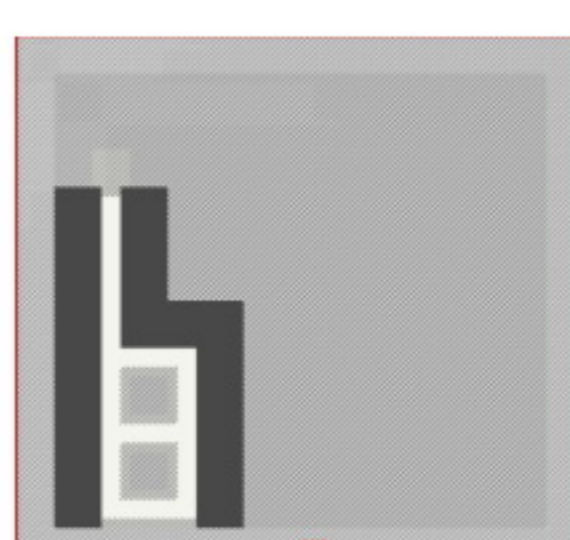
894_EXCELL



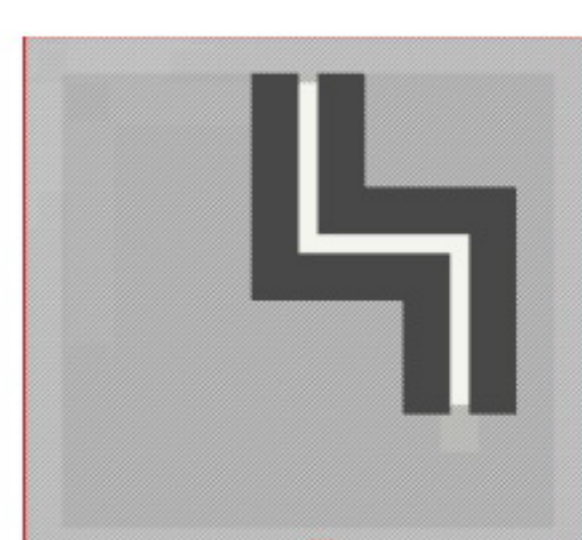
895_EXCELL



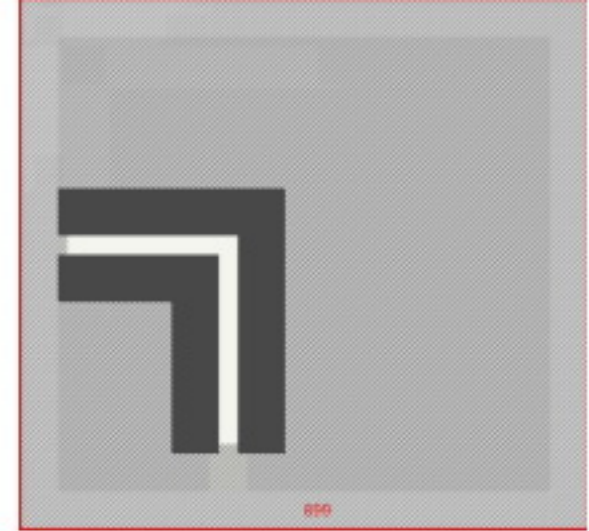
896_EXCELL



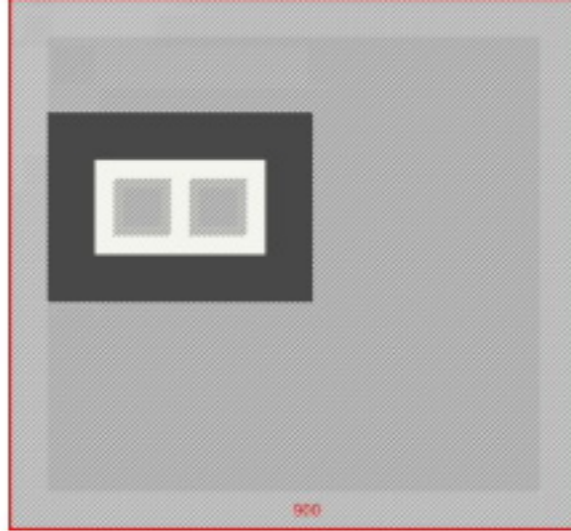
897_EXCELL



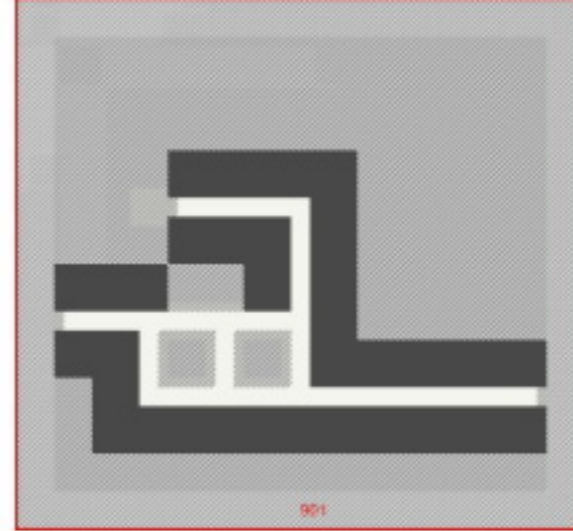
898_EXCELL



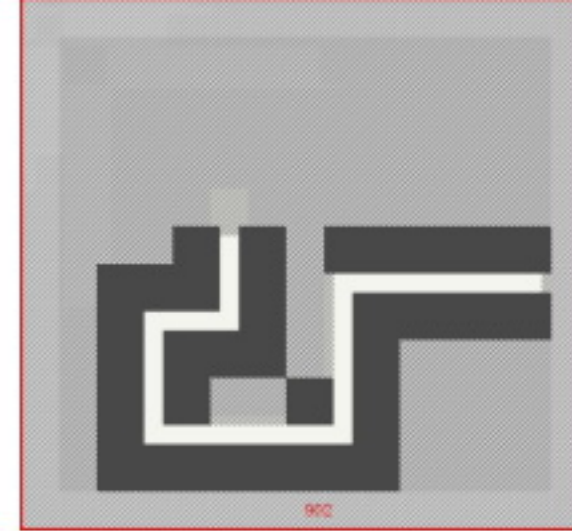
899_EXCELL



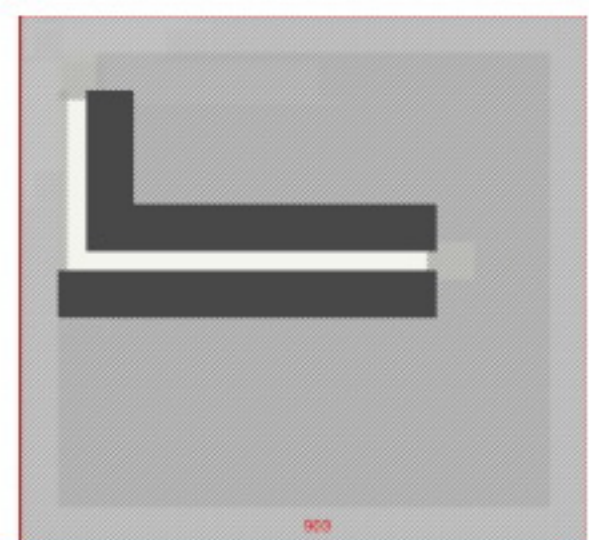
900_EXCELL



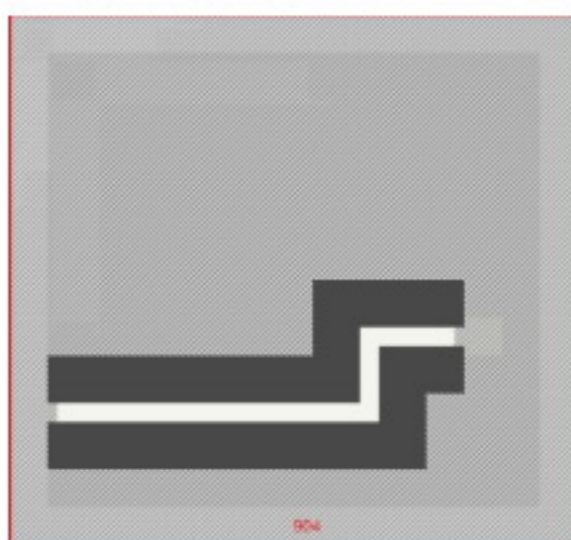
901_EXCELL



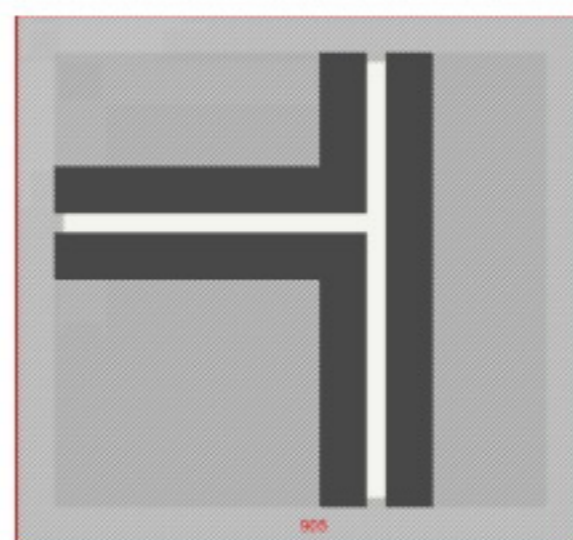
902_EXCELL



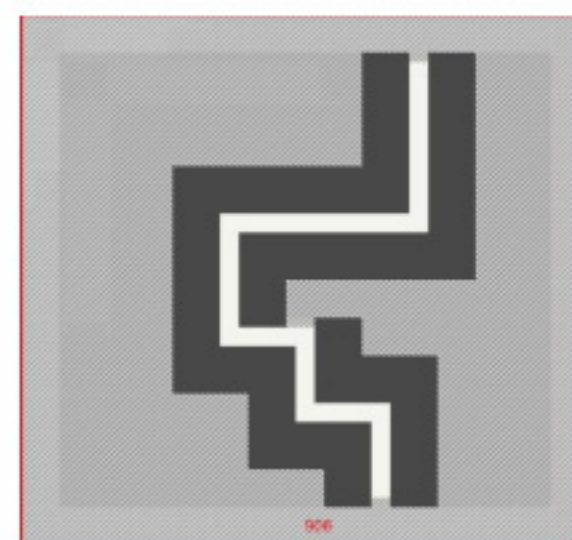
903_EXCELL



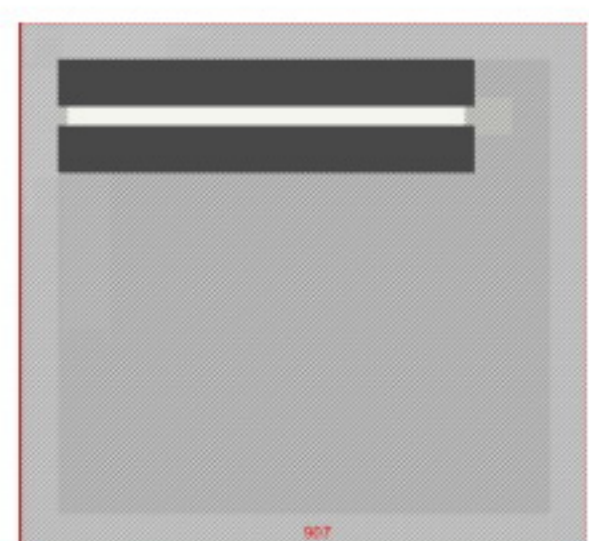
904_EXCELL



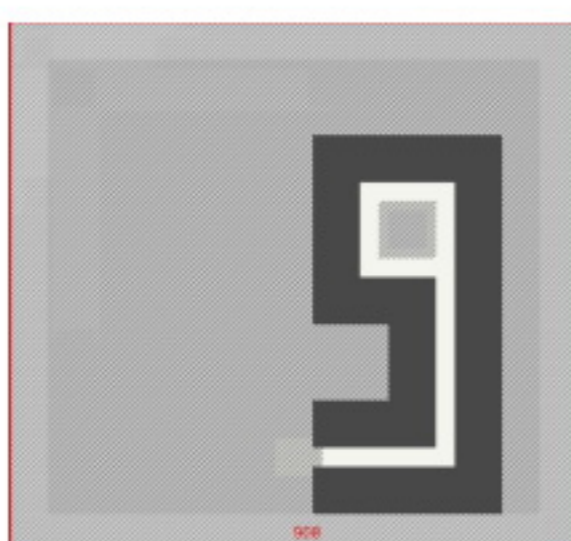
905_EXCELL



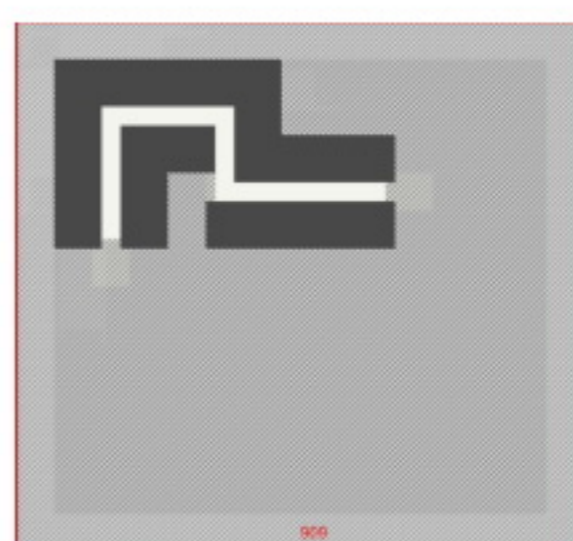
906_EXCELL



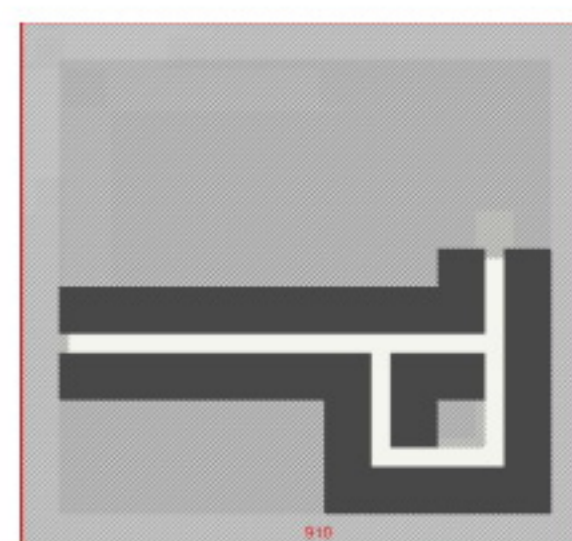
907_EXCELL



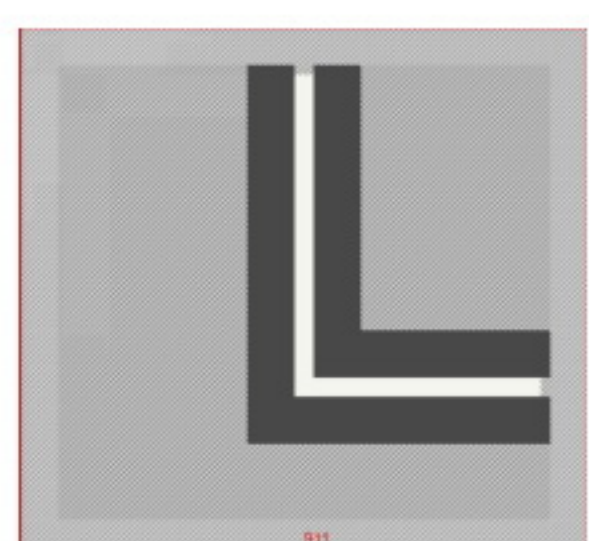
908_EXCELL



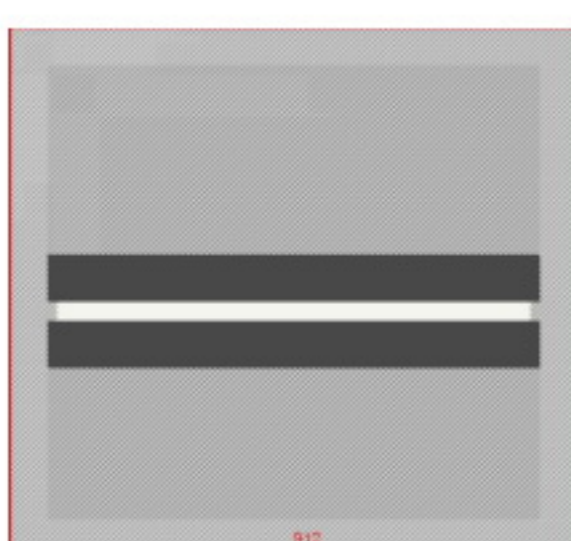
909_EXCELL



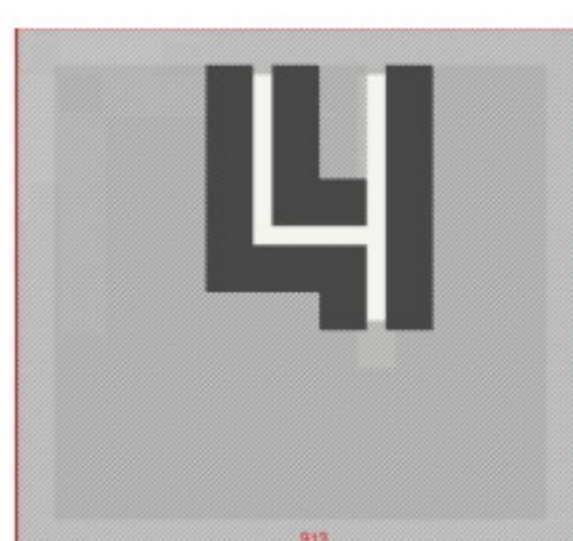
910_EXCELL



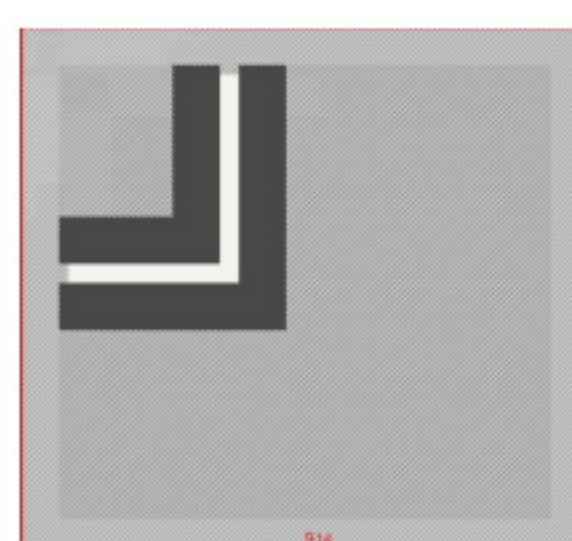
911_EXCELL



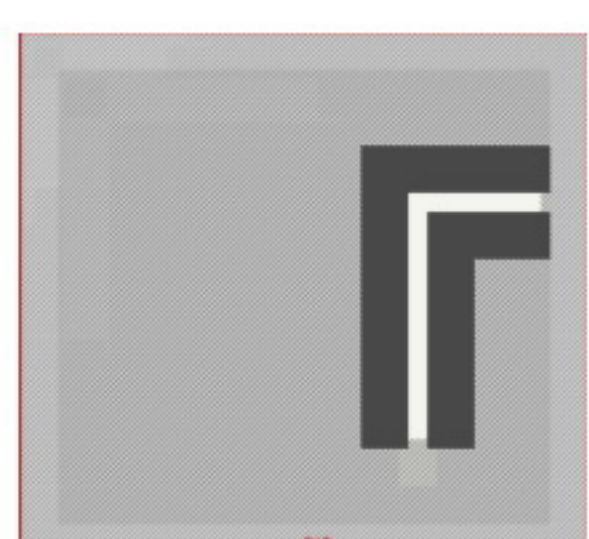
912_EXCELL



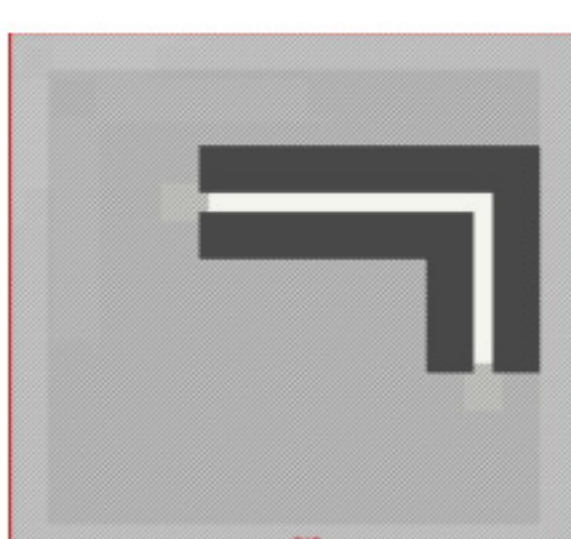
913_EXCELL



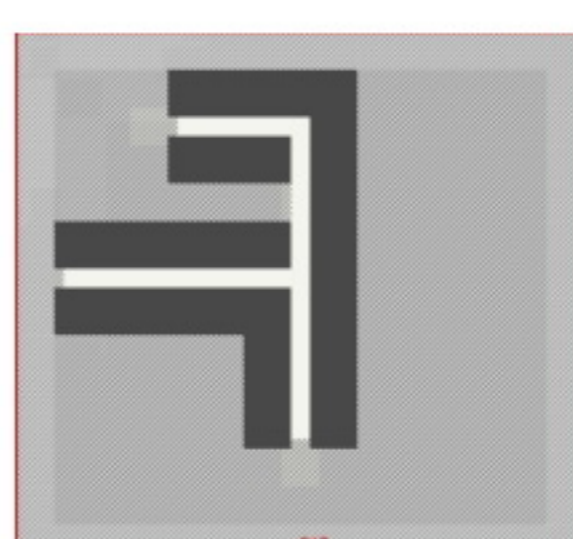
914_EXCELL



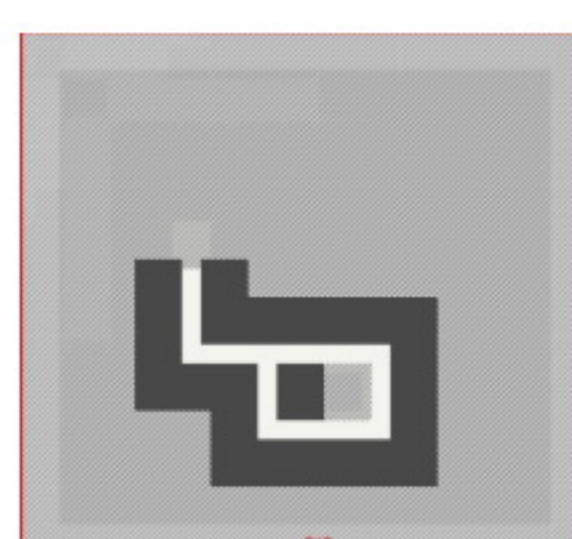
915_EXCELL



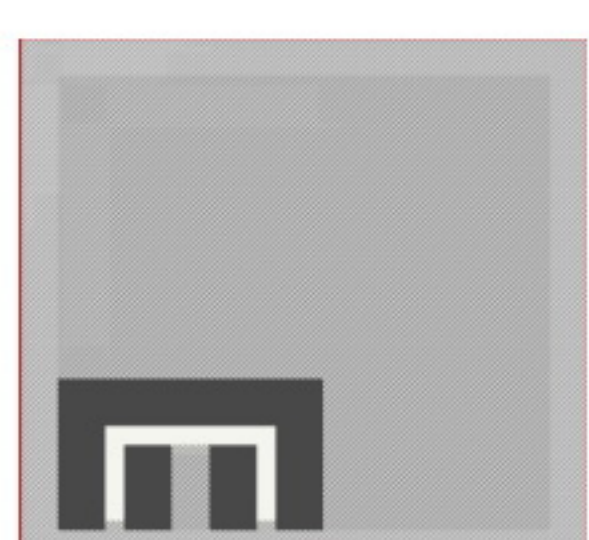
916_EXCELL



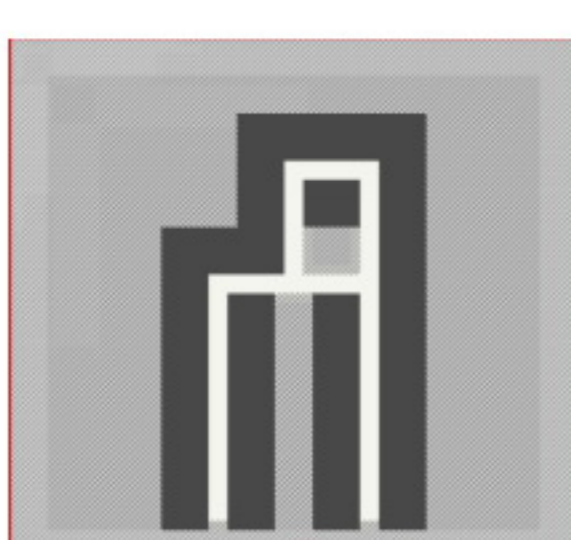
917_EXCELL



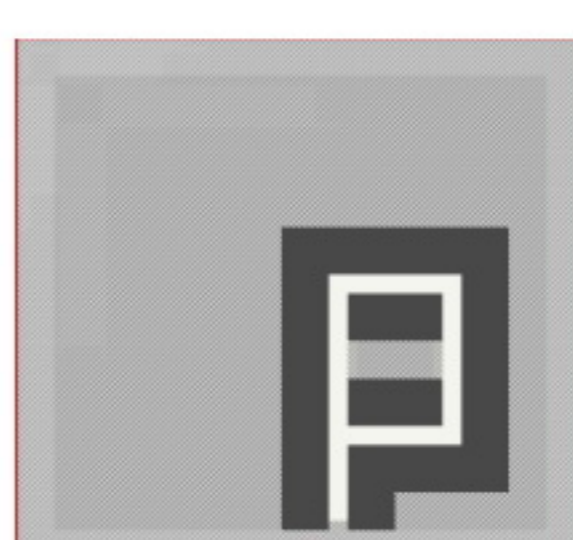
918_EXCELL



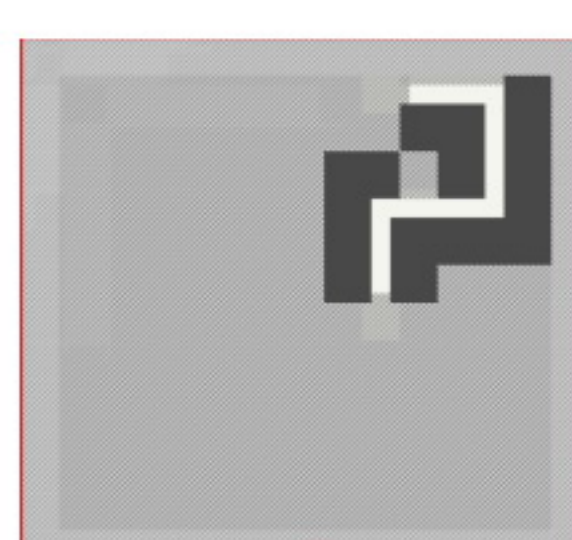
919_EXCELL



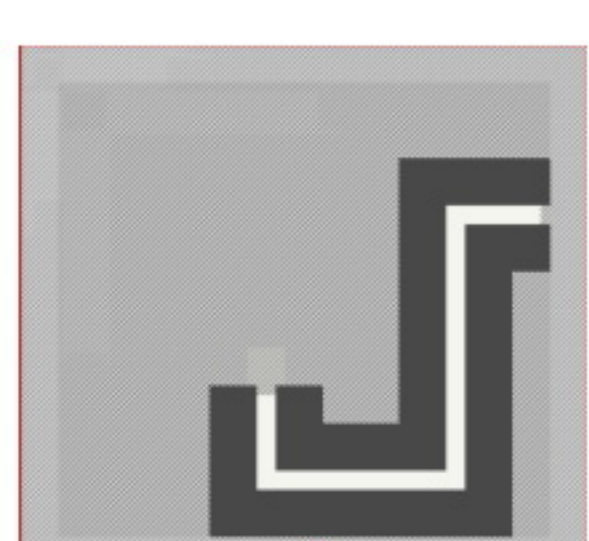
920_EXCELL



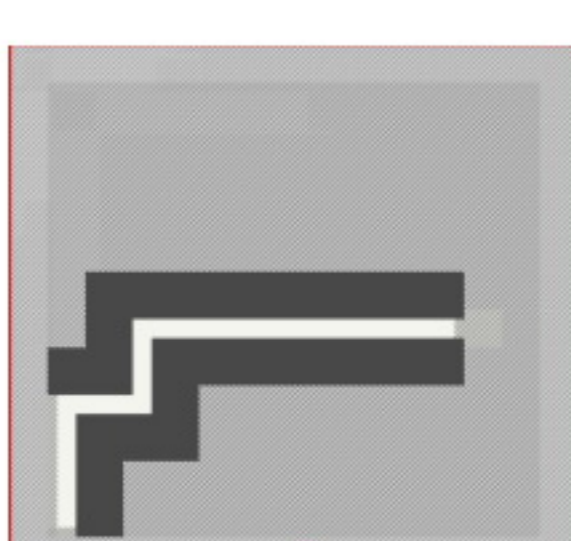
921_EXCELL



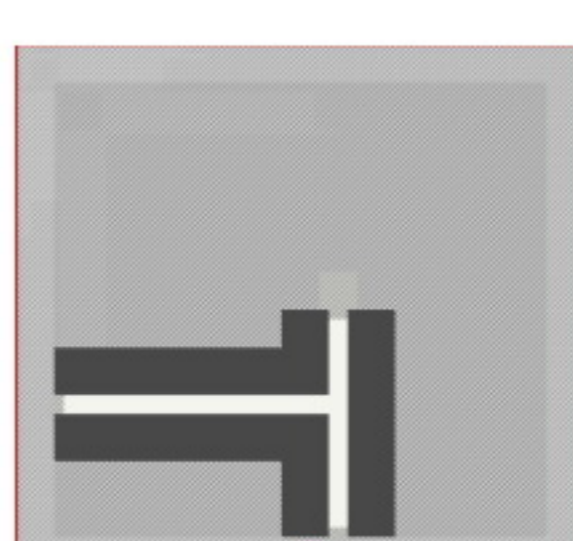
922_EXCELL



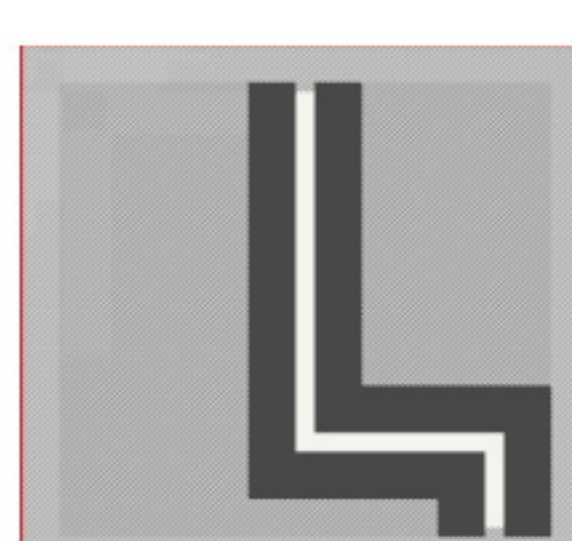
923_EXCELL



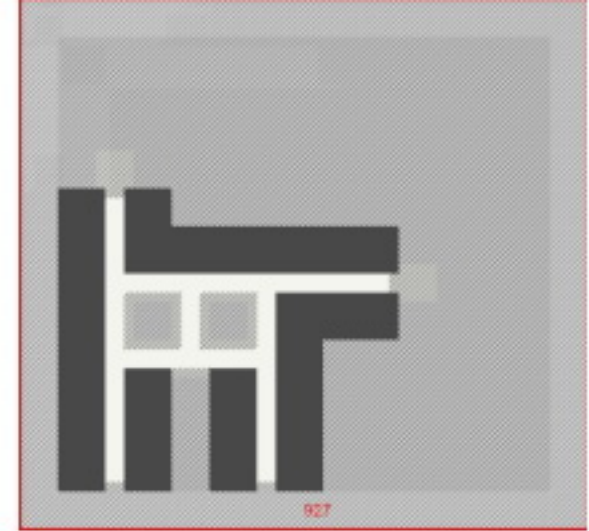
924_EXCELL



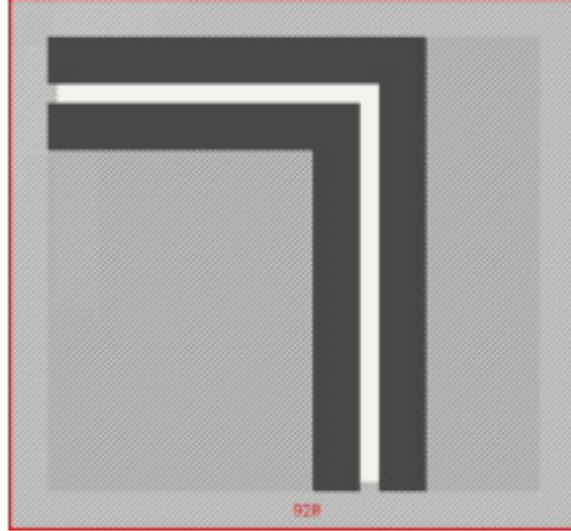
925_EXCELL



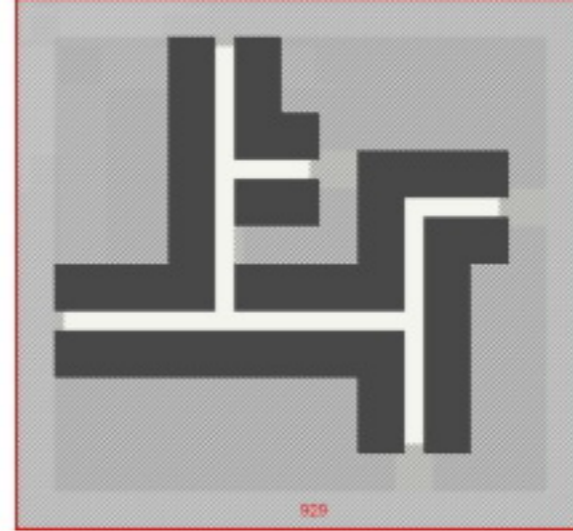
926_EXCELL



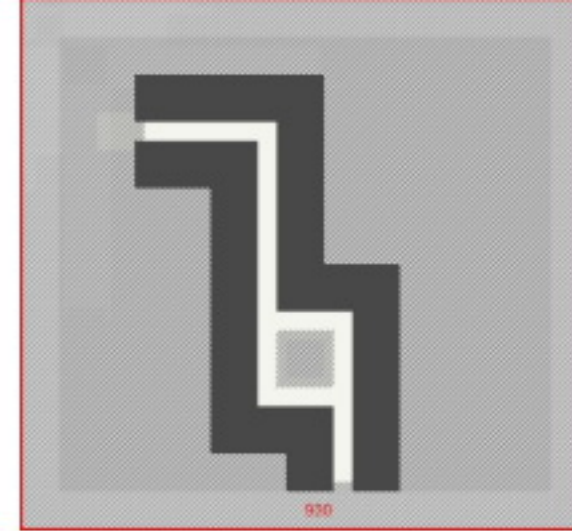
927_EXCELL



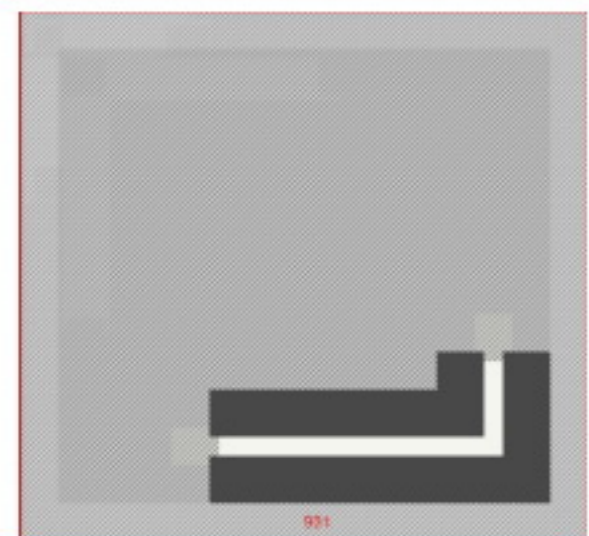
928_EXCELL



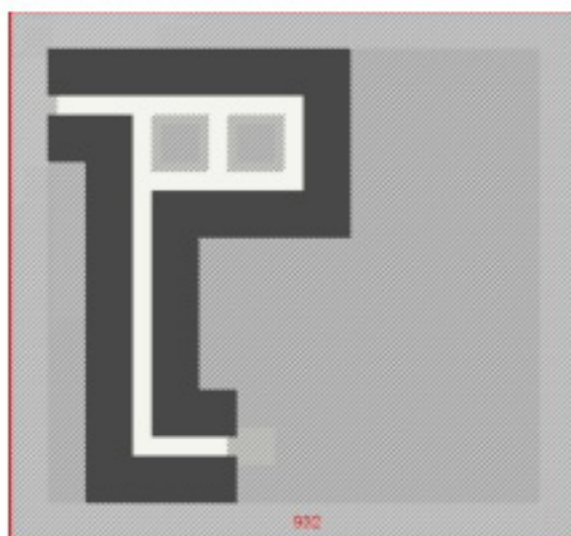
929_EXCELL



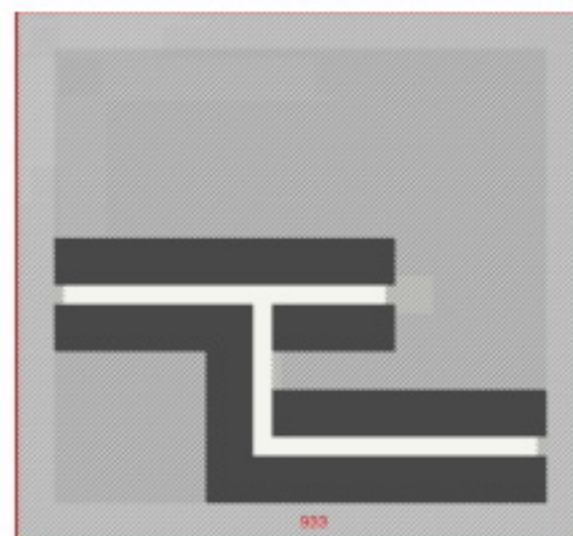
930_EXCELL



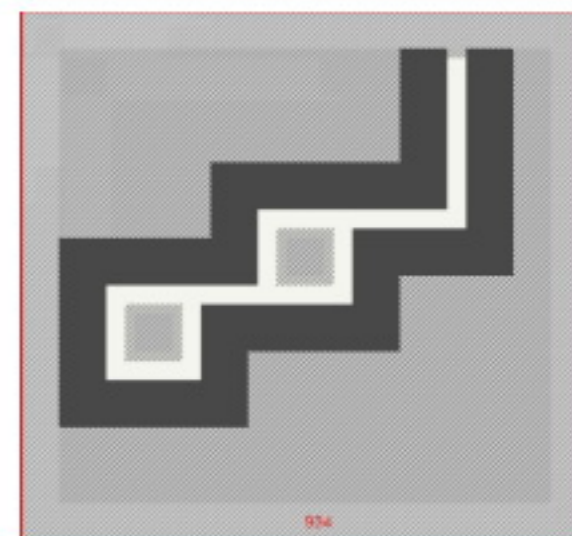
931_EXCELL



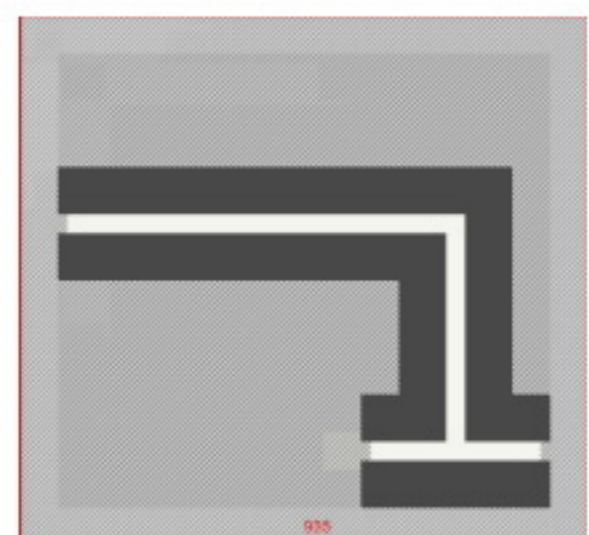
932_EXCELL



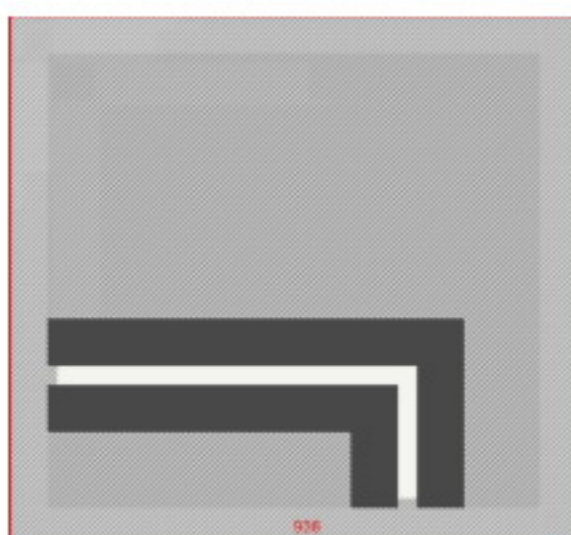
933_EXCELL



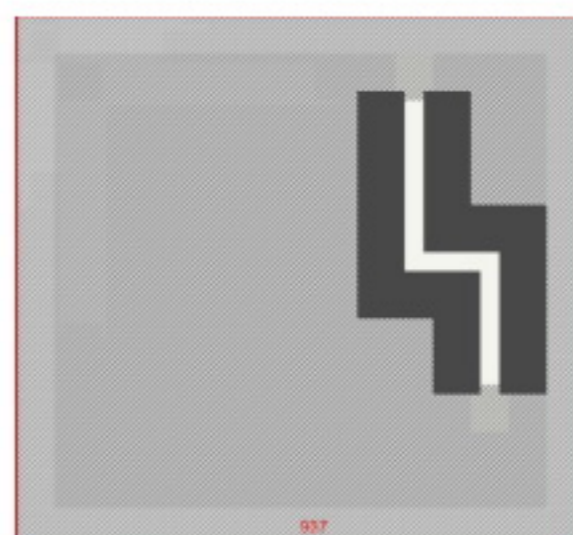
934_EXCELL



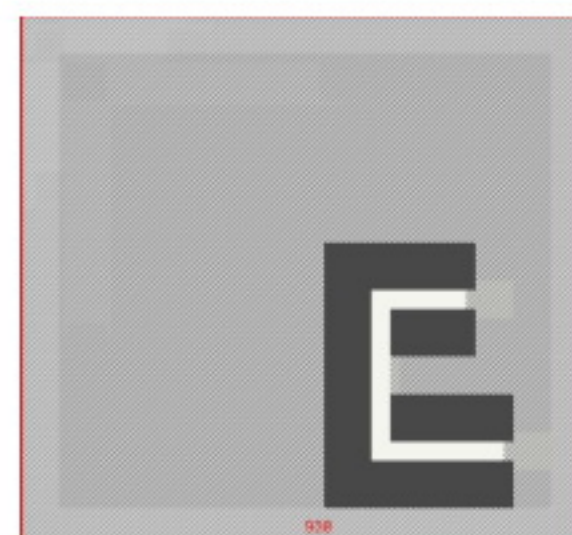
935_EXCELL



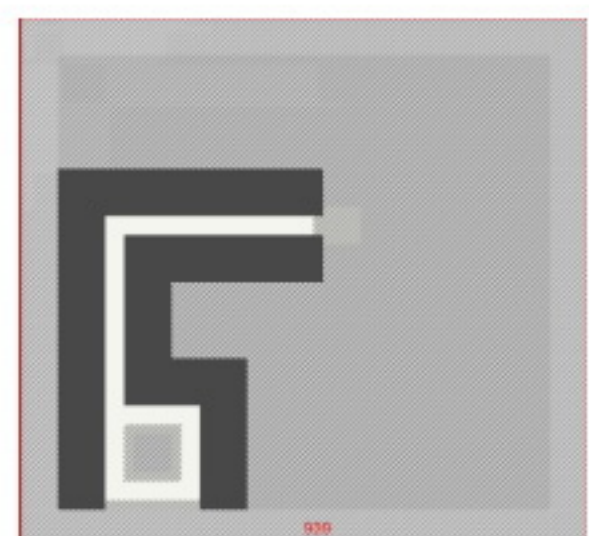
936_EXCELL



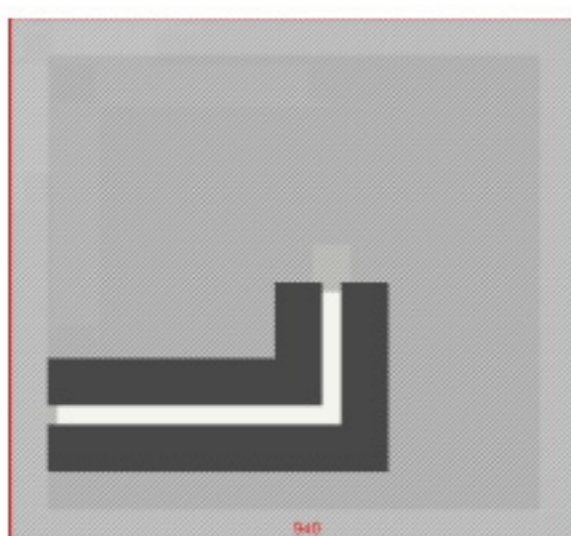
937_EXCELL



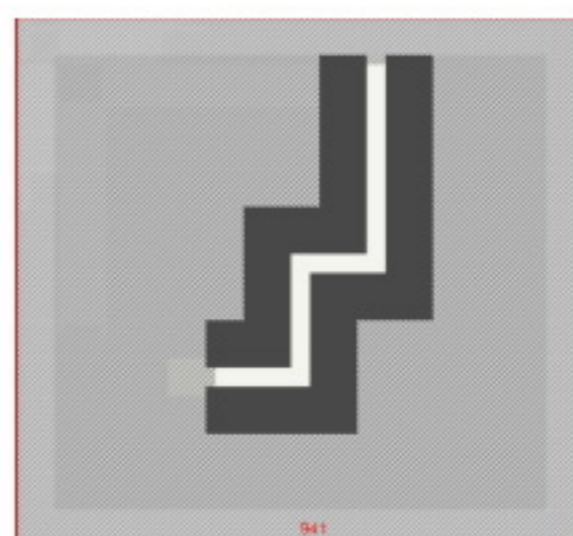
938_EXCELL



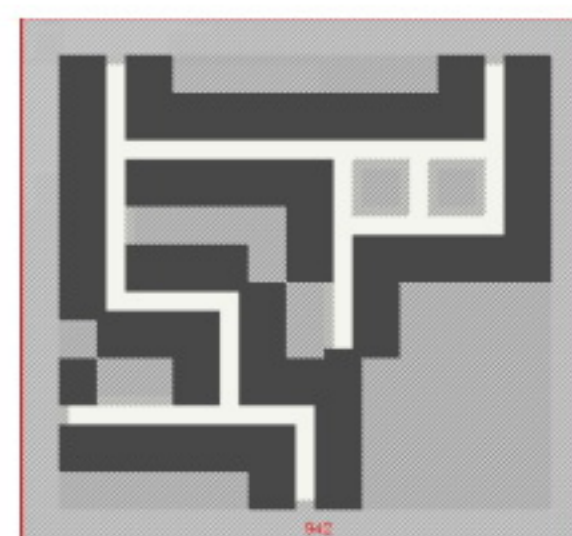
939_EXCELL



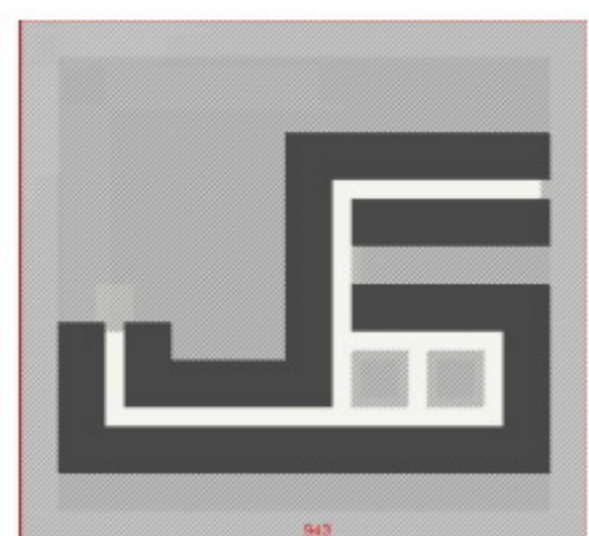
940_EXCELL



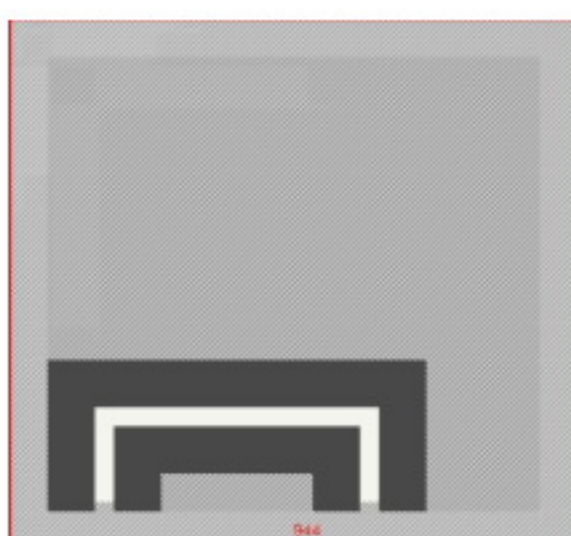
941_EXCELL



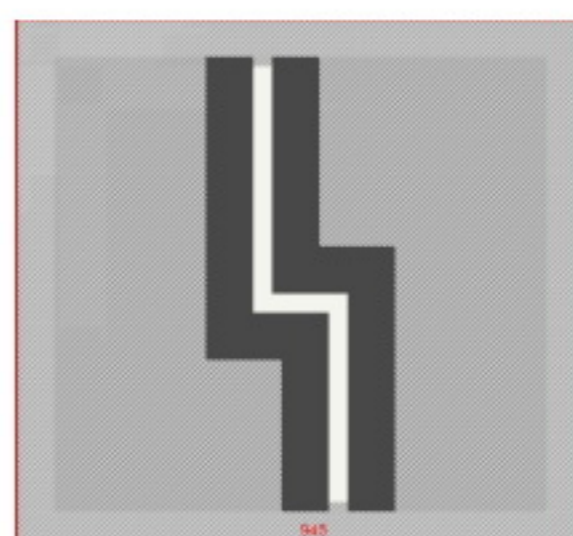
942_EXCELL



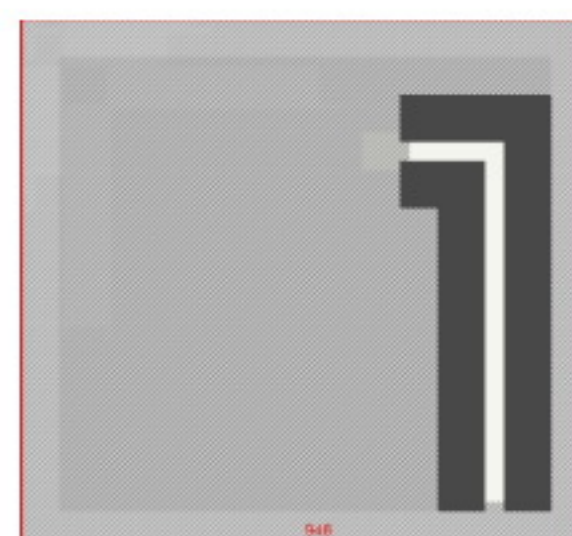
943_EXCELL



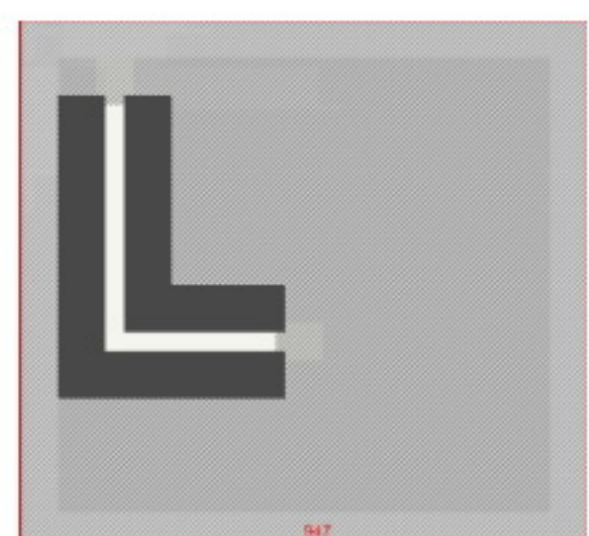
944_EXCELL



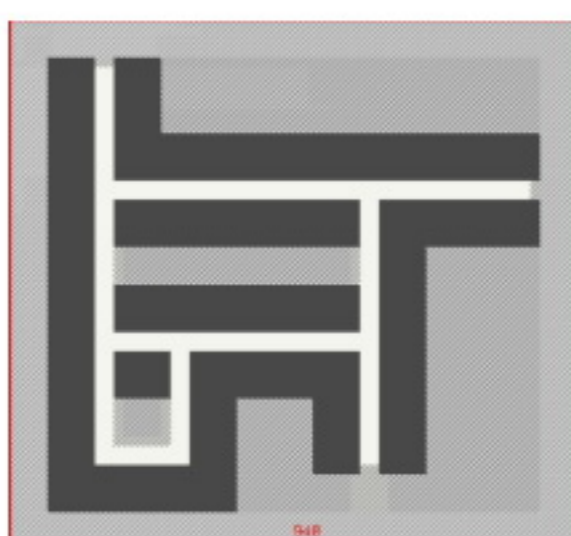
945_EXCELL



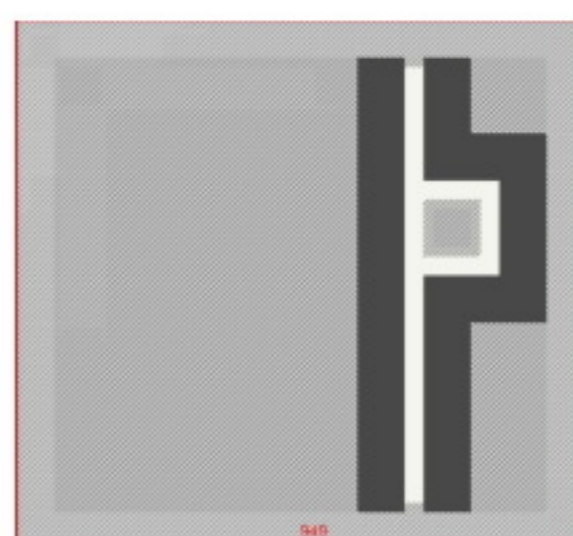
946_EXCELL



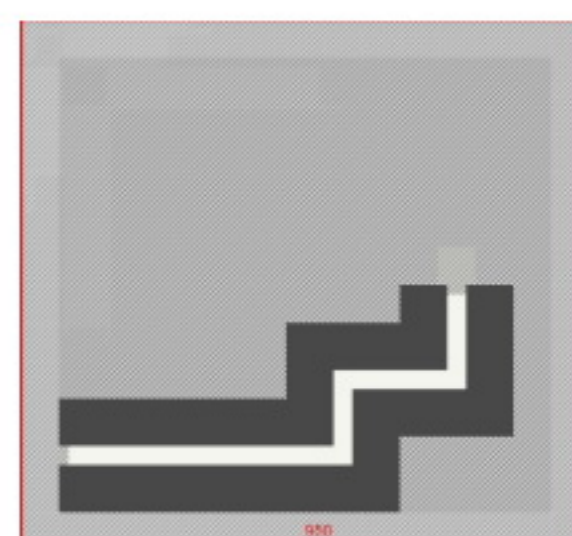
947_EXCELL



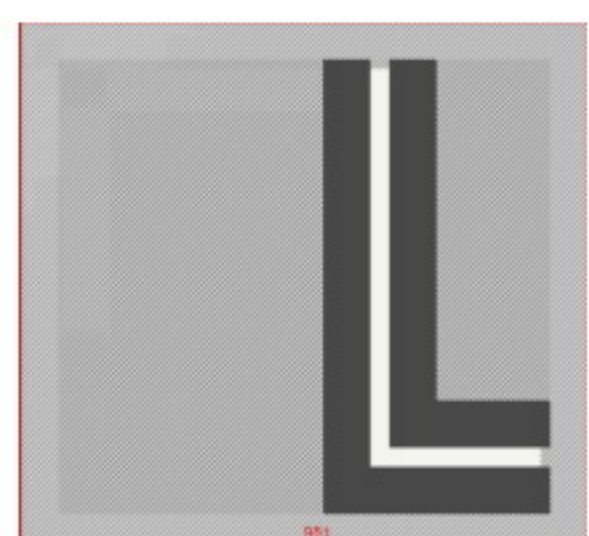
948_EXCELL



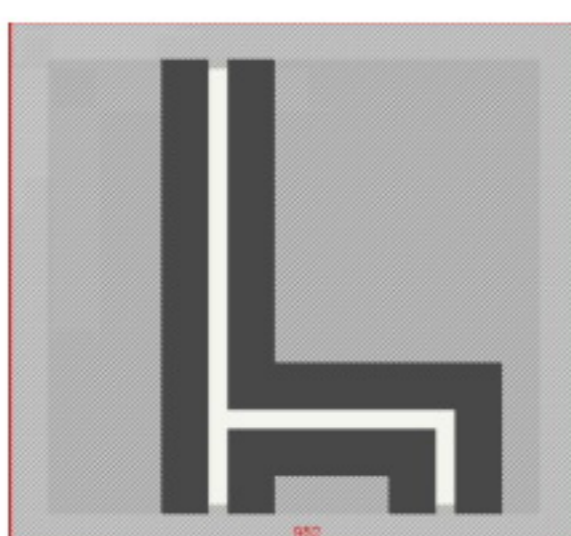
949_EXCELL



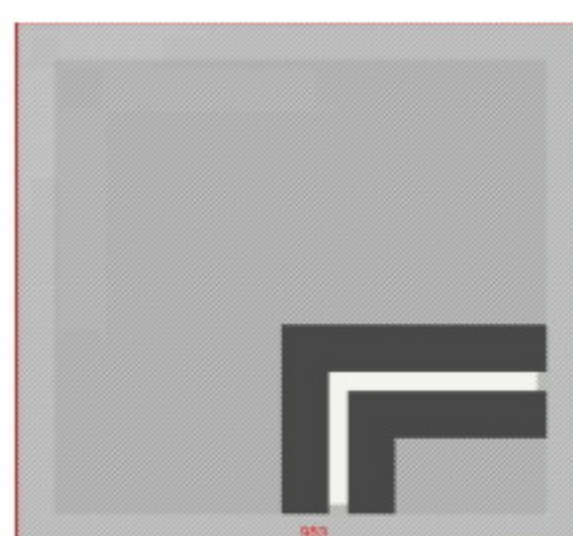
950_EXCELL



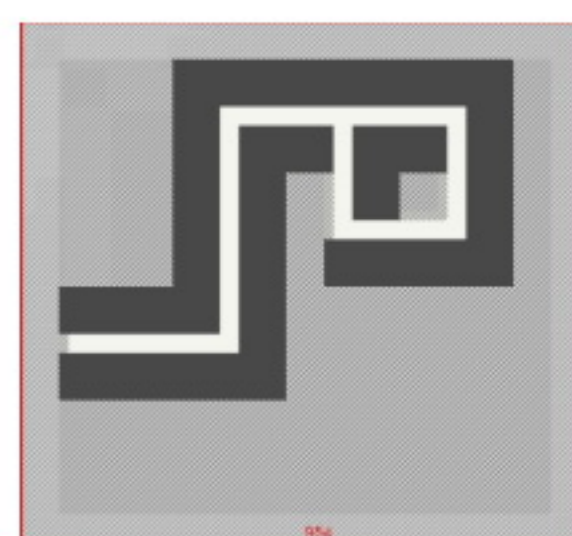
951_EXCELL



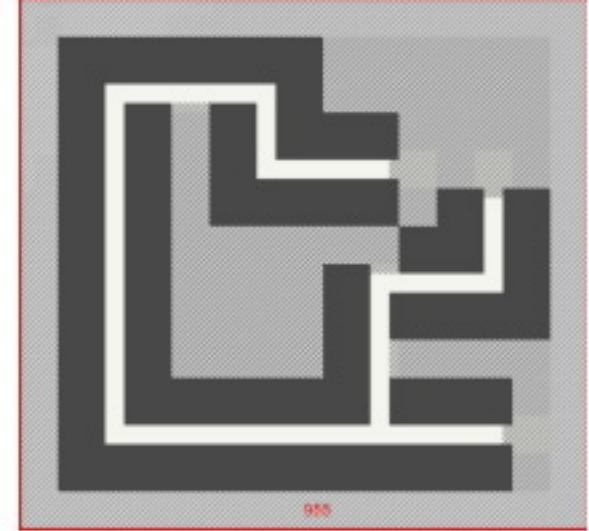
952_EXCELL



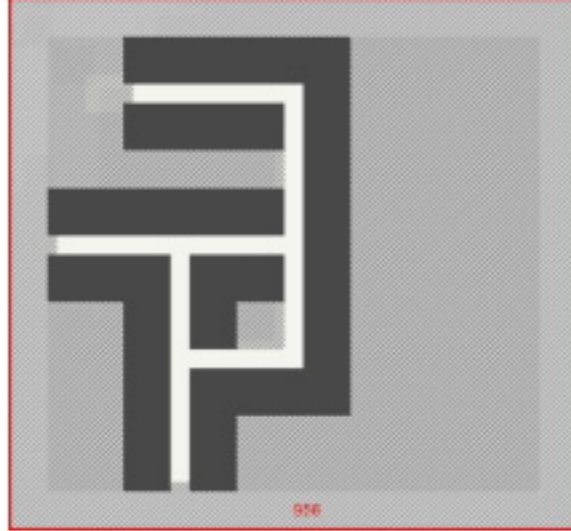
953_EXCELL



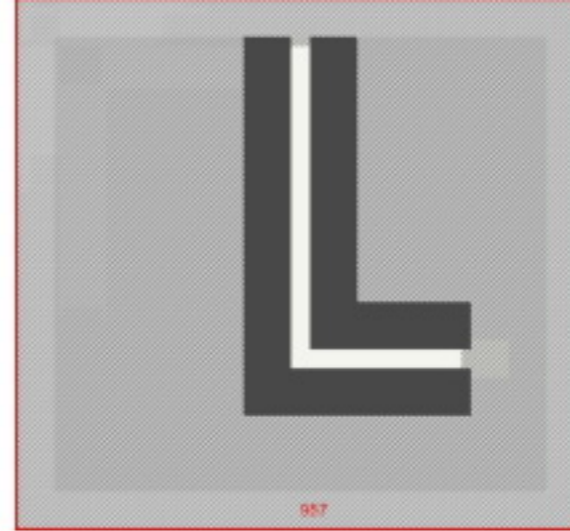
954_EXCELL



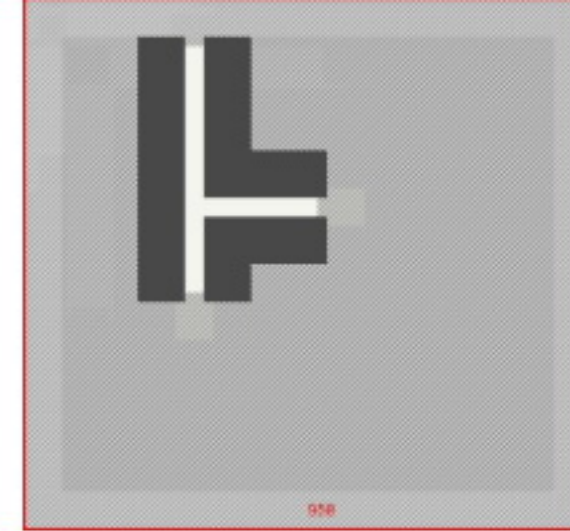
955_EXCELL



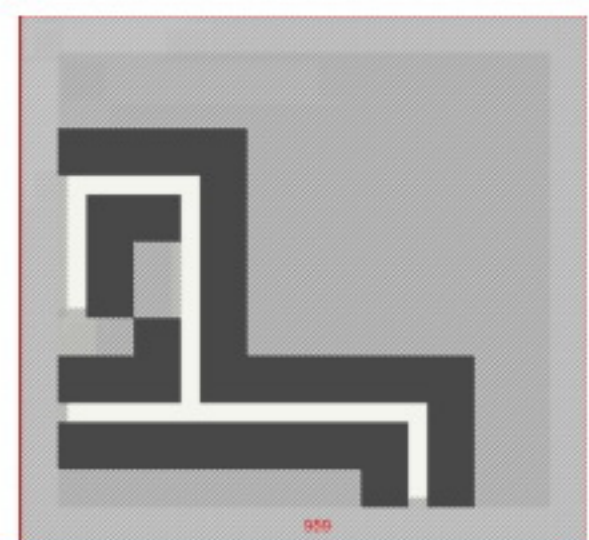
956_EXCELL



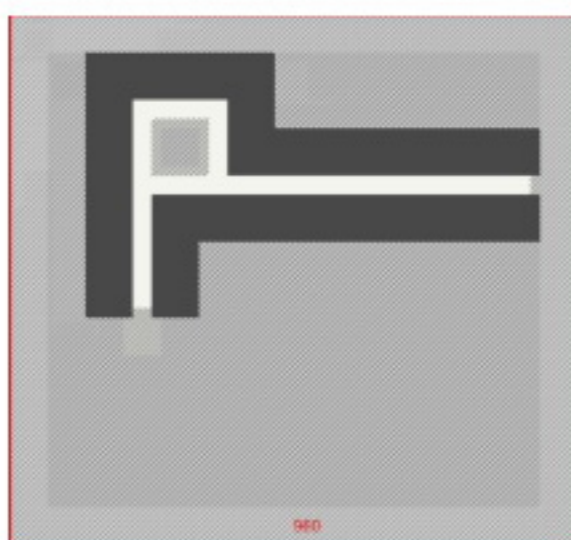
957_EXCELL



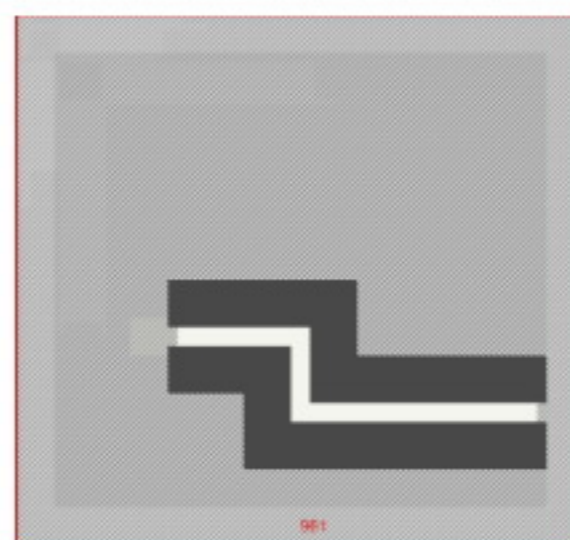
958_EXCELL



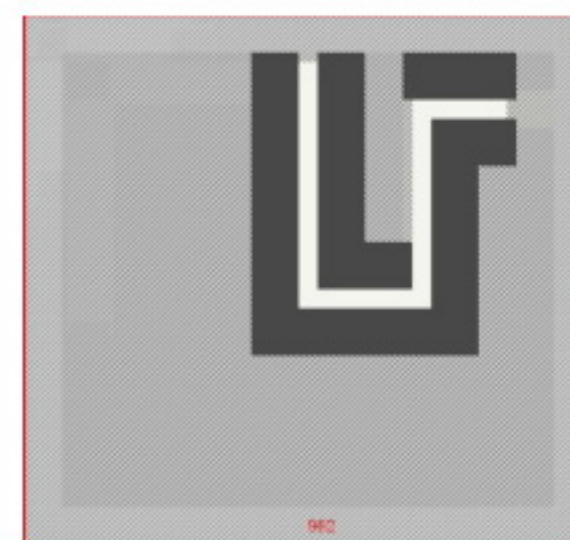
959_EXCELL



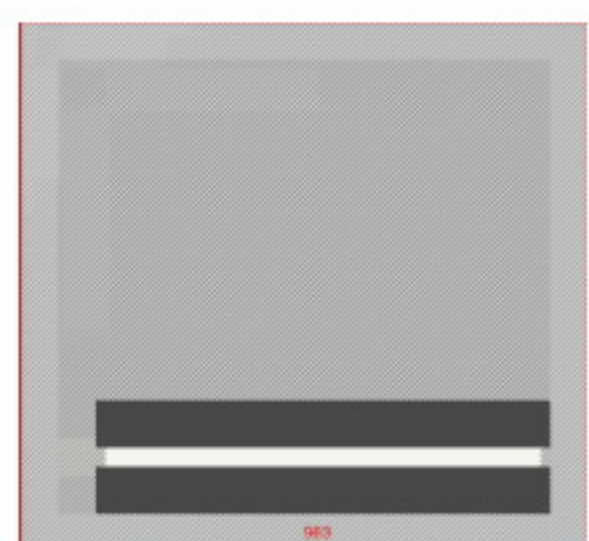
960_EXCELL



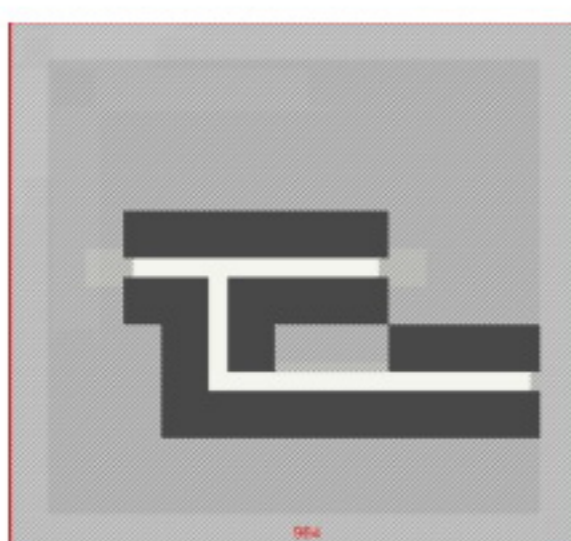
961_EXCELL



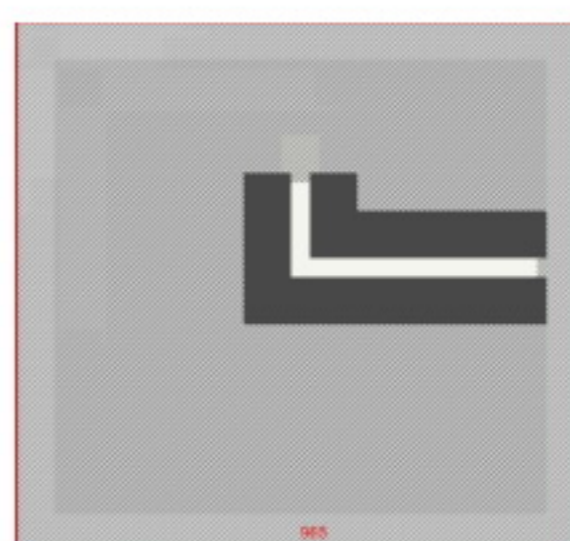
962_EXCELL



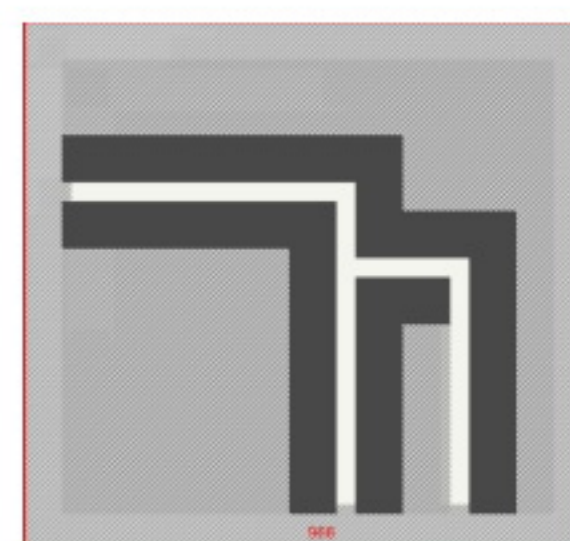
963_EXCELL



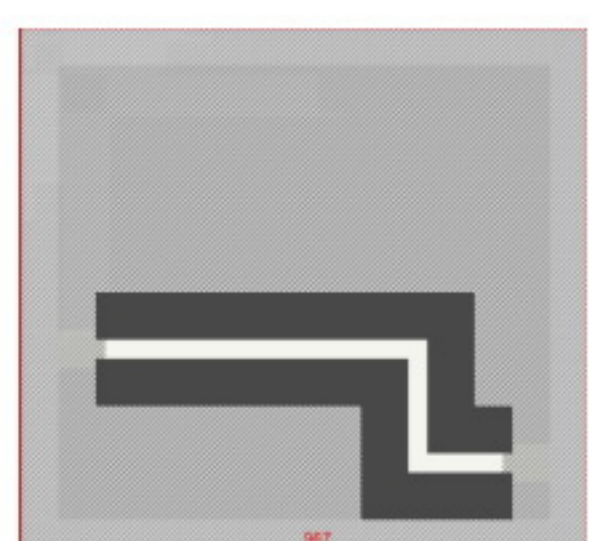
964_EXCELL



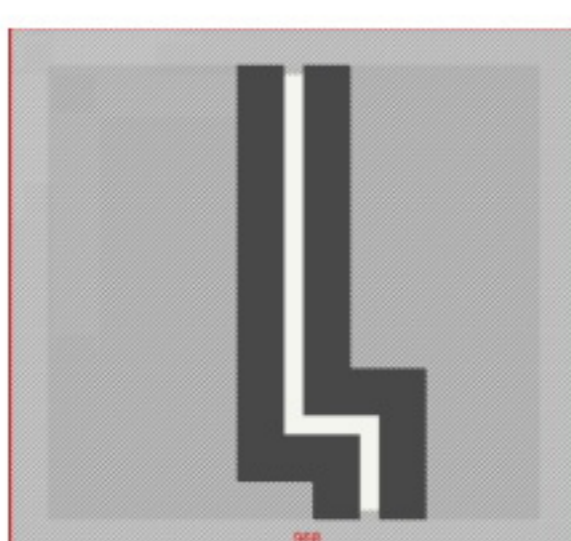
965_EXCELL



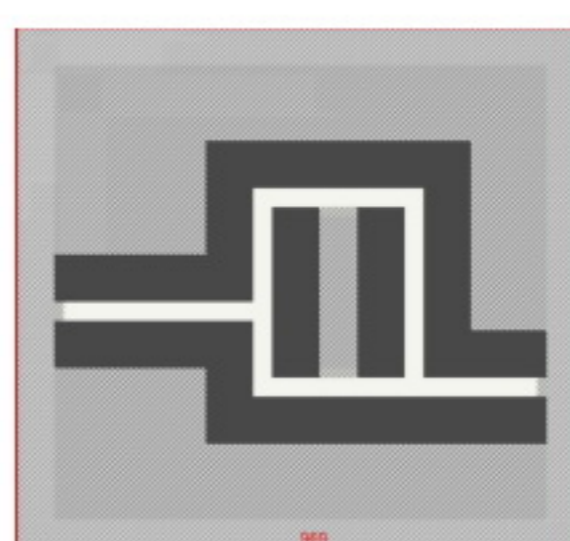
966_EXCELL



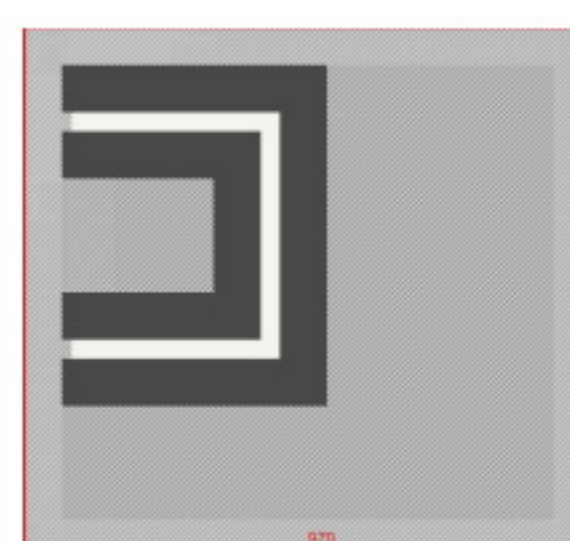
967_EXCELL



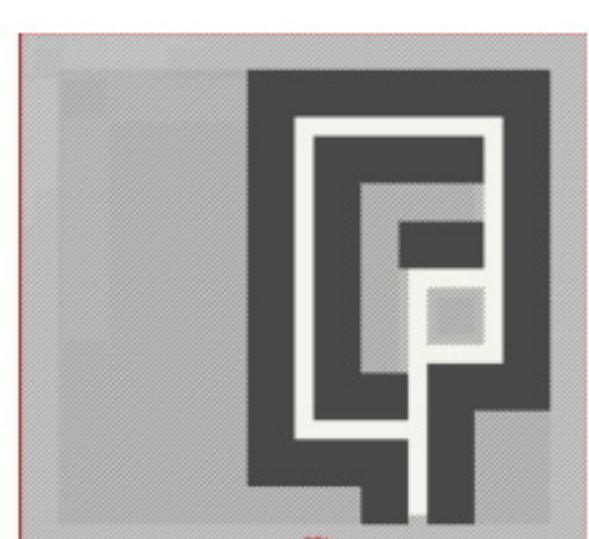
968_EXCELL



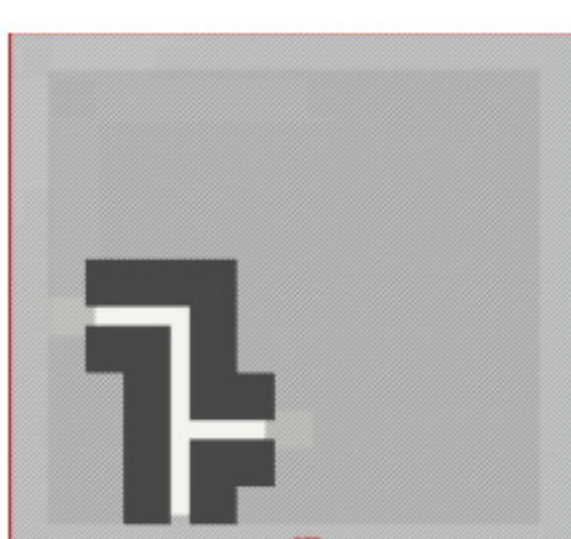
969_EXCELL



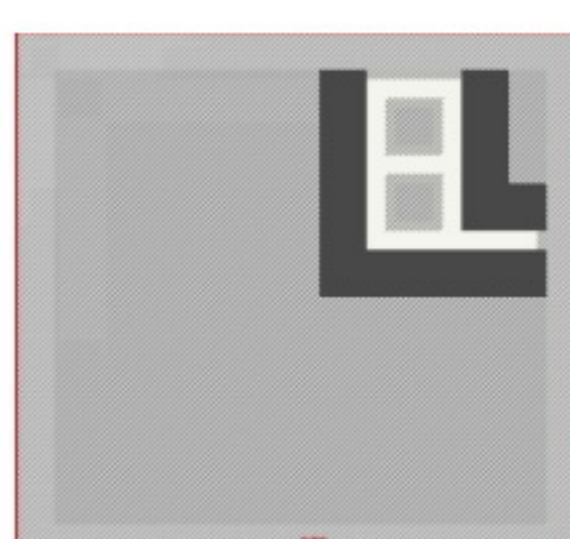
970_EXCELL



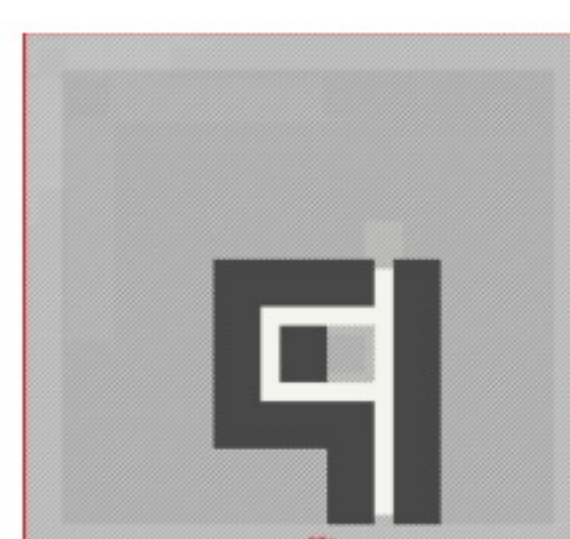
971_EXCELL



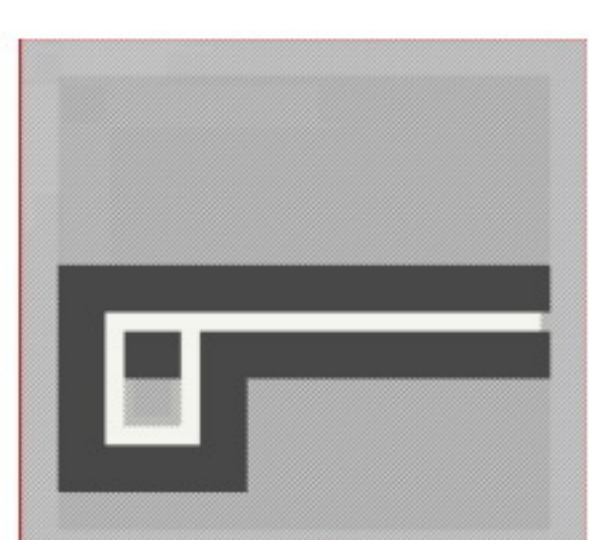
972_EXCELL



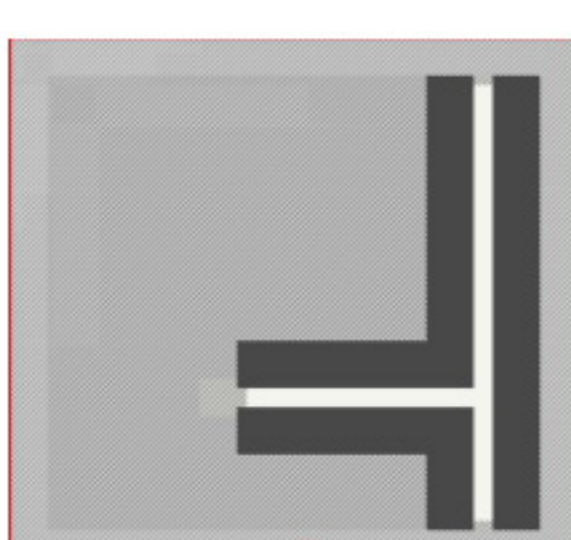
973_EXCELL



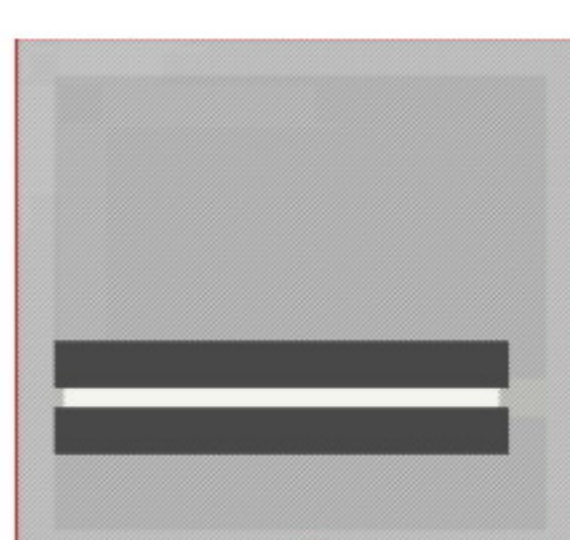
974_EXCELL



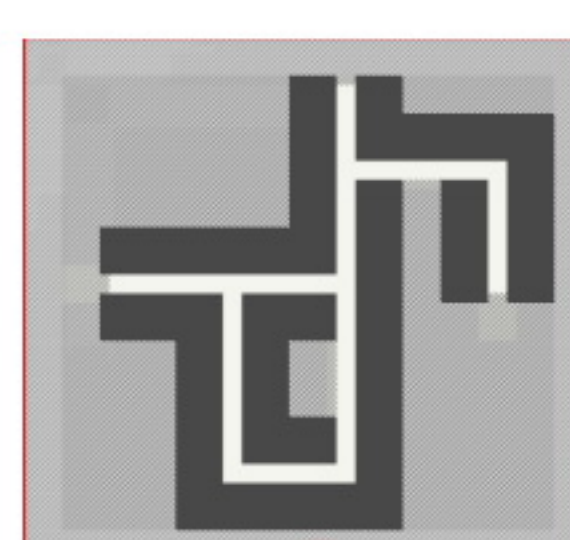
975_EXCELL



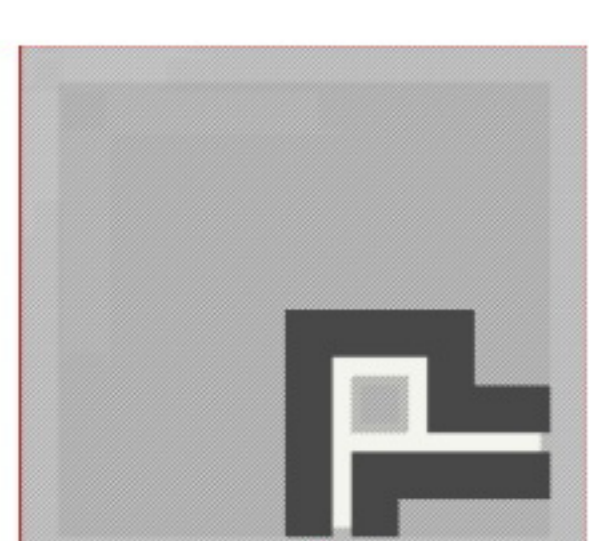
976_EXCELL



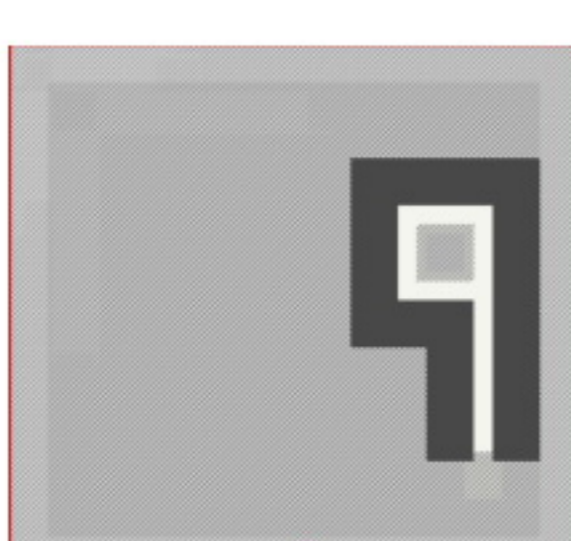
977_EXCELL



978_EXCELL



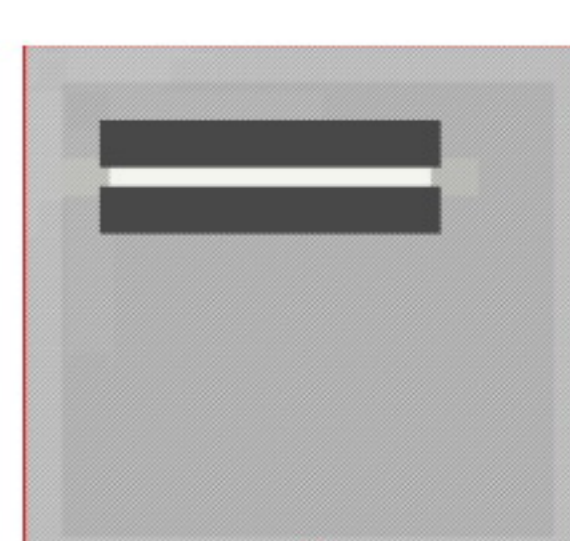
979_EXCELL



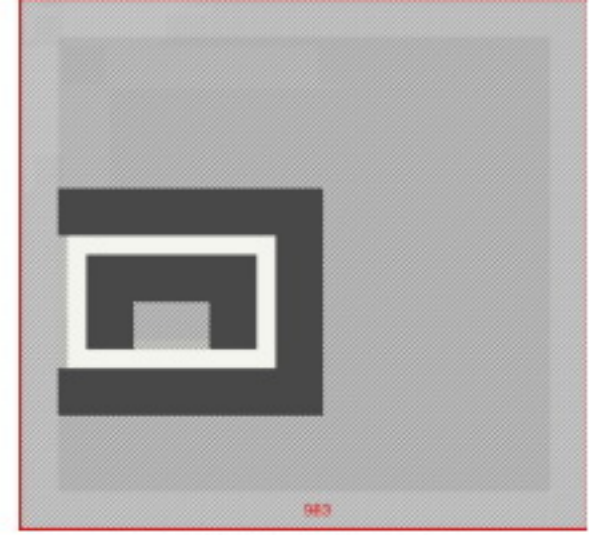
980_EXCELL



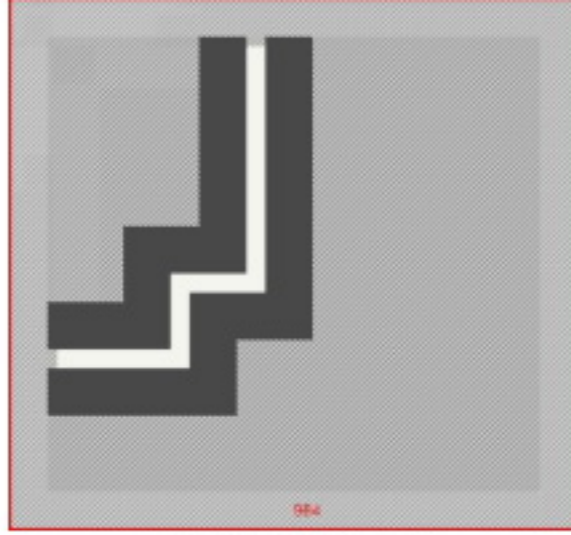
981_EXCELL



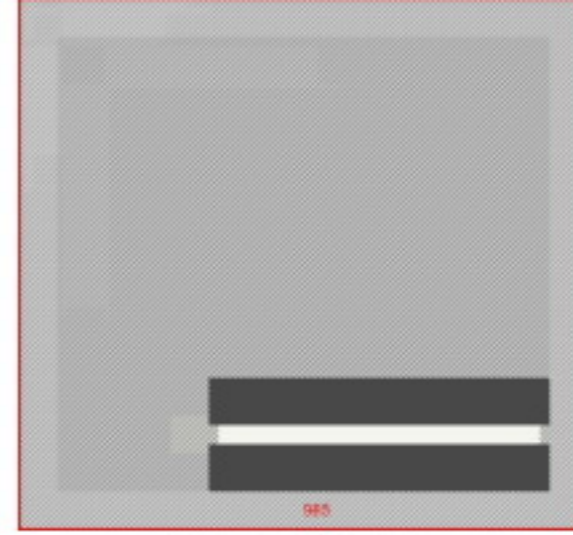
982_EXCELL



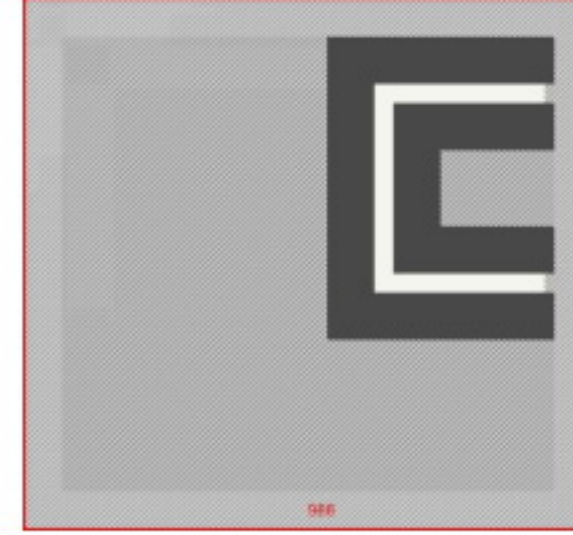
983_EXCELL



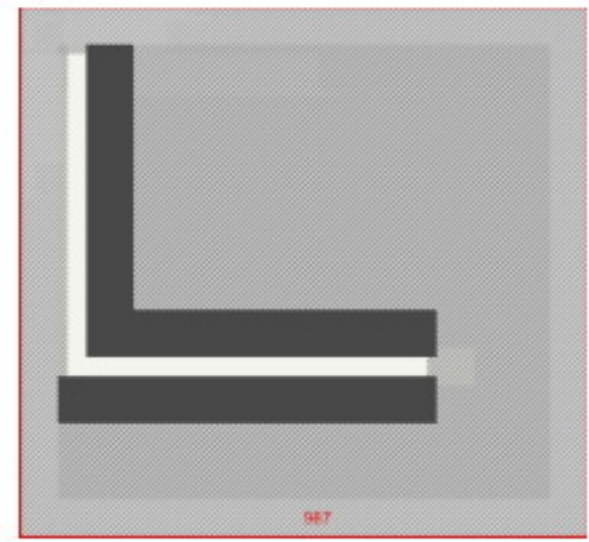
984_EXCELL



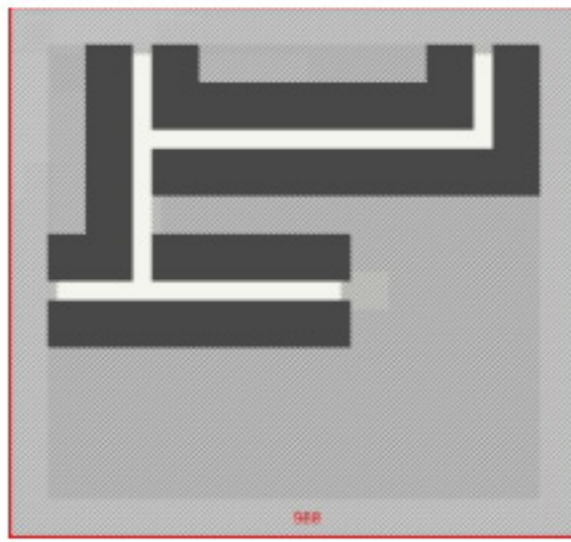
985_EXCELL



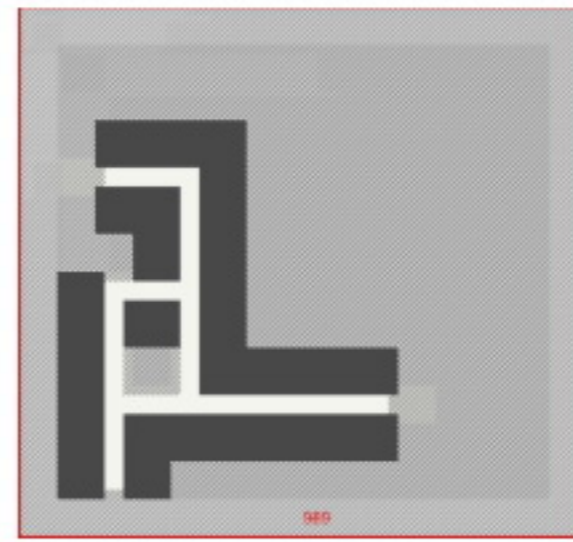
986_EXCELL



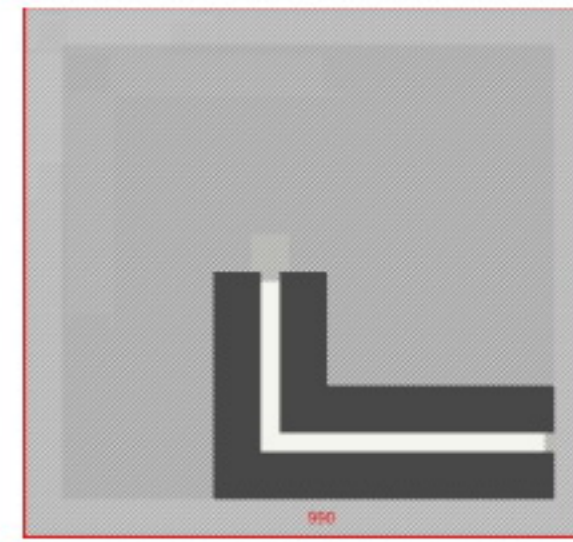
987_EXCELL



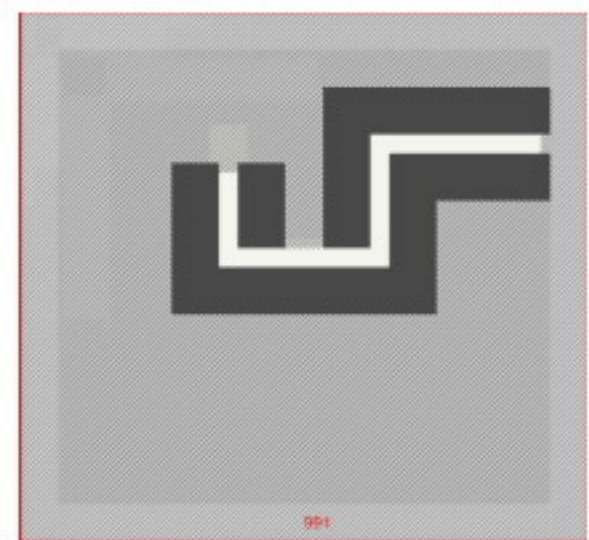
988_EXCELL



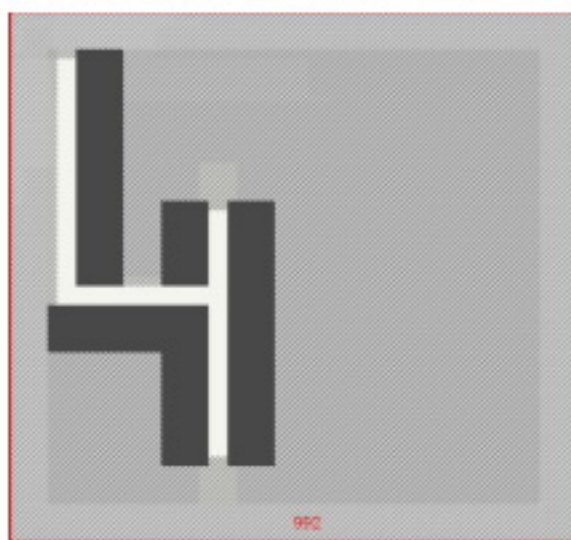
989_EXCELL



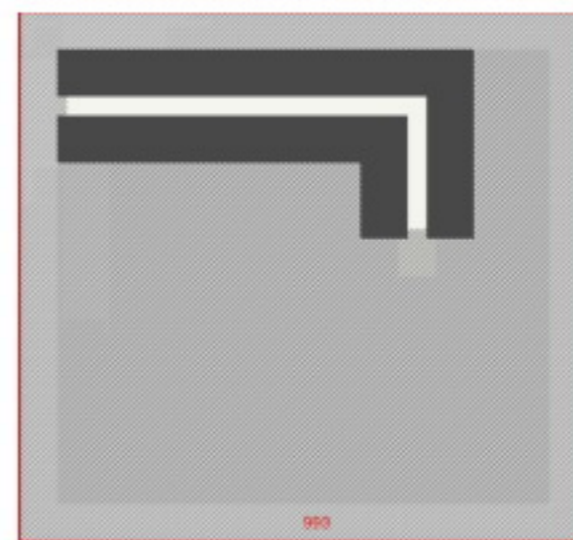
990_EXCELL



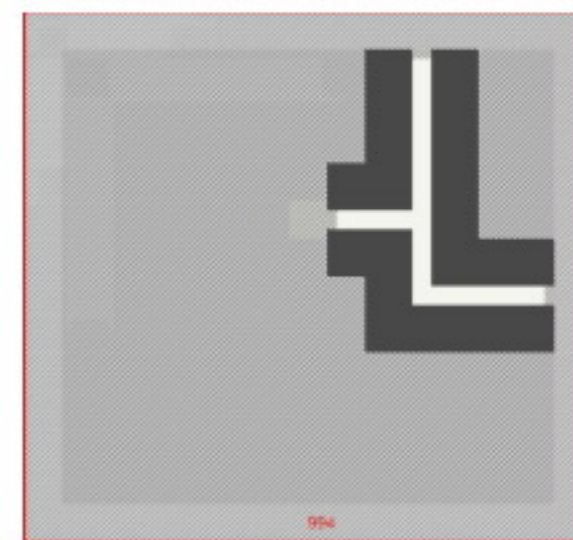
991_EXCELL



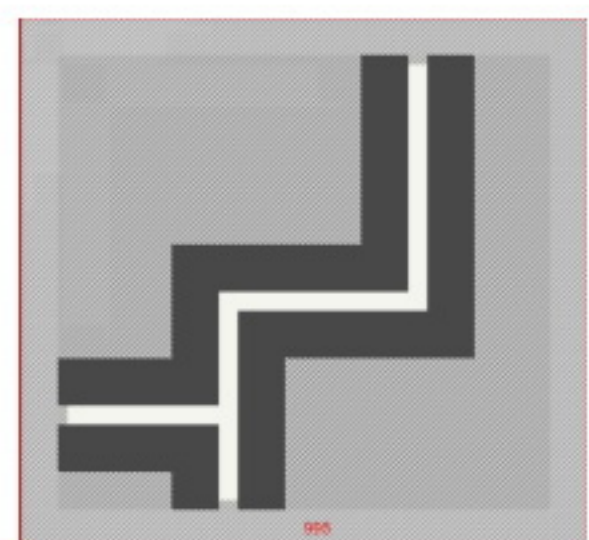
992_EXCELL



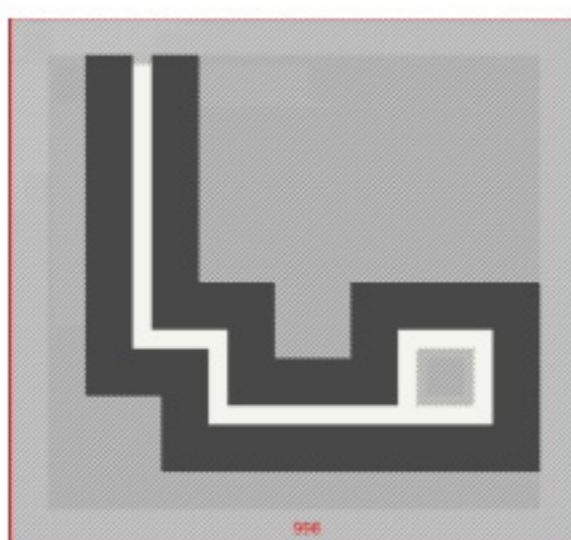
993_EXCELL



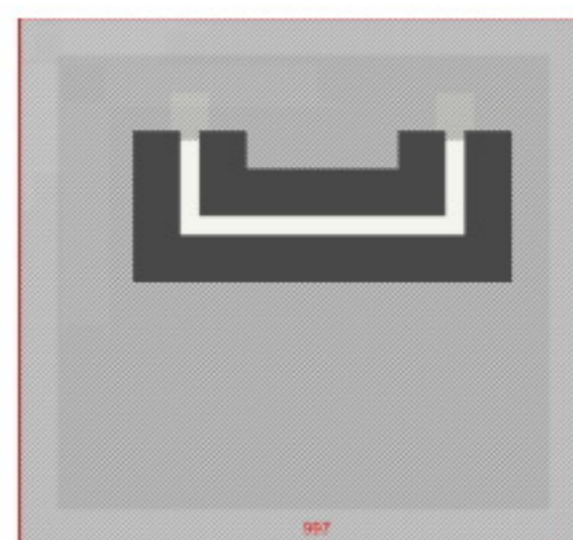
994_EXCELL



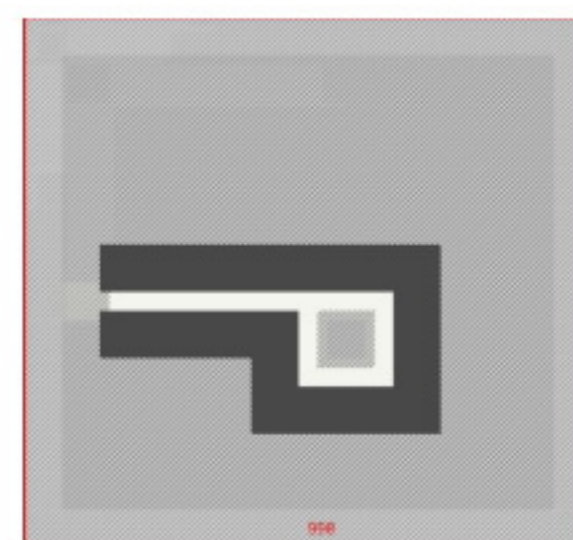
995_EXCELL



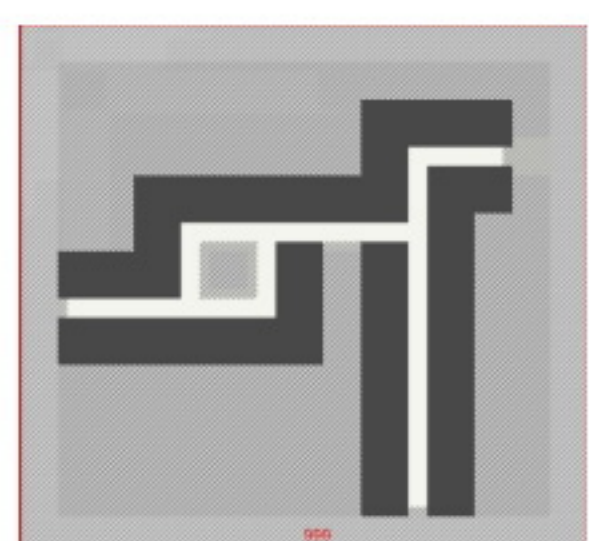
996_EXCELL



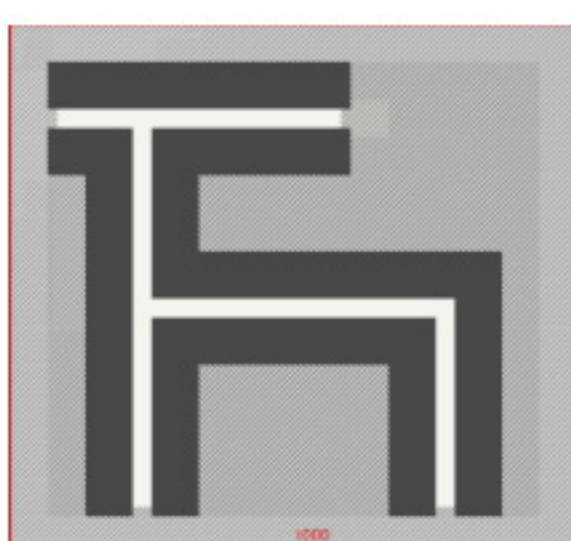
997_EXCELL



998_EXCELL



999_EXCELL



1000_EXCELL

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA (m ²)	PROCENAT IZRAĐENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	BRUTO PLOŠNA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA / KORIDORSKA PLOŠNA	MIN KORIDORSKA PLOŠNA	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBUE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠNA BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)
1	304	291	13	331	1709.12	26	1244.6	317.5	5.62	5.98	224.9	610	191.5	91	40.5	65.75	125.8	65.75	114.6	16.87	67.47	147	262.92	115.92
2	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
3	134	120	14	144	940.8	14	686	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	98	151.82	53.82
4	206	195	11	226	1277.92	19	989.8	239.1	6.20	5.34	168.1	414	162.1	71.4	30.7	51.05	111.1	51.05	84.17	12.6	50.42	49	198.87	149.87
5	200	183	17	213	1223.04	19	921.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
6	140	132	8	157	995.68	15	754.6	192.1	7.11	5.18	129.8	282	142.3	58.2	24.1	41.15	101.2	41.15	63.71	9.73	38.93	49	155.74	106.74
7	310	300	10	341	1748.32	27	1313.2	337.1	5.64	5.19	228.4	622	193.3	92.2	41.1	66.65	126.7	66.65	116.4	17.13	68.51	98	266.84	168.84
8	263	256	7	293	1550.36	24	1097.6	305.8	5.89	5.07	201.1	528	179.2	82.8	36.4	59.6	119.6	59.6	101.8	15.08	60.34	147	236.12	89.12
9	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
10	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
11	411	402	9	453	2208.92	34	1479.8	435.1	5.37	5.08	287	824	223.6	112.4	51.2	81.8	141.8	81.8	147.7	21.52	86.09	294	332.84	38.84
12	249	237	12	272	1466.08	22	1146.6	270.5	5.89	5.42	193	500	175	80	35	57.5	117.5	57.5	97.5	14.48	57.9	49	226.98	177.98
13	227	216	11	249	1372	21	970.2	254.8	6.04	5.38	180.2	456	168.4	75.6	32.8	54.2	114.2	54.2	90.68	13.52	54.07	147	212.6	65.6
14	222	204	18	236	1317.12	20	950.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	147	209.33	62.33
15	140	132	8	157	995.68	15	754.6	192.1	7.11	5.18	129.8	282	142.3	58.2	24.1	41.15	101.2	41.15	63.71	9.73	38.93	49	155.74	106.74
16	244	225	19	259	1411.2	21	1029	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	147	223.71	76.71
17	145	136	9	161	1011.36	15	774.2	188.2	6.97	5.38	132.7	292	143.8	59.2	24.6	41.9	101.9	41.9	65.26	9.95	39.8	49	159.01	110.01
18	392	328	4	372	1873.76	28	1293.6	384.2	5.64	4.88	241.1	666	199.9	96.6	43.3	69.95	130	69.95	123.2	18.09	72.34	196	281.22	85.22
19	178	162	16	190	1128.96	17	793.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	147	180.58	33.58
20	370	350	20	397	1975.68	30	1332.8	348.9	5.34	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	294	306.05	12.05
21	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
22	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	49	194.95	145.95
23	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
24	184	174	10	203	1183.84	18	911.4	223.4	6.43	5.30	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.8	47.75	77.35	11.65	46.59	49	184.5	135.5
25	222	216	6	249	1372	21	950.6	274.4	6.18	5.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	147	209.33	62.33
26	368	370	-2	416	2065.84	31	1411.2	458.6	5.61	4.50	262	738	210.7	103.8	46.9	75.35	135.4	75.35	134.4	19.65	78.61	196	304.74	108.74
27	392	308	24	351	1787.52	27	1342.6	297.9	5.38	6.00	241.1	666	199.9	96.6	43.3	69.95	130	69.95	123.2	18.09	72.34	147	281.22	134.22
28	418	420	-2	473	2289.28	35	1597.4	544.9	5.48	4.20	291	838	225.7	113.8	51.9	82.85	142.9	82.85	149.9	21.83	87.31	147	337.42	190.42
29	266	246	20	282	1505.28	23	1107.4	250.9	5.66	6.00	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	147	238.08	91.08
30	181	176	5	205	1191.68	18	852.6	241.1	6.58	4.94	153.6	364	154.6	66.4	28.2	47.3	107.3	47.3	76.42	11.52	46.07	98	182.54	84.54
31	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
32	414	416	-2	469	2273.6	35	1722.84	501.8	5.49	4.53	288.7	830	224.5	113	51.3	82.25	142.3	82.25	148.7	21.65	86.61	49	334.8	285.8
33	178	162	16	190	1128.96	17	793.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	49	180.58	131.58
34	151	149	2	176	1070.16	16	744.8	227.4	7.09	4.71	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
35	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
36	288	267	21	305	1599.36	24	1185.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	147	252.46	105.46
37	217	219	-2	253	1387.68	21	989.8	348.9	6.39	3.98	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	49	206.06	157.06
38	370	350	20	397	1975.68	30	1381.8	348.9	5.34	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	245	306.05	61.05
39	343	336	7	381	1912.96	29	1332.8	384.2	5.58	4.98	247.5	688	203.2	98.8	44.4	71.6	131.6	71.6	126.6	18.56	74.26	196	288.4	92.4
40	389	380	9	429	2108.96	32	1546.44	415.5	5.42	5.08	274.2	780	217	108	49	78.5	138.5	78.5	140.9	20.57	82.26	147	318.47	171.47
41	381	375	6	423	2085.44	32	1519	419.4	5.47	4.97	269.6	764	214.6	106.4	48.2	77.3	137.3	77.3	138.4	20.22	80.87	147	313.24	166.24
42	191	193	-2	224	1270.08	19	842.8	329.3	6.65	3.86	159.4	384	157.6	68.4	29.2	48.8	108.8	48.8	79.52	11.95	47.81	98	189.07	91.07
43	227	216	11	249	1372	21	1019.2	254.8	6.04	5.38	180.2	456	168.4	75.6	32.8	54.2	114.2	54.2	90.68	13.52	54.07	98	212.6	114.6
44	381	362	19	410	2030.56	31	1519	364.6	5.33	5.57	269.6	764	214.6	106.4	48.2	77.3	137.3	77.3	138.4	20.22	80.87	147	313.24	166.24
45	160	162	-2	190	1128.96	17	735	345	7.06	3.27	141.4	322	148.3	62.2	26.1	44.15	104.2	44.15	69.91	10.6	42.41	49	168.81	119.81
46	260	258	2	295	1560.16	24	1038.8	325.4	6.00	4.80	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	58.81	196	234.16	38.16
47	115	110	5	133	893.76	14	617.4	178.4	7.77	5.01	115.3	232	134.8	53.2	21.6	37.4	97.4	37.4	55.96	8.65	34.58	98	139.41	41.41
48	118	111	7	135	901.6	14	676.2	176.4	7.64	5.11	117	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	49	141.37	92.37
49	293	279	14	318	1654.24	25	1254.4	301.8	5.65	5.48	218.5	588	188.2	88.8	39.4	64.1	124.1	64.1	111.1	16.39	65.56	98	255.73	157.73
50	188	190	-2	221	1254.4	19	882	323.4	6.67	3.88	157.6	378	156.7	67.8	28.9	48.35	108.4	48.35	78.59	11.82	47.29	49	187.11	138.11
51	101	91	10	112	807.52	12	666.4	141.1	8.00	5.72	107.2	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.			

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTA (m ²)	BRUTO PLOŠTA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTA / KORIDORSKA PLOŠTA	MIN KORIDORSKA PLOŠTA (m ²)	UČIONICE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBJE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIJE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
88	321	300	21	341	1748.32	27	1401.4	297.9	5.45	5.87	234.8	644	196.6	94.4	42.2	68.3	128.3	68.3	119.8	17.61	70.43	49	274.03	225.03
89	217	207	10	240	1332.8	20	1078	254.8	6.14	5.23	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	0	206.06	206.06
90	222	204	18	236	1317.12	20	1048.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	49	209.33	160.33
91	282	267	15	305	1599.36	24	1166.2	286.2	5.67	5.59	212.1	566	184.9	86.6	38.3	62.45	122.5	62.45	107.7	15.91	63.64	147	248.54	101.54
92	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
93	109	111	-2	135	901.6	14	627.2	225.4	8.27	4.00	111.8	220	133	52	21	36.5	96.5	36.5	54.1	8.39	33.54	49	135.49	86.49
94	466	465	1	523	2493.12	38	1773.8	523.3	5.35	4.76	318.9	934	240.1	123.4	56.7	90.05	150.1	90.05	164.8	23.91	95.66	196	368.78	172.78
95	299	291	8	331	1709.12	26	1225	337.1	5.72	5.07	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.65	66.6	147	259.65	112.65
96	414	408	6	460	2234.4	34	1685.6	450.8	5.40	4.96	288.7	830	224.5	113	51.5	82.25	142.3	82.25	148.7	21.65	86.61	98	334.8	236.8
97	263	256	7	293	1550.36	24	1097.6	305.8	5.89	5.07	201.1	528	179.2	82.8	36.4	59.6	119.6	59.6	101.8	15.08	60.34	147	236.12	89.12
98	244	225	19	259	1411.2	21	1078	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
99	406	408	-2	460	2234.4	34	1597.4	490	5.50	4.56	284.1	814	222.1	111.4	50.7	81.05	141.1	81.05	146.2	21.3	85.22	147	329.57	182.57
100	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	49	194.95	145.95
101	265	267	-2	305	1599.36	24	1029	423.4	6.04	3.78	202.3	532	179.8	83.2	36.6	59.9	119.9	59.9	102.5	15.17	60.68	147	237.43	90.43
102	238	233	5	268	1450.4	22	1009.4	294	6.09	4.93	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	147	219.79	72.79
103	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
104	458	434	24	488	2352	36	1793.4	411.6	5.14	5.71	314.2	918	237.7	121.8	55.9	88.85	148.9	88.85	162.3	23.57	94.27	147	363.56	216.56
105	156	141	15	167	1034.88	16	813.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	49	166.2	117.2
106	206	195	11	226	1277.92	19	940.8	239.1	6.20	5.34	168.1	414	162.1	71.4	30.7	51.05	111.1	51.05	84.17	12.6	50.42	98	198.87	100.87
107	151	141	10	167	1034.88	16	646.8	192.1	6.85	5.39	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	196	162.93	-33.07
108	452	425	27	479	2312.8	35	1871.8	392	5.12	5.90	310.7	906	235.9	120.6	55.3	87.95	148	87.95	160.4	23.31	93.22	49	359.64	310.64
109	184	186	-2	217	1238.72	19	842.8	297.9	6.73	4.16	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.8	47.75	77.35	11.65	46.59	98	184.5	86.5
110	106	108	-2	131	885.92	13	578.2	258.7	8.36	3.42	110.1	214	132.1	51.4	20.7	36.05	96.05	36.05	53.17	8.25	33.02	49	133.52	84.52
111	211	195	16	226	1277.92	19	1009.4	219.5	6.06	5.82	171	424	163.6	72.4	31.2	51.8	111.8	51.8	85.72	12.82	51.29	49	202.14	153.14
112	299	291	8	331	1709.12	26	1227	337.1	5.72	5.07	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.65	66.6	245	259.65	14.65
113	504	500	4	561	2649.92	40	1911	542.9	5.26	4.88	340.9	1010	251.5	131	60.5	95.75	155.8	95.75	176.6	25.57	102.3	196	393.62	197.62
114	238	225	13	259	1411.2	21	1058.4	254.8	5.93	5.54	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	98	219.79	121.79
115	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
116	247	235	12	270	1458.24	22	1038.8	272.4	5.90	5.35	191.8	496	174.4	79.6	34.8	57.2	117.2	57.2	96.88	14.39	57.55	147	225.67	78.67
117	255	240	15	276	1481.76	23	1166.2	266.6	5.81	5.56	196.5	512	176.8	81.2	35.6	58.4	118.4	58.4	99.36	14.74	58.94	49	230.9	181.9
