

AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM ÉPÍTÉSI VONATKOZÁSAI MÓDSZEREK ÉS KRITIKÁK

Tudományos Diákköri dolgozat, 2011

AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM ÉPÍTÉSI VONATKOZÁSAI

MÓDSZEREK ÉS KRITIKÁK

Tudományos Diákköri dolgozat

Szerzők: Leskó Zsuzsanna és Áts Árpád

Konzulens: Dr. Lányi Erzsébet PhD

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM, ÉPÍTÉSZMÉRNÖKI KAR,
ÉPÜLETSZERKEZETTANI TANSZÉK, BUDAPEST, 2011.

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	2
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	5
BEVEZETÉS	6
AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM BEMUTATÁSA	7
Mi az ökológiai lábnyom?	7
Miért érdekes ez ökológiai lábnyom napjainkban?	8
Mire használható fel az ökológiai lábnyom?	9
Mi a fenntarthatóság fogalma? Mi a kapcsolata az építészettel?	9
AZ EGYETEMI KUTATÓMUNKA ÉS A TERVEK KIALAKULÁSÁNAK KÖRÜLMÉNYEI	11
University Liechtenstein	11
Agenda 2020 Liechtenstein	11
Dietrich Schwarz /DIPL.-ARCH. ETH/SIA/	13
Sustainable design studio	13
Feladatkiírás	14
A passzív napenergia hasznosítás 4 alapeleme	14
Transzparens hőszigetelés_transparent insulation	15
Elnyelő felület_absorbtion	15
Hőtároló tömeg_storage	15
Túlmelegedés elleni védelem_overheating protection	15
Fázisváltó Anyag	16
Tanulmányút New Yorkban	17
Micro Homes	19
Energiaválság és klímaváltozás	21
Life-Cycle Tower	24
2000-watt society	25
A TERVEZÉSBE INTEGRÁLT TANTÁRGYAK	27
Building Mechanical Sysytems	27

SIA 380/1.....	28
TRANSYSlite 17	28
Energetikai koncepciók elemei.....	29
Material Technology	30
Életciklus elemzés.....	30
LCA program	31
AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOMSZÁMÍTÁS ALKAMAZÁSA A TERVEZÉSBEN	32
Az ökológiai lábnyomszámítás módszerei.....	32
Népsűrűség vizsgálat	35
Cluster-system.....	36
AZ ESETTANULMÁNYOK BEMUTATÁSA	38
„WE ARE FAMILY” Projekt bemutatása.....	38
Ökológiai koncepció	38
Társadalmi koncepció	40
Gazdasági koncepció	44
Technikai koncepció	45
A terv bemutatása és az építészeti koncepció	47
„LIVING, WORKING, LEARNING TOGETHER” Projekt bemutatása.....	51
Ökológiai koncepció	51
Társadalmi koncepció	52
Gazdasági koncepció	54
Technikai koncepció	55
A terv bemutatása és az építészeti koncepció	56
AZ ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ISMERTETÉSE.....	59
Az ökológiai lábnyom alkalmazásának módszere.....	59
Az kutatás szemléletű oktatás módszere	61
ÉRTÉKEK ÉS KRITIKA	63
Az ökológiai lábnyom alkalmazásának értékelése.....	63
További kutatási irányok kijelölése	65

Az kutatás szemléletű oktatás értékelése	66
IRODALOMJEGYZÉK	67
MELLÉKLETEK	71

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet szeretnénk mondani Dr. Lányi Erzsébet konzulensünknek, aki bátorított minket a kint megszerzett ismereteink összegzésére és átgondolására. A konzultációink folyamán tanácsaival segítséget nyújtott a dolgozatunk sikeres megírásához.

Hálásak vagyunk liechtensteini tanárainknak: Dietrich Schwarz professzornak és Robert Mair-nek, akik nélkülözhetetlen szakmai tanácsaikkal támogatták a tervezési feladatunk sikeres megvalósítását. A külföldön töltött félévünk során megismertették velünk a dolgozat témájának választott módszert és mindketten alapvetően hozzájárultak szakmai fejlődésükhöz. Nélkülük a dolgozat biztosan nem készülhetett volna meg.

Köszönetet mondunk továbbá Bernhard Gasser és Christoph Ospelt tanárainknak, akik tanácsaikkal és segítőkészségükkel szakmai támasz nyújtottak a tervezési feladatok elvégzéséhez és az integrációs tantárgyak során értékes ismeretanyagot osztottak meg velünk.

Köszönetünket szeretnénk kifejezni továbbá az összes tanárunknak, akik az University of Liechtenstein intézményében töltött félévünk során szakmai tanácsokkal és rengeteg segítséggel láttak el minket.

Köszönetet mondunk a tervezési kurzus résztvevőinek, Ahmed el Bably-nak, Aza Stass-nak, Brendan Dalton-nak, Christina Schlüter-nak, Katharina Berchtold-nak, Zhonxian Fang-nak, Gareth Dunn-nak, Markus Lindemann-nak, Richard Jäger-nak, Stephanie Friedrich-nak, Xinjung Peng-nak a segítségükért és a jó hangulatban eltöltött közös tervezési kurzusért.

Külön köszönjük családunknak az anyagi támogatást és lelki bátorítást, amelyre a kint töltött félévünk során szükségünk volt.

Köszönetet mondunk továbbá Kovács Szabolcs Gergőnek a dolgozatunk alapos elolvasásáért és az építő jellegű kritikáiért. Valamint köszönetünket szeretnénk kifejezni Átsné Kovács Erikának a dolgozatunk nyelvtani átvizsgálásáért.

Köszönetet mondunk továbbá mindazoknak, akik külföldi szemeszterünk során segítettek és támogattak minket, mert ezzel is hozzájárultak ahhoz, hogy ez a dolgozat megíródhasson.

BEVEZETÉS

A 2011-es tavaszi félévet mindketten a Liechtensteini Egyetemen töltöttük. A Sustainable Design mesterkurzus hallgatójaként olyan kutatási módszerrel és módszertannal ismerkedtünk meg, amely az ökológiai lábnyom számítás eredményeit alkalmazva, egy adott terület városfejlesztési és épülettervezési koncepciójára keres a jövő nemzedéke számára élhető megoldást. Ez az újszerű, de még kiforratlan megközelítés globális kontextusba helyezi az épített környezetünk fenntarthatóságra törekvő megoldásait. Esettanulmányként mutatjuk be a kint töltött félév során végzett kutatásainkat és az elkészült terveinket.

A TDK dolgozatunk célja a megismert tervezési módszer bemutatása itthon. Szeretnénk a megszerzett ismereteinket összegezni, és kritikus vizsgálat alá vetni. Az innováció maga a módszer, amely globálisan igyekszik tekinteni a fenntartható építészeti megoldásokat. Érdekesnek találjuk a későbbi továbbfejlesztésre és gyakorlati alkalmazásra a magyar építészet és a városfejlesztés területén egyaránt.

A dolgozatunk *kidolgozásának módszere fordított*. Mivel a külföldi tanulmányunk során a tervezési tantárgy keretein belül ismerkedtünk meg az ökológiai lábnyom építészeti alkalmazásának lehetőségével, ezért a feladat megoldása során gyakorlatban szerzett tapasztalatok irányából igyekeztünk letisztázni és vizsgálat alá venni magát az eljárást. Terveinket, a kérdésekre adott válaszainkat is önmagunk kritikusaként vizsgáljuk meg. A tudományos megismerési folyamat számunkra így tapasztalatból kiindulóvá vált.

AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM BEMUTATÁSA

Számunkra is kérdés volt a pontos fogalom meghatározás annak ellenére, hogy külföldön igen sokat foglalkoztunk ezzel a kérdéskörrel. Az ökológiai lábnyom kifejezés Mathis Wackernagel és William E. Rees kanadai ökológusoktól származik. Az általuk írt „Ökológiai lábnyomunk” című könyvet, valamint a WWF (World Wide Fund for Nature) nemzetközi természetvédelmi szervezet által kiadott „Élő Bolygó jelentés 2010” című tanulmányt hívtuk segítségül, hogy az ökológiai lábnyom fogalmát és jelentőségét tisztázzuk.

MI AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM? Erre a kérdésre megannyiféle megközelítés, és helyes válasz létezik különböző megfogalmazásokban. *Megpróbáltunk összeszedni néhány meghatározást a fogalom összetettségének érzékeltetésére. Az ökológiai lábnyom annyira sokrétű és átfogó szempontokról igyekszik egy egységesen értékelhető képet bemutatni, ami óhatatlanul oda vezet, hogy maga a fogalom is számtalan módon megközelíthetővé válik.*

*"Az ökológiai lábnyom elemzése egy olyan számítási eszköz, amely lehetővé teszi, hogy felbecsüljük egy meghatározott emberi népesség vagy gazdaság erőforrás-fogyasztási és hulladékgazdálkodási szükségleteit termékeny földterületben mérve."*¹

*"Az ökológiai lábnyom egy erőforrás menedzselésben és társadalomtervezésben használt érték, ami kifejezi, hogy adott technológiai fejlettség mellett egy emberi társadalomnak milyen mennyiségű földre és vízre van szüksége önmaga fenntartásához és a megtermelt hulladék elnyeléséhez."*²

*"Az ökológiai lábnyom egy olyan „számviteli koncepció”, amely az emberiség bioszférára vonatkozó, egymással versengő igényeit hasonlítja össze a bolygó megújulási kapacitásának megfelelő igényszinttel. Számításba veszi az emberek által használt megújuló erőforrások biztosításához szükséges területeket, az infrastruktúra által elfoglalt, valamint a hulladék elnyeléséhez szükséges területeket."*³

*"Egy ember vagy egy adott terület népességének a természetre gyakorolt hatását egy hektárban kifejezett mutatószámmal, az ökológiai lábnyommal lehet leírni. Az ökológiai lábnyom az a terület, ami károsodás nélkül meg tudja termelni az aktuális életvitelünkhöz szükséges javakat."*⁴

¹ MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 21-22.

² WIKIPEDIA: Ökológiai lábnyom (2011) - http://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%96kol%C3%B3giai_l%C3%A1bnyom

³ WWF (World Wide Fund for Nature): Élő bolygó jelentés 2010 (2011) – WWF Magyarország fordításában, 32. oldal http://wwf.hu/media/sajtoszoba/WWF_LPR2010_p18_HUNWebre.pdf,

⁴ GLIA SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS TANÁCSADÓ KFT: Ökológiai lábnyomszámítás (2011) - www.glia.hu/okolabnyom

MIÉRT ÉRDEKES EZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM NAPJAINKBAN? Az ökológiai lábnyomszámítás elveit és az emberiség gazdasági és földhasználati adatait felhasználva megállapították, hogy a földi populáció az 1990-es években átlépte azt a határt, amelyet a föld által biztosított erőforrások megújuló módon biztosítani képesek. Az egyre gyorsuló tempójú fogyasztás az elmúlt években csak fokozódott. Az emberiség CO₂ kibocsátása olyan ütemben növekedett, amelyet a földi ökoszisztéma már nem képes követni. Az így keletkező forrás szükségleti hiányt nevezzük ökológiai deficitnek. De vajon lehetséges-e hogy valamiből többet fogyassunk a kellenél?

„Hasonlóan, mint ahogy a bankokból is kivehetünk többet, mint amennyit a számlánkon levő pénz kamatozik, a megújuló erőforrásokat is lehetséges gyorsabban elfogyasztani, mint ahogy azok megújulni képesek. Kivághatunk több fát az erdőből, mint amennyi évente újrano és több halat is foghatunk, mint amennyit évente újratelepítünk. Azonban mindez csak egy ideig lehetséges, az erőforrások végül ki fognak merülni.”⁵

Napjainkban gyorsan terjednek az ökoszisztéma pusztulásával kapcsolatos aggodalmak és a pénzügyi válság is divatosabbá teszi a civilizációs összeomlással kapcsolatos elképzeléseket. Sok film és hollywoodi produkció játszódik olyan fiktív jövőben, amelyben az emberiség valamilyen módon egy ökológiai katasztrófa áldozatává válik. Sötét felhőként tornyosulnak felettünk a jövőnkkel kapcsolatos gondolatok. Tehát jogosan tesszük föl a kérdést: Vajon hova vezet mindez? Milyen következményekkel jár az ökológiai instabilitás a jövőnk tekintve? Az ökológiai lábnyom számítás erre nem ad konkrét választ, mivel pusztán egy adott pillanatban képes értékelni az ökológiai egyensúly állapotát. Voltaképpen ez a számítási mód nem használható fel a jövő megjósolására, de arra alkalmas, hogy felhívja a figyelmet: komoly következményekkel kell szembesülnie az emberiségnek abban az esetben, ha nem sikerül változtatnia a jelenlegi helyzeten. Az „Ökológiai lábnyomunk” című könyv a következőképpen értékeli a jelent:

„Egyre globálisabb fogyasztói életmódunk — úgy élünk, mintha a természetnek egyáltalán nem lennének biofizikai korlátai — nemcsak a Világméretű létfenntartást ássa alá, hanem a geopolitikai stabilitást is veszélyezteti. Ebben az összefüggésben jó hír az, hogy ma oly sok ember fogadja el a fenntarthatóságot első lépésként egy biztonságosabb jövő felé. Rossz hír viszont, hogy a mérvadó gazdasági és politikai szereplők kevés jelét mutatják bármiféle biofizikai kényszer felismerésének. Valójában úgy látszik a „hivatalos” világfejlesztési intézetek jobban meg vannak

⁵ WWF (World Wide Fund for Nature): Élő bolygó jelentés 2010 (2011) – WWF Magyarország fordításában, 35. oldal http://wwf.hu/media/sajtoszoba/WWF_LPR2010_p18_HUNWebre.pdf,

győződve arról, mint valaha, hogy a legrövidebb út a fenntarthatósághoz a korlátlan gazdasági terjeszkedésen keresztül vezet.”⁶

„Ha fenntarthatóan szeretnénk élni, vigyáznunk kell arra, hogy a természet létfontosságú termékeit és folyamatait ne használjuk gyorsabban, mint ahogy azok meg tudnak újulni, és ne bocsássunk ki gyorsabban hulladékokat, mint ahogy azok elnyelődnek. De ma még a gyorsuló erdőirtás és talajerózió, a halászterületek összeomlása és a fajok kihalása, az üvegház hatású gázok felhalmozódása és az ózonréteg vékonyodása mind azt mondja nekünk, hogy a természettel szembeni mai igényeink veszélyeztetik az emberiség jövődjő jólétét. Ennek ellenére a társadalom a természetet gazdaságunk fogyóeszközeként kezeli.”⁷

MIRE HASZNÁLHATÓ FEL AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM? A lábnyom modell segítségével képesek vagyunk egy adott pillanatban értékelni az ökológiai egyensúly állapotát, így, ha a jövőbe tekintő jóslatokra nem is, de a fenntarthatóságra tett törekvések globális értékelésére alkalmas lehet. Olyan döntések során alkalmazható, amelyek valamilyen mérhető hatást képes gyakorolni az ökológiai egyensúlyra. Segítségével kifinomultabb hatástanulmányok végezhetőek el, amelyek lehetőséget adnak a különböző, instabilitást mérséklő megoldások összehasonlítására.

„További finomításra van szükség ahhoz, hogy kibontsuk az eszköz összes lehetőségét a gyakorló tervezők mindennapi döntéseikhez. Ennek ellenére már több mint 20 helyzetben alkalmazták, köztük a könyvünkben példaként bemutatott esetekben. Ezekben gyerekek szabadtéri környezeti nevelésétől az önkormányzatok vezetési és program-felméréséig az ökológiai lábnyom-elemzés segítette már a fenntartható jövő témáinak és megoldásainak összeállítását Kanadában és több más országban.”⁸

MI A FENNTÁRTHATÓSÁG FOGALMA? MI A KAPCSOLATA AZ ÉPÍTÉSZETTEL?

A Mathis Weckernagel és William E. Rees könyve szerint a fenntarthatóság alapvető ökológiai kérdése az, hogy a természeti tőke elegendő lesz-e az előre jelzett igények kielégítésére. [8] A lábnyom számítási eljárás alkalmassá tesz minket mérlegelni az emberi tevékenység lehetséges ökológiai következményeit. A könyv a következő képen vázolja föl a számítási modell gyakorlati jelentőségét:

⁶ MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 48. o.

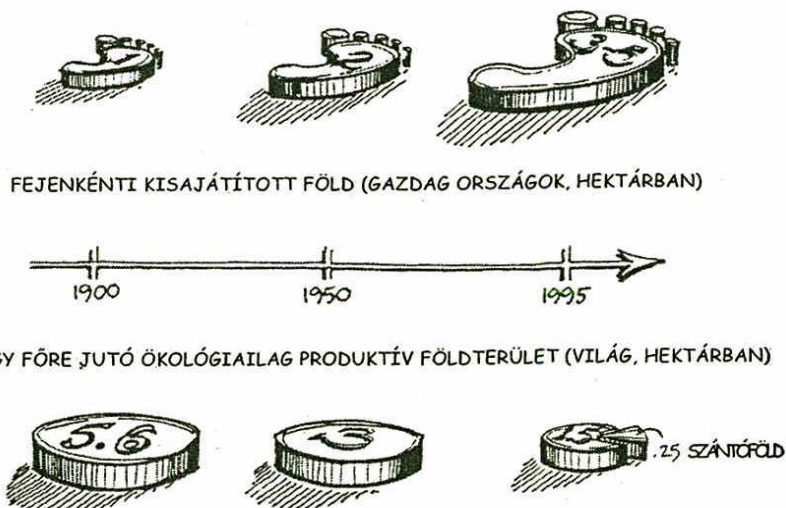
⁷ MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 20-21.

⁸ MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 40. o.

„Eszközt ad az ökoszféra termelésének és a gazdaság fogyasztásának összehasonlítására, ezáltal fedve fel, hogy vajon van-e ökológiai tér gazdasági terjeszkedésre, vagy az iparosított társadalmak már túllőttek a helyi (és globális) teherbíráson. Az utóbbi esetben az ökológiai lábnyom felfedi a társadalom előtt álló fenntarthatósági hézagot is. Vagyis az ökológiai lábnyomok elemzése segíthet meghatározni azokat az ökológiai korlátokat, melyek közt a társadalom működik, alakítani a politikát a túllövés elkerülésére vagy csökkentésére, és ellenőrizni a haladást a fenntarthatóság felé.”⁹

„Gazdaságunk növekvő igényeket elégít ki, melyek az élet alapjainak apadó készleteiért versengenek. Bármely népesség ökológiai lábnyoma használható a népesség általános fogyasztása és kivetített szükségletei megmérésére a rendelkezésükre álló ökológiai készlet ismeretében, valamint a valószínű hiányok kimutatására. Ily módon segítheti a társadalmat a természet iránti igényekkel kapcsolatos választások felmérésében.”¹⁰

Vajon az ökológiai korlátaink meghatározása segíthet-e abban, hogy az épített környezetünk és az építési módszerek is fenntarthatóvá váljanak? A TDK dolgozatunk erre a kérdésre keresi a választ. A most következő beszámolóink egy ökológiai lábnyom számítás alapjain nyugvó egyetemi projektet mutat be, amely kísérletet tesz a fenntartható jövő épületeinek megtervezésére.



1. ábra „Ökológiai lábnyomaink egyre nőnek, miközben fejenkénti „Föld-részesedésünk” tovább zsugorodik. E század kezdetétől fogva az ökológiailag produktív föld fejenként több mint öt hektárról nem egészen 1,5 hektárra csökkenni 1995-re. Ugyanakkor az átlag észak-amerikai lábnyoma több mint 4 hektárra növekedett [...]”¹¹

Forrás: Mathis Weckernagel, William E. Rees: Ökológiai lábnyomunk, 1.5 ábra

⁹ MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 77. o.

¹⁰ MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 27. o.

¹¹ MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 28. o.

AZ EGYETEMI KUTATÓMUNKA ÉS A TERVEK KIALAKULÁSÁNAK KÖRÜLMÉNYEI

A most következő fejezet célja, hogy röviden ismertesse mindazokat az állomásokat és kutatási lépéseket, amelyeken végig haladtunk a kint töltött szemeszter során, és amelyek alapvetően meghatározták az általunk megtervezett és beadott terveket. A tervezési folyamattól elválaszthatatlan kutatások és előadások sora módszertanilag is bemutatja azt a fajta tanulságos szemléletmódot, amelyet külföldön megtapasztaltunk. Az ökológiai lábnyommal kapcsolatos kutatások mellett a most rövid bemutatásra kerülő ismeretek és gyakorlati tapasztalatok mind nélkülözhetetlen voltak ahhoz, hogy a terveink a megkövetelt formában létrejöhessenek.

UNIVERSITY LIECHTENSTEIN Az University of Liechtenstein Vaduz oktatási és kutatási tevékenysége az építészet és az üzleti gazdaságtan területére fókuszál, amelyek nagyon jelentős szereppel rendelkeznek Liechtensteinben és a régióban egyaránt. Gyakorlat orientált, nagyon személyes hangulatú, és nemzetközi tanári és diák gárdájával jövőbe mutatóak a fejlesztési törekvések az oktatás területén. „*The great aim of education is not knowledge, but action. Herbert Spencer*”¹² Az oktatás nagy célja nem a tudás, hanem a cselekvés. E mondás az angol filozófus tollából találóan írja le az University of Liechtenstein céljait: a tudományos kiválóság elérése, azáltal élő szimbiózis teremtése a minőségi oktatás és a kutatás területei, az elmélet és a gyakorlat között. Az University of Liechtenstein folyamatosan fejlődött, és ma már nemzetközileg is elismert központja a felsőoktatásnak. Mint ilyen, vonzó lehetőségeket kínál tanulmányaink elsajátítására Európa szívében. Az anonimitás és az „elefántcsonttorony mentalitás” fogalmak idegenek ezen az egyetemen: a tanárok és a diákok személyesen ismerik egymást a campuson. A kis létszámú kurzusok során a hallgatók személyes támogatást és figyelmet kapnak oktatóiktól. A kellemes hangulatú campus, a szoros szakmai és emberi kapcsolatok, az egyedülálló elhelyezkedés a Liechtensteini Hercegség területén, mind hozzájárulnak a kiemelkedő oktatói és kutatói munkához. Az egyetem büszke arra, hogy magas színvonalú környezetet tud biztosítani a diákok tanulmányaihoz és kutató tevékenységeihez egyaránt, ami sok szempontból is különlegessé, egyedivé teszi az University of Liechtensteint.¹³

AGENDA 2020 LIECHTENSTEIN A gazdasági válság és a vele járó pénzügyi megingás és bizonytalanság hatására nőtt az aggodalom. A mini állam a jövőben is szeretné megőrizni a függetlenségét, és meg kívánja tartani vezető pénzügyi szerepét. A megfogalmazódó hosszú távú

¹² HERBERT SPENCER: idézet (2011) – University of Liechtenstein hivatalos weboldala:

www.uni.li/Universitaet/AllgemeineInformationen/Willkommen/tabid/135/language/en-US/Default.aspx

¹³ UNIVERSITY OF LIECHTENSTEIN, hivatalos weboldala (2011) - <http://www.uni.li>

terveinek megvalósítása kapcsán Liechtenstein komolyan veszi a távlati kilátásokat, és felkészülten kívánja várni a jövő kihívásait. Az Agenda 2020 nem más, mint a liechtensteini kormány által lefektetett cselekvési terv, amelynek célja biztosítani az ország fejlődését az elkövetkező tíz évben. A dokumentum tartalmazza azokat a közép- és hosszú távú célokat, amelyeknek a teljesítésével a jövőben továbbra is biztosítani kívánják az kis európai monarchia számára a jólétet, a magas életminőséget és a szociális biztonságot. Az Agenda 2020 egy átfogó kormányzati program, amely a legfontosabbnak ítélt politikai kérdésekben vázol föl törekvéseket. A dokumentumot Liechtenstein helyzetének részletes elemzését követően dolgozták ki. A tervezet hat kiemelt kérdésben ad iránymutatást az ország vezetése számára: a kisállamok nemzetközivé válása, a belpolitikai cselekvőképesség növelése, a gazdaságpolitikai kompetencia megtartása, a termelés megerősítése, a természetes életfeltételek biztosítása és az életminőség növelése. Az elképzelés szerint ezekben a témákban konszenzus segítené az ország jövőbeli sikerességét. A lefektetett elvek megkövetelik a rövidtávú döntések hosszú távú kilátásainak megfontolását. Annak ellenére, hogy a dokumentum hosszú távú elképzeléseket vázol fel, nem statikus, mivel a választási ciklusok túl rövidek ahhoz, hogy ez a nagy léptékű terv egy kormányzati időszak alatt sikeresen teljesíthető legyen. A változó bel- és külpolitika megkövetelik az Agenda időközönkénti felülvizsgálatát és állandó fejlesztését.¹⁴

Az tervezet hat fő célkitűzése között szerepel a „természetes életfeltételek biztosítása”. Ebben a témakörben olyan célokat fogalmaztak meg, mint a terület- és közlekedésfejlesztési koncepció átgondolása, a fenntarthatóság, az új energetikai elképzelések kidolgozása és végrehajtása, valamint az intézkedések a biodiverzitás megőrzésére és a környezetvédelem. Az utóbbi évtizedekben az ipari és üzleti zónák drámai átalakuláson estek át és az ország a jövőben is számottevő kihívásokkal néz szembe. A növekvő népesség és a bevándorlás is további hatással van az ország épített és természeti környezetére is. Ehhez kapcsolódóan a kormányzat támogatásával az University of Liechtenstein az Agenda 2020 elősegítésére nyilvános vitát és rendezvénysorozatot szervezett „Liechtenstein Vision 2020” címmel. Az egyetem a 2010/2011 tanév tavaszi félévének kurzusait is a liechtensteini jövőkép témája köré szervezte, valamint nagyszabású nyári kiállítást is rendezett a hallgatók munkáiból. Az építész kar tervezési csoportjai valamilyen formában a jövőbe tekintve helytálló építészeti reakció megalkotásán dolgoztak a szemeszter során.¹⁵

¹⁴GOVERNMENT OF THE PRINCIPALITY OF LIECHTENSTEIN: Strategischer Kompass Agenda 2020 (2010) –weboldal: <http://www.regierung.li/index.php?id=158&uid=187>

¹⁵VISION LIECHTENSTEIN 2020: Az University of Liechtenstein előadás sorozata – prezentáció az Agenda 2020-ról (2011.05.31.), http://www.uni.li/Portals/0/docs/ar/vision/20110531_Vortrag_Hausmann__web.pdf



2. ábra A Vision 2020 előadássorozat figyelemfelkeltő illusztrációja, Forrás: uni.li¹⁵

DIETRICH SCHWARZ /DIPL.-ARCH. ETH/SIA/ A tervezési kurzusunkat vezető professzor 1991ben fejezte be tanulmányait az ETH-n Zürichben, majd megalapította saját építészirodáját a Schwarz Architekten-t Zürichben. Munkássága során eddig négyszer nyerte el a svájci Solar-Prize díjat, 2007-ben a nemzetközi DETAIL díjat, 2009-ben pedig a Watt d'Or des BFE díjat is neki ítélték. 2002-ben alapította meg az üvegtechnológiai innovációkkal foglalkozó vállalatát a GlassX AG-t. 2001 óta tanít Európa különböző egyetemein többek között az FH-München és az Academy of Architecture Mendrisión. 2008 óta egyetemi tanárként dolgozik az University of Liechtenstein intézményében, ahol a Master of Sustainable Design kurzus vezetője.¹⁶

SUSTAINABLE DESIGN STUDIO Professor Schwarz Sustainable Design, azaz a „Fenntartható tervezés” kurzusának hallgatói voltunk mi is a 2010/2011 tanév tavaszi félévében. A kurzus márciusban kezdődött és június végig tartott a Fenntartható Liechtenstein 2020 víziójára épülve. A stúdiómunka heti két napon át, szerdán és csütörtökön zajlott. A professzor megkövetelte a konzekvens, egymásra épülő döntéseket a kutatómunka és a tervezési folyamat során egyaránt. Ennek megfelelően törekedtünk minél alaposabb és következetesebb lépéseken keresztül megalapozni a tervezési munkánkat. A cél az volt, hogy igyekezzünk egy, a kezdeti kutatómunkára és annak tanulságaira alapozott logikus tervezési folyamatot felépíteni a félév során. A szűkös időbeli korlát, az egy szemeszternyi idő természetesen nem tette lehetővé sem a széleskörű, mindenre kiterjedő, részletekben elmerülő kutatást, sem pedig az apróbb részletekig kidolgozott tervet. Számunkra nagyon új, izgalmas, de korántsem egyszerű feladat volt ez a félév. Egy nagyon összetett, sokszor elméleti síkon mozgó, több tudományterületet magába foglaló

¹⁶ SCHWARZ-ARCHITEKTEN svájci építész iroda weboldala. (2011) www.schwarz-architekten.com
DIETRICH SCHWARZ, önéletrajz: <http://www.uni.li/tabid/264/id/22442.67/default.aspx>

ismeretanyag felfedezésére és tanulságainak, eredményeinek gyakorlati alkalmazására tett kísérlet.

FELADATKIÍRÁS Mielőtt belekezdenénk a kutatási majd pedig a tervezési folyamat részletesebb ismertetésébe, szeretnénk pár mondatban összefoglalni a tantárgyunk feladatkiírását. (3. melléklet) Alapvetően ez a dokumentum tartalmazta azokat a kezdeti alapokat és célokat, amelyekre a kutatás és a megvalósult hallgatói tervek épültek. A design kurzus féléves tervezési feladata a felső Rajna-völgyi terület fenntartható jövőképebe illeszkedő, korszerű toronyház megtervezése volt. A voralbergi Rhomberg CREE GmbH által fejlesztett „Life Cycle Tower” szerkezeti rendszerét alapul véve, valamint betekintést nyerve a PCM, azaz a fázisváltó anyagok építészeti alkalmazásának kísérleti eredményeibe, a szemeszter célja olyan építészeti megoldás kifejlesztése volt, amely az ismert energiatudatos, ökológiailag kedvező és környezetbarát rendszerek, technológiák felhasználásával válaszokat adhatnak a jövő kihívásaira. A liechtensteini kormány által lefektetett Agenda 2020 tervezet kapcsán az építészkar e féléves fenntartható tervezés kurzusai részletes esettanulmányokkal kívántak hozzájárulni a hosszú távú kormányzati tervhez, a „Fenntartható Liechtenstein Programhoz”.¹⁷

A PASSZÍV NAPENERGIA HASZNOSÍTÁS 4 ALAPELEME Miután felismertük, hogy a jövőben mennyire fontossá válik a megújuló energiaforrások alkalmazása, megpróbáltuk számba venni azokat a lehetséges megoldásokat és építészeti eszközöket, amelyekkel csökkenteni tudjuk az épületeink működésének fosszilis energiafüggőségét. Olyan aktív gépészeti rendszerektől független megoldásokat kerestünk, amelyek speciális építészeti módszerekkel képesek energiát termelni az épületeink számára. Jellemzően ezek a megoldások a fűtési idény kezdetén és végén működnek leghatékonyabban. A passzív energiahasznosítással működő épületek természetesen bármikor kiegészíthetők aktív rendszerekkel, a kettő nem zárja ki egymást, ebben a témában csak az építészeti eszköztárban alkalmazott megoldásokat vizsgáltuk. A naprendszerben található energiaáramok döntő többsége a napból származik. A megújuló források közül kizárólag a geotermikus az, amelyik nem a nap energiáját hasznosítja. A passzív rendszerek jellemzően a napot használják, mint energiaforrást. A nap sugárzásként érkező energiáját csapdába ejtő és hasznosító épületszerkezetek alapvetően azonos elven működnek. Dietrich Schwarz professzor bemutatta számunkra a passzív napenergia hasznosítás négy alapelemét, melyek a transzparens hőszigetelés, az elnyelő felület, hőtároló tömeg és a túlmelegedés elleni védelem. Ez a 4 elem megtalálható valamilyen formában minden napenergiát hasznosító passzív megoldásban.

¹⁷ DIETRICH SCHWARZ, ROBERT MAIR: TOWERS 2020, Urban density – fusion of research and design (2011) – feladatkiírás, University of Liechtenstein, Master of Science in Architecture, SS 2011

TRANSPARENT HŐSZIGETELÉS_TRANSPARENT INSULATION A napenergiát hasznosító passzív megoldások egyik alapvető eleme a fényáteresztő, transzparens réteg. Ez szükségképpen egy hőszigetelő rendszer is egyben, hogy megakadályozhassa az áteresztett energia visszaáramlását, és ezáltal csökkentse a hőveszteséget. Az ilyen építészeti elemek közé tartoznak többek közt a transzparens rendszerű üvegtáblák, a napsugárzást hasznosító homlokzati hőszigetelő rendszerek, a polikarbonát és műanyag lemezek. Ezek a megoldások sok esetben a szórt fényt is képesek hasznosítani.

ELNYELŐ FELÜLET_ABSORPTION A napsugárzást hővé alakító építészeti elemet elnyelő felületnek hívjuk. A sötétebb színű tárgyak jellemzően több fényt, és a sugárzás nagyobb spektrumát képesek elnyelni és kevesebbet vernek vissza, mint ahogy azt a világosabbak teszik. Elnyelő felületként hatásosabb sötétebb anyagokat alkalmazni, azonban a gyakorlatban erre nem mindig van lehetőség. Tulajdonképpen majdnem minden anyag képes elnyelő felületként működni egy épület nap által is ért belső terében, csupán hatékonyságukban különböznek. Hagyományosan az elnyelési folyamatban jól hasznosítható felületek a padló és falfelületek, a beltéri burkolatok és a bútorok felületei. Az az ideális eset, amikor ezek a felületek minél sötétebb színűek, a hatékonyabb elnyelés és a minimális visszaverés érdekében.

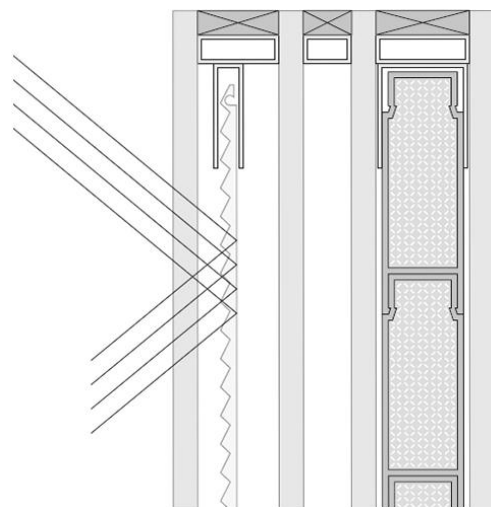
HŐTÁROLÓ TÖMEG_STORAGE A hőtároló tömeget azok az épületszerkezetek alkotják, amelyek jellemzően a hővé alakult sugárzás hatására felmelegedni, illetve bizonyos esetekben szellőzés vagy hűtő hatás esetén lehűlni is képesek. A hőtároló tömegek elsősorban a belső tér hő csillapításában játszanak fontos szerepet. A megfelelő hőtároló tömeg megválasztása nyáron csökkenti a túlmelegedés kockázatát, valamint megfelelő árnyékolási megoldásokkal szabályozhatóvá válik a működése. Télen pedig segít a hőveszteség csökkentésében, illetve a napsugárzásból származó hőnyereség hasznosításában. A hőtároló képesség legtöbb esetben tömeg és fajhő függvénye. Hőtároló tömegként hagyományos értelemben általában a hőszigetelő/termikus burkon belüli épületszerkezeti elemeket szoktuk érteni, de természetesen hőtárolóként működik minden beltéri tárgy, bútor vagy eszköz.

TÚLMELEGEDÉS ELLENI VÉDELEM_OVERHEATING PROTECTION Jellemzően nyári időszakban, a túl sok sugárzási hőnyereség következtében túlmelegedés léphet fel a belső térben, amely nagymértékben rontja a komfortot. A nyereségek szabályzására, vagy a felhalmozódott hő elszállítására árnyékolási és szellőzési megoldásokat alkalmazunk. Különböző fix és mozgó árnyékolási rendszerek léteznek, amelyek célja korlátozni a belső

térbe bejutó napsugárzást. A fix árnyékolók jellemzően geometriájukból fakadóan képesek alkalmazkodni a napsugárzás beesési szögéhez, míg a mozgó árnyékolók jóval tágabb spektrumban kínálnak lehetőséget a napsugárzás korlátozására. A feleslegesen felgyülemlett hőt különböző szellőztetési megoldásokkal szállíthatjuk el. Nyári időszakban leghatékonyabban az éjszakai átszellőztetés működik.

FÁZISVÁLTÓ ANYAG Egy későbbi fejezetben ismertetett dinamikus szimuláló program, a TRANSYSlite 17 segítségével látványosan is kimutattuk, hogy a hőtároló tömeg igen jelentős mértékben befolyásolja a napenergiát hasznosító épületek passzív teljesítményét. A program segítségével is felhasználva különböző építészeti és épületszerkezeti megoldások működési elvét és hatékonyságát elemeztük: a tömegfalat, a Tromble falat, a transzparens hőszigeteléssel ellátott speciális falszerkezeteket és hőtároló víztartályokból álló innovatív homlokzatokat. A svájci, alpesi építési hagyományokra a legtöbb esetben a fa könnyűszerkezetes megoldások jellemzőek, és a projekt kapcsán is egy többnyire fa tartószerkezetű toronyházban gondolkodtunk. Ez az alapvetés ellentmondásban állt a nagy tömegű hőtároló szerkezetek alkalmazásával, melyek egy könnyűszerkezetes magasház esetén jelentős szerkezeti terheket jelentettek volna. Ebből az ellentmondásból fakadóan új irányból közelítettük meg a problémát, és megismerkedtünk a fázisváltó anyagokban rejlő lehetőségekkel. Hőtároló kapacitásukat tekintve vetekszenek a súlyukból fakadóan nagy hőtároló tömegű szerkezeti megoldásokkal, azonban ezek az anyagok kis tömegük miatt jóval kisebb statikus terhet jelentenek az épület számára.

Az általunk megismert sóoldatos fázisváltó anyag (PCM, mint Phase-Change Material) komoly előnye, hogy a hőtároló tömeg növelése mellett lehetőséget biztosít a szerkezeti vastagság és a súly csökkentésére. Fizikai tény, hogy jóval nagyobb energiára van szükség egy adott anyag halmazállapotának megváltoztatásához, mint adott állapotban hőmérsékletének módosításához. Ezeknek az anyagoknak az olvadáshője nagyságrendekkel nagyobb, mint a fajhője, és ezt a jelentős különbséget használják fel a hőtárolásra. Az energia tárolás és az energia felszabadítás az anyag olvadáspontján jelentkezik, így az anyag számottevő hőtároló kapacitásának maximuma is ezen az adott hőmérsékleten van. Az építőiparban használatos fázisváltó anyagok olvadáspontja a szobahőmérséklet közelébe esik.



3. ábra GlassX crystal fázisváltó rendszer felépítése, Forrás: GlassX AG weboldal²⁰

Az általunk megismert és Professor Schwarz cége által kifejlesztett GlassX nevű rendszer komplett módon tartalmazza a passzív napenergia hasznosítás korábban említett 4 alapelemét. A rendszer kulcsfontosságú eleme a sóhidrátos fázisváltó anyagot tartalmazó polikarbonát modul. A termék maga nem más, mint egy speciális felépítésű, többretegű hőszigetelő üvegtábla, melynek a belső kamrájában helyezkedik el a hőtároló modul. Az alacsony emissziójú, lágyfém bevonatú Low-E üvegezés fontos szerepet játszik a rendszer működésében. Átengedi a rövidhullámú napból érkező sugarakat, miközben a fázisváltó anyag által kibocsátott rövidhullámú hőszugárzást visszaveri, így a hőtároló modul hőtartalmát a belső térben tartja. A külső kamrában egy üvegprizma elhelyezésével megoldhatóvá válik a nyári túlmelegedés elleni védelem is. A prizma 40 fok feletti beesési szög esetén már visszaveri a napsugarakat, így megvédve a belső teret a túlhevüléstől (a prizma megváltoztatásával, mely az előre megszerkesztett beengedési szög változását jelenti, a GlassX minden földrajzi helyen tökéletesen alkalmazható). Ezt az innovatív terméket nagy érdeklődés övezte a csoportunkban és a végső tervekben is többen előszeretettel alkalmazták. A fa tartószerkezetű toronyház tervezése esetében komoly előnyt jelentett a fázisváltó anyag kis súlya, de ugyanakkor tekintélyes hőmérsékletstabilizáló hatása. Professor Schwarz, mint a rendszer fejlesztője és építésként alkalmazója szerint, a termékmodulok 2 cm-es vastagságának hőtároló kapacitása megfelel nagyjából 20 cm vastag vasbeton falszerkezet hőtároló képességének.¹⁸

TANULMÁNYÚT NEW YORKBAN Hagyomány az egyetemen, hogy a minden szemeszterben a tervezési kurzusok egy hetes tanulmányi kirándulást tesznek a kiadott feladat témájához kapcsolódóan. A mi csoportunk természetesen a „felhőkarcolók városába”, New York City-be utazott. A csoportunk fele, köztük mi ketten sem vettünk részt ezen a kiránduláson, de az előkészületek és az utazást követő elemző megbeszélések, kiértékelések ismét csapatmunkában zajlottak. Az utazás célja a felhőkarcolók felépítésének, működésének, történelmének, megvalósulásuk gazdasági és társadalmi körülményeinek megismerése volt. Igyekeztünk lehetőségeinkhez mérten felfedezni a toronyházépítés mögött álló tendenciákat és jobban megérteni az ilyen típusú épületek megvalósulásának feltételeit. A legjelentősebb épületekről a kiutazó diákok visszatérve rövid prezentációt is tartottak. A csoportunk egy kis könyvet, úgynevezett NY Booklet-et szerkesztett az út előtt, amely rövid összefoglalásokat tartalmazott az összes látogatásra beütemezett épületről. A New York-i utazás tanulságainak összegzését megelőzően egy rövid összefoglalóban szeretnénk bemutatni a kirándulás kapcsán felmerült témákat, amiknek felidézéséhez segítségül hívtuk Antonino Terranova „Modern óriások” és „Felhőkarcolók” című könyvét.

¹⁸ GLASSX AG: GlassX Crystal Brochure (2011) – GlassX AG weboldal:
http://glassx.ch/fileadmin/pdf/Broschuere_online_en.pdf

A felhőkarcolók fejlődése a tizenkilencedik század második felében indult meg az akkor jelentős gazdasági középponttá váló Chicago-ban. A nagyvárosi népesség robbanásszerű növekedése és az irodák és vállalatok gombaszerű szaporodása tökéletes táptalajt képezett a toronyházépítésnek. A korai kísérletek nyomán a huszadik század elejére a magasház-hullám áttért Manhattan szigetre. Kezdetben az újszerű építészeti forma nem találta a saját hangját, és szemben az Európában terjedő újszerű, funkcionális racionalista elképzelésekkel a toronyházak még historizáló, későromantikus és art deco stílusban készültek. Az óriási magasságok eléréséhez a technikai újítások megjelenése elengedhetetlen volt, leginkább a lift feltalálása, valamint az acélszerkezetű tartóváz alkalmazása tette lehetővé a korai és rohamos ütemű fejlődését és elterjedést. A paneles függőnyfal elemek alkalmazása pedig átlendítette a felhőkarcoló építészetet a modern áramlat sodrásába. Az ezt követő posztmodern irányzatok már szakítottak a szigorú, dobozszerű formai megjelenéssel és egy tarka, túlosztott arculatot kölcsönöztek ezeknek az épített óriásoknak. Mára hihetetlen, rendszerezhetetlen formákat öltenek a környezetüktől teljes mértékben függetlenül gigászi tornyok, amelyek egyesítik magukban a szobrászatot, a grafikai és a képzőművészeteket. A témával kapcsolatosan több könyvet, köztük Rem Koolhaas: *Delirious New York* című könyvét is részletesen tanulmányoztuk.¹⁹



4. ábra Woolworth Building felhőkarcoló nézete, „Cathedral of Commerce”, A kereskedelem katedrálisa
Fotó: Library of Congress, New York City, 1913

Ezek a monumentális óriások a saját korszakuk technikai határait feszegetve az ember tudományos szakértelméről adnak hírt. A felhőkarcolók minden képzeletet meghaladó, tagadhatatlan ambícióval születtek, bibliai Bábel tornyaként emelkedve valósítják meg az ember ősi becsvágyát, álmait, és törekvéseit. Amerika a függetlenségi háborút követően óriási gazdasági fejlődésnek indult. A gyarmataiból autonómiát szerzett ország óriási érintetlen erőforrásokkal

¹⁹ REM KOOLHAAS: *Delirious New York, A Retroactive Manifesto for Manhattan* (1997) - The Monacelli Press

rendelkezett és könnyedén felülkerekedett az erőforrásokban szegényebb, terület hiánnyal, viszályokkal és háborúval sújtott Európán. A hirtelen, nagy iramú fejlődés odáig vezetett, hogy az Egyesült Államok világvezető gazdasági hatalommá vált. Az egyre erősödő piacgazdasági folyamatok következtében a nagyvárosok folyamatos növekedése megkövetelte a terület hatékony kihasználását és minél hasznosabb, jobban kihasználható épületek megjelenését. A toronyházak elterjedését nem pusztán a technikai lehetőségek bővülése hozta magával, hanem elsősorban gazdasági és társadalmi változások követelték meg. A második világháborút követően a világ folyamatosan kitért a kapitalista gazdaság terjedése számára, amely teljes globális politikai átalakulást hozott magával. Ezt a folyamatot követve a világ több pontján is megjelentek a hatalmi jelképként is működő felhőkarcolók. Európában a tengerentúli habitussal szembeni idegenkedés, valamint a történelmi városkép megtartására irányuló törekvések hatására a szélsőséges méretű felhőkarcolók jóval kevésbé terjedtek el. A világban azonban a 2001-es ikertornyok elleni támadás, és a felhőkarcolók nyilvánvalóvá váló sebezhetősége ellenére sem szűntek meg a nagyszabású toronyépítési programok az új évezred hajnalára.^{20,21}

A New York-i kirándulás legjelentősebb tanulsága a csoport számára az volt, hogy a toronyházak építése mindig *valamilyen gazdasági és társadalmi környezetváltozás hatására indul meg*. Felismertük azt, hogy ez a szélsőséges építészeti forma egy speciális pénzügyi és kulturális közeg hatására jön létre és nem pusztán egy közösség önkényes nagyravágyásának eredménye. Egy ilyen jellegű projekt kapcsán feltétlenül szükség van az épület tágabb értelmű összefüggésinek megértésére. Ez azt is jelenti, hogy a tervezési folyamatnak része kellett, hogy legyen egy koncepcionális jövőkép kialakítása. Ez a megállítást mindenki számára fordulópontot jelentett az egész szemeszter alakulásában. Egyfelől előrevetítette az ökológiai lábnyommal kapcsolatos kutatásunk jelentőségét. Másfelől pedig a csoport a feladatkiírástól független, szabad kezet kapott a tervezési program meghatározásában. Az eltérő elképzelések és gondolatmenetek oda vezettek, hogy volt olyan diák, aki nem toronyházat tervezett. Mindenki megpróbálta megtalálni a saját válaszát a felmerülő kérdésekre és voltak hallgatók, akik nem tartották a jövőben felmerülő problémákra ideális építészeti reakciónak ezt a fajta szélsőséges épülettípust.

MICRO HOMES A Münchener Műszaki Egyetem professzora, Richard Horden tartott nyitott előadást építészeti munkásságáról az egész építészkar számára. A Norman Foster irodájában is dolgozó professzor életművét leginkább a kisméretű, kis energiájú épületek határozták meg, amelyek elsődleges célja a szűkös tér ellenére egy magas minőségű és ugyanakkor szép és egységes építészeti közeg kialakítása. Munkáira jellemzőek a high-tech megoldások, amelyek

²⁰ ANTONIO TERRANOVA: Felhőkarcolók (2003) - Alexandra kiadó, Pécs

²¹ ANTONIO TERRANOVA, GIANPAOLA SPIRITO: Modern óriások, napjaink legimpozánsabb felhőkarcolói (2008) – Alexandra kiadó, Pécs

hangulatukban leginkább egy jövőbeli űrkapszulához, vagy egy űrhajó belső tereihez hasonlatosak. Az egyik ilyen épülete az egyetemi hallgatókkal közösen kifejlesztett „microcompacthome” nevű 2,6 m él hosszúságú könnyűszerkezetes lakókocka. Ez a koncepció kezdetben a Münchener Műszaki Egyetemen indult tervezési projektből nőtt ki magát komoly kutatásá.

Az elképzelés szerint a dobozok célja a lehető legkisebb méretre összesűríteni az életteret a lehető legmagasabb színvonalon. A lakódoboz belső terének kialakítása erre a célra kifejlesztett integrált bútorokkal valósul meg. Ezek a kapszulák vészhelyzetek esetén akár rövid távú túlélési megoldást is kínálhatnak. Alacsony költségvetés mellett kivitelezhetőek, valamint méretükből adódóan működésük is kevés energiaráfordítással jár. Alkalmazhatóak szélsőséges körülmények között, helyhiány esetén, vagy egyszerű szabadidős céllal. Richard Horden kutatócsoportja nemcsak a legszűkebb élhető tér kifejlesztésén fáradozik, hanem ennek az újfajta létformának a szociológiai következményeit is vizsgálja. Továbbá lépéseket tesznek abba az irányba, hogy miként lehetne alkalmazni ezt a rendszert minimál-települések létrehozásához is. Az Münchener Egyetem területén 2005-ben egy tíz lakódobozból felépülő kísérleti falut hozott létre, a miceohome-okban diákok és még egy egyetemi tanár is beköltözött.²²

A professzor az előadása után a mi stúdiónkba is ellátogatott.

Megismerkedett a félévünk témájával, és építészeti hitvallásának megfelelően a kis, praktikus és egyszerű lakás megoldásokat tartotta fontosnak a jövő építészetében. „*Make better life with less!*”



5. ábra „micro compact home” projekt látványtervei²⁴

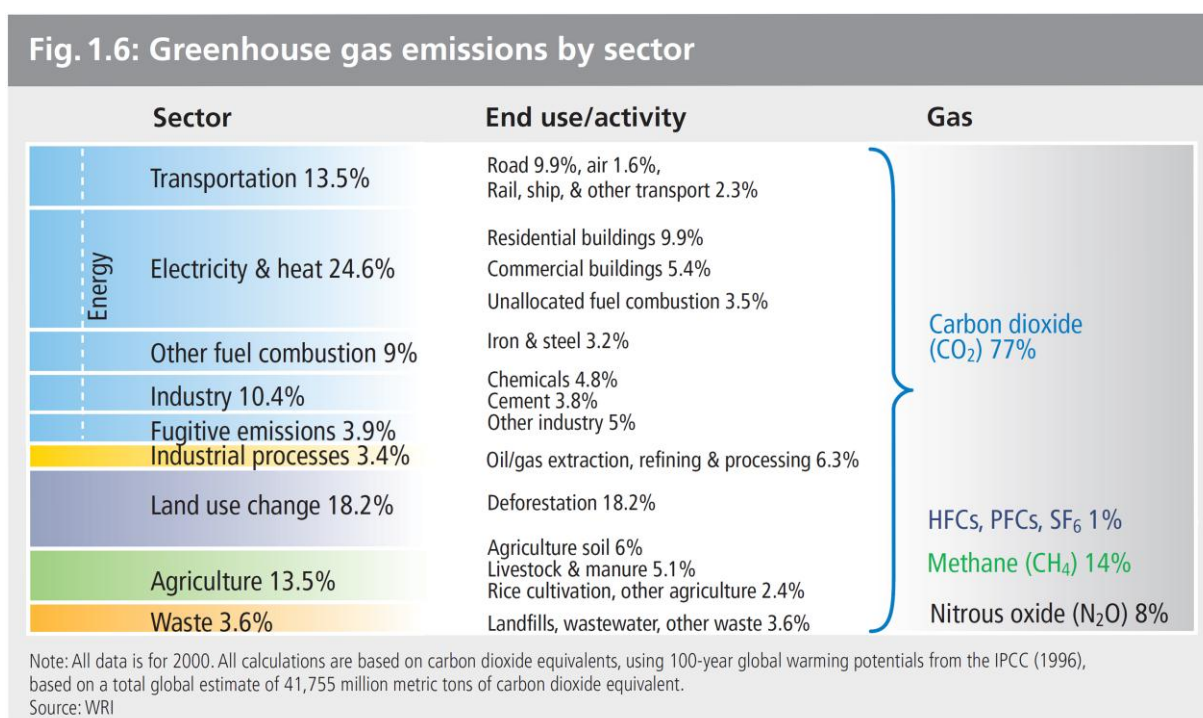
Forrás: micro compact home ltd.

