

# Hagyományos környezettudatosság

Az építész szerepe és forrásai a környezettudatos építésben

BME Építészmérnöki Kar, Lakóépülettervezési Tanszék, 2014  
Témavezető: Perényi Tamás DLA



# Tartalomjegyzék

Absztrakt	7
1. Előszó	7
2. A kutatás aktualitása	11
2.1. Népeségrobbanás és urbanizáció	11
2.2. A modern épületek anyag- és energiaáramai	12
2.3. A technikai forradalom hatásai	12
3. A kutatás célkitűzései	13
3.1. A kutatáscélkitűzései	13
3.2. A kutatás terület behatárolása	13
4. A környezettudatos építészeti elméleti alapjai és eredményei	14
4.1. A környezettudatos építés hagyományai és áramlatai	14
4.1.1. Low-tech	14
4.1.2. „Smart-tech/ Slow-tech”	15
4.1.3. High-tech	16
4.2. A környezettudatos építés szabályozása és szabványai	17
4.2.1. Passzívház standard – Németország (1990-)	18
4.2.2. BREEAM (1990-), Code for Sustainable Homes (2007), DGNB (2011)	18
4.3. A környezettudatos építészeti fogalmának meghatározása	19
4.4. A kutatás módszere	20
5. A környezettudatos építészeti gyakorlatban	21
5.1. Helyszín vizsgálat	22
5.1.1. A természeti adottságok vizsgálata	22
5.1.1.1. Domborzat	23
5.1.1.2. Éghajlat	25
5.1.2. A regionális építészeti hagyományok vizsgálata	26
5.1.3. Infrastruktúra	27
5.1.3.1. Zöld infrastruktúra	28
5.1.3.2. Szürke infrastruktúra	30
5.1.3.3. A helyi infrastruktúra - Összefoglalás	33
5.1.4. A helyszín vizsgálatának jelentősége	34
5.2. Telepítés	35
5.2.1. Épületek telepítésének energetikai vonatkozásai	35
5.2.1.1. Természetes megvilágítás és szoláris energia nyereségek	35
5.2.1.2. Az épületek körüli légáramlatok	37
5.2.2. Az épületek közötti külső terek minősége	38
5.2.2.1. Területhasználat	39
5.2.2.2. Telken belüli úthálózat	39
5.2.3.3. Kertészeti kialakítás (Telek zöld infrastruktúrája)	40
5.2.3. A környezettudatos épülettelepítés a gyakorlatban	41
5.2.4. Összefoglalás	42
5.3. Tömegalakítás	43
5.3.1. Lépték, méret és forma	43
5.3.2. A természeti adottságok szerepe a tömegalakításban	45
5.3.3. Összefoglalás	47
5.4. Téralkotás	48
5.4.1. Méret, funkcionalitás, flexibilitás	48
5.4.2. Kapcsolat a természetes környezettel	50
5.4.3. A természetes megvilágítás szerepe a téralkotásban	52
5.4.4. Energiatudatos téralkotás	53
5.4.4.1. A Szoláris energia hasznosítása - Tájékozás, napterek	53
5.4.4.2. Természetes szellőzés	55
5.4.5. Összefoglalás	57
5.5. Homlokzatképzés	58
5.5.1. Homlokzati anyagok	58
5.5.2. A nyílások tájékozása és a homlokzati nyílásarány	60
5.5.3. Speciális homlokzati megoldások	61
5.5.4. Összefoglalás	64

5.6. Épületszerkezetek	65
5.6.1. A környezettudatos épületszerkezet-tervezés elméleti háttere	66
5.6.2. A környezettudatos épületszerkezet-tervezés a gyakorlatban	67
5.6.3. Összefoglalás	70
6. Szellemi erőforrások	71
6.1. A környezettudatosság alapelveinek ismerete és integrációja	71
6.2. A környezettudatosság alapelveinek adaptálása a helyi viszonyokra	71
6.3. Kommunikáció	72
7. További kutatási területek	73
9. Irodalomjegyzék	75
10. Ábrajegyzék	78

## Rövidítések és idegen nyelvű kifejezések jegyzéke

- I. **UNEP:** United Nation Environmental Programme / Egyesült Nemzetek Szövetségének környezeti programja
- II. **CITES:** Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora/ Egyezmény a veszélyeztetett vadon élő állat- és növényfajok nemzetközi kereskedelméről
- III. **IPCC:** *Intergovernmental Panel on Climate Change* / Éghajlat-változási Kormányközi Testület
- IV. **CBD:** Convention on Biological Diversity/ Egyezmény a biológiai sokféleségről
- V. **CNC:** Computer Numerical Control / Számítógép vezérelte szerszámgép
- VI. **CAD:** Computer Aided Design / Számítógéppel segített tervezés
- VII. **CAAD:** Computer Aided Architectural Design / Számítógéppel segített építészeti tervezés
- VIII. **BRE:** Building Research Establishment/Építésügyi Kutatási Intézet
- IX. **BREEAM:** Building Research Establishment Environmental Assessment Method / A BRE szervezet épületek környezeti jellemzőit elemző vizsgálati módszere
- X. **CSH:** Code for Sustainable Homes/ A fenntartható otthonok szabályzata
- XI. **London Plan:** London Városfejlesztési koncepciója
- XII. **DGNB:** Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen / Egyesület a fenntartható építésért
- XIII. **DGSNB:** Deutsche GüteSiegel für Nachhaltiges Bauen / Tanúsítvány a fenntartható építésért
- XIV. **CABE:** Commission for Architecture and the Built Environment / Építészeti és épített környezettel foglalkozó bizottság (az Egyesült Királyság kormányának nyilvános testülete)
- XV. **WHO:** World Health Organization / Egészségügyi Világszervezet
- XVI. **Ecology:** ökológia
- XVII. **Ecological Enhancement:** ökológiai értékek növelése
- XVIII. **Site Location:** telek elhelyezkedés
- XIX. **CIE:** International Commission on Illumination / Nemzetközi Megvilágítási Bizottság
- XX. **SUDS:** Sustainable Urban Drainage System / Fenntartható városi vízvezető rendszer
- XXI. **SIN:** Substitute it Now / Helyettesítsd most
- XXII. **Green Guide** / Zöld Útmutató



# Absztrakt

Napjaink egyik legnagyobb kihívása a globális méretű környezeti problémák mielőbbi megoldása, mely a kortárs építészet területén is érezteti hatását: a fenntarthatóság, az épületek környezetterhelése egyre gyakrabban képezi az építészetet érintő párbeszéd tárgyat, melynek oka elsősorban az épületek létrehozásához és működéséhez köthető energiafelhasználás és szennyezőanyag-kibocsátás hatalmas mértéke.

