Adaptálható modularitás

Egyediség és előregyárthatóság egyensúlya

Szerzők: Csupász Szabolcs és Lombár Eszter
Konzulens: Nagy Márton DLA
BME Lakóépülettervezési Tanszék TDK 2020

Tartalomjegyzék

Absztrakt 2

Bevezetés 3

Problémafelvetés 3

- **Tér és idő**
- **Variabilitás**

Fenntarthatóság

Koncepció 4

Előregyártás 4

Tervezés 5

- **Komfort**
- **Elemek**
- **Alaprajz**

Kivitelezés 6

- **Adaptivitás**
- **Egység**
- **Illesztés**

Tervbemutatás 9

- **Budapest**
- **Békéscsaba**

Források 14

Absztrakt

Az építőanyag gyártás és az építkezések jelentős részben járulnak hozzá a világ szén-dioxid kibocsátásához. Az ökológiai lábnyomunk csökkentése érdekében mind anyaghasználati mind kivitelezési megoldásokra keresünk olyan alternatívát, melyek környezetkímélőbbek és emellett a befektetett idő és pénz szempontjából is gazdaságosak. Az előregyártás, ezen belül is a moduláris építészet ad erre egy gyors, több helyszínre adaptálható megoldást.

A moduláris építészet legnagyobb előnye, hogy a rendelésre gyártható egységek a helyszínen összeépítve sokkal kevesebb időt és munkaerőt vesznek igénybe, mint egy hagyományos építkezés. Emellett maga az előregyártás a befektetőnek is mind időbeli mind pénzügyi kiszámíthatóságot ad. Ennek a struktúrának szintén mérvadó pozitívuma, hogy a leendő tulajdonosok a ház megépülése előtt meg tudják tekinteni az elemeket, ezáltal könnyebben tudnak döntést hozni a befektetést illetően.

A dolgozatunk fő témaköre, hogy hogyan lehetséges kialakítani egy olyan rendszert, ami megtartja az egyensúlyt a sorozatgyártás és az egyediség között. A moduláris szó kapcsán eszünkbe jutó '70-es évek panelépítészetét átformálva hogyan lehet megtörni annak monotonitását, személytelenségét és egy építészetileg szabadabb, változatosabb azonban mégis ugyanannyira funkcionálisan egyszerű rendszert megalkotni. Tervezési munkánk során fontos szempont az épület telekhez való alkalmazkodása, környezetbarát megépítés, gazdaságosság, gyors kivitelezés és minél többféle igényeket kielégítő otthonok teremtése.

Abstract

Construction work and the production of building materials contribute significantly to the world's carbon dioxide emission. For the sake of reducing our carbon footprint, we are looking for alternative solutions in the manufacture and use of materials, as well as in construction itself, which are more environmentally friendly and economical. Prefabrication, more specifically modular architecture, provides us with an adaptive and efficient solution.

The biggest advantage of modular architecture is that the prefabricated modules take less time and manpower to assemble on site when compared to traditional construction. Prefabrication also provides investors with more reliable estimates when considering building costs and schedule. Another advantage of this system is, that the potential future owners can look at the individual modules before the construction even begins, making it easier for them to make a decision regarding their investment.

This dissertation concerns itself with how it is possible to create such a system while maintaining an optimal balance between standardized production and custom design. How we can transform the modular, but monotone and impersonal 'panel' architecture of the 70s into a more diverse and adaptable system, while conserving its advantages of functional and efficient construction. During our planning process we devote particular attention to the adaptability of the building to the land, environmentally friendly construction, economical and swift implementation and creating homes that can satisfy the needs of a large variety of customers.

Bevezetés

Mind az előregyártás mind pedig a moduláris rendszerek rendkívül régi múltra tekintenek vissza az építészetben. Az első ilyen családi házat a 17. században gyártották, de később a 19. században vált felkapottá az eljárás, hogy teljes épületeket előre felépítve, majd utána helyszínre szállítva vásárolhattak meg a vevők. Magyarországon az ehhez hasonló családi házaknak nincs nagy hagyománya ezzel szemben a moduláris előregyártott lakásoknak annál inkább. A 20. század második felében épült lakhatási válságot megoldani próbáló beton panel lakótömbök megjelenésével az emberek az előregyártás és a modularitás fogalmát ezekkel a lakótelepekkel társították és ettől a monotonitástól való félelemtől a mai napig nehéz elvonatkoztatni. A tervezési szempontok és követelmények különböztek a maiaktól, így az azokra adott válaszokat se lehet konzekvensen összehasonlítani. Kutatásunk során mégis fontosnak véltük megfigyelni ezeknek az épületeknek az előnyeit és hátrányait, hogy az előbbieket megtartva, utóbbiakat korrigálva egy a mai lakhatási kérdésekre megfelelő választ adó rendszert hozhassunk létre. Disszertációnkban tehát szeretnénk bemutatni, hogy létezhet olyan előregyártott moduláris rendszer, ami a korábbiak előnyeit megtartva, azonban problémáit megoldva egyensúlyoz az egyediség és az előre gyárthatóság között.

Problémafelvetés

Tér és idő

Napjainkban a társasházak tervezésének és megépítésének folyamata hosszú időt vesz igénybe amiből az előbbi akár hónapokig vagy évekig is eltarthat. A különböző telkek különböző problémákat vetnek fel, amelyekre az építészek hosszas tervezési folyamat után tudnak választ adni. Egy telekspecifikáció nélküli rendszer létrehozásával, a kész koncepció adott telekre adaptálásával megkönnyíthető lenne ezen lépések sorozata.
A kivitelezés periódusában is számottevő késések, bizonytalanságok lépnek fel. Különböző nedves technológiával elkészített szerkezetek megépítése hosszabb időt igényel, míg más anyagoknak a helyszíni deponálása jelenthet problémát. A gyorsabb kivitelezés szempontjából előnyös egy olyan építőanyag megválasztása, amely segítséget nyújt ezen problémák elkerülésében. Mivel vannak technológiák, amelyeknek köszönhetően pár hét alatt elkészül az épület léptéktől függően, így a mai hagyományos építkezés egy-másfél éves folyamata lényegesen lerövidíthető, ezzel mind időt mind pénzt spórolva.

Variábilitás

Különböző lakhatási lehetőségeket megfigyelve a lépték növekedésével észrevehető a perszonalizáció csökkenése. A családi házaktól a társasházakon át a kisebb és nagyobb lakótelepekig ahogy nő az épületek léptéke, úgy az abban elhelyezett lakások egyre monotonabbá, egysíkúbbá válnak.
A lakótelepek és társasházak kiszámíthatóságával szemben fontosnak tartottuk, hogy különböző igényeket kielégítő lakásokat hozzunk létre az előregyártott elemekből.