(*Alkoss jobb életet a kevesebből*) osztotta meg velünk útravalóként jó tanácsát. Véleménye szerint a jövő lakásai magas minőségűek, energiatakarékosak és ugyanakkor téri kiterjedésükben jóval kisebbek lesznek a most megszokottnál. Szerinte az elkövetkező társadalom egy új, szabadabb életstílust fog magáévá tenni: egyfajta modern nomádként, egy jóval kisebb helyigénnyel rendelkező micro home-ban élve, és ebből fakadóan mérsékeltebb energiafogyasztással és jóval több mobilitással. A professzor látogatása komoly hatással volt a

²² MICRO COMPACT HOME LTD: m-ch kutatási projekt (2011) – hivatalos weboldal: www.microcompacthome.com

terveinkre, és ha nem is teljes mértékben értettünk egyet elképzeléseivel, de felismertük, hogy valóban létjogosultsága lehet a jövőben egy tömörítő, redukcióra törekvő építészeti koncepciónak. Kétségtelen, hogy ez a fajta „micro-építészet” összességében tekintve új értelmet ad a modern építészet „less is more” (a kevesebb több) eszméjének, amely ebben a formában akár egy fenntartható építészeti koncepcióban is helytálló lehet.

ENERGIAVÁLSÁG ÉS KLÍMAVÁLTOZÁS Dietrich Schwarz professzor egy szemléletformáló előadást tartott a szemeszter első felében a csoport számára, amelyben felvázolta, hogy miért is fontos és milyen célokat határoz meg számunkra a fenntartható építészet. Röviden érintettük azokat, elsősorban az emberiség energiafelhasználásával kapcsolatos globális problémákat, amelyekkel a jövőben nagy valószínűséggel szembe kell néznünk, és amelyekre megoldásokat kell találnunk. Az előadás első fele a klímaváltozás kérdését feszegette. A professzor az adatok és ábrák tekintetében a svájci Union Bank szakértőinek „Climate change: Beyond whether” című igen érdekes jelentését hívta segítségül.²³



6. ábra Az üvegház hatású gázok kibocsájtásának eloszlása emberi tevékenységek szerint
Forrás: UBS research focus: Climate change: Beyond whether (2007, jan.)

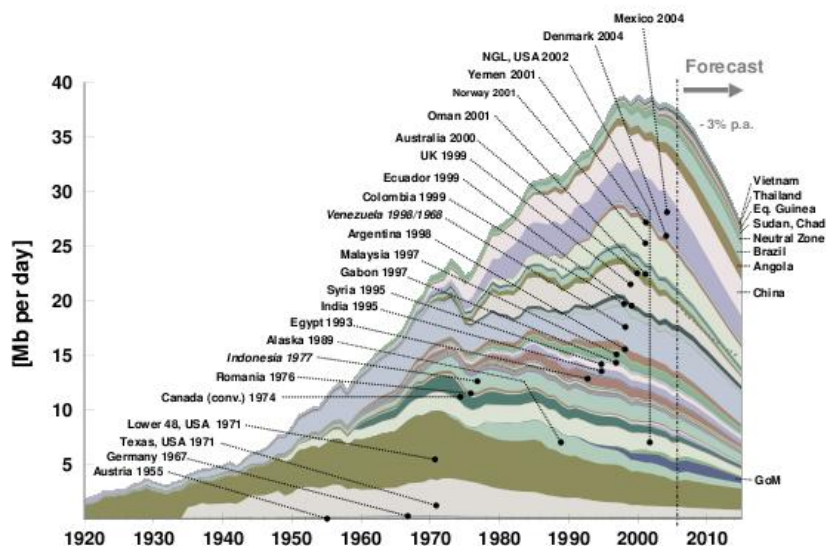
(5. melléklet) Ez a dokumentum, a biztosító társaság számára készített tanulmány, amely próbál betekintést nyújtani a klímaváltozás esetleges gazdasági hatásaiba. A 2007-ben publikált kutatás megpróbálja felmérni az újonnan megjelenő befektetési kockázatokat illetve a változásokkal járó

²³ UBS AG WEALTH MANAGEMENT: UBS research focus: Climate change: Beyond whether (2007, jan.) – letölthető: www.capitalmarketpartnership.com/UserFiles/Admin%20UBS%20-%20Climate%20Change%20Beyond%20Whether.pdf

gazdasági lehetőségeket. Ez a dokumentum bizonyítja, hogy a világ egyik vezető bank és biztosító társasága számára igenis fontos, hogy időben felismerje azokat az üzleti lehetőségeket, amelyek hosszútávon sikeresek és működőképeseek lehetnek, és azokat is melyek nem. A jelentés üvegház hatású gázok kibocsátására vonatkozó adatai többek közt a World Resources Institute nemzetközi szervezet statisztikai adatain alapulnak. Az elmúlt 2 évszázad széndioxid koncentrációját ábrázoló grafikonon folytonos növekedés figyelhető meg. (2. melléklet) Összehasonlítva az azonos időszakban mért melegedésre utaló hőmérsékleti adatokkal, feltételezhető, hogy a kettő között összefüggés van. Természetesen vita alapját képezi, hogy valóban van-e számottevő kapcsolat a két tendencia mögött, azonban azt kijelenthetjük, hogy az emberi tevékenység következtében felszabaduló üvegház hatású gázok következtében a légköri koncentráció megváltozásának lehet valamilyen mértékű éghajlati következménye. A gázkibocsátásra vonatkozó ábrán látható számokat tekintve egyértelműen kitűnt számunkra, hogy az emberiség energiafogyasztása 61%-át teszi ki az összes üvegház hatású gáz kibocsátásának. A táblázat alapján az is megmutatkozott, hogy az elektromos és hőenergia fogyasztás 24,6%-ot ér el, amely jelentősen kiemelkedik a 13,5%-os szállításból és utazásból, valamint a 10,4%-os ipari termelésből származó kibocsátás mellett. Ha csak a lakó és gazdasági célú épületeket tekintjük, akkor is 15,3%-ot számolhatunk össze, amely az összes energiafelhasználás üvegházhatású gáz kibocsátásának 25%-át teszi ki. Az épületek anyagait és szerkezeteit előállító ipari és építési tevékenységet is számba véve az értéket tovább lehetne pontosítani. Tekintve a cementgyártás 3,3%-os részesedését nem lenne meglepő, ha az épületeinkkel kapcsolatba hozható gáz kibocsátás elérné, vagy akár meg is haladná az összes energiafogyasztásból származó kibocsátásának 40%-át. A rövid áttekintésünk során megbecsült hihetetlenül magas érték rámutatott, hogy az épített környezetünk és annak működése igen komoly hatással van az éghajlatváltozásra és a CO₂ kibocsátás mértékére, ezért az építészetnek jelentős szerepet kell vállalnia a működő és fenntartható jövő megalkotásában.

Az éghajlatváltozással kapcsolatos vizsgálódást követően a professzor áttért az olajhozam-csúcsra és energiaválsághoz kapcsolódó problémák bemutatására. Olajhozam-csúcsnak nevezzük a kőolaj kitermelésének időbeli tetőzését. A csúcst egy úgynevezett Hubbert-féle csúcsmélelet jósolja meg, amelynek alapján M. King Hubbert geológus alkotott meg és elméletével majdnem pontosan meg is jövendölte az Egyesült Államok területén végzett olajkitermelés maximumának 1971-es bekövetkezését. Az 1973-as olajválságot követően a 80-as években már több kutató is foglalkozni kezdett a készletek kimerülésének gondolatával. A Föld egyre szaporodó népessége és az egy főre jutó energiafogyasztás növekedése következtében a kitermelésnek szükségképpen el kell érnie egy csúcst, mivel az olajtartalékok végesek és egy adott ponton túl a kitermelés üteme már nem növelhető tovább. A csúcs megjóslását vita övezi,

több előrejelzés is létezik, és a fejlődő bányászati technológia, valamint az új mezők felfedezésének csekély lehetősége sem teszik lehetővé a pontos számítást, azonban azt biztosan állíthatjuk, hogy a tetőzés vagy már megtörtént, vagy a közeljövőben be fog következni. Több teória is létezik, amely megpróbálja megjósolni az olajtermelés



7. ábra Az olajhozam-csúcson túlesett országok
Forrás: Ludwig-Bölkow Systemtechnik GmbH, 2007

csökkenésének hatásait. A csúcs következményei egyelőre pontosan nem láthatóak be, de minden bizonnyal komoly mértékben lesz hatással a világgazdasági rendszerre. Kezdeti hiányhoz, gazdasági visszaeséshez, válsághoz, inflációhoz, magas árakhoz és legvégső esetben akár az ellátó rendszerek összeomlásához is vezethet.²⁴ Bizonyosnak tűnik, hogy valamilyen megoldással ki kell pótolnunk ezt a hiányt. A többi fosszilis energiahordozó mennyisége is véges, így rájuk vonatkozóan is léteznek kitermelési csúcsokat előrejelző számítások. Előbb vagy utóbb, de az összes fosszilis energiahordozó kitermelése csökkenni fog. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy az alternatív energiahordozókra való átállás is komoly energiafelhasználást igényelne. Mindemellett nem ismerünk olyan megújuló alternatív erőforrást, amely hatásfoka vetekedhetne a fosszilis energiahordozók bármelyikével. Nagyon fontos, hogy az elkövetkező időszakban csökkentsük az energiafogyasztásunkat és minél nagyobb mértékben növeljük a megújuló energiaforrások alkalmazásának arányát, bármennyire is távolra tehető a hagyományos energiahordozóink kitermelésének drasztikusan csökkenő üteme.

E rövid, lényegre törő előadás célja az volt, hogy rádöbbenítsen minket a fenntartható energiagazdálkodás kiemelt fontosságára. A jövő épületei számára elengedhetetlenül fontos alapkövetelmény, hogy alacsony energia felhasználás mellett működjének. A legideálisabb persze az lenne, ha egy önfenntartó házként, külső energia befektetés nélkül képesek lennének üzemelni. Az előadás folyamán felismertük, hogy igen komoly lépéseket kell tennünk, hiszen a CO₂ kibocsátás pusztán csak szinten tartásához is komoly erőfeszítésekre van szükség, valamint a megújuló energiaforrásokra való átállás önmagában is komoly gazdasági és technikai kihívásokkal néz szembe. A prezentáció rámutatott továbbá arra is, hogy igen komoly

²⁴ WIKIPEDIA: Olajhozam-csúcs (2011) - <http://hu.wikipedia.org/wiki/Olajhozam-cs%C3%BAcs>

jelentősége van a különböző megoldások esetében az életciklus elemzésnek. A fenntartható épületeknek nem csupán a működésük közben kell takarékoskodniuk az értékes energiával, hanem eleve törekednünk kell az építéseknek olyan építő anyagokat választására, amelyek alacsony szürke energiaszükséglettel rendelkeznek.

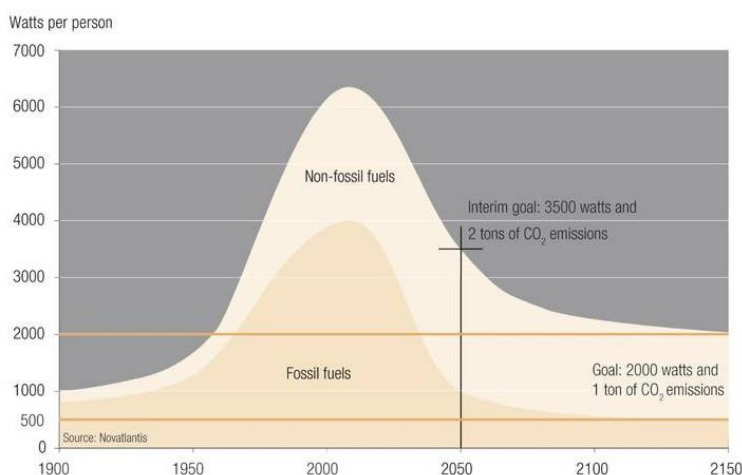
LIFE-CYCLE TOWER A tervezési tantárgy keretein belül a CREE (Creative Renewable Energy and Efficiency Group) GmbH, az Arup osztrák gyár és a Romberg Bau cég által közösen kifejlesztett Life-Cycle Tower hibrid tartószerkezeti rendszerével ismerkedtünk meg. A terveinkben alkalmazva részt vettünk az újonnan kidolgozott rendszer népszerűsítésében. A CREE fejlesztő cég meghívására egy prezentáción ismertük meg az építési rendszert és lehetőségünk volt betekinteni a fejlesztési programba. E hibrid fa és beton tartószerkezeti rendszer elméletileg magas épületek esetében, akár 30 emelet fölött is alkalmazható. A cég azt állítja, hogy a rendszer drasztikusan csökkenti az anyagszükségletet egy ekkora léptékű ház esetében és egy hagyományos vasbeton szerkezethez képest 90%-al csökkenti a széndioxid kibocsátását az épületnek. A függőleges tartószerkezetek megkettőzött, rétegelt-ragasztott, négyszög keresztmetszetű oszlopokból állnak, amelyek a homlokzaton 2,7-3 méteres tengelytávolságú rasterben helyezhetőek el. Az épület minden emelete külön tűzszakaszként kell, hogy működjön, ami befolyásolja a maximális alapterületet. A födém szerkezet fa gerendákkal alátámasztott vékony vasbeton födém, melyben a betonnak a tűzvédelmi szerepén túl, akusztikai szerepe is van és növeli az épület hőtároló tömegét. A rendszer alapvetően álmennyezet nélküli látszó kialakítással működik. A tartószerkezet kialakítását tekintve a toronyház alapozása, és első két szintje betonból kell, hogy készüljön, majd az azt követő emeletek már a hibrid technológiával épülnek fel. A torony merevségét egy monolit vasbeton mag, maga a lépcsőház adja. Ehhez csatlakoznak az előregyártott födém elemek minden szinten. Ezt az építési rendszer elsősorban irodaházak számára fejlesztették ki. Az osztrák tűzvédelmi vizsgálaton már átment. A fejlesztők szerint a gerendák közötti üregek gátolják a füst és a tűzterjedést, valamint a beégés során a gerendák megfelelő ideig rendelkeznek jó teherbírással. A teljesen pontos műszaki paramétereket természetesen nem



8. ábra A LifeCycle Tower szerkezetének elvi kialakítása
Forrás: Cree GmbH prezentáció²⁸

ismerhettük meg a fejlesztésének végső fázisában lévő rendszerről. A cég célja, hogy a jövőben felépítse Dornbirnban az első ilyen technológiával készült irodaházat, amely bizonyíthatná, hogy a szerkezet valóban működőképes toronyház esetén.²⁵ A mi csoportunk segítségképpen megkapta a prototípus torony korábbi állapotának részletes terveit, amelyek tartalmazzák a csomópontokat és a szerkezeti metszeteket. Ezt a dokumentációt szigorúan csakis oktatási céllal használhattuk fel és nem adhattuk tovább. A csoport ezt a hibrid szerkezeti megoldást a végső tervek nagy részében alkalmazta. Az erre vonatkozó életciklus elemzéseink, azaz inkább becsléseink valóban kimutattak némi előnyt a vasbeton szerkezettel szemben, de koránt sem tapasztaltunk olyan jelentős különbséget, mint ahogy azt a fejlesztő cég állítja. Számunkra nagy pozitívumot jelentett a szerkezet kis súlya és az, hogy viszonylag nagy mennyiségben megújuló, természetes anyagot használ. Sok kérdés merült fel bennünk is, de ennek ellenére a terveinkben mi is célravezetőnek tartottuk a hibrid rendszer alkalmazását.²⁶

2000-WATT SOCIETY azaz a 2000-Watt Társadalma egy elképzelés, amelyet a Swiss Federal Institute of Technology in Zürich dolgozott ki 1998-ban. A dokumentum szerint minden egyes, a fejlett világban élő embernek csökkentenie kellene a túlzott energiafogyasztását 2050-re annyira, hogy a mindenre kiterjedő - nem csak elektromos energiafogyasztása - ne haladja meg a *2000 Watt*-ot, azaz éves szinten *17 520 kWh*-t. A tervzet alapján mindez lehetséges az életszínvonal drasztikus csökkentése nélkül. A koncepció az országot tekintve átlagosan az egy főre jutó fogyasztással számol, azaz a célkitűzésének értéke az állam által felhasznált energia és népesség hányadosa adja meg. Gyakorlatilag a 2000W érték a jelenlegi átlagos energiafelhasználást jelenti az egész Földön. Az összehasonlíthatóság kedvéért ez a szám Nyugat-Európában 6500W, az Amerikai Egyesült Államokban 12000W, Kínában 1500W, nagyjából 1,000W Indiában és csupán 300W Bangladesben. Svájc éves energiahasználata jelenleg 6300W. Az ország fogyasztása nagyjából az 1960-as években járhatott 2,000W körül. A víziót a klímaváltozással, az



9. ábra Az egy főre jutó energiafogyasztás Svájcban ma kb. 6000 Watt. A grafikon ábrázolja a lehetséges fejlesztési irányokat a 2,000W társadalma felé. Forrás: Novatlantis

²⁵ CREE GMBH: LifeCycle Towe ONE projekt - weboldal: www.cree.at

²⁶ CREE GMBH: Life-Cycle Tower System (2011) –, weboldal: www.creebyrhomburg.com

energiatakarékossággal és az ellátással kapcsolatos aggodalmakra és félelmekre válaszul dolgozták ki. A 2000-Watt Society-t a svájci energiaügynökség, a Swiss Federal Office of Energy, és az építész kamara, The Association of Swiss Architects and Engineers is támogatja.

Az elmúlt években a Zürichi egyetemen egy újabb elképzeléssel frissítették a programot. A „1 Ton CO₂ Society” gondolatának célja az éves egy főre jutó CO₂ kibocsátás 1 tonnára való lecsökkentése. 500W energiát adó fosszilis tüzelőanyag elégetésével nagyjából 1 tonna mennyiségű CO₂ keletkezik. A kibővített tervezetet a megalkotók szerint, ha sikerül megfelelő ütemben megvalósítani, akkor ez az 1 tonnás cél századunk második felében, de legkésőbb a következő század elejéig teljesíthető lehet. Azonban ez a fajta szemléletmód váltás nem mehet végbe parancsszóra és jogi szabályozás hatására. Az embereknek látniuk kell a problémákat, meg kell érteniük az okokat és támogatniuk kell a változásokat. A program megvalósítása mellett Svájc továbbá célul tűzte ki a biztonság, az egészség, az oktatás és az életminőség nagyjából 60%-al történő javítását az elkövetkező 50 évben. Azonban ezek a hosszú távú célok kellően határozott és átgondolt lépéseket kívánnak meg.²⁷ A program legfontosabb célkitűzései közé tartozik az anyaghasználat és energiahasználat hatékonyságának fokozása és a fosszilis energiaforrások minél átfogóbb helyettesítése fenntartható, megújuló energiaforrásokkal, miközben a CO₂ intenzitása is csökkenne a légkörben. A célok közt szerepel továbbá az új életforma és felfogás elterjesztése, melynek mottója: birtoklás helyett ésszerű használat, illetve a professzionalizmus a hosszú távú tervezés a beruházások, létesítmények és épületek üzemeltetése során.²⁸

Egymásra pakoljuk a lábainkat. Nem csak a fosszilis energiahordozók, de a föld, a víz és az ércek is véges számban vannak jelen a bolygón. Ha minden társadalom annyit fogyasztani, mint Svájc, csak 3 Föld lenne képes eltartani az emberiséget. Az energiafogyasztás kulcsszerepet játszik az ökológiai lábnyomunkban. Szakmai szempontból érdekes, hogy a tanulmány alapján Svájcban a fosszilis energiafogyasztásnak több mint a felét az épített környezet használja fel és csak 35.9%-át teszi ki a közlekedés. Ennek hatására az épülettervezés területén szigorú szabályozások születtek, és az újonnan épülő házaknak minimum teljesíteniük kell a MINERGIE értéket. A 2000 Watt Society elképzelés alapján Zürich energiaellátása elkezdett átállni megújuló forrásokra. A városban népszerűsítik a tömeg- és a nem motorizált közlekedést. Köszönhetően a jól kiépített infrastruktúrának a zürichi háztartások 40%-ának van saját autója és elemzők szerint komoly előrelépés, hogy a megosztott autóhasználat kezd elterjedni a lakosok között. (kiállítás az egyetemen)

²⁷ WIKIPEDIA: 2000 Watt Society - http://en.wikipedia.org/wiki/2000-watt_society

²⁸ ETH NOVATLANTIS: 2000 Watt Society (2011) – cikk: <http://www.novatlantis.ch/en/2000watt.html>

A TERVEZÉSBE INTEGRÁLT TANTÁRGYAK

A tervezésbe integrált tantárgyaink egymástól független kurzusokat jelentettek, amelyeknek a témája a fenntartható épülettervezés technikai aspektusaival foglalkozik. Az kurzusok folyamán egyfelől előadásokat hallgatunk, másfelől labor gyakorlatokat végeztünk szimulációs programokkal. Az integrált tantárgyak olyan ismeretek elsajátítását tették lehetővé, amelyek segítettek minket a tervezési feladatunk eredményes fejlesztésében.

BUILDING MECHANICAL SYSTEMS A tervezéssel párhuzamosan folyó épületgépészeti témájú tantárgyat Bernhard Gasser²⁹ építési és klímamérnök vezette. Első lépésként a belső téri komfort tényezőivel kezdtük az ismerkedést. Foglalkoztunk továbbá a hőmérséklet, a vizualitás, az akusztika és a levegő komfort követelményeivel és határértékeivel. A féléves téma bevezetéseként röviden összefoglalta azokat a feladatokat, amelyeket az épület gépészeti rendszerek látnak el, hogy biztosítsák az elvárt belső téri komfortot. Ezek közül a legnagyobb hangsúlyt a belső hő komfort biztosításának megoldásaira és az ehhez kapcsolódó koncepcionális energetikai és építészeti eszközök megismerésére fektettük. Az előadás sorozaton tanultak alapján egy egyszerű ábra foglalta össze az energetikai tervezés elvi, idealizált lépéseit.

Az energetikai optimalizálás első szintjén olyan épület léptékű döntéseket kell meghozni, amelyek alapvetően befolyásolják az épület teljesítőképességét. Ide tartozik az épület formája, felület-térfogat aránya, a tájolása, üvegezett felületeinek mérete, iránya és a hőtároló tömege. Ezeket a kérdéseket a terv egy korai fázisában, koncepció szinten lehet hatékonyan kezelni. *A második szinten, és terv egy későbbi fázisában az épületszerkezetek kialakítása és a hozzájuk rendelt rétegrendi hőátbocsátási tényezők tervezésére, valamint a szakszerű hőhíd kezelésére kell nagy hangsúlyt fektetni.* Az első két tervezési lépés elsősorban passzív építészeti eszközöket alkalmaz a sugárzásos hőnyereség optimalizálására és a hőveszteségek minimalizálására. *A harmadik lépcsőfok az épülethez illeszkedő gépészeti rendszerek kiválasztása, amelyek az aktív napenergia hasznosító rendszerek csoportjába tartoznak.* A tervezési feladatunk kapcsán is ezeket a logikai lépéseket igyekeztünk követni. Egy passzívan jól működő konstrukció megtervezését tűztük ki célul, amely egy hatékony, jól megválasztott aktív rendszerrel kiegészítve képez logikus, célszerű és energiatakarékos megoldást.

A tantárgy keretein belül megismerkedtünk azokkal az energiaáramokkal, amelyek hatással vannak az épület energetikai teljesítményére. Egyszerű elvi ábrák és grafikonok szemléltették

²⁹ Msc BERNHARD GASSER, önéletrajz: <http://www.uni.li/tabid/264/id/22840.67/default.aspx>

s számunkra az energetikai eszközrendszerek és megoldások hatékonyságát. Az ábrákat vizsgálva felismertük, hogy a transzmissziós hőveszteség mellett a filtrációs és szellőzési veszteségek is igen jelentős részét képezik a veszteség oldalnak, így növelve a fűtési hőszükségletet. Tehát nem csupán a hőszigetelő burok alkalmazásával lehet jelentős energia megtakarítást elérni, a megfelelő légzárás is nagyon fontos. Tekintve a hűtési energiaszükségletet látszik, hogy egészen más módszerek alkalmazása célravezető nyáron, mint télen. Ebben az esetben az épület árnyékolása és az éjszakai szellőzés jelent energia megtakarítást. Az árnyékolással nyilvánvalóan csökkenthető a nyári időszakban a túlzott nyereség, és az éjszakai szellőzéssel pedig elszállítható a védekezés ellenére is napközben felgyülemelő belső hő. Az előadásokban levetített ábrák és grafikonok igen szemléletes módon magyarázták az energetikai optimalizálás elvi lehetőségeit. Az elméleti áttekintés után szimulációs és számítási programok segítségével is lehetőségünk nyílt a saját terveink és elképzeléseink kipróbálására. A tervezés megkönnyítésére és a gyakorlásra két program állt a rendelkezésünkre, amelyek alkalmazásával rögtön visszajelzéseket kaptunk az felmerülő ötleteinkre és tervvel kapcsolatos változtatásokra.

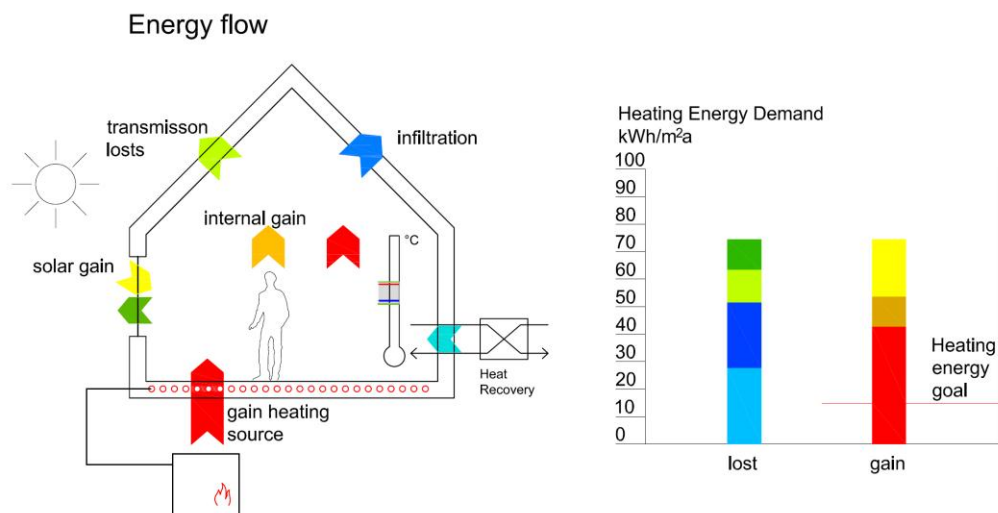
SIA 380/1 Az általunk is alkalmazott SIA 380/1 a svájci építészek és mérnökök által kidolgozott szabvány, amely az épületek energiafelhasználására vonatkozik. A szabványhoz kiadott számítási program kivétel nélkül számol a nyereségekkel, és a veszteségekkel is egyaránt. Az eredmények tartalmazzák az éves fűtési hőszükségletet és részletes kimutatást adnak az épület energiamérlegéről. A számításhoz sok egyéb érték mellett meg kell adnunk az épület geometriai méreteit, a tájolását, az üvegezési arányt, valamint a felületek hőátbocsátási értékeit. A szabvány figyelembe veszi többek közt a funkcióból adódó szellőzési igényeket, a belső hőterhelést, a földrajzi elhelyezkedésből adódóan eltérő időjárási körülményeket, az épület szerkezeti kialakításából fakadó becsült hőtároló tömeget és az hőhidasság mértékét is. A programot először a tervezési kurzus során ötletként feldobott példa feladatok kapcsán kezdünk el megismerni és alkalmazni. Elsősorban a kezdeti koncepció megalkotásánál jelentett nagy segítséget. Az éves fűtési hőszükséglet szempontjából ezeket az eredményeket tekintettük a tervezési projektünk kapcsán mértékadónak és a torony energiamérlegét is a SIA 380/1 szabvány alapján számoltuk ki.³⁰

TRANSYSLITE 17 A Stuttgartban kifejlesztett korszerű, dinamikus épületenergetikai szimulációs program a TRANSYS 17, egyszerűsített TRANSYS lite 17 verzióját alkalmazhattuk, amely egy oktatási, konzultációs és koncepciótervezési fázisra lett kifejlesztve. A lite verzió így jóval egyszerűbb, és kevésbé összetett, azonban a program

³⁰ SFOE (Swiss Federal Office of Energy): Building standards (2009) – weboldal: <http://www.bfe.admin.ch/energie/00567/00569/00600/index.html?lang=en>

által felkínált lehetőségek nekünk még így is kellőképpen szerteágazóak és olykor nehezen átláthatóak voltak. A program számára megadhatóak többek közt az épülethatároló szerkezeteinek a hőátbocsátási tényezői, a fix és mozgó árnyékolási lehetőségek, a belső hőterhelés mértéke, a szellőzés, a fűtés, a hűtés és egyéb komfort követelményekhez tartozó megoldások és elvárások. A program dinamikusan képes időbeli síkon ábrázolni az eredményeket. A TRANSYSlite nagyon sok különböző eredménnyel és adattal dolgozik, ezek közé tartozik a külső és belső léghőmérséklet, a belső felületek felületi hőmérséklete, a fűtési és hűtési energiaigény. A felkínált lehetőségek közül mi megelégedtünk azzal, hogy a kiindulási adataink változtatásaival, és a passzív és aktív eszközökkel jól gazdálkodva, lépésről-lépésre vizsgálva igyekeztünk stabilizálni a belső hőmérsékletet a lehető legkisebb energia befektetés mellett.³¹

ENERGETIKAI KONCEPCIÓK ELEMELI Az energetikai számításokat követően csak a lényegre fókuszálva átnéztük az előadás keretein belül az energiatudatos gépészeti rendszereket. (4. melléklet) Bemutatásra kerültek az alapvető fűtési rendszerek, és azok működési elvei, a szellőző rendszerek és szellőzőgépek elvi működéseik és a hozzájuk



10. ábra Az épületek energiamérlegének elvi sémája
Forrás: Bernhard Gasser, Building Mechanical System prezentáció (2011)

Z

etékek rendszere. Az előadáson szó esett a napkollektorok működéséről, a HMV-et termelő rendszerekről, a hőszivattyúkról, a típusaikról, és a hatásfokukat befolyásoló tényezőkről, és természetesen a napsugárzást korlátozó árnyékolási rendszerekről és azok hatékonyságáról. Alapvetően egy olyan áttekintést tettünk az épületgépészet

³¹ TRANSSOLAR: TRANSYSlite 17 software –weboldal:
http://www.transsolar.com/__software/docs/trnsyslite/trnsyslite_uebersicht_en.htm

eszköztárában. Ez nagy segítséget nyújtott abban, hogy elképzeléseink legyenek arról milyen elemekből építkezve lehet megalkotni egy környezettudatos energetikai koncepciót. Ki kellett választanunk a terveinkhez logikusan illeszkedő gépészeti megoldást, és a félévvégi beadandó feladatrészek között szerepelt a torony energetikai koncepciójának ismertetése is, amelyet számításokkal kellett alátámasztanunk.

MATERIAL TECHNOLOGY A Christoph Ospelt³² építési mérnök végzettségű egyetemi tanár által vezetett előadás sorozat olyan ismeretek elsajátítását tűzte ki célul, amelyek segítséget nyújtanak a fenntartható és egészséges környezetet megőrző építőanyagok kiválasztásához. A kurzus során komoly szerepet kapott az életciklus elemzés és a hozzá elsajátítandó szemléletmód.

ÉLETCIKLUS ELEMZÉS Lépésről-lépésre megvizsgáltuk az elvi anyagáramlás állomásait, és felsoroltuk mindazokat a káros mellékhatásokat amelyek az anyagok életútja során jelentkezhetnek. Szót ejtettünk a kitermelés következtében szűkülő természetes élőhelyekről, a veszélyes szennyezésekről és az azzal járó egészségügyi kockázatokról. Foglalkoztunk a szállítással kapcsolatos energia igényel, a vele járó környezetszennyezéssel, valamint nagy vonalakban tanulmányoztuk a gyártási folyamatok esetlegesen egészség és környezetkárosító hatásait és a hozzájuk köthető energiaszükségletet. Említettük továbbá az építőanyagok beépítésével, valamint a használatuk során felmerülő egészségügyi kockázatokkal, valamint a fenntartással és a működéssel kapcsolatos újabb szennyezésekkel, és energia befektetésekkel. Végezetül foglalkoztunk a szemetélgazdálkodás hatásaival, a kezelés és a lebontás nehézségeivel. Az „állomásokat” csak felületesen végigjárva is felismertük, hogy az épületek energetikai működése közbeni energiafogyasztása mellett a megvalósításhoz szükséges energiák is igen komoly jelentőséggel bírnak. Az energetikai szempontokkal párhuzamosan pedig komoly egészségügyi és környezeti kockázatokkal is számolnunk kell. Felismertük továbbá, hogy az anyagok kiválasztása során elengedhetetlenül fontos az élettartam utáni kezelés, az újrahasznosítás lehetőségének figyelembe vétele, különösen nagy belső energiatartalommal rendelkező anyagok esetében. Ennek kapcsán kiemelten foglalkoztunk a tartósság kérdésével, és megállapítottuk, hogy a nagy belső energiával rendelkező, de tartós anyagok hosszú távú alkalmazása, a szolgálatuk időtartamának növekedésével azonos ütemben csökkenti a fajlagos energia tartalmat. Fenntartható, energiatakarékos épületek építőanyagainak megválasztása esetében így igen fontos, hogy mérlegeljük és tervezzük az épület, valamint szerkezeti elemeinek tartósságát,

³² Dipl.-Natw. ETH CHRISTOPH OSPELT, SM MIT, önéletrajz: <http://www.uni.li/tabid/264/id/5996.67/default.aspx>

élettartamát. Az előadás sorozat felhívta a figyelmet továbbá arra, hogy az anyagok belső energia tartalmát két nagy csoportba oszthatjuk fel. Az egyik az úgy nevezet „feedstock energy”, amely az építőanyagok előállításához használt alapanyagok összesített fűtőértékét jelenti, amelyet fizikai energia formájában a gyártási folyamat során nem használtunk. A másik, azaz a maradék része az „embodied energy”-nek pedig az anyagok kitermelése, szállítása, gyártása, során felhasznált energiamennyiség összessége. Ezek az energiatartalmak együttesen adják meg egy építőanyag belső, szürke energiáját és lehetővé teszik az anyagok részletekbe menőbb összehasonlítását. Továbbá összehasonlítás alapját képezheti az, hogy az anyagok belső energiája milyen mértékben tartalmaz megújuló forrásokat, és milyen mértékben támaszkodik fosszilis hordozókra.

LCA PROGRAM A szemeszter során alkalmunk volt kipróbálni egy életciklus elemző programot, amelyet a Lenum AG³³ liechtensteini székhelyű, energetikával, épületfizikával és környezetvédelemmel foglalkozó konzultációs cég adott ki oktatási célokra az egyetem számára. A program egy táblázatszerkesztő szoftver alkalmazásával működik és kiindulási adatai a „KBOB / eco-bau / IPB 2009/1”³⁴ svájci adatbázison alapszanak. A program számára megadhatjuk a földmunkák mennyiségét, az alapozás anyagait és azok térfogatát, a falak, födémek és a tető rétegrendjének elemeit és azok térfogatát, felületét, vagy a számát. Lehetőség van az ablakok és az ajtók számítására, valamint az elektromos, a fűtési, a szellőző, és a HMV ellátási rendszer elemeinek megadására is. *Sajnos a gépészeti rendszerekhez tartozó adatbázis igen szűkös és nem tartalmazza a napkollektorokra és napelemes rendszerekre vonatkozó becsléseket.* Annak ellenére, hogy ezekre az adatokra feltétlenül szükség lenne a koncepció helyes megalkotása és a döntések mérlegelése érdekében. A kiinduló adatokból meg tudja becsülni az épület négyzetméterére jutó fajlagos belső energiát, CO₂ kibocsátást, valamint az úgynevezett UBP indikátort, amely egy becslési eljárással a környezetben és az emberi szervezet egészségében bekövetkező károsodásokat igyekszik megjósolni. Az eredményeket a program grafikonon is ábrázolja, minden szerkezeti egységre vonatkozóan és lehetőséget ad szerkezeti variációk összehasonlítására is. A teljes tervfeladat kiszámítása túl sok munkát és számítást vett volna igénybe, így a beadandó feladatban egy általunk választott épületszerkezeti elem eltérő, lehetséges megoldásait kellett összehasonlítani a program segítségével. Mi a ragasztott fa és vasbeton kombinált anyagú speciális tartószerkezetet hasonlítottuk össze egy teljesen vasbeton pillérvázás megoldással.

³³ LENUM AG – weboldal: <http://www.lenum.com/>

³⁴ KBOB (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren): Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1 – az adatbázis megtekinthető: http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de&download=NHZlpZeg7t,lnp6lONTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCDent2fWym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--

AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOMSZÁMÍTÁS ALKAMAZÁSA A TERVEZÉSBEN

Az ökológiai lábnyom számítás által szolgáltatott eredmények alapján nehezen felismerhető az emberiség előtt álló problémák súlyossága. A gyakorlati alkalmazás megismerése során azonban lépésről lépésre váltak egyre kézzel foghatóbbá az elemzés eredményei, és az épített környezettel kapcsolatos összefüggései. A globális hektárban kifejezett lábnyom mind addig csak egy elméleti szám maradt, amíg ténylegesen megtapasztalhatóvá nem vált az adatok, és a tények viszonyítási rendszerében. Kezdetben elég nehezen tudtunk elképzelni, milyen kapcsolat lehetséges egy átfogó, minden emberi tevékenységet értékelni próbáló számítási rendszer, és a fenntartható építészeti megfontolások között.

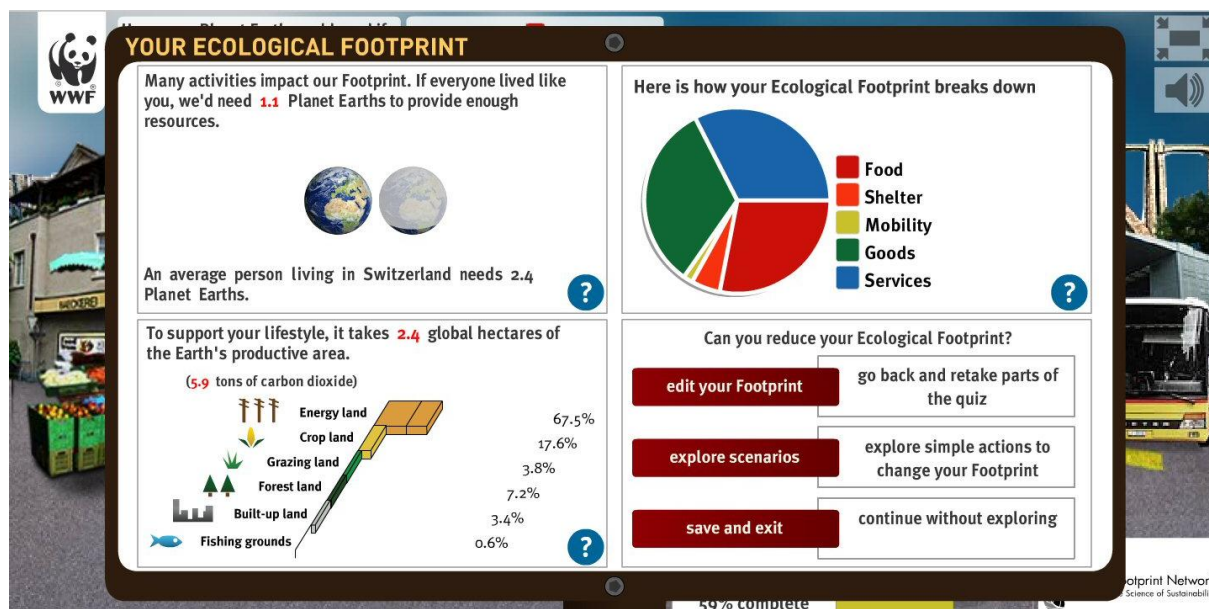
AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOMSZÁMÍTÁS MÓDSZEREI Az ökológiai lábnyom gyakorlati alkalmazásával tapasztalás útján ismerkedtünk meg először. A WWF világszervezet honlapján elérhető Ökológiai Lábnyom Számító Program segítségével kiszámoltuk a saját ökológiai lábnyomunkat az akkori svájci - liechtensteini életvitelünkre. Az eredmény szerint az ökológiai lábnyomunk körülbelül 4,4 globál hektár. A WWF Calculator³⁵ a számítási metódusban a kérdéseket alapvetően négy fő téma köré csoportosítja: számol az étkezési és vásárlási szokásokkal, a felhasználási igényekkel, valamint vizsgálja az életstílus és a háztartás energiafogyasztását, végezetül a közlekedési, járműhasználati szokásokat is elemzi. De mit is jelent valójában az eredmény? A 4,4 globál hektáros ökológiai lábnyomunk annyit jelent, hogyha minden ember a Földön úgy élne, mint mi, akkor 2,1 bolygó lenne képes megtermeli az erőforrásokat, amit használunk és feldolgozni a hulladékot, amit megtermelünk egy év alatt. *Csökkenteni kell az ökológiai lábnyomunkat, hiszen pusztán csak 1 Föld áll a rendelkezésünkre, nem pedig 2,1!*

A program is lehetőséget biztosít a bevitt adatok megváltoztatására. Mi is elkezdjük megvizsgálni, milyen életmódbeli változtatásokkal, takarékosági lépésekkel lehetne csökkenteni az eredményül kapott magas értéket. Először játszva egy kicsit a programmal, a különböző mutatók változtatása közben felismertük az ökológiai lábnyomot mérséklő lehetőségek közti arányokat. A végső célja a kísérletnek az volt, hogy megpróbáljuk elérni a 2 ha/fő, azaz az 1 Föld értéket. Ez egyáltalán nem volt könnyű feladat mivel drasztikus lépéseket kívánt. *Kizárólag gyalogos, vagy nem motorizált közlekedés használata, minősített zéróenergiás társasház, helyben megtermelt élelmiszerek fogyasztása, minimális hulladéktermelés, maximális*

³⁵ GLOBAL FOOTPRINT NETWORK: Footprint Calculator – weboldal:
<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/calculators/>

újrahasznosítás, újrafelhasználás mellett is a lábnyomunk 2,4 globál hektár maradt, ami 1,1 bolygót jelent. Tehát a program szerint a lábnyomunk csökkentése gyakorlatilag elképzelhetetlen léptékű életmódváltással lehetséges, amely nem csak Svájcban, de bármely más fejlett országban is irreálisnak tűnik a közeljövőt tekintve. Azonban ennek az eredménynek a hallatán sem dőlhetünk hátra feltett kezekkel, azt gondolva, hogy ez úgyszólván lehetetlen. Meg kell vizsgálni alaposan mit is számol valójában a program, és abból miként következnek az eredmények. Az első és legfontosabb adat, amit a program a kitöltéskor kérdez: a lakóhely. A számítási módszer beépített mutatókkal dolgozik, melyek régió specifikusak, figyelembe véve az energiatermelés módját, a terület földrajzi adottságait, és technikai fejlettségét.

Ha változtatni szeretnénk a saját ökológiai lábnyomunkon, csak kis léptékű változtatásokat vagyunk képesek végrehajtani a bemeneti alapadatok változtatásával, *csupán a felhasználói szinten*. A programba nem tudjuk változtatni az ország energiaellátásából származó paramétereket, azaz *képtelenek vagyunk a lábnyom legnagyobb hányadát kitevő CO₂ kibocsátás lényeges csökkentésére*. A további számításainkban tehát kivettük az ökológiai lábnyom területéből az részt, amely az energiatermelésből származó CO₂ elnyelésének területét adja meg. Ez a lépés gyakorlatilag annyit jelent, az ország a fosszilis energiahordozókról teljes mértékben áttér a megújuló energiaforrások használatára.

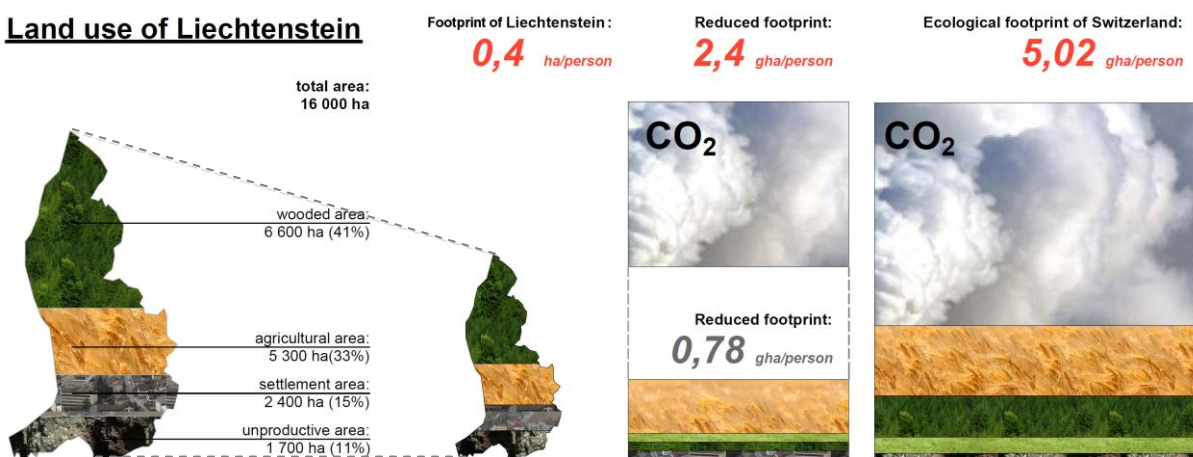


11. ábra Lábnyom számítás eredménye, Egy svájci passzív társasházban élve, motoros közlekedés nélkül, és csak is helyi vegetáriánus életmód mellett. Az eredmény: 2,4 globál hektár. Forrás: Leskó Zsuzsanna, mid-term tabló

Ha WWF Calculator által kiszámolt 2,4 gha/fő értéket tekintjük alapnak, akkor a számításaink alapján a kibocsátott 5,9 tonna CO₂ elnyelésére az ökológia lábnyom területének 67,5%-ára van szükség, ami pontosan 1,62 ha/fő területet jelent. A radikális 100%-ban megújuló

energiaforrások használatára való átállást követően az ökológiai lábnyom értéke, a CO₂ elnyelésére szolgáló területek kivonása után, elméletben lecsökkenthető 0,78 ha/fő-re. Szerettük volna megérteni, hogy mit is jelent ez a végletekig leredukált érték és kíváncsiak voltunk, talán ez elegendő-e ahhoz, hogy a jelenlegi népesség mellett Liechtenstein fenntarthatóvá váljon. Ha az ország teljes, 16000 hektáros területéből kivonjuk az ökológiailag terméketlen, 1700 hektárnyi területet, és ezt elosztjuk a jelenlegi nagyjából 36000 fős népességgel, akkor az egy főre jutó ökológiailag aktív terület 0,4 hektár.³⁶ Az eredmény sokkolóan hatott ránk, hiszen ez az érték majdnem a duplája az amúgy is extrém módon lecsökkentett 0,78 globál hektáros ökológiai lábnyomnak. Az ország 5300 hektáros mezőgazdasági termőterületei, melyek 0,15 ha/fő rendelkezésre álló terület jelentenek, eltörpülnek az ökológiai lábnyom szerint szükséges 13860 ha nagyságú terület mellett, ami egy főre levetítve 0,39 ha. Tehát a CO₂ kibocsátás mentes, megújuló energiaforrásokat használó társadalom lábnyoma szerinti szükséges termőterület közel megegyezik a minden föld típust magában foglaló, összes ökológiailag valamennyire aktív földterület nagyságával az országban. Az alkalmazott számítási módszer eredményéből meg kellett, hogy állapítsuk, Liechtenstein számára elképzelhetetlen az önfenntartó jövő külső területek bevonása nélkül. A helyzet az általunk vártnál is súlyosabb. Azt mondhatjuk, hogy jelenlegi tudásunk szerint bármilyen fejlesztés is következik be a közeljövőben, Liechtensteinben. Az ország mindig rá lesz szorulva a környező területek forrásaira a létfenntartásához.

Land use of Liechtenstein



12. ábra Liechtenstein földhasználati területei, valamint az ökológiai lábnyomra tett csökkentési kísérleteink szemléltetése arányhelyes ábrákon. Forrás: Áts Árpád, saját ábra

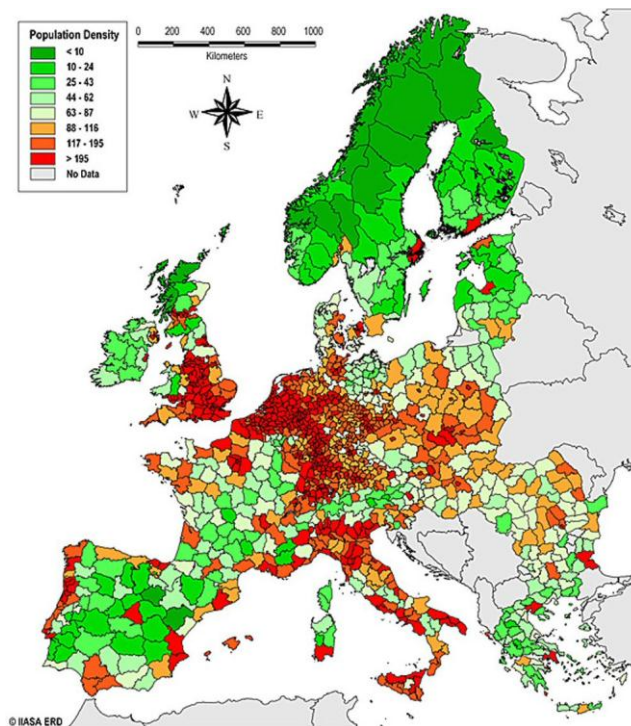
Egy ilyen felismerést tetteknek kell követniük. Építésként a lehető legkomolyabban csökkenteni kell a beépített területek nagyságát, ezzel növelve a felhasználható ökológiailag aktív területek méretét. Az épületeknek a lehető leggazdaságosabban kell felhasználniuk és megtermelniük az

³⁶ LANDESVERWALTUNG FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN: Liechtenstein in Figures 2011 - http://www.llv.li/pdf-llv-as-liechtenstein_in_figures_2011

energiát. Az épített környezet redukciója mellett olyan megoldások kidolgozása is szükséges lehet, melyek lehetőséget biztosítanak a hasznosítható földterületek növelésére akár az épületeken belül vagy azok felületein. Ilyen megoldások lehetnek a vertikális kertek, zöld homlokzatok, hasznosítható tetőfelületek vagy egyéb innovatív ötletek. (1.2.B és 2.2.A melléklet)

NÉPSÚRÚSÉG VIZSGÁLAT A

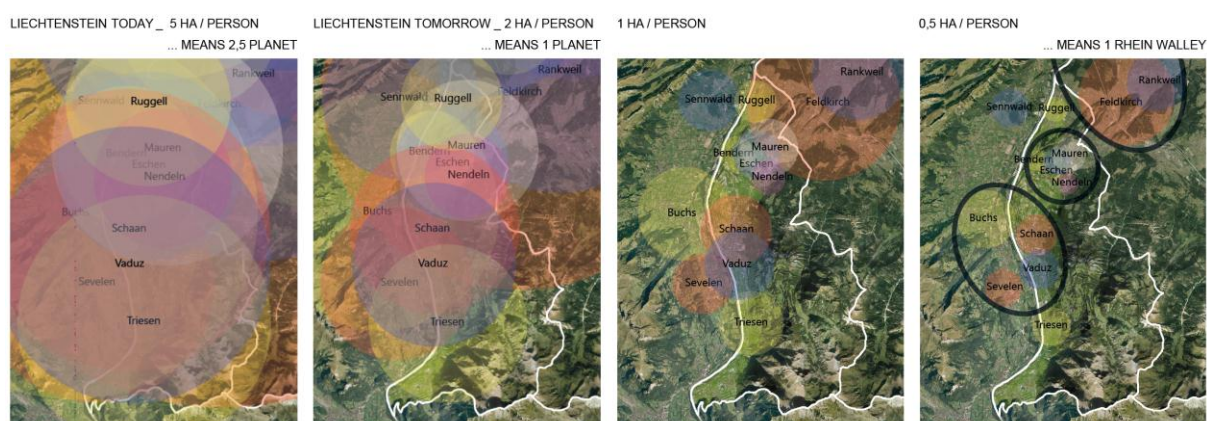
Liechtensteinben hiányzó erőforrásokat a leghatékonyabban kis szállítási távolságból, a környező területekről lehetne pótolni. Egy rövid elemzés erejéig megvizsgáltuk a környező területeket népsűrűségük és ökológiai lábnyomuk mérete szempontjából. Azt tapasztaltuk, hogy Nyugat Európa egész középső sávja ugyanolyan gondokkal küzd, mint Liechtenstein. A nagy népsűrűség mellett magas az ökológiai lábnyomuk tehát nincs elég földterületük az igények kielégítésére. Ez az öfenntartóvá válásnak komoly gátat szabhat. Az ilyen nagy népsűrűségű, nagy ökológiai lábnyommal, és ezekhez a



13. ábra Európa népsűrűsége, Forrás: IIASA

mutatókhoz képest kis területtel rendelkező országoknak még radikálisabb szemlélet és életmódváltásra lesz szükségük ahhoz, hogy öfenntartóvá válhassanak. Megvizsgáltuk a Föld többi területén is a népsűrűséget és a hozzájuk tartozó ökológiai lábnyomot. Vannak olyan területek a bolygónkon ahol az extra nagy sűrűséghez extra nagy ökológiai lábnyom tartozik, ilyen például az USA és Janán. Azok az országok, ahol a magas ökológiai lábnyomhoz jóval alacsonyabb népsűrűség társul, mint Kanada és Ausztrália előnyösebb helyzetben vannak az öfenntartásra törekvés szempontjából. Azonban vannak olyan területei is a Földünknek, ahol a nagyon magas népsűrűséghez extra alacsony ökológiai lábnyom tartozik, ezek az országok India és Kína. Ez azt mutatja, hogy ezekben az államokban az emberek többnyire szerény körülmények között élnek és az egy főre jutó fogyasztás igen alacsony. Megvizsgálva a világ különböző pontjainak helyzetét megállapíthatjuk, hogy Európa helyzete nem egyedülálló, világszerte komoly változásokra van szükség. A sűrűbben lakott területen jóval nehezebb a fenntartható alapokon nyugvó társadalom kialakítása, és a nagy népsűrűség komoly gátat szabhat a jövőben a gazdasági önállóságnak.(2. melléklet)

CLUSTER-SYSTEM A nagy népsűrűségű területeken az egyetlen megoldás, ha a népesség minél kisebb épített környezetben koncentrálódik, és ezzel értékes gazdasági területek szabadulhatnak fel. A „cluster system” a tervezési csoportunk által kidolgozott, településeket csoportosító halmaz-rendszer, amely az ökológiai lábnyomelemzéseinken alapszik. A saját lábnyomunk és Liechtenstein ökológiai szempontok alapján történő elemzése után megpróbáltunk építészeti megoldásokat keresni a felmerült súlyos problémákra. Minden Rajna-



14. ábra A „cluster-system” elmélet kialakulásának ábraszorozata Forrás: Leskó Zsuzsanna, mid-term review tábló

völgyi településhez hozzárendeltük a jelenlegi ökológiai lábnyomát: minden település köré rajzoltunk egy léptékhelyes kört, amely a falvak jelenlegi népességének az ellátásához szükséges ökológiai lábnyom hektárban mért elméleti területét határozta meg. Az ábra jól szemlélteti a hatalmas átfedéseket, amelyek arra utalnak, hogy egy önfenntartó gazdálkodás esetén ezek a települések „egymás lábán taposva” igen nehezen lennének képesek biztosítani a lakosaik megélhetéséhez szükséges erőforrásokat. A körök területét, ezáltal a település elméleti ökológiai lábnyomát lecsökkentettük a jelenlegi átlagosan 5 ha/fő értéktől a számításaink által kapott 0,4 ha/fő szintjéig.