118	222	204	18	236	1317.12	20	1048.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	49	209.33	160.33
119	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
120	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
121	279	281	-2	320	1664.04	25	1019.2	399.8	5.96	4.16	210.4	560	184	86	38	62	122	62	106.8	15.78	63.12	245	246.58	1.58
122	241	235	6	270	1458.24	22	1068.2	292	6.05	4.99	188.4	484	172.6	78.4	34.2	56.3	116.3	56.3	95.02	14.13	56.51	98	221.75	123.75
123	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
124	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
125	211	207	4	240	1332.8	20	1009.4	274.4	6.32	4.86	171	424	163.6	72.4	31.2	51.8	111.8	51.8	85.72	12.82	51.29	49	202.14	153.14
126	447	437	10	492	2367.68	36	1705.2	466.5	5.30	5.08	307.8	896	234.4	119.6	54.8	87.2	147.2	87.2	158.9	23.09	92.35	196	356.37	160.37
127	225	221	4	255	1395.52	21	1009.4	288.1	6.20	4.84	179.1	452	167.8	75.2	32.6	53.9	113.9	53.9	90.06	13.43	53.72	98	211.29	113.29
128	244	225	19	259	1411.2	21	1029	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	147	223.71	76.71
129	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
130	353	329	24	374	1881.6	29	1519	313.6	5.33	6.00	253.3	708	206.2	100.8	45.4	73.1	133.1	73.1	129.7	19	76	49	294.94	245.94
131	288	267	21	305	1599.36	24	1234.8	216.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	98	252.46	154.46
132	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
133	288	267	21	305	1599.36	24	1185.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	147	252.46	105.46
134	310	287	23	328	1693.44	26	1264.2	282.2	5.46	6.00	228.4	622	193.3	92.2	41.1	66.65	126.7	66.65	116.4	17.13	68.51	147	266.84	119.84
135	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	49	194.95	145.95
136	244	237	7	272	1466.08	22	1078	290.1	6.01	5.05	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
137	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
138	140	132	8	157	995.68	15	754.6	192.1	7.11	5.18	129.8	282	142.3	58.2	24.1	41.15	101.2	41.15	63.71	9				

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	BRUTO PLOŠTINA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA / KORIDORSKA PLOŠTINA	MIN KORIDORSKA PLOŠTINA	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIJE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTINA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
175	217	216	1	249	1372	21	931	294	6.32	4.67	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	147	206.06	59.06
176	209	211	-2	244	1348.48	20	901.6	299.9	6.45	4.50	169.8	420	163	72	31	51.5	111.5	51.5	85.1	12.74	50.94	147	200.84	53.84
177	178	170	8	199	1164.24	18	842.8	223.4	6.54	5.21	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
178	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
179	436	420	16	473	2289.28	35	1715	427.3	5.25	5.36	301.5	874	231.1	117.4	53.7	85.55	145.6	85.55	155.5	22.61	90.44	147	349.18	202.18
180	162	153	9	180	1089.76	17	833	207.8	6.73	5.25	142.5	326	148.9	62.6	26.3	44.45	104.5	44.45	70.53	10.69	42.76	49	170.12	121.12
181	376	378	-2	427	2101.12	32	1509.2	493.9	5.59	4.25	266.7	754	213.1	105.4	47.7	76.55	136.6	76.55	136.9	20	80	98	309.97	211.97
182	123	124	-1	148	956.48	15	744.8	211.7	7.78	4.52	119.9	248	137.2	54.8	22.4	38.6	98.6	38.6	58.44	8.99	35.98	0	144.63	144.63
183	101	91	10	112	807.52	12	666.4	141.1	8.00	5.72	107.2	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	0	130.26	130.26
184	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
185	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
186	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
187	370	350	20	397	1975.68	30	1430.8	348.9	5.94	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	196	306.05	110.05
188	326	324	2	368	1858.08	28	1323	388.1	5.70	4.79	237.7	654	198.1	95.4	42.7	69.05	129.1	69.05	121.4	17.82	71.3	147	277.29	130.29
189	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
190	101	91	10	112	807.52	12	666.4	141.1	8.00	5.72	107.2	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	0	130.26	130.26
191	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
192	151	141	10	167	1034.88	16	744.8	192.1	6.85	5.39	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
193	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
194	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
195	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
196	195	190	5	221	1254.4	19	901.6	254.8	6.43	4.92	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	98	191.69	93.69
197	507	491	16	551	2610.72	40	1920.8	493.9	5.15	5.29	342.6	1016	252.4	131.6	60.8	96.2	156.2	96.2	177.5	25.7	102.8	196	395.58	199.58
198	247	249	-2	286	1520.96	23	1078	345	6.16	4.41	191.8	496	174.4	79.6	34.8	57.2	117.2	57.2	96.88	14.39	57.55	98	225.67	127.67
199	332	308	24	351	1787.52	27	1293.6	297.9	5.38	6.00	241.1	666	199.9	96.6	43.3	69.95	130	69.95	123.2	18.09	72.34	196	281.22	85.22
200	118	111	7	135	901.6	14	676.2	176.4	7.64	5.11	117	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	49	141.37	92.37
201	438	440	-2	495	2379.44	36	1577.8	507.6	5.43	4.69	302.6	878	231.7	117.8	53.9	85.85	145.9	85.85	156.1	21.61	90.79	294	350.49	56.49
202	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
203	112	103	9	125	862.4	13	656.6	156.8	7.70	5.50	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
204	326	308	18	351	1787.52	27	1323	317.5	5.48	5.63	297.7	654	198.1	95.4	42.7	69.05	129.1	69.05	121.4	17.82	71.3	147	277.29	130.29
205	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
206	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
207	123	124	-1	148	956.48	15	744.8	211.7	7.78	4.52	119.9	248	137.2	54.8	22.4	38.6	98.6	38.6	58.44	8.99	35.98	0	144.63	144.63
208	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
209	356	336	20	381	1912.96	29	1332.8	335.2	5.37	5.71	255.1	714	207.1	101.4	45.7	73.55	133.6	73.55	130.7	19.13	76.52	245	296.9	51.9
210	343	345	-2	391	1952.16	30	1381.8	423.4	5.69	4.61	247.5	688	203.2	98.8	44.4	71.6	131.6	71.6	126.6	18.56	74.26	147	288.4	141.4
211	266	246	20	282	1505.28	23	1107.4	250.9	5.66	6.00	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	147	238.08	91.08
212	413	415	-2	468	2269.68	34	1464.6	525.3	5.50	4.32	288.1	828	224.2	112.8	51.4	82.1	142.1	82.1	148.3	21.61	86.44	98	334.15	236.15
213	195	197	-2	228	1285.76	20	891.8	296	6.59	4.34	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	98	191.69	93.69
214	518	496	22	557	2634.24	40	1813	478.2	5.09	5.51	349	1038	255.7	133.8	61.9	97.85	157.9	97.85	180.9	26.18	104.7	343	402.77	59.77
215	211	195	16	226	1277.92	19	1009.4	219.5	6.06	5.82	171	424	163.6	72.4	31.2	51.8	111.8	51.8	85.72	12.82	51.29	49	202.14	153.14
216	437	439	-2	494	2375.52	36	1607.2	523.3	5.44	4.54	302	876	231.4	117.6	53.8	85.7	145.7	85.7	155.8	22.65	90.61	245	349.83	104.83
217	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
218	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
219	244	225	19	259	1411.2	21	1078	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
220	427	415	12	467	2265.76	34	1587.6	433.2	5.31	5.23	296.2	856	228.4	115.6	52.8	84.2	144.2	84.2	152.7	22.22	88.87	245	343.3	98.3
221	156	141	15	167	1034.88	16	813.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	49	166.2	117.2
222	321	312	9	354	1803.2	27	1401.4	352.8	5.62	5.11	234.8	644	196.6	94.4	42.2	68.3	128.3	68.3	119.8	17.61	70.43	49	274.03	225.03
223	386	375	11	423	2085.44	32	1538.6	399.8	5.40	5.22	275.2	774	216.1	107.4	48.7	78.05	138.1	78.05	140	20.43	81.74	147	316.5	169.5
224	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
225	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85					

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	BRUTO PLOŠNA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA / KORIDORSKA PLOŠNA	MIN KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	UČIONICE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALET I LUČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIJE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠNA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
262	288	267	21	305	1599.36	24	1283.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	49	252.46	203.46
263	140	132	8	157	995.68	15	656.6	192.1	7.11	5.18	129.8	282	142.3	58.2	24.1	41.15	101.2	41.15	63.71	9.73	38.93	147	155.74	8.74
264	144	146	-2	173	1058.4	16	764.4	245	7.35	4.32	132.1	290	143.5	59	24.5	41.75	101.8	41.75	64.95	9.91	39.63	49	158.36	109.36
265	217	204	13	236	1317.12	20	931	239.1	6.07	5.51	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	147	206.06	59.06
266	145	136	9	161	1011.36	15	774.2	188.2	6.97	5.38	132.7	292	143.8	59.2	24.6	41.9	101.9	41.9	65.26	9.95	39.8	49	159.01	110.01
267	222	204	18	236	1317.12	20	1048.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	49	209.33	160.33
268	260	254	6	291	1542.52	23	1136.8	307.7	5.93	5.01	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	98	234.16	136.16
269	118	111	7	135	901.6	14	676.2	176.4	7.64	5.11	117	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	49	141.37	92.37
270	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
271	285	273	12	312	1630.72	25	1127	307.7	5.72	5.30	213.9	572	185.8	87.2	38.6	62.9	122.9	62.9	108.7	16.04	64.16	196	250.5	54.5
272	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
273	353	329	24	374	1881.6	29	1519	313.6	5.33	6.00	253.3	708	206.2	100.8	45.4	73.1	133.1	73.1	129.7	19	76	49	294.94	245.94
274	260	253	7	290	1540.56	23	1136.8	305.8	5.93	5.04	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	98	234.16	136.16
275	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
276	123	124	-1	148	956.48	15	744.8	211.7	7.78	4.52	119.9	248	137.2	54.8	22.4	38.6	98.6	38.6	58.44	8.99	35.98	0	144.63	144.63
277	315	300	15	341	1748.32	27	1283.8	317.5	5.55	5.51	231.3	632	194.8	93.2	41.6	67.4	127.4	67.4	118	17.35	69.38	147	270.11	123.11
278	178	174	4	203	1183.84	18	842.8	243	6.65	4.87	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
279	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
280	156	141	15	167	1034.88	16	764.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	98	166.2	68.2
281	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
282	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
283	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
284	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
285	200	183	17	213	1223.04	19	921.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
286	367	369	-2	418	2061.92	31	1370.04	446.9	5.62	4.61	261.4	736	210.4	103.6	46.8	75.2	135.2	75.2	134.1	19.61	78.43	245	304.09	59.09
287	255	237	18	272	1466.08	22	1166.2	250.9	5.75	5.84	196.5	512	176.8	81.2	35.6	58.4	118.4	58.4	99.36	14.74	58.94	49	230.9	181.9
288	203	193	10	224	1270.08	19	882	241.1	6.26	5.27	166.3	408	161.2	70.8	30.4	50.6	110.6	50.6	83.24	12.47	49.9	147	196.91	49.91
289	266	246	20	282	1505.28	23	1205.4	250.9	5.66	6.00	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	49	238.08	189.08
290	381	375	6	423	2085.44	32	1519	419.4	5.47	4.97	269.6	764	214.6	106.4	48.2	77.3	137.3	77.3	138.4	20.22	80.87	147	313.24	166.24
291	195	183	12	213	1223.04	19	901.6	223.4	6.27	5.47	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	98	191.69	93.69
292	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
293	106	108	-2	131	885.92	13	578.2	209.7	8.36	4.22	110.1	214	132.1	51.4	20.7	36.05	90.05	36.05	53.17	8.25	33.02	98	133.52	35.52
294	299	286	13	326	1685.6	26	1274	313.6	5.64	5.38	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.65	66.6	98	259.65	161.65
295	268	270	-2	309	1615.04	25	1097.6	370.4	6.03	4.36	204	538	180.7	83.8	36.9	60.35	120.4	60.35	103.4	15.3	61.21	147	239.39	92.39
296	288	267	21	305	1599.36	24	1185.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	147	252.46	105.46
297	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
298	157	159	-2	186	1113.28	17	764.4	250.9	7.09	4.44	139.6	316	147.4	61.6	25.8	43.7	103.7	43.7	68.98	10.47	41.89	98	166.85	68.85
299	260	246	14	282	1505.28	23	1087.8	270.5	5.79	5.57	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	147	234.16	87.16
300	134	120	14	144	940.8	14	686	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	98	151.82	53.82
301	480	465	15	523	2493.12	38	1920.8	474.3	5.19	5.26	327	962	244.3	126.2	58.1	92.15	152.2	92.15	169.1	24.52	98.09	98	377.93	279.93
302	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
303	299	279	20	318	1654.24	25	1372	282.2	5.53	5.86	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.65	66.6	0	259.65	259.65
304	299	279	20	318	1654.24	25	1372	282.2	5.53	5.86	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.65	66.6	0	259.65	259.65
305	274	267	7	305	1599.36	24	1134.84	317.5	5.84	5.04	207.5	550	182.5	85	37.5	61.25	121.3	61.25	105.3	15.56	62.25	147	243.31	96.31
306	233	216	17	249	1372	21	1087.8	235.2	5.89	5.83	183.7	468	170.2	76.8	33.4	55.1	115.1	55.1	92.54	13.78	55.12	49	216.52	167.52
307	288	267	21	305	1599.36	24	1185.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	147	252.46	105.46
308	335	337	-2	382	1916.88	29	1399.44	419.4	5.72	4.57	242.9	672	200.8	97.2	43.6	70.4	130.4	70.4	124.2	18.22	72.86	98	283.18	185.18
309	211	195	16	226	1277.92	19	1058.4	219.5	6.06	5.82	171	424	163.6	72.4	31.2	51.8	111.8	51.8	85.72	12.82	51.29	0	202.14	202.14
310	252	242	10	278	1489.6	23	1056.44	286.2	5.91	5.21	194.7	506	175.9	80.6	35.3	57.95	118	57.95	98.43	14.61	54.22	147	228.94	81.94
311	288	267	21	305	1599.36	24	1136.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	196	252.46	56.46
312	184	186	-2	217	1238.72	19	911.4	278.3	6.73	4.45	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.8	47.75						

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	BRUTO PLOŠTINA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA / KORIDORSKA PLOŠTINA	MIN KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBJE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTINA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
349	206	195	11	226	1277.92	19	891.8	239.1	6.20	5.34	168.1	414	162.1	71.4	30.7	51.05	111.1	51.05	84.17	12.6	50.42	147	198.87	51.87
350	372	374	-2	422	2081.52	32	1479.8	454.7	5.60	4.58	264.3	746	211.9	104.6	47.3	75.95	136	75.95	135.6	19.83	79.3	147	307.96	160.96
351	200	183	17	213	1223.04	19	872.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	147	194.95	47.95
352	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
353	332	321	11	364	1842.4	28	1342.6	352.8	5.55	5.22	241.1	666	199.9	96.6	43.3	69.95	130	69.95	123.2	18.09	72.34	147	281.22	134.22
354	222	204	18	236	1317.12	20	999.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	98	209.33	111.33
355	293	279	14	318	1654.24	25	1303.4	301.8	5.65	5.48	218.5	588	188.2	88.8	39.4	64.1	124.1	64.1	111.1	16.39	65.56	49	255.73	206.73
356	256	258	-2	295	1560.16	24	1048.6	462.6	6.09	3.97	197.1	514	177.1	81.4	35.7	58.55	118.6	58.55	99.67	14.78	59.12	49	231.55	182.55
357	348	329	19	374	1881.6	29	1352.4	333.2	5.41	5.65	250.4	698	204.7	99.8	44.9	72.35	132.4	72.35	128.2	18.78	75.13	196	291.67	95.67
358	304	294	10	335	1724.8	26	1146.6	333.2	5.67	5.18	224.9	610	191.5	91	40.5	65.75	125.8	65.75	114.6	16.87	67.47	49	262.92	213.92
359	258	260	-2	298	1571.92	24	1166.2	356.7	6.09	4.41	198.2	518	177.7	81.8	35.9	58.85	118.9	58.85	100.3	14.87	59.47	49	232.86	183.86
360	238	225	13	259	1411.2	21	1058.4	254.8	5.93	5.54	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	98	219.79	121.79
361	343	345	-2	391	1952.16	30	1283.8	423.4	5.69	4.61	247.5	688	203.2	98.8	44.4	71.6	131.6	71.6	126.6	18.56	74.26	245	288.4	43.4
362	134	120	14	144	940.8	14	637	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	147	151.82	4.82
363	299	279	20	318	1654.24	25	1274	282.2	5.53	5.86	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.65	66.6	98	259.65	161.65
364	222	204	18	236	1317.12	20	999.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	98	209.33	111.33