A környezettudatos építés kérdései és kihívásai sok építész foglalkoztatnak, s az elmúlt évtizedekben számos épület született világszerte, melyeket a környezettudatosság ideája inspirált. Az épületek a kortárs építészet egészéhez hasonlóan végtelen sokszínűséget mutatnak, s a környezettudatos gondolkodás is a legkülönbözőbb módon jelenik meg bennük.

- Mit is jelent azonban valójában a környezettudatos építés?
- Melyek azok az aspektusok, melyek egy környezettudatos épületet szellemi és technikai értelemben meghatároznak?
- Melyek azok a kifejezetten az építészet eszköztárába tartozó szempontok, melyek egy épület környezetterhelését leginkább befolyásolják?
- Igaz-e a felvetés, hogy egy régió építészeti hagyományainak ismerete, az évszázadok alatt felhalmozódott építési tudás eredményeinek alkalmazása nagymértékben hozzájárul a környezettudatossági szempontok érvényesítéséhez?

Az értekezés ezekre a kérdésekre keresi a választ.

A kutatás fő célja annak feltérképezése, hogy a környezettudatosság gondolata milyen módon jelenhet meg az alkotási folyamatban, és hogyan befolyásolja a tervezői gondolkodást.

Az építészet kettős meghatározottságából és a téma komplexitásából adódóan a környezettudatos építészet vizsgálata komplex megközelítést igényel, melyben az építészet szellemi és technikai oldala egyaránt szerepet kell kapjon. A környezeti kihívások napjainkban sajnos olyan méreteket öltöttek, hogy már csak emiatt sem lehetséges a téma kizárólag szellemi-filozófiai oldalról való megközelítése, a teljesség érdekében szükség van a környezettudatos építés gyakorlati eszközeinek vizsgálatára is.

Mindazonáltal az értekezés nem szeretné túllépni az építészet adta kereteket, emiatt a gyakorlati szempontok közül elsősorban az építészeti tervezéshez szorosan kapcsolódó szakmai szempontokat (telepítés, tájolás, térbeli elrendezés, homlokzati kialakítás, stb.) vizsgálom. A környezettudatos építés tisztán építészeti megoldásainak vizsgálata azért is indokolt, mert az alapvető építészeti döntések nagymértékben befolyásolják az épületek környezetterhelését, s a helyes építészeti döntések képezik az alapját minden környezettudatos épületnek, technikai felszereltségtől függetlenül.

Az értekezés a környezettudatos építészet alkotásfilozófiai és szakmai háttérét egy képzeletbeli tervezési folyamatba illesztve mutatja be, abban a meghatározott tervezési szakaszban, melyben az adott szempont leginkább releváns.

Az értekezésben vizsgált tervezési szakaszok a következők:

- Helyszín vizsgálat
- Telepítés
- Tömegalakítás
- 
- Térbeli elrendezés
- Homlokzati kialakítás
- Épületszerkezetek



# 1.Előszó

„Az emberiség teljes történelme során összesen nem változott annyit a föld, mint az elmúlt ötven évben.

Az elmúlt 15 év átlaghőmérséklete a valaha mért legmagasabb.  
Az elmúlt 40 évben a sarki jég vastagsága 40%-kal csökkent.  
Évente 13 millió hektár erdőt irtunk ki, hogy mezőgazdasági területeket nyerjünk.  
Csaknem ugyanennyi mezőgazdasági területet veszítünk el szikesedés vagy talajerózió miatt.  
A fajok kihalásának üteme ezerszerese a természetes rátának.  
A tengerszint 20 cm-rel emelkedett a huszadik században.  
A tengerekből kifogott halmennyiség több mint ötször annyi, mint 1950-ben.  
A tengerek ¼-e túlhalászott, és a kimerülés veszélye fenyegeti.

1950 óta a lakosság csaknem háromszorosára nőtt. A lakosság 50%-a városokban él.  
Naponta 5000 ember hal meg ivóvízhiány miatt. 1 milliárd ember van híján a tiszta ivóvíznek.  
A világban 12-szer annyit költünk fegyverkezésre, mint a fejlődő országok megsegítésére.  
2050-re a klímamenekültek becsült száma elérheti a 200 milliót.

A nemzetközi kereskedelem csaknem hússzorosa az 50 évvel ezelőttinek.  
Az emberiség által használt energia 80%-a fosszilis eredetű.  
A Nap 1 óra alatt több energiát biztosít, mint a teljes emberiség éves energiafelhasználása.”

Részletek Yann Arthus-Bertrand „HOME” című filmjéből <sup>(01)</sup>



1.1. Ábra. Környezeti Problémák

Légszennyezés, erdőirtás, a talaj szikesedése, vízszennyezés, talajszennyezés

# 1. Bevezetés

## A XXI. század környezeti kihívásai

Társadalmunk sokat változott az elmúlt évtizedekben, értékrendünk, életvitelünk és fogyasztási szokásaink egyaránt átalakultak. Gazdasági berendezkedésünk motorja az állandó fogyasztás, nem a valós szükségletek kielégítése, a fogyasztás identitásunk meghatározásának részévé vált <sup>(03)</sup>. A korábban nem tapasztalt mértékű technikai fejlődés a kényelem mellett magával hozta a természetes környezetünktől való eltávolodást is. Az ember elszakadt a természettől, életének nagy részét mesterséges környezetben tölti, és már nincs is igazán tudatában a természet adta kincseknek.

A környezeti kihívás, mellyel most szembe kell néznünk, életmódunk és társadalmi-gazdasági berendezkedésünk eredménye. Természetesen nem ez az egyedüli problémája az emberiségnek, de jól mutatja, hogy egy alapvető szemléletváltás társadalmi és gazdasági berendezkedésünkben nem halogatható tovább. Bár az olyan kérdésekben, mint a globális felmelegedés valódi oka vagy a kőolajkészletek kimerülésének pontos ideje még nincsen teljes konszenzus (Al Gore<sup>05</sup> vs. Lord Monckton<sup>06</sup>), egyre világosabbá válik, hogy életvitelünket és erőforrásaink felhasználását racionalizálnunk kell, máskülönben az eljövendő generációk életfeltételeit és örökségét sodorhatjuk veszélybe.