Ehhez a drasztikus lábnyom csökkenéshez az embereknek óriási, az életformájukat érintő változásokra van szükségük. Azonban ez, a jelenleginél tízszer kisebb lábnyom a minimális követelménye annak, hogy az itt élő emberek életszükségleteinek legalább egy részét kielégíthessék a közvetlen környezetükből. Ennek egyik hatékony módja lehet a közlekedés és a szállítás minimalizálása, azaz az áru lokális termelése és feldolgozása, ahelyett hogy a termékek szállításához rengeteg energiát pazarolnánk el. A kevesebb üzemanyag használat kevesebb energiafelhasználással és kevesebb CO₂ kibocsájtással is jár. Az elképzeléseink szerint a kevesebb szállítást igénylő új településszerkezet úgy alakulna ki a Felső Rajna Völgyében, hogy a települések kisebb és nagyobb településhalmazokba csoportosulnának, melyek közösen lennének önfenntartóak. A *multifunkcionális régiócentrumok* köré szervezett település-együttesek célja, a jelenlegi földhasználat megváltoztatása. *Ez az új rendszer alapvetően a már kialakult településstruktúrára épülne.* Az központ köré koncentrálódó elemekből állna össze a

centrum, amelyek közvetlen környezetükben rendelkeznek megfelelő mennyiségű erőforrással a környezetükben. Egy ilyen szintű átalakulás mindenképpen komoly, szervezést, irányítást igényel. Az elképzelés megvalósulása a központnak szánt település centrumának a fejlesztésével kezdődhetne, és lépésről lépésre, határozott és átgondolt régiófejlesztési terv alapján valósulna meg az ország település-szerkezetének átalakulása. Épített területek tűnhetnek el és alakulhatnak át a fenntarthatóság szempontjából értékes termőterületekké, legelőkké, vagy erdőterületekké. A koncentrált elemekből álló településrendszeren belül nem lenne szükség komolyabb gépesített közlekedésre, hiszen a kisebb városokban minden gyalogosan vagy kerékpárral elérhetővé válna. A szervezett szállítás a kialakult régiócentrumok összekötésére korlátozódna, amelyek áruszállításra és tömegközlekedésre is egyaránt alkalmasak lennének. Megjelennének a megújuló energiát használó járművek és talán idővel elképzelhető, hogy megjelenjenek a városokat összekötő a szolár sztrádák és a kötött pályás, megújuló energiát használó szállítórendszerek.

AZ ESETTANULMÁNYOK BEMUTATÁSA

A szemeszter első felét kitevő előadások és kutatások véget értek, így eljött a tervezés fázisa. Két helyszín között lehetett választani. Az egyik helyszín a Liechtensteinben található Schaan város központjában, a másik helyszín az osztrák Bregenz városában a Bodeni tó partján található. Mi mindketten Schaan városközpontját választottuk, úgy gondoltuk, hogy egy kisebb város számára realisabb és könnyebben elképzelhető egy élhető, fenntartható jövő. A szemeszter második felében már mindenki egyénileg dolgozott és konzultált. A tanáraink, úgy érezzük megpróbálták eltérő és egyéni pályára terelni mindenkit, hogy változatos, sokszínű megoldások születhessenek. Az eltérő egyéniségű hallgatók természetesen különböző módon közelítették meg a feladatot. A fenntartható építészet s egy nagyon komplex és összetett rendszerű gondolkodást igényel, ami következtében nagyon sok réteget kell egyszerre kezelni. A csoport hallgatóinak a számára egységesen a fennarthatóság ökológiai, társadalmi, gazdasági, technikai és építészeti kérdéseire kellett munkájukban választ találniuk. Ebből fakadóan jelentős különbségek a terveink között, mivel mindenki más és más szempontot tartott hangsúlyosabbnak. Az épületeink ismertetéséhez szorosan hozzátartoznak azok a már személyes munka során kidolgozott egyedi döntések, amelyek végül a tervfeladataink végső formájának szerves részét képezték.

„WE ARE FAMILY” PROJEKT BEMUTATÁSA

(Írta: Áts Árpád) - 2. számú mellékletek

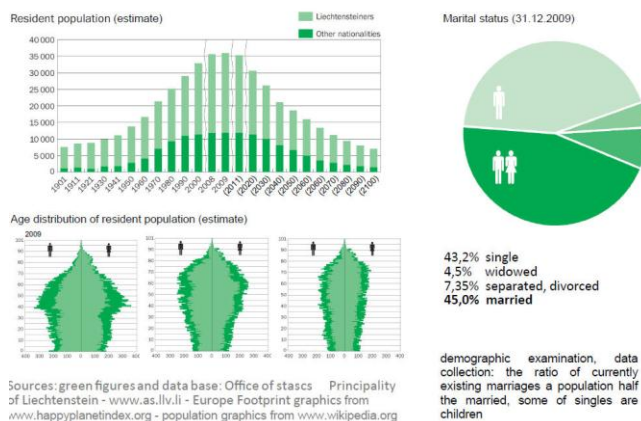
ÖKOLÓGIAI KONCEPCIÓ Az ökológiai lánym kutatás eredményei egyértelműen arra mutattak rá, hogy valami felé megoldást kell találni arra vonatkozóan, hogy miként lehetne minél több földterületet termelőföldként hasznosítani. Egy önfenntartó társadalom sikeres működéséhez elengedhetetlen, hogy biztosítani tudja saját területein önmaga számára a megfelelő mennyiségű táplálékot, így én ebben az esetben elfogadtam azt a vélekedést, miszerint földhasználati jellegű átszerveződésekre van szükség Liechtensteinben. Ha a fosszilis energiaforrások árai valóban nagyon magasba szöknek, vagy akár ellátási gondokkal fog küzdeni ez a terület, akkor elképzelhető, hogy komoly lépéseket fog megkövetelni az Alpok szívében fekvő országtól az önellátó gazdálkodásra való áttérés. Az én jövőképem szerint úgy lehetne növelni hatékonyan az élelmiszertermelő területeteket, hogy a városok családi házas lakóövezetei, külső területei alakulhatnának át valamilyen módon termelő területekké. Az energetikailag nem takarékos épületek elavult fűtési rendszere amúgy sem lesz alkalmas az épületek hatékony működtetésére. Az én víziómban nem tartom elképzelhetetlennek, hogy ezek a házak át fognak alakulni mezőgazdaságilag hasznosított, nyári időben lakható épületekké. Lehet, hogy egyszerű technológiával akár még növényeket is lehet majd termesztetni a tető

felületeken. Az átalakulás folytán az udvarok, kerítések, kocsibejárók és akár bizonyos aszfalt utak is megművelt, hasznosított területekké alakulhatnak át. Az emberek többsége ennek megfelelően be fog költözni a városközpontba, ahova visszaszorul velük együtt minden egyéb szolgáltatás a munkahely, boltok, piacok, intézmények és szórakozó helyek.

Egy olyan sűrű centrum alakul ki, amely akár indokoltá teheti a magas házak megjelenését is. A városok lakói számára minden gyalog is megközelíthető távolságra kerül és jóval kevesebb energiát vesz igénybe a közlekedés is. Valószínűleg egy városok közti hatékony tömegközlekedési megoldás lenne a legtakarékosabb formája a helyváltoztatásnak. Az általunk tervezett feladat kapcsán úgy képzeltem, hogy egy teljesen mértékben lakó funkciójú zéró energiafogyasztású épületet tervezek a város közepére, amely 2020 körül valósulna meg.

Elképzeléseim szerint ez a lakóépület kezdetben csak a nyitottabb gondolkodású fiatalabb korosztály számára adna lakhatási lehetőséget és a jövőben várható változások szelében jó menedéket nyújt majd a bent kialakuló lakóközösség számára és más fenntartható projektekkel együtt, idővel mintává válhat ezek között a földrajzi körülmények között.

Én arra vonatkozóan is készítettem becsléseket, hogy milyen ütemben tudna a populáció békés körülmények között csökkenésnek indulni. Azzal számoltam, hogy az ország hivatalos statisztikáit követve minden új házasság után, ha csak egy gyermek születik, akkor a népesség száz év alatt képes lenne közel teljesen önfenntartó szintre csökkenni. Az egy gyerekes családpolitika ötlete érdekes felvetés volt, azonban a tanáram azt



15. ábra „Egy gyerekes” családpolitika lehetőségeinek elemzése, Forrás: Áts Árpád, mid-term review tábló, részlet

javasolták, hogy ezt a fajta ötletet vessem el és kalkuláljak a mai népesség szintjével. Szerintük *egy gyerekvállalási korlátozás ötlete nagyon negatív hangulatot teremthet és kevésbé boldogan élhető jövőképet vázol fel.* Én azt gondolom Európa bizonyos területeire jellemző magas népsűrűség azonban, állandó népesség mellett komoly nehézségeket okozhat az önfenntartás megvalósításában, Liechtensteinben is. (1.2.B melléklet) A tanáram tanácsát megfogadva ,ezt a gondolatmenetet nem építettem bele a koncepcióba, de ettől függetlenül kétségtelenül problémaforrás lehet. A népesség csökkenés koncepcióját elvetve más elképzelések irányába indultam el.

Az ökológiai lábnyom visszaszorításához elengedhetetlen, hogy ne csak az épületek használata során takarítsunk meg energiát, hanem a beépített energiaszintet is a lehető leghatékonyabban visszafogjuk.. Törekednünk kell, hogy a helyi környezetünkben megtalálható anyagokat tervezzünk be, amelyet lehetőleg könnyedén és egyszerűen szerelhetőek. Az energiatakarékossági lépéseknek elengedhetetlen része továbbá az ipari tevékenységek, a mezőgazdasági technológiák, az energiatermelés és a közlekedés fenntartható fejlesztése. Olyan technológiákat kell kifejleszteni, amelyek megújuló energiaforrásokat alkalmaznak, csökkentik a szennyezést és hatékony szolgáltatásokat nyújtanak vagy tartós, hasznos termékeket állítanak elő. A közlekedésnek jóval hatékonyabbá kell válnia és bizonyos esetekben lehetségessé válhat az is, hogy egy fejlett kommunikációs rendszer segítségével az embereknek nem is kell személyesen elutazniuk. Az energiatermelés és tárolás terén óriási előrelépésekre és innovációkra van szükség.

A domborzati viszonyok kifejezetten alkalmasak arra, hogy olyan víztározókat alakítsanak ki ezen a területen, amelyekbe a nyári napsugárzásból származó elektromos energiát felhasználva nyáron vizet lehet felpumpálni egy magaslati pontra és a téli időszakban a vizet leeresztve pedig jó hatékonysággal visszanyerhető az eltárolt energia. Természetesen ökológiai szempontból nagyon fontos az is, hogy minden téren olyan anyagokat és termékeket alkalmazzunk, amelyek a lehető legkisebb mértékben szennyezik a környezetet és nem veszélyeztetik az emberi egészséget. Az ország komoly tiszta víz készlettel rendelkezik, amelyet meg kell, hogy becsüljön. Földhasználati változások esetén pedig figyelembe kell vennie a környezeti hatásokat, továbbá az országnak meg kell őriznie a széndioxid elnyeléséért is felelős erdőterületeit. Az ország erdőségei azon túl, hogy a táj jellegzetes részét képezik, védelmet nyújtanak a hegyoldalakról érkező lavinákkal és a földcsuszamlásokkal szemben is. Mindezen gondolataim együttesen felvázolják azt a jövőképet, amelybe a projektet elképzeltem, és ami alapján egy ökológiailag fenntartható jövőt elképzelhetőnek tartottam Liechtenstein számára.

TÁRSADALMI KONCEPCIÓ A fenntarthatóság ökológiai, gazdasági és technikai szempontjai mellett a társadalmi szempontok is nélkülözhetetlenek. Úgy gondolom, hogy egy fenntartható jövő megvalósulása olyan, minden területet érintő változásokat kell, hogy magával hozzon, amelyeket társadalmi előre lépések nélkül lehetetlenek tartok. Mivel nem volt túl sok időm és az idegen nyelvű források jóval nagyobb energia befekertetést igényeltek volna, ezért hazai irodalomban próbáltam utánajárni milyen elképzelések és gondolatok léteznek a fenntartható társadalom tárgykörében. Négy interneten is elérhető forrást olvastam el és tanulmányozásuk után felismertem, hogy összetettségük miatt nehezen jósolhatóak meg jövőbeli társadalmi változások. Az emberi kapcsolatok és a környezet sokrétű

kapcsolatrendszere, a kulturális és regionális kölcsönhatások bonyolult hálózata miatt csak lehetséges irányok és vonulatok jósolhatók meg. Ezzel kapcsolatosan érdekesnek találtam Lányi András: Fenntarthatóság és Globalizáció³⁷ című sorozatát, melynek két füzetét olvastam. A sorozatban megtaláltam a New York-i Rensselaer Polytechnic Institute professzora, John Gowdy: Vissza a jövőbe és előre a múltba³⁸ című írását, amelyben kifejezetten a vadászó-gyűjtögető népek társadalmát vizsgálja. Ez ihletett adott, hogy a teljesség igénye nélkül olyan közösségi formákat kutassak fel, amelyek valamilyen szempontból előképeket adhatnak számomra egy önellátó társadalom felépítéséről és belső logikájáról. Minden közösségi forma számára hosszú távon saját érdeke, hogy biztosítsa a saját megélhetéséhez szükséges természeti szolgáltatások működését. *Ehhez viszont szükségesnek gondolom, hogy ezek az emberi közösségek felismerjék és komolyan vegyék a környezetükre és különösen az egymásra utaltságukat is.*

Azt gondolom, hogy a természeti erőforrásokat érintő fenntartható gazdálkodás nem jelenti azt, hogy egy egységesített univerzális kultúrának kellene elterjednie. Azt hiszem, minden közösség a saját ellátó területei fölött rendelkezve önfenntartó módon biztosíthatja a jövőjét anélkül, hogy fel kellene adnia saját kulturális egyediségét és színességét. A napjaikban tapasztalható érvényesülésre törekvő rendszer folyamatosan távoluló társadalmi és gazdasági különbségeket generál. A környezeti források túlfogyasztása, az energiaválság és az éghajlatváltozás mind olyan veszélyek, amelyek globálisan fenyegetik az egész emberiséget, ezért egy békés és élhető jövő érdekében elengedhetetlen az emberek közti összefogás a lehető legtöbb szinten. Ahhoz, hogy ökológiai lábnyomunkat hatékonyan visszaszorítsuk a környezetünkben rendelkezésre álló biokapacitás szintjére, egy igazságosabb és decentralizáltabb erőforrás megosztásra van szükség.

Lányi András elemzése a természeti népeket vizsgálva egy olyan speciális emberi közösséget tanulmányozott, amely eleve a fenntartható életvitelre kényszerült. Megállapította, hogy ezek a népek jóval kevesebb időt töltöttek munkával és élelemszerzéssel. Idejük nagy részét szociális és kulturális tevékenységekkel töltötték ki. Alapvetően, meghatározta a vadászó-gyűjtögető népek társadalmát, hogy nem volt lehetőség az élelem hosszú távú tárolásra. ennek megfelelően a közösség tagjai mindig azt fogyasztották és annyit, amennyit a környezetük biztosított számukra. Az élelemből mindenki számára jutott, így a közösség minden tagjának biztonságot nyújtott az együttélés. De ugyanakkor a magas gyermekhalandóság mellett az átlag életkor a mai fele volt. Számomra a tanulság az, hogy talán lehetséges, hogy egy olyan társadalom létrejöjjön, amelyben

³⁷ LÁNYI ANDRÁS: Fenntartható társadalom (2007)- N'Hartmattan Kiadó, Budapest

LÁNYI ANDRÁS: Paradigmaváltás? (2007)- N'Hartmattan Kiadó, Budapest

³⁸ JOHN GOWDY: Vissza a jövőbe és előre a múltba (1998) - Lányi András: „Paradigmaváltás?” című sorozatában lefordítva (2007) Eredeti: John Gowdy: „Introduction: Back to the future and forward to the past.” (1998) In: J. Gowdy (ed.) Limited Wants, Unlimited Means: A Reader on Hunter-gatherer Economics and the Environment, XV-XXXI. Washington, D. C.: Island Press.

az emberek kevesebbet fognak dolgozni, ennek megfelelően pedig kevesebbet is fognak fogyasztanak miközben jóval több szabadidővel rendelkeznek. Az embereknek így jut ideje csoportos, közösségi és szociális életet élni. Azt gondolom, hogy ez az idealizált állapot kecsegtetően hangzik a mai emberek többsége számára. A kemény munka és érvényesülés mellett talán mindannyian a lelkünk mélyén álmodozunk arról, hogy létbiztosságban élvezhessük a társas élet örömeit. Nem tartom kizártnak, hogy egy önfenntartó társadalom számára az életminőség mércéje a biztonság, a közösségi tevékenységek és a társas kapcsolatok lehetnek.

A kutatásom során tovább haladva ellátogattam ökofalvak³⁹ weboldalaira is, és onnan próbáltam megérteni a faluközösségek működési elveit. Az ilyen típusú települések jellemzően törekednek az önfenntartóan, ökológikus elven működni. Azt hiszem, az ilyen közösségek felépítése állhat a legközelebb a jövőben előképzelt fenntartható társadalom struktúrájához, mivel a falu lakói a jelenkor közegéből érkezve tudatosan választották ezt az életmódot. Alapvetően közösen és demokratikus formában döntenek az őket érintő kérdésekben, valamint részt vesznek aktívan a közösségi eseményeken. Ökológiai szempontból is komoly lépéseket tesznek a fenntarthatóság felé, hiszen értéknek tekintik a földet és a természeti kincseket. Legtöbb esetben szabadon, szigorúbb szabályoktól függetlenül élnek együtt. Az zavartalan együttéléshez és a közösség sikeres működéséhez persze szükségesek a minimális szabályok betartása. Jellemzően a faluközösség tagjai többségükben fiatalok és középkorúak. Véleményem szerint ez jól szemlélteti, hogy, a fiatalok könnyebben alkalmazkodnak új életstílushoz és talán a jövőben ez a korosztály könnyebben adhat társadalmi bázist a bekövetkező életforma váltáshoz.

A kolostorok működése bizonyos szempontból sok hasonlóságot mutat az ökofalukkal. Kétségtelenül léteznek törekvések az irányba, hogy a szerzetesrendek is törekednek bizonyos fokú önellátásra és függetlenedésre. Mindazonáltal a kolostorok jóval erősebb szabályok szerint működnek, valamint a vallási és spirituális meggyőződés is erős belső összetartó erőt biztosítanak a szerzetesi közösségek számára. Nem tartom elképzelhetetlennek, hogy bizonyos kulturális közegben a fenntartható társadalmi változások vallásos tartalommal egészülhetnek ki, amelyek nagymértékben elősegíthetik a csoportba tartozók hatékonyabb együttműködését.

Az egyhetes rövid kutakodásom segített abban, hogy olyan lehetséges jövőbeli közösséget képzeljek el, amelynek tagjai az általam tervezendő épület lakóivá válhatnak. A munkám folyamán igyekeztem a vízióban körvonalazódó társadalomhoz igazítani az egész projekt felépítését. *Úgy gondoltam, hogy az jövő fenntartható generációi számára a közeli jövőben egy új*

³⁹ ELŐTÉR BIOFALU MÁRIAHALOM – www.biofalu.hu, ÖKOFALU GALGAHÉVÍZ – www.gaiaalapitvany.hu, GYÜRÜFÜI ALTERNATÍV TELEPÜLÉS – weboldal: <http://www.gyurufu.hu/>

településre, egy új filozófiával megalkotott közegre van szükség, amely lehetővé teszi számukra az életmódbeli váltást, miközben erősíti a társas kapcsolatokat és megteremti a harmonikus együttélés körülményeit. Olyan kiscsoportok összességéből álló lakóközösséget képzeltem el, amelyben az egyének önszerveződésben alkalmazkodhatnak az életkorhoz, egyéniséghez és kulturális igényekhez. Ezek a kisebb létszámú csoportok lehetnek családok, közösségek, vagy egyéb rokon kapcsolatoktól független ideiglenes vagy végleges emberi társulások és életközösségek. Szükségesnek látom, hogy ezek a csoportok lehetőséget biztosítsanak az újjászerveződésre és lehetővé tegyék, hogy tagjaik megtalálják saját igényeikhez legjobban illő társaságot és kisközösséget.

Építészeti szempontból pedig egy könnyen variálható változtatható építészeti tér kialakítása lehetővé teheti a közösség igényeihez való igazodást. Fontosnak tartom, hogy a lakók szabad áramlása és a közösségek átformálódása ne ütközzön akadályokba, ezért az én elképzeléseim szerint *a lakások nem tulajdonként, hanem szolgáltatásként működnének* ebben a projektben. Ilyen formában az épület jobban tud alkalmazkodni a lakók változó igényeihez és ezzel párhuzamosan hatékony és takarékos használatot tesz lehetővé. Nagyon fontosnak tartom, hogy ezek a közösségek együtt éljék a mindennapjaikat és ezzel párhuzamosan a felelősség és az egymásra utaltság érzése erősödjön a tagokban. A manapság is tapasztalható gyakran önző és érvényesülésre törekvő társadalmi morállal szemben ezek a fajta felismerések részét kell, hogy képezzék egy fenntartható szemléletű társadalomnak. *A rövid kutató munkám tanulsága képen azt gondolom, hogy szükség van egy szervező és szabályozó rendszerre is.*

Fontosnak tartom, hogy a jövőbeli közösségek tagjai aktívan részt vegyenek az őket érintő kérdésekben. A kultúránkban és a környezetünkben megfigyelhető az a fajta tendencia, amely szerint mindenki igyekszik megteremteni a saját szuverén és független egzisztenciális környezetét. Olyan igények és célok jelentkeztek, mint hogy mindenkinek legyen saját mosógépe, autója, háza, telefonja, számítógépe, akár nyaralója, vagy egyéb anyagi javai. Ez a törekvés rontja a közös eszközök értékét és megbecsülését, valamint komolyan csökkenti az alkalmazkodás szükségét is, miközben pedig jócskán növeli az energia és anyagszükségletet. Ezt a fajta tendenciát odakint „own castle effect”-nek neveztük el, amellyel azt akartuk kifejezni, hogy a társadalom egy része otthon ül a saját kis otthonában és a javai között, nem alkalmazkodva senkihez. *Ezzel szemben, egy ellentétes törekvésként az én tervem mottója a „We are family” volt.* A „family” ebben az esetben nem csupán családot, hanem közösséget, és társulást is jelentett ebben a kontextusban. Célként tűztem ki, hogy minél több közösségi teret hozzak létre és olyan funkciókat tegyek közös használatúvá, melyek fenntartható szellemű takarékoskodás mellett lehetőséget adnak a lakók számára a társas érintkezésre.

Azonban nem feledkeztem meg eközben arról sem, hogy az embereknek szükségük van saját, teljesen privát területekre, amelyek biztosíthatják számukra a környezettől való elvonulást. Olyan lehetőleg szoba méretű terekben gondolkoztam, amelyek a lakók számára a Richard Horden micro compact home-jaihoz hasonló kicsi, de praktikus privát életteret biztosítanak. A magán helyiségből kilépve a közösségi tereken keresztül haladva jutnának el a lakók a publikus terekig. Hasonlóan, mint egy fa, amelynek a levelei alkotják az apró, privát terek sokaságát és a talaj a külső, publikus teret, magát a külső világot. Az ágak és a törzsek mintájára a közösségi terek egymásra épülő hierarchiája pedig átmenetet képez a teljesen privát és a nyilvános külső környezet között. Ez az elképzelésem vezérelte az alaprajzi koncepció kialakítását. Célom egy olyan 2020-ban megvalósítható, reálisnak tekinthető kísérleti projekt megtervezése, amelynek az első lakói tudatos és élhető fenntartható társadalom kifejlesztésében vesznek részt. Lehetőséget kívántam teremteni a leendő lakók számára, hogy sikeres lépéseket tegyenek majd egy biztonságosabb és működőképesebb társadalom megteremtésében és kifejlesztésében.



16. ábra A projekt látványterve

GAZDASÁGI KONCEPCIÓ A projekt finanszírozási szempontjai kapták a legkisebb figyelmet. A csoportmegbeszéléseken mindnyájunk elfogadta azt az elképzelést, miszerint a jövőben a fenntartható megoldások jelentik az egyetlen békés lehetőséget a civilizáció fennmaradása érdekében. Az energiaválság, a globális felmelegedés, a természeti kincsek túlfogyasztása és az egyre terjedő ezzel kapcsolatos aggodalmak egy pozitív jövőkép esetén később remélhetően folyamatosan növelni fogják az valóban működő, hatékony energiatudatos és fenntartható technológiák utáni keresletet. Azt gondolom a természeti kincsek, az ökoszisztéma állapota egy idő után gazdasági értéké kell, hogy váljon. *Az függetlenségüket megtartani kívánó országok rá kell, hogy szoruljanak az önellátásra.* Azok az államok, amelyek korán tesznek hatékony lépéseket ebbe az irányban, azok komoly előnyre tehetnek szert a jövőben. A liechtensteini

Agenda 2020 is egy komoly előrelépést jelent a mini-állam számára ebben a kérdésben. Tekintve, hogy már napjainkban is a figyelem középpontjába kerültek a különböző energiatakarékosági lehetőségek, várhatóan ez később csak fokozódni fog.

Szükség lesz egy olyan új szemléletű mérnök generációra, hogy idővel objektív szempontok szerint kiszóródjanak azok az energiapazarló és környezetkárosító termékek és rendszerek, amelyek csupán zöld köntösbe lettek bújtatva. Egy békés, háború mentes jövőképben azt gondolom már belátható időn belül is lehet pénzügyi megalapozottsága egy olyan fenntartható szemléletű építészeti megoldásnak, amelyet a munkánk során igyekeztünk megalkotni.

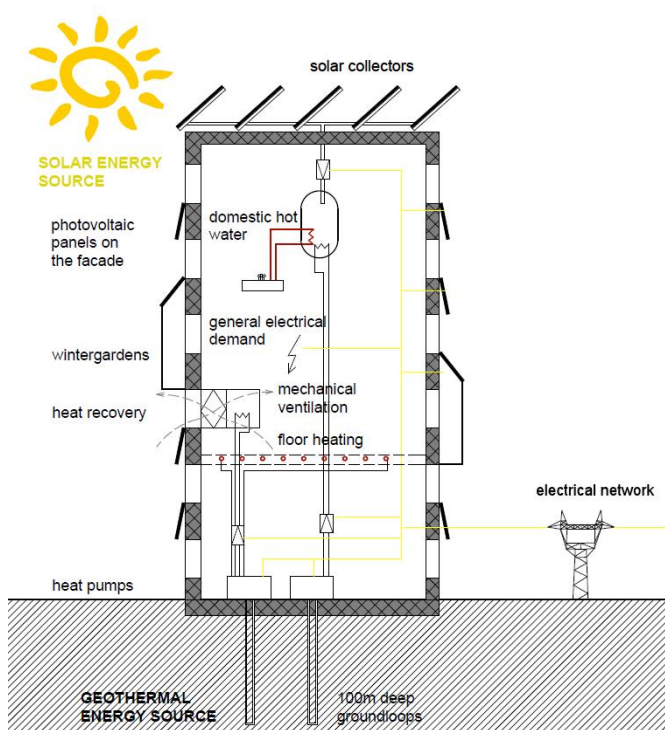
TECHNIKAI KONCEPCIÓ Az általunk tervezett épületek technikai megvalósítása kapcsán elsősorban azokat a szempontokat jártuk végig, amelyeket az integrációs tantárgyak során érintettük. A kötelezően beadandó munkának része volt egy energetikai koncepció összeállítása, amelynek tartalmaznia kellett az épületbe betervezett gépészeti megoldást és bizonyítotania, hogy a működéséhez szükséges energia biztosított. Törekednünk kellett továbbá, hogy a legnagyobb részét az energiaszükségletnek megújuló forrásokból oldjuk meg. Az SIA 380/1 szabványt alkalmaztuk a fűtési hőszükséglet meghatározására. Továbbá csakis energiatakarékos eszközök, gépek, berendezések feltételezése mellett megbecsültük a használati melegvíz igényt, az hőszivattyúkhöz, a világításhoz és a cirkulációs szivattyúk és egyéb általános berendezések működéséhez szükséges elektromos energiafogyasztást. Az általunk megbecsült energiaszükségletet igyekeztünk valamilyen arányban az épület aktív rendszereivel biztosítani. Mindenki más célt tűzhetett ki magának, én zéró energiafogyasztású épületet terveztem, ami természetesen nem azt jelenti, hogy az épület nem fogyaszt semmilyen mértékben energiát, pusztán azt, hogy egy éves ciklust tekintve közel annyit termel, amelyet el is fogyaszt. *Ennek megfelelően igyekeztem úgy megtervezni az épületem, hogy az energiamérleg nyereség oldala legyen kicsivel több a fogyasztási oldalnál.* Úgy gondolom, ez egy magas követelményt állított eléem, ám reményeim szerint 2020-ra kivitelezhetővé válhatnak eme extrém megoldások. Ugyanakkor igyekeztem a ma elérhető vagy fejlesztés alatt álló legjobb technológiai színvonalat képviselő eszközöket és energiatakarékos megoldásokkal számolni, mert azt gondoltam, talán addigra azok elérhetővé válnak egy ilyen jellegű projekt számára is.

Az épület tartószerkezetét a CREE csoport által kifejlesztett hibrid szerkezeti rendszerrel oldottam meg. A merevítő mag, amely tartalmazza a lépcsőházat és a liftaknákat monolit vasbetonból készül. A homlokzati oszlopok kettőzött rétegelt ragasztott elemekből, míg a födémek a beton és rétegelt ragasztott fa hibrid panelekból készülnek. Igyekeztem az épületburok hőátbocsátási tényezőit a passzívházak követelményeihez igazítani. A homlokzaton

30 cm vastag hőszigeteléssel kialakított fa I keresztmetszetű fa bordavázra szerelt paneles homlokzatburkolat került. Az I bordákra merőlegesen egy külső váz tartja a panelek külső oldalát csökkentve a hőhidat. Ezek a panelek tipizálhatóak, és üzemben előregyárthatók a helyszínen pedig hosszas szerelési munkák nélkül beépíthetőek. A homlokzatburkolat anyagának megválasztáskor fontos szempont volt, hogy mivel 2020-ra terveztem az épületet, ezért meg kellett, hogy feleljek a jelenkor tűzvédelmi követelményeinek. Sajnos nem találtam olyan természetes anyagot, amely könnyű és megfelelő módon ellen tudna állni a homlokzati tűzterjedésnek egy toronyház esetében. Ezért a homlokzati burkolatot végül kompromisszumos megoldás alapján a szálerősítésű cement burkolatból terveztem meg és a paneles homlokzatot pedig nem cellulózzal, hanem ásvány gyapottal szigeteltem le.

A TRANSYS lite programmal végzett szimulációk során az épületen belüli hőingadozást nagyban csökkentették a hőtároló tömegként működő beton födémek és a fagyapot anyagú szerelt válaszfalak. Sajnos az életciklus elemzést nem tudtuk elvégezni a teljes épületre. *Egyfelől óriási munkát igényelt volna, ráadásul komoly kutató munkát is megkövetel egy ilyen mélységű számítás, azonban az általunk alkalmazott adatbázis nem tartalmazott mindenre kiterjedően adatokat.* Így néhány érdekesnek tűnő szerkezeti elemre készítettem csupán a szerkezeti változatokat összehasonlító elemzést.

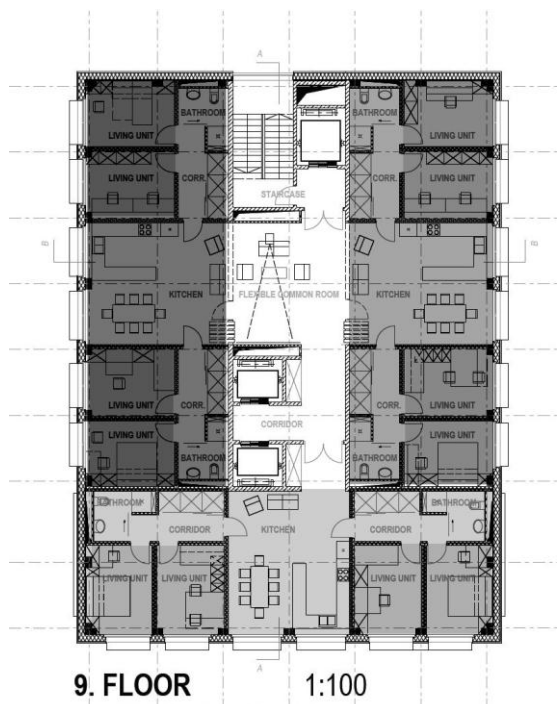
Olyan szerkezetek kapcsán próbáltam számításokat végezni, mint a tartószerkezetet, a homlokzati hőszigetelést, a belső válaszfalakat és a homlokzat burkolatokat. A végső prezentáción szóba került, hogy a napelemek nem feltétlenül jelentenek megoldást az energia problémáinkra, hiszen legyártásuk óriási energiaigénnyel jár. Az adatbázisunk nem tartalmazott a napelemekre vonatkozó értékeket, így ebben a kérdésben nem is sikerült a tervezésnek ezen a szintjén választ adnunk. Ha valóban aránytalanul energiát használunk föl a napelem gyártáshoz, az valóban megkérdőjelezi a napelem rendszerek hosszú távú fenntarthatóságát.



17. ábra Energetikai koncepció, Forrás: Energetikai tervlap

A TERV BEMUTATÁSA ÉS AZ ÉPÍTÉSZETI KONCEPCIÓ A szemeszter végén az elkészült munkákat A0 méretű lapokon kellett bemutatni és szóban prezentálni. Több meghívott vendég mellett bárki részt vehetett a csoport félévzáró bemutatóján.

A tervem mottója a „We are family!” volt, amely jól mutatta, hogy a munkám során valamennyivel hangsúlyosabban kezeltem és kiemeltem a társadalmi fenntarthatóság kérdéseit. Az végső tervem egy 14 szint magas épület lett. Az épületforma megválasztásának egyik szempontja az volt, hogy a lehető legnagyobb mértékben csökkentsem az épület egy főre jutó fajlagos alapterületét és mindemellett törekedtem egy olyan kubust alkalmazni, amely maximalizálja a fény beáramlását az épületbe. Ez a szoláris passzív hasznosítás szempontjából is fontos, másfelől pedig egy ilyen sűrűn lakott épületben az lakókra gyakorolt pozitív pszichológiai hatása is jelentős. Egy jól működő elnyúló, lapos, vagy



9. FLOOR
1:100
RESIDENTIAL PATTERN
18. ábra Alaprajzi koncepció

belső udvaros épület számára a helyszínt túl szűknek találtam. A laposabb, de szélesebb forma véleményem szerint tartósabban beárnyékolta volna az projekt közvetlen környezetét, azonban a függőleges toronyszerű test árnyéka a napjárásnak köszönhetően körbejárta a helyszínt és koránt sem okoz olyan nagyméretű napfénymentes területeket. *Az épület funkcióját tekintve elsősorban lakóépület,* kiegészülve a földszinten és az első emeleten egyéb kiegészítő, kereskedelmi és irodai funkciókkal.

Az elképzeléseim szerint a városközpont körüli korszerű munkahelyek, intézmények és szolgáltatások megmaradnának és tervem célja, hogy egy gyalogosan is bejárható fenntartható központot alakítson ki a külső lakóövezetekből beköltöző népesség számára, közvetlenül a város közepén. Kezdetben ez egy kutatási projektként működne, amely során a cél a fenntartható, felelős társadalom felnevelése. A haladó szemléletű fiatalok számára, akik magas fenntartási költségek mellett nem gondolkodnak már saját családi ház felépítésében vagy megvásárlásában ez a torony a kezdetekkor is hosszú távú megoldást kínálhat. Az épület vonzóerejét növelheti, hogy az ide érkező fiatalok egy izgalmas, érdekes, de ugyanakkor szabadon formálódó lakóközösség részeivé válhatnak. Az általam elképzelt fenntartható célzattal alapított közösség

számára szükség van egy társadalomkutatókból és lakókból álló szervező bázis megalapítására. A szervező csoport elsődleges feladata az ügyintézés, igazgatás és a folyamatos fejlesztés lenne. Az első emeleten ezt a célt szolgáló irodák, előadó és egy könyvtár kapott helyet, amelyben kifejezetten a fenntarthatósággal kapcsolatos témában vannak elérhető anyagok. A földszinten a városi szövethez hasonlóan irodák, boltok és szórakozóhelyek kapnak helyet, illetve itt található az épület előtere és egy nagyméretű biciklitároló. A kikapcsolódás és a sport mellett az ország sík területein belüli utazásra is hatékonyan alkalmazhatóak a kétkerekűek. Az épület helyszíne alatt jelenleg egy nagy földalatti parkolóház található, aminek a megtartásával a gépjárművek elhelyezésére is lehetőség nyílik a területen. Az általam elképzelt jövőképben jóval lecsökken majd az autóhasználat, így nem lesz szükség a városban olyan mennyiségű parkolóhelyre, mint napjainkban. Az épület alatti meglévő mélygarázs, valamint a földszint és az első emelet, ennek megfelelően, teljesen publikus funkciókat fogad magába. A harmadik szinttől fölfelé pedig csak lakószintek találhatók.

Az épület felsőbb emeletinek az elrendezése alapvetően az emberi kapcsolataink rendszeréhez próbál alkalmazkodni. Ahogyan azt a társadalmi koncepciómban bemutattam egy átmenetet igyekeztem kialakítani a teljesen privát zónáktól a közösségi tereken át a publikus területekig. Azt gondolom a mi kultúránkban a leginkább személyes és privát funkciók közé tartozik a hálószoba, illetve csak a szűk körrel megosztott fürdőszoba. *Ezekből a terekből szervezve hoztam létre egy olyan alapegységet, amely egy vagy két hálószobából, egy fürdőszobából és egy tároló szekrénnel felszerelt folyosóból áll.* Ez a lakásszerű alapegység szoros kapcsolatban álló kis létszámú közösségek, családok számára biztosít privát életteret.

Két ilyen jellegű lakást, valamint egy nappalit, egy előteret és egy konyhát tömörítő átmeneti tér alkot egy lakóközösségi egységet. Az egész épület pedig ilyen hat-nyolc fős lakóközösségek és kiegészítő közösségi terek sűrűn szőtt hálózataként működik. Egy általános szinten három lakóközösségi egység található, amelyek a lépcsőt és felvonót tartalmazó központi vasbeton mag köré fűződnek föl. Az épület alaprajzi elrendezése teljesen rugalmasan alakítható. Több fajta elrendezést is kidolgoztam, amelyet a teljesen eltérő emeleti alaprajzokon igyekeztem bemutatni. A közösség számára három szinten alakítottam ki közösségi teret szabadon formálható klub, hobby, társalgó, vetítő, bemutató funkciókkal. Ezekben a terekben mozgatható mobil válaszfalakat helyeztem el, hogy könnyedén alkalmazkodni tudjanak a közösségi igényekhez. Továbbá három különböző szinten alakítottam ki közös mosoda funkciójú teret, amelyet játszó szobával, fitneszteremmel és kis társalgóval egészítettem ki. A lakóegységekből tolható kerekesszékkel lehet megközelíteni a mosodákat. A kiegészítő funkciók

pedig a szintek közti társasági élet megerősítését szolgálják. Az alaprajzi elrendezés kapcsán igyekeztem a szerkezet hátárai között megoldani a lehető legnagyobb flexibilitást.

Fontosnak tartom, hogy az épület alkalmazkodni tudjon a lakók igényeihez, ezt szolgálja az oszlopmentes belső térszervezés, a szerelt válaszfalak alkalmazása és a javasolt eltérő alaprajzi megoldások. Az általam használt könnyen bontható és építhető fagyapot válaszfal rendszer előnye, hogy vakolt állapotban jó akusztikai és hőtárolási tulajdonságokkal rendelkezik. A keleti és a nyugati lakóközösségi egység konyha terei mobil válaszfal rendszerrel összekapcsolhatóak és a szinten lakók számára egy hatalmas közösségi tér jöhet létre. Az épület egy főre eső átlagos szintterülete hozzávetőlegesen $32 \text{ m}^2/\text{fő}$ érték körül van. *Törekedtem arra, hogy a kisméretű privát terek mellett rugalmasan használható nagy közösségi terek oldják a zsúfoltság érzését.*

Az épületet körülvevő parkot úgy alakítottam ki, hogy itt is kényelmes és élhető tér alakuljon ki a közösségi élet számára. A helyszín gyalogos kapcsolatait, adottságait és kötöttségeit figyelembe véve az épület körüli belvárosi területet kiemelt zöldfelületek, térburkolatok és fa szerkezetű állványok rendszeréből alkottam meg. Az elképzeléseim szerint az általam tudatosan kialakított zugok olyan találkozó pontokat és *társalgási célú tereket hoznak létre, amelyek szabadon mozgatható kültéri bútorokkal kiegészülve tudnának hatékonyan működni.* Az 1,20 cm-es magasságra kiemelt zöldfelületek ugyanakkor azonban nem szabdalják föl túlságosan a helyszínt és biztosítják a kényelmes átlátás lehetőségét is. Az ötletet a fenntartható várostervezéssel foglalkozó kinti tantárgyunk kapcsán olvasott William H. Whyte: *The Social Life of Small Urban Spaces*⁴⁰ könyv adta, amely szerint jól működő városi terek azok, amelyek valamilyen formájú lehatárolást, de ugyanakkor kitekintést is biztosítanak a környezetre. Az árnyékolást biztosító fák mellett üvegbe integrált napelemes tetővel ellátott faszerkezetű, állványok biztosítják a terek napsütés és eső elleni védelmét. Az állványos rendszeren megtermelt energiát a közvilágítás vagy vízmű szivattyúk és egyéb szolgáltatások működtetésére lehetne felhasználni. Az épület homlokzati kialakítását és külső megjelenését szinte teljes mértékben az energetikai koncepcióm szerint alakítottam. A tetőn nagyjából 220 m^2 sávokban elhelyezett napkollektorok a hőszivattyúkkal kiegészülve biztosítja a szükséges használati meleg víz igényt. A fűtést szintén hőszivattyús rendszerrel biztosított, amelynek az elektromos energiafogyasztását napelemek biztosítják. A *zero energiafogyasztáshoz szükséges óriási 1350 m^2 napelem felületet* a nyugati, a déli és a keleti homlokzaton az ablakok alatti parapet sávban és a nyílásmentes falfelületeken helyeztem el.

⁴⁰ WILLIAM H. WHYTE: *The Social Life of Small Urban Spaces* (2001) - Project for Public Spaces Inc, New York (eredeti kiadás: 1980)

A megtermelt energia eltárolása komoly gondot jelenthet. A közeljövőben valószínűleg az épület nyáron az elektromos hálózatba tölti a megtermelt fölös energiát, amelyet télen kiegészítés képen elfogyaszt. Feltételezem, hogy a jövőben javulni fognak az energiatárolási technológiák hatékonyságai, ugyanis ez alapvetően szükséges az önellátó rendszerek működtetéséhez. A napaelemek hajlásszögét a függőlegeshez képest 20°-ra és 30°-ra választottam meg, így a napelemek ideális közel 45°-os elhelyezkedéséhez képesti hatékonyságát csökkentetem, de ugyanakkor célom volt az is, hogy ne árnyékoljam be túlságosan az ablakokat a kinyúló szemöldökkialakítással. A homlokzaton télikerteket is kialakítottam, amelyek nem csupán passzív energiahasznosítás céljából kerültek föl a homlokzatra, hanem javítják a külső és belső tér közötti kapcsolatokat, csökkentik a bezártság érzését, valamint a lakóépületekre jellemző szabadabb homlokzati megjelenést eredményeznek, az egyébként irodaépületekre hasonlatos, szigorú és szabályos karakterrel szemben. A homlokzati megjelenés kapcsán igyekeztem a napelemekhez illő színekombinációt alkalmazni, amelynek hatására rendhagyó eredmény született. Úgy éreztem a napelemek kékes árnyalatai nehezen kezelhetőek a homlokzaton, így a sötétszürke-fekete árnyalatú megoldás irányába próbáltam elmozdulni. A liechtensteini kerítésekben, tér burkolatokban, lépcsőkön, támfalakon megtalálható kristályos fekete-fehér árnyalatú kőzet adott számomra előképet. A kőzet jellemzően töredezett, osztott felülete és az azon megtörő fény adta az ötletet, hogy egy sziklaszerű homlokzati koncepciót alakítsak ki. Törekedtem visszaadni a kőzet, csíkozott, réteges felületét a cementkötésű homlokzati táblák sötétszürkés és fehér színével. A végső prezentáción a tervem kapcsán azt a kritikát kaptam, hogy az épület homlokzati kialakítása nem lett szép és nagyon idegen a környezetétől. A napelemek túlságosan tagolttá teszik az épület felszínét és a télikertek nem kapcsolódnak szervesen a koncepcióba. A társadalmi elképzeléseimet a tanárok egy része túlságosan naivnak érezte, és nem tartotta elképzelhetőnek, hogy a közeljövőben egy ilyen kísérleti projekt valóban működőképes lehetne. A külsős építészek és kritikusok mindamelllett, hogy nem teljesen voltak képesek befogadni az egész csoport ökológiai koncepcióját, nehezen tudták elképzelni, hogy egy környezetétől idegen építészeti forma, mint a toronyház valóban képes-e fenntartható lenni ezen a területen.



19. ábra A helyszínen található kőzet



20. ábra Keleti homlokzat

„LIVING, WORKING, LEARNING TOGETHER” PROJEKT BEMUTATÁSA

(írta: Leskó Zsuzsanna) - 2. számú mellékletek

ÖKOLÓGIAI KONCEPCIÓ Az ökológiai lábnyom számítási kutatásunk és a fenntarthatóságról szerzett új tapasztalataink alapján egy olyan torony koncepciójának megalkotása volt a feladat, ami az adott helyzetben helyes választ adhat a felmerült kérdésekre. Nyilvánvaló volt, hogy egy épület önmagában nem képes megváltani az egész világot, de el tud indítani egy olyan folyamatot, ami segíthet hosszabb távú célok kitűzésében, és egy lépéssel közelebb vihet a jövő megoldásaihoz.

A kutatások alapján építészeti szempontból az egyik legfontosabb felismerés az volt, hogy a termőföld területek nagyfokú előtérbe helyezésére van szükség. Ehhez a lehető legjobban sűríteni és optimalizálni kell az épített környezetet. Az én épületem ökológiai koncepciójában nagyon fontos szerepet kapott az általunk kidolgozott „cluster system”. A tornyom helyszínéül is választott települést, Schaan-t, alkalmasnak tartottuk az egyik liechtensteini cluster régióközponti szerepére. A település jelenlegi központjának már kialakult funkcióira támaszkodva, egy új multifunkcionális centrum köré szervezett feszebb, de a környezettel erős szimbiózisban élő településstruktúra alkothatná a településcsoport jóval tömörebb magját. A város mai szerkezete ezzel szemben egy terjeszkedő amőbára hasonlít, széteső, laza képet mutat. Fontosnak tartom, hogy megmaradjanak a település „karjai” amikkel szoros összeköttetésben tud élni a természeti környezettel. A település üres foltjait, a köztes területeket sokkal hatékonyabban is ki kellene használni. Jövőbeli cél a település szerkezetének „összefogása”, nagyléptékű központosítása, sűrítése, a kapcsolatok megtartása mellett. Egy ilyen jellegű területcsökkenés értékes termőterületeket szabadíthatna fel a gazdaság számára. A csökkenő távolságok miatt a motorizált közlekedés szükségtelenné válna a városon belül, ami kevesebb energiafogyasztást és CO² kibocsájtást eredményezne. Egy sokkal kompaktabb település lényegesen közelebb tud maradni a természeti forrásokhoz, ami szintén az energiahatékonyságot növeli.

A sűrítő törekevésnek, és a távolságok csökkentésével történő energiahatékonyság növelésnek köszönhetően, a többfunkciós toronyház 240 embernek szolgálhat otthonául a településközpont egyik, ma parkolóként szolgáló üres foltjában. Ez a radikálisnak tűnő lépés lehet az első mozdulata a városnak saját ökológiai lábnyomának csökkentése felé. Néhány utcányi területet, kb 50-60 családi háznyi telket kaphatna vissza a természet, és ez értékes kincsként épülhetne bele az önellátásra termelő mezőgazdaságba.