365	444	439	5	494	2375.52	36	1695.4	484.1	5.35	4.91	306.1	890	233.5	119	54.5	86.75	146.8	86.75	158	22.96	91.83	196	354.41	158.41
366	238	225	13	259	1411.2	21	1058.4	254.8	5.93	5.54	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	98	219.79	121.79
367	238	225	13	259	1411.2	21	1058.4	254.8	5.93	5.54	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	98	219.79	121.79
368	118	107	11	130	882	13	725.2	156.8	7.47	5.63	117	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	0	141.37	141.37
369	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
370	170	164	6	192	1136.8	17	764.4	225.4	6.69	5.04	147.2	342	151.3	64.2	27.1	45.65	105.7	45.65	73.01	11.04	44.15	147	175.35	28.35
371	244	225	19	259	1411.2	21	1078	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
372	238	237	1	272	1466.08	22	960.4	309.7	6.16	4.73	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	196	219.79	23.79
373	310	287	23	328	1693.44	26	1313.2	282.2	5.46	6.00	228.4	622	193.3	92.2	41.1	66.65	126.7	66.65	116.4	17.13	68.51	98	266.84	168.84
374	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
375	249	237	12	272	1466.08	22	1048.6	270.5	5.89	5.42	199.1	500	175	80	35	57.5	117.5	57.5	97.5	14.48	57.9	147	226.98	79.98
376	162	153	9	180	1089.76	17	784	207.8	6.73	5.25	142.5	326	148.9	62.6	26.3	44.45	104.5	44.45	70.53	10.69	42.76	98	170.12	72.12
377	217	204	13	236	1317.12	20	980	239.1	6.07	5.51	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	98	206.06	108.06
378	375	350	25	397	1975.68	30	1499.4	329.3	5.27	6.00	266.1	752	212.8	105.2	47.6	76.4	136.4	76.4	136.6	19.96	79.82	147	309.32	162.32
379	238	237	1	272	1466.08	22	1009.4	309.7	6.16	4.73	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	147	219.79	72.79
380	101	91	10	112	807.52	12	666.4	141.1	8.00	5.72	107.2	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	0	130.26	130.26
381	195	190	5	221	1254.4	19	901.6	254.8	6.43	4.92	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	98	191.69	93.69
382	266	246	20	282	1505.28	23	1205.4	250.9	5.66	6.00	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	49	238.08	189.08
383	244	225	19	259	1411.2	21	1127	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	49	223.71	174.71
384	271	258	13	295	1560.16	24	1176	286.2	5.76	5.45	205.8	544	181.6	84.4	37.2	60.8	120.8	60.8	104.3	15.43	61.73	98	241.35	143.35
385	315	300	15	341	1748.32	27	1283.8	317.5	5.55	5.51	231.3	632	194.8	93.2	41.6	67.4	127.4	67.4	118	17.33	69.38	147	270.11	123.11
386	343	345	-2	391	1952.16	30	1274	482.2	5.69	4.05	247.5	688	203.2	98.8	44.4	71.6	131.6	71.6	126.6	18.56	74.26	196	288.4	92.4
387	523	500	23	561	2649.92	40	2126.6	474.3	5.07	5.59	351.9	1048	257.2	134.8	62.4	98.6	158.6	98.6	182.4	26.39	105.6	49	406.03	357.03
388	370	350	20	397	1975.68	30	1381.8	348.9	5.34	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	245	306.05	61.05
389	260	246	14	282	1505.28	23	1087.8	270.5	5.79	5.57	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	147	234.16	87.16
390	386	375	11	423	2085.44	32	1587.6	399.8	5.40	5.22	272.5	774	216.1	107.4	48.7	78.05	138.1	78.05	140	20.43	81.74	98	316.5	218.5
391	381	375	6	423	2085.44	32	1566	419.4	5.47	4.97	267.6	764	214.6	106.4	48.2	77.3	137.3	77.3	138.4	20.22	80.87	98	313.24	215.24
392	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
393	118	111	7	135	901.6	14	676.2	176.4	7.64	5.11	117	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	49	141.37	92.37
394	310	312	-2	354	1803.2	27	1264.2	392	5.82	4.60	228.4	622	193.3	92.2	41.1	66.65	126.7	66.65	116.4	17.13	68.51	147	266.84	119.84
395	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
396	156	141	15	167	1034.88	16	813.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	49	166.2	117.2
397	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
398	126	122	4	146	948.64	14	754.6	194	7.53	4.89	121.7	254	138.1	55.4	22.7	39.05	99.05	39.05	59.37	9.12	36.5	0	146.59	146.59
399	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9											

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	BRUTO PLOŠTINA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA / KORIDORSKA PLOŠTINA	MIN KORIDORSKA PLOŠTINA	UČIONIČE (m ²)	HOLLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTINA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
436	217	219	-2	253	1387.68	21	940.8	348.9	6.39	3.98	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	98	206.06	108.06
437	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
438	227	216	11	249	1372	21	1068.2	254.8	6.04	5.38	180.2	456	168.4	75.6	32.8	54.2	114.2	54.2	90.68	13.52	54.07	49	212.6	163.6
439	151	153	-2	180	1089.76	17	793.8	247	7.22	4.41	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	49	162.93	113.93
440	219	214	5	247	1362.2	21	940.8	274.4	6.22	4.96	175.6	440	166	74	32	53	113	53	88.2	13.17	52.68	147	207.37	60.37
441	200	183	17	213	1223.04	19	921.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
442	112	111	1	135	901.6	14	607.6	196	8.05	4.60	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
443	425	416	9	469	2273.6	35	1675.8	450.8	5.35	5.04	295.1	852	227.8	115.2	52.6	83.9	143.9	83.9	152.1	22.13	88.52	147	341.99	194.99
444	332	321	11	364	1842.4	28	1391.6	352.8	5.55	5.22	241.1	666	199.9	96.6	43.3	69.95	130	69.95	123.2	18.09	72.34	98	281.22	183.22
445	178	162	16	190	1128.96	17	891.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	49	180.58	131.58
446	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
447	235	237	-2	272	1466.08	22	1078	339.1	6.24	4.32	184.9	472	170.8	77.2	33.6	55.4	115.4	55.4	93.16	13.87	55.46	49	217.83	168.83
448	206	195	11	226	1277.92	19	989.8	239.1	6.20	5.34	168.1	414	162.1	71.4	30.7	51.05	111.1	51.05	84.17	12.6	50.42	49	198.87	149.87
449	351	340	11	385	1928.64	29	1413.16	368.5	5.49	5.23	252.2	704	205.6	100.4	45.2	72.8	132.8	72.8	129.1	18.91	75.65	147	293.63	146.63
450	304	287	17	328	1693.44	26	1244.6	301.8	5.57	5.61	224.9	610	191.5	91	40.5	65.75	125.8	65.75	114.6	16.87	67.47	147	262.92	115.92
451	353	329	24	374	1881.6	29	1470	313.6	5.33	6.00	253.3	708	206.2	100.8	45.4	73.1	133.1	73.1	129.7	19	76	98	294.94	196.94
452	222	204	18	236	1317.12	20	999.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	98	209.33	111.33
453	184	174	10	203	1183.84	18	862.4	223.4	6.43	5.00	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.8	47.75	77.35	11.65	46.59	98	184.5	86.5
454	433	430	3	484	2336.32	35	1607.2	484.1	5.40	4.83	299.7	868	230.2	116.8	53.4	85.1	145.1	85.1	154.5	22.48	89.92	245	347.22	102.22
455	510	498	12	559	2642.08	40	1832.6	515.5	5.18	5.13	344.4	1022	253.3	132.2	61.1	96.65	156.7	96.65	178.4	25.83	103.3	294	397.54	103.54
456	222	204	18	236	1317.12	20	1048.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	49	209.33	160.33
457	156	141	15	167	1034.88	16	764.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	98	166.2	68.2
458	304	291	13	331	1709.12	26	1293.6	317.5	5.62	5.38	224.9	610	191.5	91	40.5	65.75	125.8	65.75	114.6	16.87	67.47	98	262.92	164.92
459	490	404	26	456	2218.72	34	1646.4	376.3	5.16	5.90	298	862	229.3	116.2	53.1	84.65	144.7	84.65	153.6	22.35	89.39	196	345.26	149.26
460	304	287	17	328	1693.44	26	1244.6	301.8	5.57	5.61	224.9	610	191.5	91	40.5	65.75	125.8	65.75	114.6	16.87	67.47	147	262.92	115.92
461	370	350	20	397	1975.68	30	1430.8	348.9	5.34	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	196	306.05	110.05
462	529	509	20	571	2689.12	41	1999.2	493.9	5.08	5.44	355.4	1060	259	136	63	99.5	159.5	99.5	184.3	26.66	106.6	196	409.96	213.96
463	156	141	15	167	1034.88	16	764.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	98	166.2	68.2
464	386	375	11	423	2085.44	32	1587.6	399.8	5.40	5.22	272.5	774	216.1	107.4	48.7	78.05	138.1	78.05	140	20.43	81.74	98	316.5	218.5
465	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
466	136	138	-2	163	1019.2	15	735	235.2	7.49	4.33	127.5	274	141.1	57.4	23.7	40.55	100.6	40.55	62.47	9.56	38.24	49	153.13	104.13
467	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	49	194.95	145.95
468	244	225	19	259	1411.2	21	1127	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	49	223.71	174.71
469	293	287	6	328	1693.44	26	1352.4	341	5.78	4.97	218.5	588	188.2	88.8	39.4	64.1	124.1	64.1	111.1	16.39	65.56	0	255.73	255.73
470	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	49	194.95	145.95
471	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
472	310	287	23	328	1693.44	26	1313.2	282.2	5.46	6.00	228.4	622	193.3	92.2	41.1	66.65	126.7	66.65	116.4	17.13	68.51	98	266.84	168.84
473	151	141	10	167	1034.88	16	695.8	192.1	6.85	5.39	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	147	162.93	15.93
474	244	225	19	259	1411.2	21	1078	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
475	244	225	19	259	1411.2	21	1127	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	49	223.71	174.71
476	458	446	12	502	2406.88	37	1744.4	466.5	5.26	5.16	314.2	918	237.7	121.8	55.9	88.85	148.9	88.85	162.3	23.57	94.27	196	363.56	167.56
477	282	267	15	305	1599.36	24	1117.2	286.2	5.67	5.59	212.1	566	184.9	86.6	38.3	62.45	122.5	62.45	107.7	15.91	63.64	196	248.54	52.54
478	260	261	-1	299	1575.84	24	1087.8	341	6.06	4.62	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	147	234.16	87.16
479	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
480	282	267	15	305	1599.36	24	1166.2	286.2	5.67	5.59	212.1	566	184.9	86.6	38.3	62.45	122.5	62.45	107.7	15.91	63.64	147	248.54	101.54
481	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
482	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
483	350	334	16	379	1905.12	29	1311.24	348.9	5.44	5.46	251.6	702	205.3	100.2	45.1	72.65	132.7	72.65	128.8	18.87	75.47	245	292.98	47.98
484	244	240	4	276	1481.76	23	1078	305.8	6.07	4.85	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
485	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
486	304	303	1	345	1764	27	1293.6	372.4	5.80	4.74														

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	BRUTO PLOŠTINA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA / KORIDORSKA PLOŠTINA	MIN KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTINA BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)
523	206	195	11	226	1277.92	19	940.8	239.1	6.20	5.34	168.1	414	162.1	71.4	30.7	51.05	111.1	51.05	84.17	12.6	50.42	98	198.67	100.67
524	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	99	194.95	145.95
525	178	162	16	190	1128.96	17	891.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	49	180.58	131.58
526	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
527	288	267	21	305	1599.36	24	1185.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	147	252.46	105.46
528	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139.5	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
529	173	162	11	190	1128.96	17	823.2	207.8	6.53	5.43	148.9	348	152.2	64.8	27.4	46.1	106.1	46.1	73.94	11.17	44.68	98	177.31	79.31
530	195	183	12	213	1223.04	19	901.6	223.4	6.27	5.47	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	98	191.69	93.69
531	112	111	1	135	901.6	14	607.6	196	8.05	4.60	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
532	107	99	8	121	846.72	13	588	160.7	7.91	5.27	110.6	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	98	134.18	36.18
533	370	358	12	405	2010.96	31	1381.8	384.2	5.44	5.23	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	245	306.05	61.05
534	260	253	7	290	1540.56	23	1136.8	305.8	5.93	5.04	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	98	234.16	136.16
535	157	159	-2	186	1113.28	17	813.4	250.9	7.09	4.44	139.6	316	147.4	61.6	25.8	43.7	103.7	43.7	68.98	10.47	41.89	49	166.85	117.85
536	200	195	5	226	1277.92	19	921.2	258.7	6.39	4.94	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
537	173	162	11	190	1128.96	17	823.2	207.8	6.53	5.43	148.9	348	152.2	64.8	27.4	46.1	106.1	46.1	73.94	11.17	44.68	98	177.31	79.31
538	370	350	20	397	1975.68	30	1430.8	348.9	5.34	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	196	306.05	110.05
539	288	279	9	318	1654.24	25	1136.8	321.4	5.74	5.15	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	196	252.46	56.46
540	195	191	4	222	1258.32	19	901.6	258.7	6.45	4.86	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	98	191.69	93.69
541	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
542	269	267	2	305	1599.36	24	1215.2	335.2	5.95	4.77	204.6	540	181	84	37	60.5	120.5	60.5	103.7	15.35	61.38	49	240.05	191.05
543	364	341	23	387	1936.48	29	1509.2	329.3	5.32	5.88	259.7	730	209.5	103	46.5	74.75	134.8	74.75	133.2	19.48	77.91	98	302.13	204.13
544	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
545	260	246	14	282	1505.28	23	1087.8	270.5	5.79	5.57	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	147	234.16	87.16
546	134	120	14	144	940.8	14	686	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	98	151.82	53.82
547	375	350	25	397	1975.68	30	1450.4	329.3	5.27	6.00	266.1	752	212.8	105.2	47.6	76.4	136.4	76.4	136.6	19.96	79.82	196	309.32	113.32
548	326	321	5	364	1842.4	28	1323	372.4	5.65	4.95	237.7	654	198.1	95.4	42.7	69.05	129.1	69.05	121.4	17.82	71.3	147	277.29	130.29
549	211	195	16	226	1277.92	19	1009.4	219.5	6.06	5.82	171.4	424	163.6	72.4	31.2	51.8	111.8	51.8	85.72	12.82	51.29	49	202.14	153.14
550	266	246	20	282	1505.28	23	1156.4	250.9	5.66	6.00	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	98	238.08	140.08
551	249	237	12	272	1466.08	22	1146.6	270.5	5.89	5.42	193	500	175	80	35	57.5	117.5	57.5	97.5	14.48	57.9	49	226.98	177.98
552	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
553	337	321	16	364	1842.4	28	1411.2	333.2	5.47	5.53	244	676	201.4	97.6	43.8	70.7	130.7	70.7	124.8	18.3	73.21	98	284.48	186.48
554	233	233	0	267	1446.48	22	940.8	309.7	6.21	4.67	183.7	468	170.2	76.8	33.4	55.1	115.1	55.1	92.54	13.78	55.12	196	216.52	20.52
555	112	111	1	135	901.6	14	607.6	196	8.05	4.60	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
556	156	141	15	167	1034.88	16	813.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	49	166.2	117.2
557	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
558	112	99	13	121	846.72	13	607.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	98	137.45	39.45
559	417	399	18	450	2195.2	33	1597.4	401.8	5.26	5.46	290.4	836	225.4	113.6	51.8	82.7	142.7	82.7	149.6	21.78	87.13	196	336.76	140.76
560	337	321	16	364	1842.4	28	1362.2	333.2	5.47	5.53	244	676	201.4	97.6	43.8	70.7	130.7	70.7	124.8	18.3	73.21	147	284.48	137.48
561	438	423	15	477	2304.96	35	1577.8	433.2	5.26	5.32	302.6	878	231.7	117.8	53.9	85.85	145.9	85.85	156.1	22.7	90.79	294	350.49	56.49
562	222	204	18	236	1317.12	20	1048.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	49	209.33	160.33
563	156	141	15	167	1034.88	16	764.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	98	166.2	68.2
564	195	183	12	213	1223.04	19	901.6	223.4	6.27	5.47	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	98	191.69	93.69
565	268	251	17	288	1528.8	23	1164.24	266.6	5.70	5.74	204	538	180.7	83.8	36.9	60.35	120.4	60.35	103.4	15.3	61.21	98	239.39	141.39
566	181	181	0	211	1215.2	18	852.6	264.6	6.71	4.59	153.6	364	154.6	66.4	28.2	47.3	107.3	47.3	76.42	11.52	46.07	98	182.54	84.54
567	200	183	17	213	1223.04	19	872.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	147	194.95	47.95
568	260	246	14	282	1505.28	23	1038.8	270.5	5.79	5.57	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	196	234.16	38.16
569	321	300	21	341	1748.32	27	1401.4	297.9	5.45	5.87	234.8	644	196.6	94.4	42.2	68.3	128.3	68.3	119.8	17.61	70.43	49	274.03	225.03
570	277	258	19	295	1560.16	24	1293.6	266.6	5.63	5.85	209.2	556	183.4	85.6	37.8	61.7	121.7	61.7	106.2	15.69	62.77	0	245.27	245.27
571	195	183	12	213	1223.04	19	901.6	223.4	6.27	5.47	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	98	191.69	93.69
572	224	226	-2	261	1419.04	22	1056.44	313.6	6.34	4.53	178.5	450	167.5	75	32.5	53.75	113.8	53.75	89.75	13.39	53.55	49	210.64	161.64
573	144	146	-2	173	1058.4	16	764.4	245	7.35	4.32	132.1	290												