„A természet nem a vagyontárgyunk: úgy kell átadnunk gyermekeinknek, ahogy kaptuk.”  
Oscar Wilde

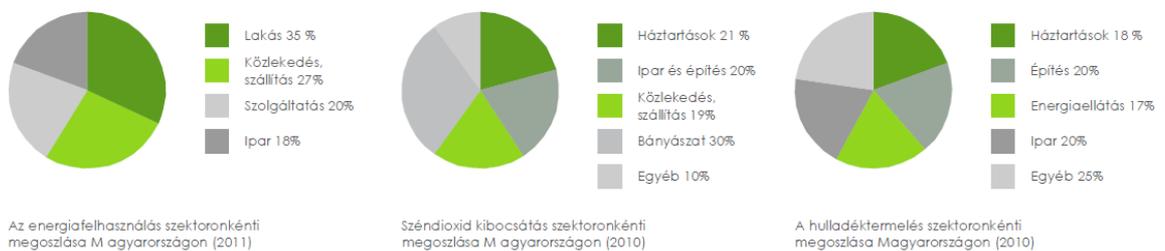
Rachel Carson 1962-ben megjelent „Silent Spring” (Néma Tavasz) című könyve, a Római Klub 1972-es jelentése, a „Limits to Growth” (A növekedés határai) voltak az első mérföldkövek, melyek rádöbbsentették az emberiséget a környezeti problémákra és arra, hogy a Föld forrásai bizony végesek, és kimerítésük emberi léptékkal mérhető közelségbe került. Az UNEP<sup>I</sup> 1972-es megalakulása, valamint az azt követő globális programok és nemzetközi egyezmények (CITES<sup>II</sup> – 1973; Montreal-Protokol – 1982; IPCC<sup>III</sup> – 1988; Riói Nyilatkozat és Agenda 21 – 1992; CBD<sup>IV</sup> – 1992 <sup>(08)</sup>) tekinthetők az első lépéseknek egy környezettudatosabb társadalom és gazdaság megteremtésében.

Bár a kihívások felismerése már megtörtént, és a problémák megoldása is megkezdődött, törekvéseink nagy része még csupán gyerekcipőben jár. Ugyan az olyan eredmények, mint a környezetvédelmi területek és a megújuló energiaforrások felhasználásának növekedése optimizmusra adhatnak okot, számos feladat áll még előttünk. A környezeti kihívásokat vélhetően csak az életünk számos területét érintő szemléletváltás és szakmákon átívelő együttműködés lesz képes megoldani. Jelen kutatás a feladatok számottevő részét képező, az építészet területén előttünk álló kihívásokra koncentrálna.

## 2. A kutatás aktualitása

Milyen kapcsolat van azonban (van-e egyáltalán kapcsolat) a környezeti kihívások megoldása és az építészet között?

A statisztikák szerint az épületek az üvegházhatású gázok kibocsátásának 30%-áért, energiafogyasztásunk 40%-áért, a nyersanyag-felhasználás 40%-áért, az ivóvíz-felhasználás 12%-áért, és a szilárd hulladékok 40%-áért felelősek világszerte <sup>(08)</sup>.



1.2. Ábra. Az épületek környezetterhelése

Forrás: Eurostat Pocketbooks Energy, transport and environment indicators

A fenti statisztikák jól mutatják, hogy az épületek energia, víz és nyersanyag-felhasználásának racionalizálása a környezeti kihívások megoldásának egyik fontos szegmense lehet. Az UNEP arra is rámutat, hogy az ebben a szektorban elérhető eredmények a fejlett és a fejlődő országok számára egyaránt kitűnő lehetőségeket biztosítanak az emissziók csökkentése terén. A XXI. század építészetének alapvetően három, egymáshoz szorosan kapcsolódó nagy kérdése-kihívása van:

### 2.1. Népeségrobbanás és urbanizáció

Az elmúlt öt évtized globális népességnövekedése és a megnövekedett népesség városokba áramlása új kihívások elé állítja a XXI. század építészetét. Míg korábban a városok organikusan fejlődtek – a környező vidék eltartó képességének megfelelően –, az urbanizációnak napjainkban szinte semmi sem szab határt. A XIX. század végén - XX. század elején általánossá vált vasúti és közúti közlekedés lehetővé tette, hogy a városok elszakadjanak a vidéktől, így azok növekedését többé semmi sem akadályozta <sup>(10)</sup>. Míg a városok korábban szorosan a környező vidékhez kapcsolódtak, a modern infrastruktúra lehetővé tette, hogy napjainkban szinte bárhol, bármekkora város építhető. A kérdés, hogy milyen áron.

Az olaj alapú gazdaság elterjedésével a városok ugyan a vidéktől függetlenné váltak, létük azonban nagy részben a fosszilis energiahordozóktól és az ezek által életben tartott infrastruktúrától függ. Sir Norman Foster szerint a világ energiafelhasználásának mintegy 40%-a épületeinkhez, 34%-a a közlekedéshez és szállításához kötődik <sup>(12)</sup>. Az tehát, hogy városainkat milyen módon építjük és működtetjük, az emberiség energiafelhasználásának kb. ¼-éért felelős <sup>(12)</sup>. Tekintve, hogy a világ népességének mintegy fele városokban él <sup>(01)</sup>, teljesen nyilvánvaló, hogy a városépítés, a városok környezettudatos fejlesztése és fenntartása a XXI. század egyik legnagyobb kihívása mind társadalmi, mind környezeti szempontból.

## 2.2. A modern épületek anyag- és energiaáramai

Az UNEP statisztikái jól mutatják a kortárs épületekben felhasznált anyagok és energia hihetetlen mennyiségét <sup>(68)</sup>. Épületeink energia, víz és nyersanyag-felhasználása nem kellően hatékony, létrehozásuk és működtetésük is az ésszerűnél jóval több forrást emészt fel:

A lakóépületekben felhasznált hatalmas mennyiségű ivóvíz – 150 l/fő/nap – kb. 30%-át WC öblítésre használjuk <sup>(68)</sup>. Az épületekben felhasznált megújuló forrásból származó energiák aránya még a fejlett országokban is rendkívül alacsony (15-35% körüli <sup>(39)</sup>). Épületeink nagy része a fosszilis energiahordozóktól függ, holott a megújuló energiahordozók hasznosításának technológiája már évtizedek óta a rendelkezésünkre áll. Az épületekben felhasznált nyersanyagok nagy távolságokat tesznek meg, mielőtt az épületek alkotóelemeivé válnának (egzotikus fafajták, gránit, márvány, stb.), sok esetben teljesen szükségtelenül. Az építéshez felhasznált anyagok nagy része az épület bontása után a hulladéklerakókban végzi, ahol a talajt és a természetes vizeket egyaránt szennyezi.