21. ábra 240 ember családi házakban vagy egy toronyban?, Továbbá Lábnyomunk méretének változása

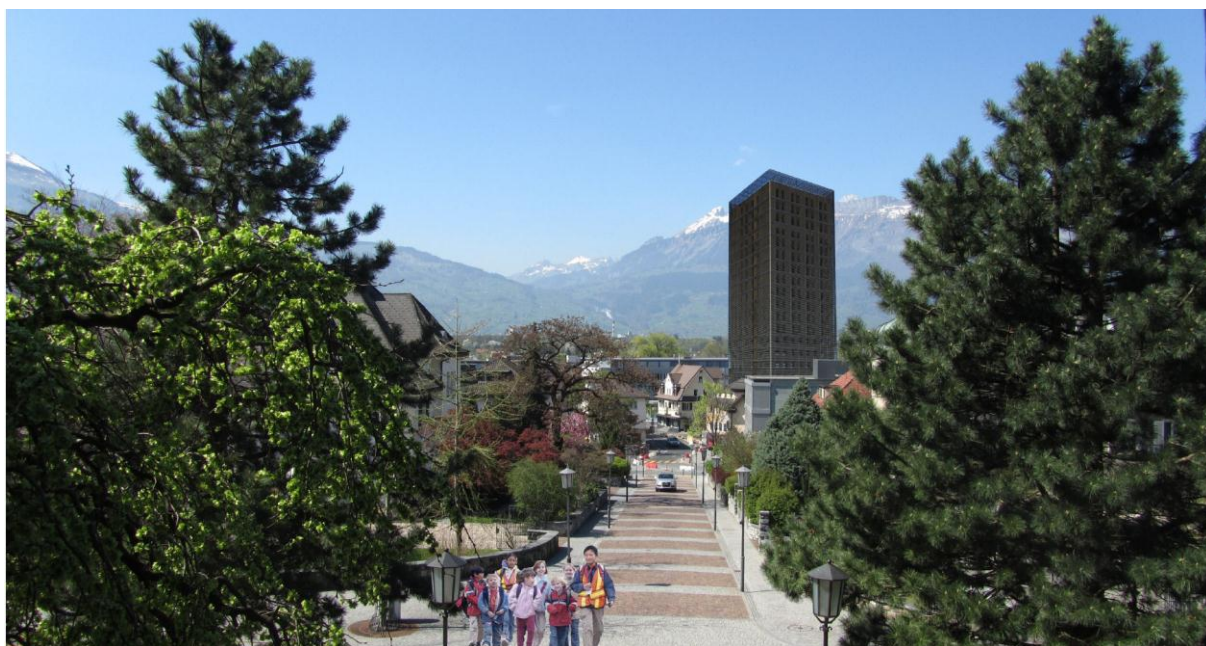
TÁRSADALMI KONCEPCIÓ A fenntarthatóság egyik alappillére a társadalmi szemlélet. Az emberi társadalom nem létezhet teljesen függetlenül a környezetétől. Az emberiség fejlődésének egyik húzóereje, mozgatórugója a gazdasági fejlődés, így volt ez a kezdetekkor és így van napjainkban is. A fellendülő gazdaság megerősítette a társadalmat, ezáltal nőtt a fogyasztás, ami továbblendítette a gazdasági növekedést és fordítva, a termelés visszaesése komoly társadalmi problémákat okozott és ezek ismét negatív hatást gyakoroltak gazdaságra. E két elem szimbiózisa jelentős mértékben befolyásolja világunk fejlődését. Mára azonban az ész nélkül felgyorsult, túltermelő gazdaságot komoly veszélyek fenyegetik. A túlpörgetett társadalom túlpörgetett fogyasztást eredményez. Olyan ez, mint két egymásba akasztott rugó, amint az egyik elernyed, meglazul a másik is, azonban ha az egyik a túlfeszítés következtében elpattan, összeomlik a rendszer. A fenntarthatatlan gazdaság fenntarthatatlan társadalmat eredményez, vagy éppen fordítva. Ezt a folyamatot kell visszafordítanunk, a fenntartható gazdaságot egy fenntartható társadalomnak kell megteremtenie.

A gazdaságosabb terület kihasználás érdekében történő település redukációs folyamatok nem csak fizikailag, szellemileg is közelebb hozhatják az embereket egymáshoz. A jelenkor az egyéni önmegvalósítások és szingli lét fénykora. A fenntartható jövőben nem lesz lehetősége mindenkinek a saját várában csücsülnie egyedül. Az embereknek újra vissza kell találniuk a közösségekhez, az elvesztett nagy és összetartó családokhoz. Egyedül senki sem képes felvenni a harcot a fenntartható jövőnkért. A közös jövőnkét együtt kell kialakítanunk és közösen kell dolgoznunk a jelen állapot megváltoztatásán.

Az együttélés több az egymás mellett létezésnél. Ezért lett a tornyom mottója a „*living, working, learning together*”. Úgy gondolom, hogy esélyt kell adni az embereknek, hogy visszatáljanak a közösségi életformához. A tornyom funkcionálisan három fő részre oszlik. Az alsó szintek, amik a „tanulás” szintjei, az új szemléletmód közös megismerését és fejlesztését jelképezik. A változások megértéséhez rengeteg új ismeretanyag megszerzése szükséges, melyeket egészen kicsi kortól

idős korunkig, élethosszig ismernünk és alkalmaznunk kell majd. A következő szintek a „munka” szintjei, amelyek a közösen végzett munka terei, kreatív munkakörnyezetet biztosítanak a jövő dolgozói számára. A legfelső szintek pedig az „élet” szintjei, a lakásé, mely egy életközösséghez tartozik. A félév során sokszor felmerült az identitás kérdése. Vajon mennyiben jelenti a szemléletmód és életstílus váltás azt, hogy identitásunkat, hagyományainkat fel adni kényszerülünk? Új identitást jelent-e a fenntarthatóság?

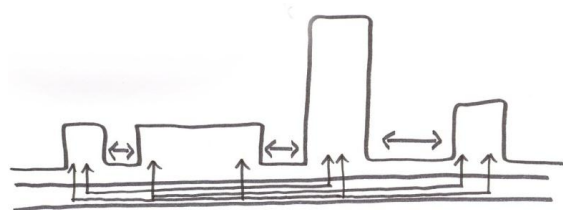
Úgy gondolom a cluster system törekvéseinek egyik nagy előnye, hogy nem globalizálásban, hanem lokális megoldásokban gondolkodik. Engedi megtartani a helyi identitást, több kisebb alközpontja, régió-rendszere képes megőrizni a kialakult hagyományokat. Azonban ez mégis egy nagyon újfajta életformát jelent, melyhez fenntartható szemléletmód szükséges, hit a változtatni tudásban és a közösség összetartó és fenntartó erejében. Ha van közös fenntartható jövőképünk, akkor képesek leszünk közösen megoldást találni a problémákra. Fontos a közös tudatosság! 1000 éve a templom volt a közös tudat, a vallás jelképe, 100 éve a gyárkérmények szimbolizálták a kor munkás-szellemiségét. 2020-ban Liechtensteinben ez a torony lehetne az első mérföldköve az újfajta szemléletmód, a fenntarthatóság kialakulásának. És ez jelent-e egy új és független identitást? Nem tudom. *Azt viszont igen, hogy ez a szemléletmód képes beépülni a gondolkodásmódunkba és segíthet megtalálni a helyünket a jövő fenntartható társadalmában.* Biztosan hosszú távú társadalmi folyamatokat jelent, melyeket külső kényszerítő körülmények indítanak el és folyamatosan válnak majd belső motivációvá, majd alakulnak át egy új életszemléletté.



22. ábra A projekt látványterve

GAZDASÁGI KONCEPCIÓ A félévben nem jutott idő a részletes pénzügyi megvalósíthatóság vizsgálatára, azonban azt elmondhatjuk, hogy Liechtensteinben és Svájcban is jelentős a támogatottsága a fenntartható jövő irányába mutató törekvéseknek, kezdeményezéseknek tervek és épületek szintjén is. A köz és az állami szféra is kiemelten foglalkozik a kérdéssel, nyílt konferenciákat, előadásokat, vitákat szerveznek, amelybe a lakosságot is igyekeznek a média által bevonni. Ez nagymértékben segíti elő a fenntartható gondolkodás elterjedését az országban. Úgy gondolom, a mai lépéseinken múlhat akár az életünk is a jövőben. Itt már nem pusztán gazdasági sikerességről, pénzről, hatalomról van szó. Azok az országok, amelyek képesek felismerni, hogy a lokális természeti erőforrások milyen felbecsülhetetlen értéket képeznek egy alapvetően önfenntartásra berendezkedő jövőben, megtették az első lépést a fenntarthatóság, azaz a túlélés felé. Az olajhozam csúcs egyre csak növekvő energiaárakat eredményez, utolsó figyelmeztetésként a veszélyre, hogy a fosszilis energiahordozók, melyeket mértéktelenül használunk, véges készletekkel rendelkeznek. Így gazdaságilag is teljesen megalapozottá válnak a fenntartható fejlesztések, az energiafogyasztás optimalizálása, és az alternatív, megújuló energiaforrások használatára való átállás az élet minden területén. Az átalakulni képes gazdaságok életképesek lesznek a fosszilis energiahordozók utáni korszakban is. A Felső Rajna Völgyben kialakított cluster rendszerünk hivatott minimalizálni az épített környezet méreteit, és a szállításból adódó nagy energiaterhelést minimálisra csökkenteni. A régióközpontokat összekötő hálózat a meglévő infrastruktúrára épülne rá. Született egy tanulmány, miszerint a Feldkirch - Sargans meglévő vasúthálózat fűzné fel a jövő településhalmazait is. A vasútvonal lefedése PV panelekkel a számítások alapján elegendő energiát termelne egy megújuló energiaforráson alapuló áruszállító és közlekedési rendszernek. A lecsökkent forgalom miatt funkciójukat veszített közlekedési hálózatok átalakítása energiaszállító és termelő infrastruktúrákká egy kézenfekvő megoldás lehetne!

A települések közötti energiahálózat analógiájára az én elképzelésem szerint a város épületei között is egy energiahálózat húzódná. Ezt az elképzelést „gomba-effectnek” neveztük el. Az önmagukban önellátó épületek egy közös, energia elosztó és szabályozó hálózati rendszerrel lennének összekötve, így a szimbiózisban együtt élő épületek energia felhasználása optimalizálható lenne. Amikor felesleges energiát termel az épület, az bekerül a központi



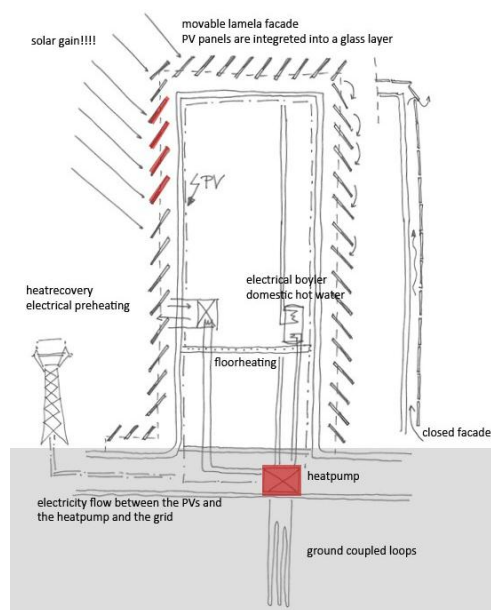
23. ábra „gomba-effect” elvi ábrája

rendszerbe, és ott és olyan formában hasznosul, ahol és ahogyan éppen szükség van rá. Ebben az esetben a kisebb léptékű, vagy nem állandó használatú épületek is hatékonyan tudnak működni anélkül, hogy saját kis mini erőművet kellene építeni minden épület tetejére. Úgy

képzelem el a települést, mint egy nagy gombatelep, mely önálló egységekből áll, de a föld alatt nagyon szoros hálózati kapcsolat fűzi össze őket egy egységgé. Ennek a gomba elven működő település rendszernek az első elem lenne a tornyom. Az épület energetikai koncepciója egy pozitív energiamérleggel rendelkező épület létrehozása volt, amelynek a megvalósulásával elindulhatna a hálózat kiépülése.

TECHNIKAI KONCEPCIÓ A tornyom szerkezetének alapvető koncepciója volt a flexibilitás. Úgy gondolom a fenntartható épületeknek, minél magasabb minőségű anyagokból, minél kisebb befektetett energiával és minél hosszabb élettartamra kell készülniük és képesnek kell lenniük funkciójukban újra és újra, az igényeknek megfelelően megújulni. Életük végén pedig bezárni az anyagkörforgási láncot természetes módon történő újrahasznosítással vagy lebomlással. Az ötletem az volt, hogy készítek egy épületszerkezeti csontvázat a funkciók számára. Erre tökéletes lehetőséget biztosított a CREE hibrid tartószerkezeti rendszere a vasbeton magjával és a homlokzati fa oszloprendszerével. A szintek egyformák és összefüggő légteret alkotnak a központi vertikális közlekedő rendszer körül.

Az épület energetikai koncepciója sok alapvető építészeti kérdést is befolyásolt, így a tervezés során ezt a két dolgot végig együtt kezeltem, sohasem esett szét a terv épületre és gépészetre. A tornyom tipikusan egy olyan ház, amely passzív módszerekkel nem működhetne igazán fenntartható módon, az aktív rendszerek adják a lelkét az energiatermelésnek. Az épület úgy működik, mint egy fa. Maga az épületszerkezet működik törzsként, itt történik a fogyasztás. A napelemekkel integrált üveglamellás burok képez egy második homlokzati réteget az épület körül. A nap járásának megfelelően mozgó lamellák úgy működnek, mint a fa levelei. Ez a burok termeli meg az épület ellátására szolgáló összes elektromos áramot, melyet aztán a „fa” a „gyökerei” azaz a hőszivattyúk segítségével alakít át az igényeknek megfelelően. Ezen a második homlokzati rétegen, amely burokként teljesen beborítja az épületet, kizárólag csak napelemek találhatóak. Az északi oldal is képes energiatermelésre, az indirekt napsugárzás hasznosítására. A használati meleg víz előállítása napkollektorok nélkül, a hőszivattyúk alkalmazásával történik. Az épület egy pozitív energiamérleggel rendelkező torony, amely maximális kihasználtság mellett is 20 698 kWh/év plusz energiát termel a környezete számára. Mivel nagy

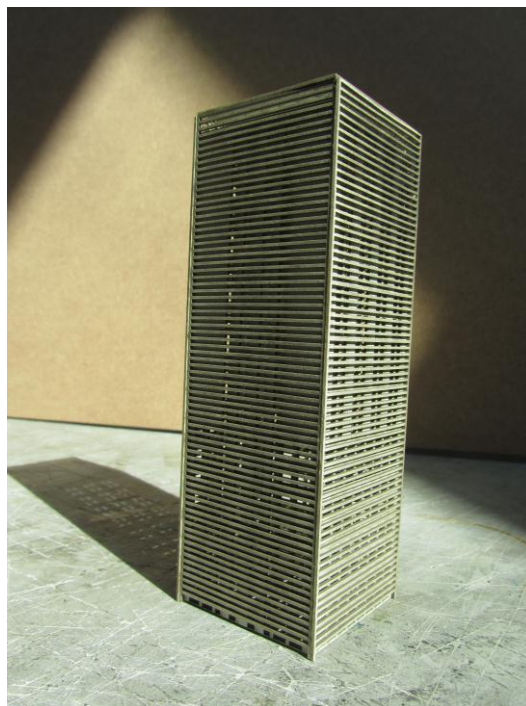


24. ábra Energetikai koncepció

menyiségű energia tárolására jelenleg nincs lehetőség, az épületek közötti „gomba effect” elvű energiahálózati rendszer segíti a hatékony hasznosítását a többlet elektromosságnak.

A 20 emeles épület teljes életciklus elemzésének elvégzésére nem volt lehetőségem, csak a tartószerkezeti rendszert vizsgáltam meg: a CREE rendszert hasonlítottam össze egy teljesen beton konstrukcióval. 1 m³-es általános sarokkivágást vizsgálva a két szerkezet közül a számítások alapján a CREE rendszer rendelkezik kevesebb szürke energiával, így a fenntartható szempontrendszernek jobban megfelel ebben az esetben.

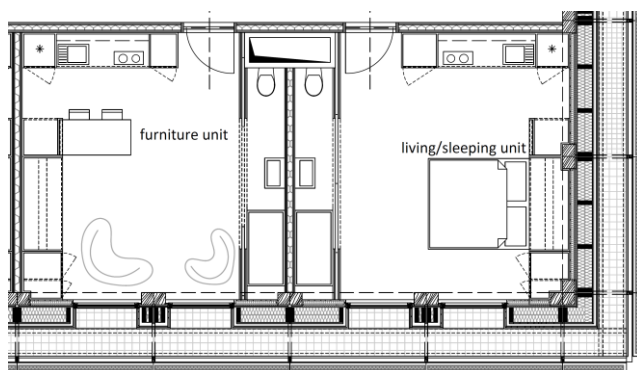
A TERV BEMUTATÁSA ÉS AZ ÉPÍTÉSZETI KONCEPCIÓ A szemléletmód váltást követően a jövőben megváltozhat az építészeti gondolkodásmód és a design is. Az épületeknek meg kell felelniük egy új, nagyon kötött és sajátos követelményrendszernek, mely nagyban befolyásolja az építészeti döntéseket is. A fenntartható épület egy passzívan jól működő, aktív rendszerekkel optimalizált épített környezetet jelent. Kérdés, hogy hol van a határ a gépesített épület és az épített gép között. Célunk-e hogy egy intelligens masina belsejében éljünk? Az építész kihívása és felelőssége megtalálni a helyes egyensúlyt! A professzorunk ezt úgy fogalmazta meg, hogy úgy képzeljük el a fenntartható épülettervezést, mintha egy nagy mező közepén állnánk. Rengeteg út és lehetőség áll a rendelkezésünkre, a többségük még járatlan. Saját magunknak kell bebarangolnunk a mezőt, megismerni a határait és a korlátait. Senki sem mondhatja meg nekünk, melyik a helyes út, melyik az, amin haladnunk kell, hiszen az út vége nem látható. Mindenkinek saját magának kell megtalálnia az irányt, amin haladhat, és ha kiderül, hogy téves volt, vissza kell fordulni bátran és keresgélni tovább. A korlátok és a határok megismerése része a lehetőségek megtalálásának a jövőben. A tornyot is egy ilyen kísérletnek gondolom. Amikor elkezdett kialakulni bennem az építészeti koncepció, megpróbáltam elrugaszkodni az eddig berögzült sémáktól és hagytam, hogy a kutatásunk eredményei, az újonnan megismert dolgok és érvek vezessék, befolyásolják a gondolataimat. Kihívásnak éreztem a magasház elképzelését egy ilyen pici falvakból álló országban. A tervezési fázis lezárulása után úgy gondolom, a projektem is lehet egy válasz. Igyekeztem egy olyan javaslatot kifejleszteni, ami működőképes lehet ebben a szituációban és irányt adhat a fenntartható törekvéseknek a térségben. A



25. ábra Modell fotó

radikális, 20 emeletes toronyom, magasságával nem egyedülálló a régióban. Néhány 10 kilométerrel arrébb, a svájci Chur városában több ilyen és ennél magasabb épület is található, melyek a világháborúk után épültek.

A toronyom Schaan központjában található, ahol megjelenésével és környezetének kialakításával rendezi a jelenlegi közlekedési anomáliákat, korlátozza az autós forgalmat és teljes értékű városi főteret generál maga körül. Városépítészeti koncepciójában erősíti a multifunkcionális központ kialakulását. Az épületszerkezeti rendszerének köszönhetően minden szint egyforma, összefüggő négyzetes légtér, melyeket a belső vertikális közlekedőmag fűz fel. A szintek megtöltése funkcióval, a flexibilis használatváltást megengedve, könnyűszerkezetes válaszfalakkal, térelválasztó elemekkel történik. Így viszonylag kis energia befektetéssel minden szint képes befogadni az igényeknek megfelelő új funkciót. Az épületet identitásában és funkciójában is három részre osztható, melyek mérete képes alkalmazkodni a használói igényekhez. Az alsó szintek szorosan kapcsolódnak a közösséghez, a hívó szó itt a „tanulás”. Az új szemléletmód, az újfajta követelmények, a fenntartható jövő megismerése mindenki számára fontos. A minden korosztályt érintő tanulás különböző folyamatainak ad otthont a torony alsó blokkja. A településnek nincs állandó könyvtára. Így a földszinti funkciók egy gyermek, egy felnőtt könyvtár és internetpont, a feljebbi szinteken pedig gyermek és felnőtt oktatásra, konferenciák, előadások szervezésére egyaránt alkalmas terek alakultak ki. Ez lehet a kapcsolódási, találkozási pont az emberek és a fenntarthatóság között. A középső egység a „munka” szintje. A közlekedés csökkentése érdekében a munkahely közelebb kerül az otthonhoz. Olyan kreatív munkakörnyezet kialakítása a cél, ahol az emberek együtt tudnak dolgozni, kapcsolatokat építeni. A laptopok világában csak egy székre van szüksége a legtöbb embernek ahhoz, hogy dolgozzon. A papír nélküli irodában, az asztalmegosztási rendszer bevezetésével (desksharing) egy flexibilis és hatékonyan működő rendszer alakulhat ki. Az épület többi szintje lakó funkciójú, minimalizált méretű apartmanokkal. A sűrítési mechanizmus a fenntarthatóságban nem csak az épületek többemeletesítését jelenti, hanem az életterünk redukálását is. Ez nem jelent

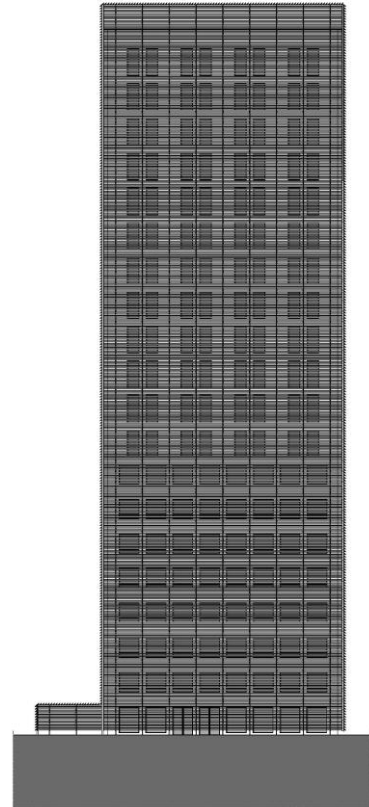


26. ábra A lakásegységek alaprajzai

feltétlenül életszínvonal csökkenést! Csak egy másfajta szemléletmódot, mely sokkal inkább támaszkodik a közösségi életformára, mint az egyéni kiteljesülésre. Az én toronyom lakáspolitikája egy elég radikális lépés, főként Liechtensteinben. Ott egy átlagember élettere körülbelül 50 m². Ezt az én koncepcióm a felére redukálta le. Az átlagos eloszlás szerint a

toronyban élő minden ember rendelkezik 24 m² magán élettérrel és ezen kívül közös használatú terekkel. Fontos közösségi tér a konyha és a mosókonyha, melyek minden szinten megtalálhatóak. A háztartási gépi rendszerek központosítása komoly energiatakarékosságot eredményez, a konyha pedig az együtt töltött idő színtere lehet.

Az alap lakásegységben minden fontos funkció rendelkezik egy mobil egységgel. Ezekből a modulokból épülnek fel a lakások. A lakók úgy használhatnák őket, mint a szekrényeket, nyitásával és bezárásával változtatni tudják a szoba aktuális funkcióját. Ilyen modul a konyha-blokk, a fürdő-blokk, a lakó-blokk mely tartalmazza az ágyat és a gardróbot és egy szekrény-blokk, amelybe az összes mobil bútor belefér. Ez a kétszemélyes rendszer tovább tud nőni 4-5 személy részére alkalmas család egységgé illetve egy többgenerációs együttélés illetve diákok számára még nagyobb léptékűvé is fejlődhet. Ez a fajta microhome rendszer minimálisra csökkenti le a privát zónát. Azonban ez az aprócska tér rengeteg privát tevékenységhez kényelmes teret biztosít. A könnyen alakítható modulelemek segítségével a szoba mindig a használó igényeit a lehető legjobban kielégítővé, alakíthatóvá tehető. Ez lehetőségre biztosít egy fajta kreativitásra is, a privát zóna saját igényeink alapján történő alakítására. A lamella rendszer táblái



27. ábra Keleti homlokzat

üvegből készülnek, amelyek felületének azonban csak közel a fele integrált napelemekkel. Ez a megoldás azért volt fontos, mert így nyitott állapotban sem lép fel káros önárnyékolás ezzel rontva a napelemek hatékonyságát, de a teljes burok bezárhatóvá válik. A két homlokzati réteg közötti „félíg kint - félíg bent” hatású tér balkonszerűen nyitja meg a lakásokat a környezet felé, a gyönyörű kilátás a padlóig érő ablakokon át, pedig tágítja a belső teret. A külső burok néhol függetleníti magát a torony szigorú geometrikus rendjétől, a tetőn átfordulva kellemes teraszt alakít ki, és a földszinten pedig a könyvtár számára kültéri olvasó-buborékokat választ le a köztérből.

AZ ALKALAMZOTT MÓDSZEREK ISMERTETÉSE

A következő fejezetben röviden ismertetni szeretnénk a külföldön tapasztalt kutatás központú oktatás menetét és módszertanát. Előtte azonban szeretnénk tisztázni azokat a lépéseket, amelyek során az ökológiai lábnyomszámítás eredményeit építészeti célra felhasználtuk és alkalmaztuk. Ennek az ismertetése azért szükséges, hogy elősegítse a módszer letisztázását, továbbá lehetőséget teremtsen arra, hogy egy világos minta alapján ez a rendszer más feltételek között is alkalmazhatóvá váljon. Ahhoz, hogy a módszer valóban értékelhető és továbbfejleszthető legyen feltétlenül szükséges, hogy pontosan meghatározzuk az eljárás menetét és az alkalmazhatóság korlátait.

AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM ALKALMAZÁSÁNAK MÓDSZERE A módszer egyik legalapvetőbb, legegyszerűbb lépése nem más, mint egy adott terület ökológiai egyensúlyának a meghatározása. Ebben nyújt segítséget a számunkra az ökológiai lábnyomszámítás. Az eljárásnak nincsenek határai, hiszen különböző számítási metódusokkal a társadalom bármelyik lépcsőfokán képesek vagyunk meghatározni az ökológiai lábnyomot. Alkalmazhatjuk az elemzési műveleteket akár egyéni számításhoz településekre vagy akár régiókra, országokra és az egész világra vonatkozóan is. Ha rendelkezünk az általunk kiválasztott közösség, vagy terület fogyasztásával és életvitelével kapcsolatos bemeneti alapadatokkal, akkor alkalmazva a lábnyomszámítási eljárást meg tudjuk becsülni az ökológiai lábnyom értékét. Ez az érték önmagában nem elegendő ahhoz, hogy megtudjuk, a szükségletek milyen arányban állnak környezet által kínált erőforrásokkal. Ennek az aránynak a megállításaért meg kell, hogy határozzuk az egyén, vagy közösség számára rendelkezésre álló terület nagyságát és milyenségét. Az országok ökológiai lábnyomszámítása esetén, kézenfekvő módon leegyszerűsíthető ez a kérdés, hiszen az ország számára rendelkezésre álló terület valószínűsíthetően megegyezik az ország területével. Azonban a kérdés nem ilyen egyszerű.

Az ökológiai lábnyomszámítás eredményét globális hektár (gha) értékben kapjuk meg. Ez a mértékegység egy adott terület eltartó képességére vonatkozik, tehát a globális hektár egy adott földterület méretének és biológiai termékenységének a szorzata. Az 1 globális hektár a föld átlagos termelékenységű biológiailag aktív területének felel meg. Tehát ezek alapján egy átlagnál magasabb termelékenységű 1 hektár területű termőföld egynél több globális hektárnak számít, illetve az egy hektár az átlagosnál alacsonyabb termelékenységű föld pedig egynél kevesebb globális hektárnak felel meg.⁴¹ Ennek megfelelően az ellátó területek méretein túl fontos

⁴¹JAKABFFY ÉVA: Három Földre lehet szükségünk 2050-re (2007) – Origo hírportál, Tudományos rovat, elérhető: <http://www.origo.hu/tudomany/20070205harom1.html>

ismernünk a különböző földhasználatú területek arányait és a területre vonatkozó termelékenység szorzószámokat.

Ha ezek az információk rendelkezésre állnak, akkor lehetőségünk nyílik megállapítani az adott terület eltartó képességét, tehát biokapacitását. Az ökológiai lábnyom és a biokapacitás összevetésével megállapíthatjuk az ökológiai egyensúly állapotát. *Ha a terület lábnyoma nagyobb az ellátó területeink a termelékenységénél, akkor a fennálló különbséget ökológiai deficitnek nevezzük.* Ha eredményeket elfogadjuk, akkor az emberiségnek törekednie kell a jövőben fenntarthatóbb működésre ahhoz, hogy visszaállhasson az élet feltételeit tartósan biztosító ökológiai egyensúly. Bizonyos esetekben ez azt is jelenheti, hogy egyes területeknek szinte teljes mértékben önfenntartóvá kell válniuk. Ebből következően a módszer elsődleges célja, hogy alkalmazásával értékelhessük azokat a megoldásokat és lehetőségeket, amelyek alkalmazásával csökkenthető az ökológiai deficit és közelíthetünk az egyensúly felé. *Az ökológiai instabilitást mérséklő épített környezetet is érintő megoldások alapvetően három csoportba sorolhatóak:* az ökológiai lábnyomot, de leginkább a CO_2 kibocsátást csökkentő, a földhasználat arányaira hatással bíró és végül az eltérő földhasználati területek térbeli eloszlásához alkalmazkodó építészeti és városfejlesztési megoldások.

Az ökológiai lábnyomot csökkentő építési eljárások jellemzően olyan energiatakarékossági lépések, amelyek nagymértékben lecsökkentik az épületek működése során felhasznált energiát és ezzel egy ütemben mérséklik a fosszilis energiahordozókból fedezett energiaszükséglet és CO_2 kibocsátást. Emellett jelentős javulást lehet elérni alacsony belső energiával rendelkező építőanyagok alkalmazásával is. A fenntartható építési megoldások elsősorban a CO_2 lábnyomra vannak számottevő hatással. Azonban érdemes megfontolni minden olyan épített környezettel kapcsolatos lépést és elképzelést, amely valamilyen egyéb területen is képes csökkenteni a szükségleteinket, vagy akár lehetőséget adhat a környezet biokapacitásának megőrzésére, esetleg a termelékenység növelésére.

A földhasználat arányaira hatással bíró építészeti megoldások leginkább nagyobb léptékű településfejlesztési terveket jelentenek. Ha egy terület rendelkezik az ökológiai lábnyomának megfelelő biokapacitással, az még nem jelenti azt, hogy az ökológiai egyensúlya megfelelő és képes önfenntartó módon működni. Természetesen felmerülhet az is, hogy az eltartó kapacitásnál alacsonyabb ökológiai lábnyomú közösségek sem rendelkeznek az igényeikhez szükséges földhasználati arányokkal. Az ilyen jellegű változások elsősorban nem építészeti eszközök segítségével orvosolhatók, azonban bizonyos településrendezési és szervezési elvek alkalmazkodhatnak az átalakuláshoz, illetve bizonyos esetben változásokat generálhatnak. A

település szövetek sűrítésével és ritkításával, az épületek formáival, a városi környezet bezöldítésével, az ellátó rendszerek átszervezésével vagy akár az épített környezetet is érintő biokapacitást növelő mesterséges termőterületek alkalmazásával lehetségessé válhat az földhasználati szempontból ökológiailag elfogadható egyensúly megteremtése. A földhasználati területek térbeli eloszlásához való alkalmazkodás elsősorban a település szintű tervezéshez kapcsolódik. A fenntarthatóság szempontjából a földrajzilag előnyös pozícióban lévő települések, amelyek rendelkeznek önmaguk körül megfelelő mennyiségű és minőségű természeti erőforrással, jóval nagyobb eséllyel képesek önellátóvá alakulni.

A biokapacitással kapcsolatos térképek és adatok segítségével meghatározhatjuk különböző rendszerek alapján egyrészt a vizsgált településhez tartozó ellátó területeket, valamint meg tudjuk határozni a fenntarthatóság szempontjából hatékonyabb működést biztosító földrajzi helyeket és helységeket. Figyelembe véve az elképzelésink szerinti szállítási lehetőségeket, tervezni tudjuk a régiók közötti hatékony és takarékos erőforrás megosztásokat. *A régiók, vagy államok közötti lehetséges kapcsolatok, illetve az eltérő földhasználati területek térbeli eloszlása mind új szempontokat hívhatnak életre a települések és városok szerveződése és működése kapcsán.*

AZ KUTATÁS SZEMLÉLETŰ OKTATÁS MÓDSZERE Ahhoz, hogy jobban megértsük az ökológiai lábnyomszámítással kapcsolatos kutatásunk körülményeit, fontosnak érezzük ismertetni a külföldön tapasztalt oktatási módszereket. A félév első szakaszában kutatások egész sora előzte meg a tervezési folyamatot. A passzív és aktív napenergia-hasznosítással kapcsolatos előadások és a szimulációs programokkal végzett gyakorlati feladatok lehetőséget adtak mélyebb szintű összefüggéseinek megismerésére. Ezen a projekten csapatomunkában dolgoztunk, ami a külföldről érkezett cserediákok számára nagyon jó lehetőség volt, hogy a programok használatához szükséges ismeretek terén felzárkózzanak. A tervezési kurzus során a témába vágó előadássorozatot hallgatunk meg, amelyek újabb szempontokat és gondolatokat vázoltak fel a tervek kapcsán. Az szemeszter témájához kapcsolódóan szervezett tanulmányút azon túl, hogy erősítette a kurzuson összeverődött csapatot további izgalmas tapasztalati lehetőséget adott a feladat építészeti megértésére és megragadására. A kirándulás után tértünk rá az ökológiai lábnyommal kapcsolatos igen érdekes kutatásra és az elméleti munkarész lezárásaként egy félévközi vázlatterven mutattuk be az addig összegyűlt kutatási eredményeinket, elképzeléseinket és azok tanulságait. A szemeszter nagyjából felét kitevő fázist követően kezdődött meg a mindenki számára önálló és független toronytervezés. A feladat kapcsán olyan kérdésekre kerestük a válaszokat, amelyek a fenntarthatóság szempontjainak több rétegét is érintették.

A kutató szemléletű tervezés követelmény volt, tehát fel kellett derítenünk a fenntarthatósággal kapcsolatos problémákat és válaszokat kellett kidolgoznunk a felmerülő kérdésekre. A végső prezentációra fel kellett állítanunk egy összefüggő, logikus gondolatmenetet, melyben bemutattuk az épület tervezésének a kutatásból levezethető lépéseit. A feladatkiírás alapján a jól kidolgozott, működő, optimalizált részletek magukban hordozzák az esztétikát, ami végül az egész konstrukció megjelenését is meghatározza.

A tervezési munkát további integrációk, azaz szakági tantárgyak is támogatták, ezek célja, hogy a tantárgyak keretein belül megszerzett alapvető információkat felhasználva a hallgatók képesek legyenek olyan építészeti koncepció megalkotására, amely figyelembe veszi az ökológiai elveket és maximális komfortot biztosít az épületet használók számára a lehető legkisebb energiaráfordítás mellett. Az alkalmazható szimulációs és számítási programokkal való játék lehetővé tette, hogy gyakorlatot szerezzünk a napenergiát hasznosító megoldások tervezése terén és elképzeléseinket, ötleteinket azonnal kipróbálhassuk és értékelhessük.

A tervezési kurzusok számára egy hatalmas alkotó terem állt rendelkezésre, amelyben biztosított volt minden eszköz, amely az építészeti tervezéshez, modellezéshez elengedhetetlen. Mindenkinek volt saját asztala, és lehetőség nyílt a terem éjjel nappali, folyamatos használatára is. A végső prezentáció pedig teljesen nyitott ajtók mellett zajlik. Az egyetem külsős szakértőket, építészeket, újságírókat is meghív ezekre az alkalmakra és a vendégeknek alkalmuk nyílik részt venni a tervek értékelésében. A cél az, hogy diákok is sokszínű visszajelzéseket kapjanak, illetve a tervek is valamelyest kapcsolatba lépjenek a külvilággal.

ÉRTÉKELÉS ÉS KRITIKA

Fontosnak tartjuk, hogy a kint szerzett szakmai tapasztalatokat valamilyen módon vizsgálat tárgyává tegyük. Számunkra nagyon új oktatási és építészeti szemlélettel ismerkedtünk meg, amely megkívánja a tapasztalataink átgondolását és az ezzel kapcsolatos következtetések és tanulságok levonását. A szakmai szemléletünk bővítéséhez elengedhetetlennek tartjuk, hogy megosszuk élményeinket másokkal és olyan párbeszédet kezdeményezzünk, amely tovább érleli és csiszolja a fenntarthatósággal kapcsolatos elképzeléseinket.

AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM ALKALMAZÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE A terveink kapcsán elvégzett, csak bizonyos épületszerkezeti elemekre korlátozódó életciklus elemzés igen jelentős hiányossággént jelentkezik a gondolat menetben. Mivel az elemzést nem tudtuk elvégezni az egész épületre, egyrészt a hiányos adatbázis, másrészt pedig ezek a számítások óriási többletmunkát igényeltek volna az amúgy is elég feszített tempójú szemeszter időkorlátai között. Az építőanyagok megválasztásakor igyekeztünk persze lehetőleg újrahasznosítható, reményeink szerint kis belső energiával rendelkező, közelben beszerezhető anyagokat választani, azonban ez mindössze egy törekvés volt, amelyet semmilyen számítás, vagy becslés nem támasztott alá. *Ebből fakadóan az általunk a fenntarthatóság felé tett lépések nehezen voltak ténylegesen bizonyíthatóak.* Ha sikerült volna esetleg csak egy közelítő becslést végezni az épület belső energiáját tekintve, az már kihatással lehetett volna a tervezésre és összehasonlítási alapot biztosított volna a megoldások között.

Úgy gondoljuk, hogy *a tervezési folyamat során nem fektettünk kellően komoly hangsúlyt az anyag és szerkezet választás jelentőségére, és az abból fakadó fenntarthatósági kérdések mérlegelésére.* A koncepcionális lépéseink csupán az épület használatából fakadó energiafogyasztás csökkentésére szűkültek le. Egy gyorsan elvégezhető becslés segítségével máris érzékelhető, hogy koncepcionálisan mennyire sebezhetővé válhatnak a tervek.

A Greenspec nevű zöld építőanyagokkal foglalkozó angol weboldal⁴² napelemekre vonatkozó belső energia értékeit alkalmaztuk, hogy megbecsüljük, mégis mennyi az összes szürke energiája a csak az épületünkre szerelt tömördek mennyiségű napelemnek. Ha a homlokzatainkra helyezett napaelemek összes felületét besorozzuk a weboldalon található vékonyrétegű elemekre vonatkozó igen kedvező belső energia értékével, majd az így kapott számot elosztjuk a napelemek éves energiatermelésével, akkor a „We are family!” projekt napelemeinek a szürke

⁴² GREENSPEC: Embodied Energy, Photovoltaic PV cells táblázata (2011) – weboldal: <http://www.greenspec.co.uk/embodied-energy.php>

energiája nagyjából a működésük alatt kevesebb, mint 4 év alatt megtérül. Ugyanez az érték a „living, working, learning together” projekt esetében 5 év, az északi oldalon elhelyezett napelemek igen alacsony hatékonysága miatt. Ha ezeket az épületek mono- vagy polikristályos napelemekkel látjuk, el a belső energia megtérülése elérheti az előzőleg kiszámolt 3-3,5 szeresét is, azaz 15-17 évet is. Már ennek az egyszerű becslésnek az elvégzése is elgondolkodtató és szemléletformáló lehet a tervek kapcsán. *Az jelentős szürke energiával rendelkező, tartós építőanyagokat alkalmazó projekt esetén feltétlenül szükségesnek gondoljuk, hogy az életciklus elemzések eredményei is megfontolás tárgyát képezzék, valamint hatással legyenek az épület koncepciójára és anyagválasztására. Ha az erre vonatkozó becsléseket a tervezés korábbi fázisában is figyelembe vesszük, talán lehetőségünk nyílt volna jóval átgondoltabb koncepció kidolgozására. Azt gondoljuk, egy átfogó életciklus elemzés nélkül bizonyosan nem lehet bizonyítani, hogy megoldásaink valóban képesek ökológiai lábnyomunk csökkentésére és CO₂ kibocsátásunk mérséklésére.*

További elvi hibának gondoljuk, hogy az ökológiai lábnyom számítás során *nem számoltunk a területek termelékenységével*. A geológiai hektárok helyett az ország tényleges hektárjaival számoltunk, amelyekhez nem rendeltük hozzá a termelékenységi értéket. Igaz, nem találtunk Liechtensteinre se Svájcra vonatkozó adatokat az interneten, azonban ha a Svájci eltérő földhasználathoz tartozó biokapacitást elosztjuk a hozzájuk tartozó területtel, akkor nagyjából képesek lehetünk megbecsülni a két országra vonatkozó termelékenységi értékeket. Ezek az adatok különböző forrásokból elérhetőek az interneten. A példa kedvéért, ha a svájci statisztikai hivatal adatira támaszkodva a Svájcra vonatkozó termőterületek számát összegezzük⁴³ és elosztjuk a Global Footprint Network által kiadott biokapacitásra vonatkozó terület típusokra bontott értékével⁴⁴, akkor az ország átlagos termelékenysége durván nagyjából 1,1 körül lehet. Ha ez igaznak tekinthető a hasonló földrajzi adottságokkal rendelkező Liechtensteinre is, akkor a kutatásunk során tett termőterületekre vonatkozó becsléseink majdhogynem helytállóak voltak. *Azonban tanulság, hogy feltétlenül különbséget kell tennünk hektárok és globális hektárokból mért értékek között.* A termelékenységi faktor következtében az két eltérő érték között nagyságrendi különbségek lehetnek.

Ettől függetlenül a kint kisebb-végtére is nagyobb sikerrel alkalmazott módszert hasznosnak ítéljük, mivel olyan globális és átfogó rendszerben értékeli a fenntarthatóságra tett törekvéseket. Véleményünk szerint az ökológiai lábnyom minél több területen való fenntartható alkalmazása

⁴³WIKIPÉDIA: Geography of Switzerland (2011) – FSO (Federal Statistical Office) források alapján, megtekinthető: http://en.wikipedia.org/wiki/Geography_of_Switzerland

⁴⁴ECOLOGICAL FOOTPRINT NETWORK: Ecological Footprint Atlas 2010 – 62. oldal, letölthető: http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf

azért lehet célszerű, mert valamilyen módon mérhetővé teszi a lábnyom csökkentése céljából tett mérséklő megoldásokat és ebből fakadóan ösztönzőleg hat az ökológiai egyensúlyra törekvő elképzelések fejlesztésére és gyakorlati alkalmazására. A komoly energiafelhasználásért és jelentős üvegházhatású gázok kibocsátásáért felelős épített környezetünkben igen komoly változásokra van szükség a jövőben, ha el akarjuk kerülni az ökológiai instabilitás lehetséges emberre is káros következményit. *Emiatt úgy gondoljuk, hogy az építési kultúránk fenntarthatóvá tétele szempontjából ez a módszer hatékony segítséget nyújthat.*

TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK KIJELÖLÉSE A Tudományos Diákköri dolgozatunk során, a külföldi egyetemen végzett gyakorlati tapasztalatainkat felhasználva igyekeztünk tisztázni a kint alkalmazott módszert és megpróbáltuk felfedezni az ökológiai lábnyom és biokapacitás számítás gyakorlatban is hasznosítható alkalmazásának lehetőségeit. Lépéseket tettünk annak érdekében, hogy meghatározzuk azokat a módszereket, amelyek a kint alkalmazott elvek alapján, logikus módon épülnek egymásra. Célunk ezzel az, hogy a módszer ésszerűen felépített vázát meghatározva javaslatokat tegyünk az eljárás fejlesztésére és pontosítására. Feltétlenül szükségesnek tartjuk további kutatás keretei között az ökológiai lábnyom számítás elveinek és működési sémájának mélyebb megismerését ahhoz, hogy lehetőség nyíljon az építési és építészeti jellegű megoldások határainak pontosabb értékelésére, vagy akár a számítások finomítására. Elengedhetetlennek látjuk továbbá minél hatékonyabban alkalmazható életciklus elemzések alkalmazását, vagy kifejlesztését. Fontosnak az, hogy olyan adatbázisok álljanak rendelkezésre az tervezők számára, amely a helyszínek megfelelő adottságokat is figyelembe képesek venni. Továbbá a módszer fejlesztéséhez olyan életciklus elemzés során alkalmazható indikátorokat kell meghatározni, amelyek földhasználati területekre lebontva elemzik a szükségleteket.

A módszer minél rugalmasabb alkalmazhatósága érdekében a későbbi kutatásoknak ki kell terjedniük továbbá a biokapacitás pontosabb meghatározása. Ez jelentős lépést jelent arra vonatkozóan, hogy meghatározzuk egy adott terület, vagy kisebb régió ökológiai egyensúlyának állapotát. A földhasználati térképek és térképészeti technológiák alkalmazásával fel lehetne állítani egy számítási módszert arra vonatkozóan, hogy ne csak országos szintű termelékenységgel, hanem kisebb méretű területek, és települések eltartó területeinek biokapacitása is megbecsülhető legyen. Ez irányú kutatások továbbá segíthetnek abban, hogy felismerjük a fenntarthatóság szempontjait tekintve előnyös földrajzi területeket. Az általunk ismertetett módszer segítséget nyújthat a jövő építész tervezői számára, hogy sikeres lépéseket tehessenek a fenntartható épített környezet létrehozása felé. A munkánk során felismertük, hogy a módszer fejlesztéséhez szerteágazó és sokrétű tudományágak eszköztárának alkalmazására

van szükség. A dolgozat megírásával és bemutatásával tehát ennek a kutatásnak az alapjait kívántuk lefektetni.

AZ KUTATÁS SZEMLÉLETŰ OKTATÁS ÉRTÉKELÉSE Az University of Liechtenstein építész karán tapasztalataink szerint nagyobb hangsúlyt fektetnek az építészeti tervezés művészeti és design aspektusába. Úgy véljük, hogy a műszaki ismeretek terén az itthoni oktatáshoz képest jóval kevesebb, azonban célzottabb és gyakorlatias technikai tudásanyaggal látják el a hallgatókat. A fenntartható épülettervezés szerteágazó szakértelmet kíván, amelyet igen nehéz összefogni és egységben kezelni. A mai napig igen jelentős változáson megy keresztül a szakma, amely újfajta, jóval nyitottabb gondolkodást követel meg. A kint megtapasztalt, kutatásokra támaszkodó építészeti tervfeladatok úgy érezzük, segítséget nyújtanak abban, hogy a jövő tervezői könnyebben eligazodjanak és alkalmazkodjanak a jövő kihívásaihoz. *Azt gondoljuk, hogy leginkább az építész-tervező rendelkezik olyan szintű befolyással és rálátással, amely sikeresen képes kezelni ezt a sokrétű és összetett kapcsolat rendszert.* Ha elfogadjuk, hogy az emberiség jövőjének biztosítása képen szükségesek a fenntartható irányba vezető változások, akkor a jelen építészeinek erre fel kell készülnie. Az általunk is megtapasztalt itthoni építészoktatás, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen jóval átfogóbb műszaki ismeretanyagot közvetít a hallgatók felé, amellyel kifinomultabb egyensúlyra törekszik a tervezési és műszaki jártasság átadásában. Egy ilyen *komplex tudás jóval termékenyebb táptalaját képezheti a fenntartható szemléletmódnak.*

A Liechtensteinben alkalmazott jóval gyakorlatiasabb és szabadabb, kutató szemléletből építkező megközelítés megfelelő háttértudással kiegészítve, úgy érezzük, megkönnyítheti a fenntartható építészet kihívásaihoz szükséges alkalmazkodást a jövő építészei számára. Nagyon meghatározónak éreztük szakmai szempontból a kint töltött szemesztert és eldöntöttük, hogy tapasztalatainkat megosztjuk itthon is. Az ökológiai lábnyommal kapcsolatos kutatásunk a kinti egyetemen is kivételes és újszerű megközelítésnek számított. Ezzel a dolgozattal szeretnénk ezt a módszert bemutatni és párbeszédet kezdeményezni a témával kapcsolatban. *Távlati célunk pedig, hogy ösztönözzük azokat a lépéseket, amelyek az emberiség számára egy fenntartható jövő –és radikálisabban fogalmazva– a túlélés irányába vezetnek.*

IRODALOMJEGYZÉK

¹ MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 21-22.

² WIKIPEDIA: Ökológiai lábnyom (2011) -
http://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%96kol%C3%B3giai_l%C3%A1bnyom

³ WWF (World Wide Fund for Nature): Élő bolygó jelentés 2010 (2011) – WWF Magyarország fordításában, 32. oldal http://wwf.hu/media/sajtoszoba/WWF_LPR2010_p18_HUNWebre.pdf,

⁴ GLIA SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS TANÁCSADÓ KFT: Ökológiai lábnyomszámítás (2011) -
www.glia.hu/okolabnyom

⁵ WWF (World Wide Fund for Nature): Élő bolygó jelentés 2010 (2011) – WWF Magyarország fordításában, 35. oldal http://wwf.hu/media/sajtoszoba/WWF_LPR2010_p18_HUNWebre.pdf,

^{6;7;8;9;10;11} MATHIS WACKERNAGEL, WILLIAM E. REES (1996): Ökológiai lábnyomunk – Föld napja Alapítvány, Budapest, 48. o.; 20-21. o.; 40. o.; 77. o.; 27. o.; 28. o.

¹² HERBERT SPENCER: idézet (2011) – University of Liechtenstein hivatalos weboldala:
www.uni.li/Universitaet/AllgemeineInformationen/Willkommen/tabid/135/language/en-US/Default.aspx

¹³ UNIVERSITY OF LIECHTENSTEIN, hivatalos weboldala (2011) - <http://www.uni.li>

¹⁴ GOVERNMENT OF THE PRINCIPALITY OF LIECHTENSTEIN: Strategischer Kompass Agenda 2020 (2010) –weboldal: <http://www.regierung.li/index.php?id=158&uid=187>

¹⁵ VISION LIECHTENSTEIN 2020: Az University of Liechtenstein előadás sorozata – prezentáció az Agenda 2020-ról (2011.05.31.),
http://www.uni.li/Portals/0/docs/ar/vision/20110531_Vortrag_Hausmann__web.pdf

¹⁶ SCHWARZ-ARCHITEKTEN svájci építész iroda weboldala. (2011) www.schwarz-architekten.com

¹⁷ DIETRICH SCHWARZ, ROBERT MAIR: TOWERS 2020, Urban density – fusion of research and design (2011) – feladatkiírás, University of Liechtenstein, Master of Science in Architecture, SS 2011

¹⁸ GLASSX AG: GlassX Crystal Brochure (2011) – GlassX AG weboldal:
http://glassx.ch/fileadmin/pdf/Broschuere_online_en.pdf

¹⁹ REM KOOLHAAS: Delirious New York, A Retroactive Manifesto for Manhattan (1997) - The Monacelli Press

²⁰ ANTONIO TERRANOVA: Felhőkarcolók (2003) - Alexandra kiadó, Pécs

²¹ ANTONIO TERRANOVA, GIANPAOLA SPIRITO: Modern óriások, napjaink legimpozánsabb felhőkarcolói (2008) – Alexandra kiadó, Pécs

²² MICRO COMPACT HOME LTD: m-ch kutatási projekt (2011) – hivatalos weboldal:
www.microcompacthome.com

²³ UBS AG WEALTH MANAGEMENT: UBS research focus: Climate change: Beyond whether (2007, jan.) – letölthető: [www.capitalmarketpartnership.com/UserFiles/Admin%20UBS%20-%20Climate%20Change%20Beyond%20Whether .pdf](http://www.capitalmarketpartnership.com/UserFiles/Admin%20UBS%20-%20Climate%20Change%20Beyond%20Whether.pdf)

²⁴ WIKIPEDIA: Olajhozam-csúcs (2011) - <http://hu.wikipedia.org/wiki/Olajhozam-cs%C3%BAcs>

²⁵ CREE GMBH: LifeCycle Tower ONE projekt - weboldal: www.cree.at

²⁶ CREE GMBH: Life-Cycle Tower System (2011) –, weboldal: www.creebyrhomburg.com

²⁷ WIKIPEDIA: 2000 Watt Society - http://en.wikipedia.org/wiki/2000-watt_society

²⁸ ETH NOVATLANTIS: 2000 Watt Society (2011) – cikk:
<http://www.novatlantis.ch/en/2000watt.html>

²⁹ Msc BERNHARD GASSER, önéletrajz: <http://www.uni.li/tabid/264/id/22840.67/default.aspx>

³⁰ SFOE (Swiss Federal Office of Energy): Building standards (2009) – weboldal:

<http://www.bfe.admin.ch/energie/00567/00569/00600/index.html?lang=en>

³¹ TRANSSOLAR: TRANSYSlite 17 software –weboldal:

http://www.transsolar.com/___software/docs/trnsyslite/trnsyslite_uebersicht_en.htm

³² Dipl.-Natw. ETH CHRISTOPH OSPELT, SM MIT, önéletrajz:

<http://www.uni.li/tabid/264/id/5996.67/default.aspx>

³³ LENUM AG – weboldal: <http://www.lenum.com/>

³⁴ KBOB (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen

Bauherren): Empfehlung Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1 – az adatbázis megtekinthető:

http://www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495/index.html?lang=de&download=NHZLpZeg7t,lnp6lONTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuq2Z2gpJCDent2fWym162epYbg2c_JjKbNoKSn6A--

³⁵ GLOBAL FOOTPRINT NETWORK: Footprint Calculator – weboldal:

<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/calculators/>

³⁶ LANDESVERWALTUNG FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN: Liechtenstein in Figures

2011 - http://www.llv.li/pdf-llv-as-liechtenstein_in_figures_2011

³⁷ LÁNYI ANDRÁS: Fenntartható társadalom (2007)- N'Hartmattan Kiadó, Budapest

LÁNYI ANDRÁS: Paradigmaváltás? (2007)- N'Hartmattan Kiadó, Budapest

³⁸ JOHN GOWDY: Vissza a jövőbe és előre a múltba (1998) - Lányi András: „Paradigmaváltás?”

című sorozatában lefordítva (2007) Eredeti: John Gowdy: „Introduction: Back to the future and forward to the past.” (1998) In: J. Gowdy (ed.) Limited Wants, Unlimited Means: A Reader on Hunter-gatherer Economics and the Environment, XV-XXXI. Washington, D. C.: Island Press.