Környezetvédelem

A világ CO_2 kibocsátásának 8%-ért a cementgyártás felelős. Ennek következményeként ideje olyan építőanyagok felé fordulnunk, amelyeknek mind a gyártása, mind az azzal való kivitelezés folyamata környezetkímélőbb. Ilyen alapanyag a fa, azon belül is az előregyártásban nagy szerepet játszó rétegragasztott KLH. Ennek alkalmazásával mind a gyártás mind pedig a kivitelezés során is a lehető legkisebb ökológiai lábnyomot hagyjuk magunk után, mivel a felhasznált fa az e célra ültetett erdőkből kerül kivágásra, ahol folyamatos az utánpótlás. A kivitelezés úgynevezett száraz technológiával történik, ami sok alapanyagot, gépet és munkaórát spórol meg.

Koncepció

Az alábbi problémákra reflektálva született meg a végleges koncepciónk. Egy olyan rendszer megalkotását tűztük ki célul, amely megtartja az egyediség és az előregyártás között az egyensúlyt. Kihasználja az utóbbi technológia lehetőségeit, mégis elég változatos tereket lehet vele létrehozni ahhoz, hogy a különböző igényekre megfelelően reagáljon. A lakások méretei, elrendezései és az épület telekre való adaptálhatósága is ezeknek az eltérő igényeknek a kielégítésére szolgálnak. Ezt úgy tudtuk megvalósítani, hogy egy variábilis vázrendszert tervezve abban elhelyezhető modulokkal alakítottuk ki az épületet.

Előregyártás

A választott építőanyagunk az ökológiai, gazdasági és építéstechnológiai szempontokat figyelembe véve a KLH által gyártott rétegragasztott fa, mely épületszerkezetileg, épületfizikailag és esztétikailag is megfelelő anyagként szolgál a projektünk számára. A kitermelt farönköket, a KLH osztrák gyárába szállítják, ahol méretre vágják, majd az elkészült pallókat lecsiszolják és felületkezelik. Az így megmunkált elemeket egymás mellé sorolják és összeragasztják. A következő réteget erre merőlegesen helyezik el és nagynyomású présgéppel ragasztják rá. A paneleket különböző vastagságban gyártják, így 3, 5, 7 vagy 8 rétegű modulból lehet választani.
Az építőanyag előnyei közé tartozik a méretpontosság. CNC gép segítségével marják ki mind a nyílások mind az elektronikai és gépészeti vezetékek helyét is, arra is lehetőséget adva, hogy már a folyamat közben beépítésre kerüljenek. A méretpontosság a helyszíni összeszerelést is nagyban megkönnyíti.
Az anyag esztétikai és építészeti különlegessége, hogy a való életben, egy az egyes léptékben makettezhetünk vele. A vastag tartószerkezetektől a filigrán falakig bármilyen szerkezet kivitelezhető vele.

Az épületünk vázrendszere és moduljai egyaránt ennek a gyártónak a paneljeiből készül, így a méretezésnél fontos szempont volt, hogy minimális anyagveszteséggel dolgozva alakítsuk ki az elemeket. A lakást határoló szerkezetek és a vázrendszer tehát az adott méretű lapokból kerül kivágásra, míg a nyílászárók helyéről kinyert alapanyagot a modulokat összekötő keretrendszerhez használjuk fel.

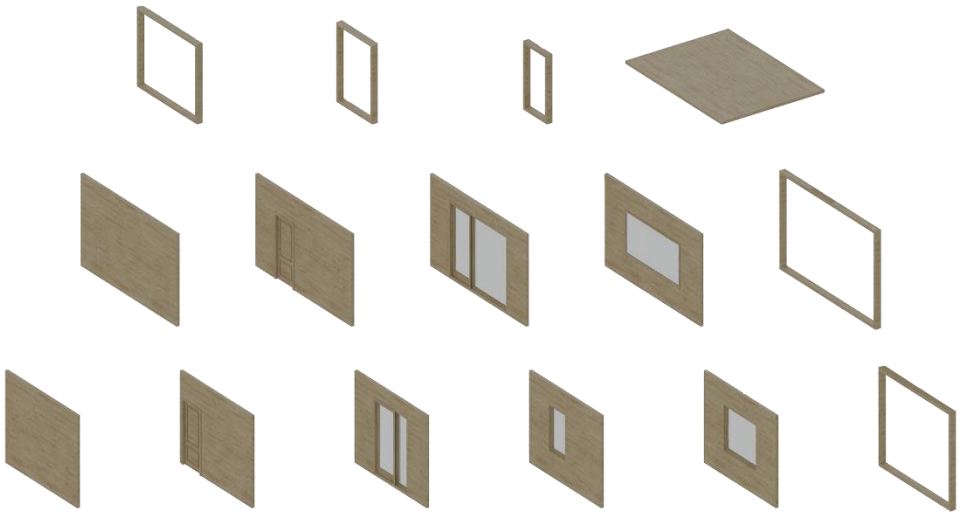
Tervezés

Komfort

Számos kutatás folyik a világban, pszichológiai témában, melyek azt vizsgálják, hogy az emberek építészeti környezete miként befolyásolja a közérzetüket. Célunknak tekintjük, hogy az általunk létrehozott terek, azoknak méreti, anyagai, színei megfeleljenek egy általánosított emberi jólétnek. Mivel mindenki különböző, így szem előtt kell tartani a külső- és belső terek, hangulatok személyre szabhatóságát. Erre megfelelő választ a homlokzatképzés kialkításában és az alaprajzi elrendezésekben keresünk. Egy lakásnál a legnagyobb hangsúly a belső falak és burkolatok felületére esik, ezért egy anyaghű, kellemes érzetet biztosító felület, mint a látszó KLH ebből a szempontból is megfelelő választásnak bizonyult.

Elemek:

A különböző elrendezésű lakásoknál arra törekedtünk, hogy minél kevesebb fajta fallapból lehessen megépíteni azokat, így is minimalizálva a gyártási költségeket. Ennek érdekében a nyílászárókat úgy helyeztük el, hogy azt többféle szituációban is fel tudjuk használni, illetve a méretüket is ilyen szempontok alapján választottuk meg a homlokzati esztétikát figyelembe véve. Ezeket a nyílászárókat a gyártó már a telephelyen beépíti és a kész modult azokkal együtt szállítják a helyszínre.
Szükség volt a falakon kívül egy keretrendszer kialakítására is, mely a modulok összenyitása esetén alkalmazandó, a két modul közötti 20 cm térköz áthidalására. Ugyanezen okok miatt alakítottunk ki az ajtónyílásokhoz is ilyen keretet.



Alaprajz:

A modul méretének megválasztásakor elsődleges szempont volt, hogy annak többszörözése során minimális azonban megfelelő élettereket tudjunk létrehozni, minél többféle igénynek megfelelve. Végül egy modul egy hálószoba berendezésére alkalmas méretű lett. A legkisebb ingatlan, amit ezzel ki tudtunk alakítani egy kétmodulos stúdiólakás. Ezt bővíteni lehet egy, két, akár három modullal is, annak függvényében, hogy a tulajdonosa hány szobás lakást szeretne.
Az összes lakáshoz vázrendszer kialakítása alapján csatolható különböző elrendezésben terasz modul is, ilyen esetben a vevőnek azt a vázrészt is meg kell vennie csak oda nem egy lakásmodul kerül, hanem egy teraszelem.