Teljesen nyilvánvaló tehát, hogy a kortárs épületek energia, víz és nyersanyag-felhasználását amennyire csak lehetséges optimalizálni, az épületek létrehozásához és használatához köthető környezetszennyezést pedig csökkenteni kell, amennyire ez lehetséges. Az épületet olyan rendszerként kellene értelmezni, amelyben a különböző energia és anyagáramok a természetes környezet eltartó képességéhez igazodnak, azaz az épület nem használ több energiát és anyagot, mint amennyi a természetben újratermelődik, s nem bocsát ki több szennyeződést, mint amennyit a természetes környezet adott idő alatt elnyelni képes.

## 2.3. A technikai forradalom hatásai

A XX. század technikai forradalma számos változást hozott az építészet területén. Az új építőanyagok, a vasbeton, az acél és a műanyagok megjelenése nagy szerepet játszott a modern építészet formanyelvének kialakulásában. Az új vívmányok (acél- és üvegszerkezetek, vasbeton váz, épületgépészet, épületautomatika, stb.) megjelenése által lehetőség nyílt az épületek sokkal kötetlenebb formálására, mint korábban bármikor, s a XX. században jelentkező tömeges lakásigényt sem igen lehetett az új konstrukciók nélkül kielégíteni. A társadalmi tégigény és a technikai fejlődés tehát egymást erősítő tényezőként jelentek meg az építészetben, új problémákat indukálva.

Míg korábban az épületek szorosan kötődtek helyhez, mind kulturális, mind környezeti értelemben, a modern anyagok és épületgépészeti berendezések lehetővé tették a helyi környezettől független épületek létrehozását. A jelenség sok esetben a regionális kultúra iránt érzéketlen, a környezeti hatásokat tekintve pedig pazarló, egyhangú épületeket eredményezett. Egyfajta torz szemlélet figyelhető meg sok kortárs „fenntartható” épület esetében is, a hangsúly egyelőre itt is főként a lehető legkorszerűbb anyagok és gépészeti berendezések alkalmazásán van. Tekintve, hogy a technológiai berendezések az épületek leggyorsabban avuló részeivé váltak, és előállításuk is nagy ráfordítást igényel, erősen kétségbe vonható, hogy a környezeti problémák csupán technika vívmányai által megoldhatók lesznek.

Bár a modern technika és az azt létrehozó emberi találékonyság kimeríthetetlen erőforrások, nagy kérdés, hogy a gyorsan avuló technikai berendezések (szellőztető rendszerek, kollektorok, épületautomatika, stb.) milyen és mekkora szerepet kaphatnak a kortárs építészetben. A technikát csak az éppen szükséges mértékben lenne szabad alkalmaznunk, és csak olyan esetekben, amikor az adott probléma másképp nem megoldható.

# 3. A kutatás célkitűzései

## 3.1. A kutatás célkitűzései

A kutatás fő célja annak feltérképezése, hogy a környezettudatosság gondolata milyen módon jelenhet meg az alkotási folyamatban, és hogyan befolyásolja a tervezői gondolkodást.

A vizsgálódás iránya kettős: elemzi egyfelől azt, hogy a környezettudatosság eszméje milyen hatással van az alkotás szellemi-filozófiai hátterére, másfelől vizsgálja azt, hogy a fenntarthatóság szakmai alapelvei hogyan jelennek meg az alkotási folyamat eredményében, az épületben.

A vizsgálódás az alábbi kérdésekre keresi a választ:

- Mi valójában a környezettudatos építés, melyek azok az aspektusok, melyek egy környezettudatos épületet szellemi és technikai értelemben meghatároznak?
- Melyek azok a kifejezetten az építészeti eszköztárba tartozó szempontok, melyek egy épület környezetterhelését leginkább befolyásolják?
- Igaz-e a felvetés, hogy egy régió építészeti hagyományainak ismerete, az évszázadok alatt felhalmozódott építési tudás eredményeinek alkalmazása nagymértékben hozzájárul a környezettudatossági szempontok érvényesítéséhez?

## 3.2. A kutatási terület behatárolása

A kutatás alapvetően a kisléptékű lakóépületekre – családi házak és alacsony intenzív beépítések – koncentrál. Ezek az épületek kitűnő lehetőséget adnak a környezettudatos építés gondolatvilágának és törekvéseinek széleskörű vizsgálatára, rávilágítva arra, hogy a környezettudatos építés a földrajzi elhelyezkedés és a helyi építési hagyományok függvényében regionálisan mást és mást jelent. A környezettudatos építés fogalmát – azt hogy azt helyi szinten hogyan értelmezzük – alapvetően meghatározzák a régió gazdasági és kulturális viszonyai, éghajlata és építési szokásai, melyek a lakóépületekben jól tükröződnek, ezek vizsgálata tehát nagymértékben segíti a környezettudatos építés szellemiségének és szakmai szempontjainak mélyebb megismerését.

Bár az intenzív beépítések mind a települési infrastruktúra, mind a helykihasználás szempontjából alapvetően előnyösebbek a szabadon álló épületeknél, az utóbbiak sem hagyhatók ki a vizsgálatból, elsősorban azért, mert a szabadon álló épületek világszerte széles körben elterjedtek, és Magyarországon is a lakóépület állomány meghatározó részét képezik.