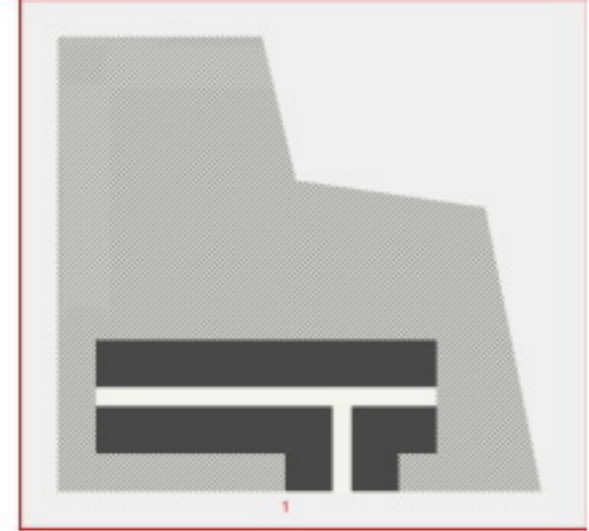
Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	BRUTO PLOŠNA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA / KORIDORSKA PLOŠNA	MIN KORIDORSKA PLOŠNA	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALET I LUČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠNA BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLENIJA (m ²)
610	370	350	20	397	1975.68	30	1479.8	348.9	5.34	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	147	306.05	159.05
611	107	99	8	121	846.72	13	588	160.7	7.91	5.27	110.6	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	98	134.18	36.18
612	244	225	19	259	1411.2	21	1078	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
613	266	258	8	295	1560.16	24	1156.4	305.8	5.87	5.10	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	98	238.08	140.08
614	266	246	20	282	1505.28	23	1156.4	250.9	5.66	6.00	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	98	238.08	140.08
615	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
616	430	413	17	465	2257.92	34	1548.4	415.5	5.25	5.43	298	862	229.3	116.2	53.1	84.65	144.7	84.65	153.6	22.35	89.39	294	345.26	51.26
617	321	300	21	341	1748.32	27	1352.4	297.9	5.45	5.87	234.8	644	196.6	94.4	42.2	68.3	128.3	68.3	119.8	17.61	70.43	98	274.03	176.03
618	348	341	7	387	1936.48	29	1352.4	388.1	5.56	4.99	250.4	698	204.7	99.8	44.9	72.35	132.4	72.35	128.2	18.78	75.13	196	291.67	95.67
619	244	225	19	259	1411.2	21	1127	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	49	223.71	174.71
620	200	195	5	226	1277.92	19	823.2	258.7	6.39	4.94	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	196	194.95	-1.05
621	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
622	249	237	12	272	1466.08	22	1146.6	270.5	5.89	5.42	193	500	175	80	35	57.5	117.5	57.5	97.5	14.48	57.9	49	226.98	177.98
623	282	267	15	305	1599.36	24	1166.2	286.2	5.67	5.59	212.1	566	184.9	86.6	38.3	62.45	122.5	62.45	107.7	15.91	63.64	147	248.54	101.54
624	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
625	181	179	2	209	1207.36	18	852.6	256.8	6.67	4.70	153.6	364	154.6	66.4	28.2	47.3	107.3	47.3	76.42	11.52	46.07	98	182.54	84.54
626	260	246	14	282	1505.28	23	1087.8	270.5	5.79	5.57	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	147	234.16	87.16
627	238	225	13	259	1411.2	21	960.4	254.8	5.93	5.54	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	196	219.79	23.79
628	238	228	10	263	1426.88	22	1107.4	270.5	6.00	5.28	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	49	219.79	170.79
629	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
630	159	159	0	186	1113.28	17	872.2	241.1	7.00	4.62	140.8	320	148	62	26	44	104	44	69.6	10.56	42.24	0	168.16	168.16
631	326	324	2	368	1858.08	28	1323	388.1	5.70	4.79	237.7	654	198.1	95.4	42.7	69.05	129.1	69.05	121.4	17.82	71.3	147	277.29	130.29
632	444	427	17	481	2320.64	35	1697.36	427.3	5.23	5.43	306.1	890	233.5	119	54.5	86.75	146.8	86.75	158	22.96	91.83	196	354.41	158.41
633	260	249	11	286	1520.96	23	1136.8	286.2	5.85	5.32	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	98	234.16	136.16
634	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
635	386	375	11	423	2085.44	32	1636.6	399.8	5.40	5.22	272.5	774	216.1	107.4	48.7	78.05	138.1	78.05	140	20.43	81.74	49	316.5	267.5
636	217	219	-2	253	1387.68	21	940.8	348.9	6.39	3.98	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	98	206.06	108.06
637	200	186	14	217	1238.72	19	1019.2	219.5	6.19	5.64	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
638	350	347	3	393	1960	30	1309.28	405.7	5.60	4.83	251.6	702	205.3	100.2	45.1	72.65	132.7	72.65	128.8	18.87	75.47	245	292.98	47.98
639	177	179	-2	209	1207.36	18	813.4	296	6.82	4.08	151.2	356	153.4	65.6	27.8	46.7	106.7	46.7	75.18	11.34	45.37	98	179.92	81.92
640	321	321	0	364	1842.4	28	1205.4	392	5.74	4.70	234.8	644	196.6	94.4	42.2	68.3	128.3	68.3	119.8	17.61	70.43	245	274.03	29.03
641	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
642	165	167	-2	196	1152.48	18	774.2	280.3	6.98	4.11	144.3	332	149.8	63.2	26.6	44.9	104.9	44.9	71.46	10.82	43.28	98	172.08	74.08
643	493	472	21	530	2524.48	38	1820.84	458.6	5.12	5.50	334.5	988	248.2	128.8	59.4	94.1	154.1	94.1	173.1	25.09	100.4	245	386.43	141.43
644	227	216	11	249	1372	21	1019.2	254.8	6.04	5.38	180.2	456	168.4	75.6	32.8	54.2	114.2	54.2	90.68	13.52	54.07	98	212.6	114.6
645	584	559	25	626	2916.48	44	2048.2	525.3	4.99	5.55	387.3	1170	275.5	147	68.5	107.8	167.8	107.8	201.4	29.05	116.2	343	445.9	102.9
646	260	249	11	286	1520.96	23	1136.8	286.2	5.85	5.32	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	98	234.16	136.16
647	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	49	194.95	145.95
648	392	308	24	351	1787.52	27	1244.6	297.9	5.38	6.00	241.1	666	199.9	96.6	43.3	69.95	130	69.95	123.2	18.09	72.34	245	281.22	36.22
649	112	111	1	135	901.6	14	705.6	196	8.05	4.60	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
650	397	393	4	377	1897.28	29	1362.2	388.1	5.63	4.89	244	676	201.4	97.6	43.8	70.7	130.7	70.7	124.8	18.3	73.21	147	284.48	137.48
651	263	260	3	297	1568	24	1097.6	323.4	5.96	4.85	200.1	528	179.2	82.8	36.4	59.6	119.6	59.6	101.8	15.08	60.34	147	236.12	89.12
652	244	225	19	259	1411.2	21	1078	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
653	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
654	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	49	180.58	131.58
655	299	279	20	318	1654.24	25	1225	282.2	5.53	5.86	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.66	66.6	147	259.65	112.65
656	227	219	8	253	1387.68	21	970.2	270.5	6.11	5.13	180.2	456	168.4	75.6	32.8	54.2	114.2	54.2	90.68	13.52	54.07	147	212.6	65.6
657	134	120	14	144	940.8	14	686	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	98	151.82	53.82
658	178	162	16	190	1128.96	17	891.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	49	180.58	131.58
659	134	120	14	144	940.8	14	686	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	98	151.82	53.82
660	370	350	20	397	1975.68	30	1528.8	348.9	5.34	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65								

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	BRUTO PLOŠTINA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA / KORIDORSKA PLOŠTINA	MIN KORIDORSKA PLOŠTINA	UČIONIČE (m ²)	HOLLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBJE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIJE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTINA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
697	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
698	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
699	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
700	255	237	18	272	1466.08	22	1166.2	250.9	5.75	5.84	196.5	512	176.8	81.2	35.6	58.4	118.4	58.4	99.36	14.74	58.94	49	230.9	181.9
701	299	291	8	331	1709.12	26	1274	337.1	5.72	5.07	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.65	66.6	98	259.65	161.65
702	266	246	20	282	1505.28	23	1156.4	250.9	5.66	6.00	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	98	238.08	140.08
703	222	204	18	236	1317.12	20	1048.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	49	209.33	160.33
704	115	110	5	133	893.76	14	617.4	178.4	7.77	5.01	115.3	232	134.8	53.2	21.6	37.4	97.4	37.4	55.96	8.65	34.58	98	139.41	41.41
705	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
706	200	195	5	226	1277.92	19	872.2	258.7	6.39	4.94	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	147	194.95	47.95
707	381	369	12	418	2061.92	31	1519	395.9	5.41	5.21	269.6	764	214.6	106.4	48.2	77.3	137.3	77.3	138.4	20.22	80.87	147	313.24	166.24
708	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
709	227	216	11	249	1372	21	1019.2	254.8	6.04	5.38	180.2	456	168.4	75.6	32.8	54.2	114.2	54.2	90.68	13.52	54.07	98	212.6	114.6
710	202	204	-2	236	1317.12	20	911.4	307.7	6.52	4.28	165.7	406	160.9	70.6	30.3	50.45	110.5	50.45	82.93	12.43	49.72	98	196.26	98.26
711	238	225	13	259	1411.2	21	1009.4	254.8	5.93	5.54	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	147	219.79	72.79
712	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
713	441	429	12	483	2328.48	35	1734.6	446.9	5.28	5.21	304.4	884	232.6	118.4	54.2	86.3	146.3	86.3	157	22.83	91.31	147	352.45	205.45
714	178	162	16	190	1128.96	17	891.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	49	180.58	131.58
715	332	328	4	373	1877.68	29	1342.6	388.1	5.66	4.84	241.1	666	199.9	96.6	43.3	69.95	130	69.95	123.2	18.09	72.34	147	281.22	134.22
716	244	225	19	259	1411.2	21	1078	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
717	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
718	260	246	14	282	1505.28	23	989.8	270.5	5.79	5.57	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	245	234.16	-10.84
719	274	267	7	306	1603.28	24	1183.84	321.4	5.85	4.99	207.5	550	182.5	85	37.5	61.25	121.3	61.25	105.3	15.56	62.25	98	243.31	145.31
720	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
721	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
722	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
723	397	399	-2	450	2195.2	33	1519	529.2	5.53	4.15	278.8	796	214.9	109.6	49.8	79.7	139.7	79.7	143.4	20.91	83.65	147	323.69	176.69
724	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
725	375	375	0	423	2085.44	32	1499.4	439	5.56	4.75	266.1	752	212.8	105.2	47.6	76.4	136.4	76.4	136.6	19.96	79.82	147	309.32	162.32
726	134	120	14	144	940.8	14	686	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	98	151.82	53.82
727	245	247	-2	284	1513.12	23	940.8	425.3	6.18	3.56	190.7	492	173.8	79.2	34.6	56.9	116.9	56.9	96.26	14.3	57.2	147	224.36	77.36
728	359	354	5	400	1991.36	30	1489.6	403.8	5.55	4.93	256.8	720	208	102	46	74	134	74	131.6	19.26	77.04	98	298.86	200.86
729	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
730	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
731	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
732	385	387	-2	437	2140.32	33	1468.04	476.3	5.56	4.49	271.9	772	215.8	107.2	48.6	77.9	137.9	77.9	139.7	20.39	81.56	196	315.85	119.85
733	184	174	10	203	1183.84	18	911.4	223.4	6.43	5.30	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.8	47.75	77.35	11.65	46.59	49	184.5	135.5
734	101	103	-2	125	862.4	13	568.4	245	8.54	3.52	107.2	204	136.0	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	49	130.26	81.26
735	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
736	110	98	12	119	898.88	13	648.76	141.1	7.63	5.94	112.4	222	133.3	52.2	21.1	36.65	96.65	36.65	54.41	8.43	33.71	49	136.14	87.14
737	299	287	12	328	1693.44	26	1127	321.4	5.66	5.27	222	600	190	90	40	65	125	65	113	16.65	66.6	245	259.65	14.65
738	244	225	19	259	1411.2	21	1029	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	147	223.71	76.71
739	315	317	-2	360	1826.72	28	1272.04	407.7	5.80	4.48	231.3	632	194.8	93.2	41.6	67.4	127.4	67.4	118	17.35	69.38	147	270.11	123.11
740	570	552	18	618	2885.12	44	2048.2	542.9	5.06	5.31	379.2	1142	271.3	144.2	67.1	105.7	165.7	105.7	197	28.44	113.8	294	436.75	142.75
741	244	225	19	259	1411.2	21	1127	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	49	223.71	174.71
742	156	149	7	176	1070.16	16	813.4	207.8	6.86	5.15	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	49	166.2	117.2
743	373	375	-2	423	2085.44	32	1479.8	458.6	5.59	4.55	264.9	748	212.2	104.8	47.4	76.1	136.1	76.1	135.9	19.87	79.48	147	308.01	161.01
744	260	249	11	286	1520.96	23	1087.8	286.2	5.85	5.32	199.4	522	178.3	82.2	36.1	59.15	119.2	59.15	100.9	14.95	59.81	147	234.16	87.16
745	285	287	-2	328	1693.44	26	1176	370.4	5.94	4.57	213.9	572	185.8	87.2	38.6	62.9	122.9	62.9	108.7	16.04	64.16	147	250.5	108.5
746	326	308	18	351	1787.52	27	1372	317.5	5.48	5.63	237.7	654	198.1	95.4	42.7	69.05	129.1	69.05	121.4	17.82	71.3	98	277.29	179.29
747	474	476	-2	535	2544.08	39	1744.4	554.7	5.37	4.59	323.5	950	242.5	125	57.5	91.25								

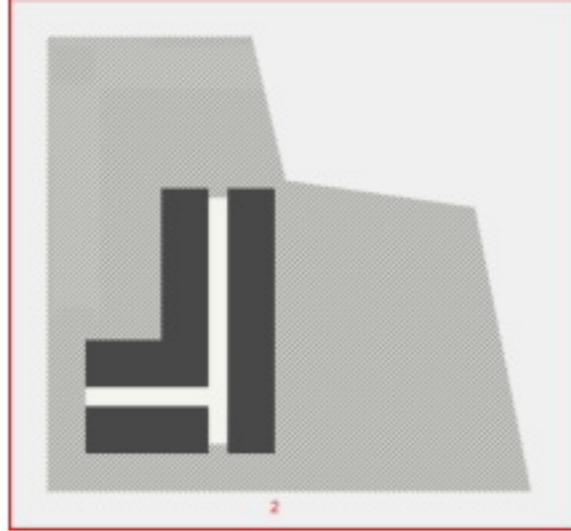
Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	BRUTO PLOŠTINA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA / KORIDORSKA PLOŠTINA	MIN KORIDORSKA PLOŠTINA	UČIONIČE (m ²)	HOLLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBJE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIJE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTINA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
784	217	204	13	236	1317.12	20	931	239.1	6.07	5.51	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	147	206.06	59.06
785	271	258	13	295	1560.16	24	1127	286.2	5.76	5.45	205.8	544	181.6	84.4	37.2	60.8	120.8	60.8	104.3	15.43	61.73	147	241.35	94.35
786	397	371	26	419	2069.76	31	1626.8	345	5.21	6.00	278.8	796	219.4	109.6	49.8	79.7	139.7	79.7	143.4	20.91	83.65	98	323.69	225.69
787	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	145.95
788	206	195	11	226	1277.92	19	989.8	239.1	6.20	5.34	168.1	414	162.1	71.4	30.7	51.05	111.1	51.05	84.17	12.6	50.42	49	198.87	149.87
789	238	237	1	272	1466.08	22	1009.4	309.7	6.16	4.73	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	147	219.79	72.79
790	310	300	10	341	1748.32	27	1264.2	337.1	5.64	5.19	228.4	622	193.3	92.2	41.1	66.65	126.7	66.65	116.4	17.13	68.51	147	266.84	119.84
791	441	425	16	479	2312.8	35	1685.6	431.2	5.24	5.36	304.4	884	232.6	118.4	54.2	86.3	146.3	86.3	157	22.83	91.31	196	352.45	156.45
792	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
793	217	204	13	236	1317.12	20	980	239.1	6.07	5.51	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	98	206.06	108.06
794	400	388	12	439	2148.16	33	1585.64	415.5	5.37	5.17	280.6	802	220.3	110.2	50.1	80.15	140.2	80.15	144.3	21.04	84.17	147	325.65	178.65
795	238	225	13	259	1411.2	21	1009.4	254.8	5.93	5.54	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	147	219.79	72.79
796	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
797	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
798	107	99	8	121	846.72	13	539	160.7	7.91	5.27	110.6	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	147	134.18	-12.82
799	269	265	4	303	1591.52	24	1166.2	327.3	5.92	4.86	204.6	540	181	84	37	60.5	120.5	60.5	103.7	15.35	61.38	98	240.05	142.05
800	200	191	9	222	1258.32	19	921.2	239.1	6.29	5.26	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
801	233	216	17	249	1372	21	989.8	235.2	5.89	5.83	183.7	468	170.2	76.8	33.4	55.1	115.1	55.1	92.54	13.78	55.12	147	216.52	69.52
802	403	390	13	440	2156	33	1597.4	411.6	5.35	5.24	282.3	808	221.2	110.8	50.4	80.6	140.6	80.6	145.2	21.17	84.7	147	327.61	180.61
803	343	333	10	377	1897.28	29	1332.8	368.5	5.53	5.15	247.5	688	203.2	98.8	44.4	71.6	131.6	71.6	126.6	18.56	74.26	196	288.4	92.4
804	378	371	7	419	2069.76	31	1460.2	413.6	5.48	5.00	267.8	758	213.7	105.8	47.9	76.85	136.9	76.85	137.5	20.09	80.35	196	311.28	115.28
805	200	183	17	213	1223.04	19	921.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
806	178	162	16	190	1128.96	17	940.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
807	244	225	19	259	1411.2	21	1078	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
808	200	195	5	226	1277.92	19	921.2	258.7	6.39	4.94	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
809	249	237	12	272	1466.08	22	1097.6	270.5	5.89	5.42	193	500	175	80	35	57.5	117.5	57.5	97.5	14.48	57.9	98	226.98	128.98
810	534	517	17	580	2728.32	41	1822.8	513.5	5.11	5.31	358.3	1070	260.5	137	63.5	100.3	160.3	100.3	185.9	26.87	170.5	392	413.22	21.22
811	271	258	13	295	1560.16	24	1176	286.2	5.76	5.45	205.8	544	181.6	84.4	37.2	60.8	120.8	60.8	104.3	15.43	61.73	98	241.35	143.35
812	140	132	8	157	995.68	15	754.6	192.1	7.11	5.18	129.8	282	142.3	58.2	24.1	41.15	101.2	41.15	63.71	9.73	38.93	49	155.74	106.74
813	184	174	10	203	1183.84	18	862.4	223.4	6.43	5.30	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.8	47.75	73.75	11.65	46.59	98	184.5	86.5
814	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
815	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
816	112	103	9	125	862.4	13	656.6	156.8	7.70	5.50	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
817	249	237	12	272	1466.08	22	1146.6	270.5	5.89	5.42	193	500	175	80	35	57.5	117.5	57.5	97.5	14.48	57.9	49	226.98	177.98
818	452	434	18	488	2352	36	1675.8	431.2	5.20	5.45	310.7	906	235.9	120.6	55.3	87.95	148	87.95	160.4	23.31	93.22	245	359.64	114.64
819	370	362	8	410	2030.56	31	1430.8	403.8	5.49	5.03	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	196	306.05	110.05
820	258	256	2	293	1552.32	24	1127	327.3	6.02	4.74	198.2	518	177.7	81.8	35.9	58.85	118.9	58.85	100.3	14.87	59.47	98	232.86	134.86
821	222	204	18	236	1317.12	20	1048.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	49	209.33	160.33
822	600	584	16	653	3026.24	46	2205	576.2	5.04	5.25	396.6	1202	280.3	150.2	70.1	110.2	170.2	110.2	206.3	29.74	119	245	456.35	211.35
823	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
824	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
825	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
826	238	225	13	259	1411.2	21	1009.4	254.8	5.93	5.54	186.6	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.9	55.85	94.09	14	55.99	147	219.79	72.79
827	616	608	8	680	3136	48	2214.8	627.2	5.09	5.00	405.9	1234	285.1	153.4	71.7	112.6	172.6	112.6	211.3	30.44	121.8	294	466.81	172.81
828	496	413	23	465	2257.92	34	1617	395.9	5.18	5.70	301.5	874	231.1	117.4	53.7	85.55	145.6	85.55	155.5	22.61	90.44	245	349.18	104.18
829	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
830	312	314	-2	356	1811.04	28	1254.4	409.6	5.80	4.42	229.5	626	193.9	92.6	41.3	66.95	127	66.95	117	17.22	68.86	147	268.15	121.15
831	433	428	5	482	2324.56	35	1656.2	472.4	5.37	4.92	299.7	868	230.2	116.8	53.4	85.1	145.1	85.1	154.5	22.48	89.92	196	347.22	151.22
832	326	315	11	358	1818.88	28	1225	348.9	5.58	5.21	237.7	654	198.1	95.4	42.7	69.05	129.1	69.05	121.4	17.82	71.3	49	277.29	228.29
833	151	141	10	167	1034.88	16	744.8	192.1	6.85	5.39	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
834	430	425	5	479	2312.8	35	1548.4	470.4	5.38	4.92	298	862	229.3	116.2										

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	BRUTO PLOŠTINA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA / KORIDORSKA PLOŠTINA	MIN KORIDORSKA PLOŠTINA	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALETI I UČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIJE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTINA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
871	156	141	15	167	1034.88	16	764.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	98	166.2	68.2
872	348	329	19	374	1881.6	29	1450.4	333.2	5.41	5.65	250.4	698	204.7	99.8	44.9	72.35	132.4	72.35	128.2	18.78	75.13	98	291.67	193.67
873	326	308	18	351	1787.52	27	1323	317.5	5.48	5.63	237.7	654	198.1	95.4	42.7	69.05	129.1	69.05	121.4	17.82	71.3	147	277.29	130.29
874	151	141	10	167	1034.88	16	695.8	192.1	6.85	5.99	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	147	162.93	15.93
875	134	120	14	144	940.8	14	686	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	98	151.82	53.82
876	156	141	15	167	1034.88	16	813.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	49	166.2	117.2
877	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	137.45
878	195	183	12	213	1223.04	19	852.6	223.4	6.27	5.47	161.7	392	158.8	69.2	29.6	49.4	109.4	49.4	80.76	12.13	48.5	147	191.69	44.69
879	509	493	16	553	2618.56	40	1879.64	493.9	5.14	5.30	343.8	1020	253	132	61	96.5	156.5	96.5	178.1	25.79	103.1	245	396.89	151.89
880	252	249	3	286	1520.96	23	1009.4	315.6	6.04	4.82	194.7	506	175.9	80.6	35.3	57.95	118	57.95	98.43	14.61	54.22	196	228.94	32.94
881	173	162	11	190	1128.96	17	823.2	207.8	6.53	5.43	148.9	348	152.2	64.8	27.4	46.1	106.1	46.1	73.94	11.17	44.68	98	177.31	79.31
882	384	373	11	421	2077.6	32	1528.8	401.8	5.41	5.17	271.3	770	215.5	107	48.5	77.75	137.8	77.75	139.4	20.35	81.39	147	315.2	168.2
883	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	49	194.95	145.95
884	189	174	15	203	1183.84	18	980	203.8	6.26	5.81	158.2	380	157	68	29	48.5	108.5	48.5	78.9	11.87	47.46	0	187.77	187.77
885	419	420	-1	473	2289.28	35	1607.2	486.1	5.46	4.71	291.6	840	226	114	52	83	143	83	150.2	21.87	87.48	196	338.07	142.07
886	348	329	19	374	1881.6	29	1352.4	333.2	5.41	5.65	250.4	698	204.7	99.8	44.9	72.35	132.4	72.35	128.2	18.78	75.13	196	291.67	95.67
887	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
888	367	360	7	408	2020.76	31	1372	403.8	5.51	5.00	261.4	736	210.4	103.6	46.8	75.2	135.2	75.2	134.1	19.61	78.43	245	304.09	59.09
889	151	145	6	171	1050.56	16	744.8	207.8	6.96	5.06	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
890	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
891	288	267	21	305	1529.36	24	1283.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	49	252.46	203.46
892	370	350	20	397	1975.68	30	1430.8	348.9	5.34	5.66	263.2	742	211.3	104.2	47.1	75.65	135.7	75.65	135	19.74	78.95	196	306.05	110.05
893	200	183	17	213	1223.04	19	921.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
894	151	141	10	167	1034.88	16	695.8	192.1	6.85	5.99	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	147	162.93	15.93
895	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
896	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
897	148	150	-2	177	1074.08	16	735	290.1	7.26	3.70	134.4	298	144.7	59.8	24.9	42.35	102.4	42.35	66.19	10.08	40.33	49	160.97	111.97
898	200	183	17	213	1223.04	19	921.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
899	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
900	123	124	-1	148	956.48	15	744.8	211.7	7.78	4.52	119.9	248	137.2	54.8	22.4	38.6	98.6	38.6	58.44	8.99	35.98	0	144.63	144.63
901	334	336	-2	381	1912.96	29	1323	443	5.73	4.32	242.3	670	200.5	97	43.5	70.25	130.3	70.25	123.9	18.17	72.69	147	282.52	135.52
902	334	322	12	366	1850.24	28	1352.4	350.8	5.54	5.27	242.3	670	200.5	97	43.5	70.25	130.3	70.25	123.9	18.17	72.69	147	282.52	135.52
903	159	155	4	182	1097.6	17	823.2	225.4	6.90	4.87	140.8	320	148	62	26	44	104	44	69.6	10.56	42.24	49	168.16	119.16
904	200	183	17	213	1223.04	19	921.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	98	194.95	96.95
905	326	308	18	351	1787.52	27	1372	317.5	5.48	5.63	237.7	654	198.1	95.4	42.7	69.05	129.1	69.05	121.4	17.82	71.3	98	277.29	179.29
906	356	336	20	381	1912.96	29	1332.8	335.2	5.37	5.71	255.1	714	207.1	101.4	45.7	73.55	133.6	73.55	130.7	19.13	76.52	245	296.9	51.9
907	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.5	6.63	6.00	139.1	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.6	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
908	227	216	11	249	1372	21	1019.2	254.8	6.04	5.38	180.2	456	168.4	75.6	32.8	54.2	114.2	54.2	90.68	13.52	54.07	98	212.6	114.6
909	181	169	12	198	1160.32	18	852.6	209.7	6.41	5.53	153.6	364	154.6	66.4	28.2	47.3	107.3	47.3	76.42	11.52	46.07	98	182.54	84.54
910	329	318	11	362	1832.6	28	1332.8	352.8	5.57	5.19	299.4	660	199	96	43	69.5	129.5	69.5	122.3	17.96	71.82	147	279.26	132.26
911	244	225	19	259	1411.2	21	1127	235.2	5.78	6.00	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.8	56.75	95.95	14.26	57.03	49	223.71	174.71
912	200	183	17	213	1223.04	19	1019.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	0	194.95	194.95
913	162	157	5	184	1105.44	17	784	223.4	6.82	4.95	142.5	326	148.9	62.6	26.3	44.45	104.5	44.45	70.53	10.69	42.76	98	170.12	72.12
914	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
915	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
916	178	162	16	190	1128.96	17	891.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	49	180.58	131.58
917	271	258	13	295	1560.16	24	1225	286.2	5.76	5.45	205.8	544	181.6	84.4	37.2	60.8	120.8	60.8	104.3	15.43	61.73	49	241.35	192.35
918	178	170	8	199	1164.24	18	842.8	223.4	6.54	5.21	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
919	101	91	10	112	807.52	12	666.4	141.1	8.00	5.72	107.2	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	0	130.26	130.26
920	359	349	10	396	1971.76	30	1538.6	384.2	5.49	5.13	256.8	720	208	102	46	74	134	74	131.6	19.26	77.04	49	298.86	249.86
921	217	207	10	240	1332.8	20	1029	254.8	6.14	5.23	174.4	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7							

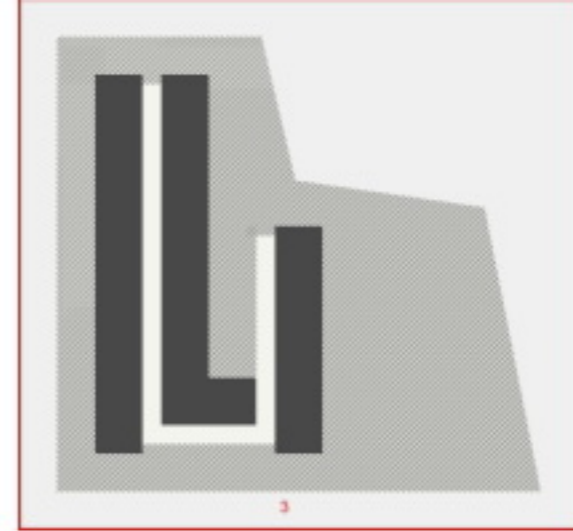
Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTA (m ²)	BRUTO PLOŠTA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTA / KORIDORSKA PLOŠTA	MIN KORIDORSKA PLOŠTA	UČIONIČE (m ²)	HOLLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLJE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALET I LUČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORJE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
958	107	99	8	121	846.72	13	588	160.7	7.91	5.27	110.6	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	98	134.18	36.18
959	340	334	6	379	1905.12	29	1323	386.1	5.60	4.93	245.8	682	202.3	98.2	44.1	71.15	131.2	71.15	125.7	18.43	73.73	196	286.44	90.44
960	266	258	8	295	1560.16	24	1156.4	305.8	5.87	5.10	202.9	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.1	60.05	102.8	15.21	60.86	98	238.08	140.08
961	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
962	236	226	10	261	1419.04	22	1048.6	272.4	6.01	5.21	185.5	474	171.1	77.4	33.7	55.55	115.6	55.55	93.47	13.91	55.64	98	218.48	120.48
963	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
964	249	240	9	276	1481.76	23	1097.6	286.2	5.95	5.18	193	500	175	80	35	57.5	117.5	57.5	97.5	14.48	57.9	98	226.98	128.98
965	112	99	13	121	846.72	13	656.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	49	137.45	88.45
966	381	369	12	418	2061.92	31	1519	395.9	5.41	5.21	269.6	764	214.6	106.4	48.2	77.3	137.3	77.3	138.4	20.22	80.87	147	313.24	166.24
967	222	204	18	236	1317.12	20	999.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	98	209.33	111.33
968	222	204	18	236	1317.12	20	999.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	98	209.33	111.33
969	408	395	13	446	2179.52	33	1617	415.5	5.34	5.25	285.2	818	222.7	111.8	50.9	81.35	141.4	81.35	146.8	21.39	85.57	147	330.88	183.88
970	288	267	21	305	1599.36	24	1234.8	266.6	5.55	6.00	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	98	252.46	154.46
971	449	448	1	504	2414.72	37	1715	503.7	5.38	4.79	309	900	235	120	55	87.5	147.5	87.5	159.5	23.18	92.7	196	357.68	161.68
972	107	99	8	121	846.72	13	588	160.7	7.91	5.27	110.6	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	147	134.18	-12.82
973	106	108	-2	131	885.92	13	578.2	258.7	8.36	3.42	110.1	214	132.1	51.4	20.7	36.05	96.05	36.05	53.17	8.25	33.02	49	133.52	84.52
974	151	149	2	176	1070.16	16	793.8	227.4	7.09	4.71	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	49	162.93	113.93
975	288	274	14	313	1634.64	25	1283.8	301.8	5.68	5.42	215.6	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.4	63.35	109.6	16.17	64.69	49	252.46	203.46
976	282	267	15	305	1599.36	24	1215.2	286.2	5.67	5.59	212.1	566	184.9	86.6	38.3	62.45	122.5	62.45	107.7	15.91	63.64	98	248.54	150.54
977	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	0	180.58	180.58
978	480	470	10	528	2516.64	38	1773.8	497.8	5.24	5.06	327	962	244.3	126.2	58.1	92.15	152.2	92.15	169.1	24.52	98.09	245	377.93	132.93
979	134	132	2	157	995.68	15	686	211.7	7.43	4.70	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.3	40.25	61.85	9.47	37.89	98	151.82	53.82
980	140	132	8	157	995.68	15	754.6	192.1	7.11	5.18	129.8	282	142.3	58.2	24.1	41.15	101.2	41.15	63.71	9.73	38.93	49	155.74	106.74
981	247	249	-2	286	1520.96	23	960.4	364.6	6.16	4.17	191.8	496	174.4	79.6	34.8	57.2	117.2	57.2	96.88	14.39	57.55	196	225.67	29.67
982	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
983	184	183	1	213	1223.04	19	862.4	262.6	6.65	4.66	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.8	47.75	77.35	11.65	46.59	98	184.5	86.5
984	222	204	18	236	1317.12	20	950.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	147	209.33	62.33
985	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.1	7.56	6.00	113.5	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
986	222	204	18	236	1317.12	20	999.6	219.5	5.93	6.00	177.3	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.5	53.45	89.13	13.3	53.2	98	209.33	111.33
987	203	204	-1	236	1317.12	20	980	288.1	6.49	4.57	166.3	408	161.2	70.8	30.4	50.6	110.6	50.6	83.24	12.47	49.9	49	196.91	147.91
988	397	383	14	433	2124.64	32	1577.8	399.8	5.35	5.31	278.8	796	219.4	109.6	49.8	79.7	139.7	79.7	143.4	20.91	83.65	147	323.69	176.69
989	280	281	-1	321	1666	25	1156.4	362.6	5.95	4.59	211	562	184.3	86.2	38.1	62.15	122.2	62.15	107.1	15.82	63.29	147	247.23	100.23
990	178	162	16	190	1128.96	17	891.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	49	180.58	131.58
991	211	195	16	226	1277.92	19	1009.4	219.5	6.06	5.82	171	424	163.6	72.4	31.2	51.8	111.8	51.8	85.72	12.82	51.29	49	202.14	153.14
992	169	171	-2	200	1168.16	18	842.8	276.4	6.91	4.23	146.6	340	151	64	27	45.5	105.5	45.5	72.7	11	43.98	49	174.7	125.7
993	200	183	17	213	1223.04	19	970.2	203.8	6.12	6.00	164.6	402	160.3	70.2	30.1	50.15	110.2	50.15	82.31	12.34	49.37	49	194.95	145.95
994	151	141	10	167	1034.88	16	695.8	192.1	6.85	5.39	136.2	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	147	162.93	15.93
995	348	329	19	374	1881.6	29	1352.4	333.2	5.41	5.65	250.4	698	204.7	99.8	44.9	72.35	132.4	72.35	128.2	18.78	75.13	196	291.67	95.67
996	403	383	20	433	2124.64	32	1548.4	380.2	5.27	5.59	282.3	808	221.2	110.8	50.4	80.6	140.6	80.6	145.2	21.17	84.7	196	327.61	131.61
997	178	162	16	190	1128.96	17	842.8	188.2	6.34	6.00	151.8	358	153.7	65.8	27.9	46.85	106.9	46.85	75.49	11.39	45.55	98	180.58	82.58
998	162	153	9	180	1089.76	17	833	207.8	6.73	5.25	142.5	326	148.9	62.6	26.3	44.45	104.5	44.45	70.53	10.69	42.76	49	170.12	121.12
999	381	375	6	423	2085.44	32	1519	419.4	5.47	4.97	269.6	764	214.6	106.4	48.2	77.3	137.3	77.3	138.4	20.22	80.87	147	313.24	166.24
1000	540	517	23	580	2728.32	41	1989.4	493.9	5.05	5.52	361.8	1082	262.3	138.2	64.1	101.2	161.2	101.2	187.7	27.13	108.5	245	417.14	172.14