Kivitelezés

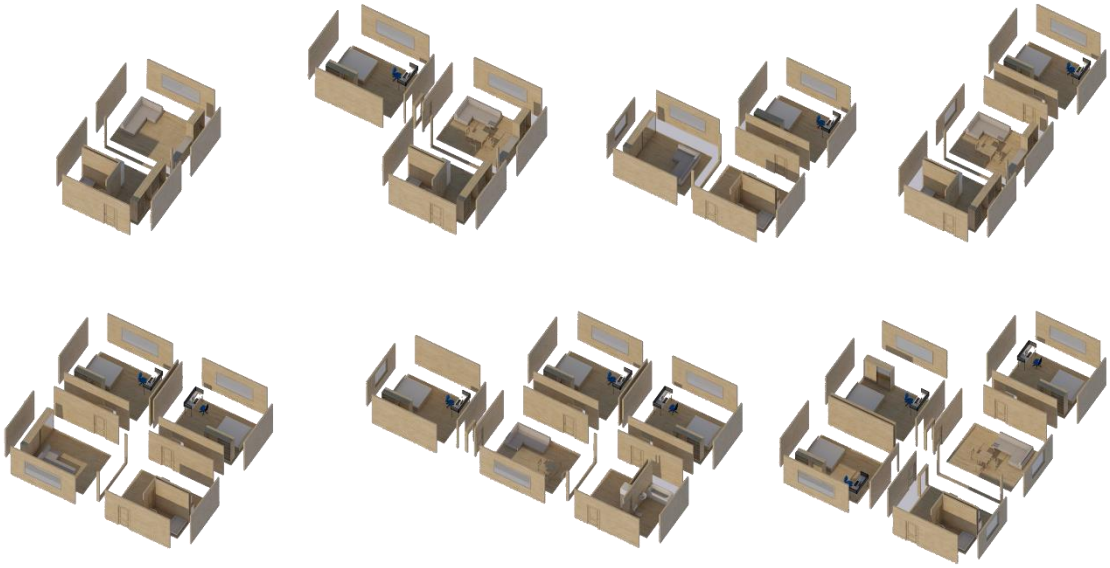
Adaptálhatóság:

A vázszerkezet kialakításánál fő szempontunk volt, hogy a nagyvárosi környezettől kezdve a kisebb településekig ideális megoldás legyen. Ennek megfelelően különböző adottságokkal rendelkező telkekre változatosan kialakítható.
A vízszintes vázszerkezet 20x40-es KLH gerendákból áll, ennek és a 20x20-as pilléreknek a kiosztása modulméretek alapján történik. A vázrendszert fém szegező lemezes kapcsolatokkal rögzítik egymáshoz, ezzel egy stabil, de esztétikus megjelenést biztosítva. A váz vízszintes, behelyezés irányára merőleges elemeibe süllyesztett görgőket helyeztünk el, ezzel segítve a modulok végleges helyére való illesztését. A helyszíni beépítéshez egy daru és minimális élőmunka szükséges.

A vázrendszer tervezése során inspiráló példa volt számunkra a norvég Mjøstårnet The Tower, mivel egy olyan szerkezetet mutat be amely mind stabilitási mind esztétikai szempontból előnyös. Az elemeket előre legyártják majd a helyszínen acéllemezes, nem látszó kapcsolatokkal rögzítik egymáshoz. Ezt az egyszerű és gyors összeszerelési metódust könnyen tudtuk adaptálni a mi koncepciónkba.

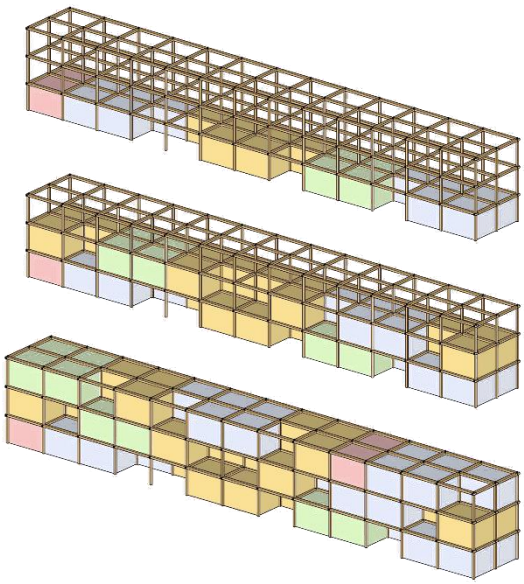
Egység:

A KLH által gyártott lapok alapján méretezett falakból a gyárban kivágják a nyílászárók pontos helyeit és a gépészeti vezetékek kivezető nyílásait. A falakat, födémeket ez után összeszerelik és a már kész modult szállítják a helyszínre, ahol a váz elkészülte után, behelyezik őket a végső helyükre. Ezáltal létrejönnek a különböző méretű lakóegységek.
Az EFFEKT építész iroda Urban Village projektje volt az az előkép ami a legtöbb, témával kapcsolatos gondolatot ébresztette fel bennünk. A modulok változatos elemekből történő kialakítása, és ezek különleges térkapcsolatai inspiráltak minket is arra, hogy a társasház tervezése során is minél kevesebb elemből minél többféle lakást tudjunk létrehozni.



Illesztés:

A modulok behelyezésére a lehető legegyszerűbb és gyorsabb megoldást választottuk. Ennek érdekében különböző rakodási módszereket vizsgáltunk meg, melynek hatására egy új innovatív rendszert alkottunk meg. A fő inspiráció az Amazon egyik raktárépülete, ahol teljesen gépesített módon, futószalagokon és emelőkön keresztül szállították a csomagokat a vázrendszeres polcokig. Jelen esetünkben a teljes gépesítés nem szükséges egy ilyen rövid építkezés lebonyolításához, ezért minimális emberi erőforrással vegyítettük a raktárrendszeren alapuló működési elvet. Behelyezéskor egy daru segítségével felemelik a modult, a helyére igazgatva becsúsztatják a vázba süllyesztett görgők segítségével, majd rögzítik végleges helyére.