# 4. A környezettudatos építészet elméleti alapjai és eredményei

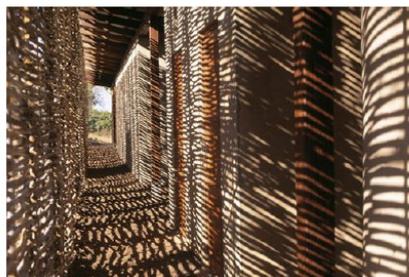
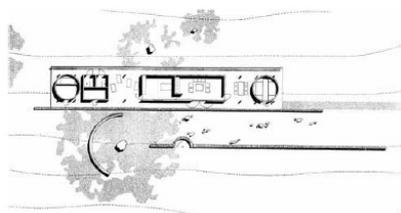
A kutatás módszerének meghatározásához elengedhetetlen a környezettudatos építészeti gondolkodás eddigi eredményeinek rövid áttekintése. A következő oldalakon található kis összeállítás a környezettudatos építészet jelenét bemutató helyzetkép, melyben annak főbb áramlatai és az épületeket értékelő minősítési rendszerek egyaránt szerepelnek. Fontos hangsúlyozni, hogy az itt szereplő válogatás célja kizárólag a kutatás módszerének meghatározása, nem a környezettudatos építészet eredményeinek átfogó bemutatása.

## 4.1. A környezettudatos építés hagyományai és áramlatai

A kortárs építészet egészéhez hasonlóan korunk környezetbarát épületei is rendkívüli sokszínűséget mutatnak. Bár a környezettudatos gondolkodás sokféleképpen megjelenhet az épületekben, a látszólag különböző épületeket egy fontos jellemző kapcsolja össze: a józan gondolkodás, a természeti környezettel való harmónia megteremtésének kísérlete, és a környezet eltartó képességének figyelembe vétele. Az épületek eltérő nyelvezettel ugyan, de azonos kihívásokra próbálnak választ adni. Az alkotói hozzáállás tekintetében a természeti környezethez és a technikához fűződő viszony elemzésével a környezettudatos építészet három jól elkülöníthető áramlata határozható meg.

### 4.1.1. Low-tech

A low-tech alkotói hozzáállását leginkább meghatározó alapelv az egyszerűség, a természeti környezet és a helyi építési hagyomány érzékeny figyelembevétele, újraértelmezése és továbbvitele, mely leginkább az anyagválasztásban és a hagyományos építési technikák alkalmazásában fejeződik ki. A hagyományos anyagoknak (vályog, nád, szalma, stb.) és építési technikáknak köszönhetően az épületek létrehozásához szükséges emberi munka aránya jellemzően magas.



- ✓ egyszerű forma, belső terek intenzív kapcsolata a természettel
- ✓ átmeneti terek és árnyékolás a kellemes lakóklima érdekében
- ✓ természetes szellőzés és hőtároló tömeg a túlmelegedés megelőzése érdekében
- ✓ helyi, természetes építőanyagok, hagyományos építési technikák

4.1.1. Ábra. Low tech

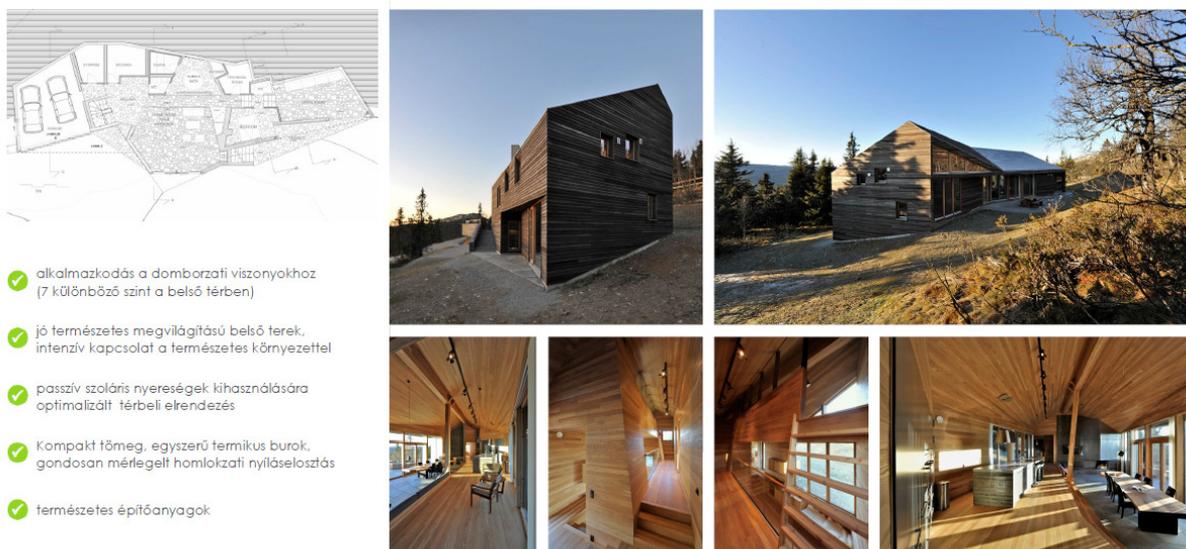
Heikkinen-Komonen: Villa Eila, Guinea, 1995

A bemutatott guineai épületben jól tükröződnek a környezettudatos gondolkodás ezen áramlatának alapelvei: fokozott érzékenység a helyi hagyományok iránt, tiszta, józan gondolkodás, egyszerű építészeti eszközök, elhatárolódás mindenfajta divat és stílusirányzattól. Az alkotó páros az épület elhelyezkedéséből adódó legnagyobb környezeti kihívást, a nyári napvédelmet, a helyi építési hagyomány tanulságait leszűrve egyszerű eszközökkel oldotta meg: jól pozícionált átmeneti terek, természetes árnyékolás, a hagyományos földfalazat, mint hőtároló tömeg. Bár az épület formavilágát tekintve karakteresen modern, anyagai, terei és szerkezetei jól mutatják, hogy gyökerei a helyi építési kultúrában vannak. Az épület értéke a hagyomány tiszteletében, megértésében, és továbbgondolásában rejlik, nem csupán szellemi értelemben, hanem a fenntarthatóság technikai követelményeit tekintve is.

#### 4.1.2. „Smart-tech/ Slow-tech”

A „Smart-tech” fogalma a kor technikai lehetőségeit intelligensen és csak a szükséges mértékben alkalmazó épületeket jelenti. A „Smart-tech” szellemében készült épületekre a fejlett és a fejlődő országokban is szép példákat találhatunk, a környezettudatos épületek műfaján belül talán ezek az épületek mutatják a legnagyobb sokszínűséget.