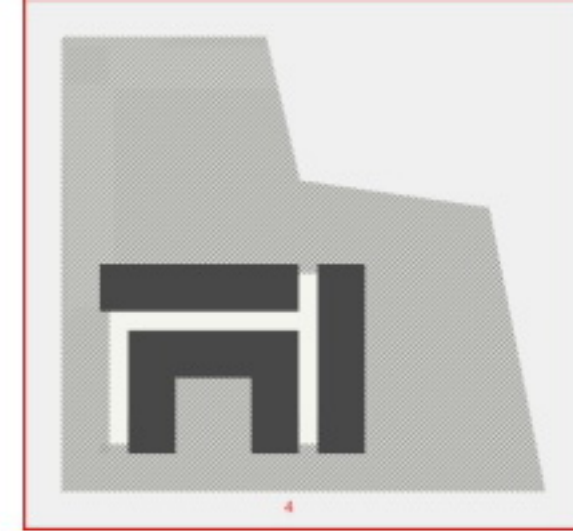
1_EXCELL



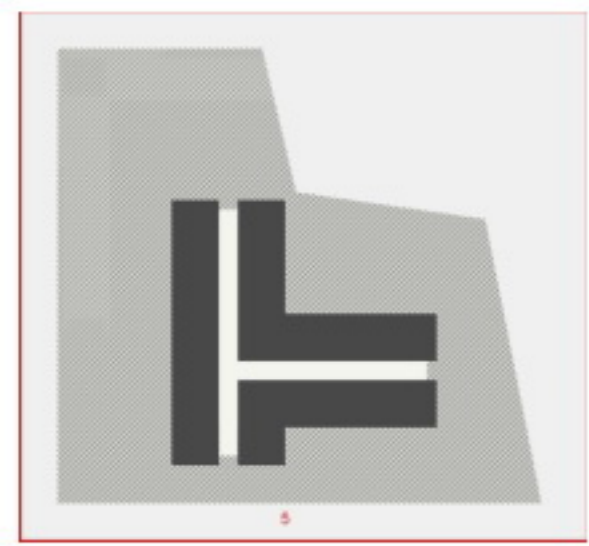
2_EXCELL



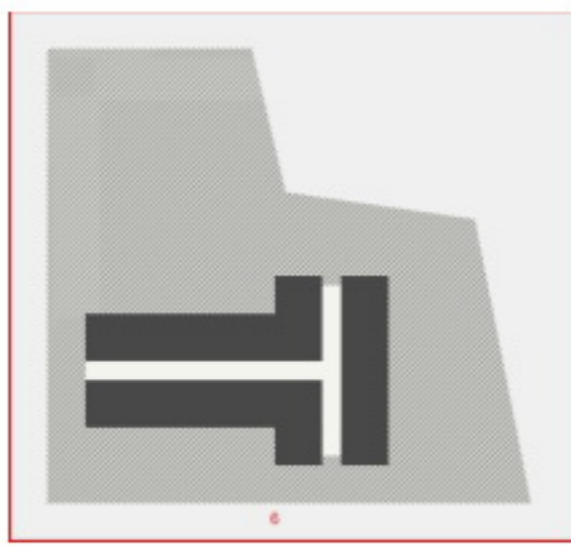
3_EXCELL



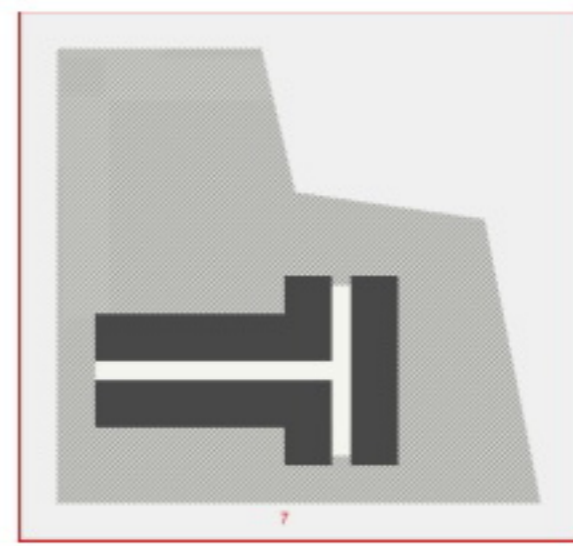
4_EXCELL



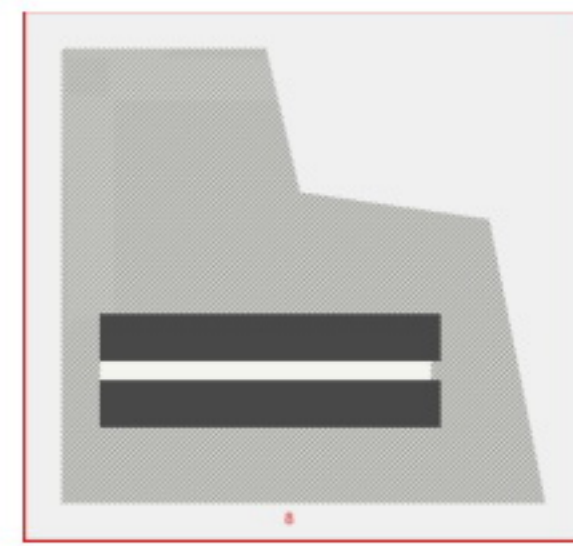
5_EXCELL



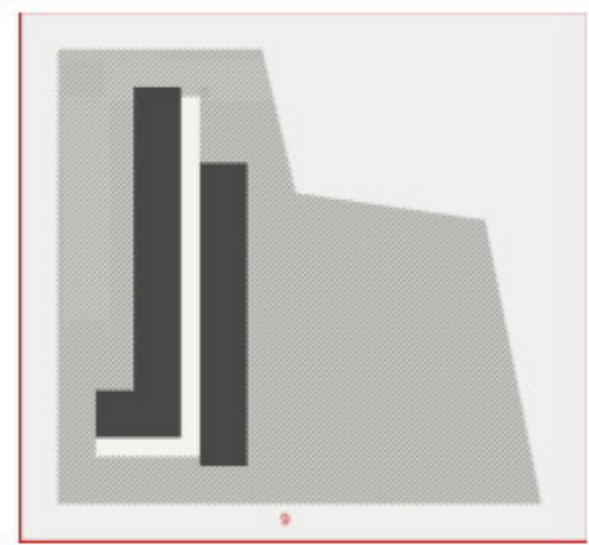
6_EXCELL



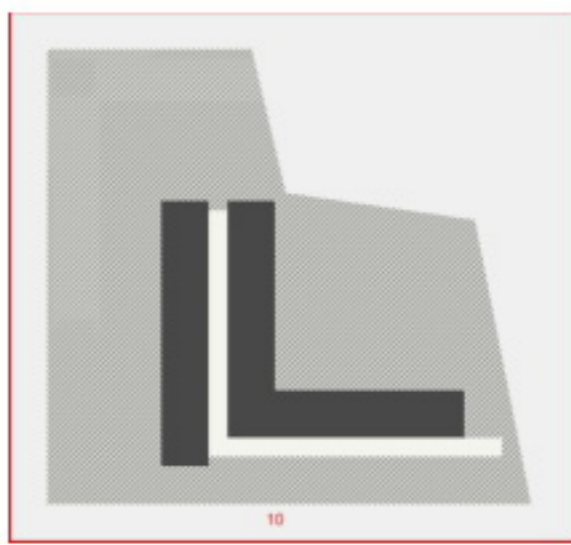
7_EXCELL



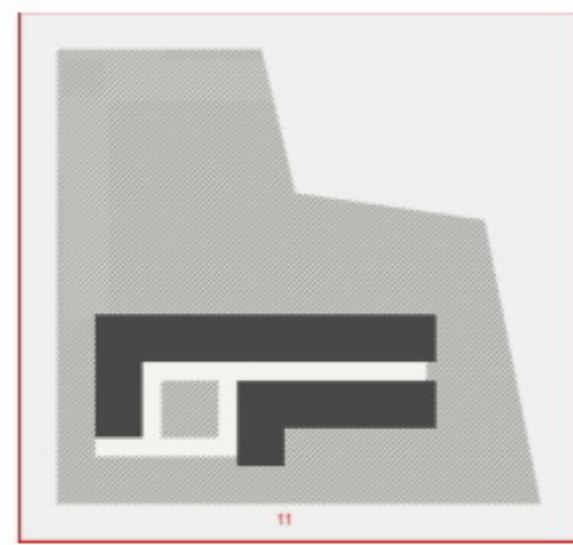
8_EXCELL



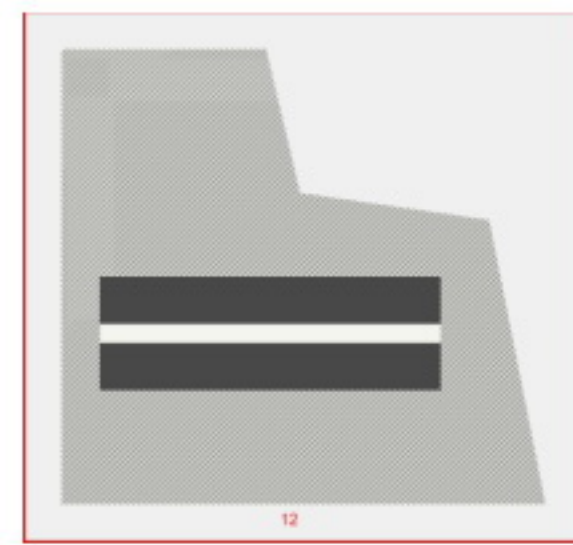
9_EXCELL



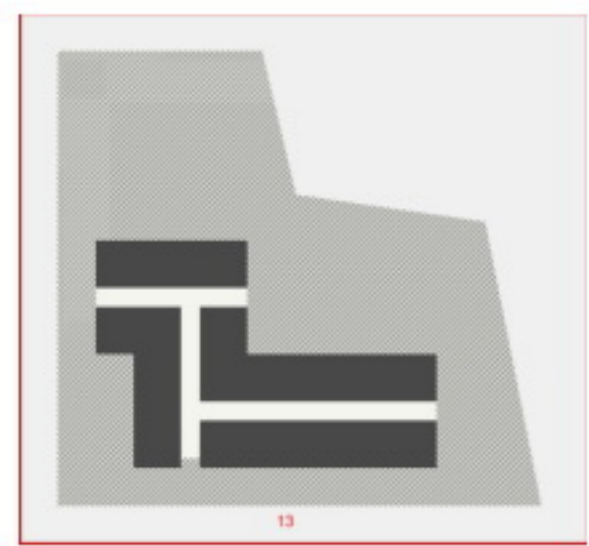
10_EXCELL



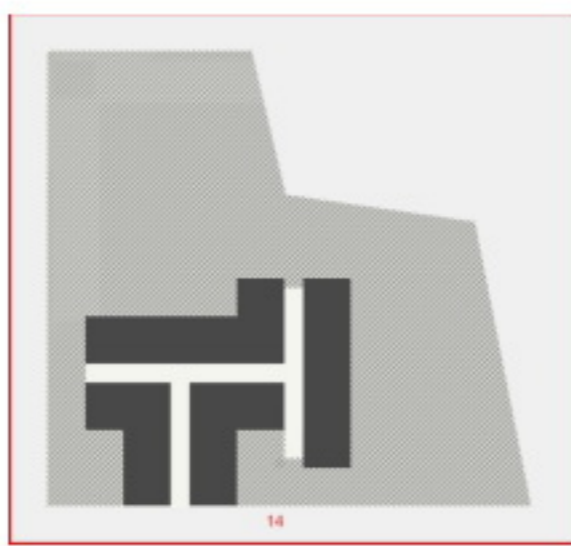
11_EXCELL



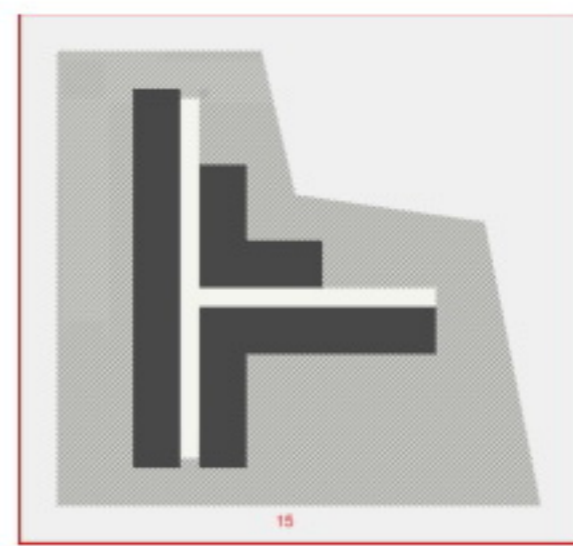
12_EXCELL



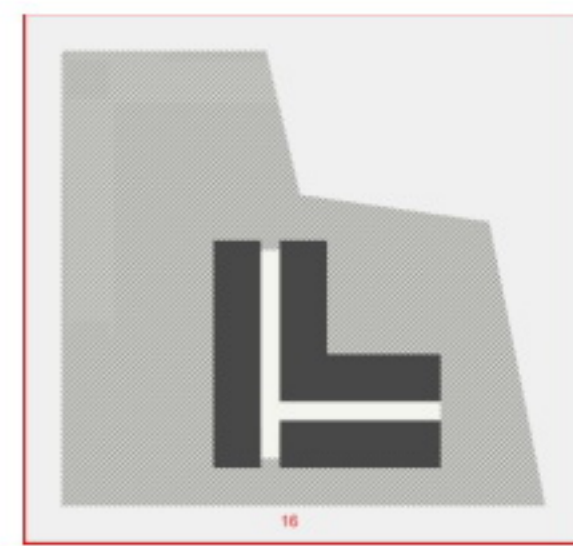
13_EXCELL



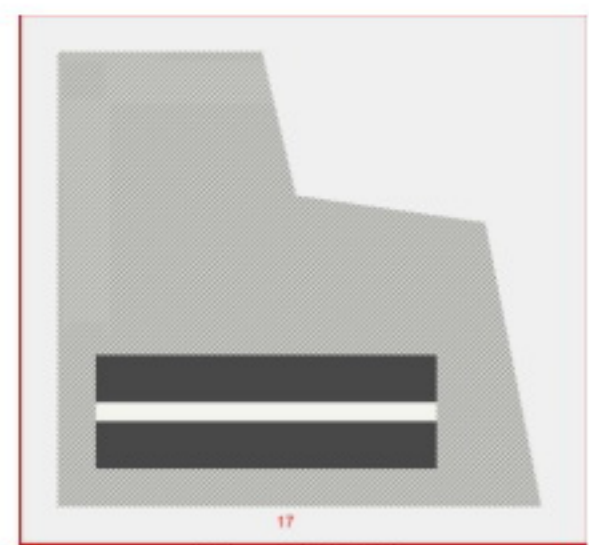
14_EXCELL



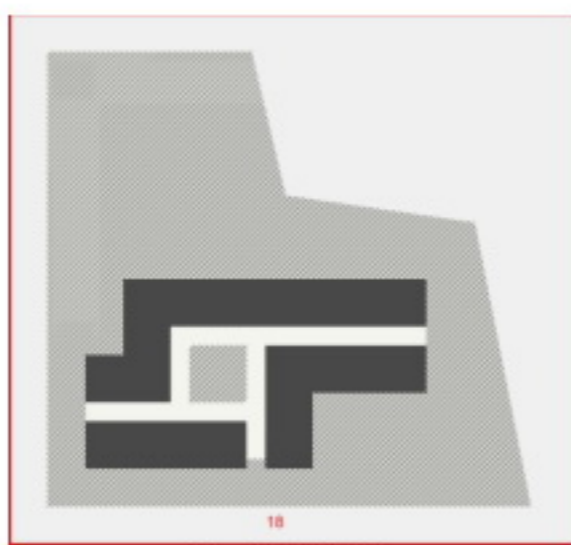
15_EXCELL



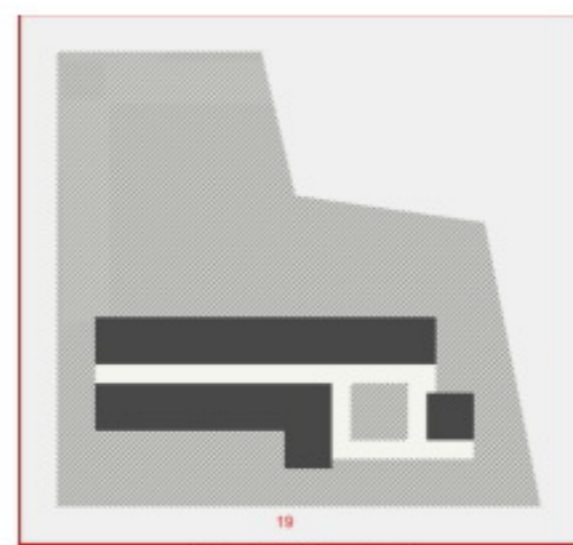
16_EXCELL



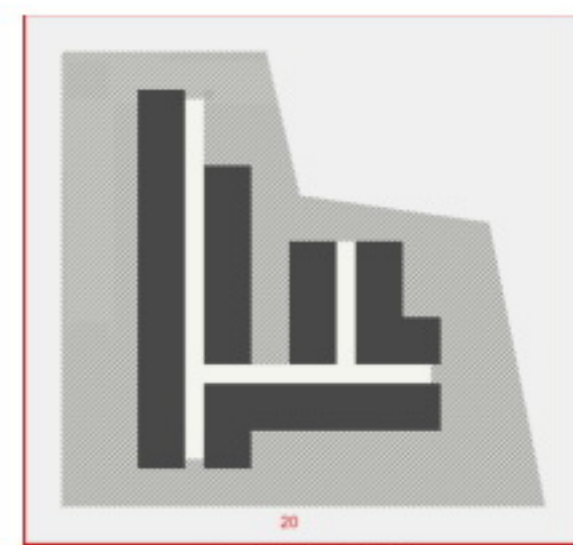
17_EXCELL



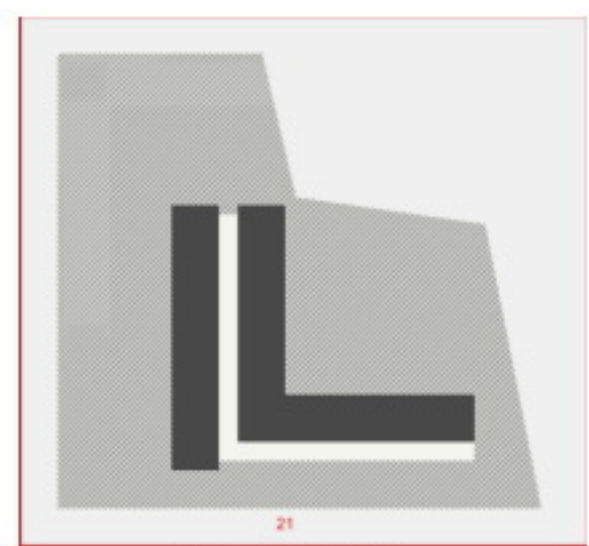
18_EXCELL



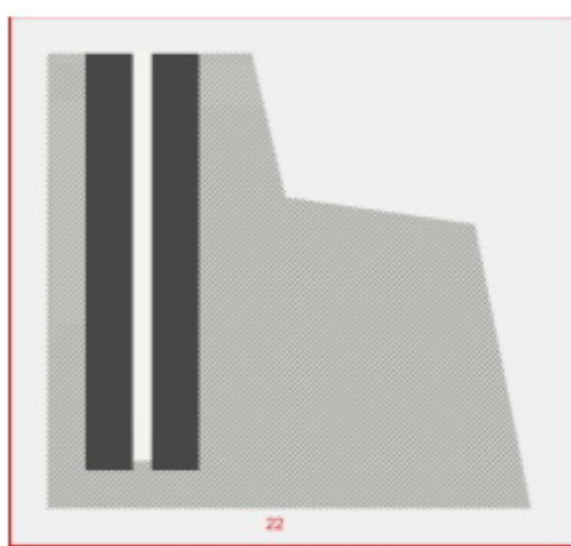
19_EXCELL



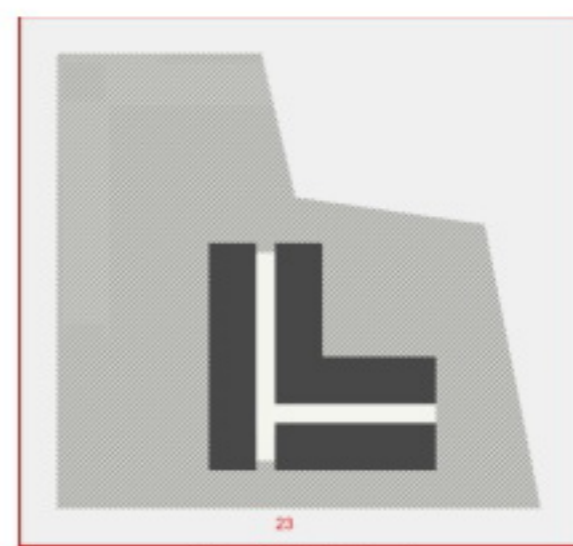
20_EXCELL



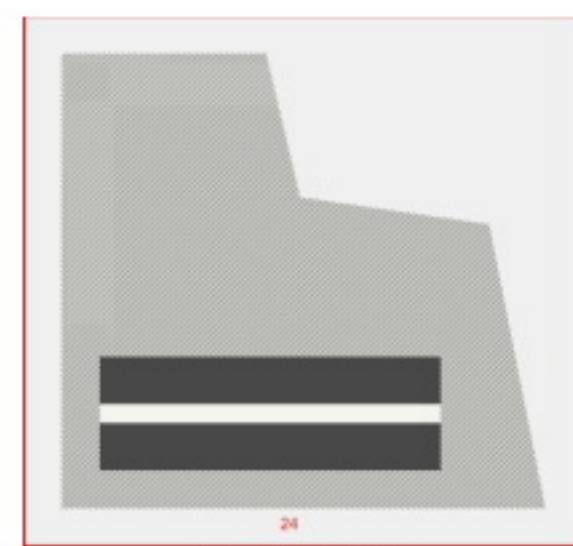
21_EXCELL



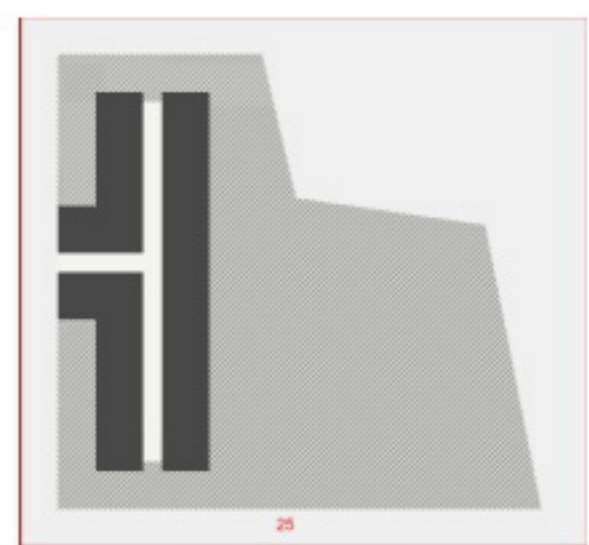
22_EXCELL



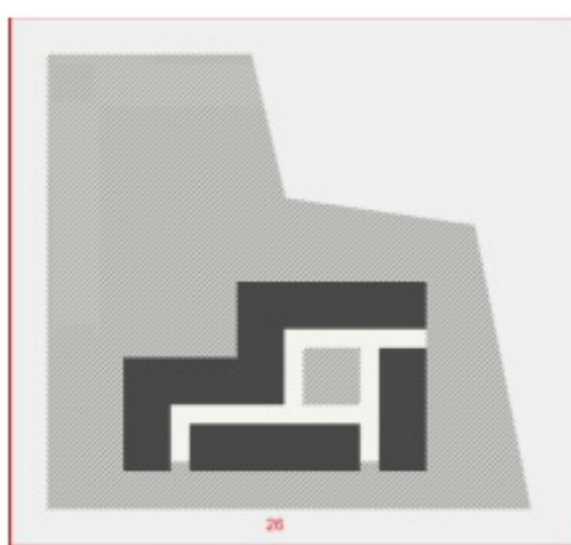
23_EXCELL



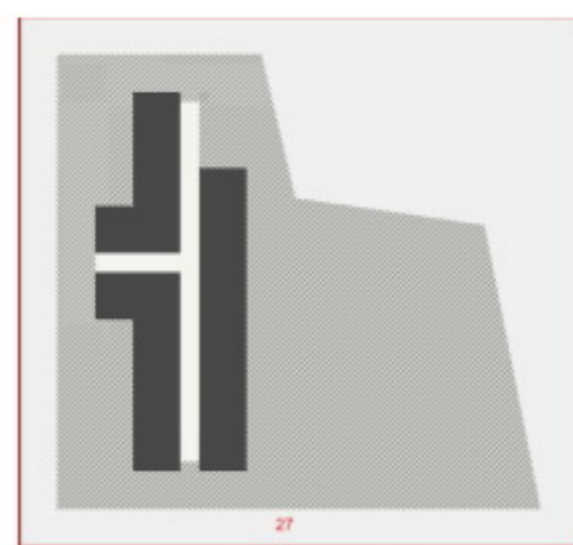
24_EXCELL



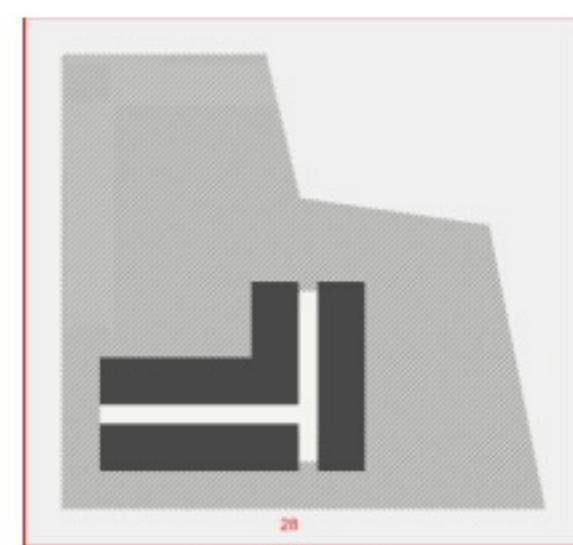
25_EXCELL



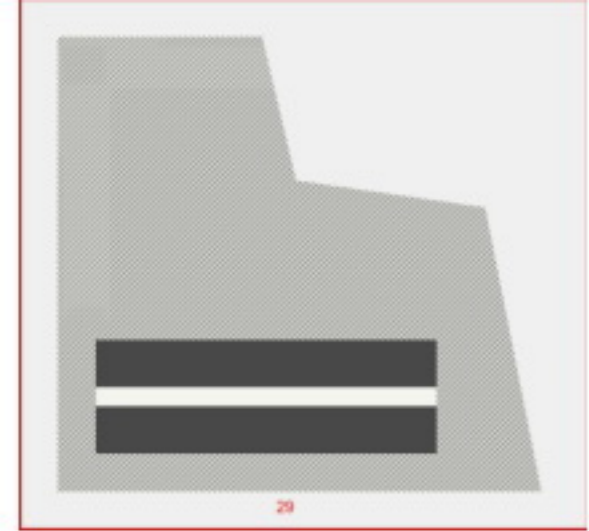
26_EXCELL



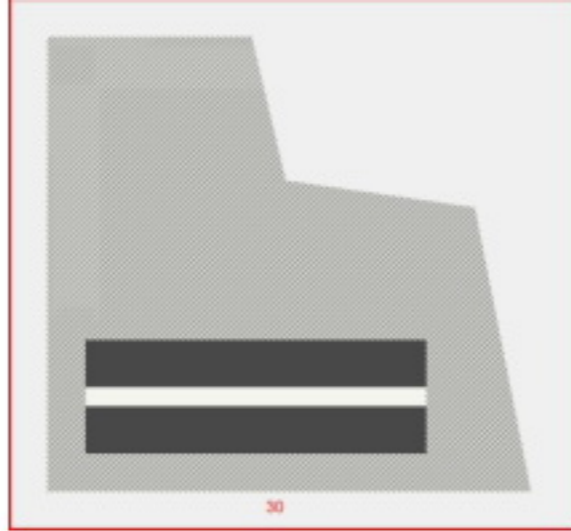
27_EXCELL



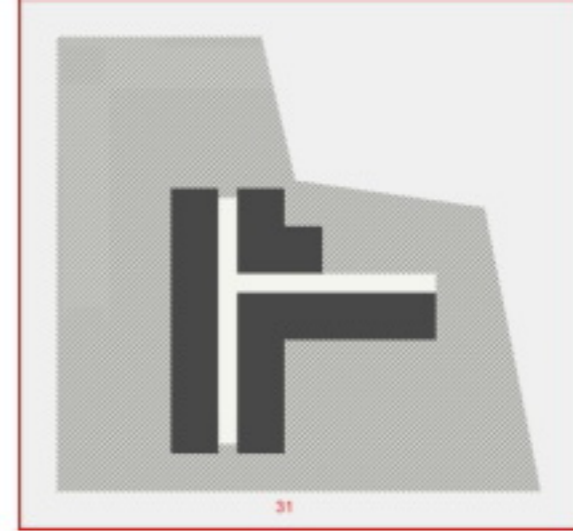
28_EXCELL



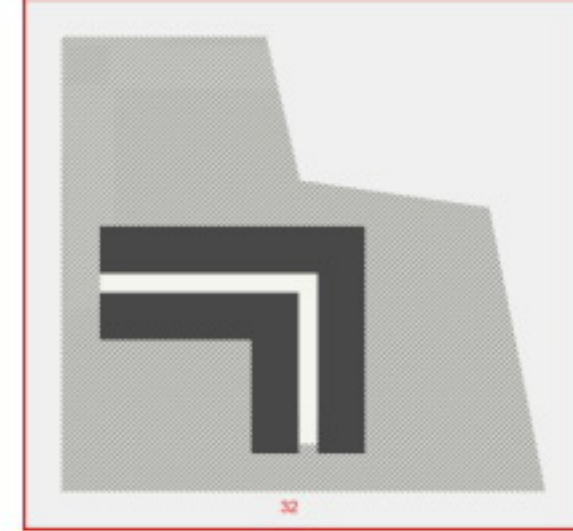
29_EXCELL



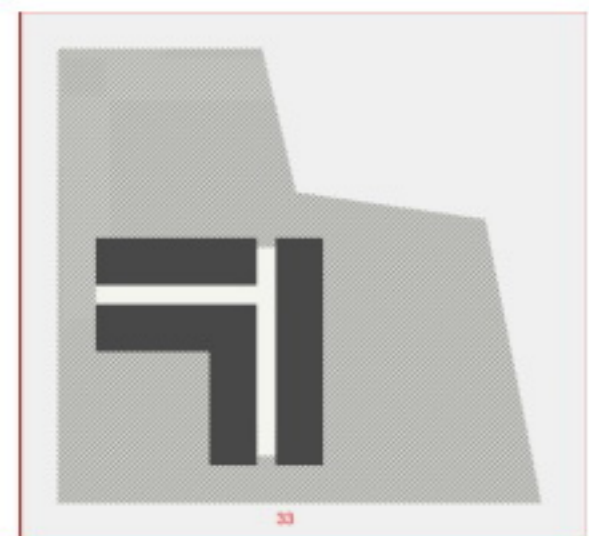
30_EXCELL



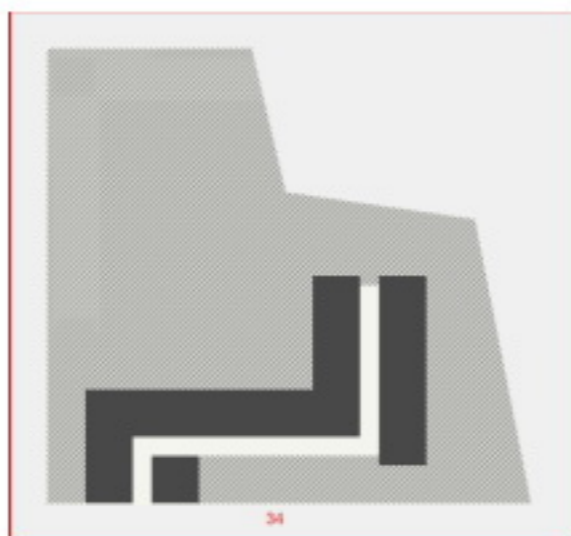
31_EXCELL



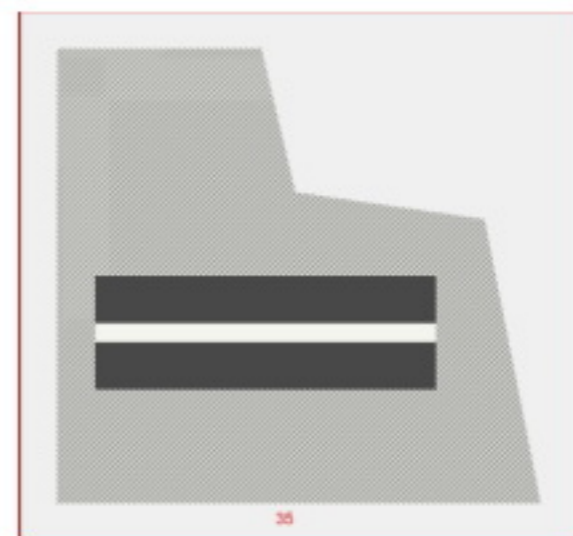
32_EXCELL



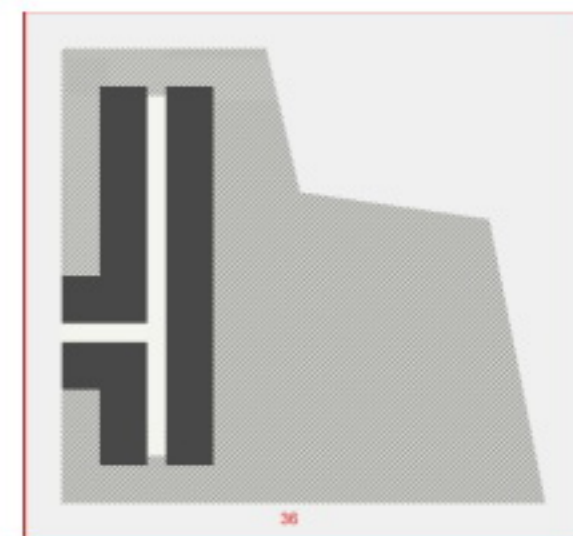
33_EXCELL



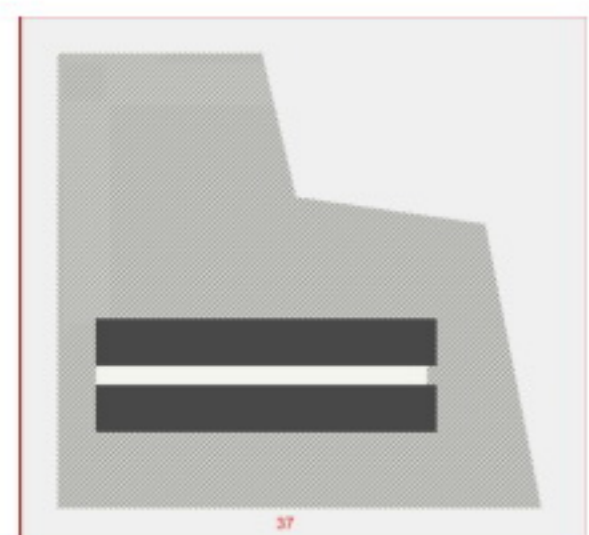
34_EXCELL



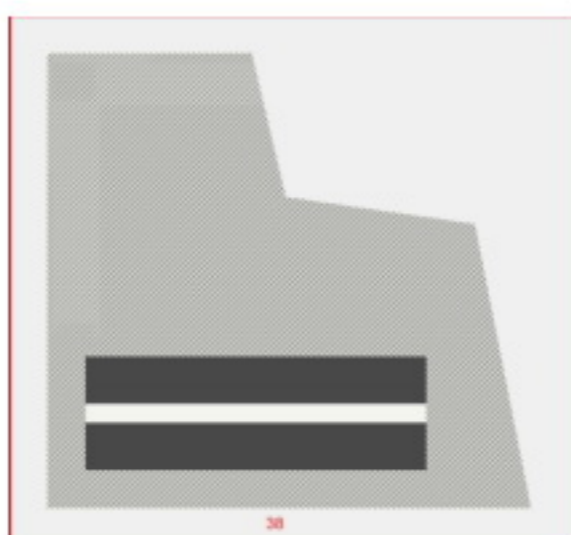
35_EXCELL



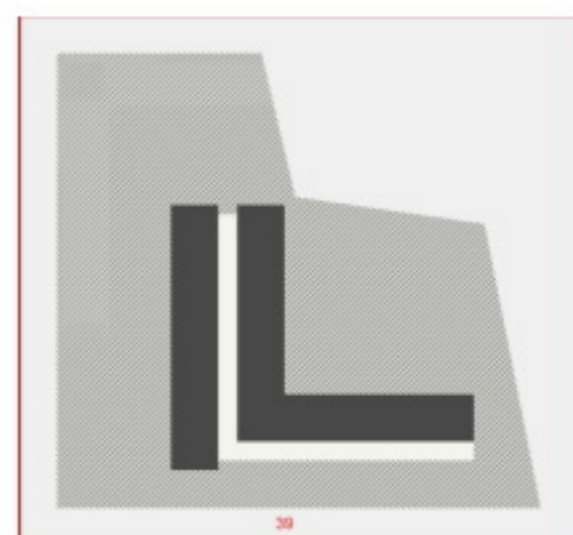
36_EXCELL



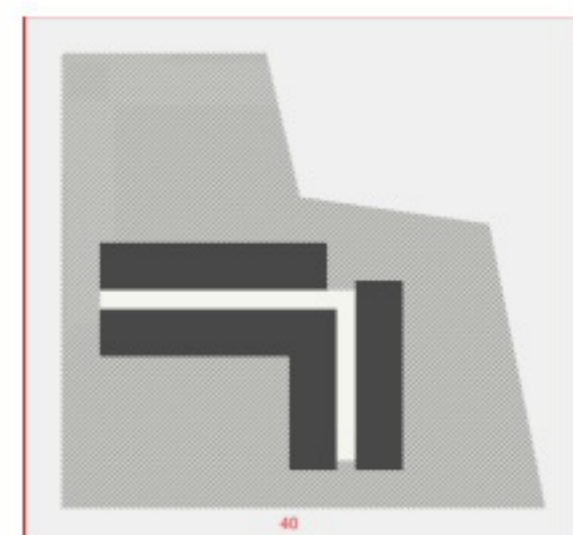
37_EXCELL



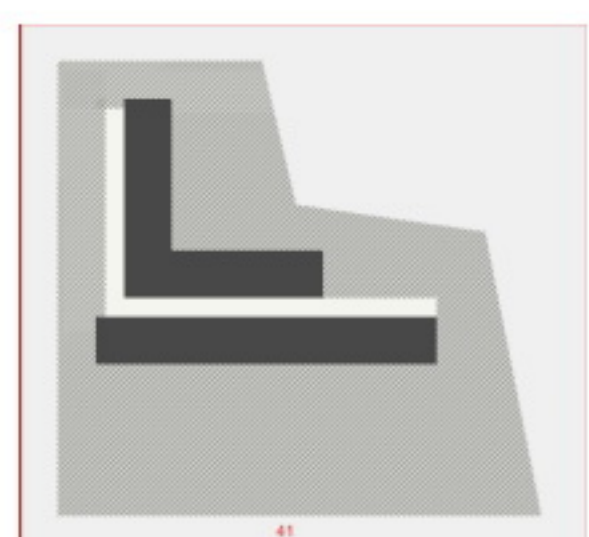
38_EXCELL



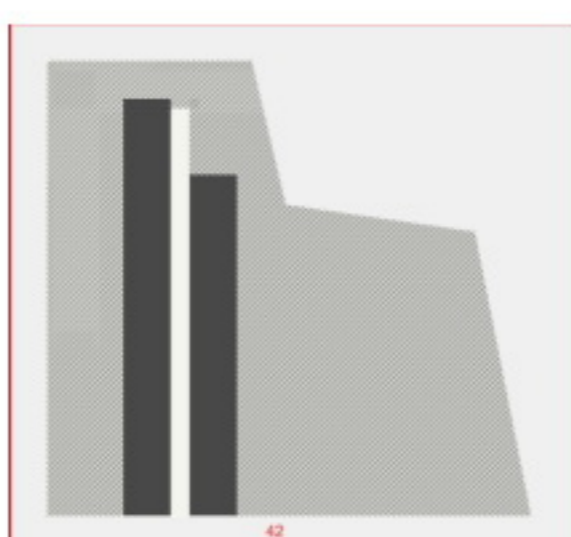
39_EXCELL



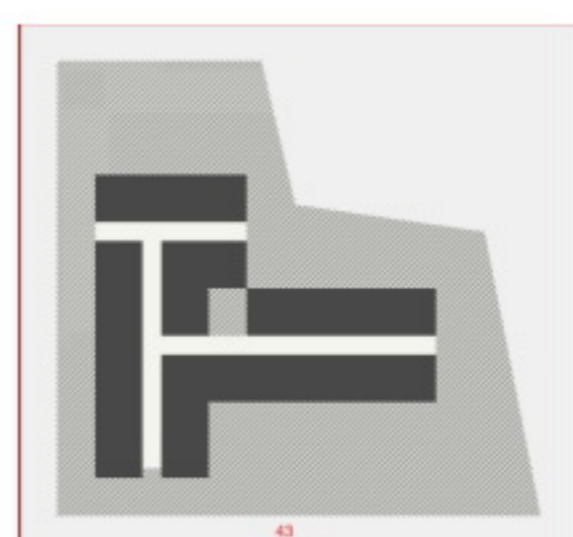
40_EXCELL



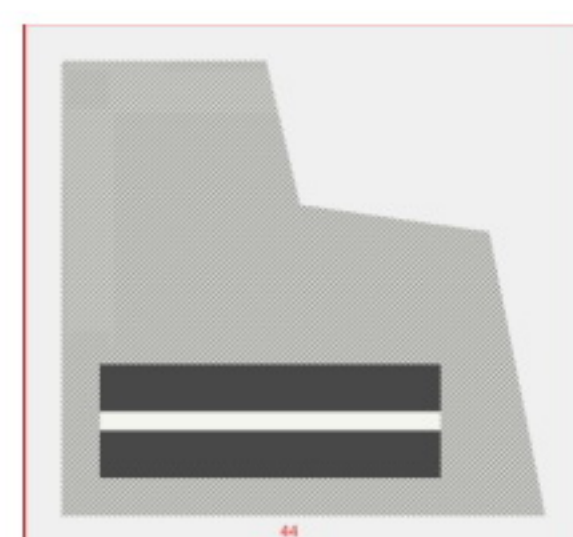
41_EXCELL



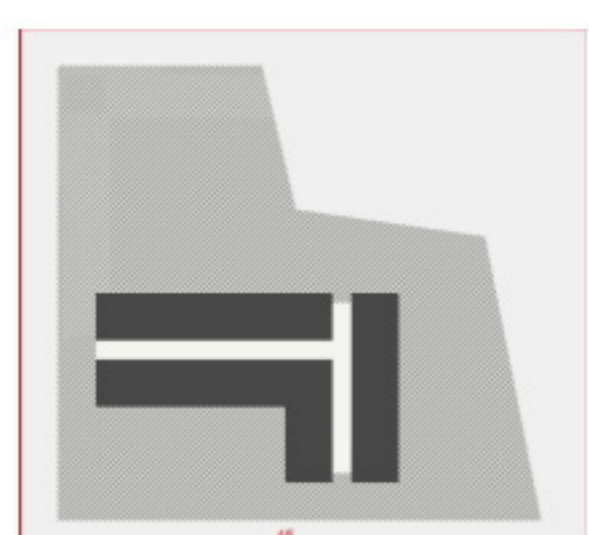
42_EXCELL



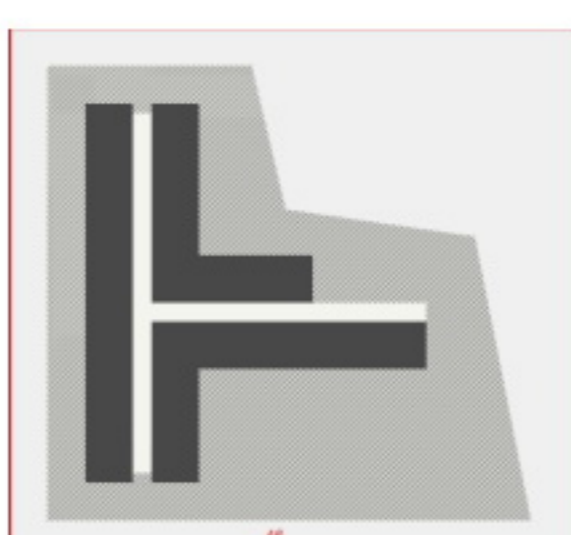
43_EXCELL



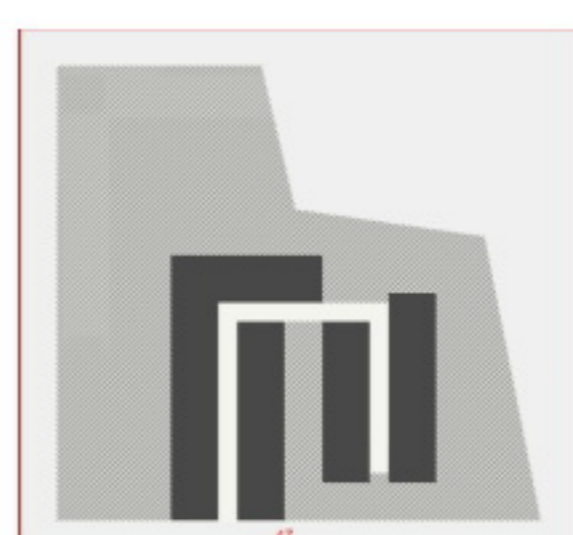
44_EXCELL



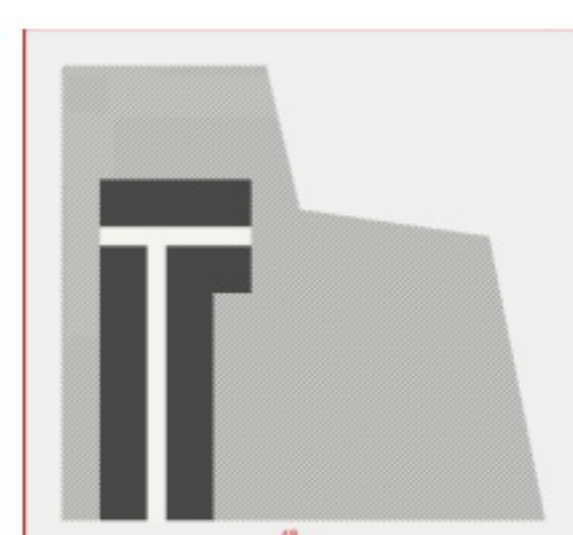
45_EXCELL



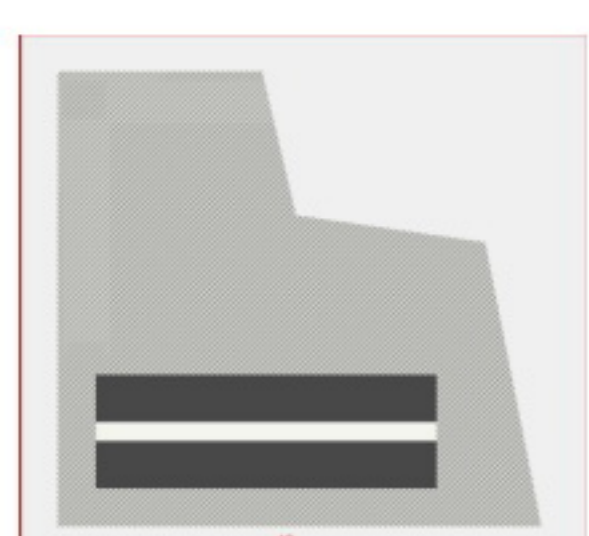
46_EXCELL



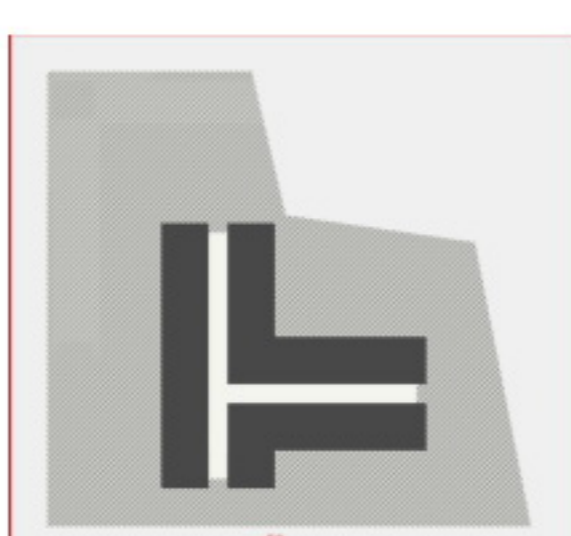
47_EXCELL



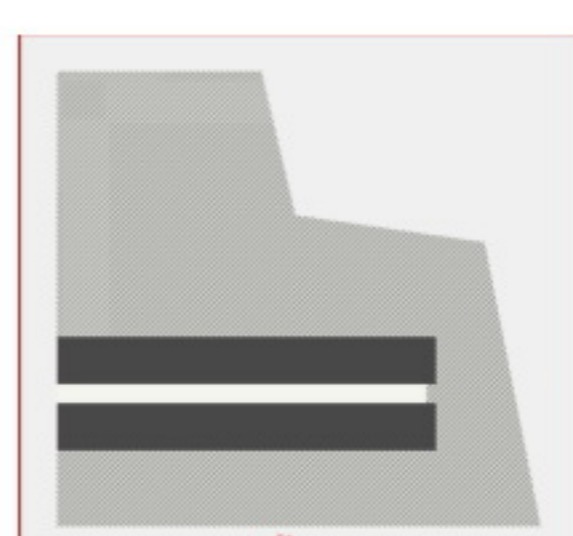
48_EXCELL



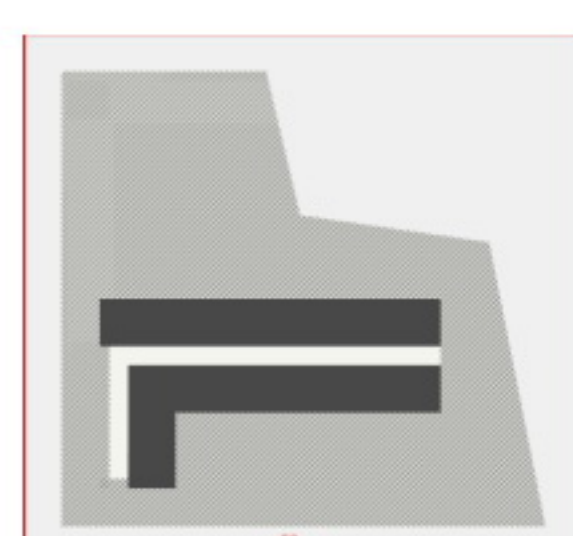
49_EXCELL



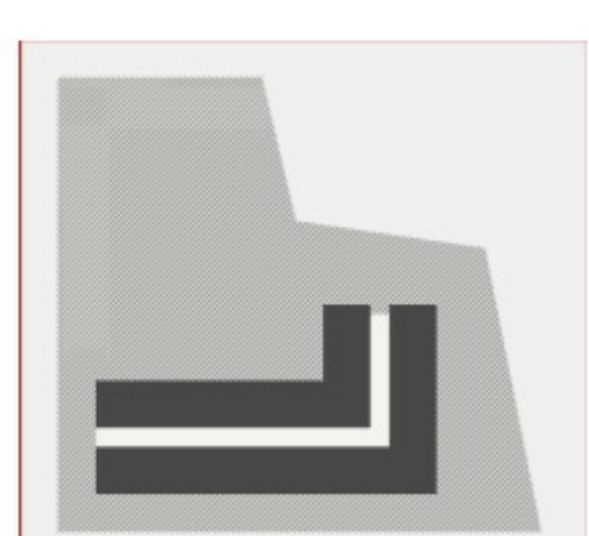
50_EXCELL



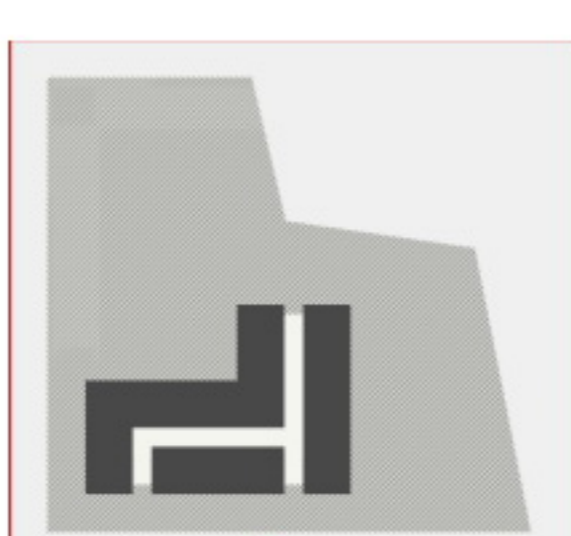
51_EXCELL



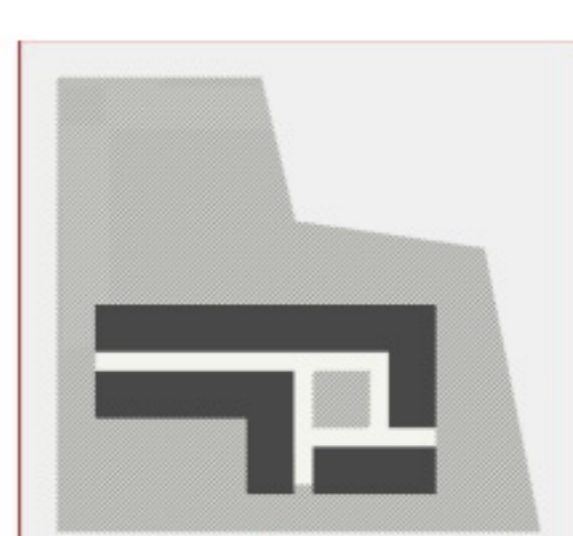
52_EXCELL



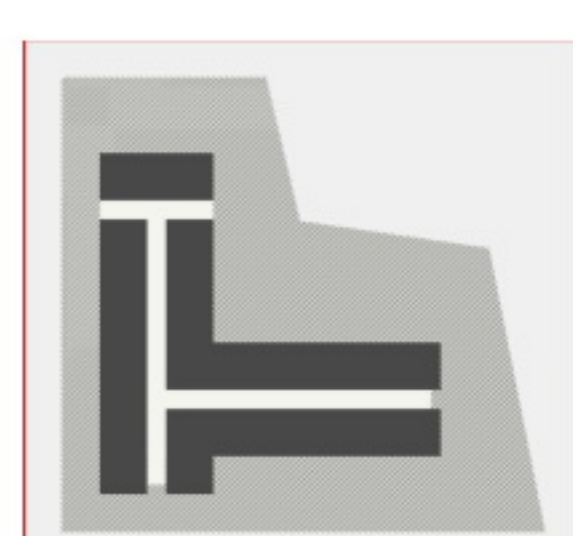
53_EXCELL



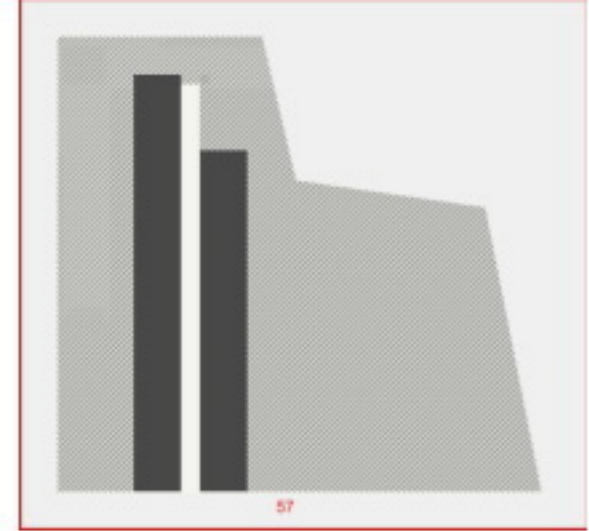
54_EXCELL



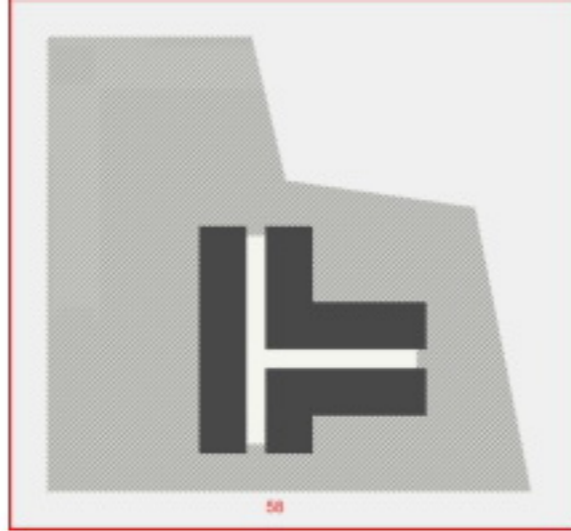
55_EXCELL



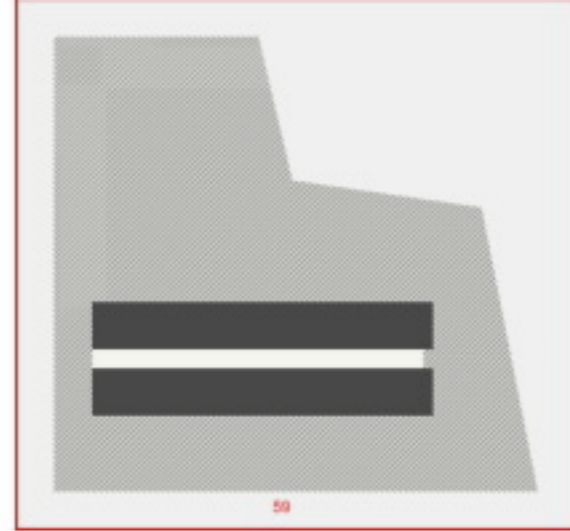
56_EXCELL



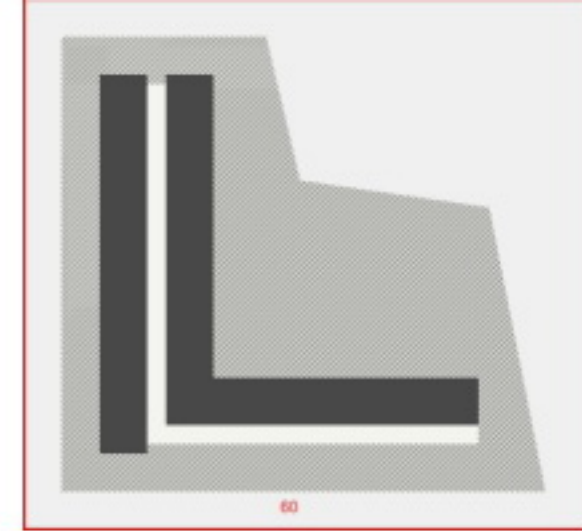
57_EXCELL



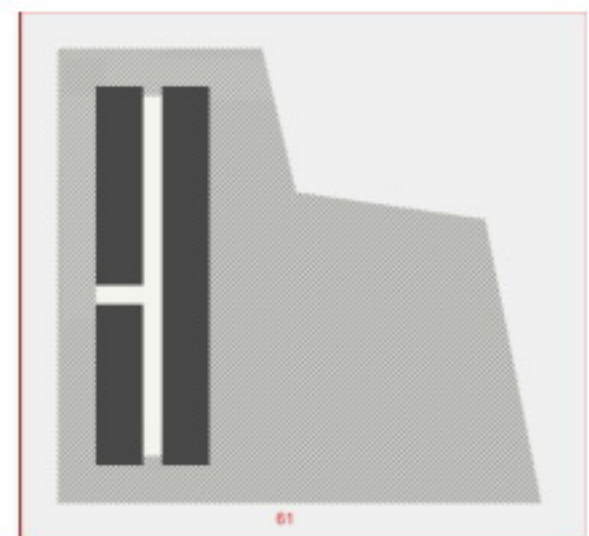
58_EXCELL



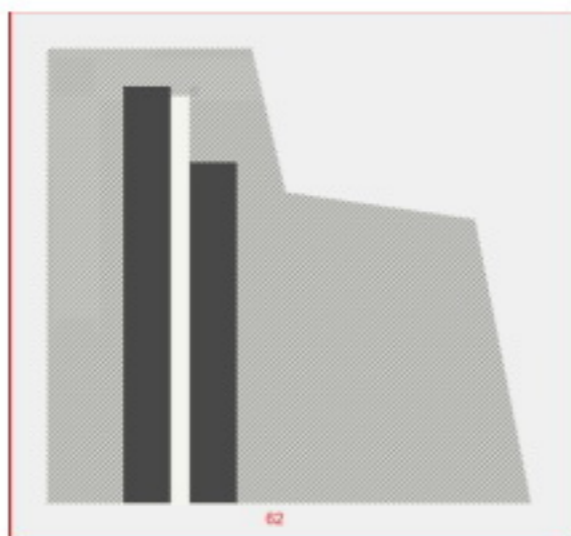
59_EXCELL



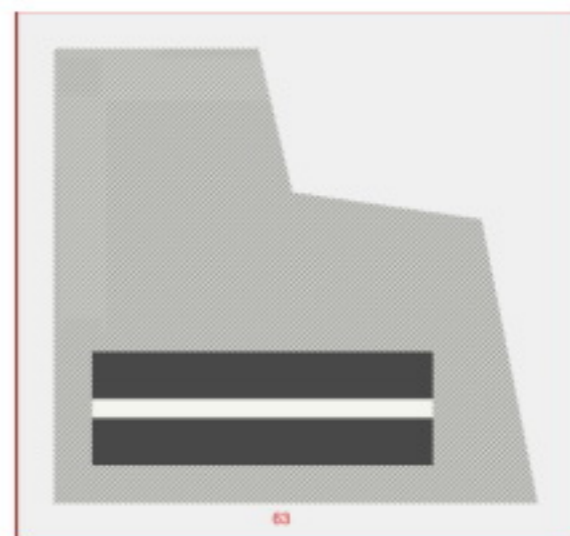
60_EXCELL



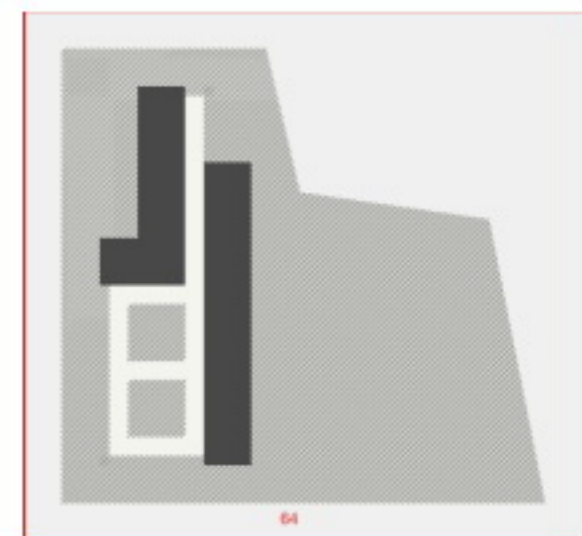
61_EXCELL



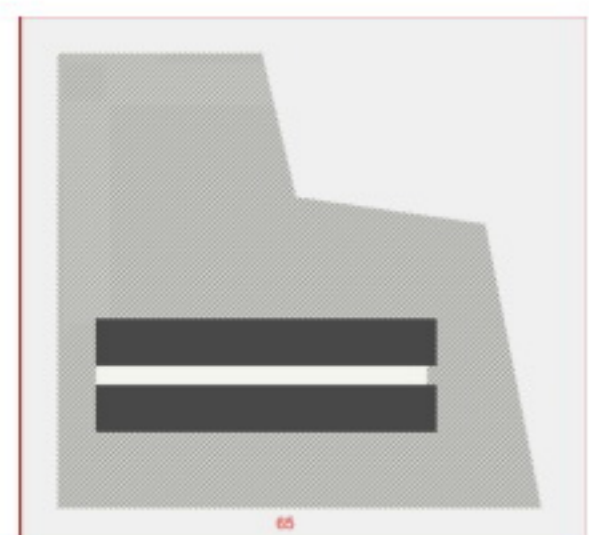
62_EXCELL



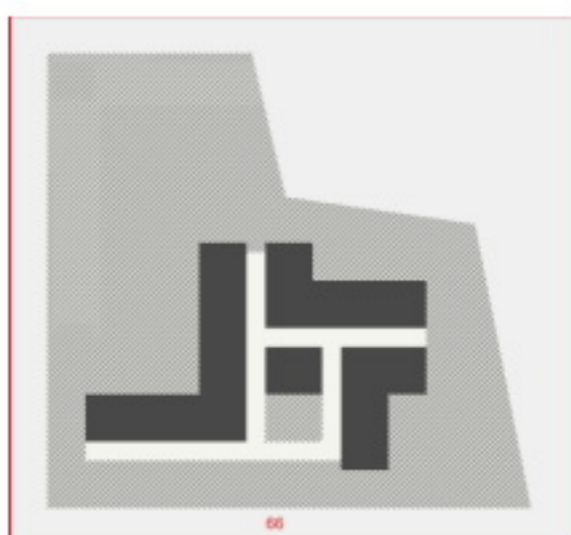
63_EXCELL



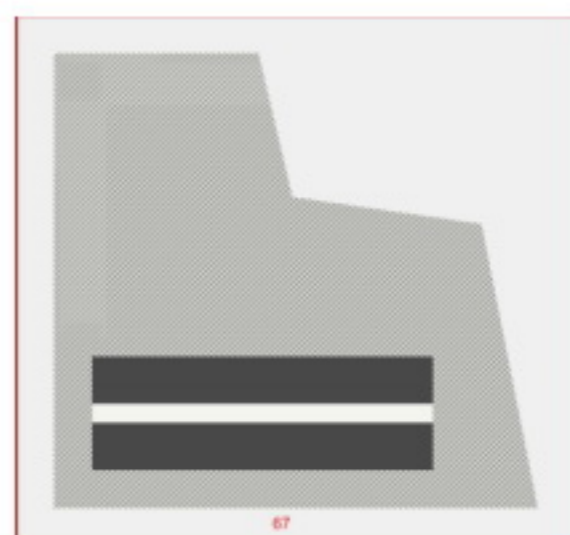
64_EXCELL



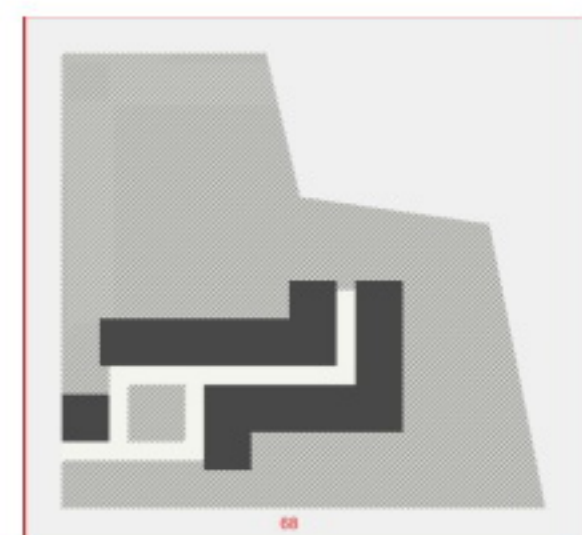
65_EXCELL



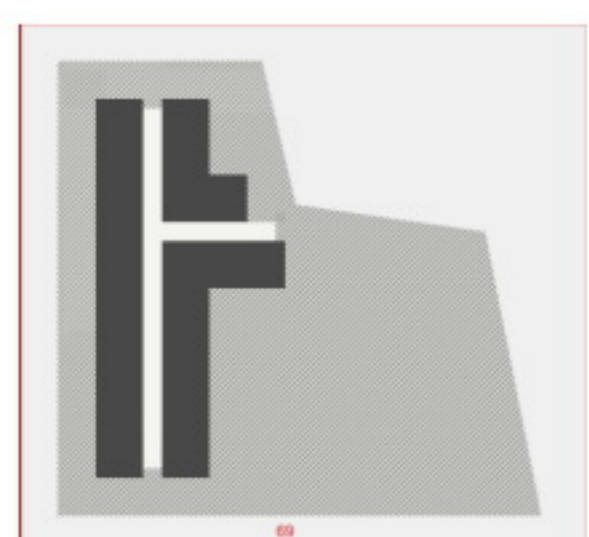
66_EXCELL



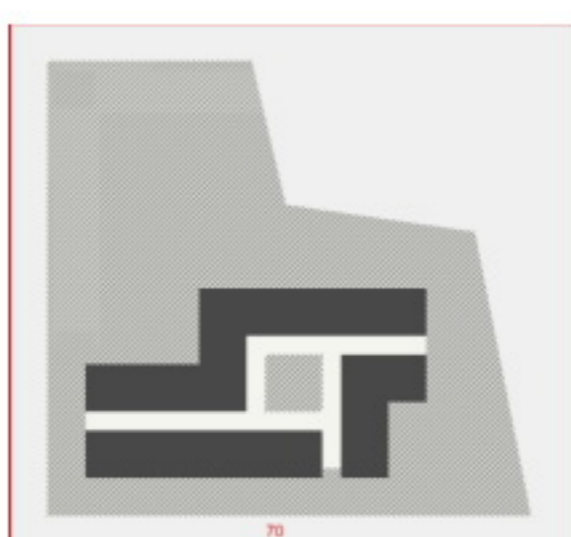
67_EXCELL



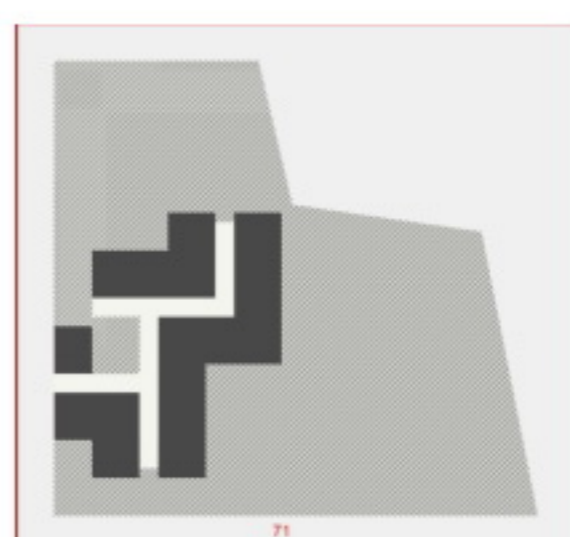
68_EXCELL



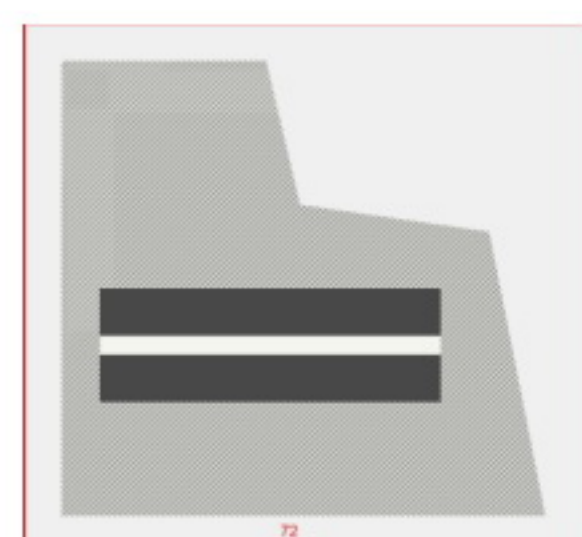
69_EXCELL



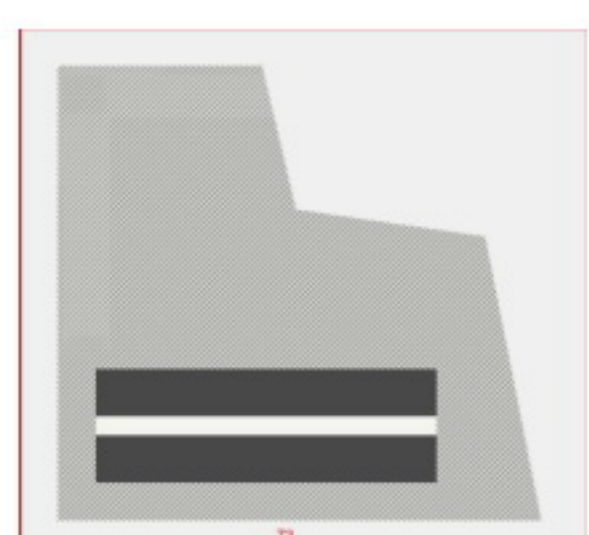
70_EXCELL



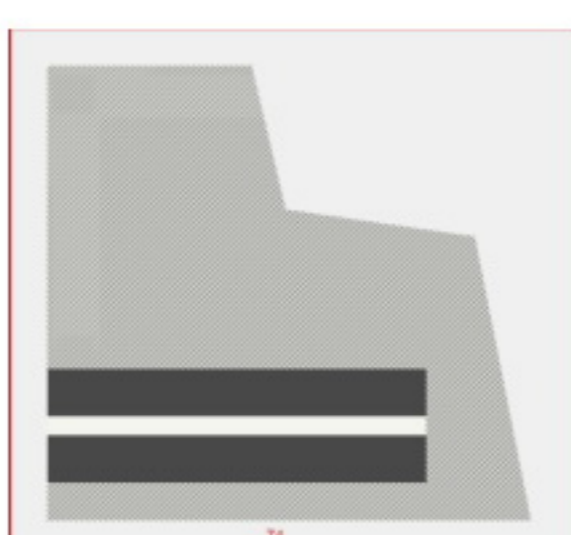
71_EXCELL



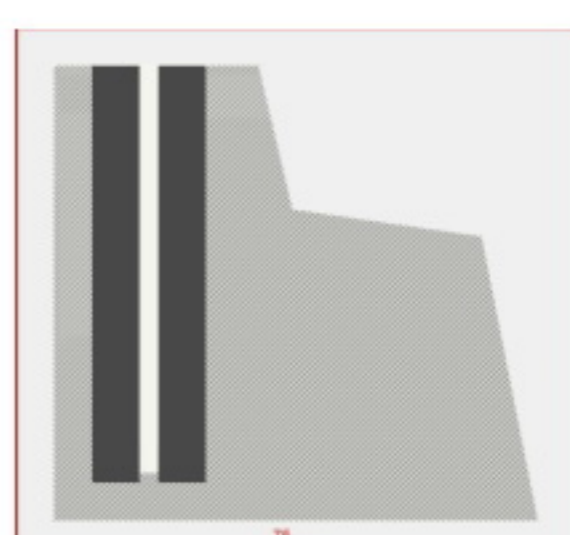
72_EXCELL



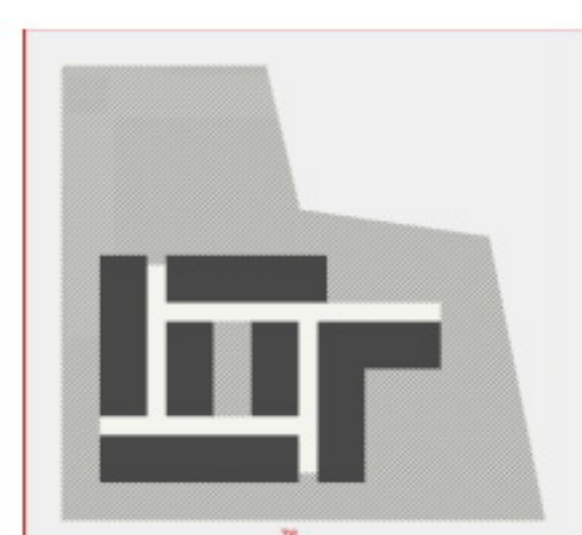
73_EXCELL



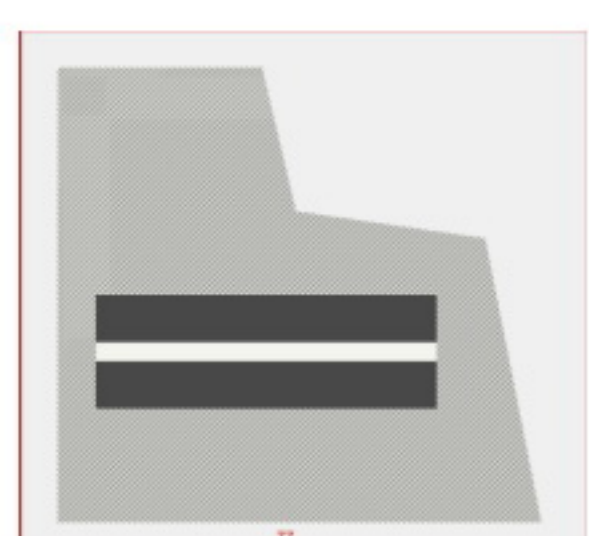
74_EXCELL



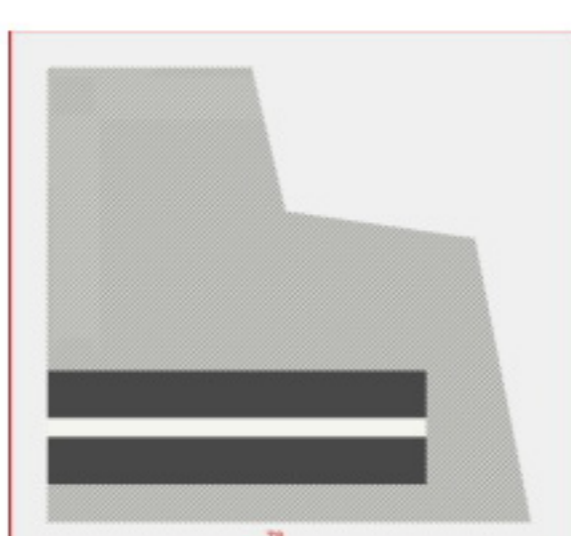
75_EXCELL



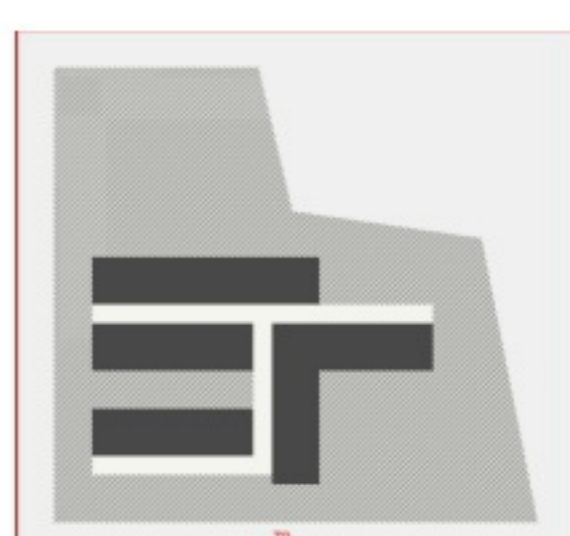
76_EXCELL



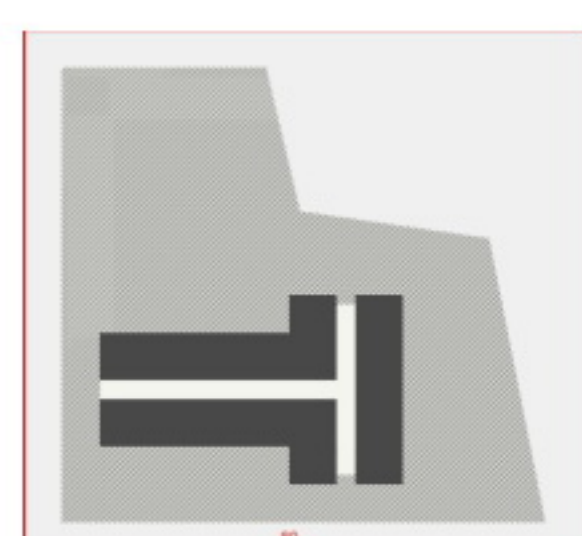
77_EXCELL



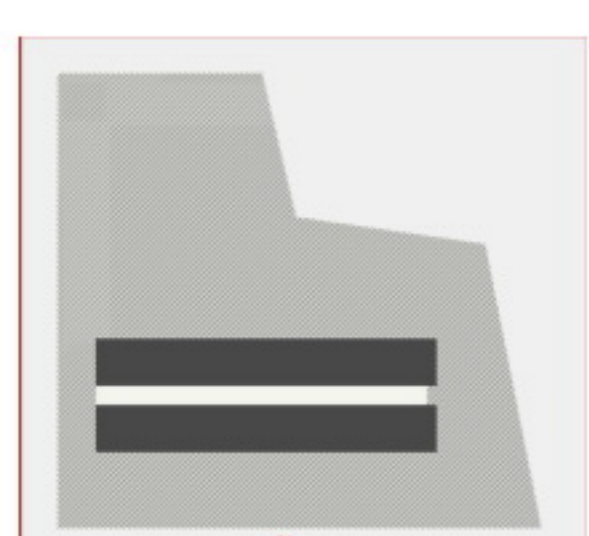
78_EXCELL



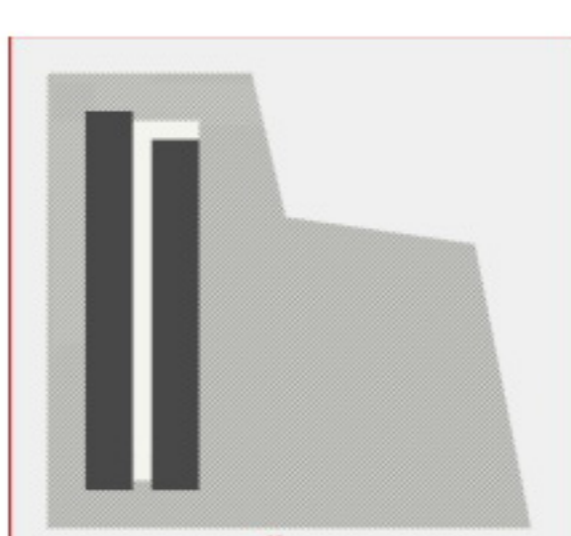
79_EXCELL



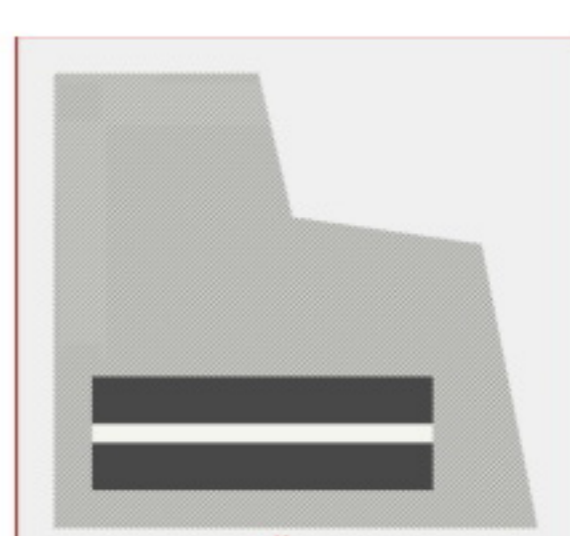
80_EXCELL



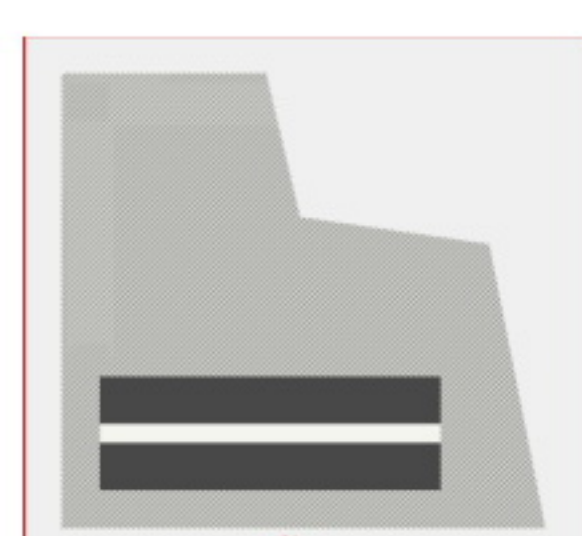
81_EXCELL



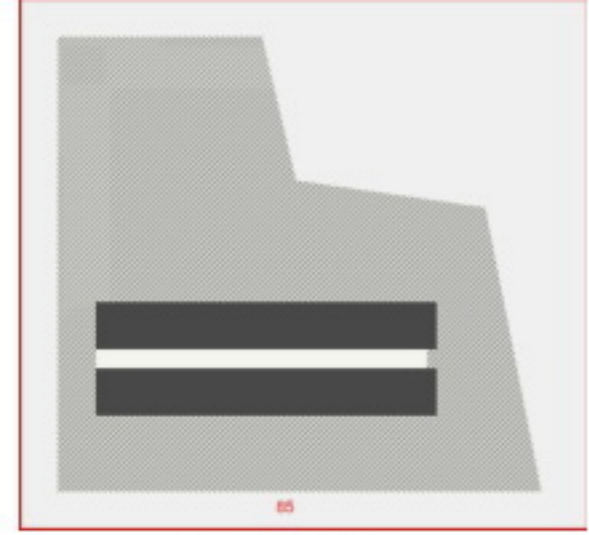
82_EXCELL



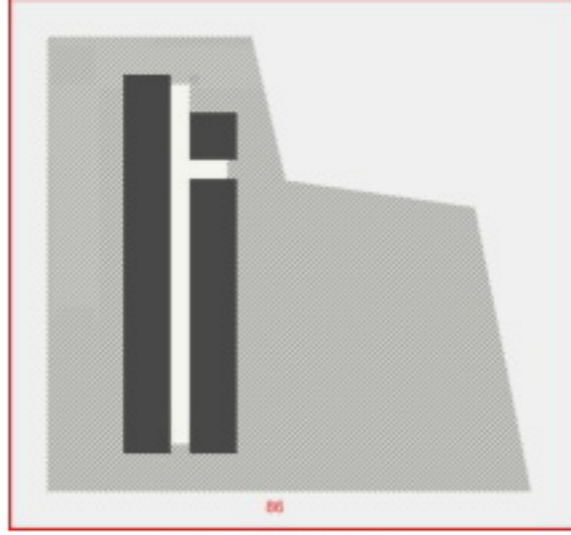
83_EXCELL



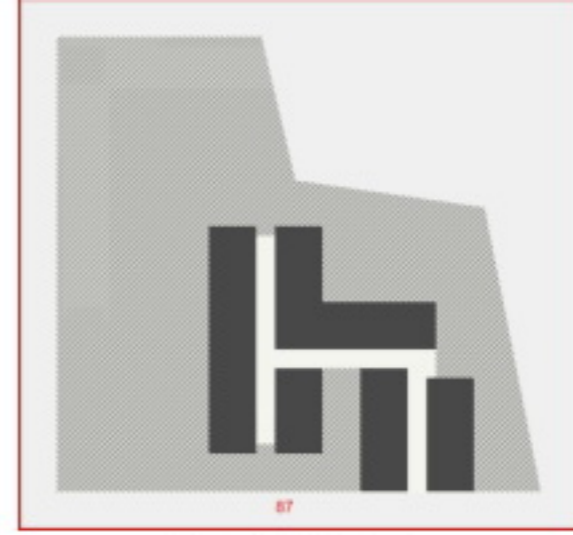
84_EXCELL



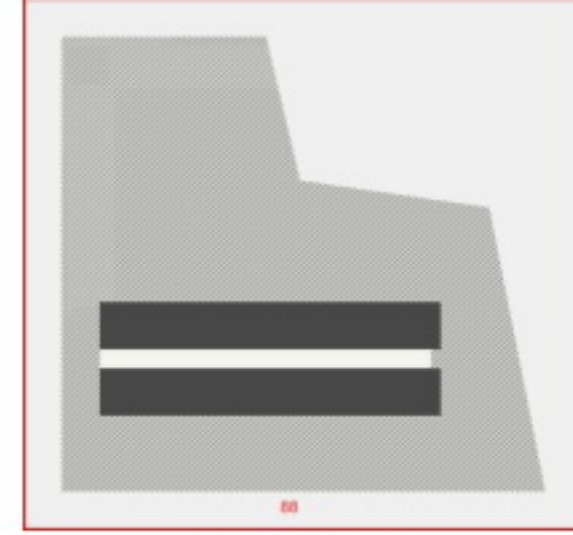
85_EXCELL



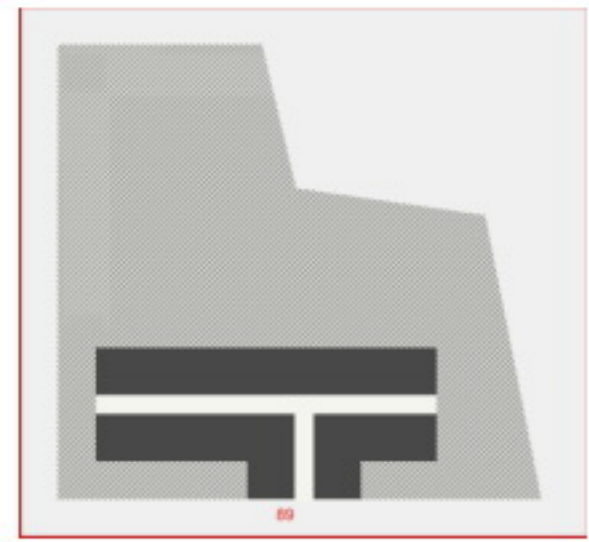
86_EXCELL



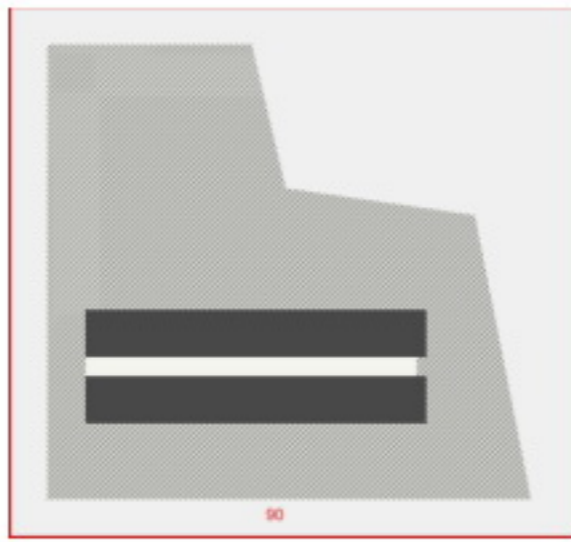
87_EXCELL



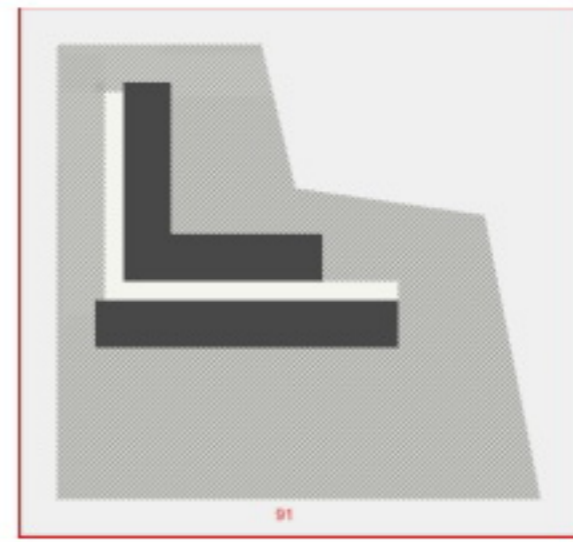
88_EXCELL



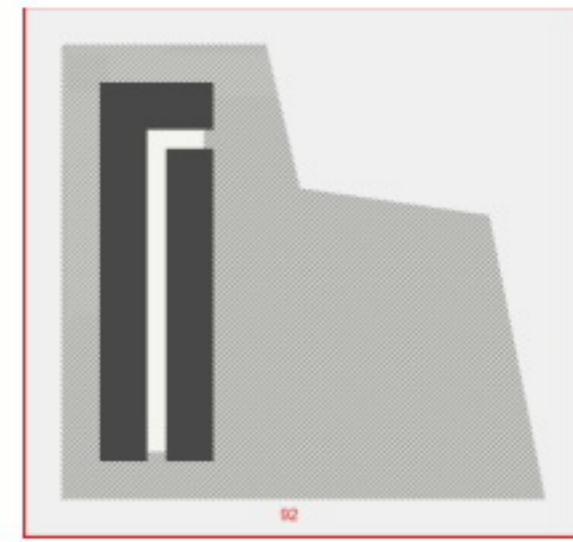
89_EXCELL



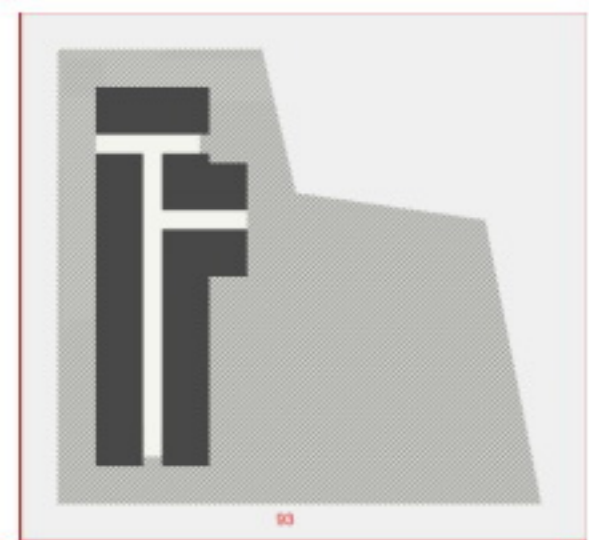
90_EXCELL



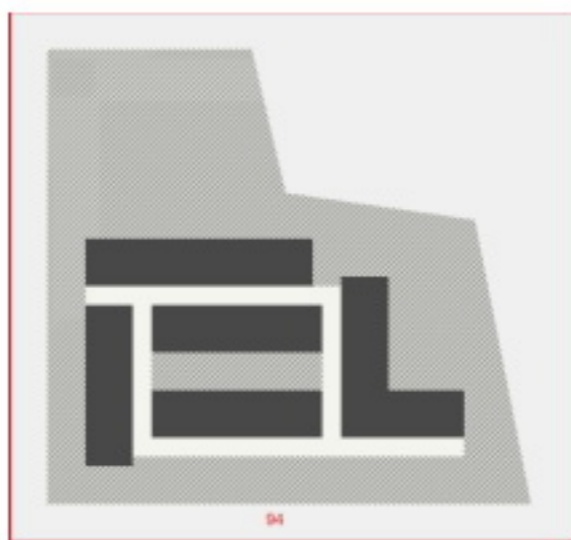
91_EXCELL



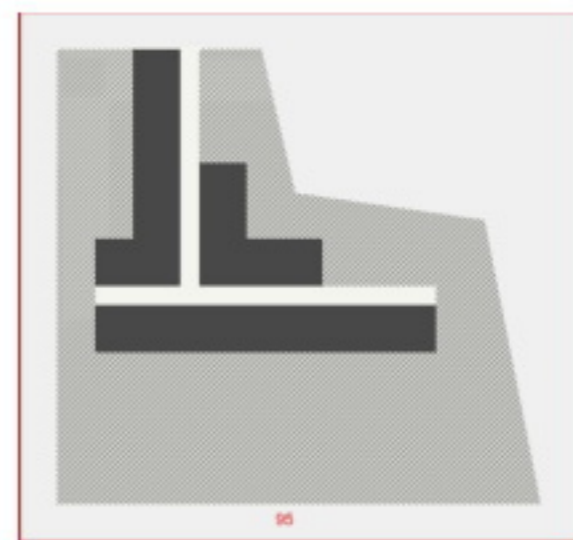
92_EXCELL



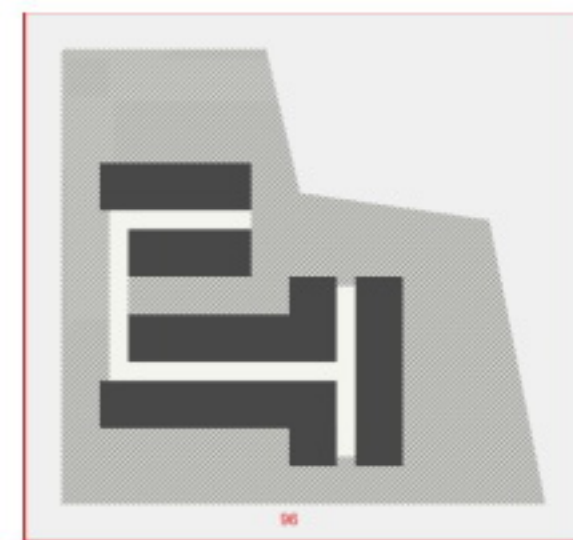
93_EXCELL



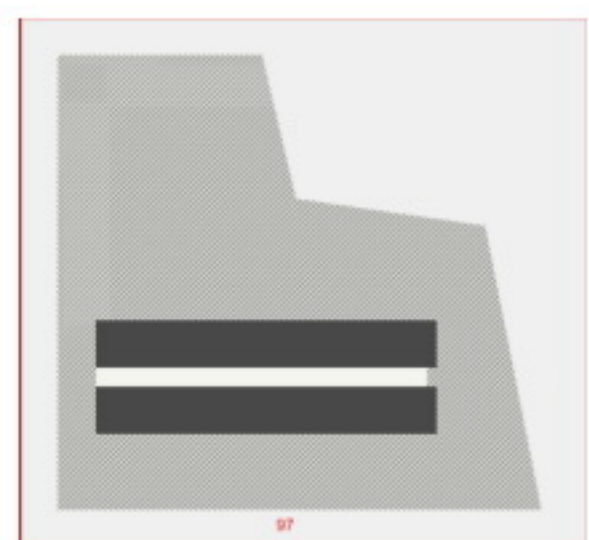
94_EXCELL



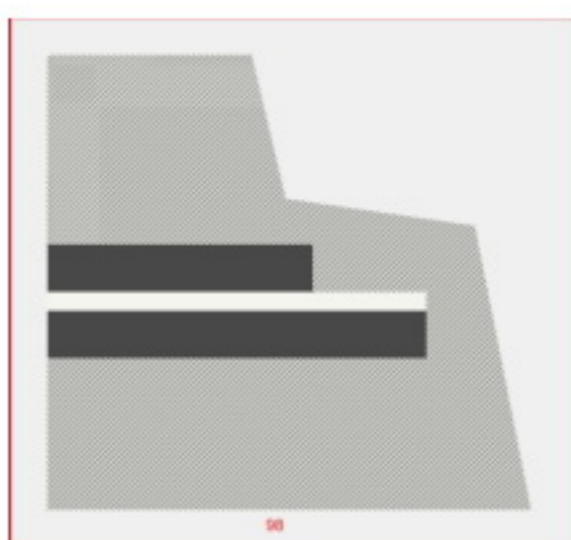
95_EXCELL



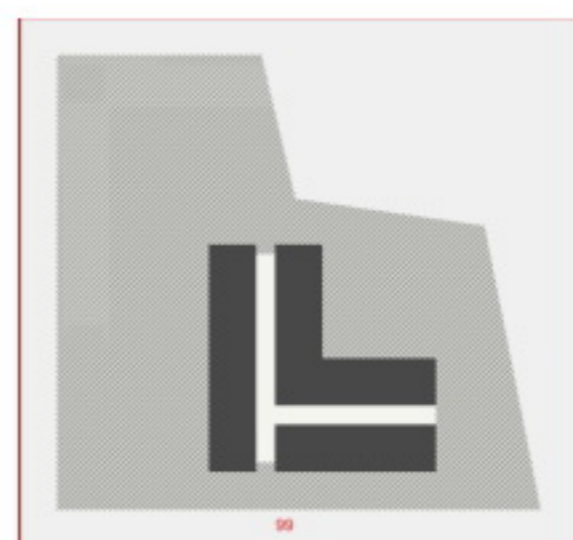
96_EXCELL



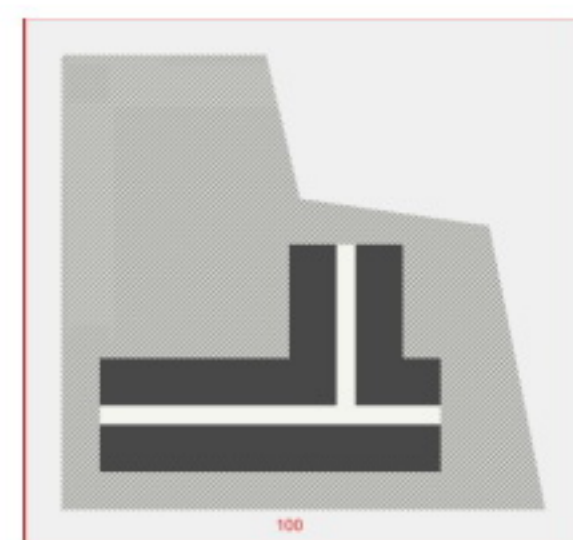
97_EXCELL



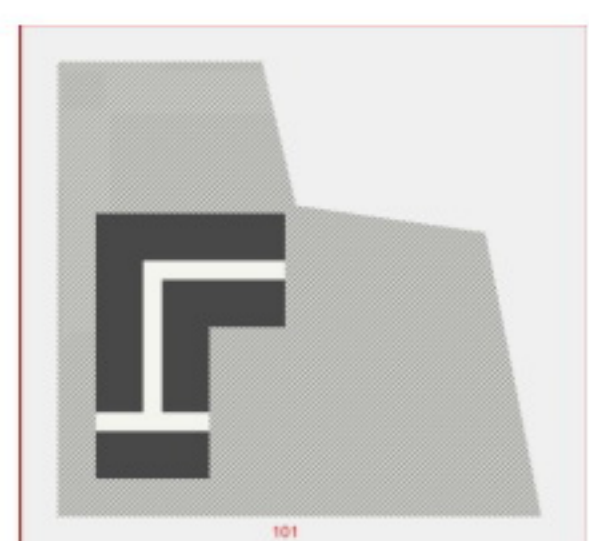
98_EXCELL



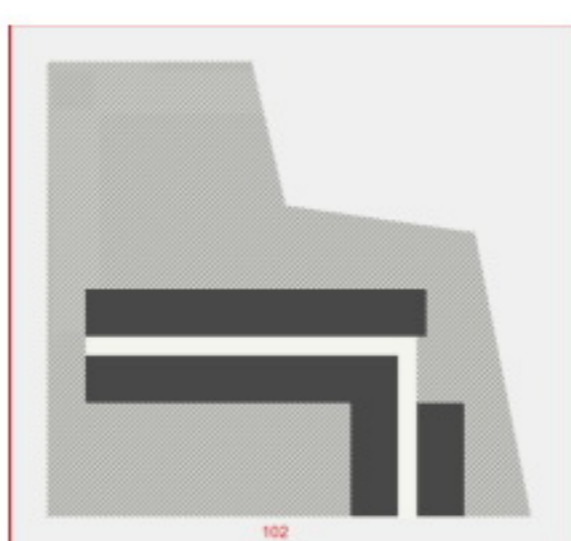
99_EXCELL



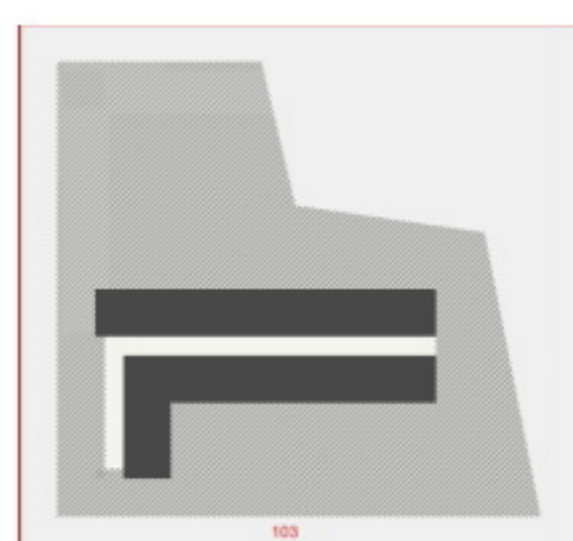
100_EXCELL



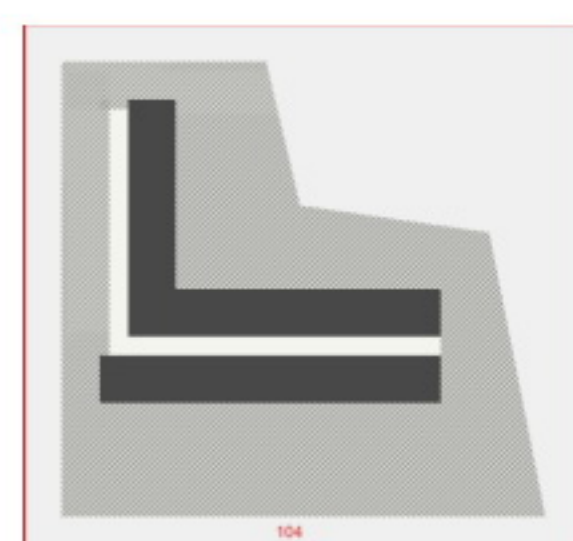
101_EXCELL



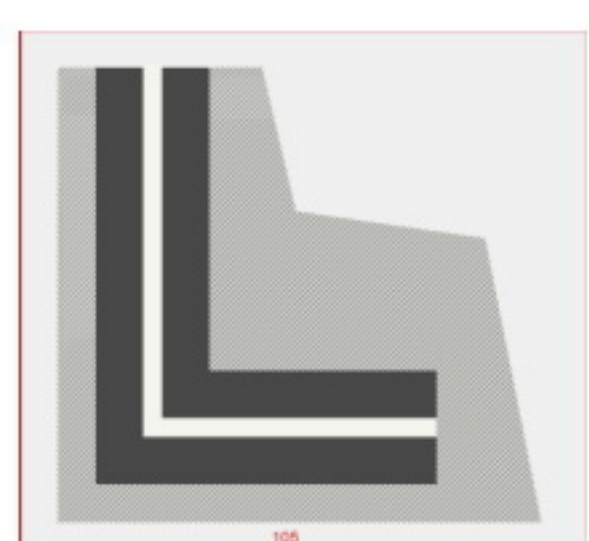
102_EXCELL



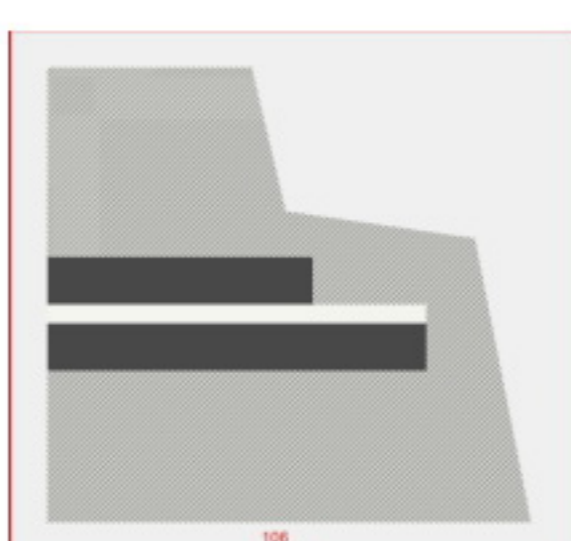
103_EXCELL



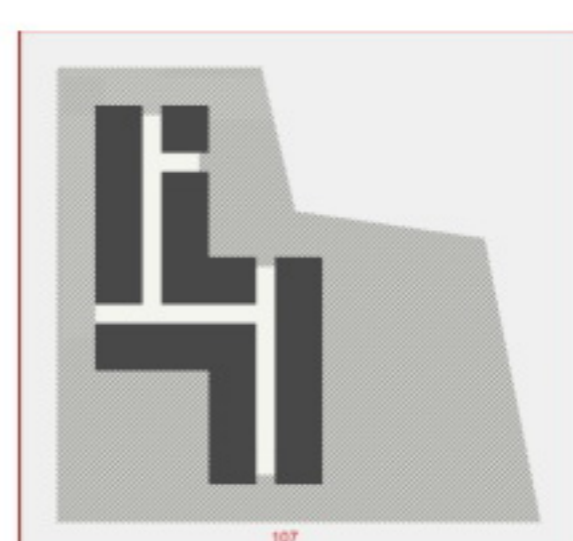
104_EXCELL



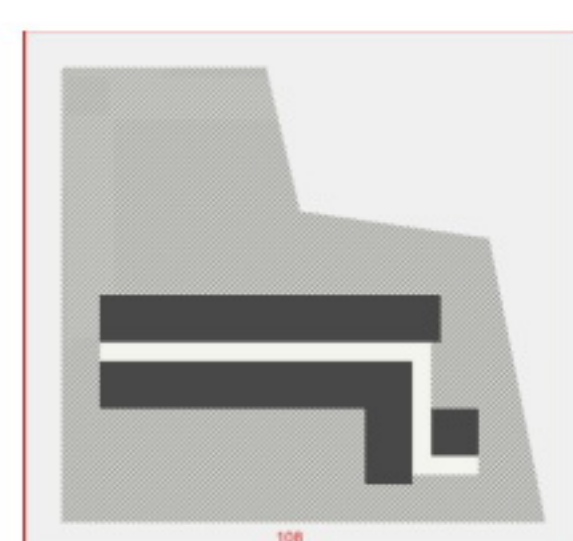
105_EXCELL



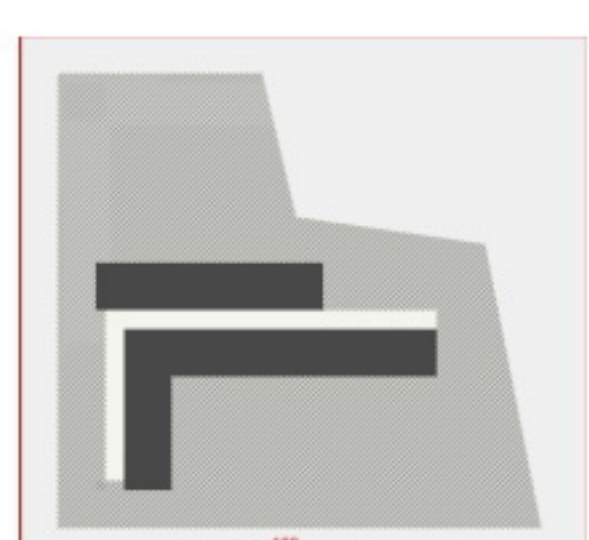
106_EXCELL



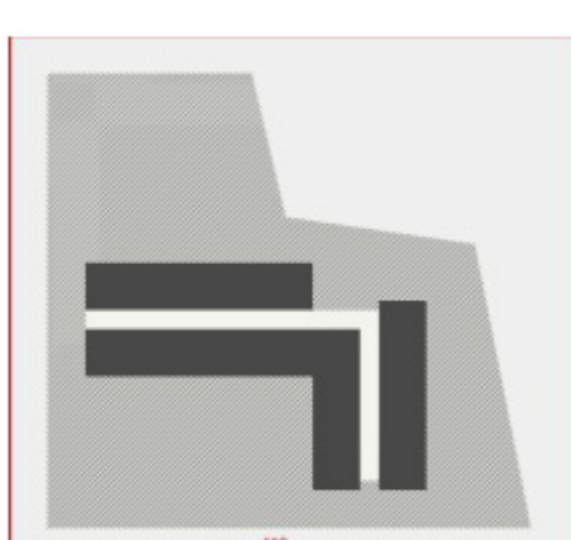
107_EXCELL



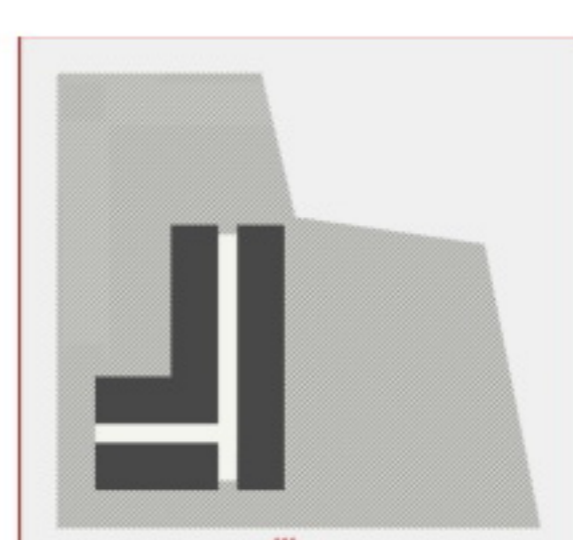
108_EXCELL



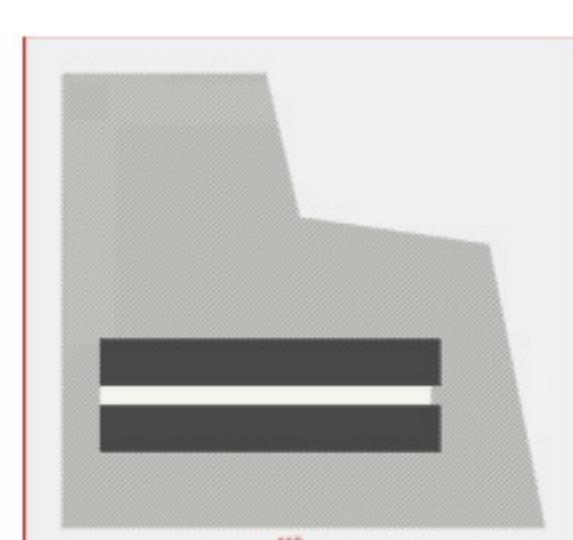
109_EXCELL



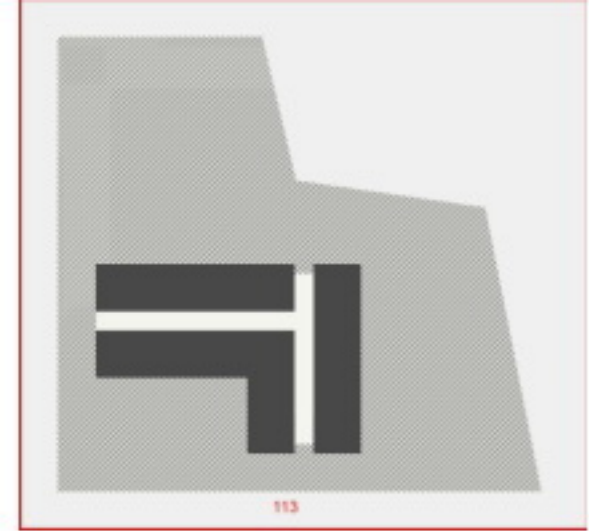
110_EXCELL



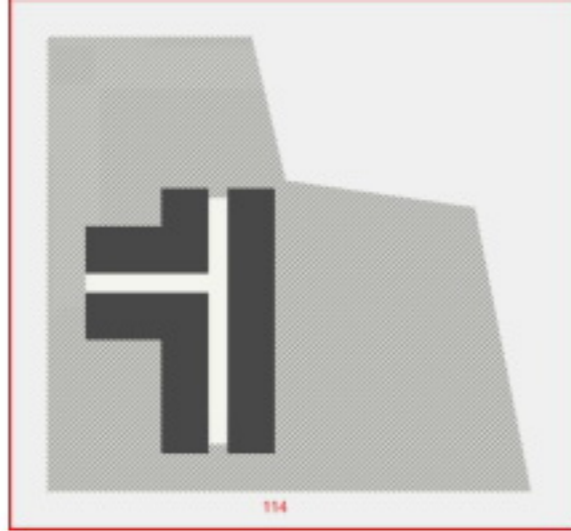
111_EXCELL



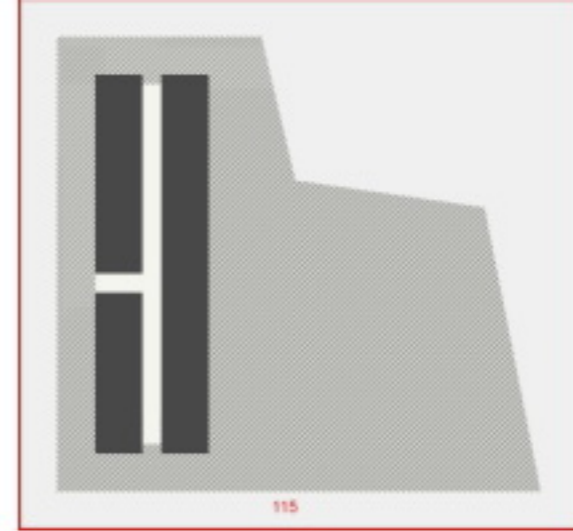
112_EXCELL



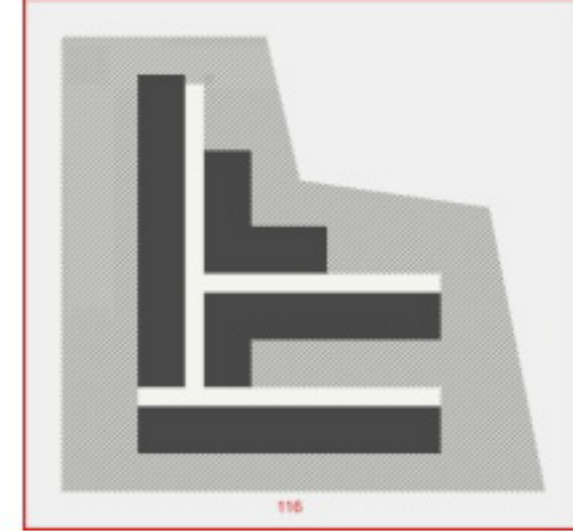
113_EXCELL



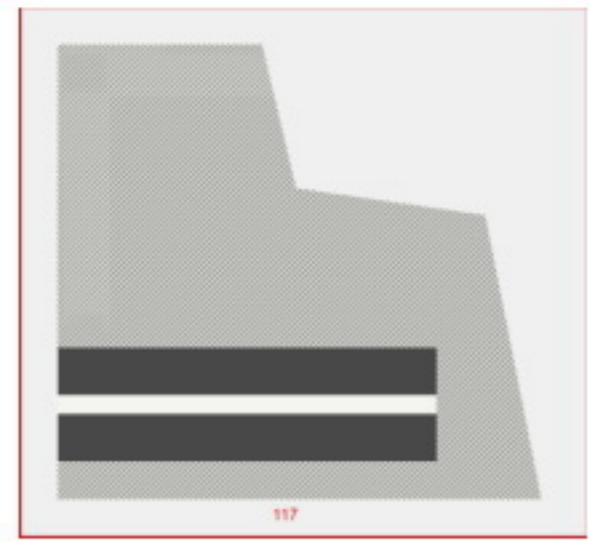
114_EXCELL



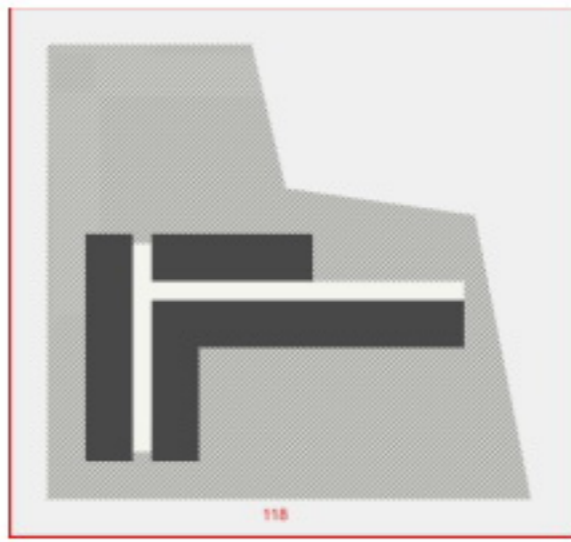
115_EXCELL



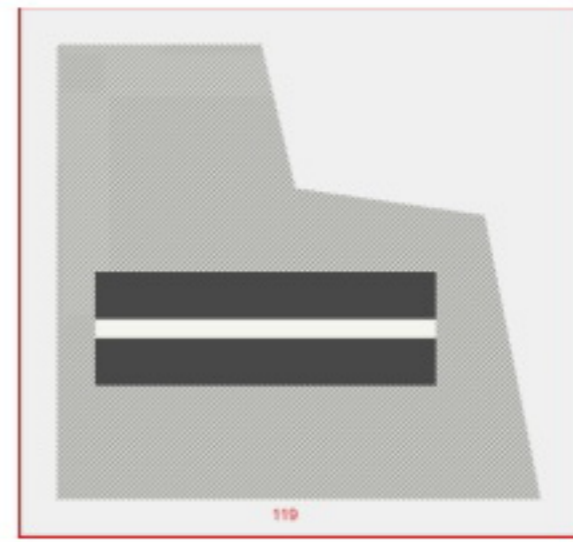
116_EXCELL



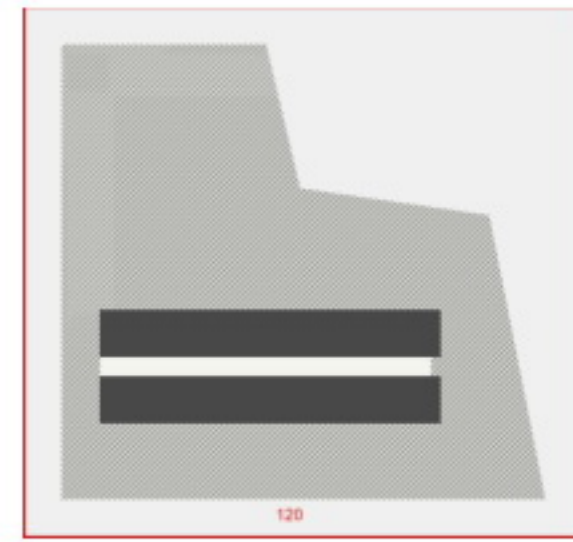
117_EXCELL



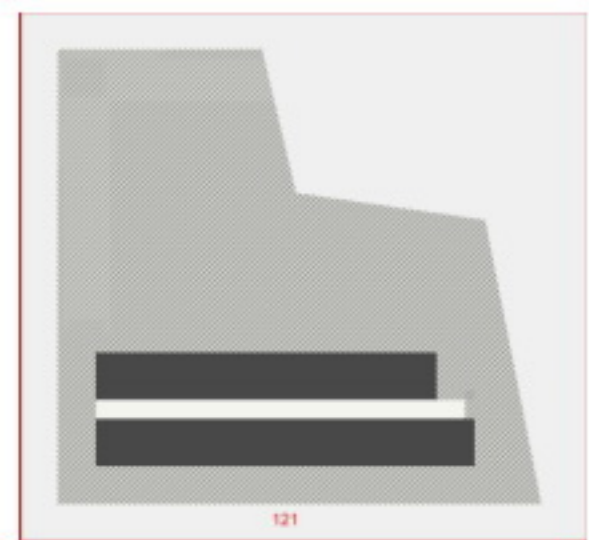
118_EXCELL



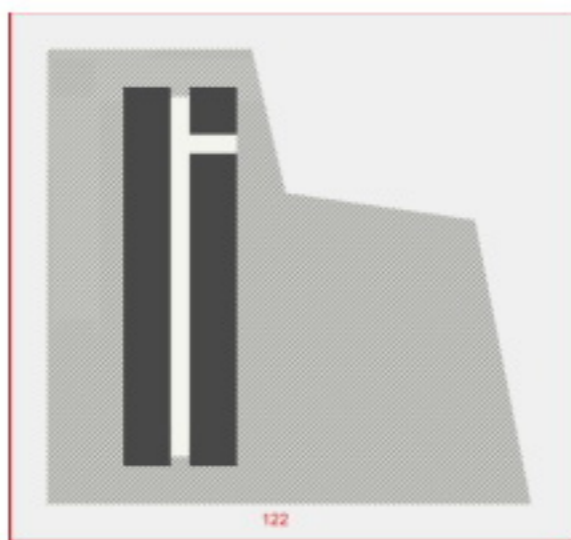
119_EXCELL



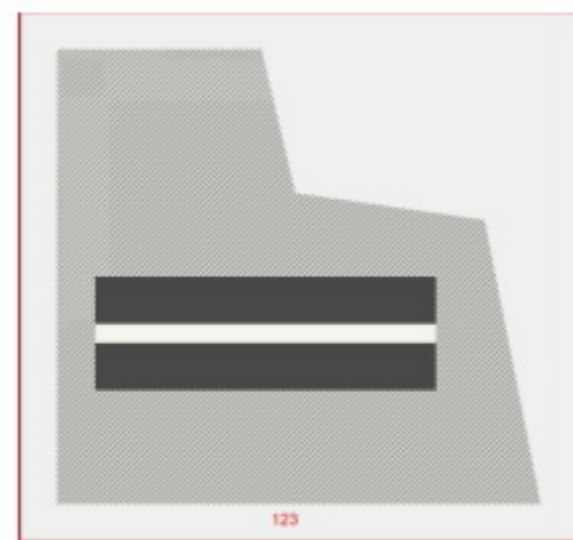
120_EXCELL



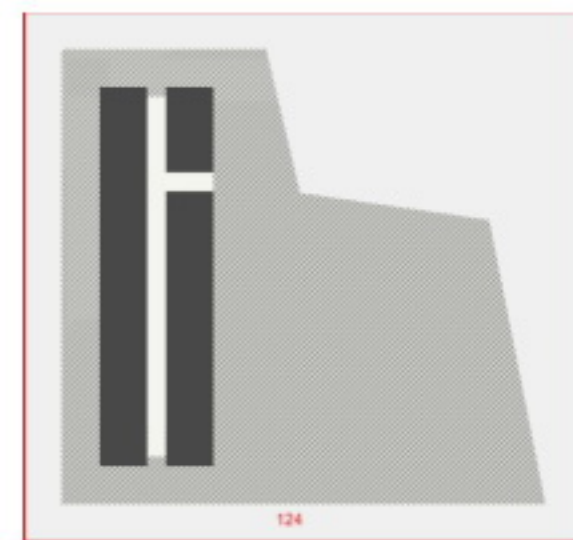
121_EXCELL



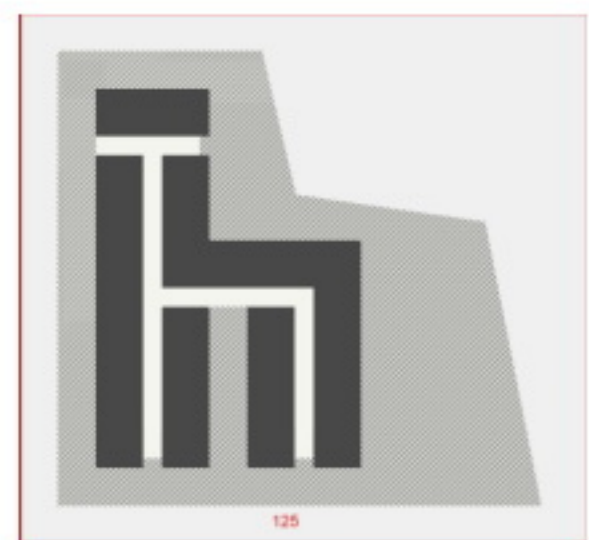
122_EXCELL



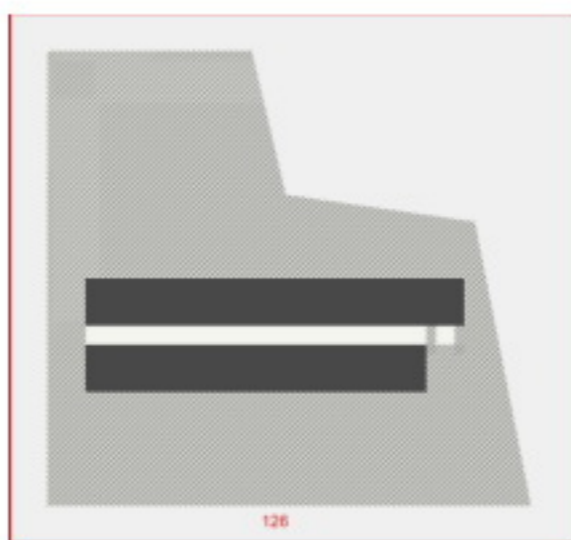
123_EXCELL



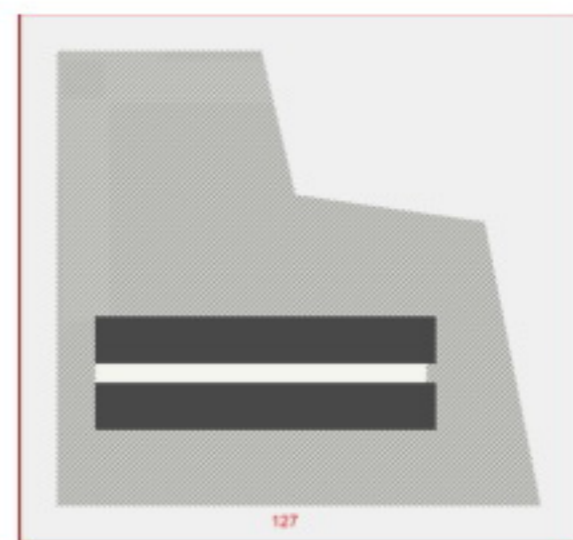
124_EXCELL



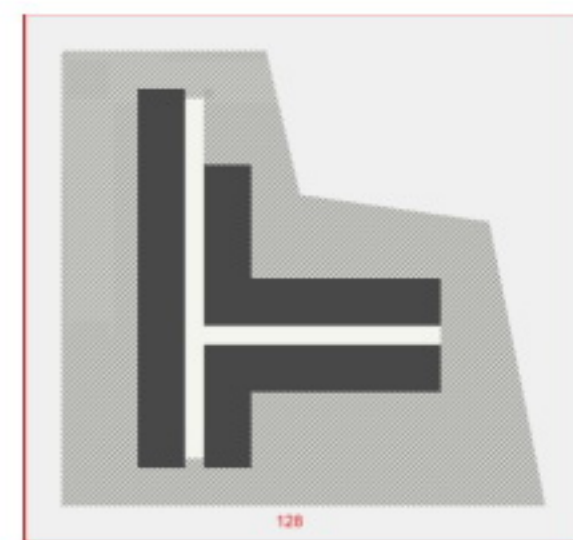
125_EXCELL



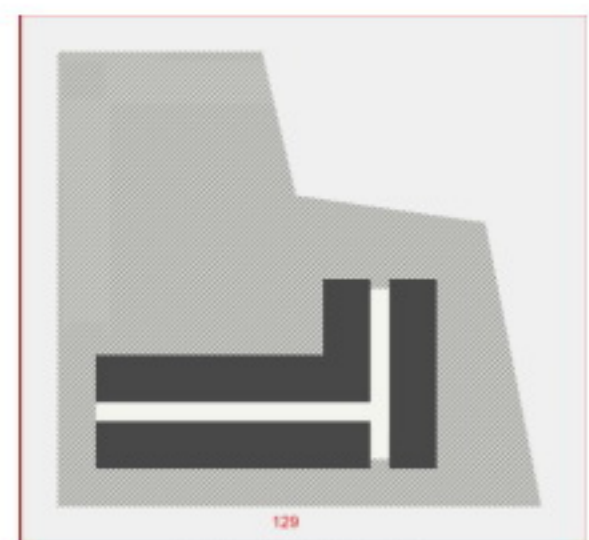
126_EXCELL



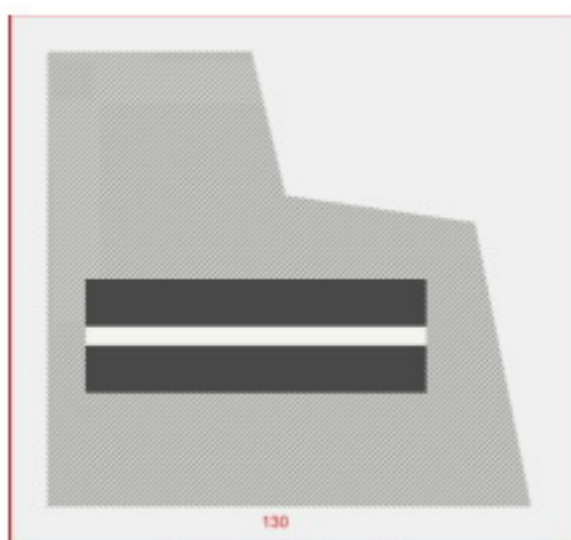
127_EXCELL



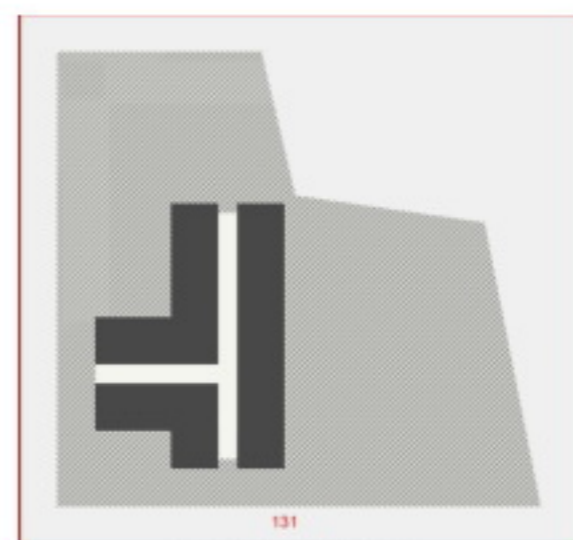
128_EXCELL



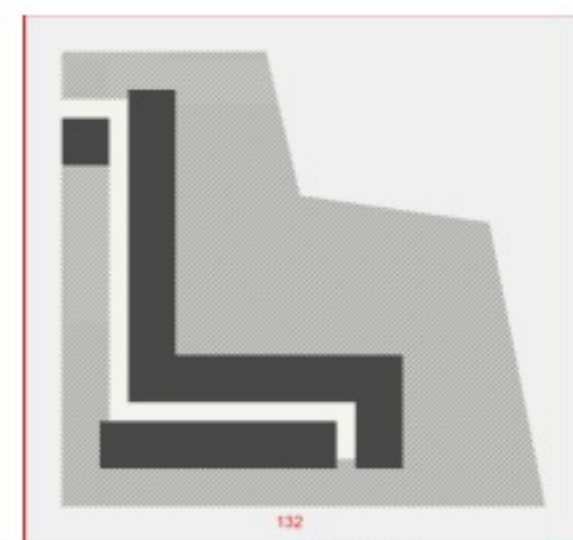
129_EXCELL



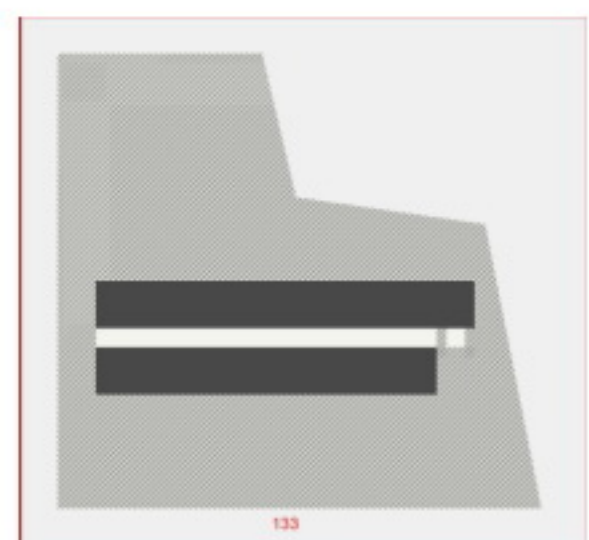
130_EXCELL



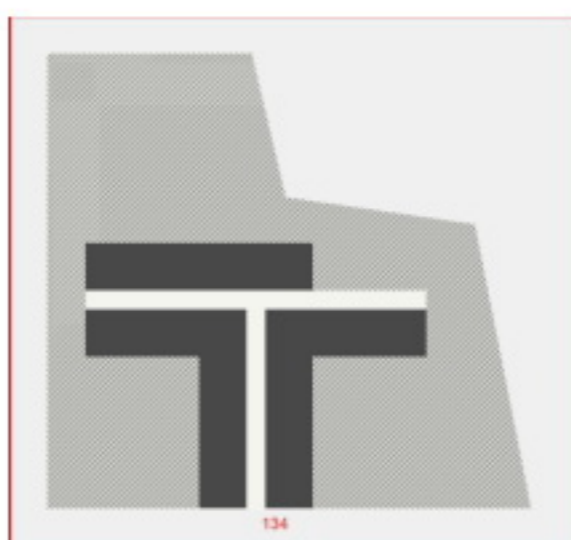
131_EXCELL



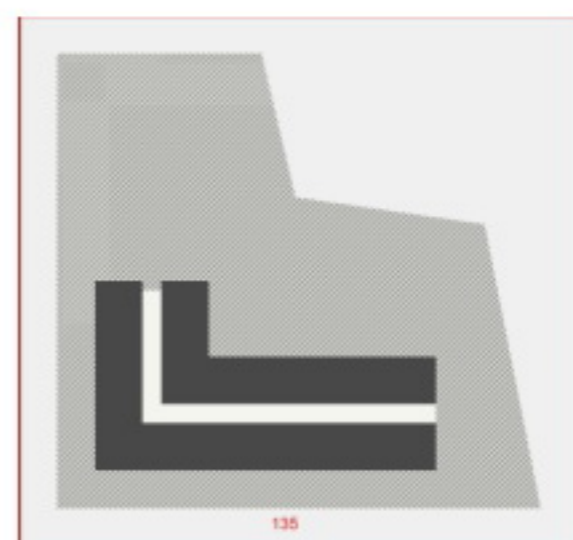
132_EXCELL



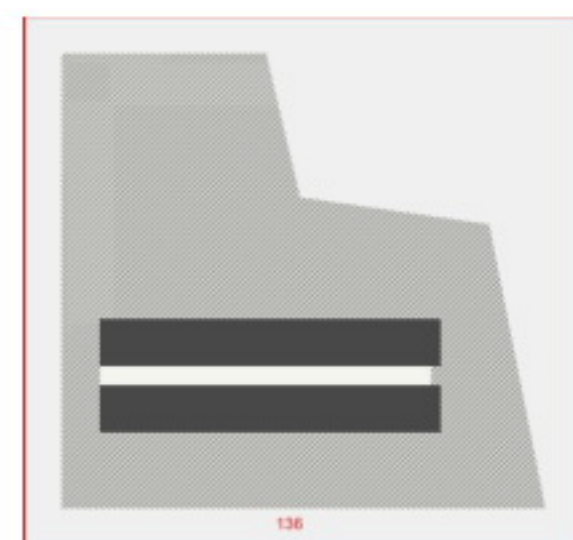
133_EXCELL



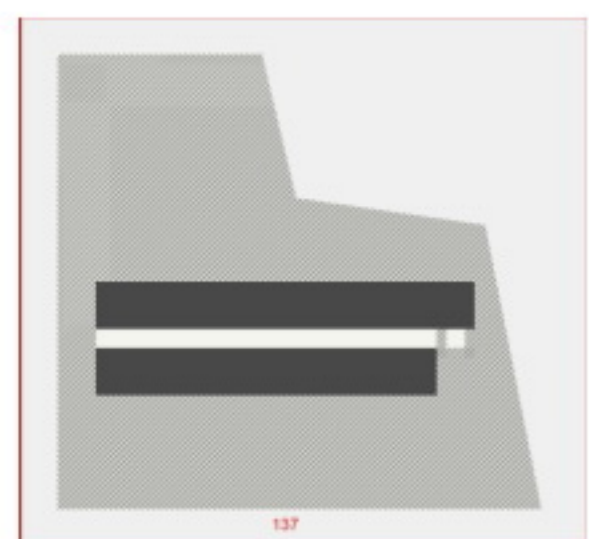
134_EXCELL



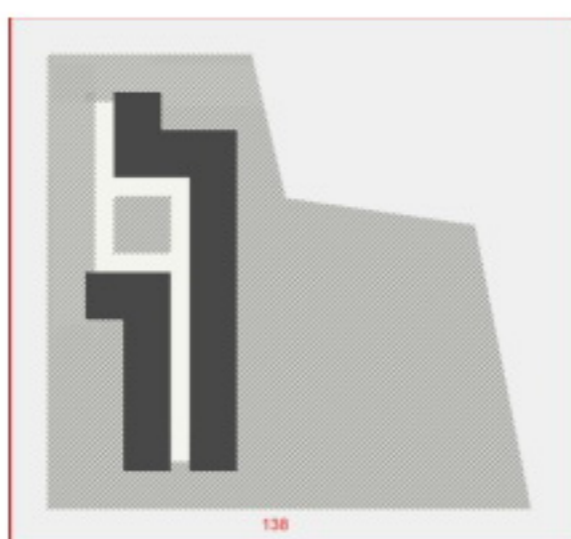
135_EXCELL



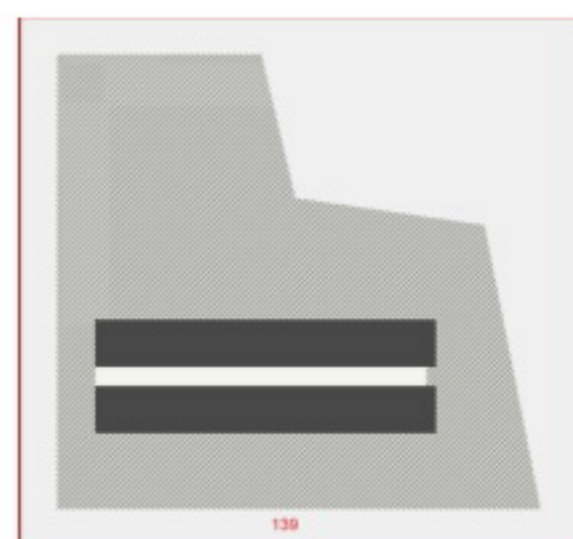
136_EXCELL



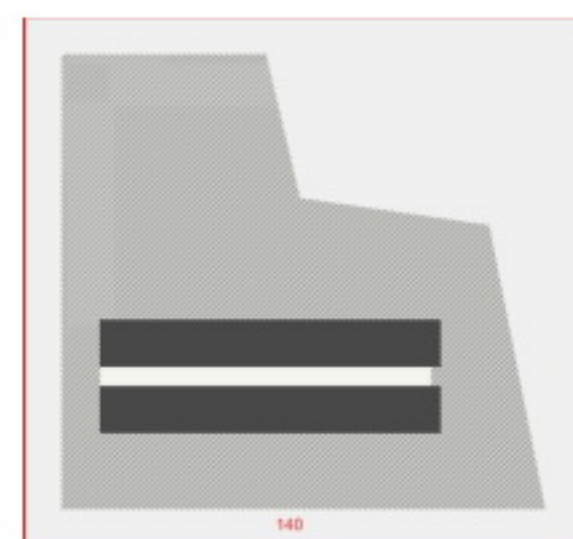
137_EXCELL



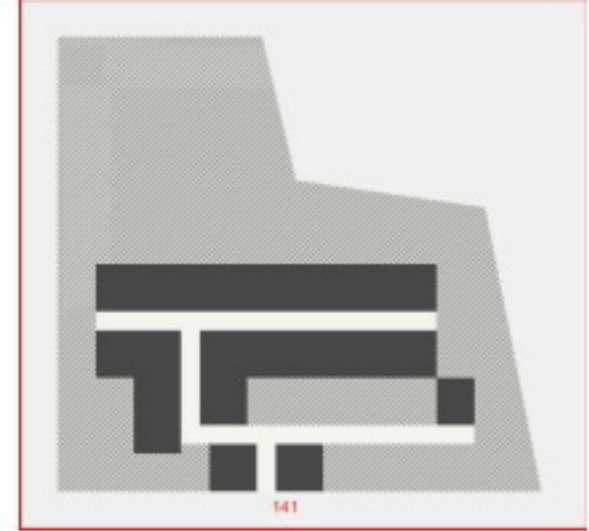
138_EXCELL



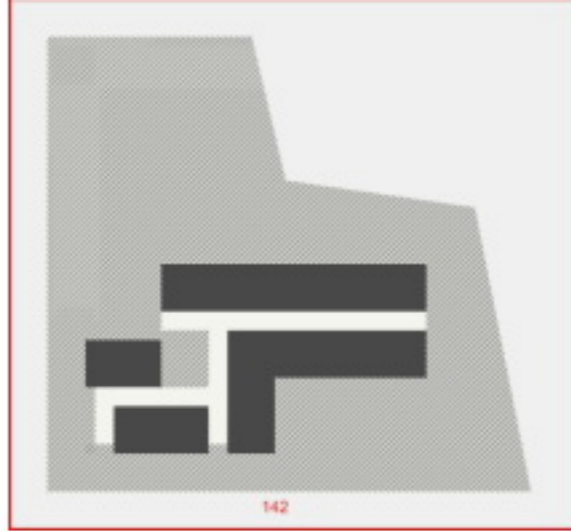
139_EXCELL



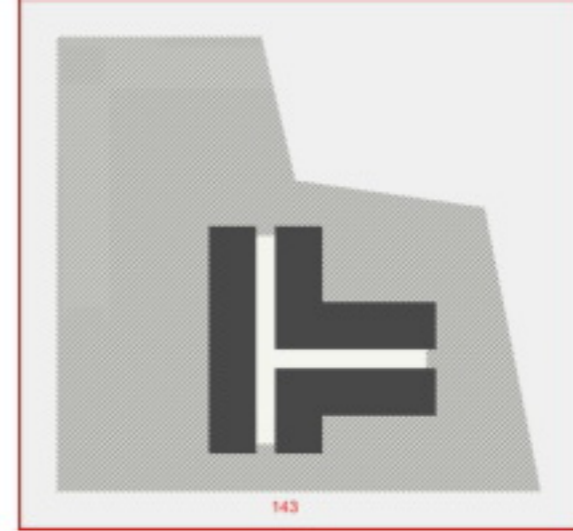
140_EXCELL



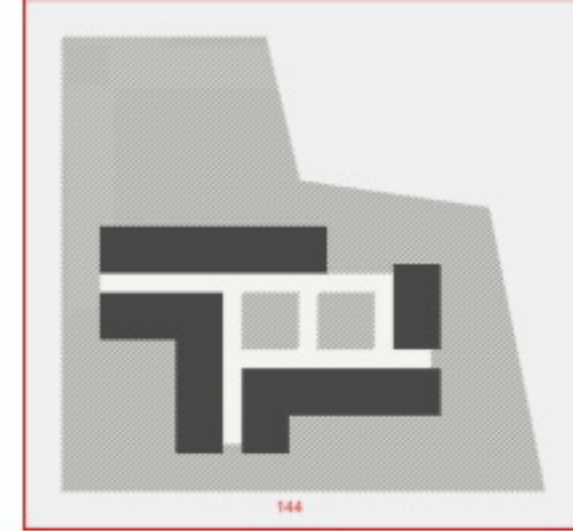