Energetika:

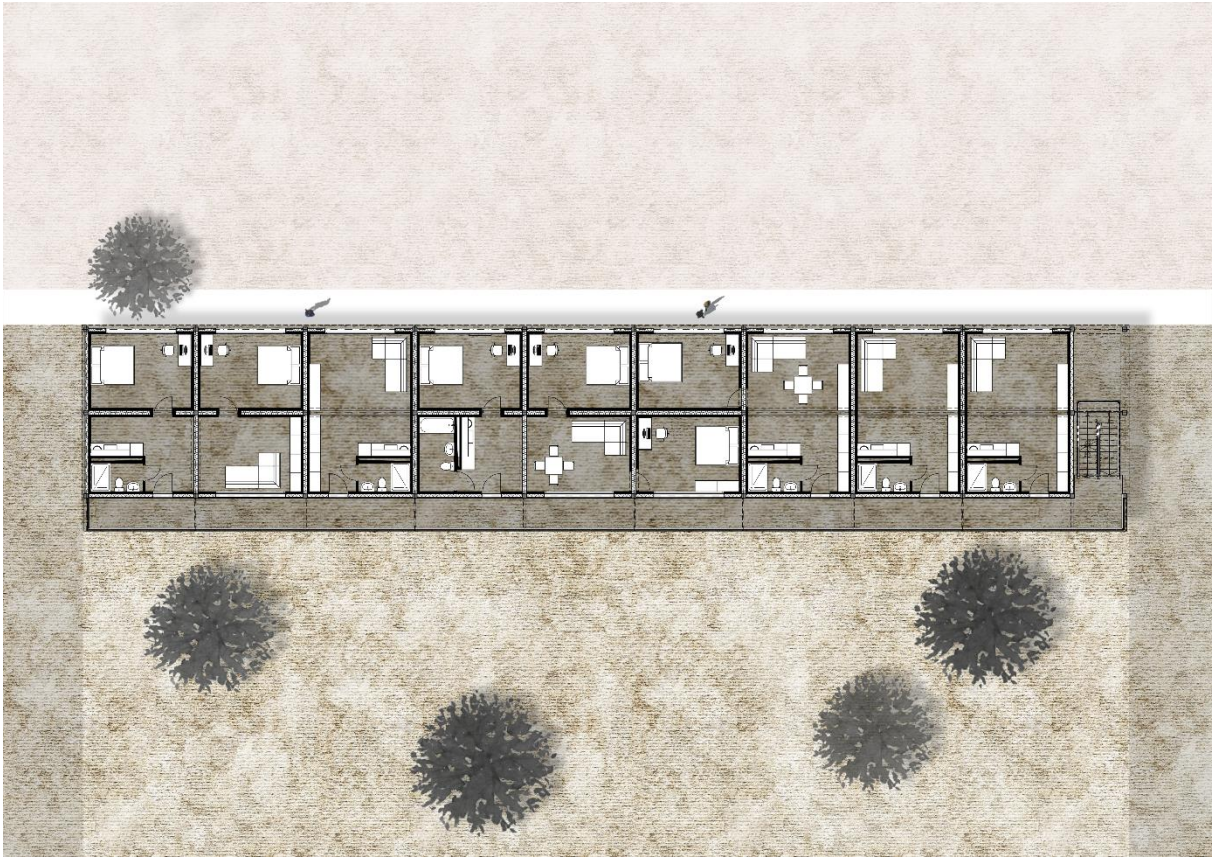
Amint egy szint összes modulját behelyezték, a gépészeti csövek beszerelése után a lakások közötti térközöket hőszigetelik. A homlokzatra előregyártott hőszigetelő táblák kerülnek, amelyeket úgy szállítanak a helyszínre, mint a lakás elemeit, majd ott erősítik fel a homlokzatra az összes modul behelyezése, és a belső szigetelések elkészülte után.
Az épületek víz és szennyvízhálózattal szereltek és a környezettudatosság jegyében az összes elektromos berendezés az épület tetején elhelyezett napelemek által termelt energiát hasznosítja.

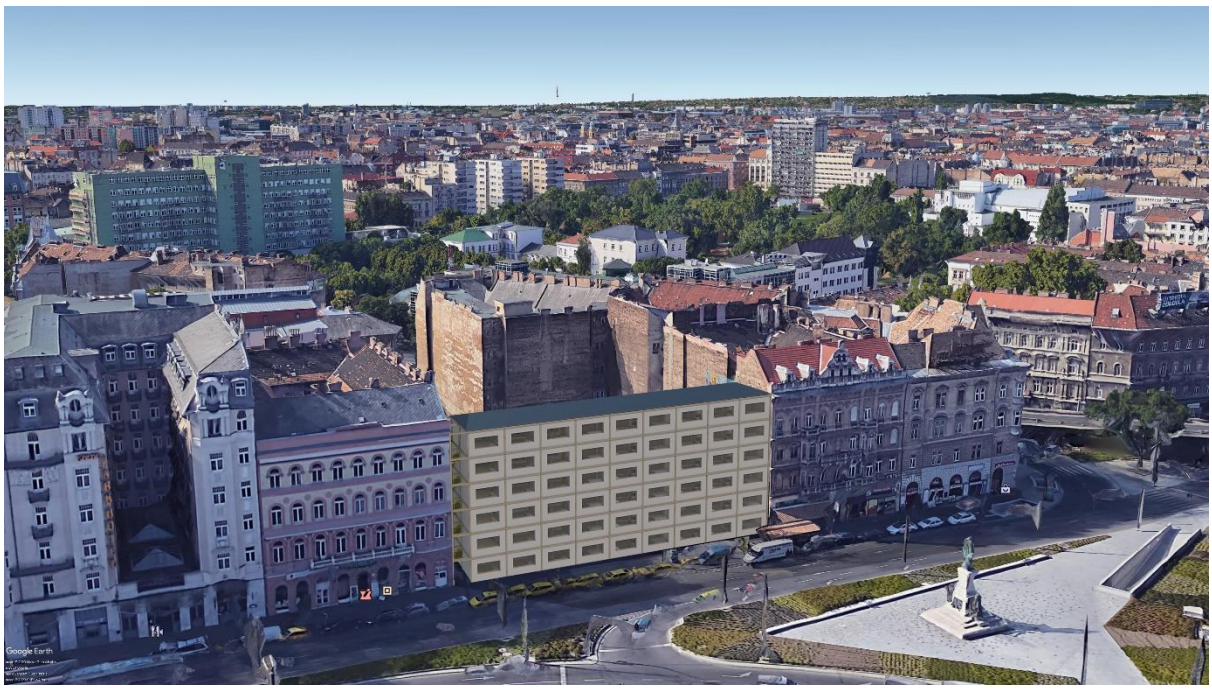
Esztétika:

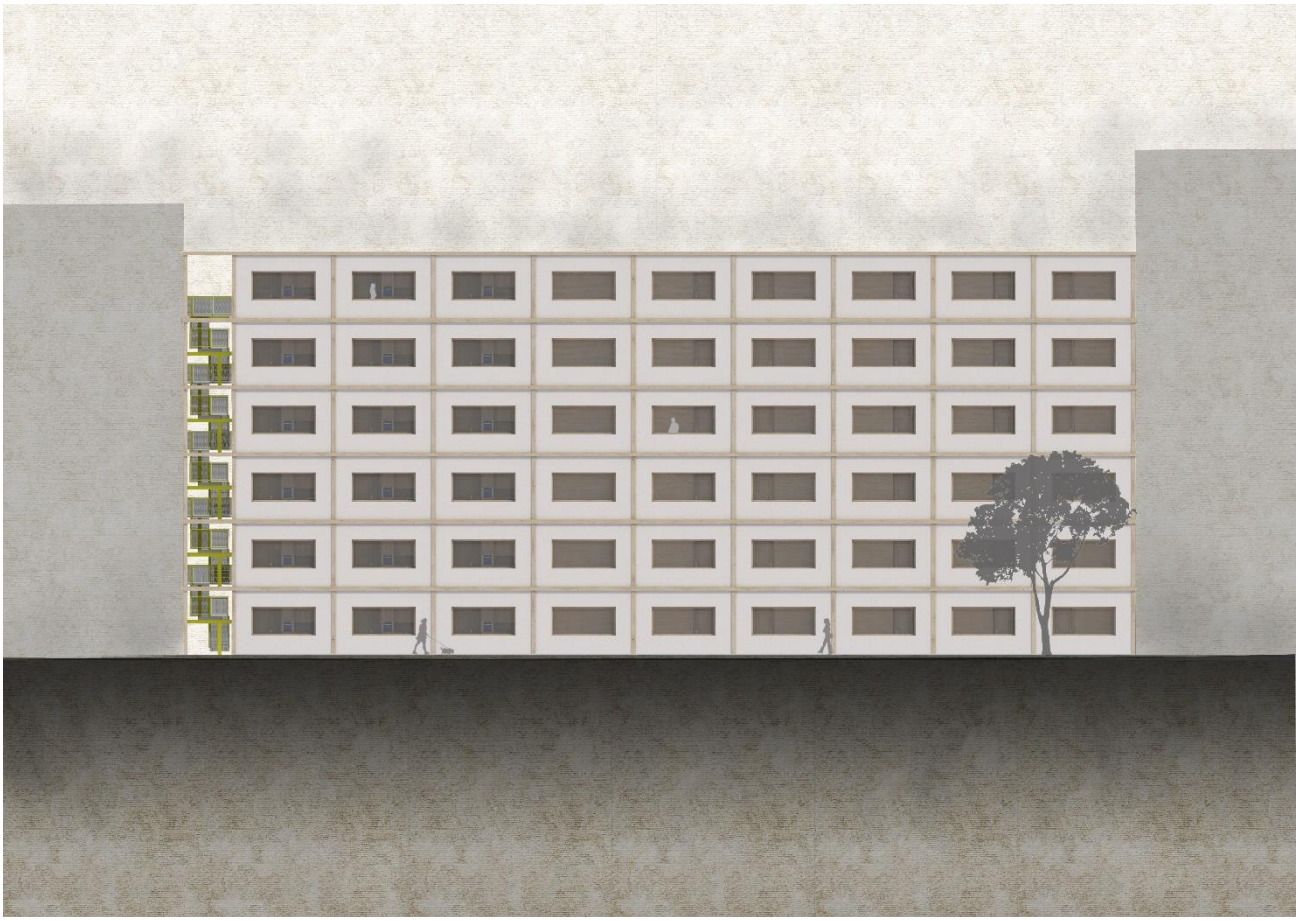
Fontosnak tartjuk a szerkezet homlokzaton való megjelenését, így a KLH váz tartószerkezet nincsen leburkolva, csak a vázközben lévő modulok, ezzel megadva a homlokzatnak az erőteljes tektonikus jelleget. A burkolat tervezésénél törekedtünk arra, hogy a kívülről egységes megjelenésbe is egyediséget csempésszünk, ezért a változatosan kialakítható HPL homlokzatburkolati lemez mellett döntöttünk. Ez a könnyű táblás burkolat mind szín, textúra és méret terén sokféle változatban elérhető. Ez az épületben elhelyezett lakásoknak egymástól eltérő, azonban távolról nézve mégis homogén felületet biztosító homlokzatburkolat.
A végső építési lépés az előregyártott fém lépcső, közlekedő kiszállítása és a vázhoz való rögzítése, mely vízszintesen történik. Különböző telkekre különböző épületeket lehet tervezni ezzel a rendszerrel, így fontos, hogy a közlekedő is idomuljon a beépítéshez. Anyagát tekintve kitűnően ellenáll az időjárási viszontagságoknak és az, hogy utólagosan kívülről szerelhető az épülethez, megadja azt a beépítési szabadságot, ami a változatos épületekhez szükséges. A lépcsők felülete porszórt perforált acél mely különleges színekben is elérhető, ezáltal adva sajátos arculatot minden épületnek.

Az alábbi két épületen mutatjuk be a lehetséges változatok szélsőséges példáit egy budapesti helyszínt választva állítottuk össze az első épületet, amely bemutatja, hogy a rendszer miképpen tud alkalmazkodni a belvárosi foghíj beépítés adta nehézségekhez

Cím: Baross tér 7.