A Smart-tech épületek szellemiségükben sok ponton kapcsolódnak az előző fejezet épületeihez: meghatározó alapelvük az egyszerűség, a racionalitás, és az építéshely adottságainak és karakterének tiszteletben tartása. A Smart-tech jegyében fogant épületekben ugyanakkor gyakran találkozunk modern épületszerkezetekkel, melyek azonban a hely adottságai iránt általában érzékeny építészeti koncepció szerves részét képezik. A modern homlokzati anyagok, nagy üvegfelületek a Smart-tech épületeknek elválaszthatatlan alkotóelemei, melyek alkalmazása azonban ésszerű keretek között marad, s nem csorbítja az egyébként racionális, hely adottságaira érzékenyen reagáló alkotói gondolkodást.



4.1.2. Ábra. Jarmund Vignas: Kvitjell Ház

A bemutatott Kvitjell házban (4.1.2.Ábra) jól nyomon követhető a tradicionális skandináv természet-közelség és racionalitás, az épület szellemisége alapvetően a skandináv hagyományokban gyökerezik. A természetes anyagok, az egyszerű, kompakt tömeg, a racionális, mégis emberközeli belső terek, a természettel való intenzív kapcsolat mind-mind olyan vonások, melyek jól tükrözik a tervezők racionális hozzáállását, ugyanakkor a természetes környezet iránti érzékenységét is.

Az épület talán leginkább szembetűnő vonása a racionalitás és az érzelmekben gazdag, emberközeli terek mesterei egyensúlya, mely mind építészeti, mind fenntarthatósági szempontból önmagáért beszél.

A „Smart-tech” épületekben – szemben az előző csoport épületeivel – ugyan nagyobb arányban találunk iparilag előállított építőanyagokat és épületszerkezeteket, fontos azonban megjegyezni, hogy a gyártott szerkezetek általában csak ott jelennek meg ahol azokra valóban szükség van. Az elmúlt évek gazdasági nehézségei és az aktív technikai rendszerek költsége miatt a fejlett országokban is egyre nagyobb teret hódít ez a szemlélet, a tervezők mind nagyobb hangsúlyt helyeznek arra, hogy már a tervezés korai szakaszaiban is nagyobb hangsúlyt kapjanak az épület környezeti jellemzőit döntően befolyásoló kérdések.

### 4.1.3. High-tech

A high-tech épületek szellemiségüket tekintve gyökeresen különböznek az előző két csoport épületeitől: Míg azoknál a hely és a hagyomány lényeges, az épületet döntően meghatározó tényezők, addig a high-tech az építészeti alkotást alapvetően a technika és a produktivitás oldaláról közelíti meg: Mi a feladat, mik a problémák, ezeket hogyan lehet a legcélszerűbben, leggyorsabban megoldani. A high-tech világa a számok, a racionalitás és a technikai fejlődésbe vetett töretlen hit világa, melyet a racionális gondolkodás tart működésben.

Alkotói megközelítését tekintve a high-tech analitikus, alkotási módszere inkább egy tudományos kutatás módszerét idézi. Az alkotási folyamatban helyet kapnak ugyan az érzelmek és az intuíció, de szerepük háttérbe szorul a racionalitás mögött. A high-tech alkotási folyamata rendkívül komplex, sok területet érint, és az informatikai lehetőségeket maximálisan kihasználja, legyen szó számítógépes tervezésről (CAD, CAAD), számítógépes szimulációról, vagy az épületelem-gyártást támogató technológiákról (CNC).

Jogosan merülhet fel a kérdés, hogy a high-technek van-e létjogosultsága a környezettudatos építés világában. Annak ellenére, hogy a high-tech szellemisége gyökeresen eltér azoktól az ideáktól melyekre a környezettudatosságot hallva asszociálhatunk, nem szabad elfelejtenünk, hogy a fenntartható jövő nem kis mértékben olyan kérdésektől (pl. energiagazdálkodás, nyersanyagokkal való gazdálkodás) függ melyekre éppen a modern technológia lehetőségeinek kihasználásával adhatunk választ. A high-tech olyan területeken elért eredményei, mint az épületek energiaszükségletének drasztikus mértékű csökkentése vagy az épületelemek előregyártásával elérhető nyersanyag-megtakarítás olyan tényezők, melyeket a high-tech egyoldalú, technicista szemlélete ellenére sem szabad figyelmen kívül hagyni.

A bemutatott épület, a Chesa Futura (Jövő Háza, 4.1.3. Ábra) sajátos módon ötvözi a high-tech és a regionalizmus szellemiségét: A burkolatként alkalmazott helyi faanyagból készült zindely és a helyi épületekre is jellemző lábakra állított tömeg egyértelműen a tervezők kulturális kontextus iránti érzékenységét mutatja, az épület formanyelvét tekintve azonban karakteresen modern alkotás, mely magán viseli a high-tech racionális gondolkodásmódjának vonásait is. A lábakra állított tömeg ideális a hideg szelek elleni védelem szempontjából, s az épület identitását is meghatározó, organikus, ugyanakkor kompakt tömeg az épületburok hővesztésének csökkentése szempontjából is optimális. Az épület egyetlen jól átgondolt gesztus, melynek mind építészeti értéke, mind a környezettudatosság terén elért eredményei a racionális, helyi hagyományokra valamiképp mégis érzékeny alapkonceptió erejében rejlik. Az épület jó példa arra, hogy még a high-tech épületek sem mentesíthetik magukat teljesen a hely és a helyi hagyományok hatása alól. Az épület esetében pont a racionális gondolkodás vezetett el a helyi hagyományban gyökerező, földtől elemelt tömeghez, mely mind kulturális, mind környezeti-fenntarthatósági értelemben az épületben rejő talán legértékesebb gondolat.