141_EXCELL



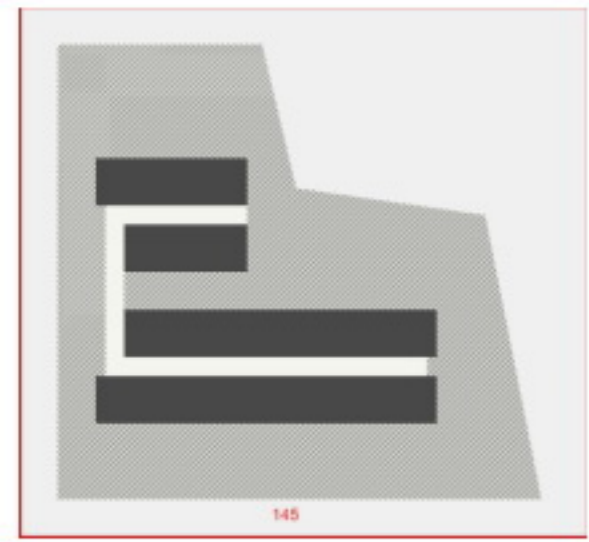
142_EXCELL



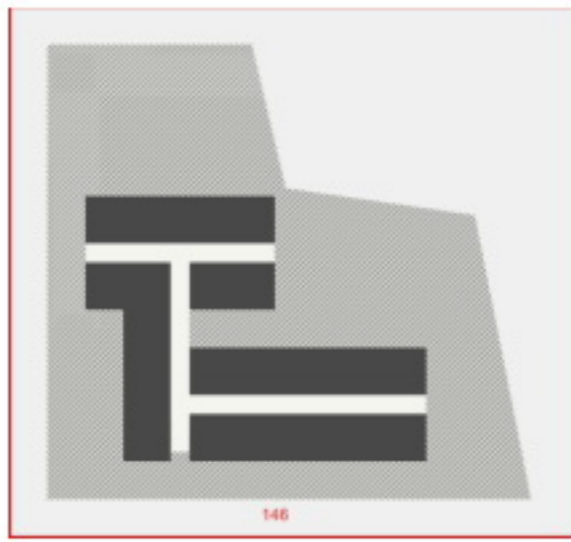
143_EXCELL



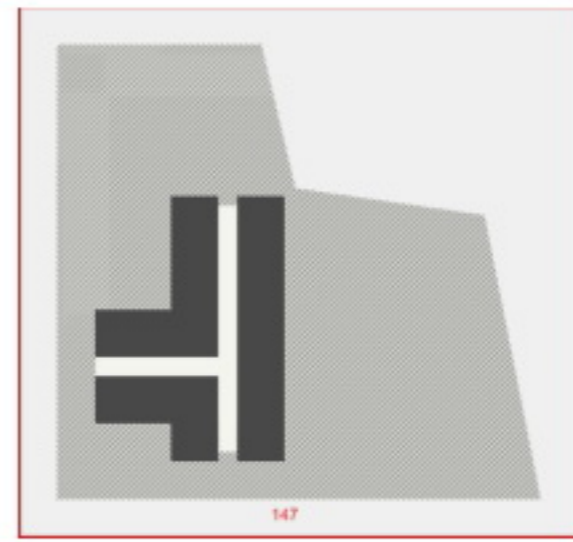
144_EXCELL



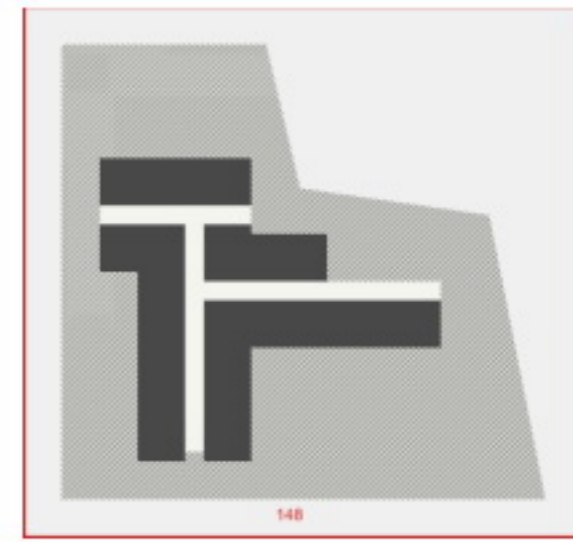
145_EXCELL



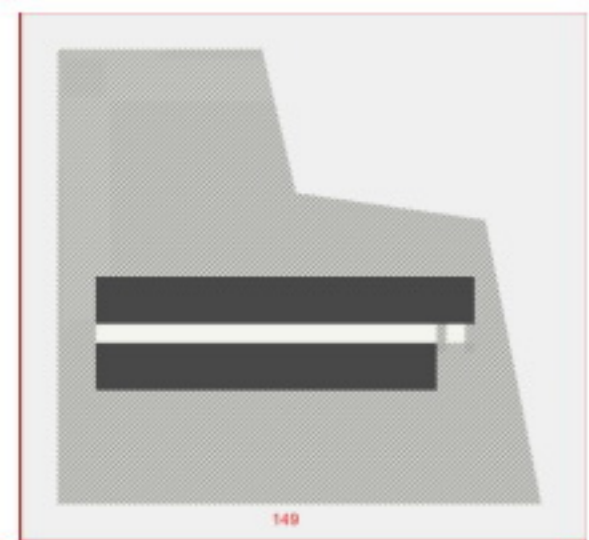
146_EXCELL



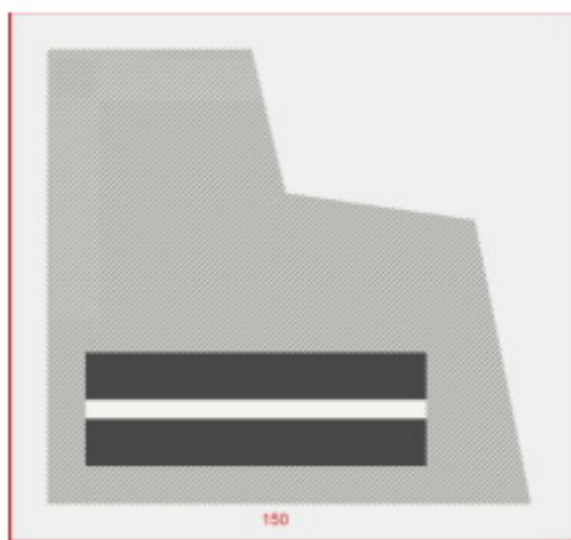
147_EXCELL



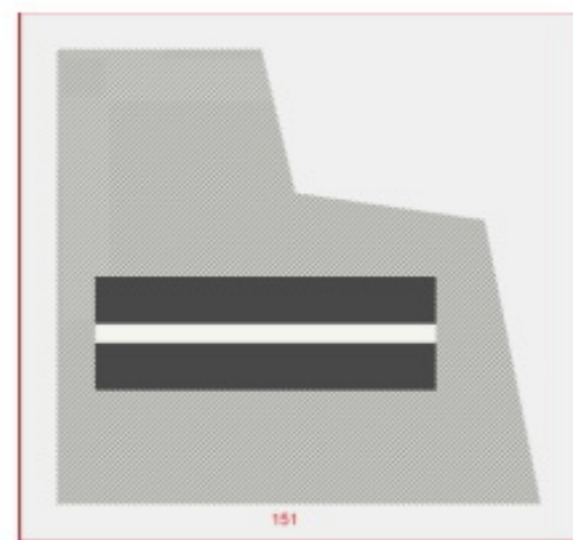
148_EXCELL



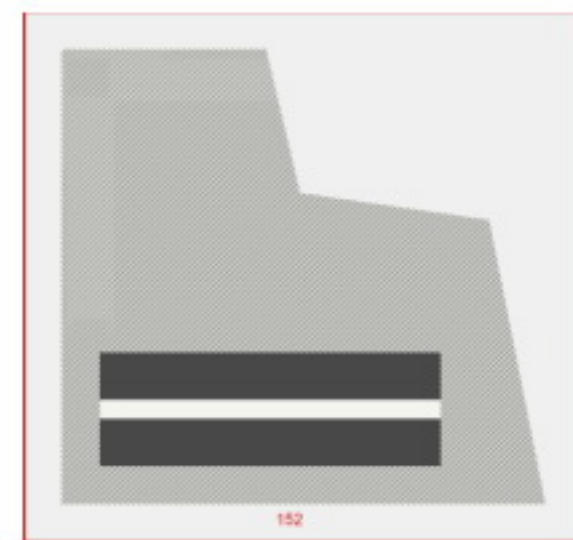
149_EXCELL



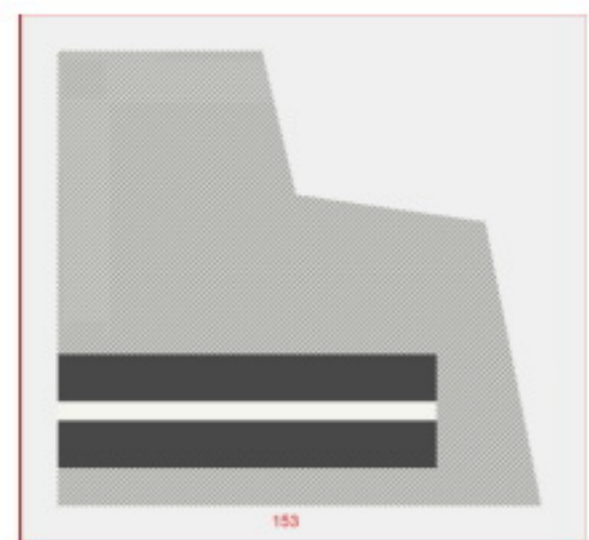
150_EXCELL



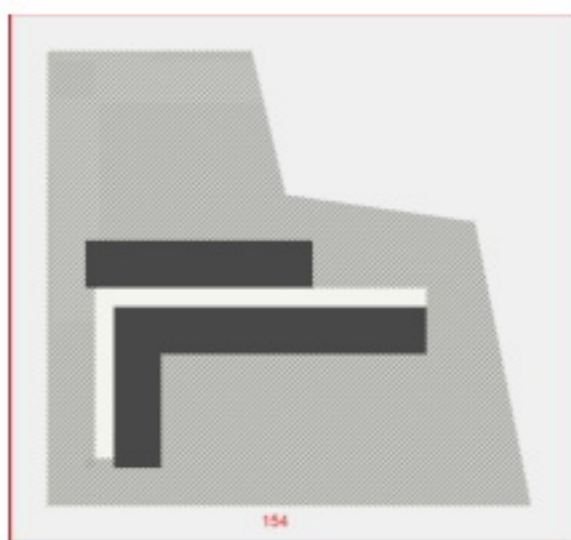
151_EXCELL



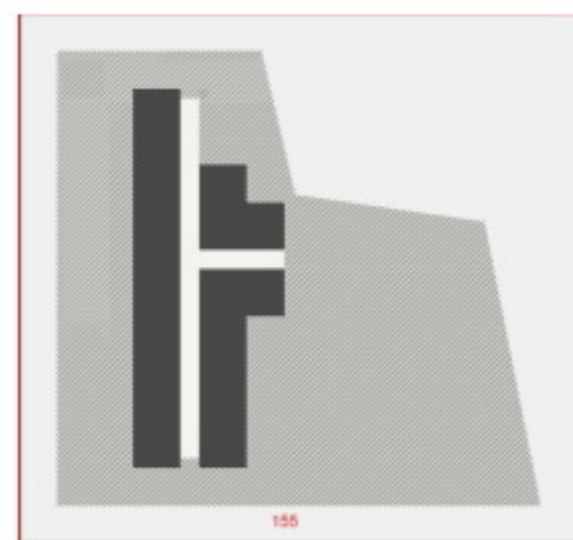
152_EXCELL



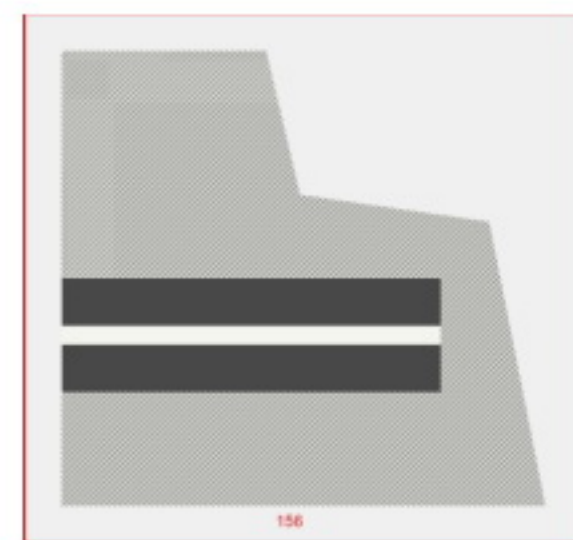
153_EXCELL



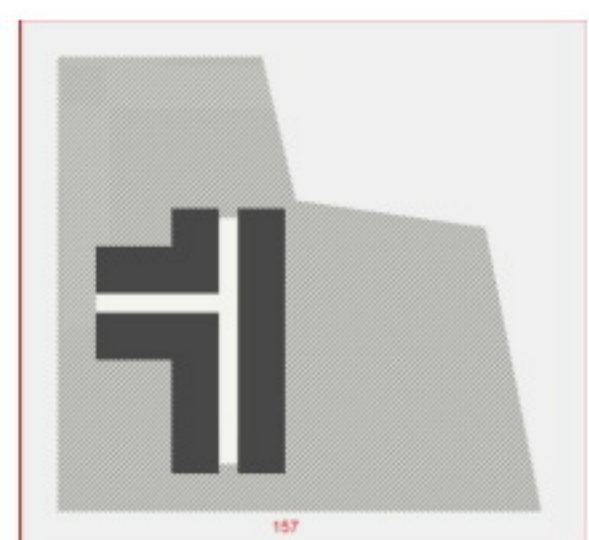
154_EXCELL



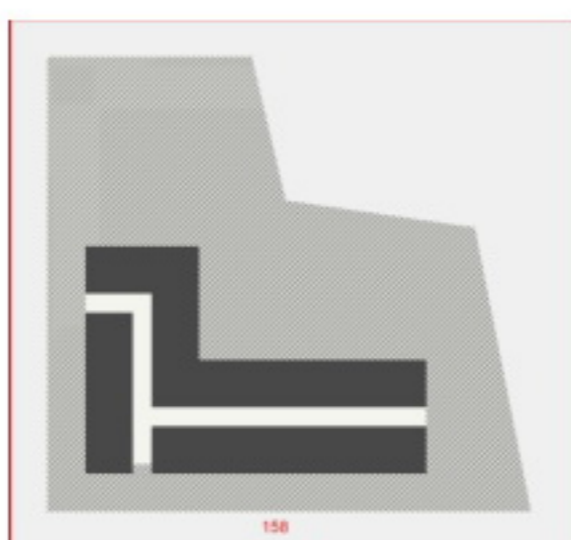
155_EXCELL



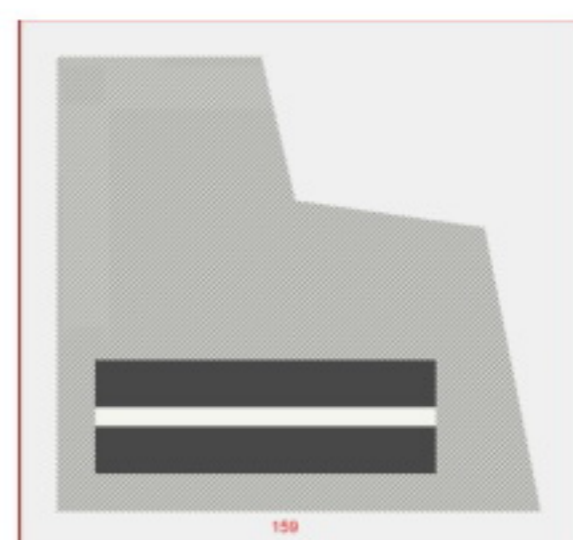
156_EXCELL



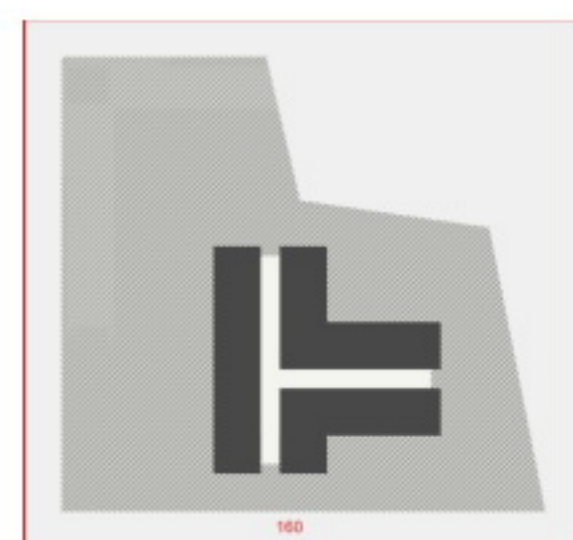
157_EXCELL



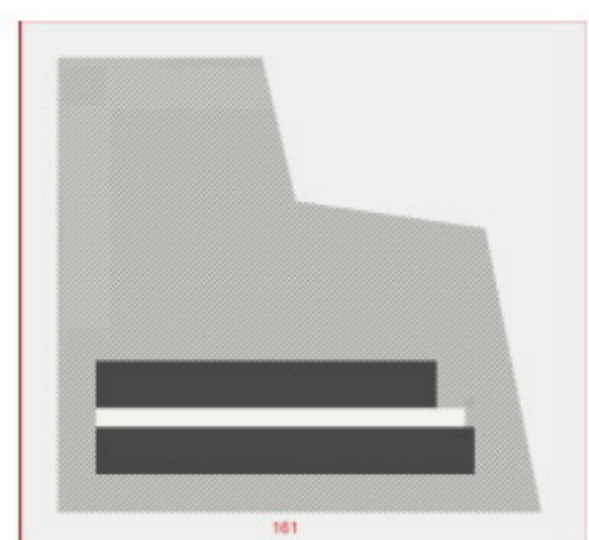
158_EXCELL



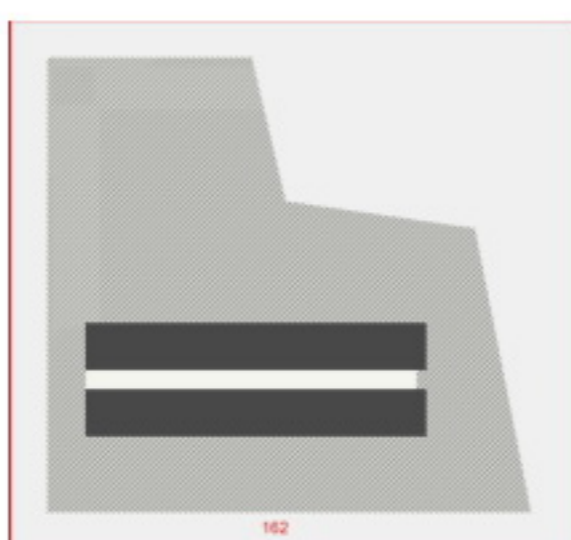
159_EXCELL



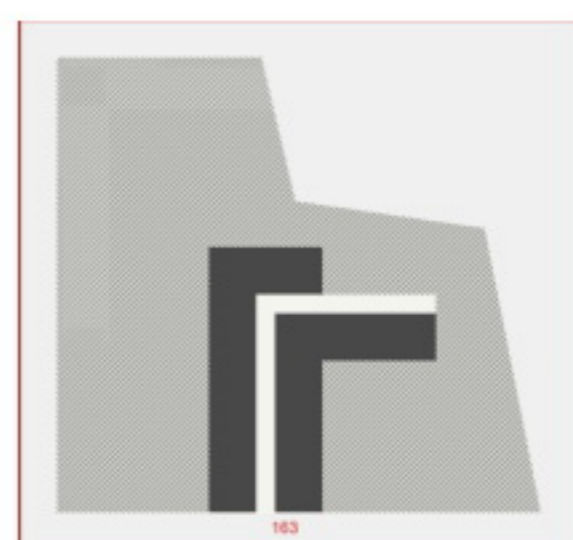
160_EXCELL



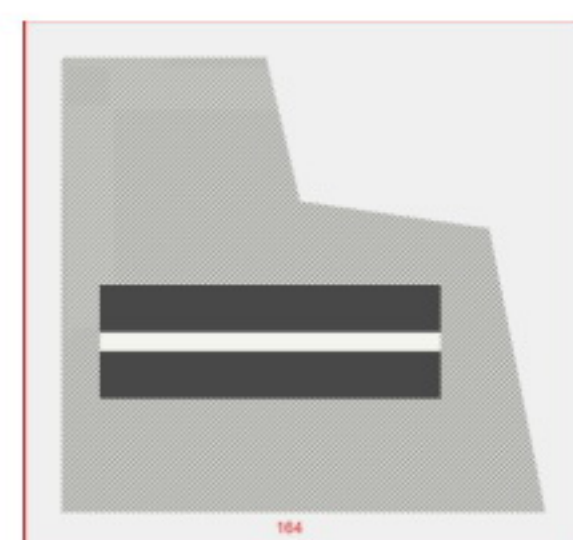
161_EXCELL



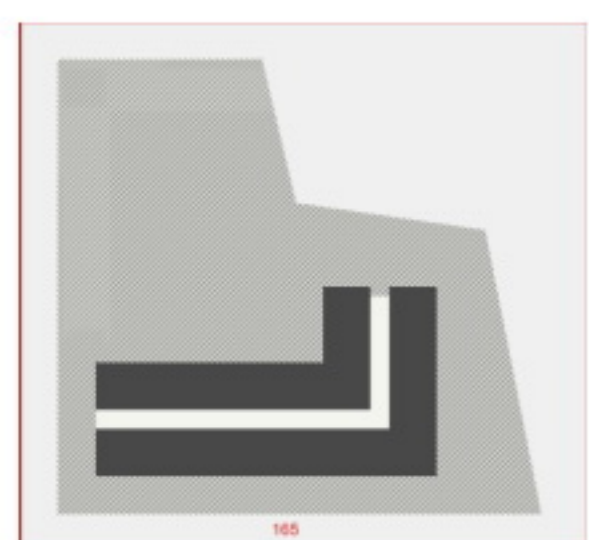
162_EXCELL



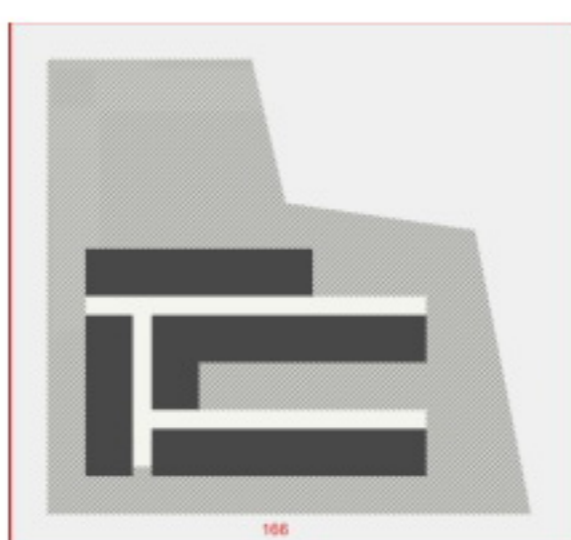
163_EXCELL



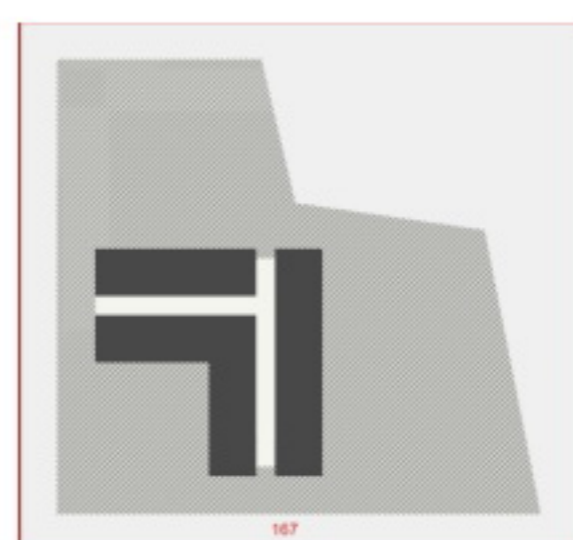
164_EXCELL



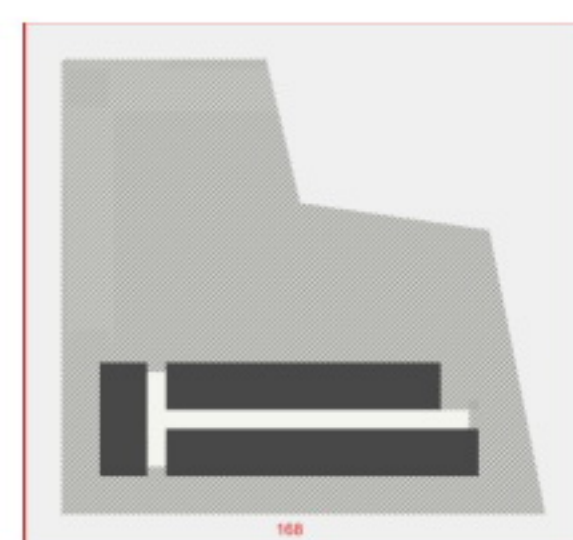
165_EXCELL



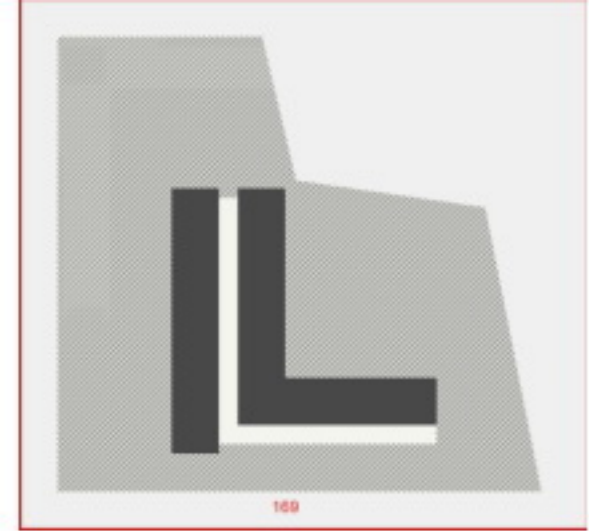
166_EXCELL



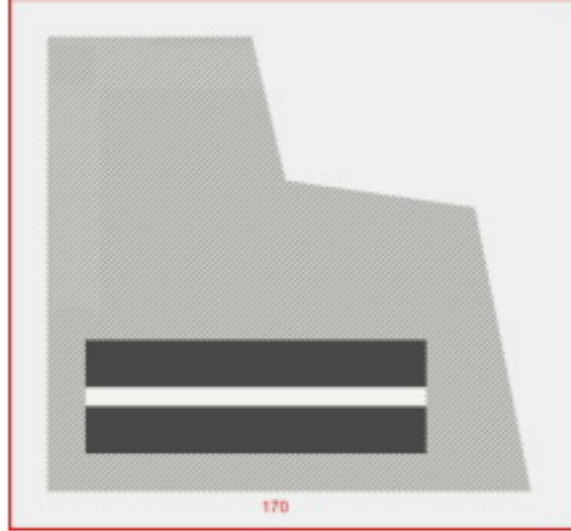
167_EXCELL



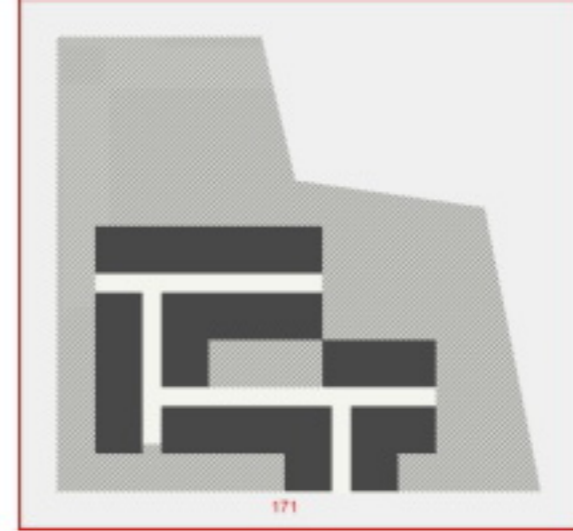
168_EXCELL



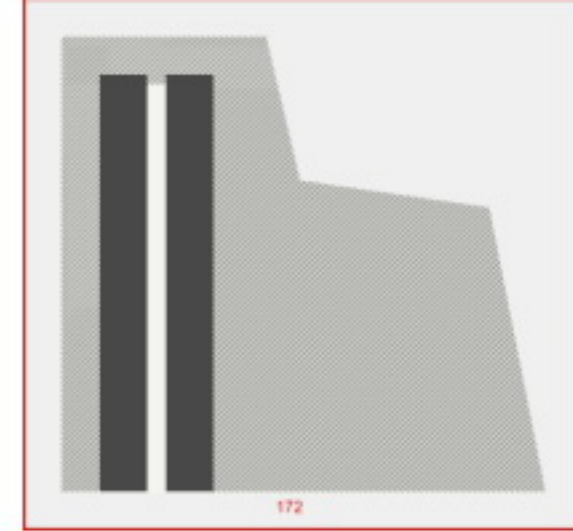
169_EXCELL



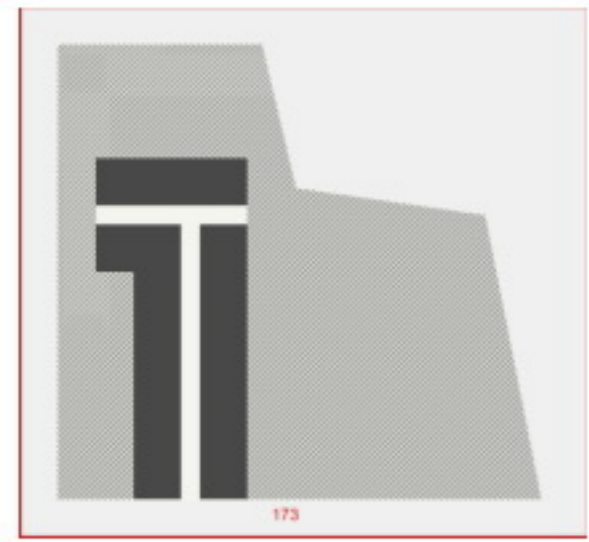
170_EXCELL



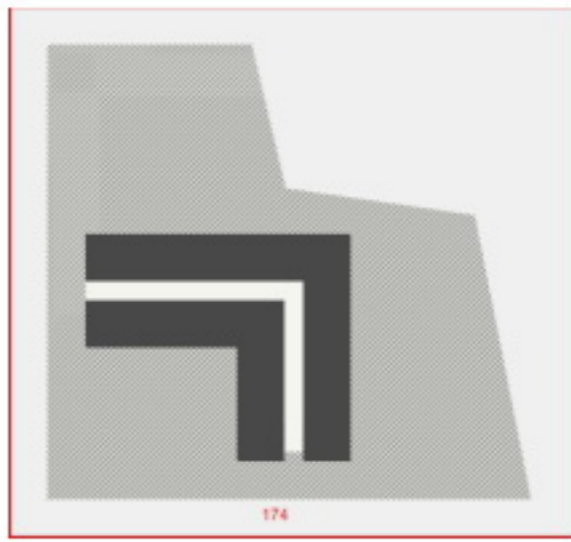
171_EXCELL



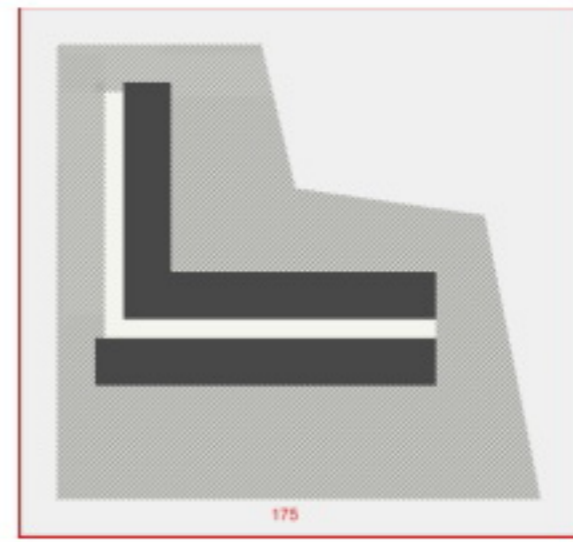
172_EXCELL



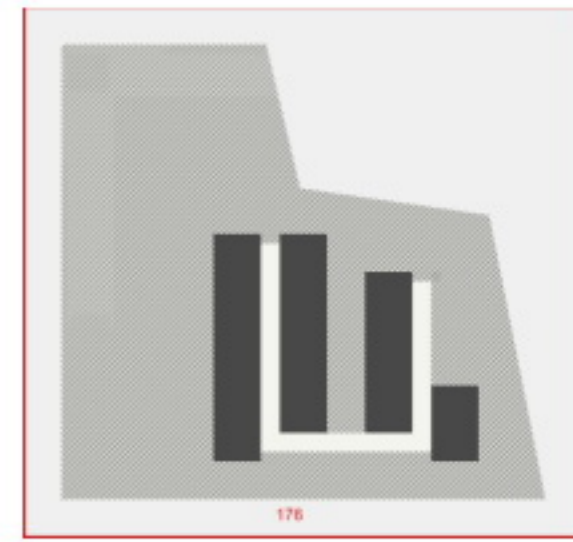
173_EXCELL



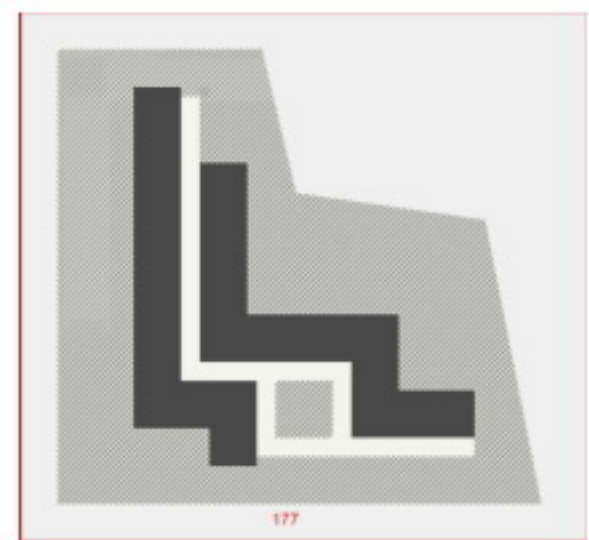
174_EXCELL



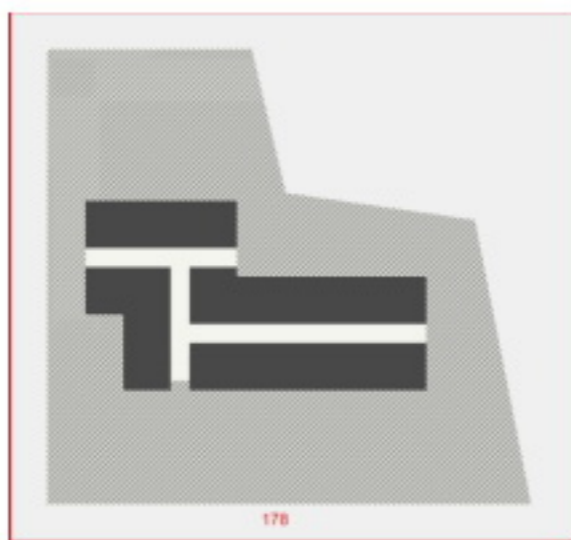
175_EXCELL



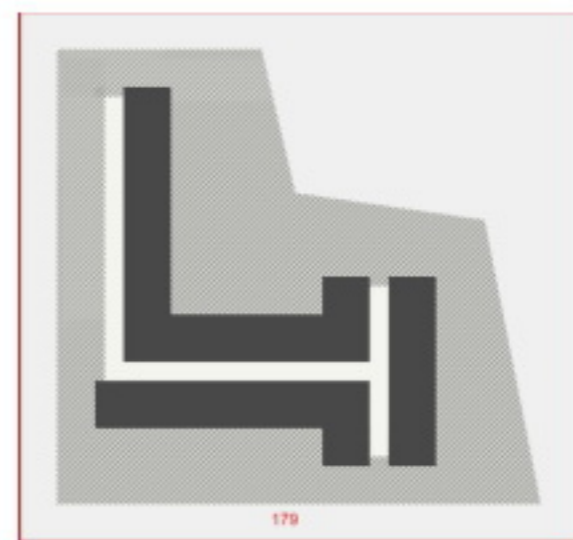
176_EXCELL



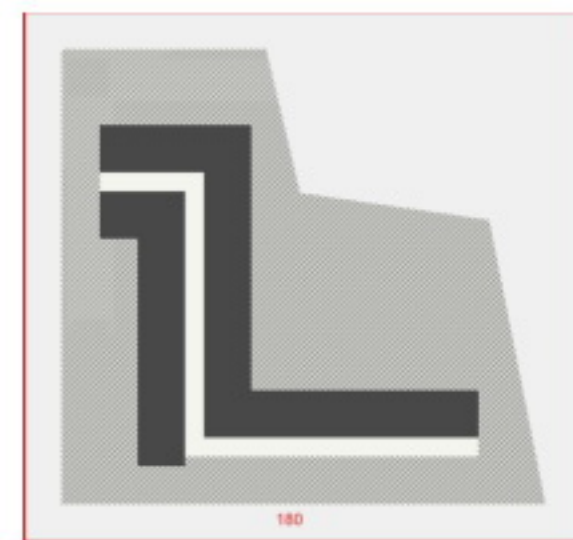
177_EXCELL



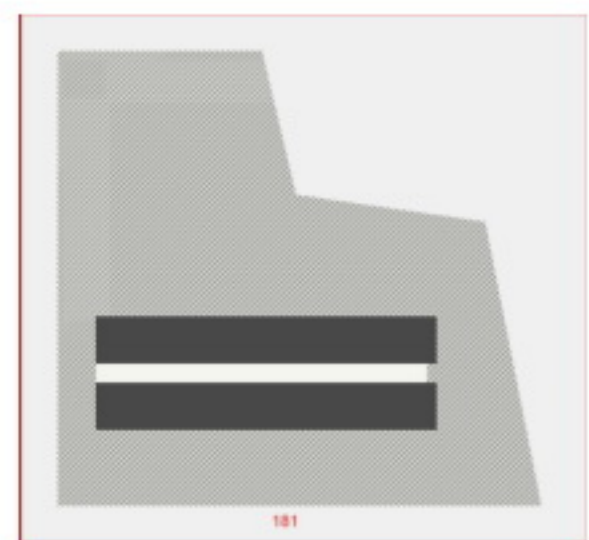
178_EXCELL



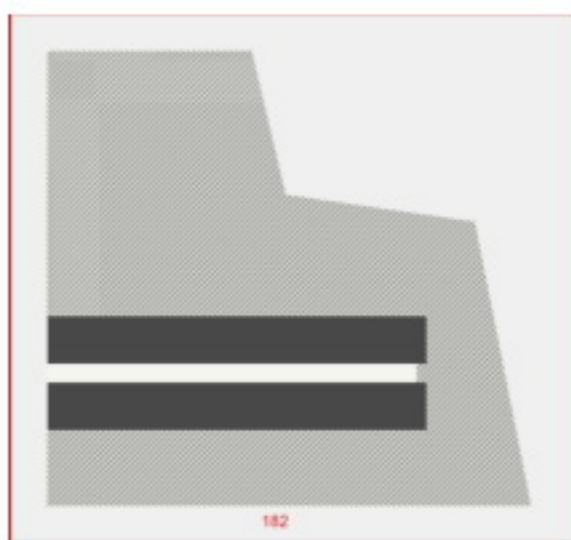
179_EXCELL



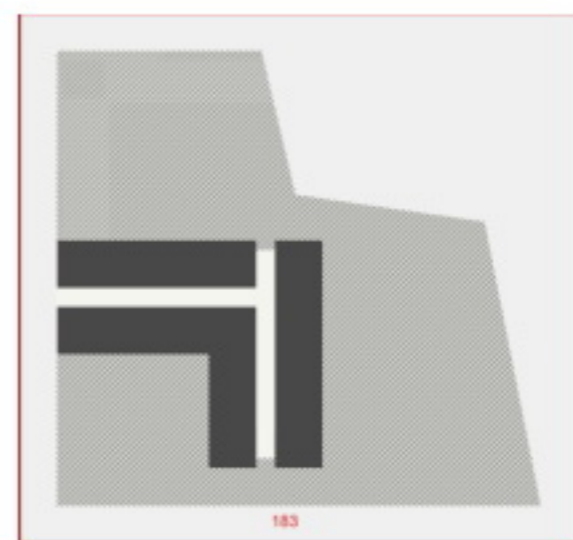
180_EXCELL



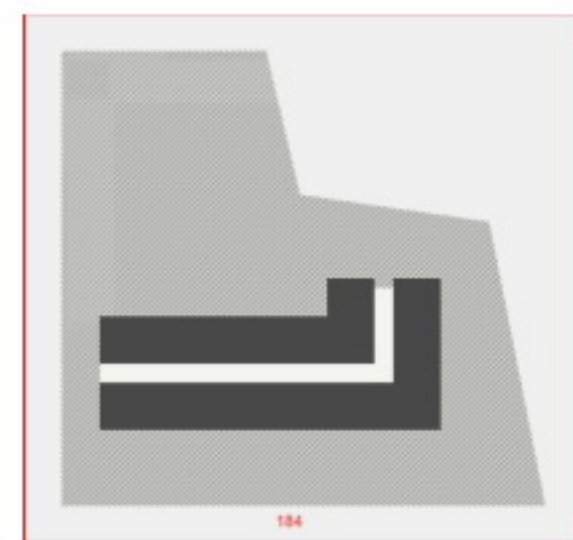
181_EXCELL



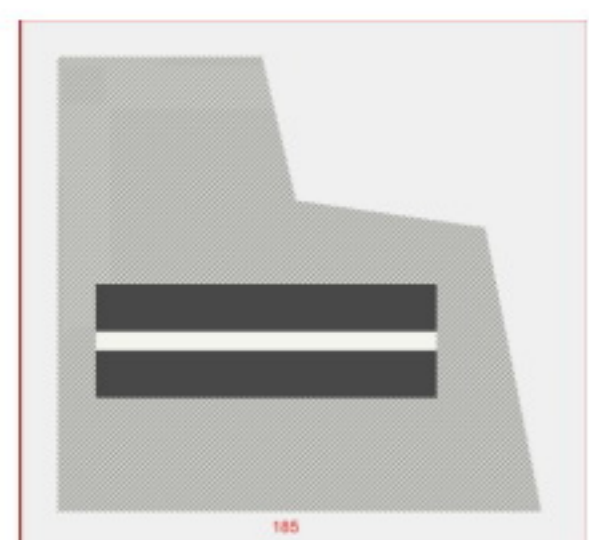
182_EXCELL



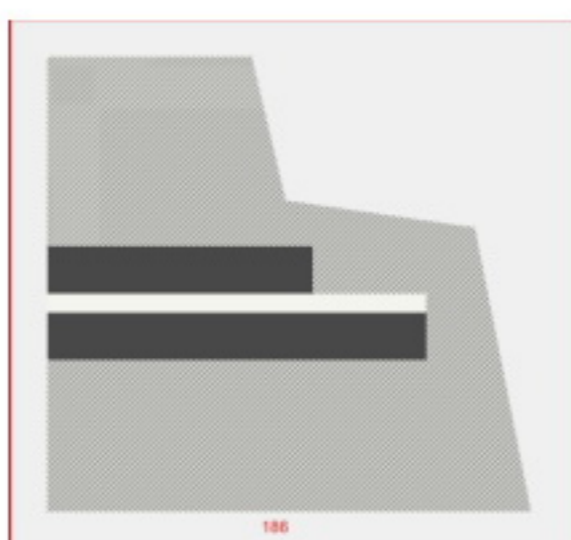
183_EXCELL



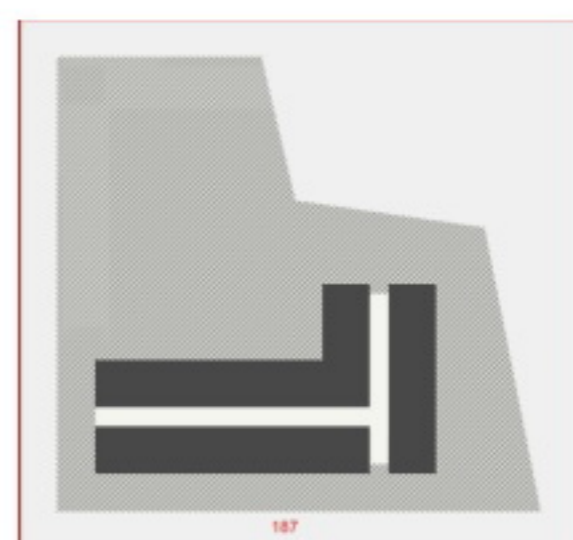
184_EXCELL



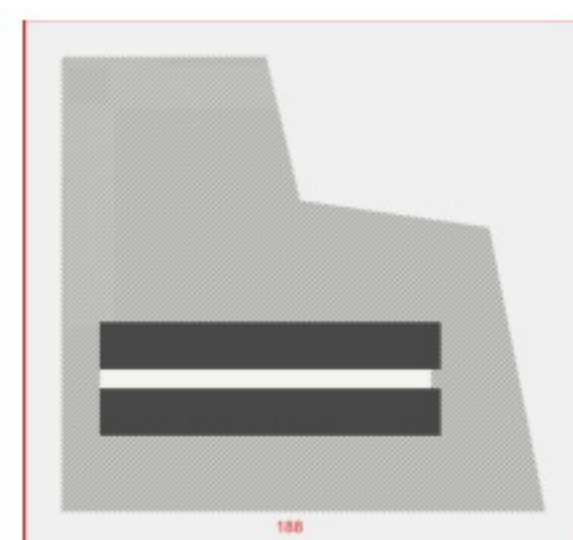
185_EXCELL



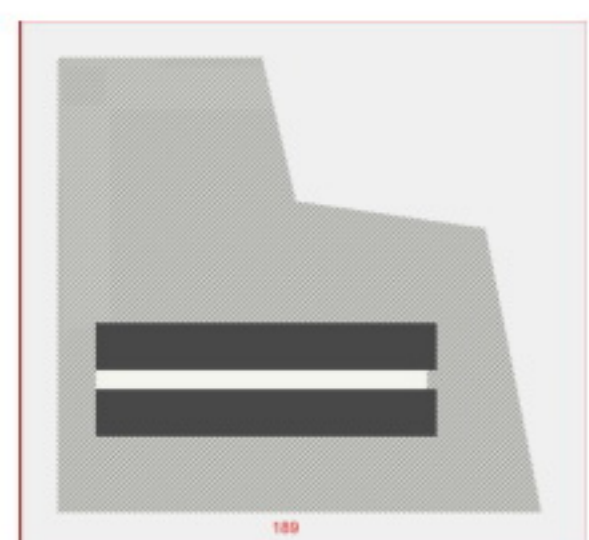
186_EXCELL



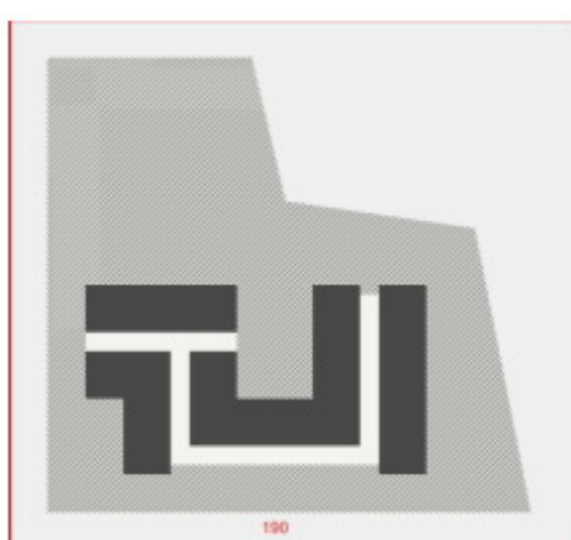
187_EXCELL



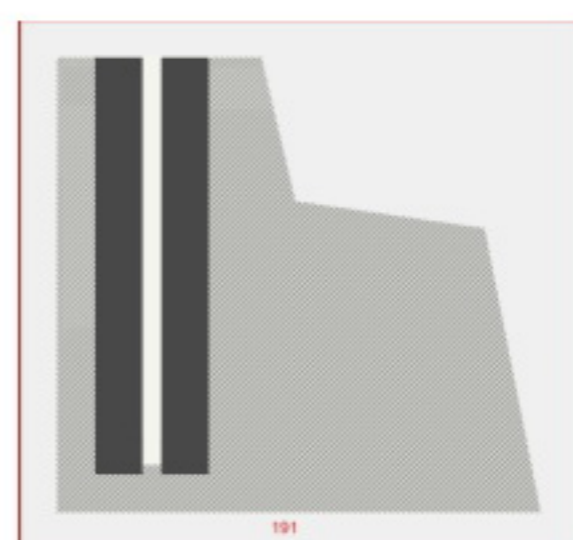
188_EXCELL



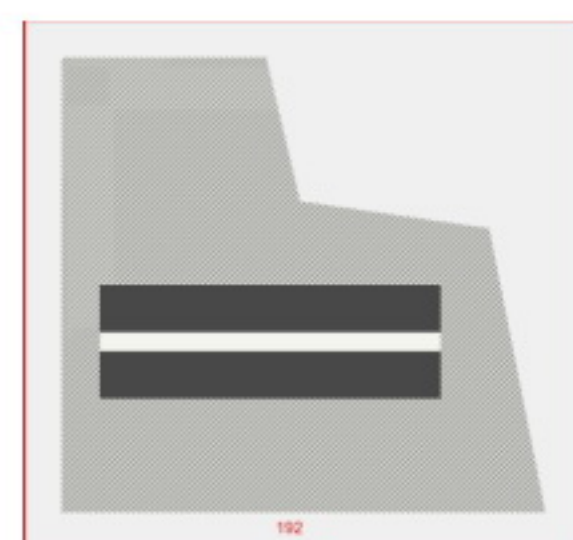
189_EXCELL



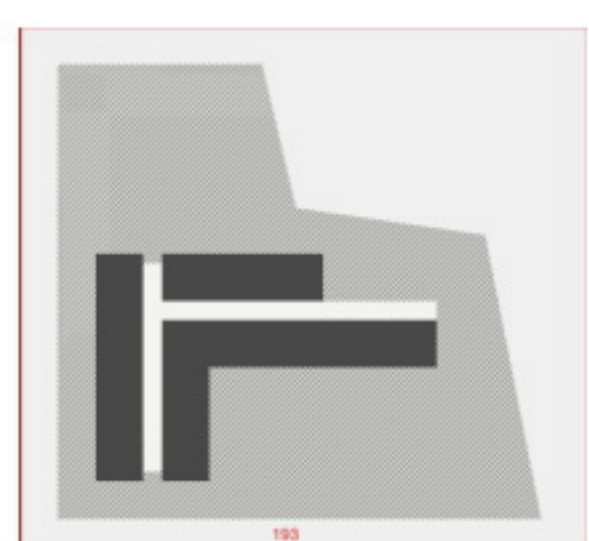
190_EXCELL



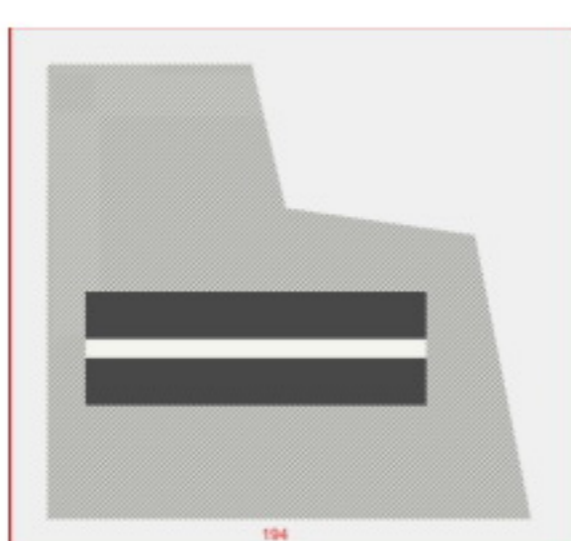
191_EXCELL



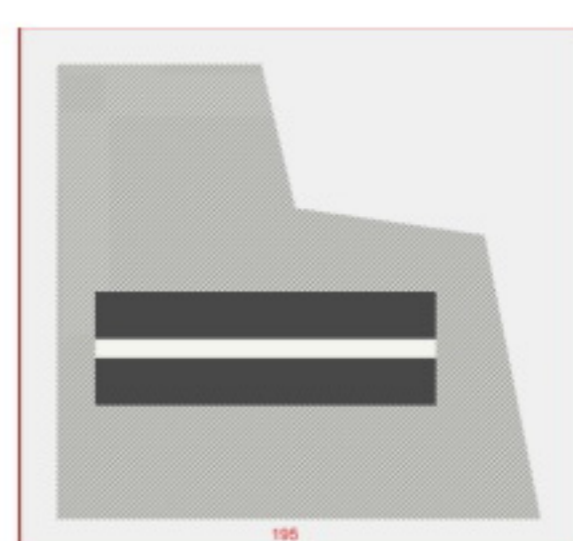
192_EXCELL



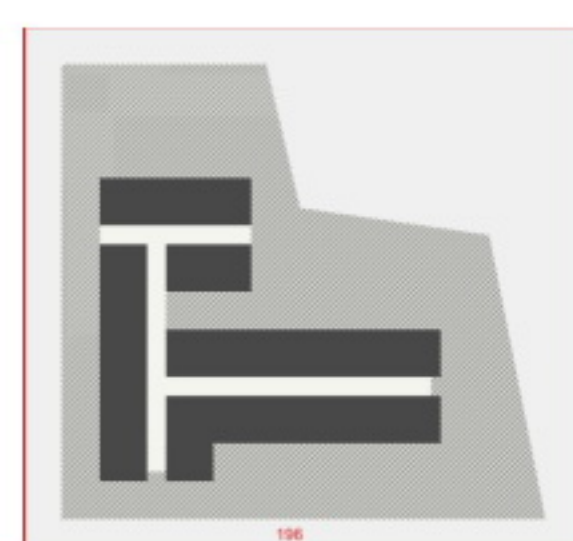
193_EXCELL



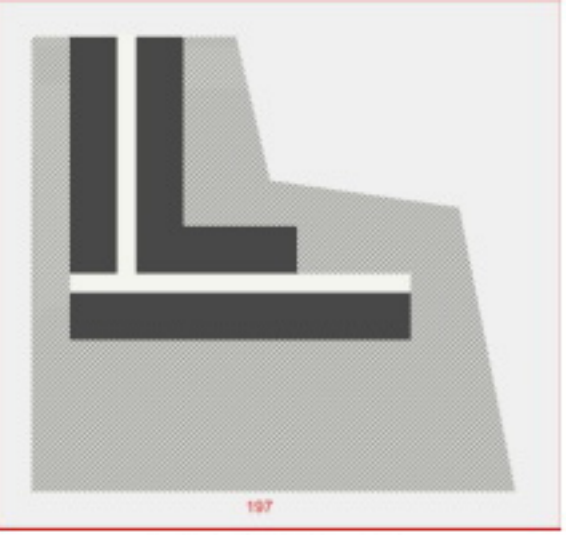
194_EXCELL



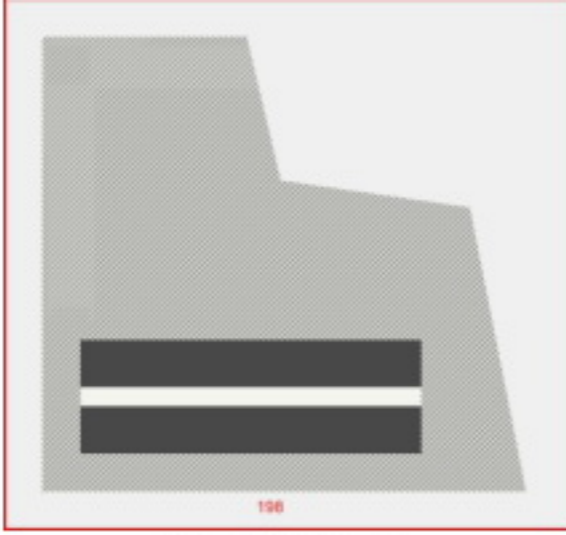
195_EXCELL



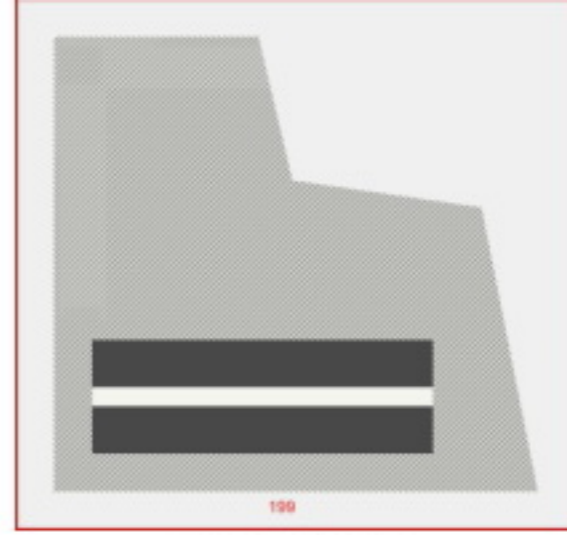
196_EXCELL



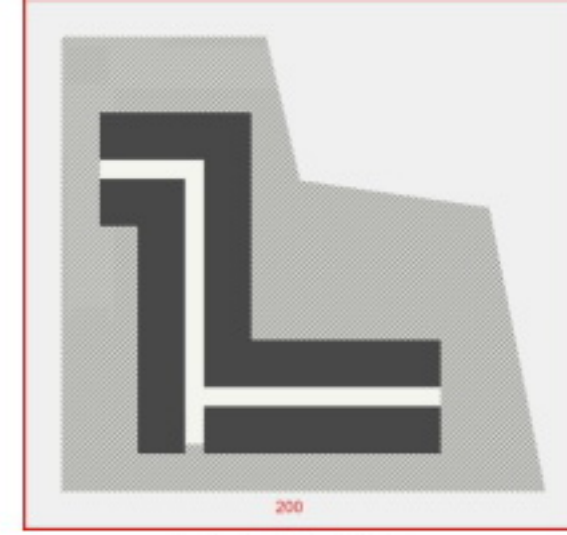
197_EXCELL



198_EXCELL



199_EXCELL



200_EXCELL

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA (m ²)	PROCENAT IZGRADENOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	BRUTO PLOŠNA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA / KORIDORSKA PLOŠNA	MIN KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLJE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALET I LIČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠNA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA IZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
1	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
2	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
3	206	207	-1	240	1332.8	20	989.8	294	6.47	4.53	168.06	414	162.1	71.4	30.7	51.05	111.05	51.05	84.17	12.6	50.42	49	198.87	149.87
4	121	122	-1	146	948.64	14	637	213.64	7.84	4.44	118.76	244	136.6	54.4	22.2	38.3	98.3	38.3	57.82	8.91	35.63	98	143.33	45.33
5	151	141	10	167	1034.88	16	744.8	192.08	6.85	5.39	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
6	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
7	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
8	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
9	115	113	2	136	909.44	14	666.4	194.04	7.91	4.69	115.28	232	134.8	53.2	21.6	37.4	97.4	37.4	55.96	8.65	34.58	49	139.41	90.41
10	118	120	-2	144	940.8	14	666.4	225.4	7.97	4.17	117.02	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	49	141.37	92.37
11	111	113	-2	136	909.44	14	627.2	233.24	8.19	3.90	112.96	224	133.6	52.4	21.2	36.8	96.8	36.8	54.72	8.47	33.89	49	136.79	87.79
12	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
13	167	162	5	190	1128.96	17	803.6	227.36	6.76	4.97	145.44	336	150.4	63.6	26.8	45.2	105.2	45.2	72.08	10.91	43.63	98	173.39	75.39
14	134	132	2	157	995.68	15	637	211.68	7.43	4.70	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	147	151.82	4.82
15	184	181	3	211	1215.2	18	862.4	254.8	6.60	4.77	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.75	47.75	77.35	11.65	46.59	98	184.5	86.5
16	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
17	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
18	151	153	-2	180	1089.76	17	744.8	246.96	7.22	4.41	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
19	118	120	-2	144	940.8	14	637	254.8	7.97	3.69	117.02	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	49	141.37	92.37
20	244	240	4	276	1481.76	23	1078	305.76	6.07	4.85	190.1	490	173.5	79	34.5	56.75	116.75	56.75	95.95	14.26	57.03	98	223.71	125.71
21	115	117	-2	140	925.12	14	666.4	209.72	8.04	4.41	115.28	232	134.8	53.2	21.6	37.4	97.4	37.4	55.96	8.65	34.58	49	139.41	90.41
22	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.48	6.63	6.00	139.06	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.55	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
23	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
24	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
25	151	141	10	167	1034.88	16	744.8	192.08	6.85	5.39	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
26	130	132	-2	157	995.68	15	715.4	231.28	7.66	4.31	123.98	262	139.3	56.2	23.1	39.65	99.65	39.65	60.61	9.3	37.19	49	149.21	100.21
27	129	124	5	148	956.48	15	666.4	192.08	7.41	4.98	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
28	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
29	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
30	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
31	118	115	3	138	917.28	14	627.2	192.08	7.77	4.78	117.02	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	98	141.37	43.37
32	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
33	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
34	115	113	2	136	909.44	14	666.4	194.04	7.91	4.69	115.28	232	134.8	53.2	21.6	37.4	97.4	37.4	55.96	8.65	34.58	49	139.41	90.41
35	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
36	151	141	10	167	1034.88	16	744.8	192.08	6.85	5.39	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
37	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
38	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
39	115	117	-2	140	925.12	14	666.4	209.72	8.04	4.41	115.28	232	134.8	53.2	21.6	37.4	97.4	37.4	55.96	8.65	34.58	49	139.41	90.41
40	137	127	10	152	972.16	15	744.8	178.36	7.10	5.45	128.04	276	141.4	57.6	23.8	40.7	100.7	40.7	62.78	9.6	38.41	49	153.78	104.78
41	118	120	-2	144	940.8	14	666.4	225.4	7.97	4.17	117.02	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	49	141.37	92.37
42	134	124	10	148	956.48	15	784	172.48	7.14	5.55	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