³⁹ ELŐTÉR BIOFALU MÁRIAHALOM –www.biofalu.hu,

ÖKOFALU GALGAHÉVÍZ –www.gaiaalapitvany.hu ,

GYÜRÜFÜI ALTERNATÍV TELEPÜLÉS – weboldal: <http://www.gyurufu.hu/>

⁴⁰ WILLIAM H. WHYTE: The Social Life of Small Urban Spaces (2001) - Project for Public Spaces Inc, New York (eredeti kiadás: 1980)

⁴¹ JAKABFFY ÉVA: Három Földre lehet szükségünk 2050-re (2007) – Origo hírportál, Tudományos rovat, elérhető: <http://www.origo.hu/tudomany/20070205harom1.html>

⁴² GREENSPEC: Embodied Energy, Photovoltaic PV cells táblázata (2011) – weboldal: <http://www.greenspec.co.uk/embodied-energy.php>

⁴³ WIKIPÉDIA: Geography of Switzerland (2011) – FSO (Federal Statistical Office) források alapján, megtekinthető: http://en.wikipedia.org/wiki/Geography_of_Switzerland

⁴⁴ ECOLOGICAL FOOTPRINT NETWORK: Ecological Footprint Atlas 2010 – 62. oldal, letölthető: http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf

MELLÉKLETEK

1. „We are family” Projekt tervlapjai

- 1.1 5 db, eredetileg A0 méretű tábló, a dolgozathoz fűzve A3 méretre kicsinyítve
- 1.2 1 db, A3 méretű az energetikai koncepciót tartalmazó tábló
- 1.3 4 db, A3 méretű tábló, mid-term bemutatás táblói, kutatás (részlet)

2. „living, working, learning together” Projekt tervlapjai

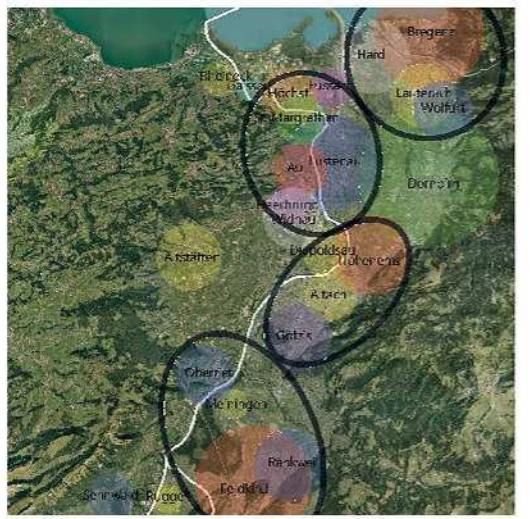
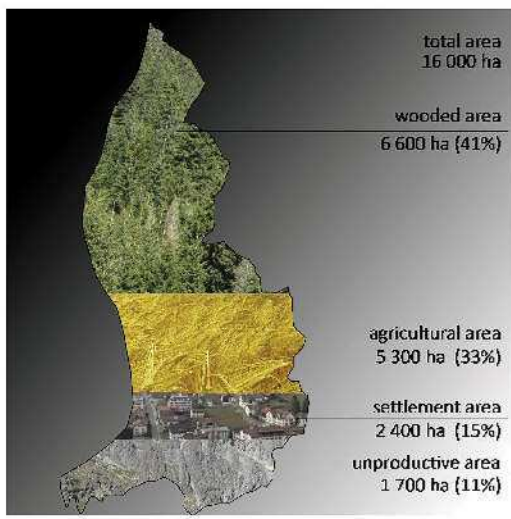
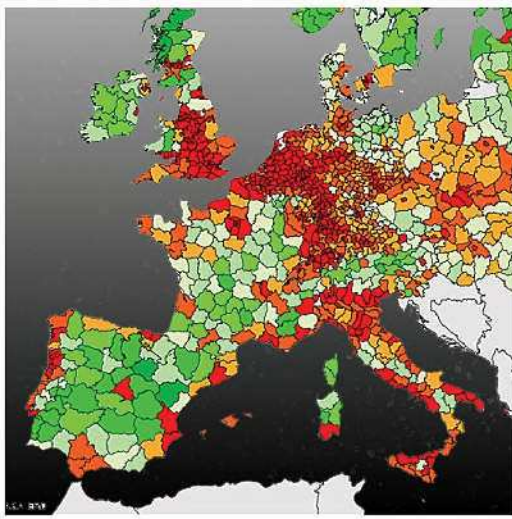
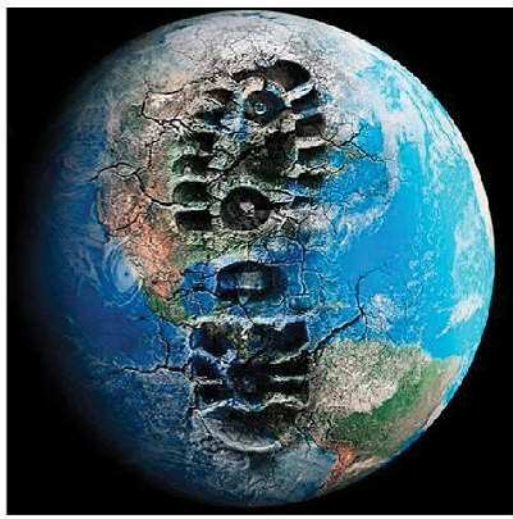
- 2.1 5 db, eredetileg A0 méretű tábló, a dolgozathoz fűzve A3 méretre kicsinyítve
- 2.2 6 db, A3 méretű tábló, mid-term bemutatás táblói, kutatás (részlet)

3. A tervezési tantárgy feladatkiírása (részlet)

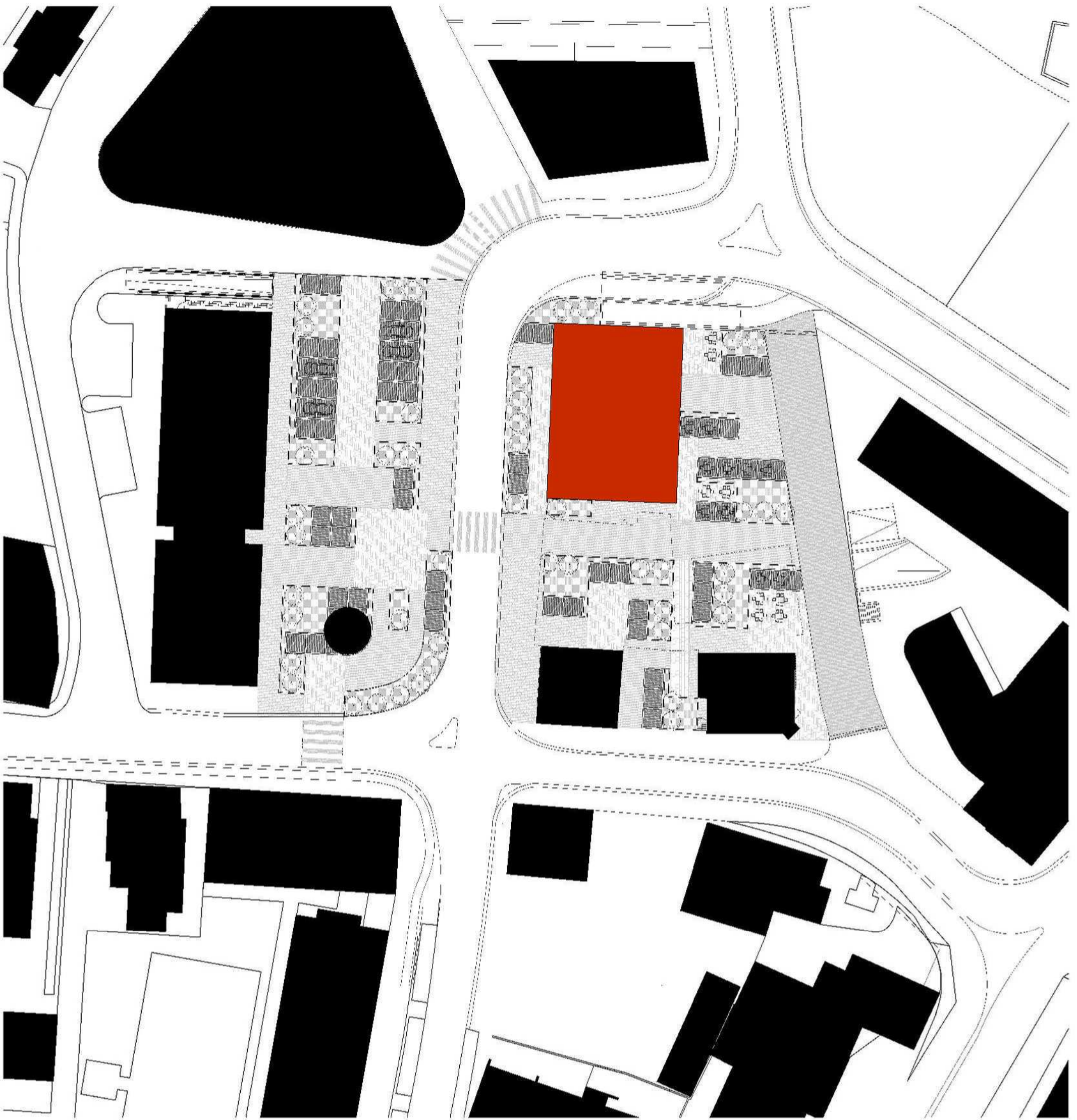
4. BERNHARD GASSER: Building Mechanical Systems előadás fóliáinak ábrakivonata 2 db A3 méretű tábló

5. Prof. Dietrich Schwarz előadásának ábrái (részlet)

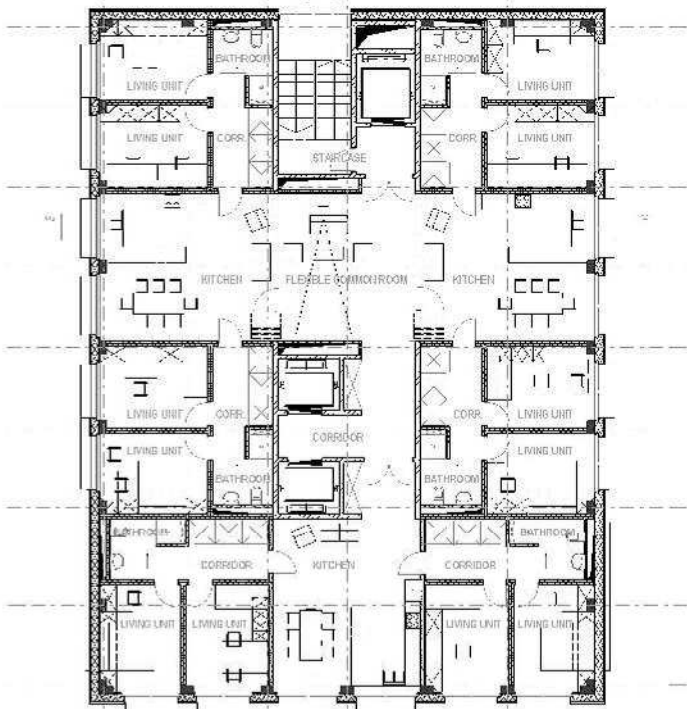
Forrás: UBS AG WEALTH MANAGEMENT: UBS research focus: Climate change: Beyond whether (2007, jan.)



WE ARE FAMILY! SUSTAINABLE RESIDENTIAL PROJECT IN SCHAAN TOWER FOR 2020



RESIDENTIAL FLOORS



9. FLOOR
1:100
RESIDENTIAL PATTERN

WE ARE FAMILY!
sustainable society project

residential tower in the middle of Schaan, close to the workplaces, short walking distances, condense the living, green environment and meeting places on the site

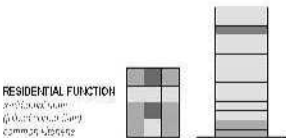
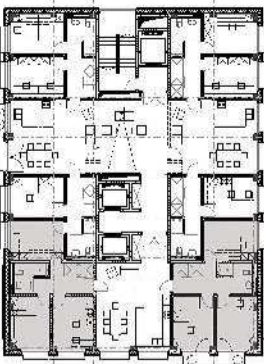
community development the system of own private rooms and common areas, the hierarchy of residential units is based on the model of human relationships, adaptation to age and social situation, convertible flats

the rental flat is a service, flexible, possibility to create or break up the communities, easier community bond, exciting relationships, groups and communities as "families"

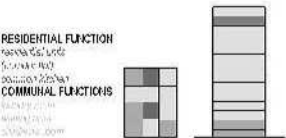
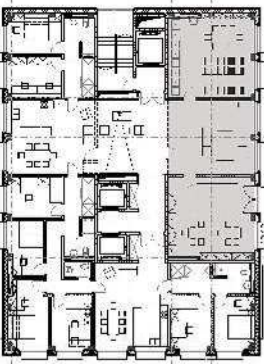
can easily be built, simple, convertible system

main dimensions: approx. 19m x 26m; footprint of the building: 493 m²; inhabitants: 120-180, average: 180; density of the residential floors: 32,49 m²/person (average inhabitants, with elevators and external walls)

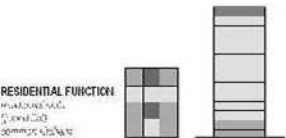
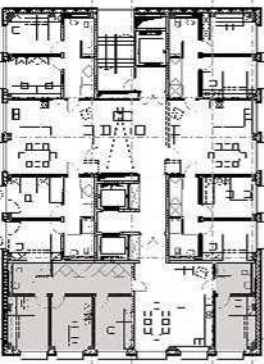
11. FLOOR



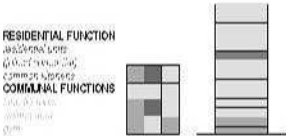
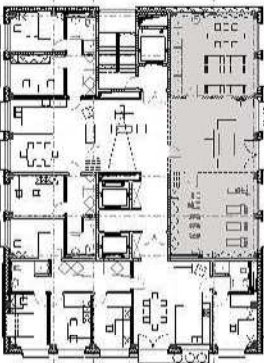
12. FLOOR



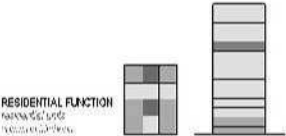
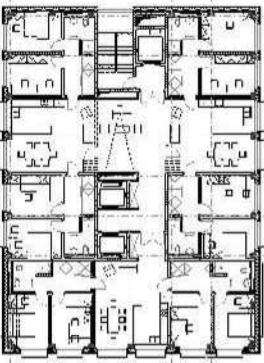
13. FLOOR



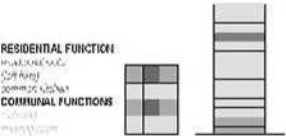
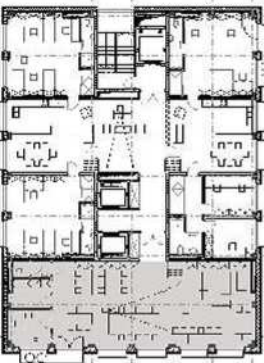
8. FLOOR



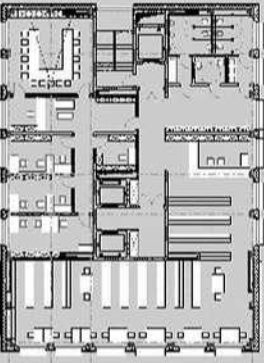
9. FLOOR



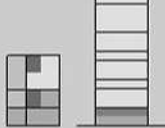
10. FLOOR



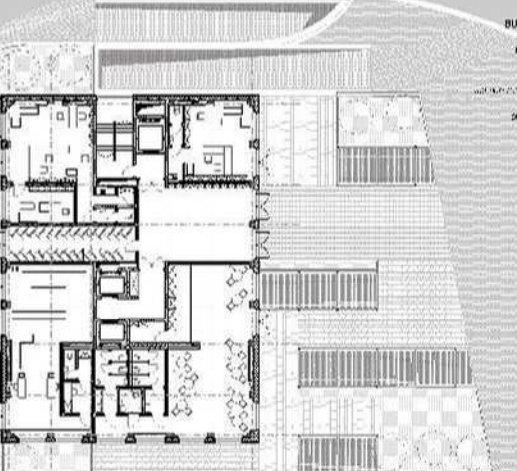
1. FLOOR



LIBRARY
MANAGEMENT OFFICE
BANK
MANAGEMENT OFFICE
BANK
MANAGEMENT OFFICE
BANK
MANAGEMENT OFFICE
BANK

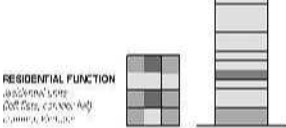
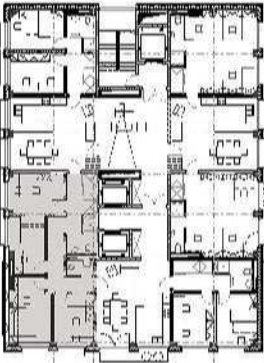


GROUND FLOOR

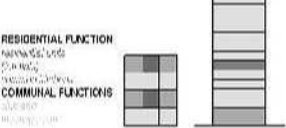
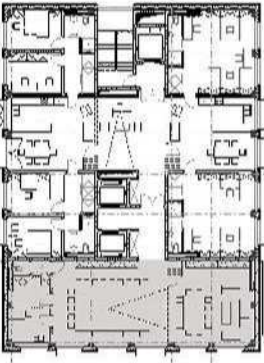


OFFICES
LIBRARY
MANAGEMENT OFFICE
BANK
MANAGEMENT OFFICE
BANK
MANAGEMENT OFFICE
BANK
MANAGEMENT OFFICE
BANK

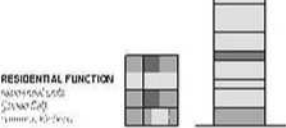
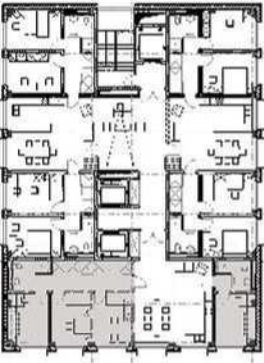
5. FLOOR



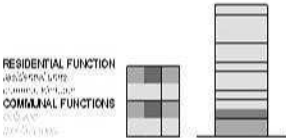
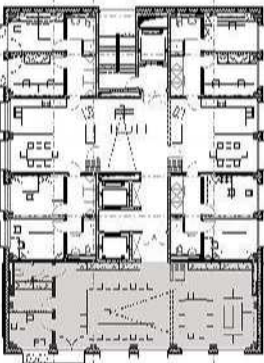
6. FLOOR



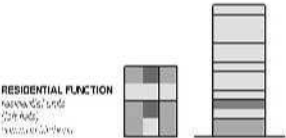
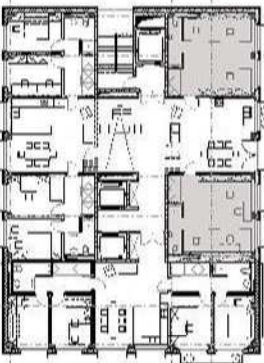
7. FLOOR



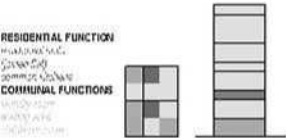
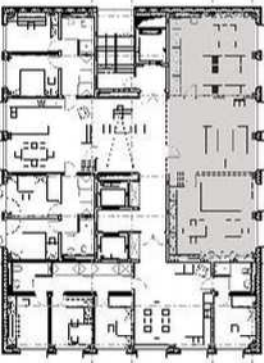
2. FLOOR



3. FLOOR

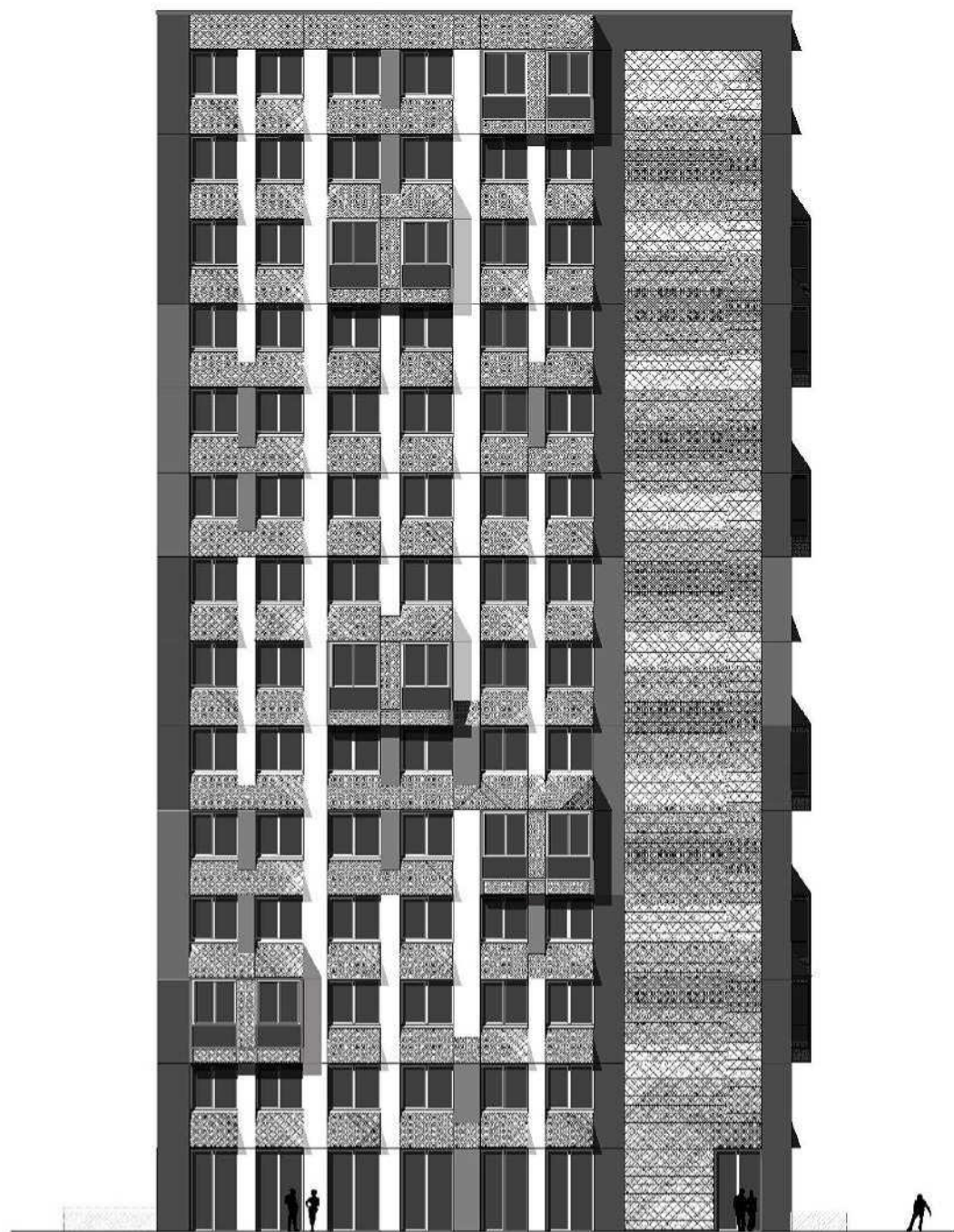


4. FLOOR

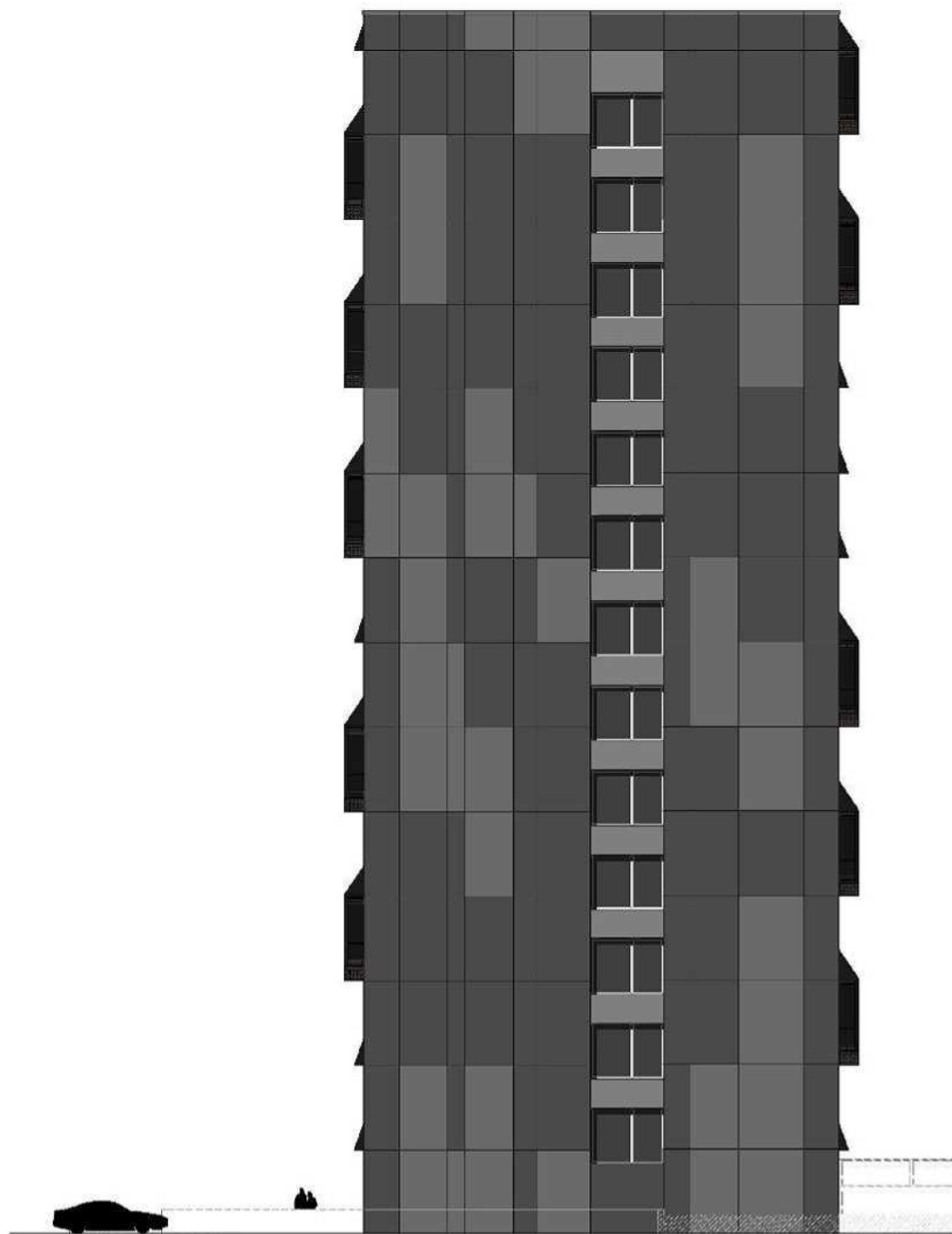


PUBLIC FLOORS

WEST ELEVATION 1:100



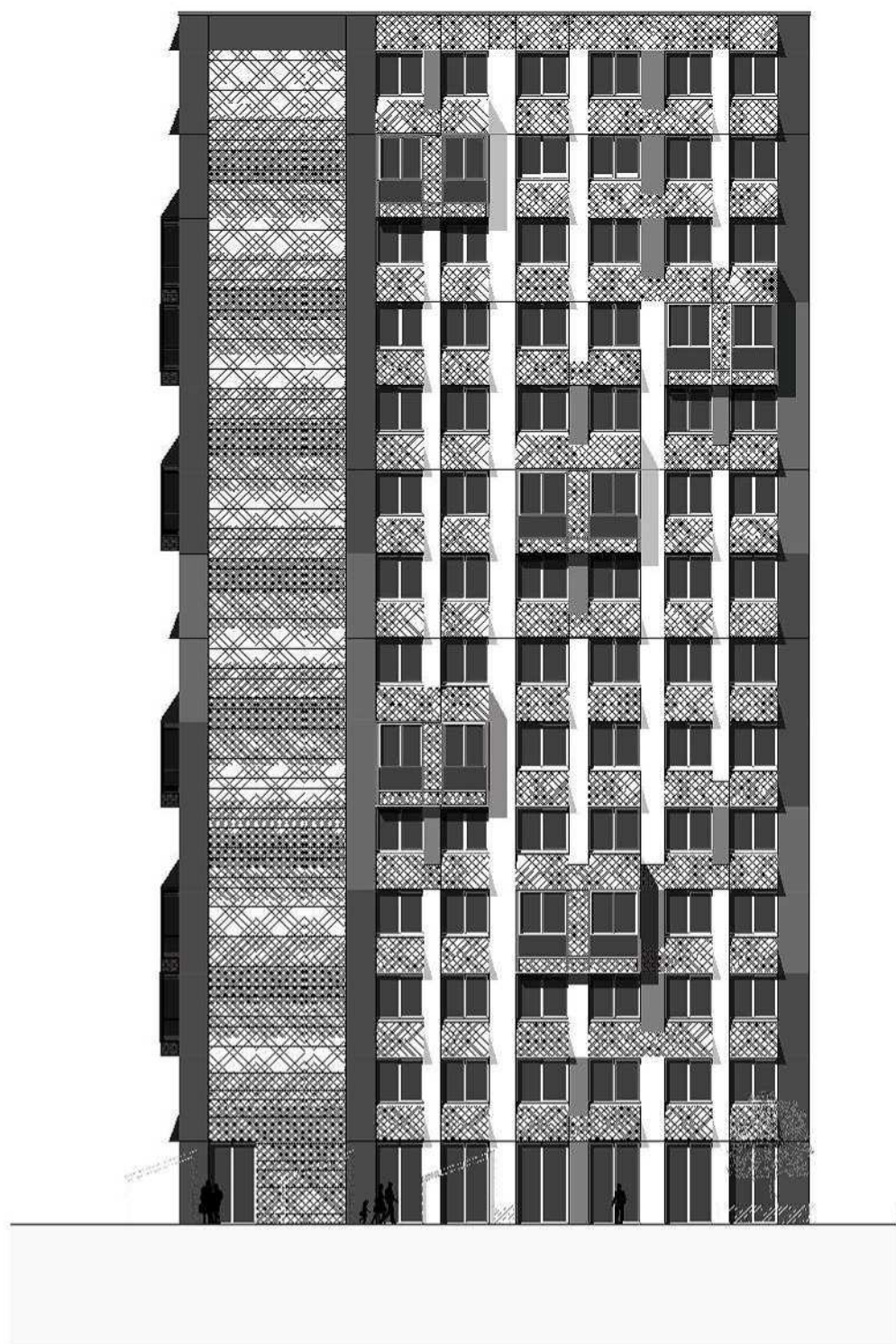
NORTH ELEVATION 1:100



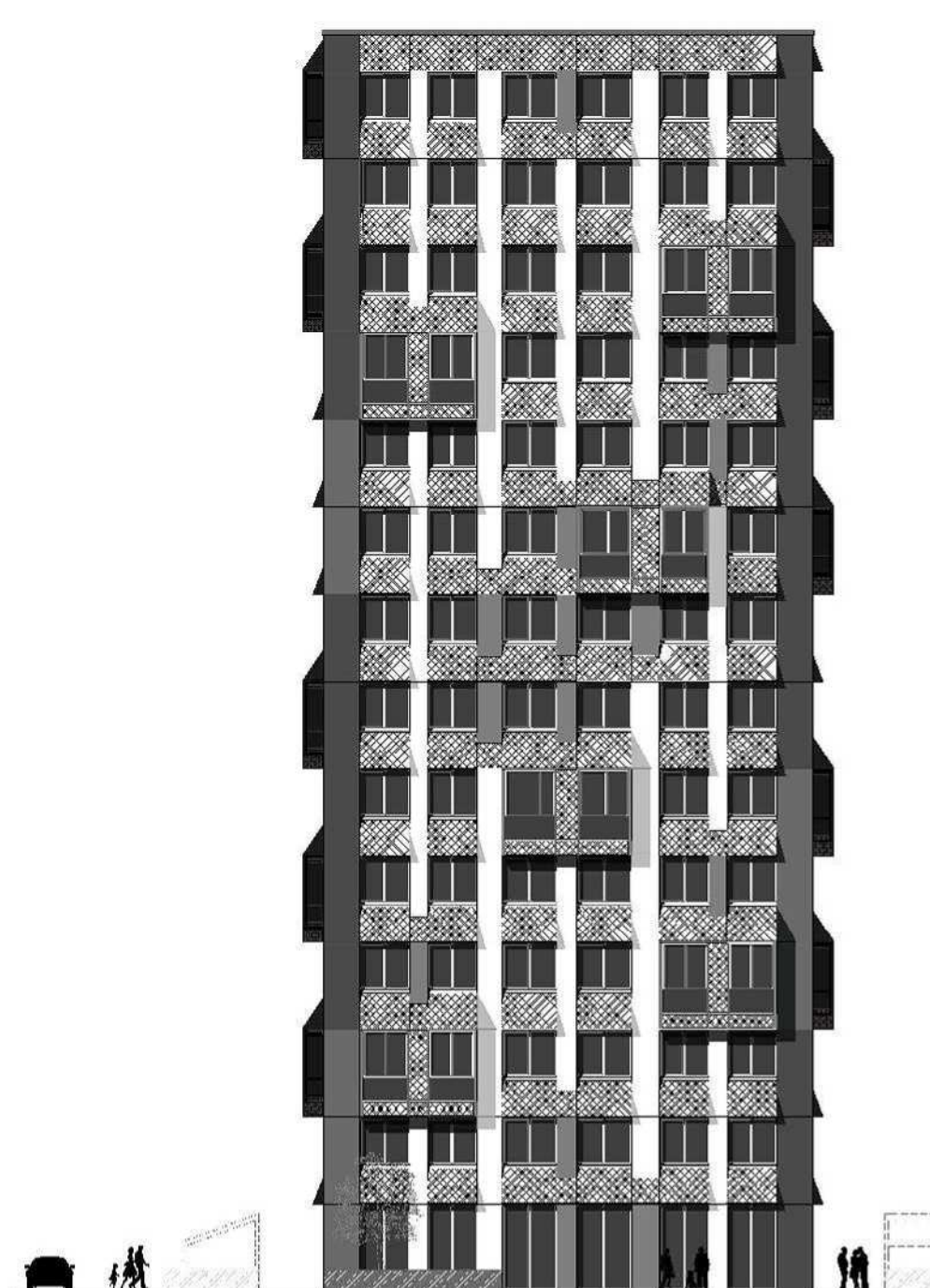
VISUALISATIONS



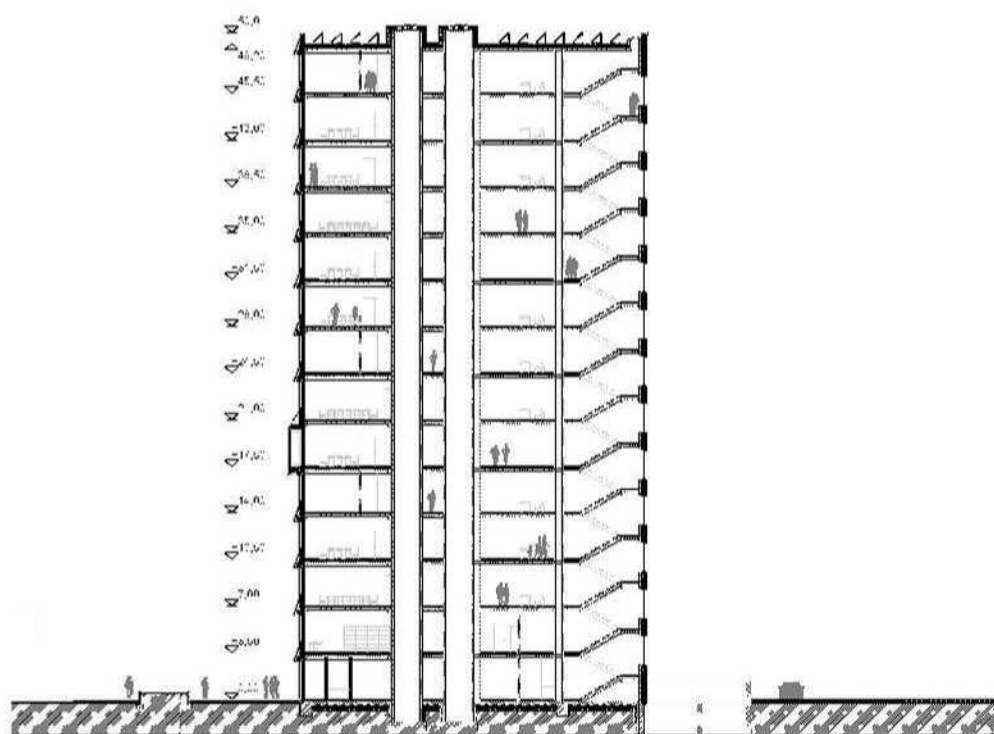
EAST ELEVATION 1:100



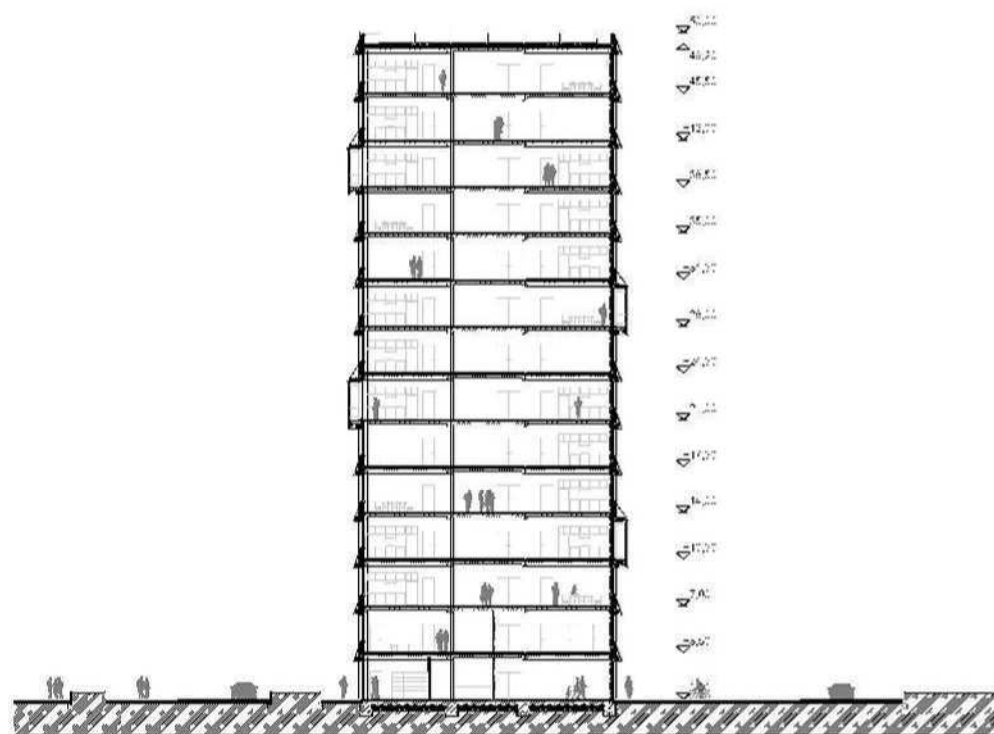
SOUTH ELEVATION 1:100



A-A SECTION 1:200

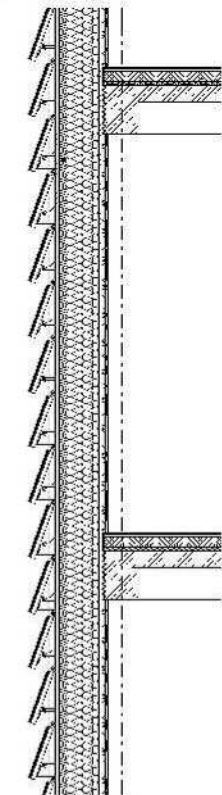


B-B SECTION 1:200

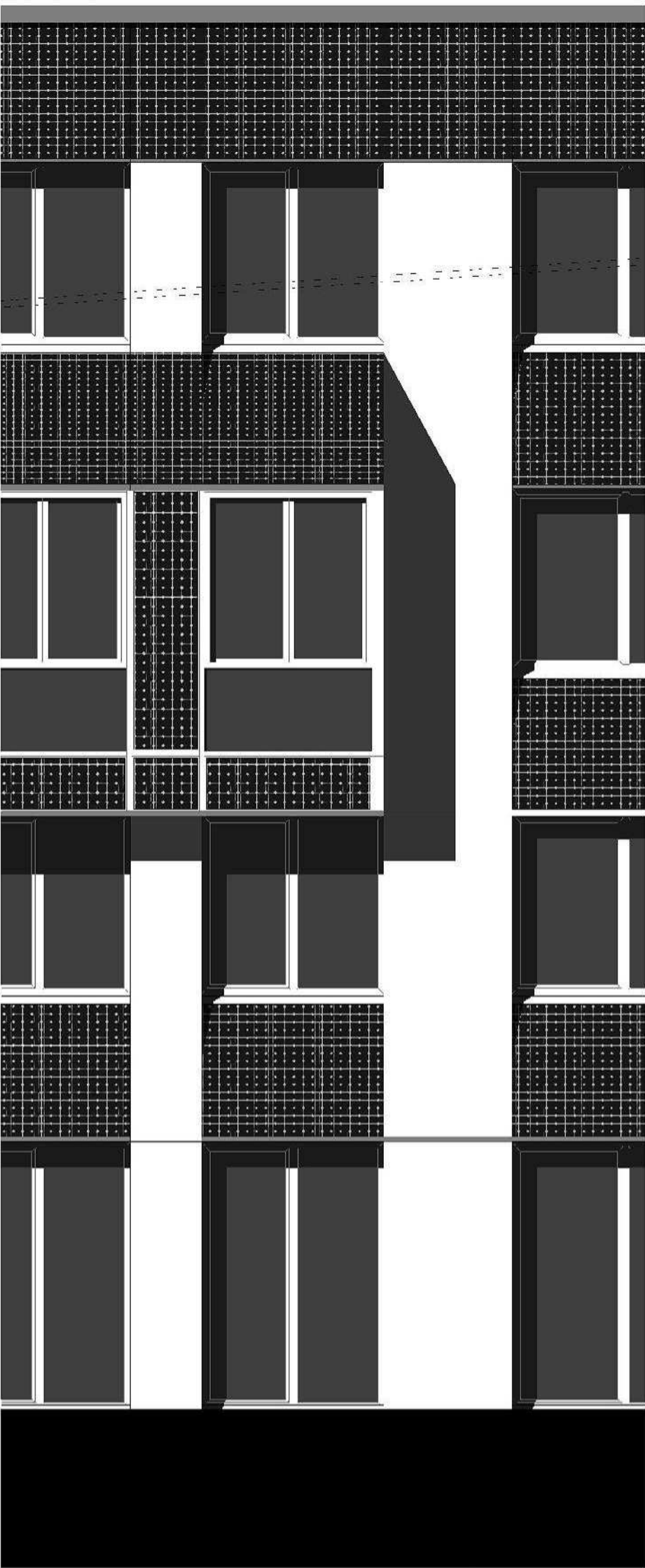


DETAILS AND FACADE ELEVATION

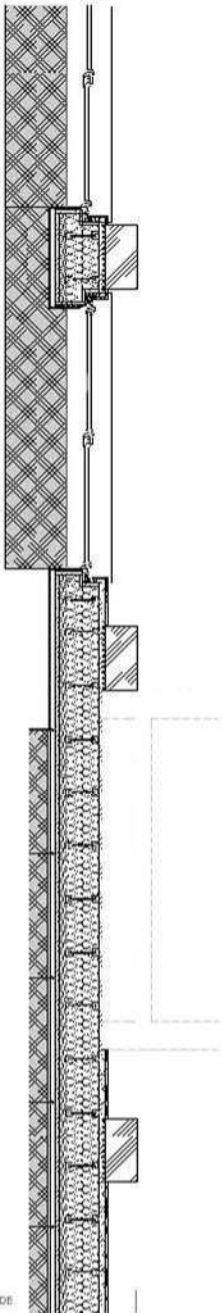
PHOTOVOLTAIC FACADE 1:20



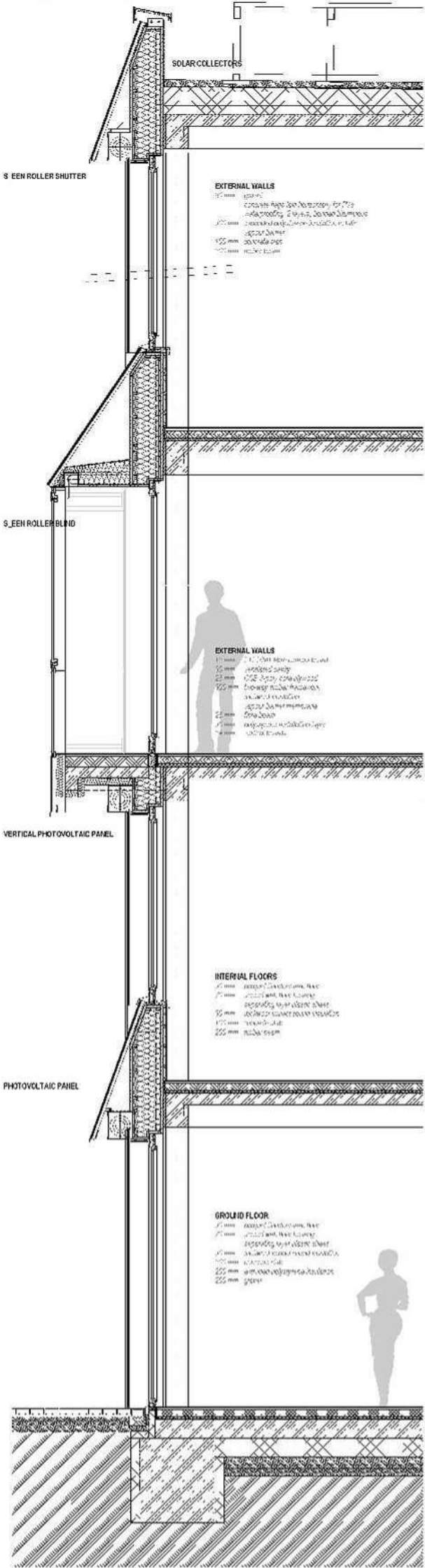
FACADE ELEVATION 1:20



HORIZONTAL SECTION 1:20



VERTICAL SECTION 1:20



PHOTOVOLTAIC FACADE

FOLDING WINDOWS

PHOTOVOLTAIC PANEL

VERTICAL SECTION

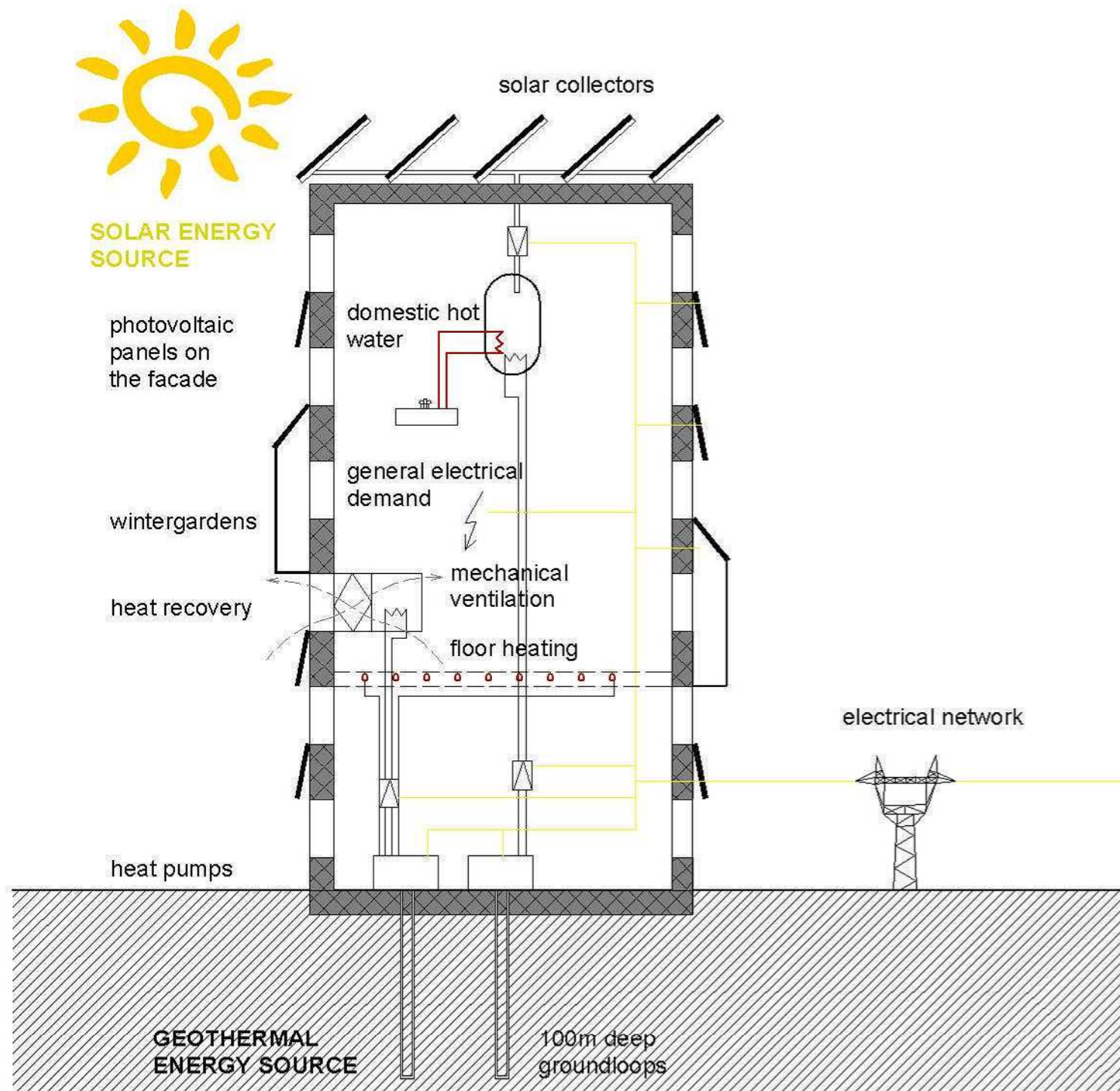
VERTICAL PHOTOVOLTAIC PANEL

ZERO energy tower

WE ARE FAMILY!
sustainable society project
TOWER FOR 2020

energy concept

INTEGRATION OF
building mechanical system



ENERGY BALANCE

TOTAL ELECTRICAL DEMAND OF THE BUILDING:

Heating:	5695 kWh/a	
General electricity:	79698 kWh/a	
Domestic hot water:	6647 kWh/a	
$5695 \text{ kWh/a} + 79698 \text{ kWh/a} + 6647 \text{ kWh/a} =$		92040 kWh/a

TOTAL ELECTRICITY PRODUCTION OF THE SOLAR PANELS:

Total solar production on the West façade:	37747 kWh/a	
Total solar production on the South façade:	21970 kWh/a	
Total solar production on the East façade:	38449 kWh/a	
$37747 \text{ kWh/a} + 21970 \text{ kWh/a} + 38449 \text{ kWh/a} =$		98167 kWh/a

RESIDENTIAL TOWER | Energy Concept

Energy Distribution:

Mix ventilation
Floor heating

Air Handling unit:

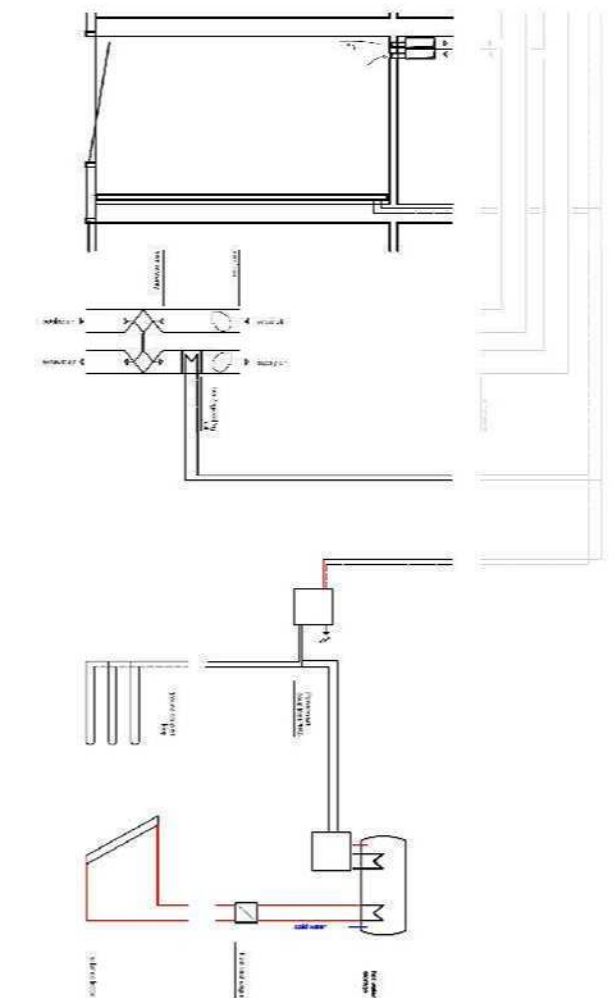
Heat recovery
Air heating

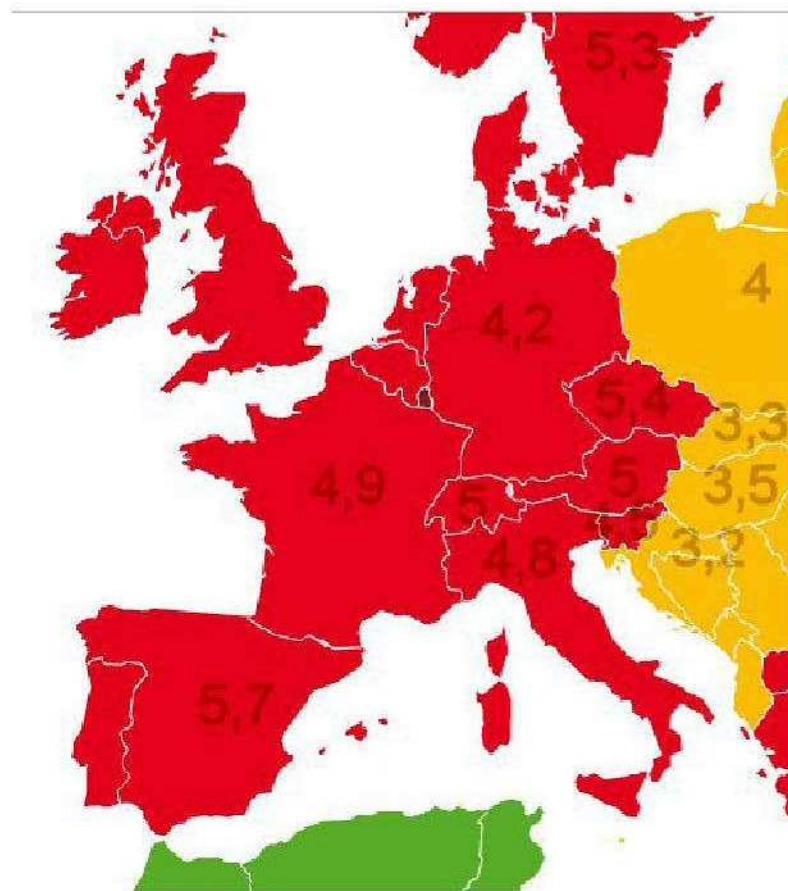
Energy Conversion:

Heat pump
for heating and for hot water

Domestic Hot Water:

Solar collector
Heat pump





ECOLOGICAL FOOTPRINT

Distribution of the ecological footprint in Europe.