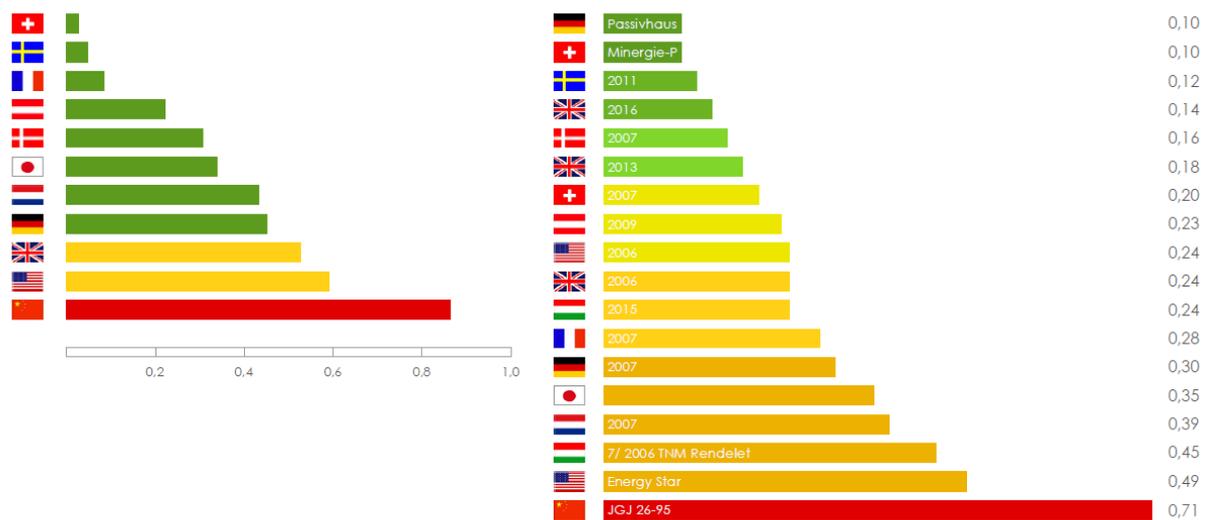
- ✓ kompakt, hővesztések csökkentése szempontjából ideális forma
- ✓ hagyományos építőanyag (fa) kifinomult, modern, számítógépes segítséggel tervezett és gyártott szerkezetek - kivitelezés környezetterhelése csekélyebb
- ✓ szoláris nyereség kihasználására törekedő alaprajzi elrendezés
- ✓ természetes megvilágítás

4.1.3. Ábra. Foster and Partners: Chesa Futura, St. Moritz, Svájc

Bár a High-tech a környezettudatosságra egyfajta sajátos „szűrőn” – a technika, a hatékonyság és a produktivitás szűrőjén – keresztül tekint, az épületek energetikai rendszereinek szimulációjában és az épületelemek gyártásában elért eredményei valóban csodálatra méltóak. Annak ellenére, hogy a számítógépes szimulációt jelen pillanatban elsősorban a nagyobb léptékű épületeknél (irodaházak, repterek, stb.) alkalmazzák, az elérhetőbb szimulációs szoftverek megjelenése és fejlődése a – kisebb léptékű – lakóépület-tervezés számára is nagy potenciállal bíró lehetőség.

## 4.2. A környezettudatos építés szabályozása és szabványai

Köszönhetően annak, hogy a XX. század végén egyre többen ébredtek rá a környezeti problémák súlyosságára, világszerte számos törekvés indult az épületek környezetterhelésének nyomon követésére és csökkentésére. Az alábbi táblázatok, melyek az épületek energiafelhasználását és határoló szerkezeteik U-értékét tartalmazzák, jól illusztrálják napjaink törekvéseit világszerte.



Épületek CO<sub>2</sub> kibocsátása kg CO<sub>2</sub>/kWh  
4.2.1. Ábra. Épületek hőszigetelési követelményei

Külső falak hőátbocsátási tényezői követelmények (w/m<sup>2</sup>K)  
Forrás: Zero Carbon Compendium

Ebben a fejezetben részletesebben két európai ország – Németország és az Egyesült Királyság – tervezési irányelvei kerülnek ismertetésre.

#### 4.2.1. Passzívház standard – Németország (1990-)

A darmstadti „Passivhaus Institut” által kifejlesztett passzívház koncepció az egyik legismertebb törekvése napjaink környezettudatos építészetének. A koncepció lényege, hogy az épület teljes energiateljesítménye nem lehet több évi 15 kWh/m<sup>2</sup>-nél. Ezt az értéket magas hatékonyságú gépészeti rendszerekkel és jól hőszigetelt termikus burokkal érik el <sup>(47)</sup>.

A passzívház a gyakorlatban 30-35 cm vastagságú hőszigetelést, 3 rétegű hőszigetelő üvegezésű nyílászárókat, gondosan tervezett hőhidmentes szerkezeti csomópontokat, kitűnő légzárást és hatékonyan működő hővisszanyerős szellőztetést jelent.

A passzívház standard számos problémát okoz a tervezési gyakorlatban, különösen azokban az esetekben, amikor az épületszerkezeteknek egyéb szigorú műszaki (pl. tűzvédelmi) követelményeknek is meg kell felelniük. A merev energetikai követelmények miatt az esetek nagy részében kompromisszumos megoldásokra van szükség, sok esetben még a fejlett országok építőanyag piaca sem képes az összetett műszaki követelményeknek maradéktalanul megfelelő termékeket (pl. minősített alumínium ablak) a tervező rendelkezésére bocsátani.

A passzívház koncepció kétségtelenül a környezettudatos építés egyik legsarkalatosabb pontját, az épületek (üzemeltetési) energiateljesítményének csökkentését helyezi a középpontba, nagy hiányossága azonban, hogy mindent ennek az egy szempontnak rendel alá. Nem (vagy csak kismértékben) kap hangsúlyt a minősítés során az építéshelyi sajátosságok figyelembe vétele és a környezetbarát anyagok használata (a gyakorlatban általánosan használt polisztirolhab szigetelés az egyik leginkább környezetszennyező hőszigetelés), a koncepció tehát inkább tekinthető szigorú hőtechnikai szabványnak, mint a környezettudatos építés problematikáját átfogóan vizsgáló gondolkodásmódnak.

#### 4.2.2. BREEAM (1990-), Code for Sustainable Homes (2007), DGNB (2011)

Az Egyesült Királyságban a legnagyobb környezettudatos építéssel foglalkozó szervezet, az 1990-ben alapított Building Research Establishment<sup>(VIII)</sup> dolgozta ki az épületek környezetterhelését jellemző vizsgálati módszert, az ún. Building Research Establishment Environmental Assessment Method-ot (BREEAM<sup>(IX)</sup>).

Az alapkoncepció egy minden épülettípusra és a világ minden pontján alkalmazható vizsgálati módszer létrehozása volt, melynek vizsgálati szempontjai illetve azok súlyozása az épület végső értékelésében helytől és épülettípustól függően rugalmasan változhat <sup>(43)</sup>. Az értékelési rendszert 2007-ben Code for Sustainable Homes (CSH<sup>(X)</sup>) néven kifejezetten lakóépületekre is kidolgozták, mely 1-6 csillaggal értékeli a lakóépületeket környezeti szempontból. A 2011-es London Plan <sup>(XI)</sup> már a legalább 4 csillaggal minősített otthonok létrehozását irányozza elő.