43	222	216	6	249	1372	21	999.6	274.4	6.18	5.00	177.34	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.45	53.45	89.13	13.3	53.2	98	209.33	111.33
44	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
45	129	120	9	144	940.8	14	715.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	49	148.55	99.55
46	227	219	8	253	1387.68	21	1019.2	270.48	6.11	5.13	180.24	456	168.4	75.6	32.8	54.2	114.2	54.2	90.68	13.52	54.07	98	212.6	114.6
47	181	172	9	201	1176	18	959.6	225.4	6.50	5.22	153.56	364	154.6	66.4	28.2	47.3	107.3	47.3	76.42	11.52	46.07	0	182.54	182.54
48	129	120	9	144	940.8	14	715.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	49	148.55	99.55
49	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
50	151	141	10	167	1034.88	16	744.8	192.08	6.85	5.39	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
51	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
52	126	122	4	146	948.64	14																		

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA (m ²)	PROCENAT IZGRADNOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	BRUTO PLOŠNA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠNA / KORIDORSKA PLOŠNA	MIN KORIDORSKA PLOŠNA (m ²)	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLJE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALET I LIČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARICA I TEH. PROSTORIE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠNA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
79	160	162	-2	190	1128.96	17	803.6	276.36	7.06	4.09	141.38	322	148.3	62.2	26.1	44.15	104.15	44.15	69.91	10.6	42.41	49	168.81	119.81
80	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
81	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
82	126	118	8	142	932.96	14	754.6	178.36	7.40	5.23	121.66	254	138.1	55.4	22.7	39.05	99.05	39.05	59.37	9.12	36.5	0	146.59	146.59
83	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
84	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
85	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
86	118	111	7	135	901.6	14	725.2	176.4	7.64	5.11	117.02	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	0	141.37	141.37
87	143	139	4	165	1027.04	16	764.4	213.64	7.18	4.81	131.52	288	143.2	58.8	24.4	41.6	101.6	41.6	64.64	9.86	39.46	49	157.7	108.7
88	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
89	129	120	9	144	940.8	14	666.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	98	148.55	50.55
90	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
91	106	108	-2	131	885.92	13	627.2	209.72	8.36	4.22	110.06	214	132.1	51.4	20.7	36.05	96.05	36.05	53.17	8.25	33.02	49	133.52	84.52
92	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
93	145	141	4	167	1034.88	16	774.2	211.68	7.14	4.89	132.68	292	143.8	59.2	24.6	41.9	101.9	41.9	65.26	9.95	39.8	49	159.01	110.01
94	212	214	-2	247	1364.16	21	950.6	364.56	6.43	3.74	171.54	426	163.9	72.6	31.3	51.95	111.95	51.95	86.03	12.87	51.46	49	202.8	153.8
95	151	152	-1	179	1081.92	16	744.8	239.12	7.17	4.52	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	98	162.93	64.93
96	202	204	-2	236	1317.12	20	921.2	297.92	6.52	4.42	165.74	406	160.9	70.6	30.3	50.45	110.45	50.45	82.93	12.43	49.72	98	196.26	98.26
97	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
98	101	94	7	115	823.2	13	666.4	156.8	8.15	5.25	107.16	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	0	130.26	130.26
99	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
100	173	162	11	190	1128.96	17	823.2	207.76	6.53	5.43	148.92	348	152.2	64.8	27.4	46.1	106.1	46.1	73.94	11.17	44.68	98	177.31	79.31
101	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
102	170	160	10	188	1121.12	17	862.4	209.72	6.59	5.35	147.18	342	151.3	64.2	27.1	45.65	105.65	45.65	73.01	11.04	44.15	49	175.35	126.35
103	126	122	4	146	948.64	14	705.6	194.04	7.53	4.89	121.66	254	138.1	55.4	22.7	39.05	99.05	39.05	59.37	9.12	36.5	49	146.59	97.59
104	159	159	0	186	1113.28	17	823.2	241.08	7.00	4.62	140.8	320	148	62	26	44	104	44	69.6	10.56	42.24	49	168.16	119.16
105	288	267	21	305	1599.36	24	1283.8	266.56	5.55	6.00	215.62	578	186.7	87.8	38.9	63.35	123.35	63.35	109.59	16.17	64.69	49	252.46	203.46
106	101	94	7	115	823.2	13	666.4	156.8	8.15	5.25	107.16	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	0	130.26	130.26
107	184	183	1	213	1223.04	19	862.4	262.64	6.65	4.66	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.75	47.75	77.35	11.65	46.59	98	184.5	86.5
108	140	138	2	163	1019.2	15	754.6	215.6	7.28	4.73	129.78	282	142.3	58.2	24.1	41.15	101.15	41.15	63.71	9.73	38.93	49	155.74	106.74
109	106	108	-2	131	885.92	13	627.2	209.72	8.36	4.22	110.06	214	132.1	51.4	20.7	36.05	96.05	36.05	53.17	8.25	33.02	49	133.52	84.52
110	148	139	9	165	1027.04	16	784	194.04	6.94	5.29	134.42	298	144.7	59.8	24.9	42.35	102.35	42.35	66.19	10.08	40.33	49	160.97	111.97
111	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
112	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
113	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
114	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	98	134.18	36.18
115	129	120	9	144	940.8	14	764.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	0	148.55	148.55
116	240	242	-2	278	1489.6	23	1038.8	352.8	6.21	4.22	187.78	482	172.3	78.2	34.1	56.15	116.15	56.15	94.71	14.08	56.33	98	221.09	123.09
117	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
118	151	148	3	175	1066.24	16	793.8	223.44	7.06	4.77	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	49	162.93	113.93
119	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
120	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
121	123	113	10	136	909.44	14	744.8	164.64	7.39	5.52	119.92	248	137.2	54.8	22.4	38.6	98.6	38.6	58.44	8.99	35.98	0	144.63	144.63
122	129	120	9	144	940.8	14	764.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	0	148.55	148.55
123	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
124	129	120	9	144	940.8	14	764.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	0	148.55	148.55
125	266	258	8	295	1560.16	24	1205.4	305.76	5.87	5.10	202.86	534	180.1	83.4	36.7	60.05	120.05	60.05	102.77	15.21	60.86	49	238.08	198.08
126	123	113	10	136	909.44	14	744.8	164.64	7.39	5.52	119.92	248	137.2	54.8	22.4	38.6	98.6	38.6	58.44	8.99	35.98	0	144.63	144.63
127	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
128	217	207	10	240	1332.8	20	980	254.8	6.14	5.23	174.44	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	98	206.06	108.06
129	151	141	10	167	1034.88	16	793.8	192.08	6.85	5.39	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	49</		

Rbr.	BROJ UČENIKA (N)	MIN BROJ UČENIKA (N)	BROJ DODATIH UČENIKA	MAX BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA (m ²)	PROCENAT IZGRADNOSTI (%)	NE-KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	BRUTO PLOŠTINA / BROJ UČENIKA (N)	BRUTO PLOŠTINA / KORIDORSKA PLOŠTINA	MIN KORIDORSKA PLOŠTINA (m ²)	UČIONIČE (m ²)	HOLOVI I SALE (m ²)	NASTAVNO OSOBLJE I ADMINISTRACIJA (m ²)	PROSTOR ZA UČENJE (m ²)	SKLADIŠTA (m ²)	DODATNI SADRŽAJI (m ²)	TOALET I LIČNA HIGIJENA (m ²)	KUHINJA (m ²)	KOTLARNIKA I TEH. PROSTORIE (m ²)	INTERNI ZIDOV I (m ²)	PROSTORI BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	ZBIR MOGUĆIH PLOŠTINA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)	RAZLIKA GENERISANOG I MOGUĆEG PROSTORA BEZ PRIRODNOG OSVETLJENJA (m ²)
157	107	99	8	121	846.72	13	588	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	98	134.18	36.18
158	173	162	11	190	1128.96	17	872.2	207.76	6.53	5.43	148.92	348	152.2	64.8	27.4	46.1	106.1	46.1	73.94	11.17	44.68	49	177.31	128.31
159	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