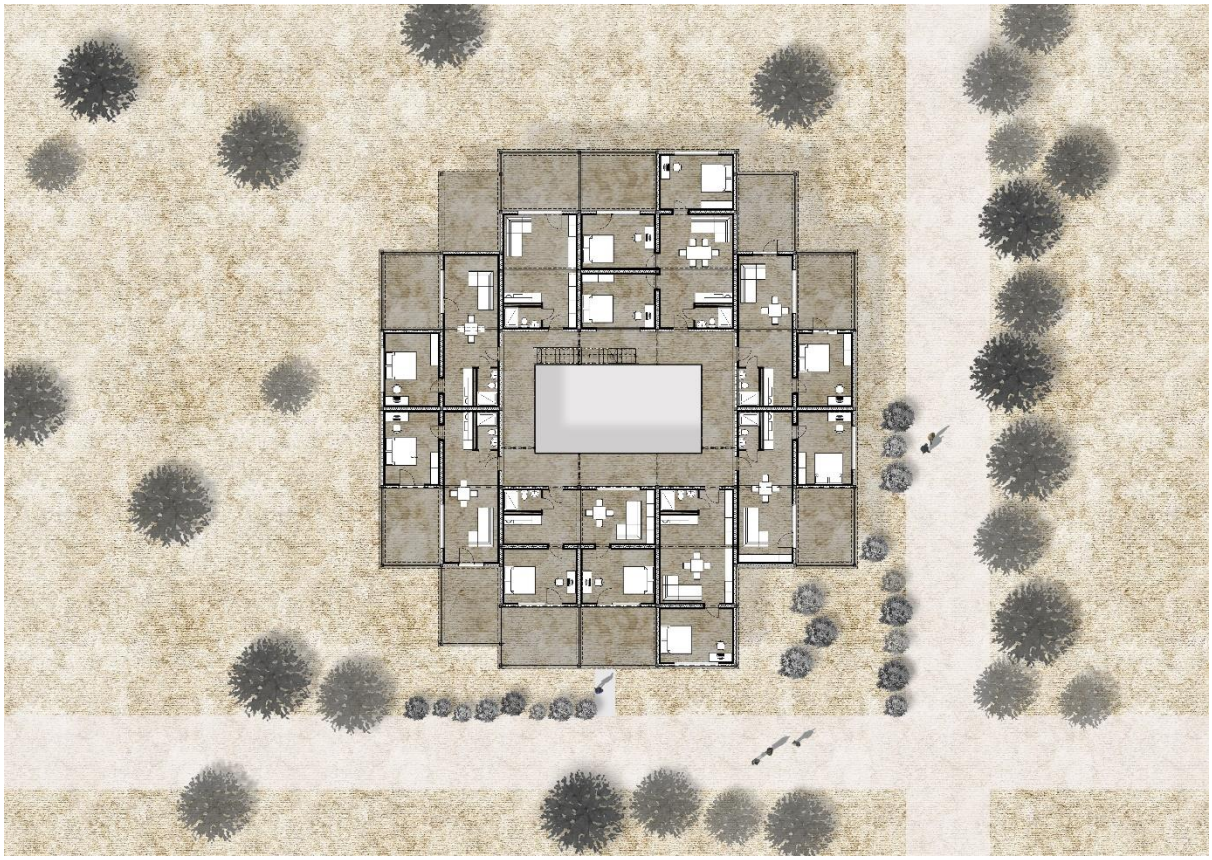


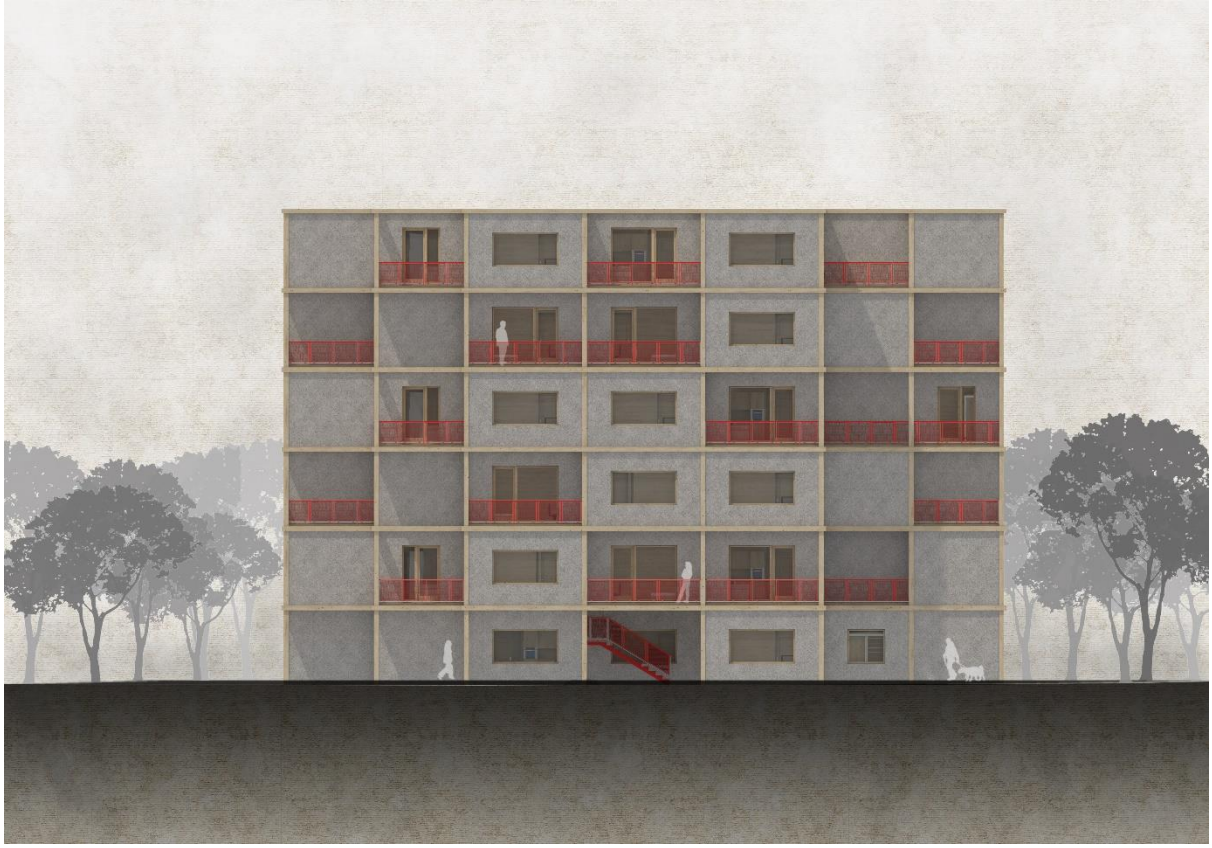


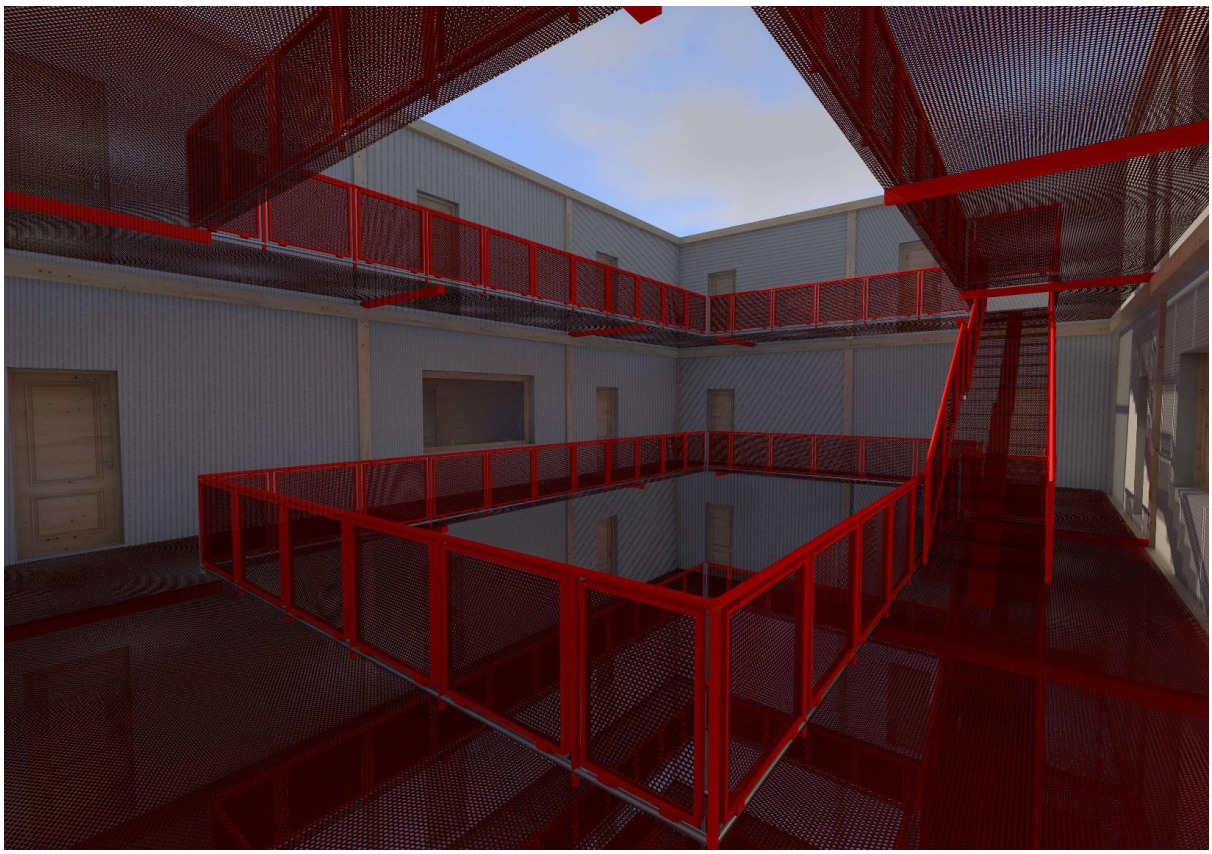


A gangos kialakítású önállóan álló épületet pedig egy vidéki városi környezetben helyeztük el.