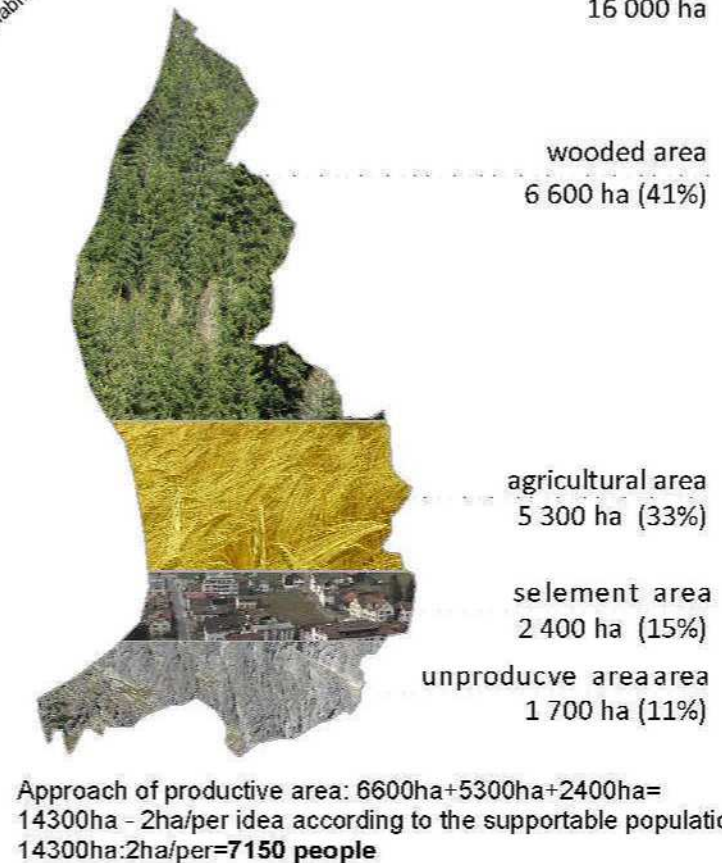
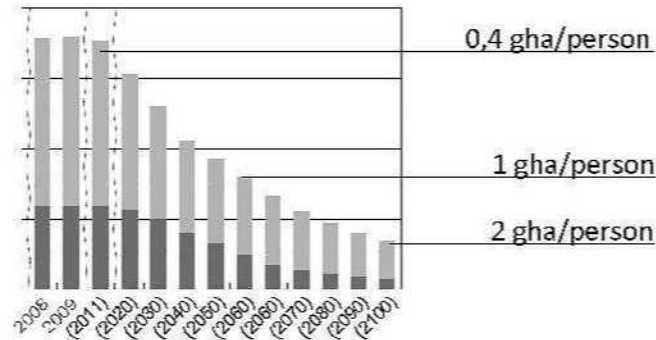
The map shows the ecological footprint per capita, a measure of the resources used per head in each country. The data are based on the Global Footprint Network's Ecological Footprint Atlas (2005). The footprint for each country is color coded as 'good' (green), 'middling' (amber), 'bad' (red). The graphics shows ecological footprint in global hectares per capita (gha).

Liechtenstein have current about 5 global hectares ecological footprint. In his own area Liechtenstein provide only 0.4 hectares per person now.

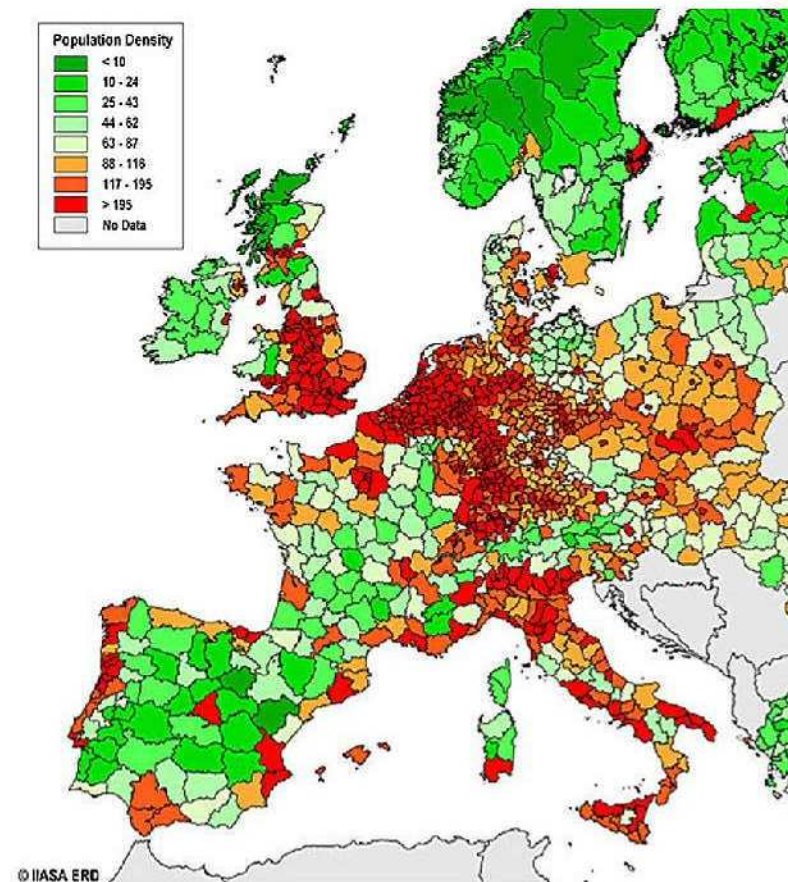
The whole Rhine valley is the problem. The possibilities of reduction are the **less transport, less meat consumption, better insulated houses and using renewable energy sources**. It is very important for Liechtenstein and the Rhine valley to reduce the consumption of the future.



	Our average	My	Available now (35894 inhabitants)	Available in the future (7150 inhabitants)
Forest land Energy area	71 ha	70 ha	0,2 ha	0,9 ha
Crop land Grazing land	26 ha	27 ha	0,1 ha	0,8 ha
Build-up land	2,7 ha	2,8 ha	0,1 ha	0,3 ha
Fishing grounds	0,5 ha	0,3 ha	- ha	- ha



Approach of productive area: 6600ha+5300ha+2400ha=14300ha - 2ha/per idea according to the supportable population: 14300ha:2ha/per=7150 people



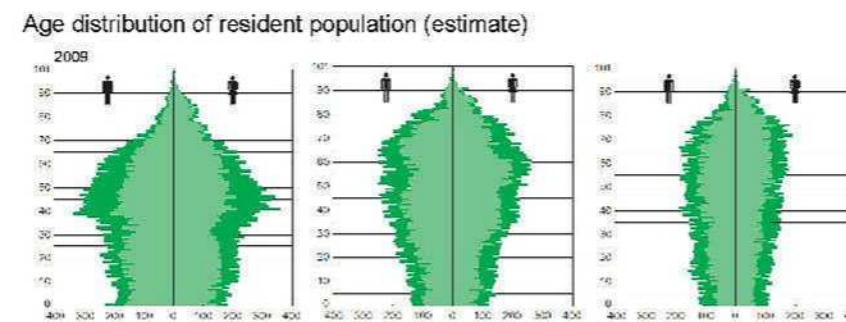
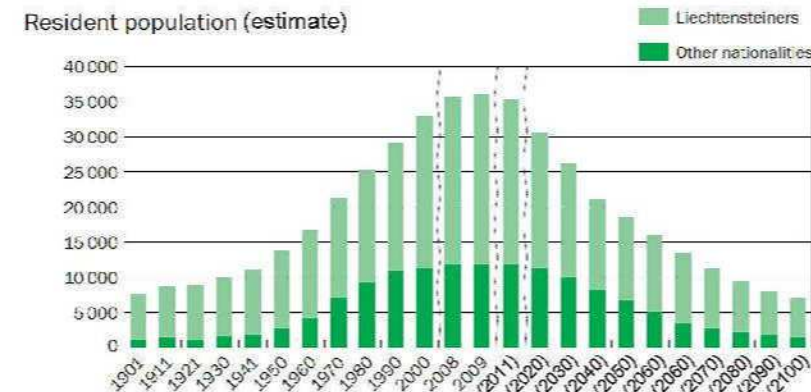
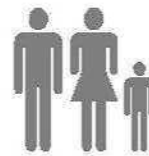
POPULATION

common research
with Zsuzsanna Leskő

idea of
one child family model

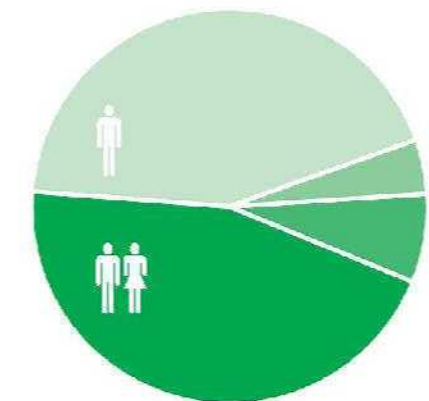
The world's population is 6.8 billion, and Earth's total area (land and water) is 510 million square kilometers. If Antarctica is also excluded, then population density rises to 50 people per km². The population tends to cluster around seaports and fresh water sources, this number by itself does not give any meaningful measurement of human population density.

The high population is prevent to sustainability. **If ever every new marriage only one child is born, the population started to decrease.** Two people reproduce in a child. The "old society" starts to decrease fast. During this time the settlement is prohibited, of course. (The calculation based on incorrect estimate.) **Population control is necessary.**



Sources: green figures and data base: Office of statistics Principality of Liechtenstein - www.as.llv.li - Europe Footprint graphics from www.happyplanetindex.org - population graphics from www.wikipedia.org

Marital status (31.12.2009)



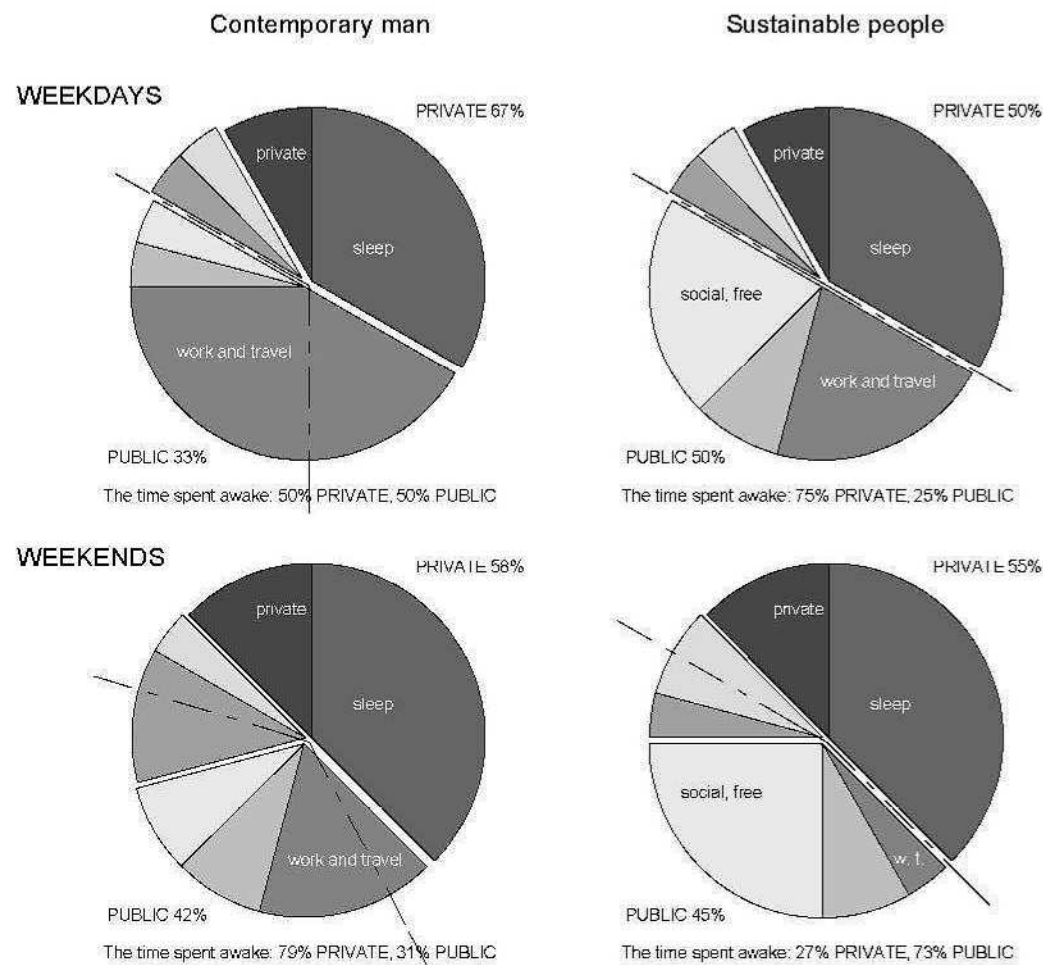
43,2% single
4,5% widowed
7,35% separated, divorced
45,0% married

demographic examination, data collection: the ratio of currently existing marriages a population half the married, some of singles are children

reduce the footprint

reduce the population

SCHEDULES OF THE INHABITANTS, PRIVATE AND PUBLIC LIFE



DAILY ROUTINE (ESTIMATION)

ownesmaon based on my experiences

OWN CASTLE EFFECT We spend few me alone in a private zone. In our individual house there are all separate rooms, dining room, kitchen, bathroom. **We live in isolation from the others.** Most of the rooms are empty during the day. We consume more. This **not efficient** and not economical.

The meals became no community events. It help the cohesion of the family or community

Less work, less pay, less consumption, but more leisure me. We can be decided individually on this me. Efficient money spending and lower consumption. Exciting, happy life. **The less is more.**

- private (cleaning, bathing, reading)
- sleep
- shopping, service use
- work, travel
- meals, eang
- sport, moving, walking
- social life, conversaon,



PRIVATE AREA

small room, micro-home, individual area, own objects
it also they can found in nature, solitude

self-expression, art, style, own room, diversity, individuality, self-actualizaon, converbility

bedroom, bathroom, storage, wardrobe and nature spaces
sleeping, washing, reading, toilet, relaxaon, family life, internet, hobby



COMMUNITY AREA

community objects, shared property, shared living space, reason, neighborhood, connecng the public to the private space, high efficiency and low Consumpon

community own art, style, responsibility, adaptaon

dining room, kitchen, corridors, community rooms, laundry room, game rooms - Children community eang, talking, playing, watching TV, community life, guests, washing clothes, cleaning



PUBLIC AREA

public space, relaonship with the environment, hall, meeng with the "wider" neighborhoods, community entertainment, bicycle rent

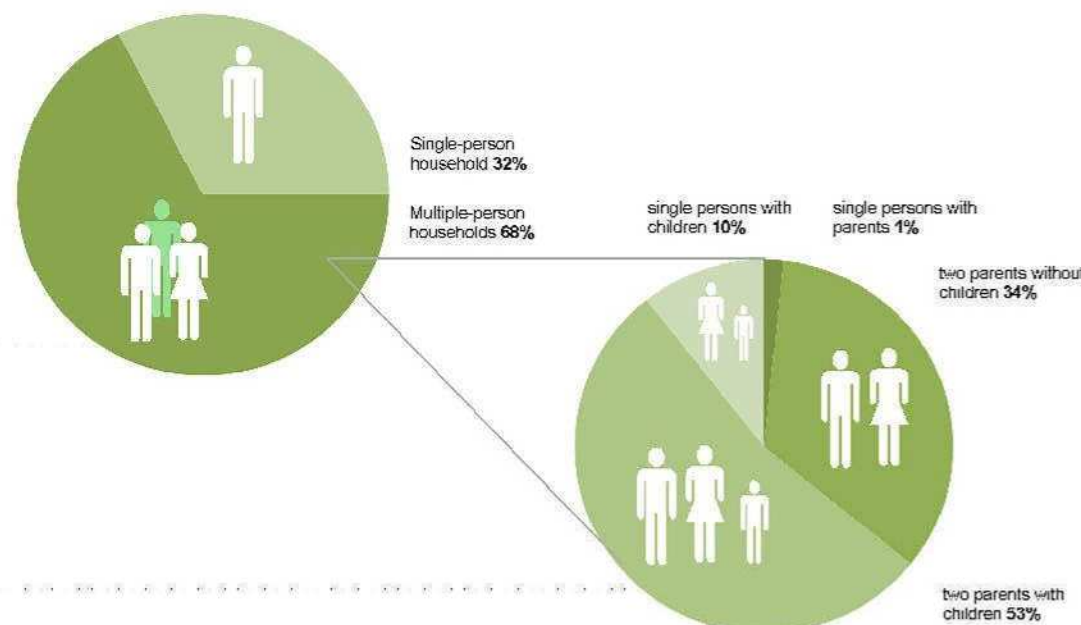
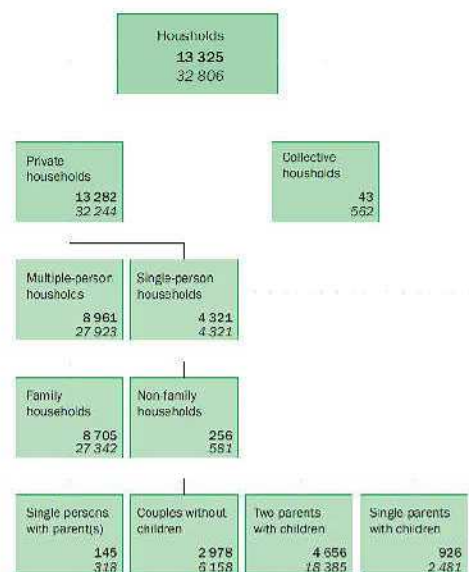
openness, to gain experience, "introducon and adversing "

sing, terrace, street connecons, access, convenience stores, bicycle storage, garage leave, arrive, walk, work, conversaon, shared programs, shopping

STRUCTURE OF HOUSEHOLDS

Distribution of households in Liechtenstein in 2009

Households in 2000 - population census
(bold: number of households; italics: number of persons)



Simply: in Lichtenstein one-third of the population lives alone in a household and one-third and one-third live in families with children, and without children.

EXAMINATION OF RELATION OF AGES

baby, infant	0-1 years	permanent care, family, security
young children	1-3 years	family, security, relationship w others
nursery	3-6 years	community life, learning, attention
primary school	6-9 years	individuality, desire for knowledge
puberty	9-12 years	transition state, trials, challenges
teenager	12-18 years	independence, strong individuality
youth	18-22 years	independent life, free choice
adult	23-60 years	many directions, responsibility
old age	60-80 years	slowdown, but mental freshness
very old age	80+ years	need for assistance and social enviro.

individual and cultural differences, different relationships between the ages

dependence: **parent-child relationship**, in later ages too

- hinder, prevent independence
- later, the older people have need

interest: **no dependence relations**, patience

- understanding, but separate life

young people's openness to the upbringing of children

- women's interest for the children, theme of education

adults: **depends on the lifestyle**

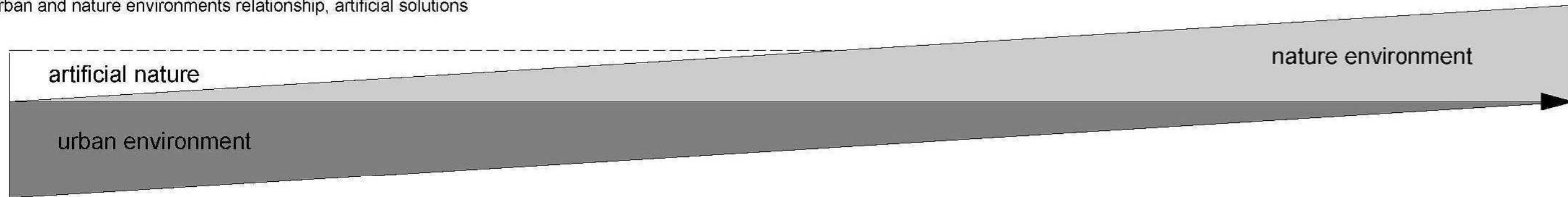
POSITION OF THE TOWER IN THE TOWN, IN THE CLUSTER

transition in the built environment



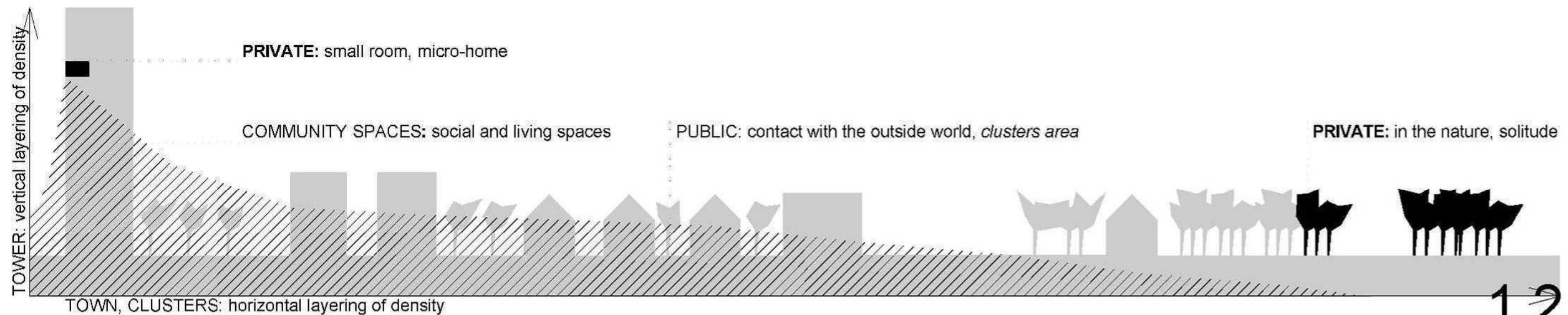
TRANSITION BETWEEN URBAN AND NATURE

urban and nature environments relationship, artificial solutions



TRANSITION BETWEEN DIFFERENT QUALITY SPACES

Private and public spaces relationship, city-scale

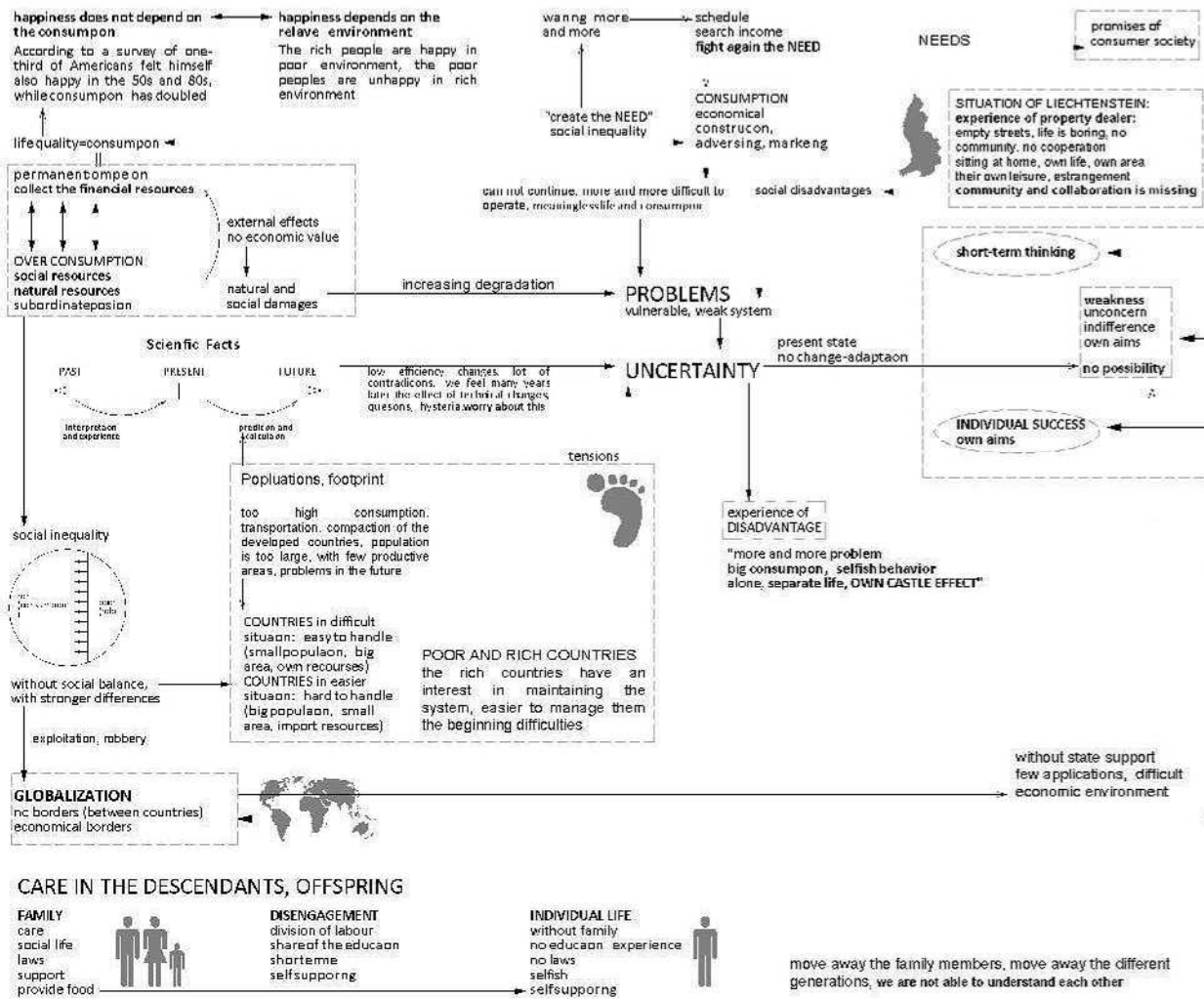


transition, relations

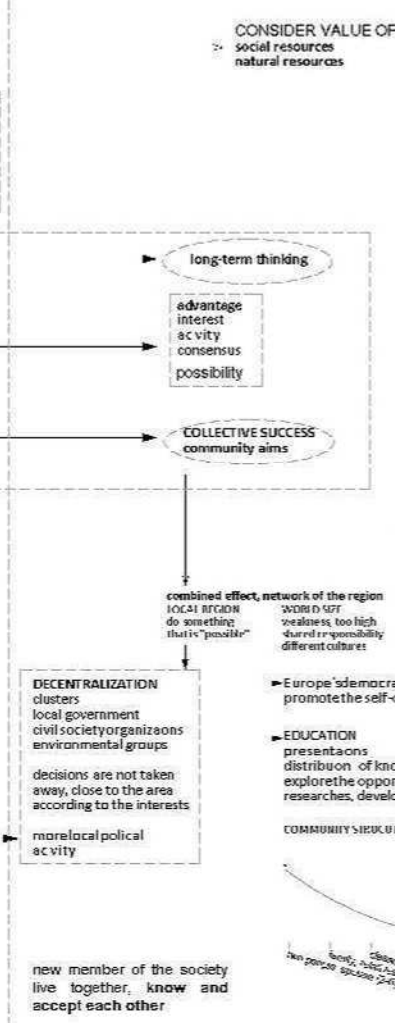
reduce the private area, more public

1.2.D

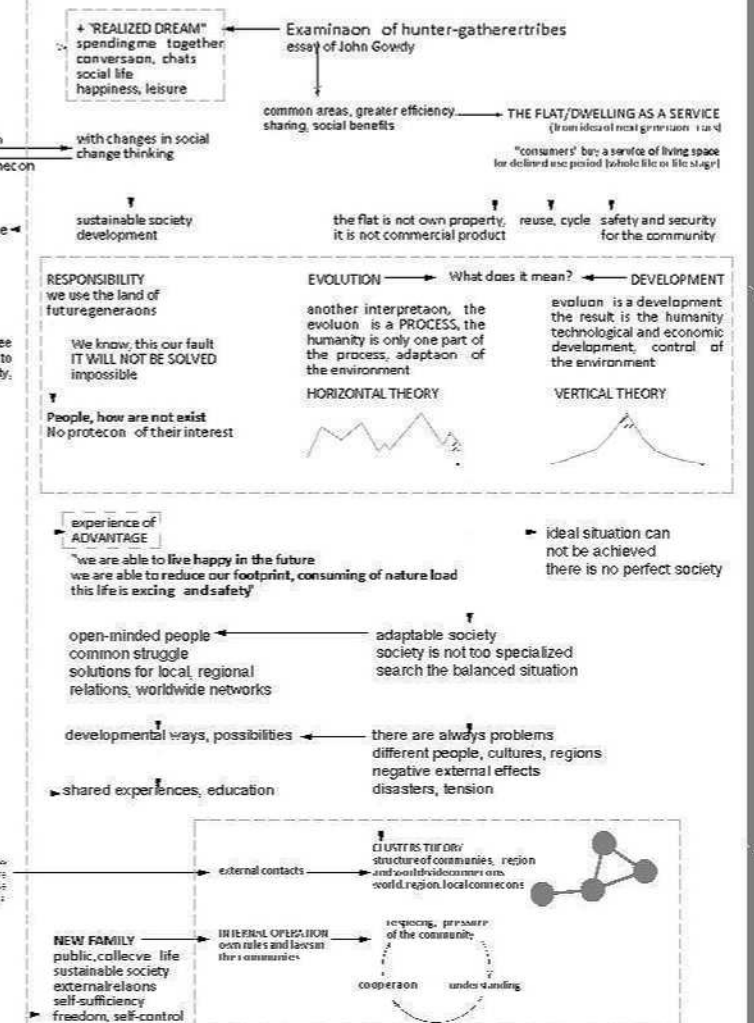
PRESENT



1 STEP: TOWER



FUTURE: PROCESS - MOVEMENT



SOCIAL ASPECT
"own castle" effect
empty spaces
boring days and weekend
individual goals, aims

TECHNICAL ASPECT:
expensive, expensive energy
wasting, pollute
strange, foreign material

ECONOMICAL ASPECT:
land deficit
huge private zones
(mostly not used)
transport, travel
bound room systems



SOCIAL ASPECT
meeting possibility
public, common places
interesting relationships
common goals, aims

TECHNICAL ASPECT:
low energy operation
passive-active systems
material using (local resources)

ECONOMICAL ASPECT:
small live space, micro-homes
recognition of private areas
(in urban and nature
environment)
mixed used area, small distances
flexible flats



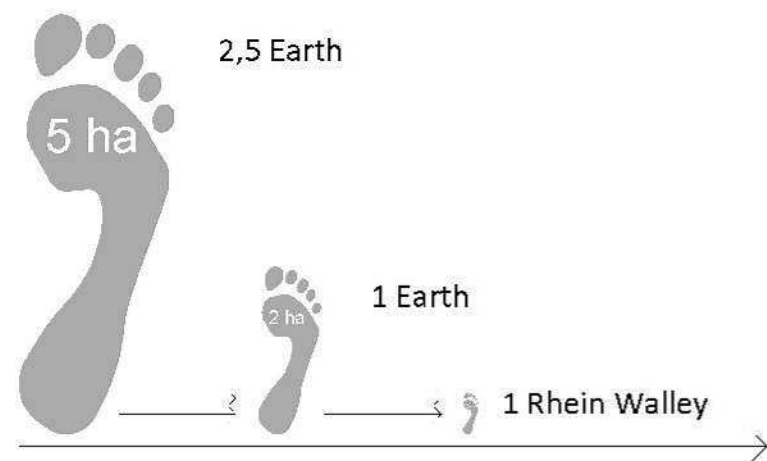
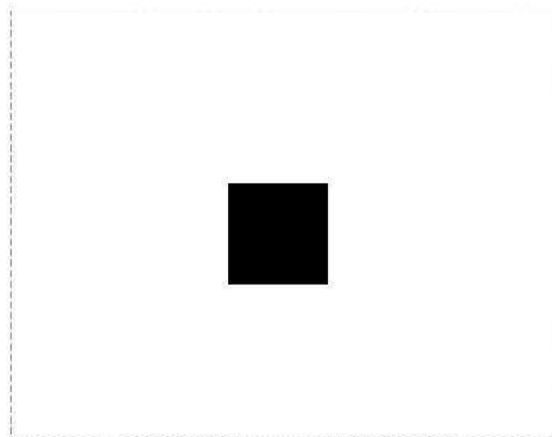
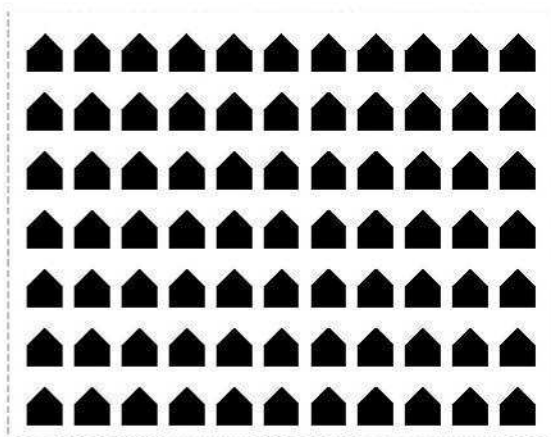
SOCIAL ASPECT
well-working community
free time together
open
we need each other

TECHNICAL ASPECT:
useful, increase efficiency
renewable energy, sources
clean, healthy nature

ECONOMICAL ASPECT:
more space, more land
multifunctional living space
healthy and less travel, more
me change



Sources: András Lányi: Fenntarthatóság és globalizáció/Sustainability and Globalisation: L'Hartmann publishing office, 2007 - András Takács-Sánta: Paradigmaváltás/Paradigmshift? L'Hartmann publishing office, 2007 - Imre Bajkó: Helyi fenntarthatóság/Felülírni irányítva vagy alulról szervezve/Local sustainability: Organized top or boom. - John Gowdy: Back into the past and forward into the future/Vissza a jövőbe és előre a múltba; part of the volume Paradigm shift? András Takács-Sánta and György Pataki: Bolygónk biológiai állapotának elemzése/Unhappy planet: analysis part of the volume Paradigm shift? - András Lányi: "ELTE" Egyetem és a környék/University of Budapest: professor of the Faculty of Social Science, Urban and human ecology Specialization - András Takács-Sánta: "ELTE"; Biology researcher, Human ecology Specialization - John Gowdy: Rensselaer University, New York, Professor of Economics and Environment Chair - György Pataki: "HAS", Hungarian Academy of Sciences, research assistant - Photos: www.creebyrhomborg.com - www.adapturaven.com - blog.isolaon.hu - www.liverpool.nsw.gov.au - www.google.com



LIFE CYCLE TOWER IN SCHAAN _ CHANGE!!

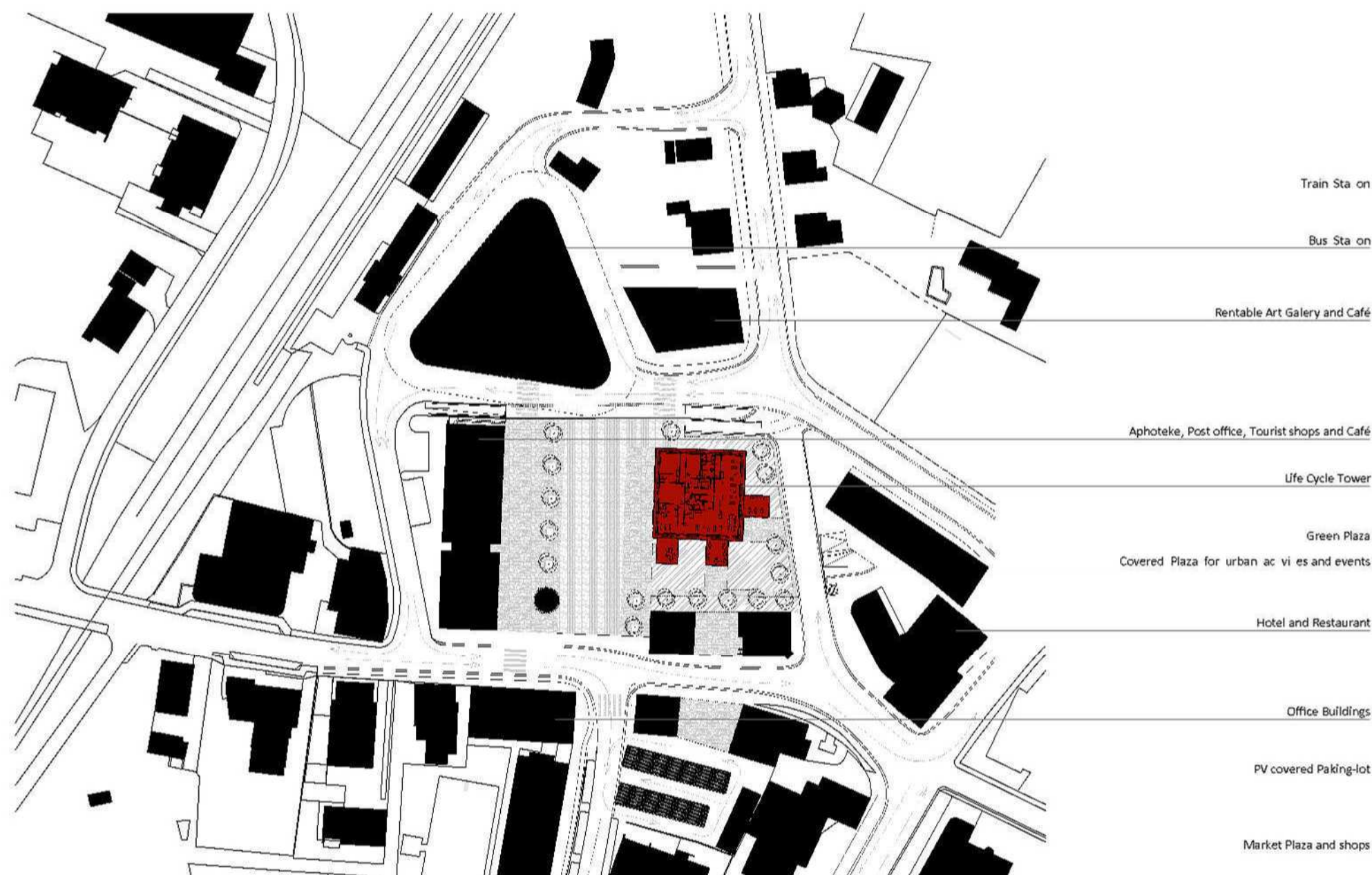
SCHAAN

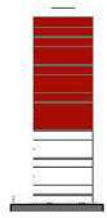


FIRST STEP

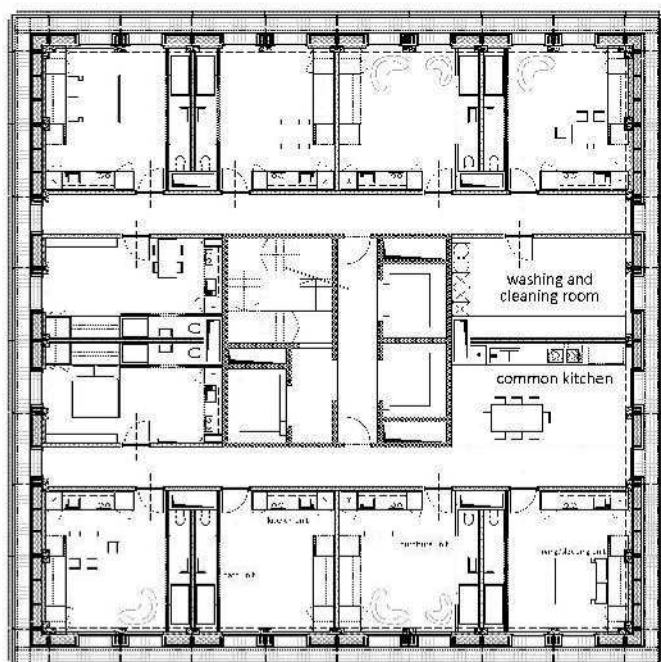
- THE FIRST LIFE CYCLE TOWER
LIVING LEARNING WORKING TOGETHER
MULTICENTRE IN THE TOWN
TOWER SOAK UP THE POPULATION
MORE COMPACT SETTLEMENT:
- MOBILITY CENTRE
 - LIVING-WORKING CENTRE
 - MARKET AND SHOPING CENTRE
 - CULTURAL CENTRE
 - RELIGION CENTRE
 - PUBLIC LIFE CENTRE

SCHAAN MULTI CENTRE

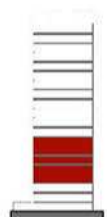
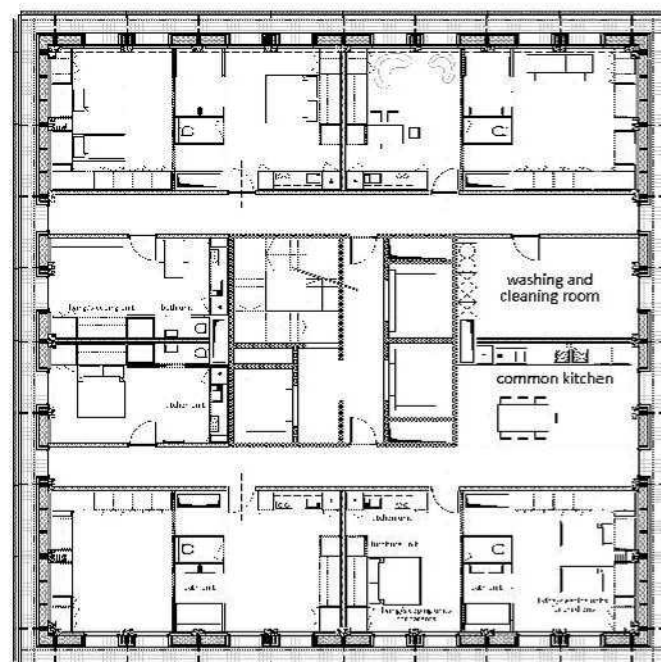




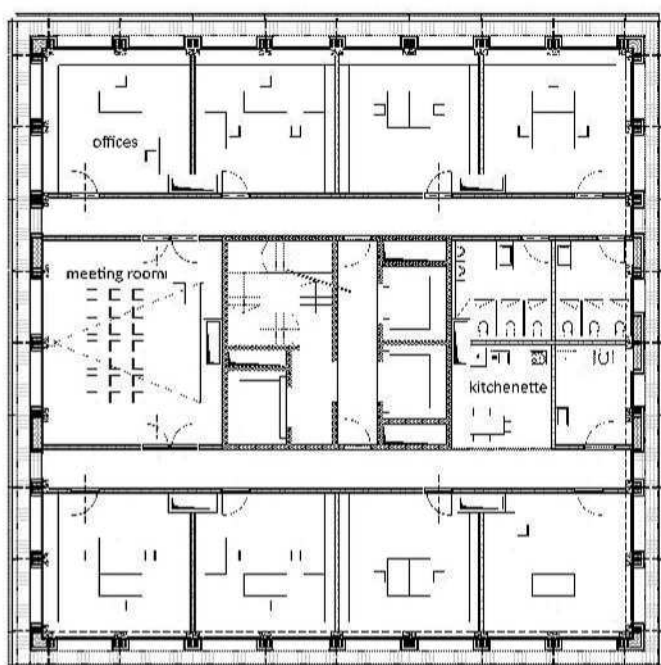
LIVING
STUDIO APARTMENT
FLOORPLAN 1:100



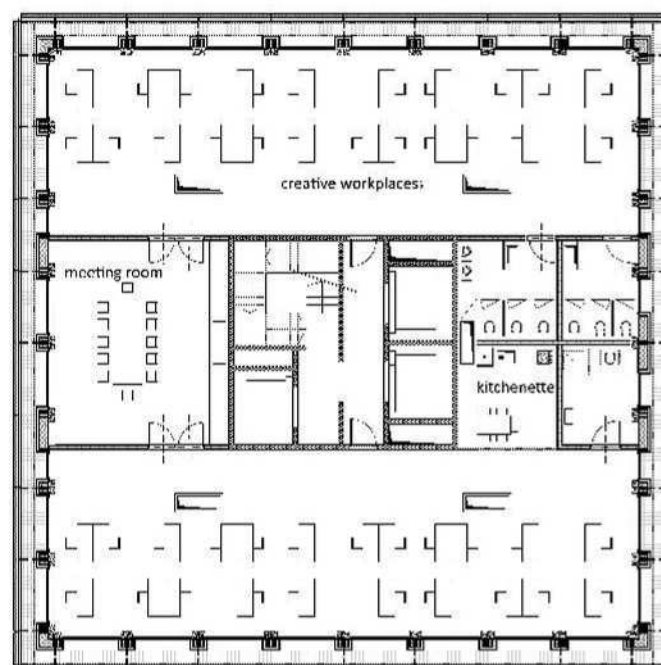
LIVING
FAMILY APARTMENTS
FLOORPLAN 1:100



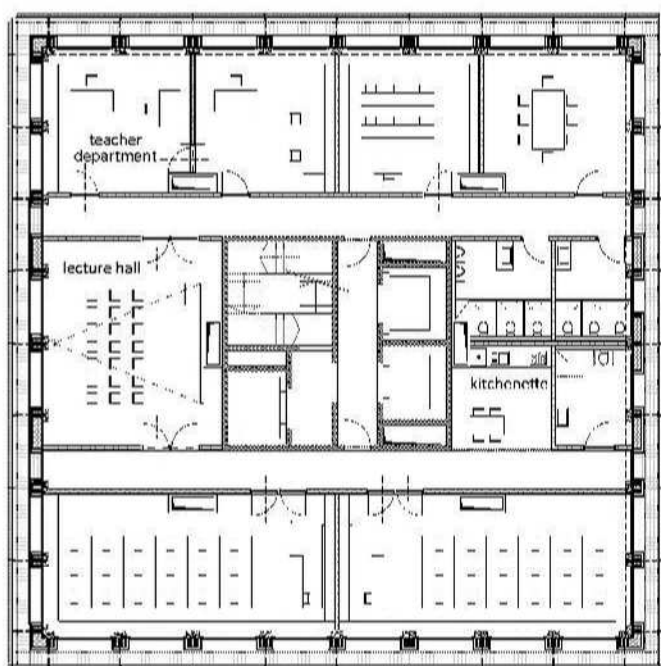
WORKING
OFFICES
FLOORPLAN 1:100



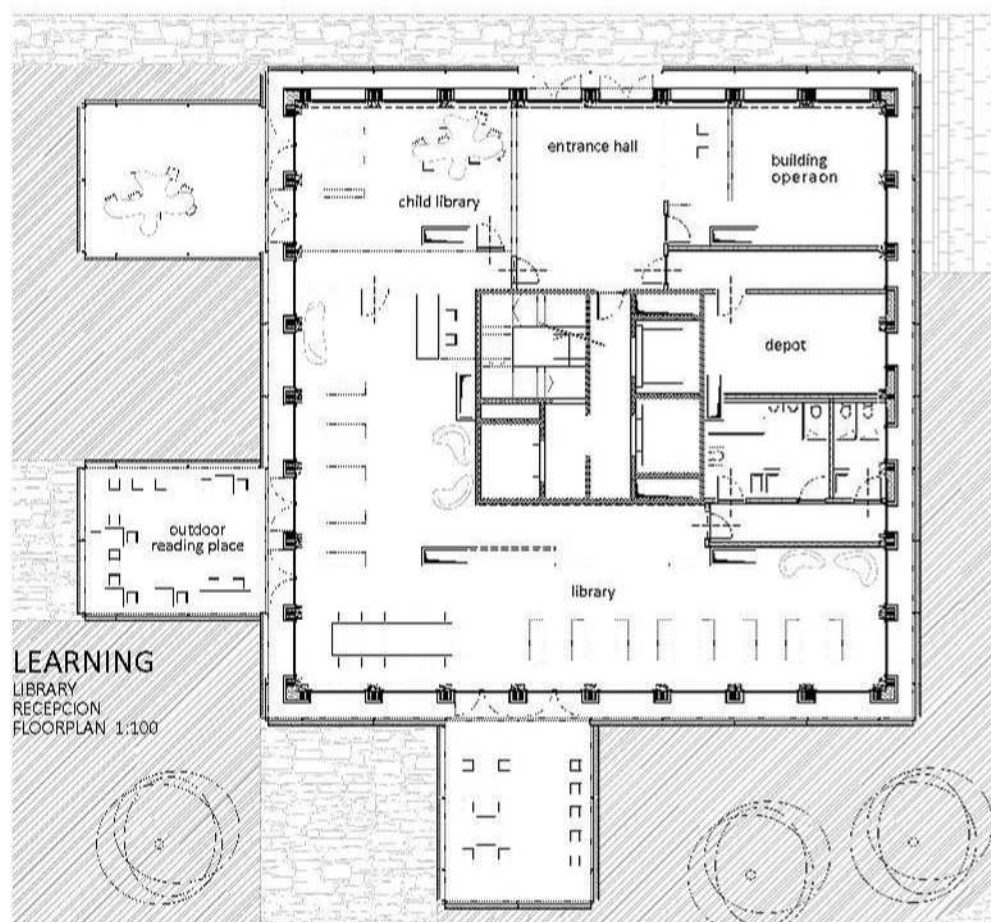
WORKING
CREATIVE WORKPLACES
FLOORPLAN 1:100