160	107	99	8	121	846.72	13	588	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	98	134.18	36.18
161	123	113	10	136	909.44	14	744.8	164.64	7.39	5.52	119.92	248	137.2	54.8	22.4	38.6	98.6	38.6	58.44	8.99	35.98	0	144.63	144.63
162	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
163	101	94	7	115	823.2	13	617.4	156.8	8.15	5.25	107.16	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	0	130.26	81.26
164	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
165	156	141	15	167	1034.88	16	813.4	172.48	6.63	6.00	139.06	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.55	43.55	68.67	10.43	41.72	49	166.2	117.2
166	207	209	-2	242	1340.64	20	970.2	321.44	6.48	4.17	168.64	416	162.4	71.6	30.8	51.2	111.2	51.2	84.48	12.65	50.59	49	199.53	150.53
167	107	99	8	121	846.72	13	637	160.72	7.91	5.27	110.64	216	132.4	51.6	20.8	36.2	96.2	36.2	53.48	8.3	33.19	49	134.18	85.18
168	118	113	5	136	909.44	14	725.2	184.24	7.71	4.94	117.02	238	135.7	53.8	21.9	37.85	97.85	37.85	56.89	8.78	35.11	0	141.37	141.37
169	104	104	0	127	870.24	13	627.2	194.04	8.37	4.48	108.9	210	131.5	51	20.5	35.75	95.75	35.75	52.55	8.17	32.67	49	132.22	83.22
170	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
171	217	219	-2	253	1387.68	21	931	309.68	6.39	4.48	174.44	436	165.4	73.6	31.8	52.7	112.7	52.7	87.58	13.08	52.33	147	206.06	59.06
172	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.48	6.63	6.00	139.06	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.55	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
173	129	120	9	144	940.8	14	715.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	49	148.55	99.55
174	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
175	159	159	0	186	1113.28	17	823.2	241.08	7.00	4.62	140.8	320	148	62	26	44	104	44	69.6	10.56	42.24	49	168.16	119.16
176	113	115	-2	138	917.28	14	686	231.28	8.12	3.97	114.12	228	134.2	52.8	21.4	37.1	97.1	37.1	55.34	8.56	34.24	0	138.1	138.1
177	202	204	-2	236	1317.12	20	842.8	327.32	6.52	4.02	165.74	406	160.9	70.6	30.3	50.45	110.45	50.45	82.93	12.43	49.72	147	196.26	49.26
178	145	141	4	167	1034.88	16	774.2	211.68	7.14	4.89	132.68	292	143.8	59.2	24.6	41.9	101.9	41.9	65.26	9.95	39.8	49	159.01	110.01
179	211	213	-2	245	1356.32	21	901.6	307.72	6.43	4.41	170.96	424	163.6	72.4	31.2	51.8	111.8	51.8	85.72	12.82	51.29	147	202.14	55.14
180	192	192	0	222	1262.24	19	891.8	272.44	6.57	4.63	159.94	386	157.9	68.6	29.3	48.95	108.95	48.95	79.83	12	47.98	98	189.73	91.73
181	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
182	134	120	14	144	940.8	14	784	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	0	151.82	151.82
183	129	120	9	144	940.8	14	715.4	176.4	7.29	5.33	123.4	260	139	56	23	39.5	99.5	39.5	60.3	9.25	37.02	49	148.55	99.55
184	134	120	14	144	940.8	14	735	156.8	7.02	6.00	126.3	270	140.5	57	23.5	40.25	100.25	40.25	61.85	9.47	37.89	49	151.82	102.82
185	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
186	101	94	7	115	823.2	13	666.4	156.8	8.15	5.25	107.16	204	130.6	50.4	20.2	35.3	95.3	35.3	51.62	8.04	32.15	0	130.26	81.26
187	151	141	10	167	1034.88	16	793.8	192.08	6.85	5.39	136.16	304	145.6	60.4	25.2	42.8	102.8	42.8	67.12	10.21	40.85	49	162.93	113.93
188	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
189	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
190	160	162	-2	190	1128.96	17	715.4	266.56	7.06	4.24	141.38	322	148.3	62.2	26.1	44.15	104.15	44.15	69.91	10.6	42.41	147	168.81	21.81
191	156	141	15	167	1034.88	16	862.4	172.48	6.63	6.00	139.06	314	147.1	61.4	25.7	43.55	103.55	43.55	68.67	10.43	41.72	0	166.2	166.2
192	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
193	140	136	4	161	1011.36	15	754.6	207.76	7.22	4.87	129.78	282	142.3	58.2	24.1	41.15	101.15	41.15	63.71	9.73	38.93	49	155.74	106.74
194	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
195	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
196	222	216	6	249	1372	21	1048.6	274.4	6.18	5.00	177.34	446	166.9	74.6	32.3	53.45	113.45	53.45	89.13	13.3	53.2	49	209.33	160.33
197	184	178	6	207	1199.52	18	911.4	239.12	6.52	5.02	155.3	370	155.5	67	28.5	47.75	107.75	47.75	77.35	11.65	46.59	49	184.5	135.5
198	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
199	112	99	13	121	846.72	13	705.6	141.12	7.56	6.00	113.54	226	133.9	52.6	21.3	36.95	96.95	36.95	55.03	8.52	34.06	0	137.45	137.45
200	238	225	13	259	1411.2	21	1058.4	254.8	5.93	5.54	186.62	478	171.7	77.8	33.9	55.85	115.85	55.85	94.09	14	55.99	98	219.79	121.79

BIOGRAFIJA

Dejan Ecet je rođen je 1975. godine u Novom Sadu. Školske 1996/97 upisuje integrisane studije arhitekture na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, gde je diplomirao sa ocenom 10 (tema završnog rada integrisanih studija (tadašnji diplomski rad, danas priznat kao master) *Primena asocijativnog modelovanja u procesu projektovanja*).

Profesionalno iskustvo počinje 1999. godine. Nakon nekoliko godina samostalne prakse, osniva projektni biro *3 Architects* (2007). U okviru biroa, samostalno i u timu, učestvuje u izradi brojnih projekata iz oblasti arhitekture i dizajna, od kojih su mnogi realizovani. Nagrađivan je na nekoliko internacionalnih konkursa iz oblasti arhitekture i urbanizma. Učestvovao je u projektovanju većeg broja objekata i prostora koji su prikazani na različitim izložbama međunarodnog i nacionalnog karaktera.

U nastavu Departmana za arhitekturu i urbanizam uključen je 2011. godine, u zvanju saradnika u nastavi, a od 2012. u zvanju asistenta. Doktorske studije je upisao 2012/13 školske godine. Trenutno priprema kvalifikacioni ispit i prijavu doktorske disertacije, u kojima se bavi temom upotrebe savremenih tehnologija, pre svega optimizacionih algoritama u sferi arhitektonskog i urbanističkog projektovanja (ćelijska automata, genetski algoritmi), iz koje je objavio nekoliko stručnih radova na međunarodnim konferencijama i udžbenik (kao član autorskog tima) sa temom: *Savremeni pristup arhitektonskom projektovanju školskih zgrada*.

Odabrane reference:

SUA 1.5

Atanacković Jeličić J., Despotović J., **Ecet D.**, Kapetina M., Maraš I., Medić S., **Rapaić M.** (ravnopravni autori po abecednom redu): Učešće na međunarodnoj izložbi: „Algoritam 2012-2018“ (2018), prikazano na međunarodnoj izložbi – „Međuprostor 505“, Galerija likovne umetnosti poklon zbirka Rajka Mamuzića, Novi Sad, 24. oktobra – 07. novembra 2018., i objavljeno u dvojezičnom katalogu izložbe sa recenzijama, selekcionim odbor sa članovima iz 5 država.

Dostupno na:

<http://kabinet505.ftn.uns.ac.rs/2018/izlozbe/medjuprostor505/Medjuprostor505.pdf>, str. 46-49,

ISBN 978-86-6022-134-8

Atanacković Jeličić J., **Ecet d.**, Kojić R., Maraš I., Radović M., Štakić J., Medić S., Despotović J. (ravnopravni autori po abecednom redu): Učešće na međunarodnoj izložbi: Arhitektonski projekat Gradske pijace u Somboru „Nova Pijaca 2“ (2016), prikazano na međunarodnoj izložbi „Mapa 10“, Galerija „Đura Kojić“, Novi Sad, 21. oktobar – 21. novembar 2018. i objavljeno u dvojezičnom katalogu izložbe sa recenzijom i selekcionim odborom sa članovima iz 5 država.

Dostupno na:

http://kabinet505.ftn.uns.ac.rs/2018/izlozbe/mapa_10/MAPA%2010%20-%20katalog%20izlo%20C5%BEbe.pdf, str. 20-23, ISBN 978-86-6022-135-5

CVA 1.2

Atanacković Jeličić J., Carević Tomić M., **Ecet D.**, Janjušević T., Kostreš M., Maraš I., Miškeljin I., Sladić M., Todorov M., **Rapaić M.**, Kojić R., Maraš I., Radović M. (ravnopravni autori po abecednom redu): Nagrada na međunarodnom konkursu: Otkupna nagrada na otvorenom, idejnom, međunarodnom konkursu za urbanističko-arhitektonsko rešenje dela starog centra u Sremskim Karlovcima i neposrednog okruženja. Rezultati konkursa su objavljeni 21. decembra 2013. godine u dnevnom listovima „Politika“ i „Dnevnik“.