Cím: Békéscsaba, Őr utca 2.







Forrás:

https://www.dezeen.com/2019/06/06/tenaya-towers-california-university-uscb-som/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1
https://www.dezeen.com/2019/12/17/student-housing-atelier-villemard-et-associes-paris/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1https://www.archdaily.com/catalog/us/products/8505/stair-railings-perforated-cladding-panels-bruag/218501?ad_source=neufert&ad_medium=gallery&ad_name=next_image
https://www.klh.at/en/
https://www.youtube.com/watch?v=bn5jjVKhFUs&ab_channel=WITRONLogistik%26InformatikGmbH

https://epiteszforum.hu/mindig-az-adott-helyzettol-fugg-hogy-mi-a-jo-komfortrol-pszichologus-szemmel
https://www.archdaily.com/934374/mjostarnet-the-tower-of-lake-mjosa-voll-arkitekter

https://www.autodesk.com/solutions/architecture-engineering-construction/prefabrication-modular-construction
https://www.effekt.dk/

Szakirodalom:

Dúll Andrea: Helyek, tárgyak, viselkedés
Lakóépülettervezési Tanszék: Replan
Preisich Gábor: Budapest városépítészetének története 1945-1990.

ADAPTÁLHATÓ MODULARITÁS

Egyediség és előregyárthatóság egyensúlya

Moduláris társasház

szerzők: Csupász Szabolcs, Lombár Eszter
konzulens: Nagy Márton DLA
BME Lakóépülettervezési Tanszék, TDK 2020

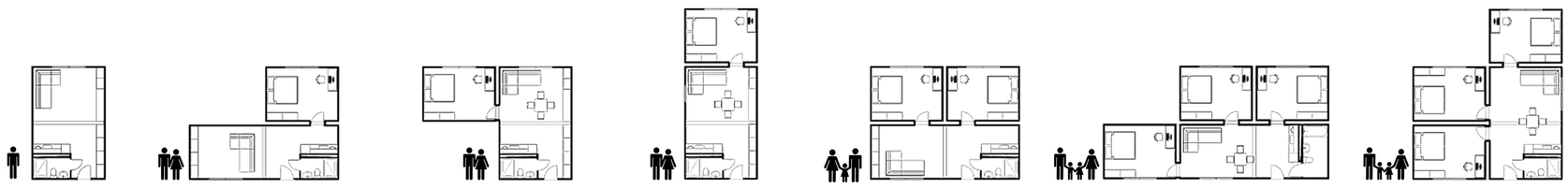
KLH elemek:

Egy olyan rendszer megalkotását tűztük ki célul, amely megtartja az egyediség és az előregyártás között az egyensúlyt. Kihasználja az utóbbi technológia lehetőségeit, mégis elég változatos tereket lehet vele létrehozni ahhoz, hogy a különböző igényekre megfelelően reagáljon. A lakások méretei, elrendezései és az épület telekre való adaptálhatósága is ezeknek a eltérő igényeknek a kielégítésére szolgálnak. Ezt úgy tudtuk megvalósítani, hogy egy variábilis vázrendszert tervezve abban elhelyezhető modulokkal alakítottuk ki az épületet.

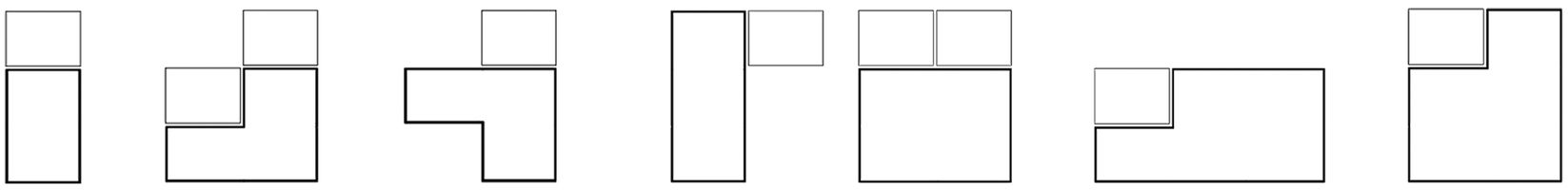
A KLH által gyártott lapok alapján méretezett falakból a gyárban kivágják a nyílászárók pontos helyeit és a gépészeti vezetékek kivezető nyílásait. A falakat, födémeket ez után összeszerelik és a már kész modult szállítják a helyszínre, ahol a váz elkészülte után, behelyezik őket a végső helyükre. Ezáltal létrejönnek a különböző méretű lakóegységek.

A különböző elrendezésű lakásoknál arra törekedtünk, hogy minél kevesebb fajta fallapból lehessen megépíteni azokat, így is minimalizálva a gyártási költségeket. Ennek érdekében a nyílászárókat úgy helyeztük el, hogy azt többféle szituációban is fel tudjuk használni, illetve a méretüket is ilyen szempontok alapján választottuk meg a homlokzati esztétikát figyelembe véve. Szükség volt a falakon kívül egy keretrendszer kialakítására is, mely a modulok összenyitása esetén alkalmazandó, a két modul közötti 20 cm térköz áthidalására. Ugyanezen okok miatt alakítottunk ki az ajtónyílásokhoz is ilyen keretet

Javasolt alaprajzi elrendezések:

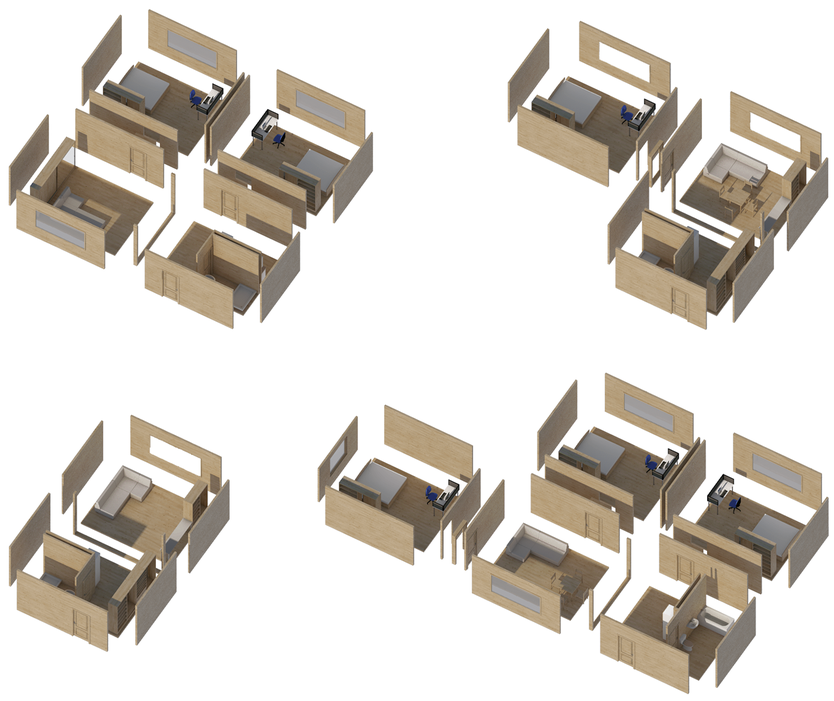


Teraszkapcsolatok:



A modul méretének megválasztásakor elsődleges szempont volt, hogy annak többszörözése során minimális azonban megfelelő élettereket tudjunk létrehozni, minél többféle igénynek megfelelve. Végül egy modul egy hálószoba berendezésére alkalmas méretű lett. A legkisebb ingatlan, amit ezzel ki tudtunk alakítani egy kétmodulos stúdiólakás. Ezt bővíteni lehet egy, két, akár három modullal is, annak függvényében, hogy a tulajdonosa hány szobás lakást szeretne.
Az összes lakáshoz vázrendszer kialakítása alapján csatolható különböző elrendezésben terasz modul is, ilyen esetben a vevőnek azt a vázrészt is meg kell vennie csak oda nem egy lakásmodul kerül, hanem egy teraszelem.

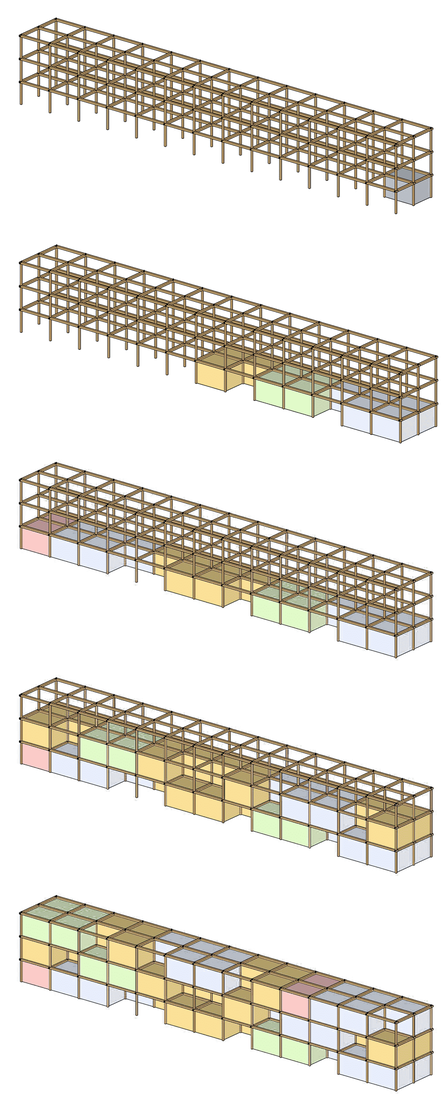
Robbantott axonometria:



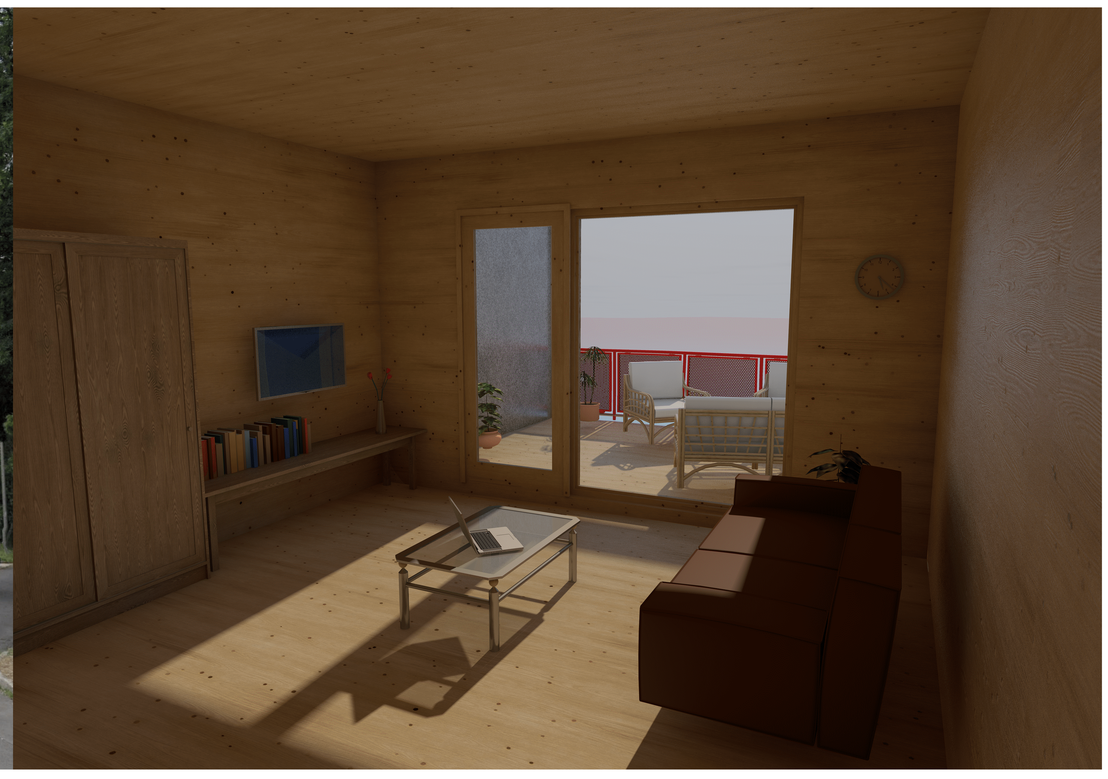
egyediség - előregyártás
adaptálhatóság perszonalizáció variábilitás
variábilitás
elemek
adaptálhatóság
keretrendszer, közlekedő
gazdaságosság
előregyártás rövid kivitelezés
perszonalizáció
alaprajz homlokzat
fenntarthatóság
clt előregyártás

Építési folyamatábra

A vázszerkezet kialakításánál fő szempontunk volt, hogy a nagyvárosi környezettől kezdve a kisebb településekig ideális megoldás legyen. Ennek megfelelően különböző adottságokkal rendelkező telkekre változatosan kialakítható. Behelyezéskor egy daru segítségével felemelik a modult, a helyére igazgatva becsúsztatják a vázba süllyesztett görgők segítségével, majd rögzítik végleges helyére.



Perspektív látványterv, Békéscsaba, Őr utca 2.



Belső látvány