LEARNING
SCHOOL-ROOMS
LECTURE HALLS
FLOORPLAN 1:100



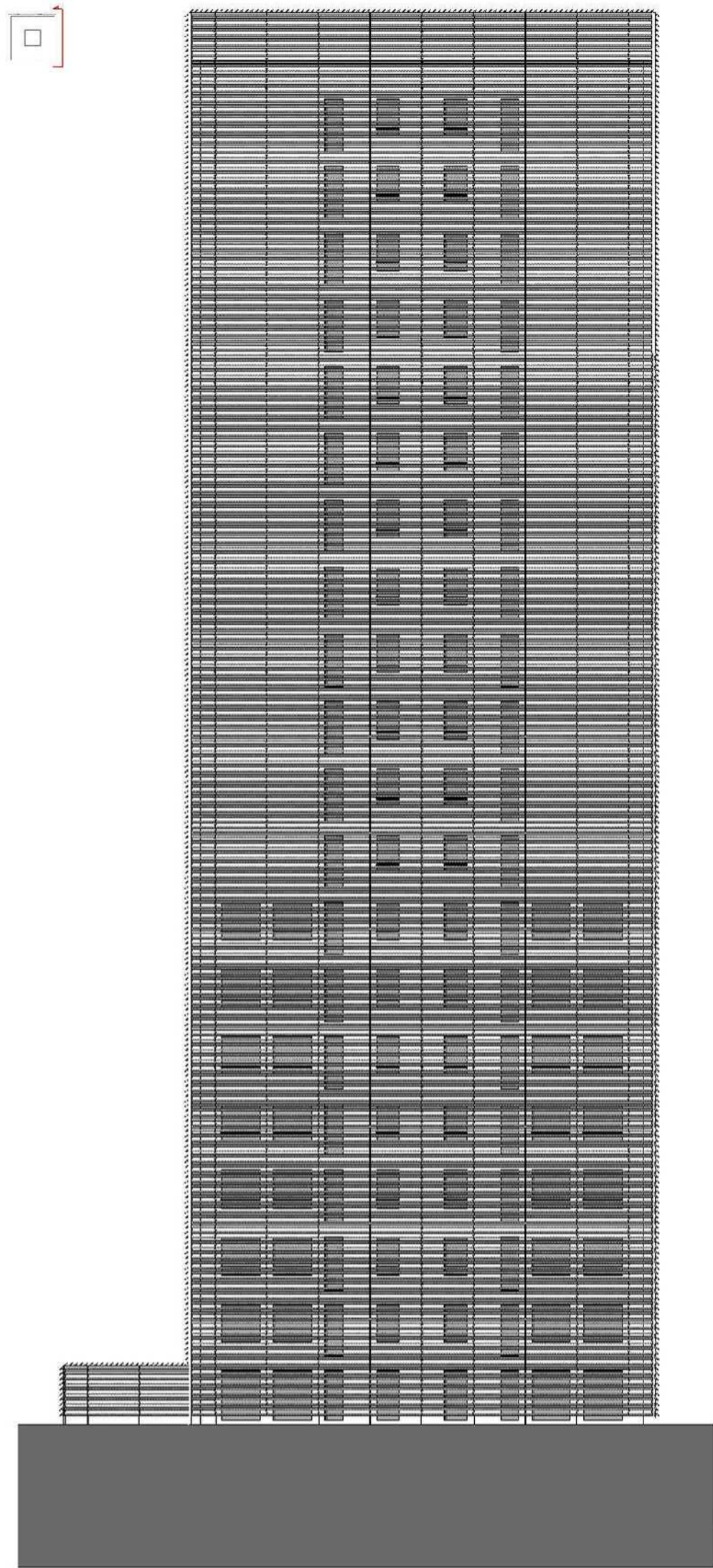
LEARNING
LIBRARY
RECEPTION
FLOORPLAN 1:100





SCHAAN LANDSCAPE FROM BUCHS

NORTH ELEVATION 1:100



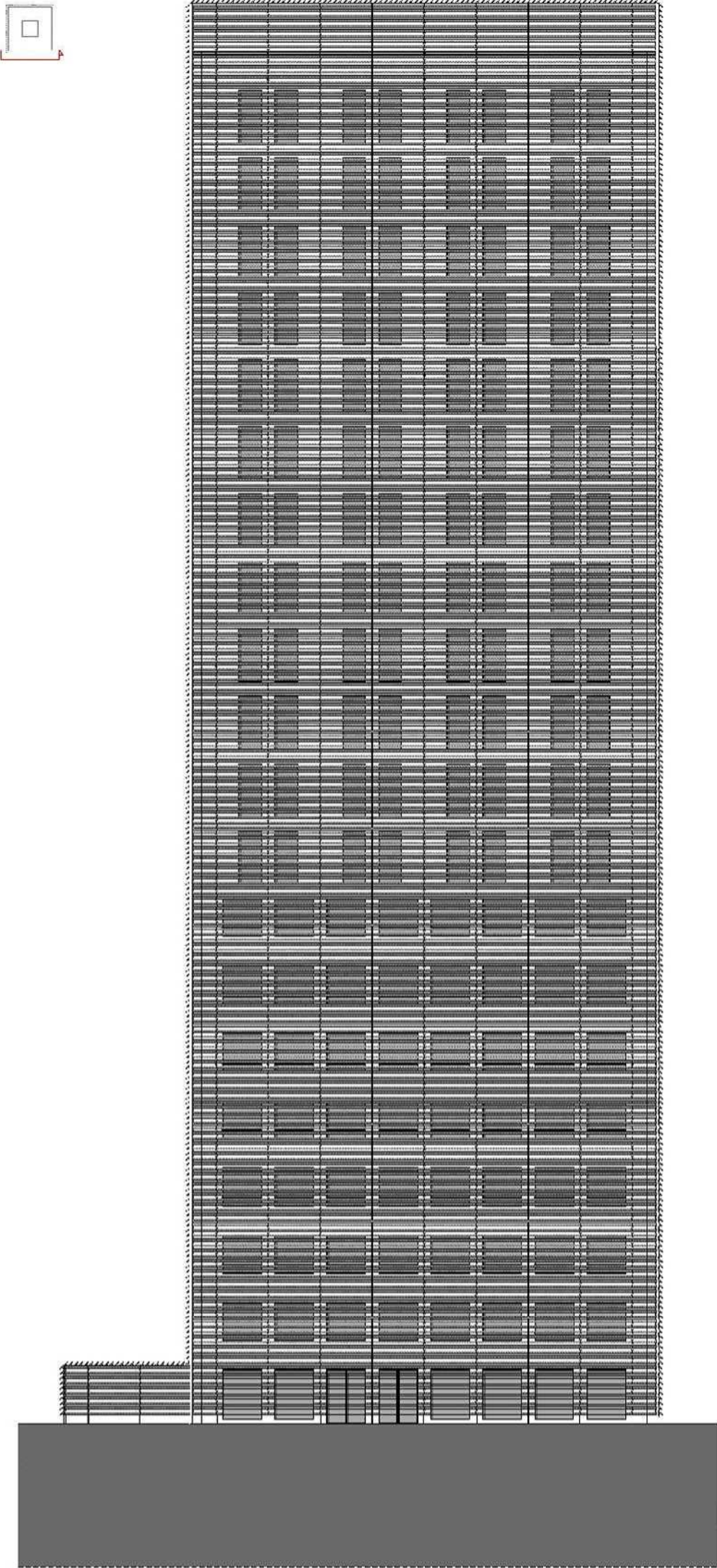
VISUALISATIONS



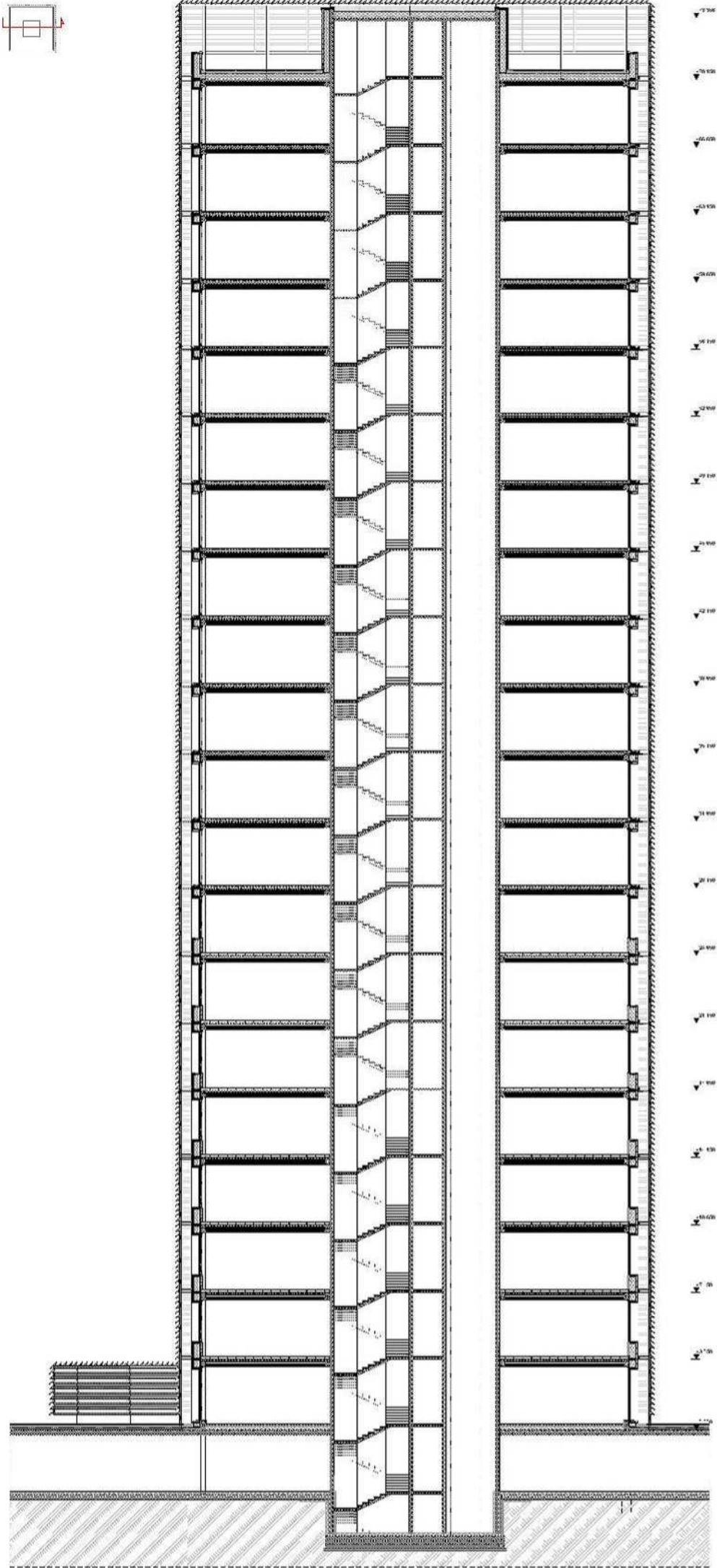


LAMELLA REFERENCE _ TORRE AGBAR

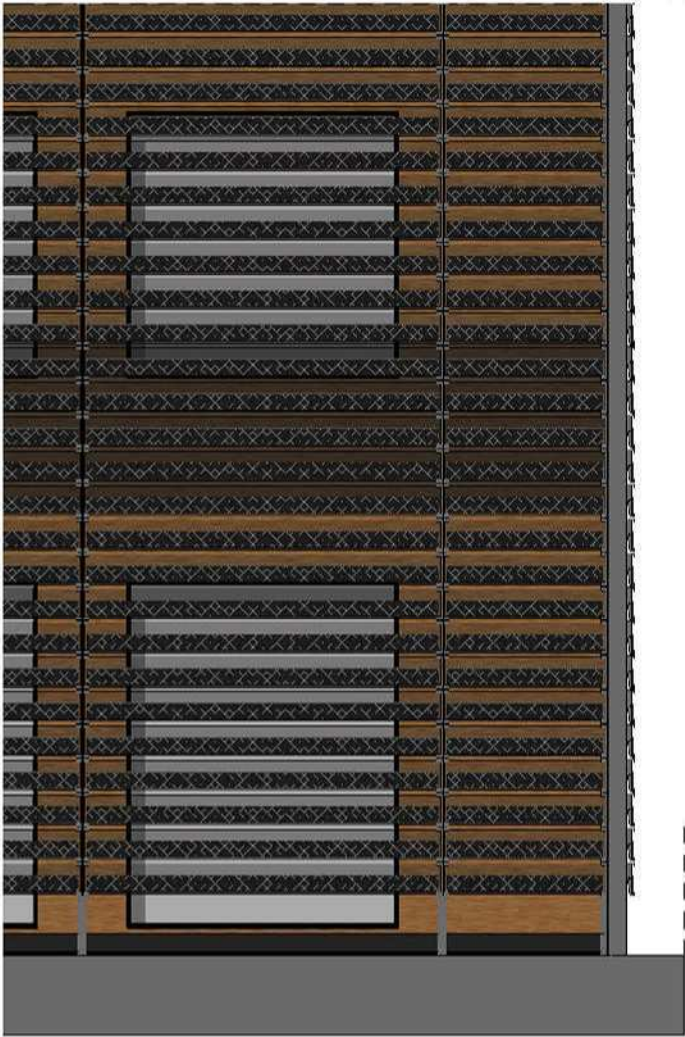
EAST ELEVATION 1:100



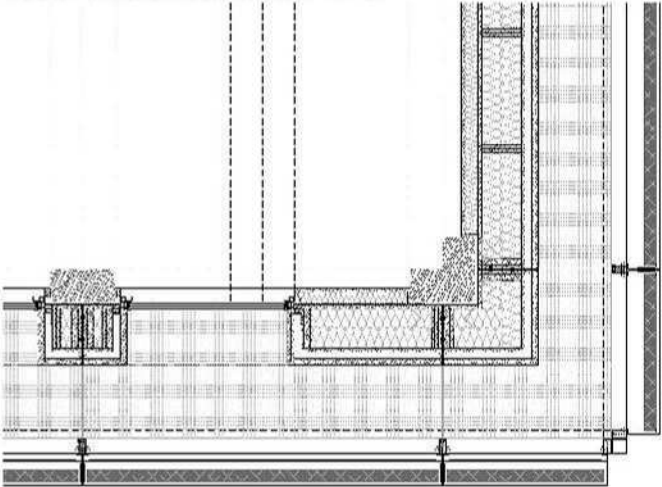
SECTION 1:100



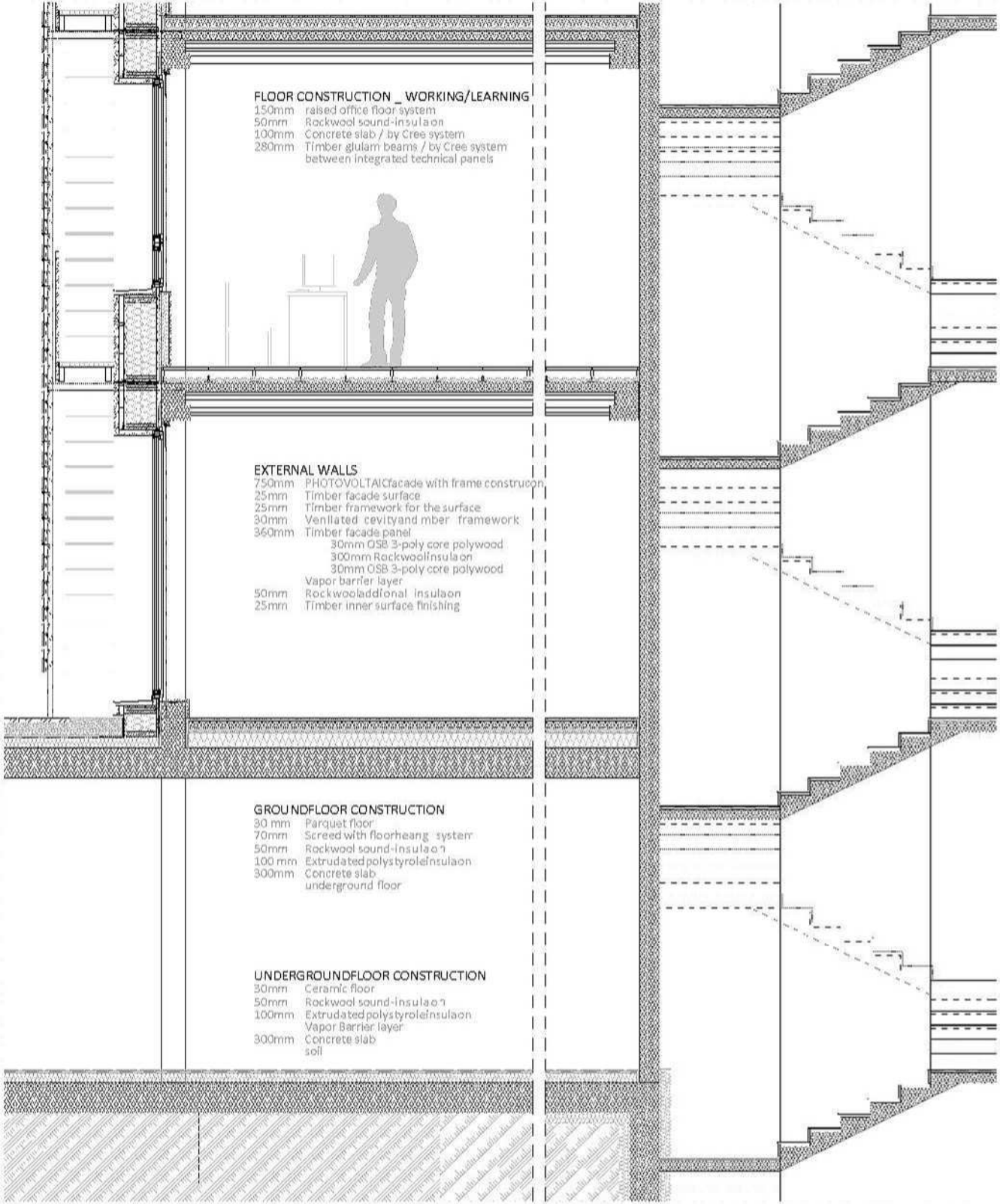
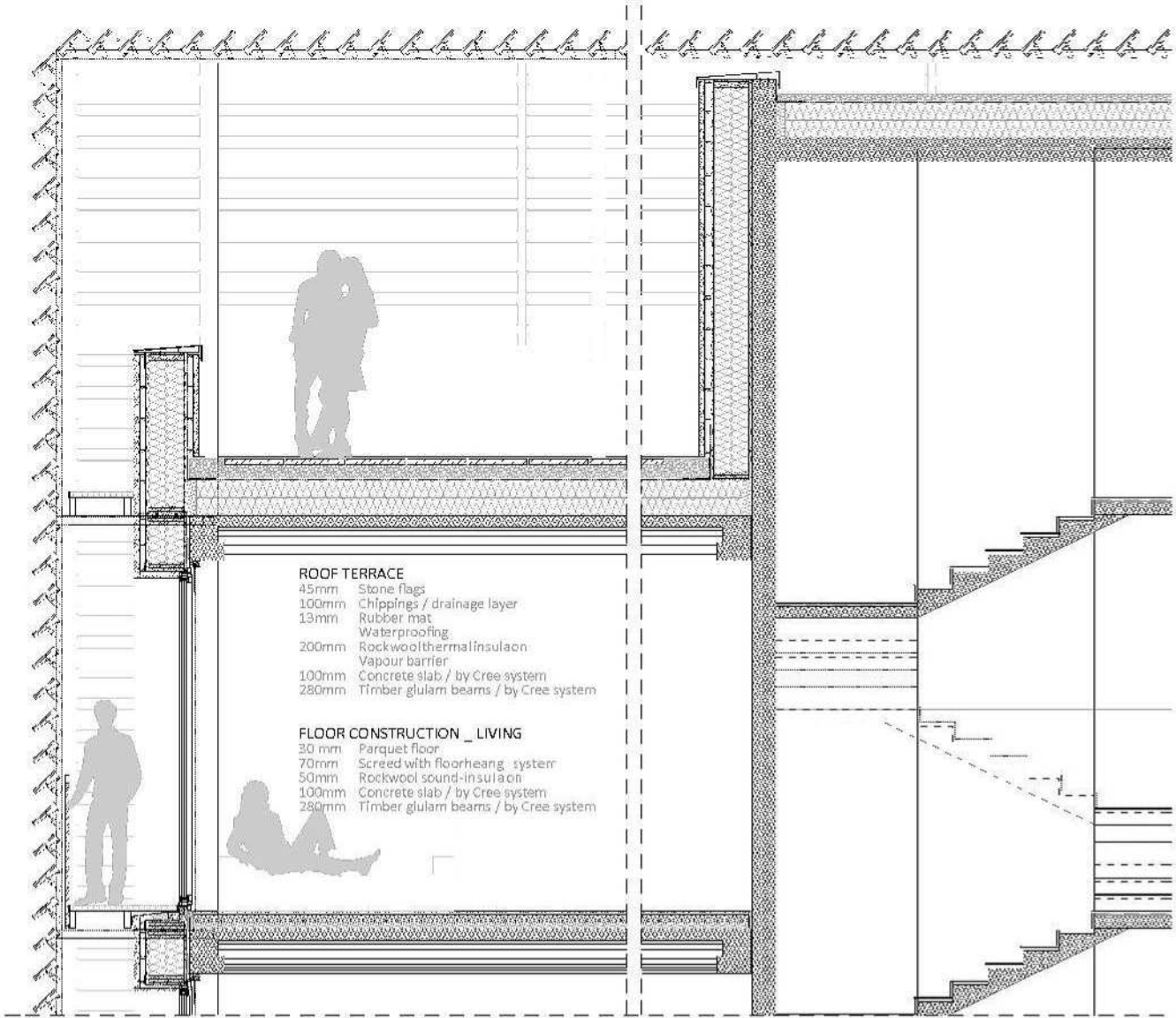
FACADE 1:20



HORIZONTAL SECTION 1:20

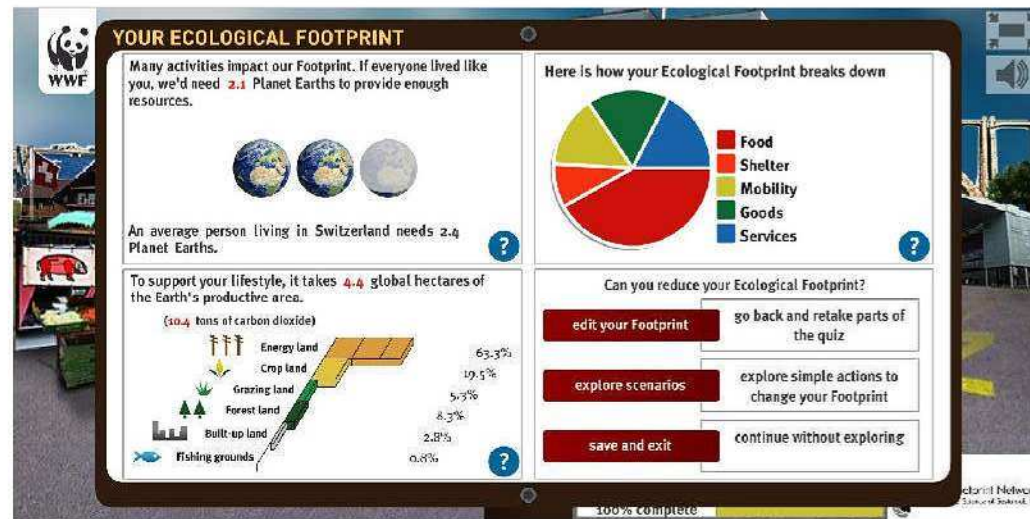


VERTICAL SECTION 1:20

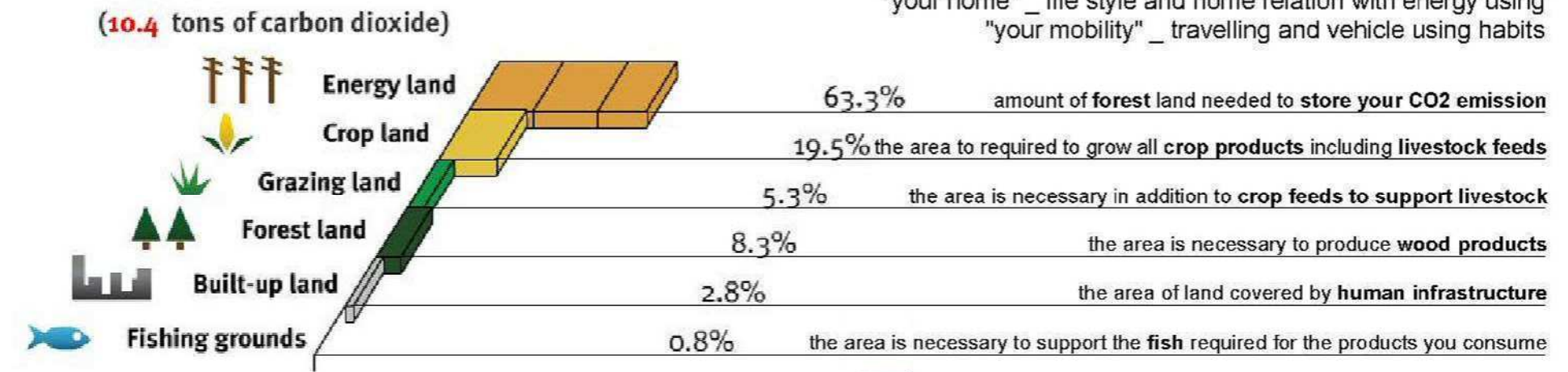


WHAT MEANS THE FOOTPRINT IN NUMBERS ? HOW CAN I CALCULATE AND REDUCE MY FOOTPRINT ?

LIFE IN SWITZERLAND
_ DORMITORY, NO PUBLIC TRANSPORT, CAR USING, NORMAL FOOD - HABITS

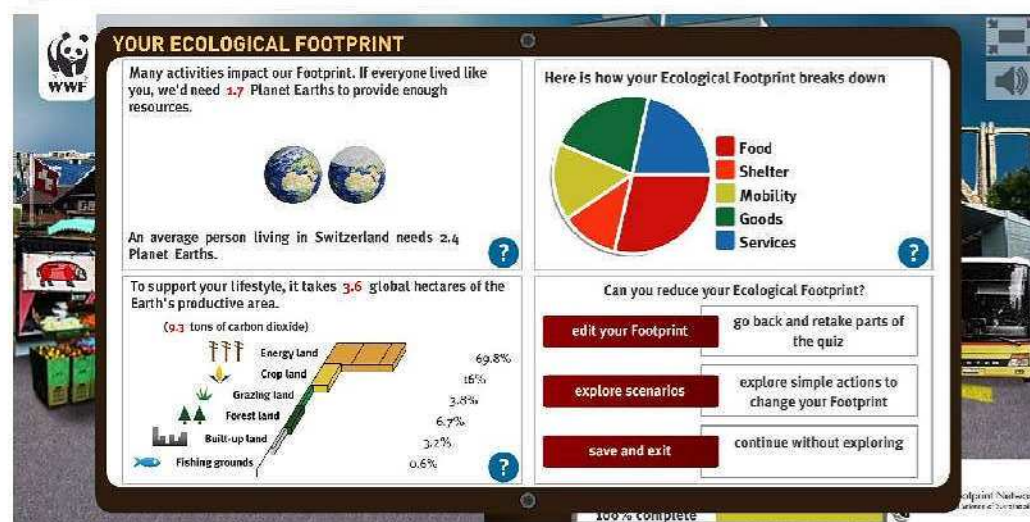


To support your lifestyle, it takes **4.4** global hectares of the Earth's productive area.



QUESTIONARY:
"your food" _ eating, food-shopping habits
"your goods" _ consumption habits
"your home" _ life style and home relation with energy using
"your mobility" _ travelling and vehicle using habits

LIFE IN SWITZERLAND
_ DORMITORY, LESS MOBILITY, MORE LOCAL PRODUCT BY FOOD



ECOLOGICAL FOOTPRINT : A measure of how much biologically productive land and water an individual, population or activity requires to produce all the resources it consumes and to absorb the carbon dioxide emissions it generates using prevailing technology and resource management practices. The Ecological Footprint is usually measured in global hectares. Because trade is global, an individual or country's Footprint includes land or sea from all over the world.

GLOBAL HECTAR (gha) : A productivity weighted area used to report both the biocapacity of the earth, and the demand on biocapacity (the Ecological Footprint). The global hectare is normalized to the area-weighted average productivity of biologically productive land and water in a given year. Because different land types have different productivity, a global hectare of, for example, cropland, would occupy a smaller physical area than the much less biologically productive pasture land, as more pasture would be needed to provide the same biocapacity as one hectare of cropland. Because world bioproductivity varies slightly from year to year, the value of a gha may change slightly from year to year.

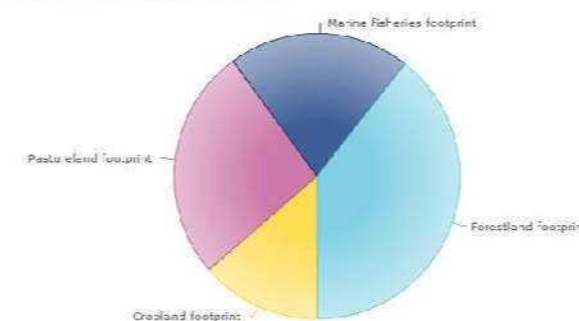
My Ecological Footprint

If everyone on the planet lived my lifestyle, we would need:

= 1.47 Earths



MY FOOTPRINT SHARE BY BIOME

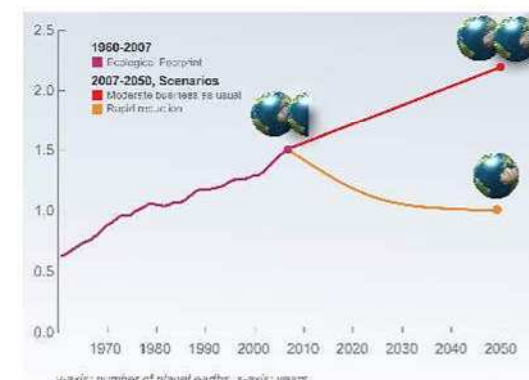
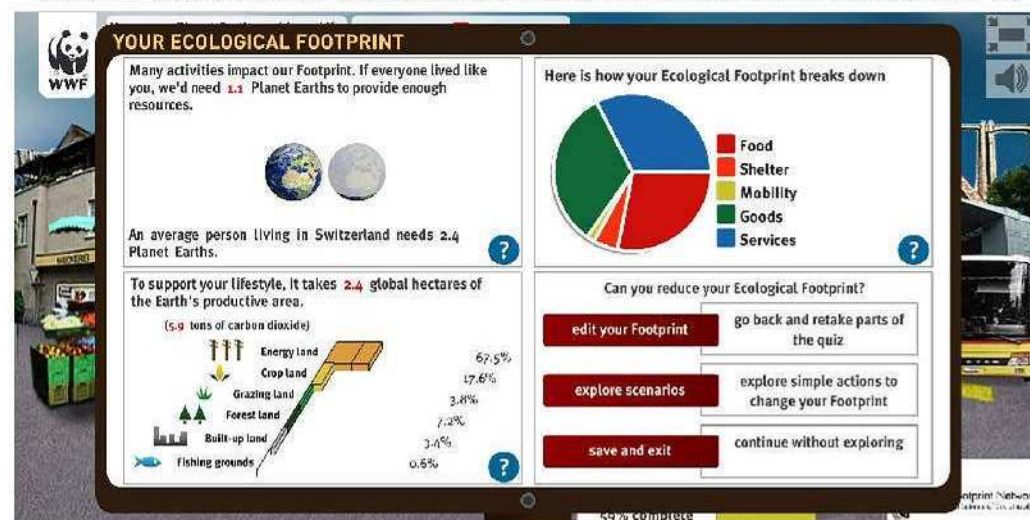


HUNGARY _ with another tool

nowadays humanity use the equivalent of 1,5 planets to provide the resources we use and absorb our waste. This means it now take the Earth one year and six month to regenerate what we use in a year !

My Footprint with my homecountry's datas is around the world average.

LIFE IN SWITZERLAND
MINERGY-P STANDERD DORMITORY, NO MOBILITY, LOCAL AND BIO PRODUCT BY FOOD (NO MEAT !!!)



FUTURE ! ? !

WE HAVE TO REDUCE OUR ECOLOGICAL FOOTPRINT !! AS SOON AS POSSIBLE !!

CHANGE OUR ENERGY RESOURCES !! FOSSIL → RENEWABLE → ~~CO2~~ ✓

the biggest part of our footprint the Energy Land to store the CO2 emission

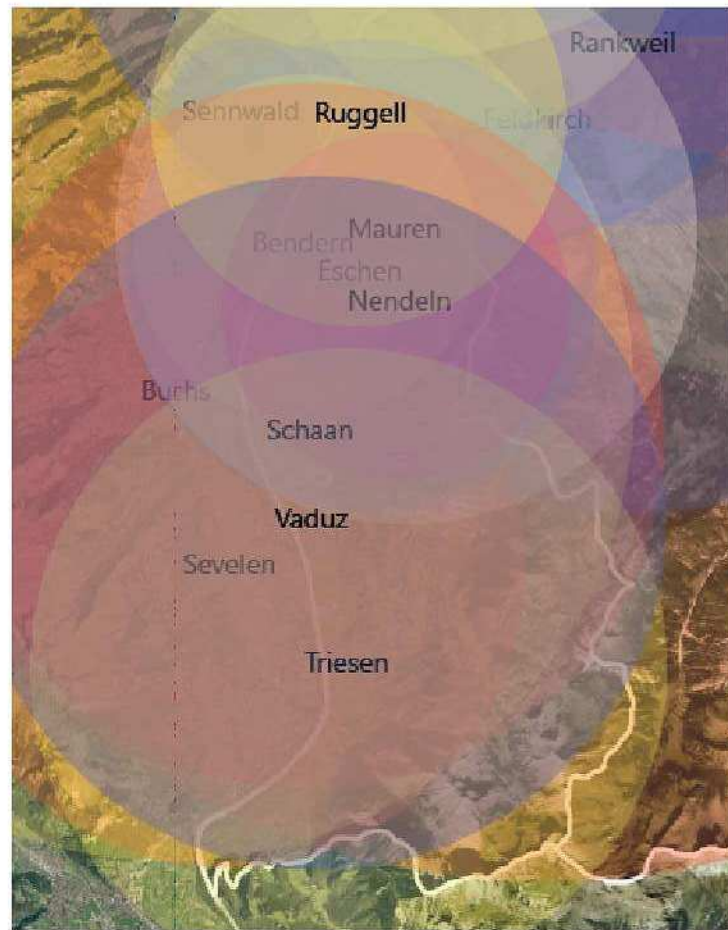
REDUCE THE VELOCITY !! NO TRANSPORTATION, USE LOCAL RESOURCES !! ✓

the transportation / people, food, materials / have a really big energy input

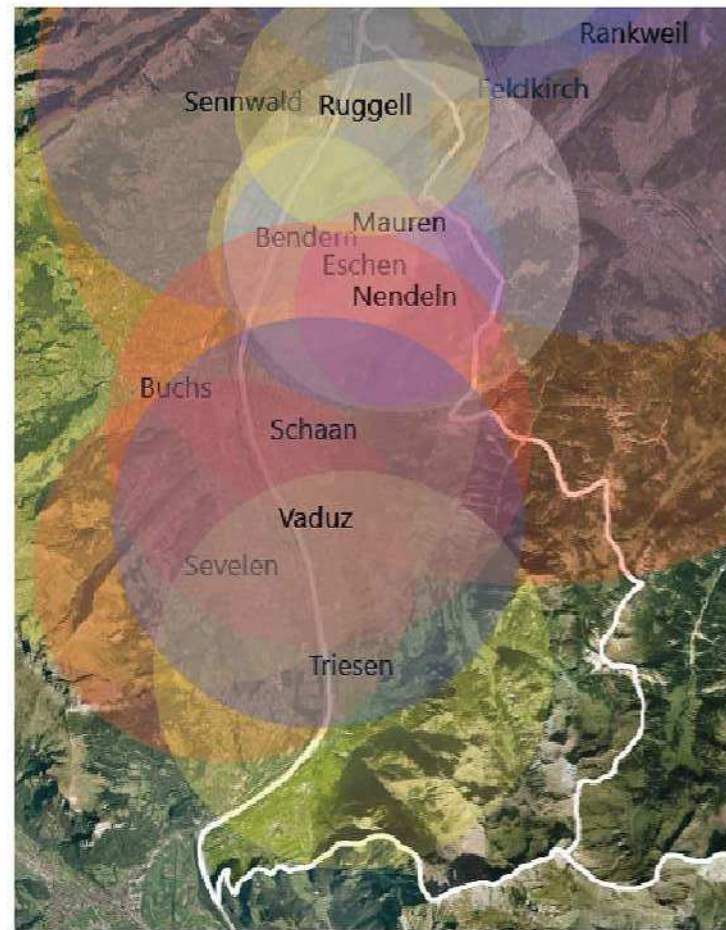
OPTIMIZE THE ENERGY DEMAND OF THE BUILDINGS !! ENERGY-EFFICIENCY !! ✓

> 40% of our energy consumption comes from the building industry

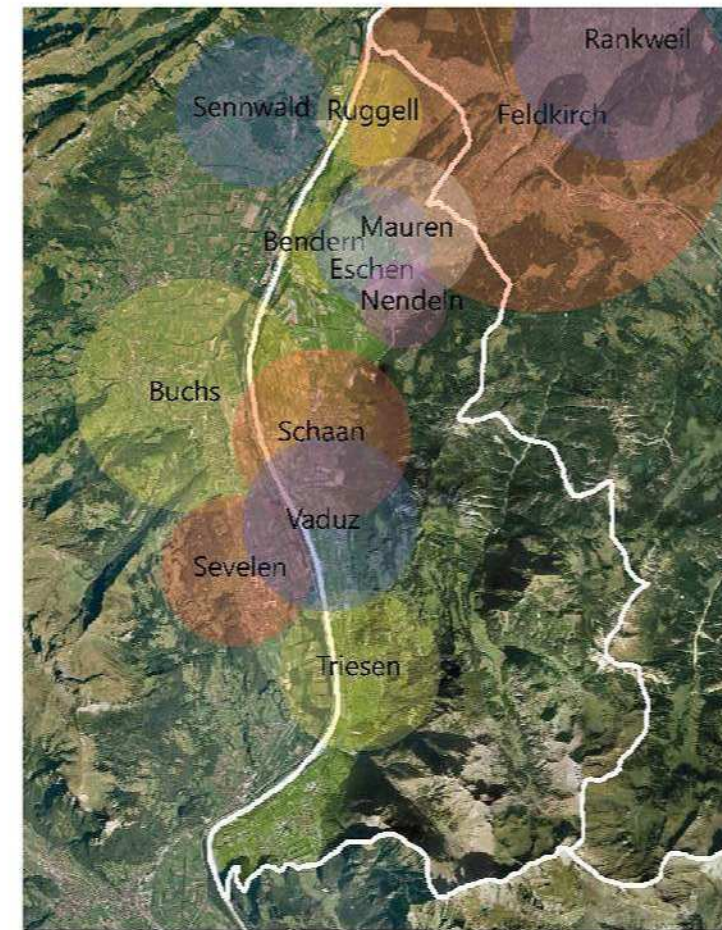
2.2.A ✓



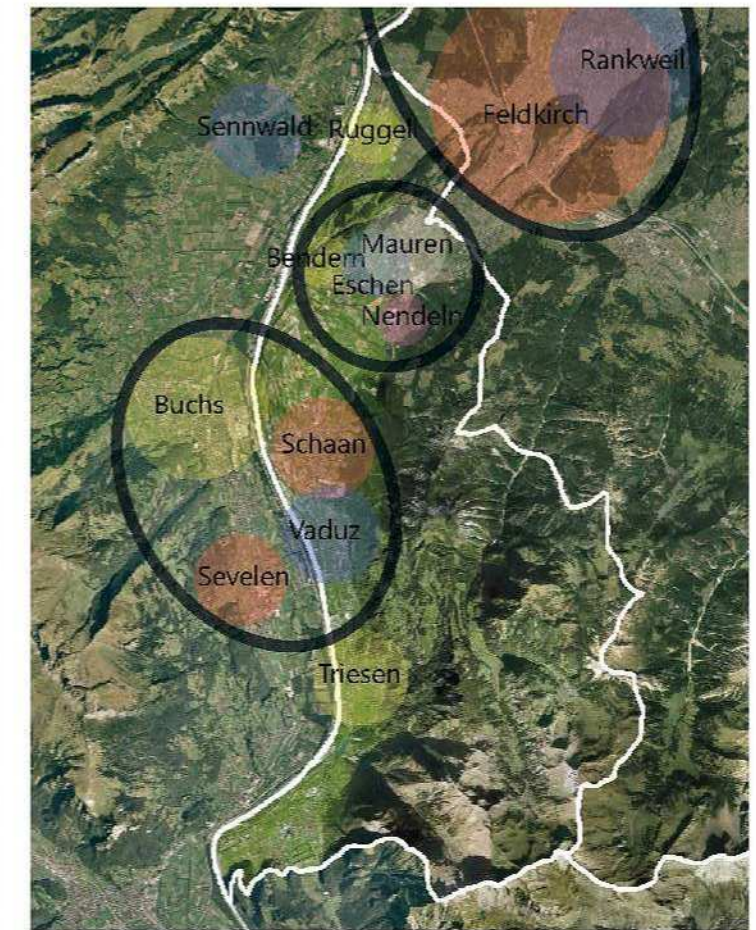
LIECHTENSTEIN TODAY _ 5 HA / PERSON
... MEANS 2,5 PLANET



LIECHTENSTEIN TOMORROW _ 2 HA / PERSON
... MEANS 1 PLANET



1 HA / PERSON

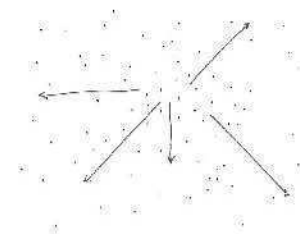


0,5 HA / PERSON
... MEANS 1 RHEIN WALLEY

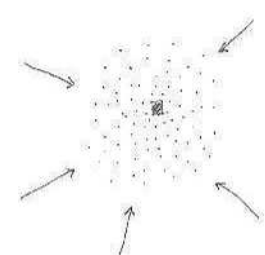
TEN TIMES SMALLER "LAND" / PERSON !!!

HOW CAN WE OPTIMIZE THE LAND-USING
AND CREAT A LIVABLE URBAN ENVIROMENT
WITHOUT LOOSING OUR OWN IDENTITY ?

MY ANSWER IS : "LIVING AND WORKING TOGETHER"
WHAT DOES THIS MEAN?
FIRST STEPS...TO REDUCE OUR ECOLOGICAL FOOTPRINT



ALONE
spread out across the town
lot of moving means lot of energy
no efficient land using
no social-life, "own castle"-effect



FOLCK TOGETHER
more efficient landuse
reduce the transportation
without car means less energy
chance to meet with people
more common life
live together, not next to each oder

NEW LIFESTYLE —————> CLUSTER SYSTEM

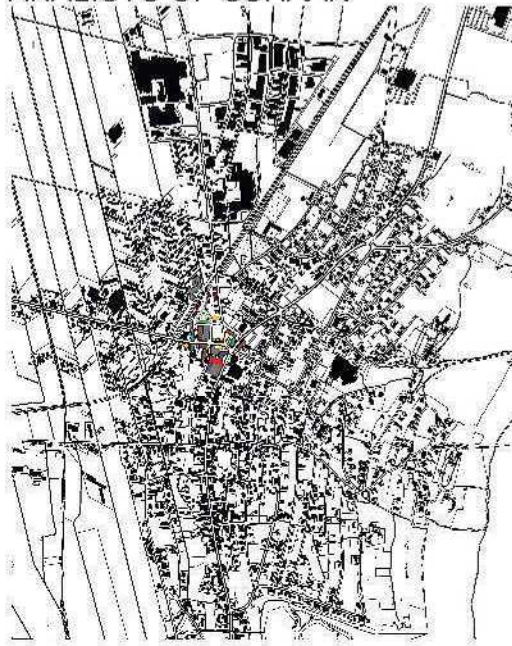
SUBCENTRE-SYSTEM IN THE RHEIN WALLEY
BIGGER AND SMALLER BUBBLES TOGETHER
DIFFERENT BUT LOCAL IDENTITY !!!

SCHAAN the biggest village in Liechtenstein.
STRONG AND DENSE NEW MULTI-CENTRE!!

USE RENEWABLE ENERGY RESOURCES
CHANGE THE TRAFFIC INFRASTRUCTURE TO ENERGY INFRASTRUCTURE
STOP THE TRANSPORTATION
USE ALTERNATIVE TRAFFIC TOOLS
USE THE LOCAL RESOURCES / FOOD, MATERIAL, ENERGY
BUILD ENERGY EFFICIENT BUILDINGS / THINK ABOUT THE LIFE-CYCLE
MUSHROOM EFFECT - COOPERATIVE URBAN FABRIC

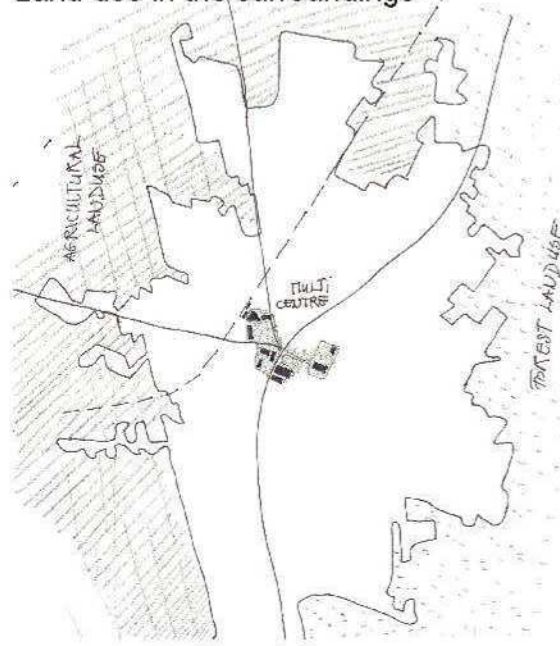
MIXED USING VILLAGE CENTRE = LIVIG AND WORKING TOGETHER **2.2.B**

ANALYSIS OF SCHAAN



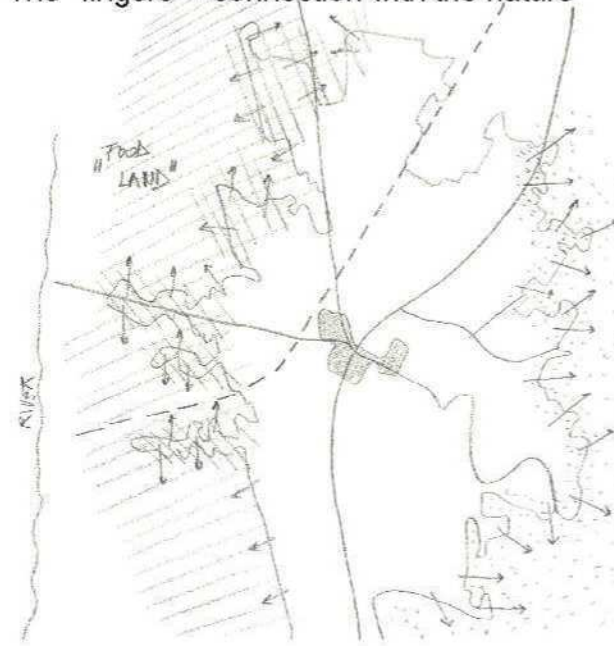
Large scale outlook about the settlement. Schaan developed first straight/ along the Landstrasse and after expanded with perpendicular streets to the main road. The village has grown haphazardly. Its "fingers" live in a strong contact with nature.

Land-use in the surroundings



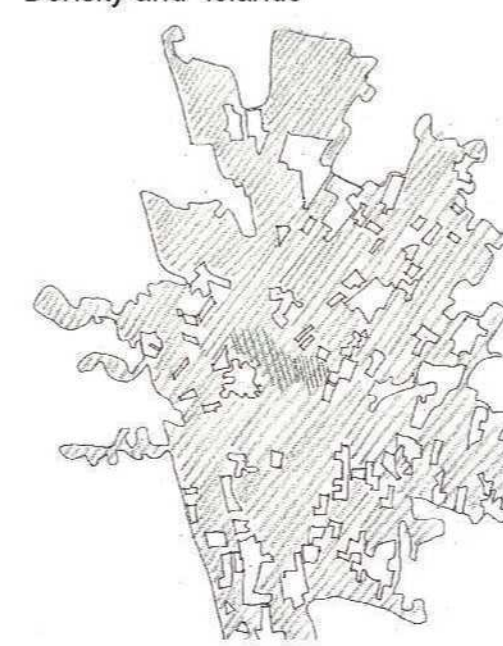
Investigation of surrounding areas: type of the land and the using of the land. The village is the border between the agricultural land and the forest. Each sides have another connection - another identity.

The "fingers" - connection with the nature



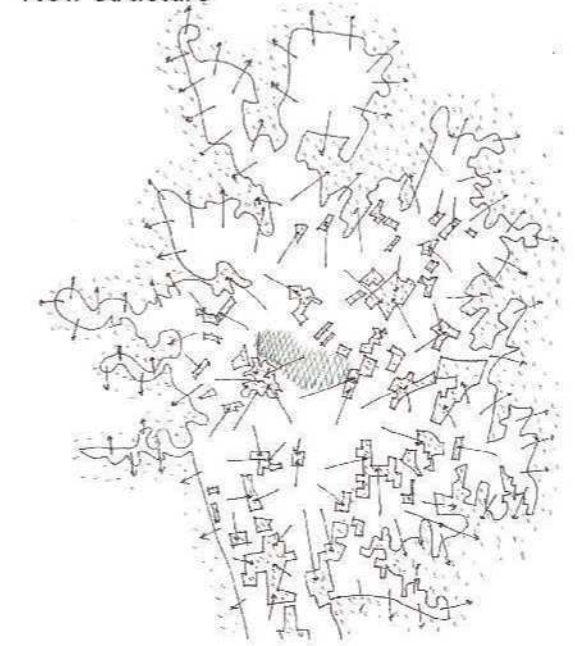
The connection with the nature means identity for the people in the Rhein Valley. The "fingers" of the village connected strongly with the nature, have possibility to use directly the land.

Density and "islands"



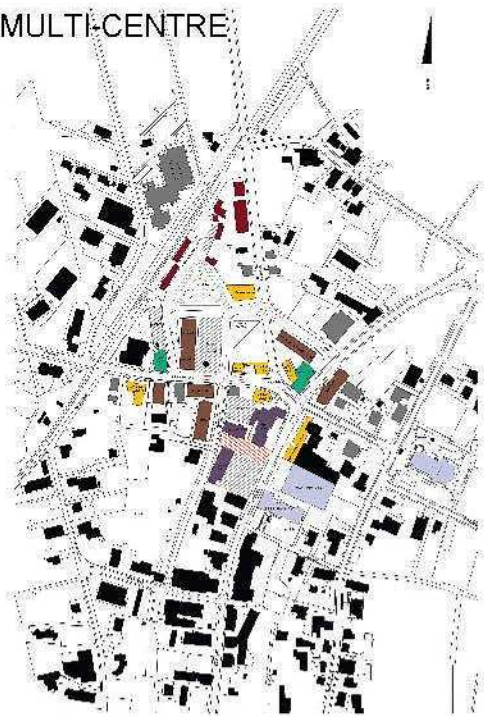
Analysis about the urban density in the village. I founded lot of waste lands in the urban fabric. In the new improvement strategy will be the first step pull together the urban land-areas.

New structure



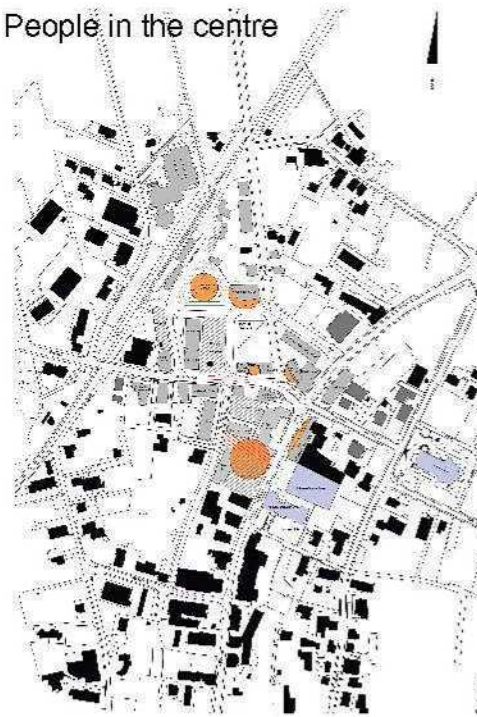
The urban fabric will be denser - pull together - flock together and after the "waste-land" will become used land! - nature in the village. More people can relate to the nature! - no transportation, more free land to produce food or energy - means smaller footprint.

MULTI-CENTRE



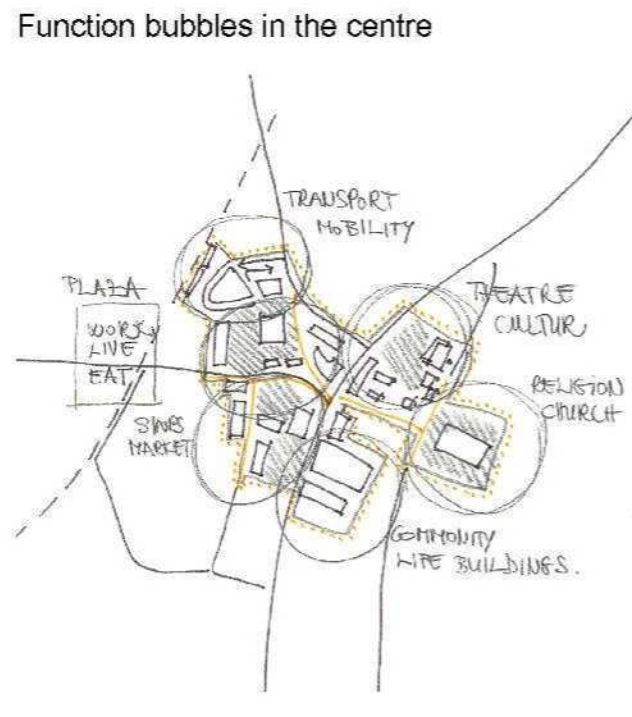
The analysis of the existing buildings in the centre area. The functions are adequate from the beginning of the improvement to create a new sub-centre in this region and start to live in the new "0,5 ha Society"

People in the centre



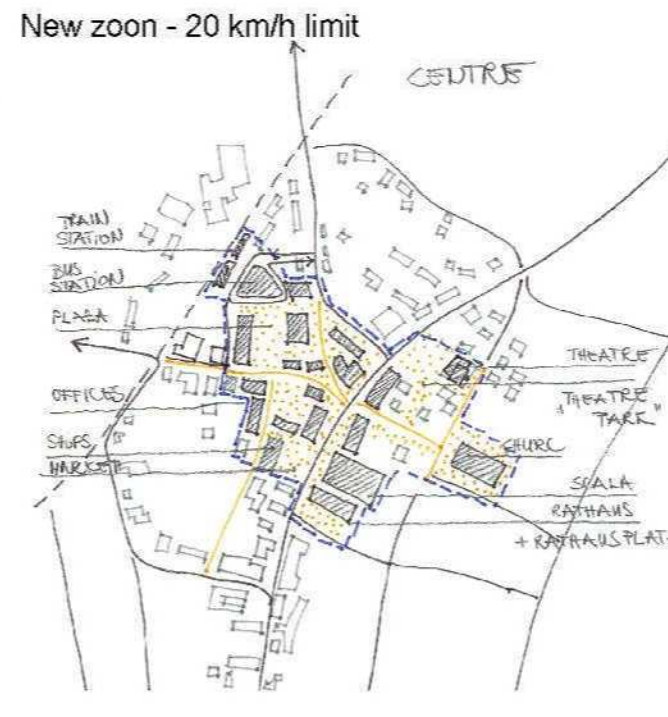
The analysis of people-density in the centre area now. The people use this centre, but it doesn't organized, no connection between the buildings and the functions. There isn't a well organized public plaza system.

Function bubbles in the centre



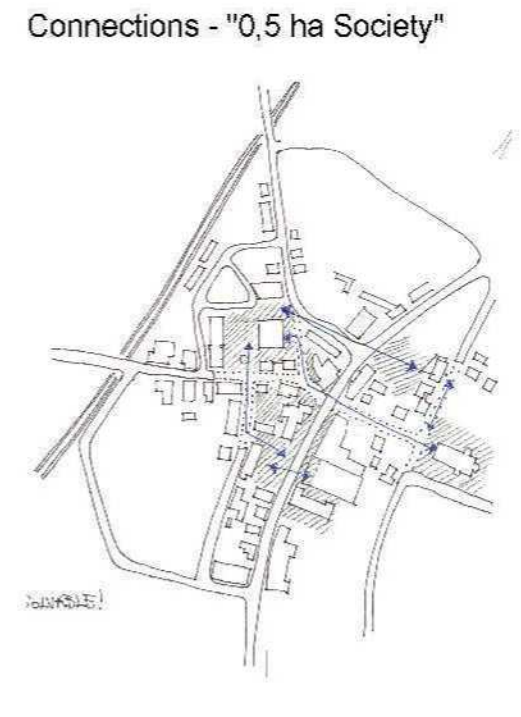
The analysis of the centre today.
- bus and train stations - transportation centre
- theatre - culture centre
- shopping possibilities - trade centre
- Sal and City Hall - village - life centre
- church - religion centre
+services and work and living places

New zoon - 20 km/h limit



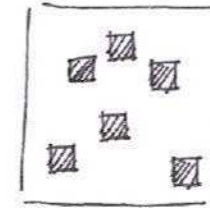
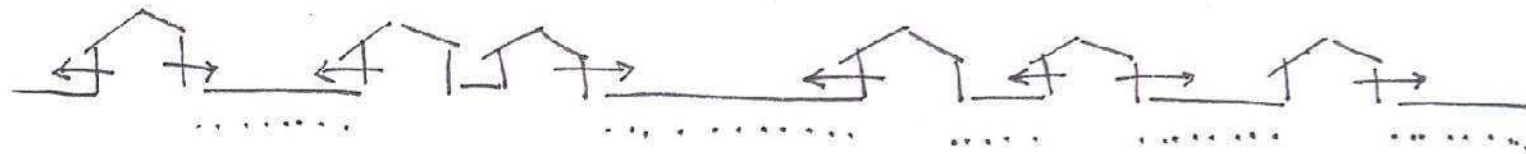
How turn the different bubbles next to each other into a well organized and cooperative subcentre? Create a new zoon, show this to the people with urban elements and their symbols. Pedestrian zoon with limited car traffic - 20 km/h! Rethinking the connections and the plazas between the buildings.

Connections - "0,5 ha Society"



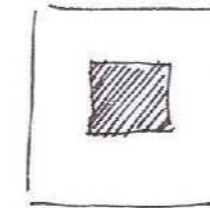
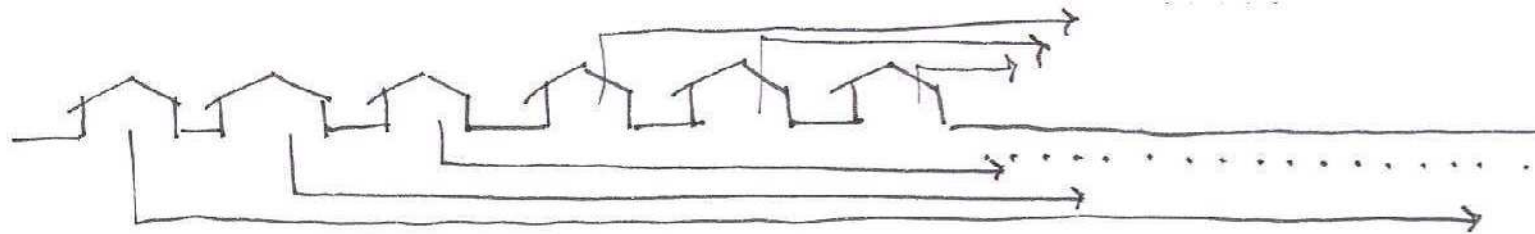
Improve the old and create new connections. One of the main aims of the new centre in the "0,5 ha Society" is to connect the building physically and mentally each other in the underground for the more efficient energy using.

MY VIEW : WHY I BUILD A HIGH RISE? WICH HIGH RISE IS SUFFICIENT HERE?



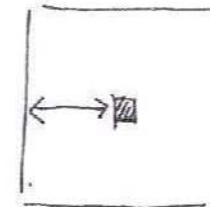
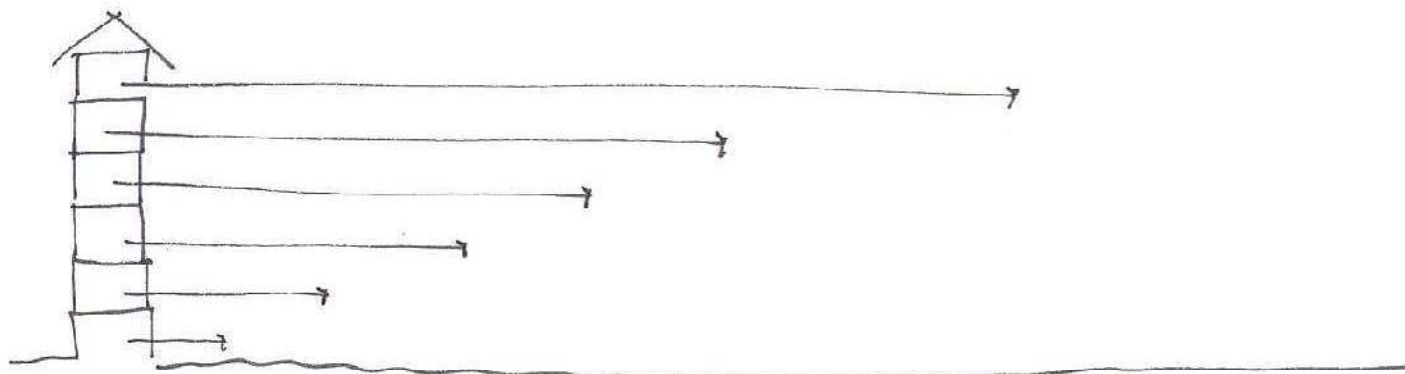
SCHAAN TODAY.

Everybody live in its "own castle" and have an own nature-place. Lot of waste land, not everyone would like to cultivate its own land. The aim : more nature to produce our resources for live. In this case : too much urban-area, not enough usable land!



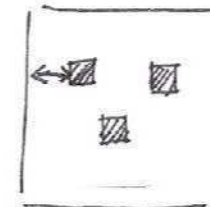
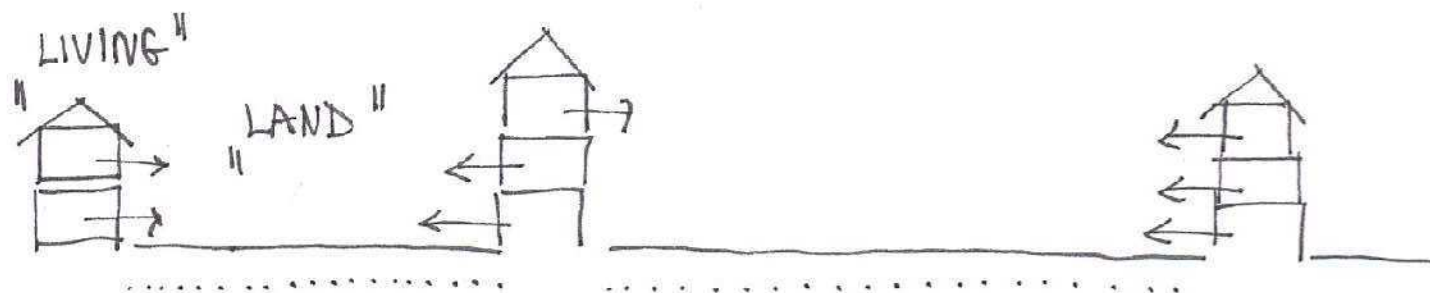
SCHAAN TOMORROW _ 1.

Put together the urban-area - more efficient, reduce the waste-land. The problems : dense settlement inside, the nature outside - means big distances, lose the contact with the nature - lose identity, more transportation - more energy - bigger footprint



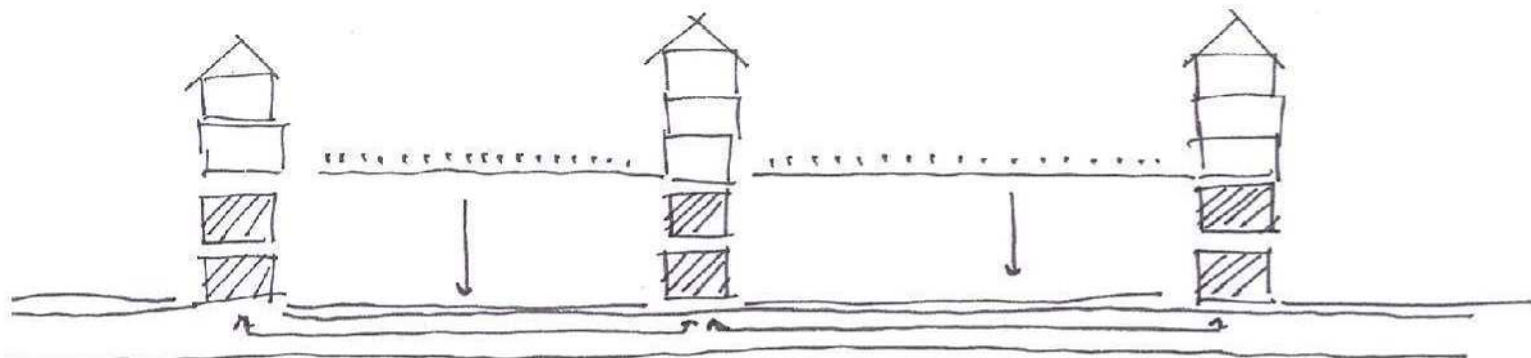
SCHAAN TOMORROW _ 2.

Layered the urban-area - much more efficient, larger nature area. The problems : dense and totaly new lifestyle, the nature outside - if everybody woul like to have own "nature" means bigger distances, changed contact with the nature - another identity too many people in a small place



SCHAAN TOMORROW _ 3.

Layered the urban-area - much more efficient, larger nature area. More dense and efficient than the system now. New lifestyle but don't lose the own identity!! Stay in contact with the nature. Sufficient number of people to live together, form a really big household , a big family.

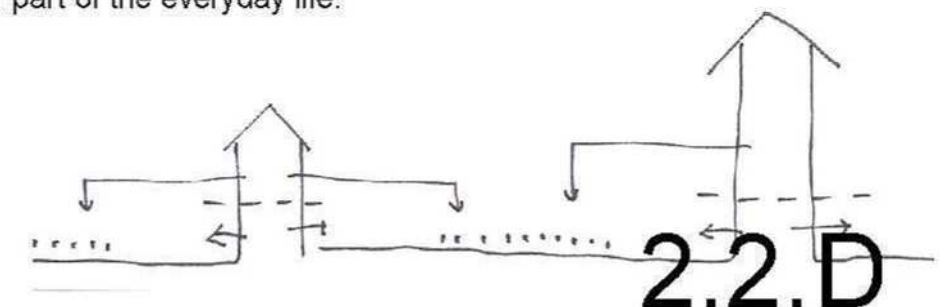


SCHAAN TOMORROW

Put in the system the other part of the everyday life:

- + learning places
- + working places
- + common life places

Layered the whole urban-life system and connect on the ground and under the groun too.

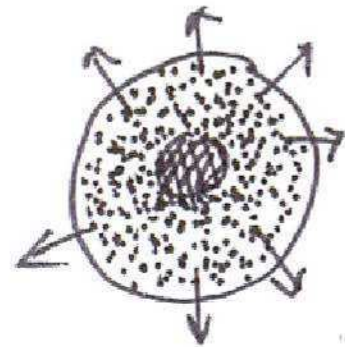


2.2.D

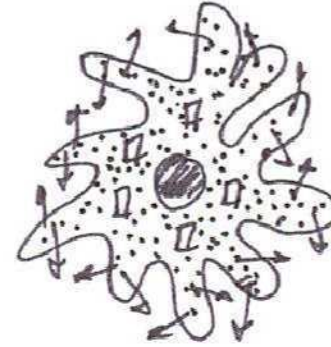
REDUCE THE FOOTPRINT !

- REDUCE THE ENERGY CONSUMPTION
- RENEWABLE ENERGY RESOURCES
- MORE EFFICIENT URBAN LANDUSE
- MORE EFFICIENT NATURE LANDUSE
- STOP THE VELOCITY
ALTERNATIVE TRAFFIC TOOLS
REDUCE THE DISTANCES
- ENERGY INFRASTRUCTURE INSTEAD
OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE

MORE EFFICIENT LANDUSE



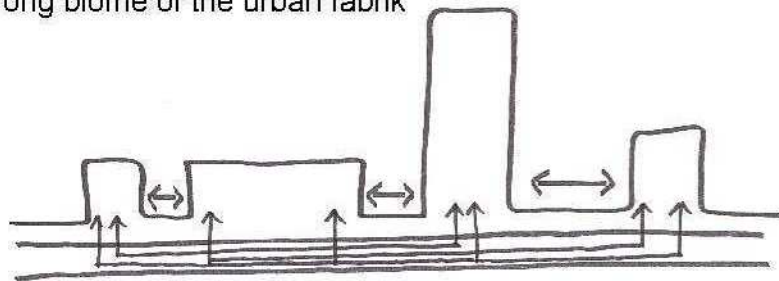
too dense
moving to the nature and back
transportation - energy input !
unhealthy
lose the connection with the
nature - lose the identity



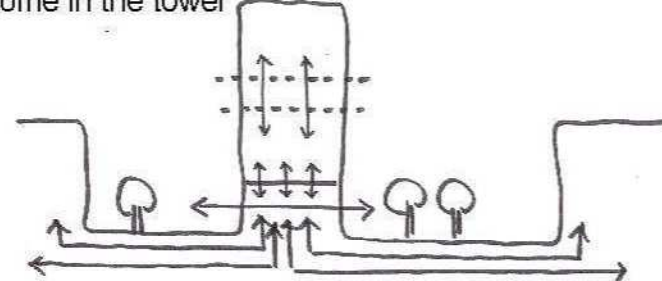
healthy density
living in contact with the nature
reduced distance = reduced energy!
livable
don't lose the identity

LIVING LEARNING WORKING TOGETHER

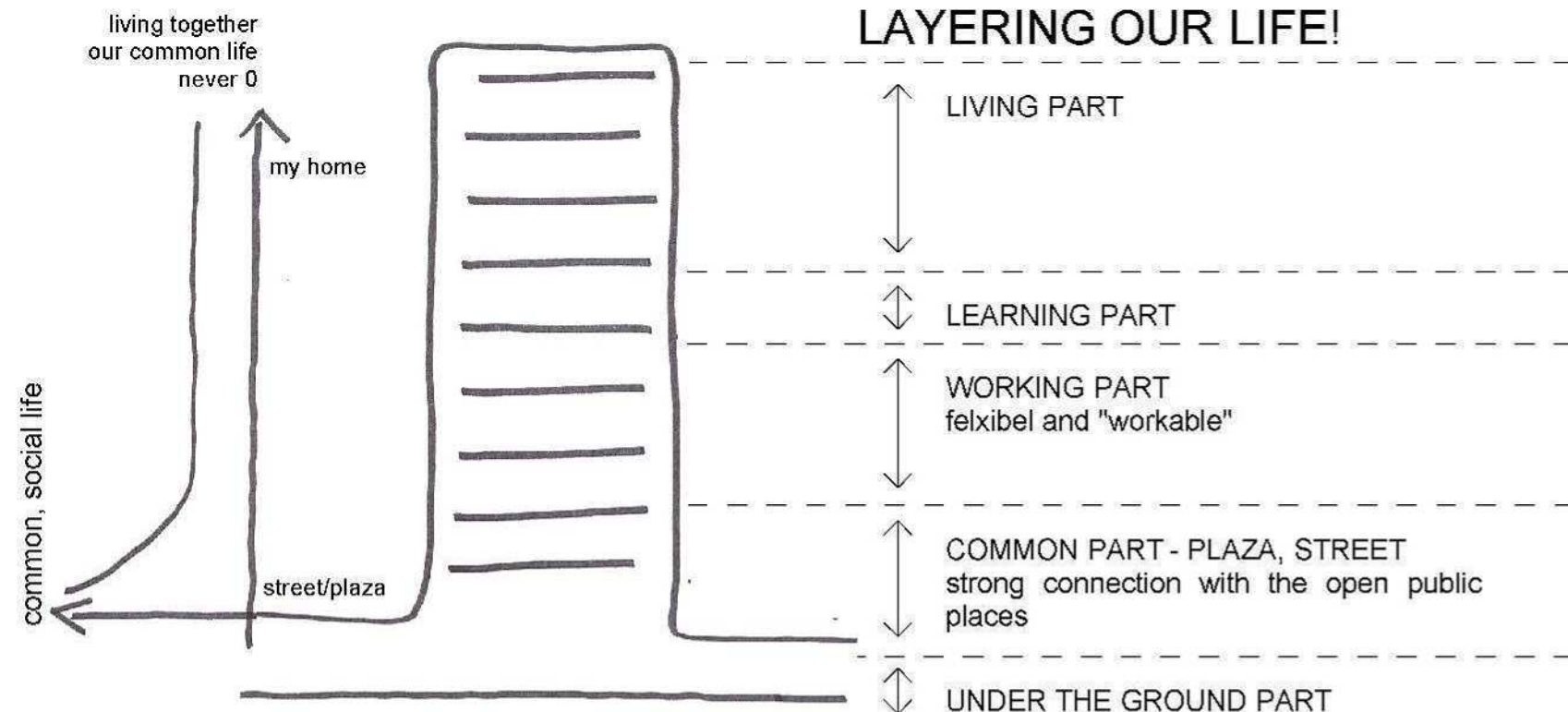
"MUSHROOM EFFECT"
strong biome of the urban fabrik



TOGETHER IN THE TOWER
strong biome in the tower



LAYERING OUR LIFE!



DENSITY ??? _ LAYERED LIFE = TOWER

BUILDING AREA

LEVELS OF THE BUILDINGS

Layered urban means more useful building area and more useful nature are in the settlement and in the surrounding of the village too.
More useful area to "produce" our needs.

SOCIAL ASPECT

LEVELS OF OUR LIFE Density means people meet each other, get contact with each other... working and living together. More motivated people to solve problems together, working for their living community.

RENEWABLE _ LIFE CYCLE

BUILDING AREA

MATERIAL / TECHNOLOGY PART

Reduce the energy consumption !
Life-cycle of the building and the building materials - reduce the embodied energy
Use the local resources !
change the fossil to a renewable energy
passive and active ways of energy using
One Earth Society - 0,5 ha Society

SOCIAL ASPECT

PEOPLE'S LIFE

Motivated people together, change their life together : community consciousness
We have to work for our common Earth.
Lifelong learning process. Have to learn this new lifestyle. Living together, learning together and working together for our future.

IDENTITY _ TODAY AND TOMORROW

BUILDING AREA

ARCHITECTURE

In this rural situation a tower means a new architectural identity. The highest architecture in the village is the tower of the church or the watch-tower. Nowadays we build big chimneys. My new tower will change the architectural landscape. Give a new color to the urban fabric.

SOCIAL ASPECT IDENTITY IN THE RHEIN VALLEY

The tower in the village 1000 years before means the church, 100 years before means factory chimneys. All of these are kind of religions - spiritual centre. Now we lose the religion, the spirituality. This new tower can be the symbol of the new ideology : Sustainable Identity.

LIFESTYLE _ LIFE CYCLING STYLE

BUILDING AREA

MATERIAL / TECHNOLOGY PART

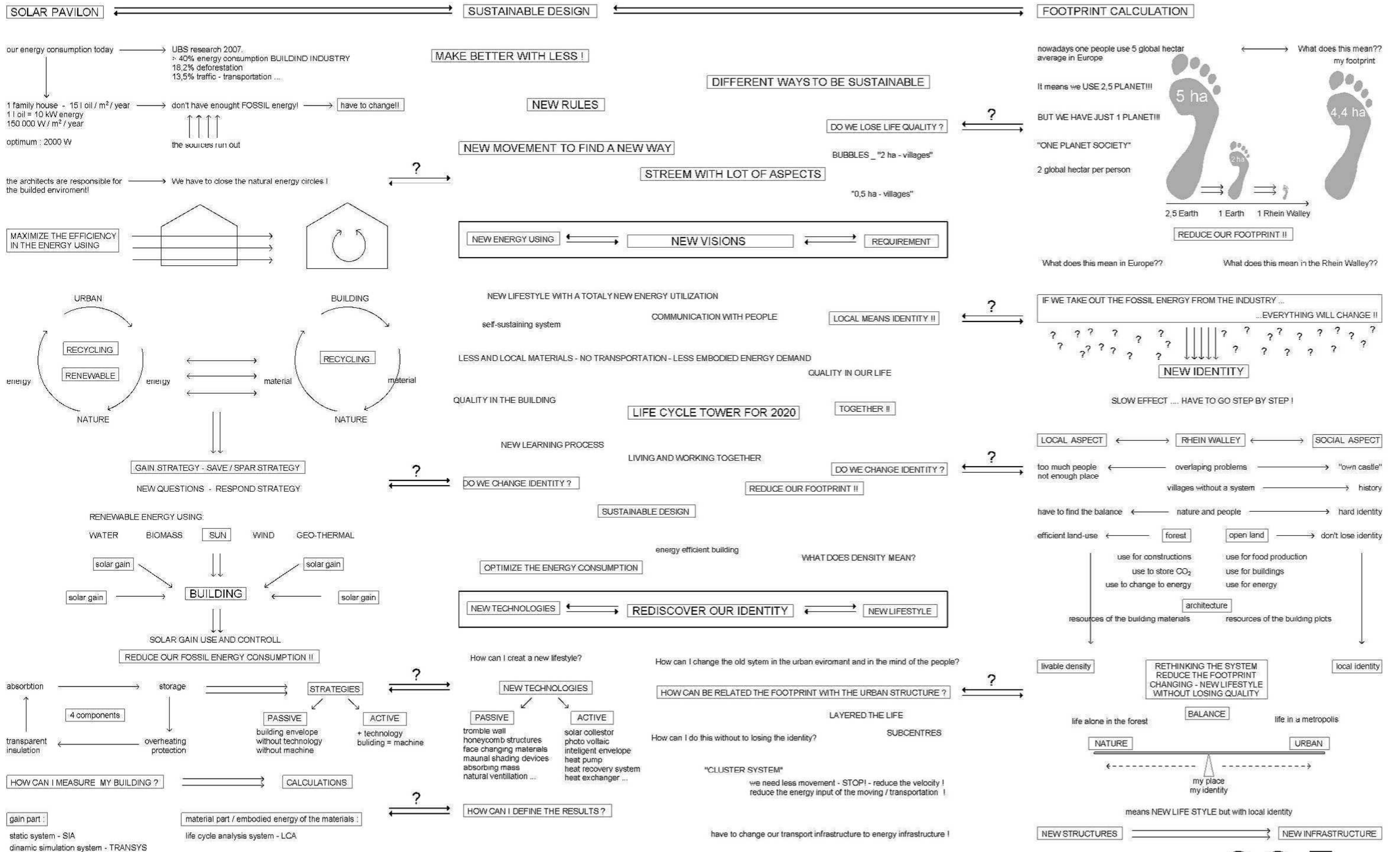
With this new lifestyle changed the basement of the architectural design. The building have to fit the new criteria. Good passive system with activation can work, but it isn't aim to build a machine. Balance between house and machine. It is the responsibility of the architecture.

SOCIAL ASPECT

PEOPLE'S LIFE

This tower means new lifestyle and new global identity : sustainable, but people don't have to lose their own identity!! Just reinterpreted the emphases. Have to find our place between the nature and the urban. We have to learn again living in this new world.

2.2.E



Institute of Architecture and Planning
Master of Science in Architecture, SS 2011
Sustainable Design
Professor Dietrich Schwarz, Assistant Robert Mair

Towers for 2020

47° 30' N, 9° 45' O

URBAN DENSITY – FUSION OF RESEARCH AND DESIGN

Project Studio Schwarz - Sustainable Design

Assignment

The government of Liechtenstein has brought a paper of vision on the table. How can we develop our small country towards more sustainability by the perspective of the year 2020? As design studio of sustainable design we want to contribute by detailed case studies. Three locations in the Rhein Valley - Vaduz, Schaan and Bregenz provide strategic plots for densification. Right on traffic junctions at existing parking lots, we project green towers for mixed use.

The innovative construction system of the life cycle tower (Rhomberg, Hermann Kaufmann, TU Graz,..) will be the starting point for the structure of the towers. "Fluid Glass" as future façade system comes up with new opportunities for comfortable interiors and new expressions of sustainable architecture.

In order to get the skills of simulation and on climate design we start with solar decathlon pavilion the first period of the semester. Fluid glass will be the power horse of our contribution. The result is going to be presented public.

Our main design projects of the towers will follow the trajectories of sustainability. What is the social impact of the building and its programme? How can we achieve long term cultural appreciation, a major factor for a long life cycle? What are the ecological impact and the contribution to user's health of the building? Last not least, economic efficiency related to the public importance of the building.

Learning Objectives

The Concentration 'Sustainable Design' is part of the Master of Science in Architecture Degree Program of the Institute of Architecture and Planning of the University of Liechtenstein. Going straight forward to detailing of the buildings envelope, Students develop an aesthetic expression by sensual construction. One could name it tectonics. The projects will be developed on the basis of the strictest Energy-Standards. The design-course will be supported by mandatory courses in Material Ecology, and Building Mechanical Systems. These mandatory courses are structured in three parts: communication of basic principles, application thereof through the use of particular software, and project related integration.

Integration

Material Ecology and Building Mechanical Systems are integrated by two experts, Christoph Ospelt and Bernhard Gasser. The goal of the integration is to use the acquired knowledge of the lectures in the project of the design studio. Each student works out the key elements of his/her project to reach the goal of high ecologic construction and maximised interior comfort by minimal energy consumption.

Goals

Sustainable design requires energy-optimized constructions. The aesthetic is mainly influenced by a precise handling of details. The design project of Studio Schwarz shows the connection from sensualism to material and further on, to construction.

Institute of Architecture and Planning
Master of Science in Architecture, SS 2011
Sustainable Design
Professor Dietrich Schwarz, Assistant Robert Mair

Towers for 2020

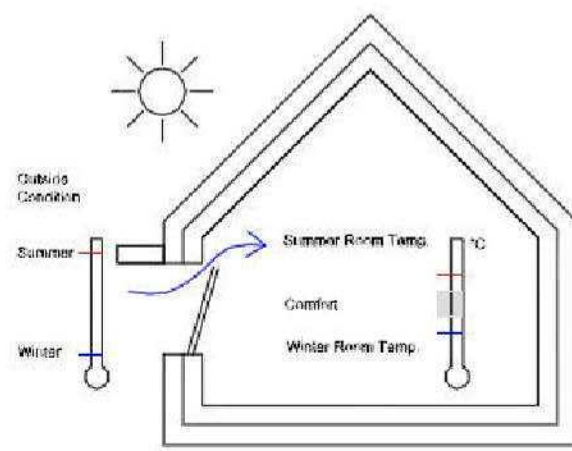
47° 30' N, 9° 45' O

URBAN DENSITY - FUSION OF RESEARCH AND DESIGN

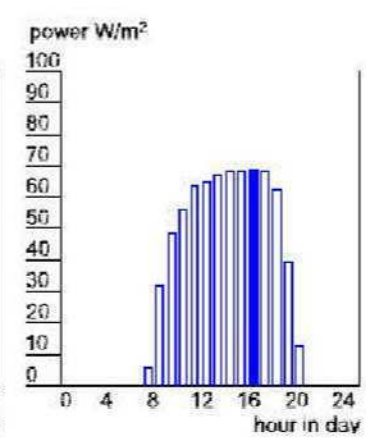
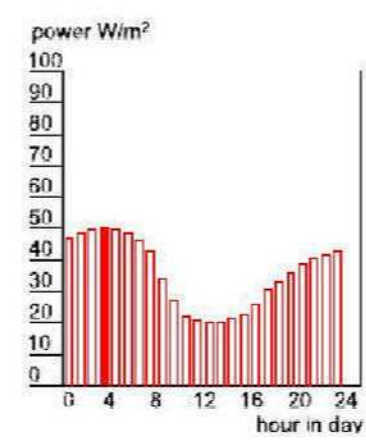
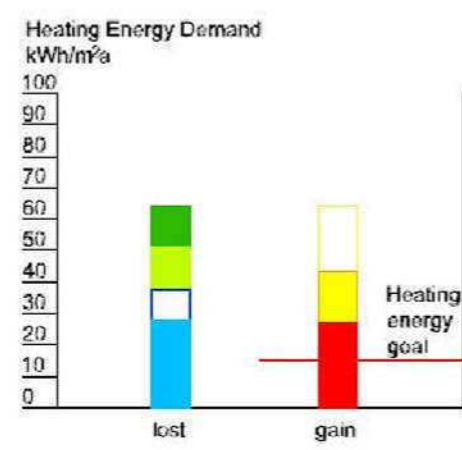


Based on the vision of a sustainable development of the upper Rheine valley within the next decade, our studio will focus on high rise buildings this semester. Associated with the Life Cycle Tower Project from Vorarlberg, students will develop timber structured towers merged with our internal research project - fluid glass.

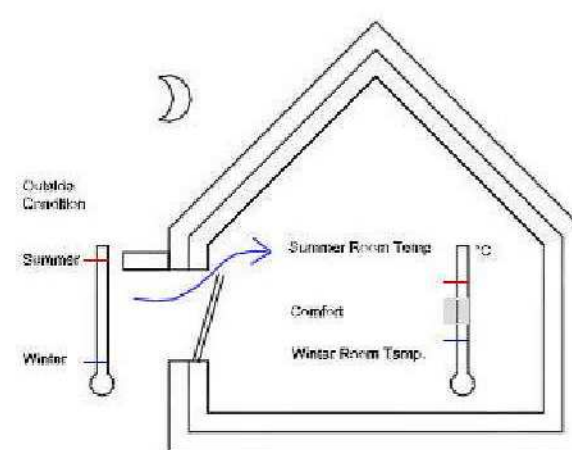
As a starting point solar decathlon contributions are projected in groups. So the skills of future solar architecture can be developed before designing the individual tower project.



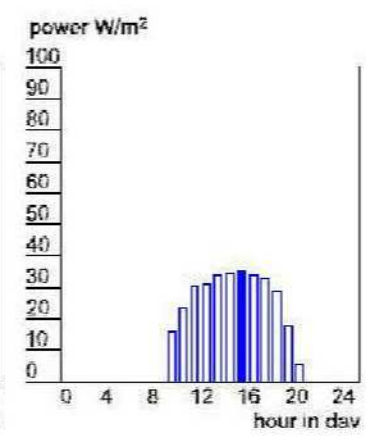
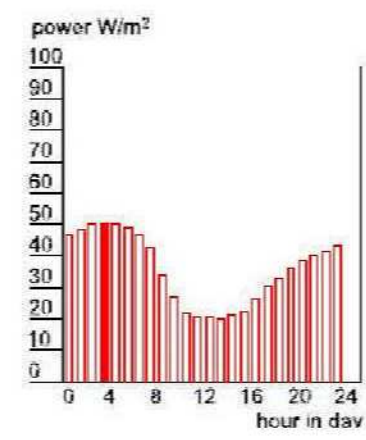
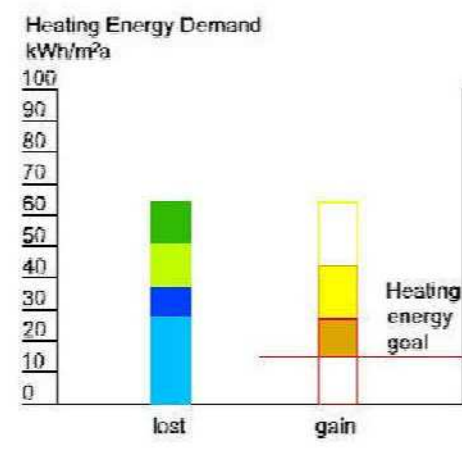
- | losses | gains |
|----------------------|---------------------|
| transmission losses | solar gain |
| windows | internal gain |
| walls | gain heating source |
| ventilation losses | |
| infiltration | |
| hygienic ventilation | |



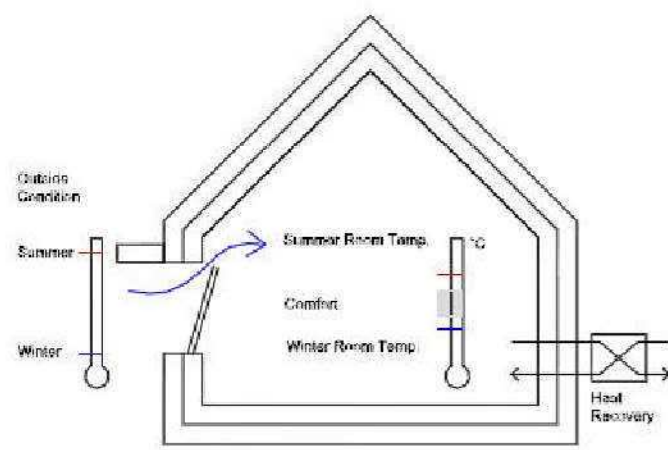
- █ max. heating load
- █ max. cooling load
- ▭ heating load
- ▭ cooling load



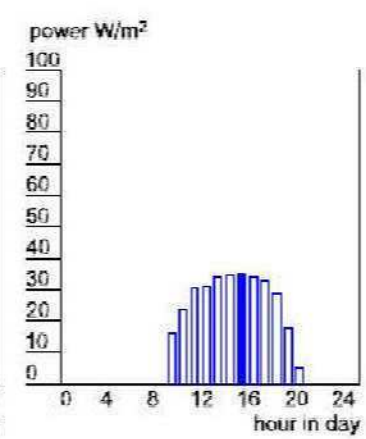
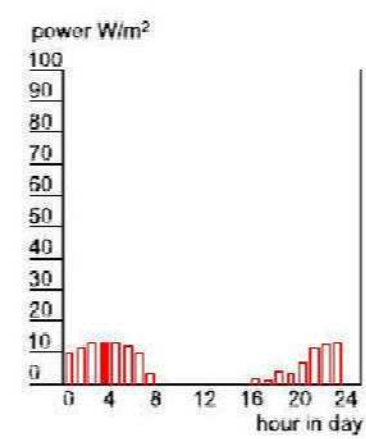
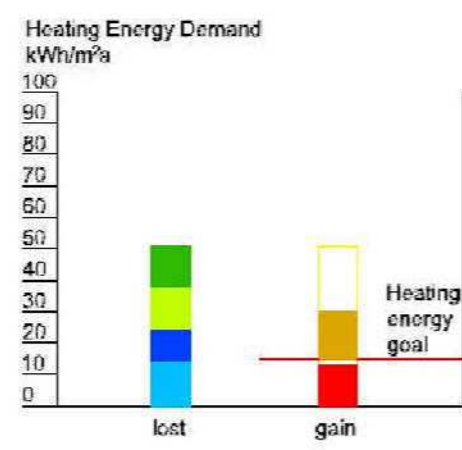
- | losses | gains |
|----------------------|---------------------|
| transmission losses | solar gain |
| windows | internal gain |
| walls | gain heating source |
| ventilation losses | |
| infiltration | |
| hygienic ventilation | |



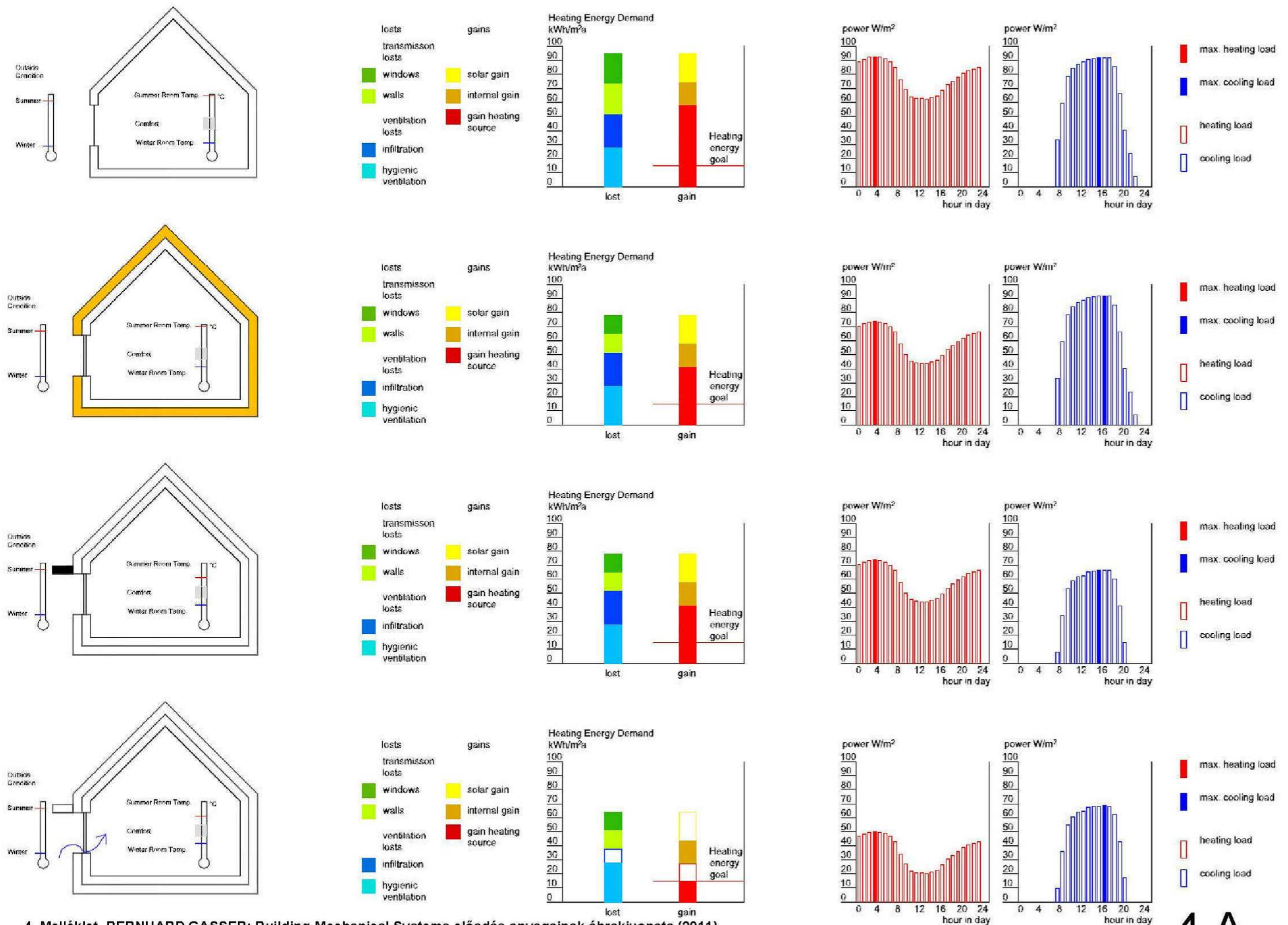
- █ max. heating load
- █ max. cooling load
- ▭ heating load
- ▭ cooling load



- | losses | gains |
|----------------------|---------------------|
| transmission losses | solar gain |
| windows | internal gain |
| walls | gain heating source |
| ventilation losses | |
| infiltration | |
| hygienic ventilation | |

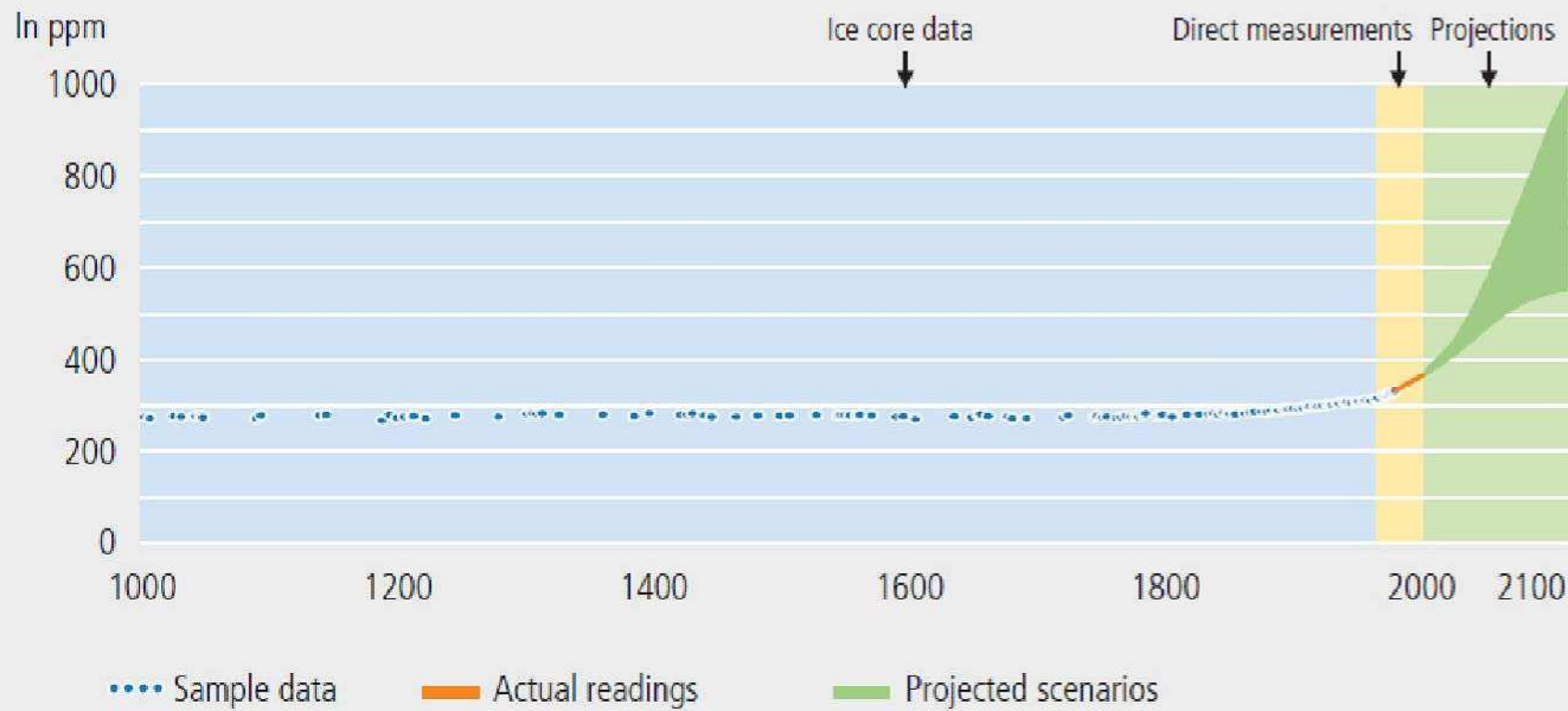


- █ max. heating load
- █ max. cooling load
- ▭ heating load
- ▭ cooling load



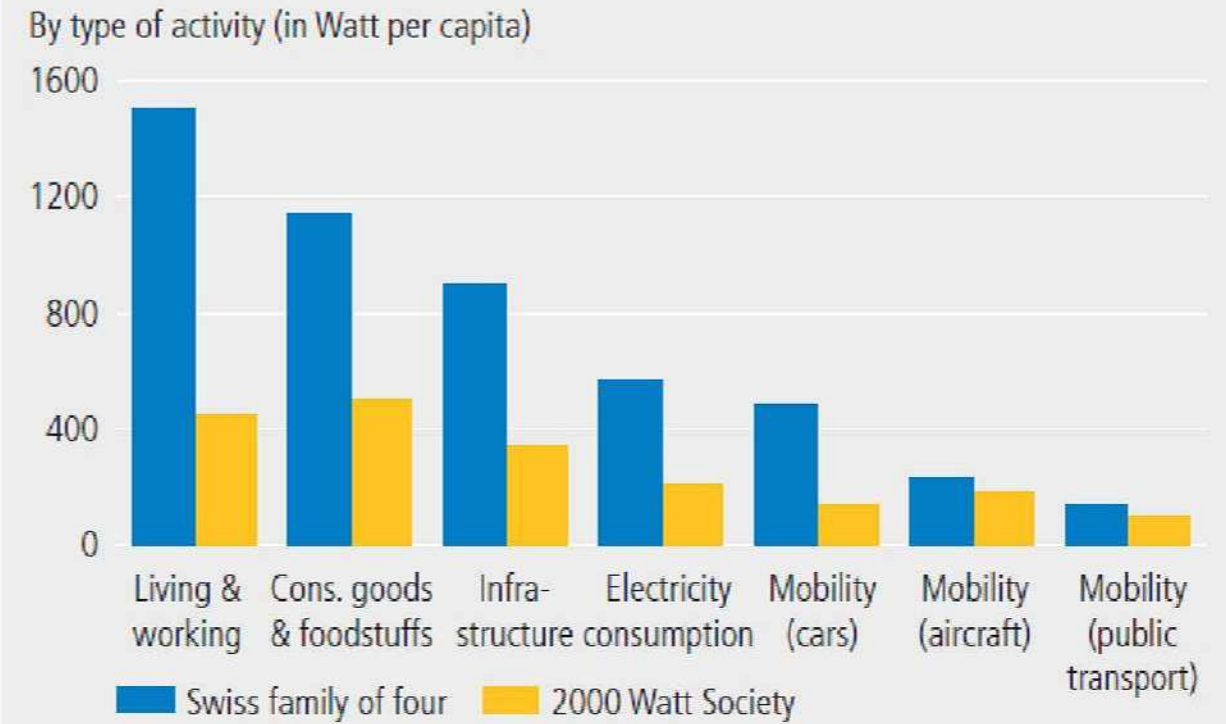
4. Melléklet, BERNHARD GASSER: Building Mechanical Systems előadás anyagainak ábrakivonata (2011)

Fig. 1.8: Scenarios of future carbon dioxide concentrations



Source: Intergovernmental Panel on Climate Change

Fig. 4.1: Energy consumption of the 2000 Watt Society



Source: 2000 Watt Society, Novatantis

Fig. 1.9: Scenarios of future temperature change

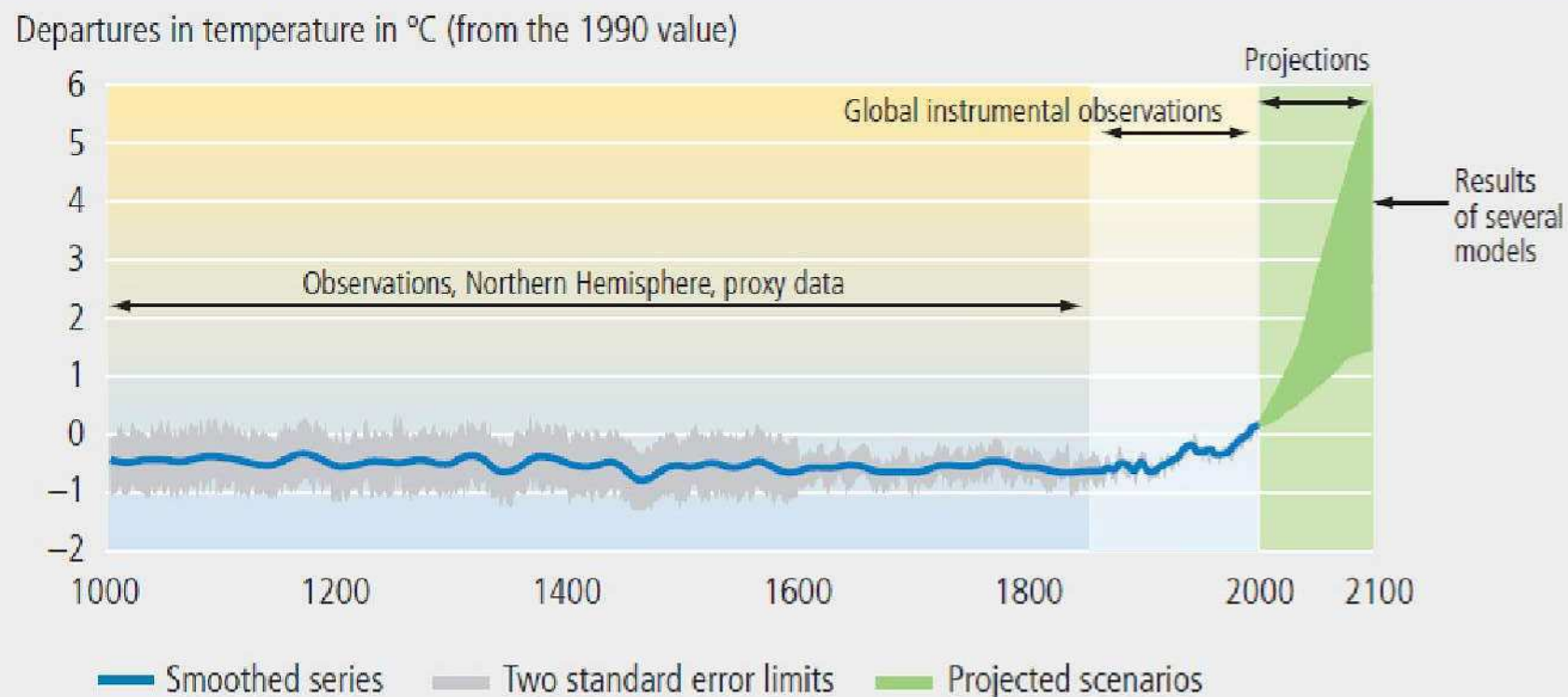


Fig. 2.1: Major sources of greenhouse gas emissions