Németországban a Passivhaus standard mellett (ld. előző fejezet) a Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB<sup>(XII)</sup>) által kidolgozott Deutsche GüteSiegel für Nachhaltiges Bauen (a továbbiakban DGNSB<sup>(XIII)</sup>) minősítési rendszer az, mely egyre nagyobb teret hódít. A BREEAM-hez hasonlóan 2011-ben ennek is megjelent egy kifejezetten újépítésű lakóépületekre specializált változata, melyben az épületeket környezeti szempontból arany, ezüst illetve bronz minősítéssel illetik. Bár az épületek DGNB minősítése Németországban még nem kötelező, a piaci előny szerzése érdekében egyre több beruházó fordít figyelmet az épületek ilyen irányú minősítésére. Németországban 2012-ig számos épületet minősítettek.

Mind a CSH, mind a DGNB rendszer számos aspektusból vizsgálja az épületek környezetterhelését, az épület végső értékelését az egyes kategóriákban elért pontszámok összege adja. Az egyes kategóriákban elérhető pontszámokat az adott társadalmi-gazdasági környezet lehetőségeinek és korlátainak figyelembevételével súlyozzák. A vizsgálati kritériumok között vannak kötelezően betartandók (ezek teljesítése nélkül az épület nem minősíthető), s rugalmasan kezelhetők, melyek csak a kívánt minősítési szinthez tartozó összpontszám eléréséhez szükségesek.

A minősítési rendszerek értékelési szempontjai az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- Az épület használati értékét befolyásoló szempontok
- Környezetterhelési, környezetvédelmi szempontok
- Tervezési, szervezési, kivitelezési és megvalósíthatósági szempontok

A minősítési rendszerek alapfelépítése és komplex megközelítése nagyon hasonló, az értékelési szempontok és azok súlyozása terén azonban számos érdekes eltérést figyelhetünk meg. Általánosságban elmondható, hogy a német rendszerben jelentősebb hangsúlyt kapnak az ökonómiai és műszaki minőséget jellemző mutatók, míg a CSH-ban nagyobb hangsúly van az épület ökológiai minőségén. A minősítési rendszerek értékelési szempontjait a 4.2.1. számú táblázat tartalmazza.

Code for sustainable Homes		Deutsche Gütesiegel für nachhaltiges Bauen	
<p><b>ENERGIA és CO<sub>2</sub> EMISSZIÓK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Emissziós ráta</li> <li>-Termikus burkolás</li> <li>-Belső világítás</li> <li>-Szárító helyiség</li> <li>-Minősített háztartási gépek</li> <li>-Külső világítás</li> <li>-Megújuló energiák</li> <li>-Kerékpártároló</li> <li>-Otthoni munkahely</li> </ul> <p><b>FELSZÍNI VÍZELVEZETÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Felszíni vízelvezetés</li> <li>-Áradásveszély</li> </ul> <p><b>VÍZHASZNÁLAT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Külső vízhasználat</li> <li>-Belső vízhasználat</li> </ul> <p><b> SZENNYEZÉS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Felmelegedési potenciál</li> <li>-NO<sub>x</sub> emissziók</li> </ul> <p><b>EGÉSZSÉG ÉS JÓLÉT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Természetes fény</li> <li>-Hangszigetelés</li> <li>-Privát tér</li> <li>-Akadálymentesítés</li> </ul>	<p><b>HULLADÉK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Hulladéktárolás</li> <li>-Kivitelezési hulladékok</li> <li>-Komposztálás</li> </ul> <p><b>MANAGEMENT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Használati utasítás az épülethez</li> <li>-Biztonság</li> <li>-Építési terület környezetterhelése</li> <li>-Kivitelezők minősítése</li> </ul> <p><b>ÖKOLÓGIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Telek ökológiai értéke</li> <li>-Ökológiai érték növelése</li> <li>-Ökológiai érték védelme</li> <li>-Ökológiai érték növelése</li> <li>-Épület kiterjedése</li> </ul> <p><b>ÉPÍTŐANYAGOK</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Anyagok környezeti hatása</li> <li>-Építőanyagok forrása 1. teherhordó szerkezetek</li> <li>-Építőanyagok forrása 2. befejező szerkezetek</li> </ul>	<p><b>ÖKOLÓGIAI MINŐSÉG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Globális felmelegedési potenciál</li> <li>-O<sub>3</sub> lebontási potenciál</li> <li>-Fotokémiai O<sub>3</sub> képződési potenciál</li> <li>-Savasodási potenciál</li> <li>-Eutrofizációs potenciál</li> <li>-Helyi környezeti kockázatok</li> <li>-Fenntartható nyersanyagok</li> <li>-Nem megújuló primerenergia-igény</li> <li>-Megújuló energiák aránya</li> <li>-Ivóvíz és szennyvíz</li> <li>-Területhasználat</li> </ul> <p><b>MŰSZAKI MINŐSÉG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Zajvédelem</li> <li>-Tűzvédelem</li> <li>-Hővédelem és páratechnika</li> <li>-Szerkezetek karbantarthatósága</li> <li>-Épületszerkezetek bonthatósága és újrahasznosíthatósága</li> </ul> <p><b>HELYSZÍN MINŐSÉGE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kockázatok a mikrokörnyezetben</li> <li>-Mikrokörnyezet adottságai</li> <li>-Épített környezet megítélése</li> <li>-Közlekedési hálózatok</li> <li>-Felhasználóspecifikus létesítmények</li> <li>-Közszolgáltatásokkal való ellátottság</li> </ul>	<p><b>SZOCIOKULTURÁLIS MINŐSÉG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-hőkomfort</li> <li>-belső terek levegőminősége</li> <li>-Akusztikai komfort</li> <li>-Vizuális komfort</li> <li>-Felhasználó szabályozási lehetősége</li> <li>-Külső terek minősége</li> <li>-Biztonság</li> <li>-Akadálymentesség</li> </ul> <p><b>FOLYAMAT MINŐSÉG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Projektelőkészítés minősége</li> <li>-Integrált tervezés</li> <li>-Tervezési módszer optimalizálása</li> <li>-Fenntartható tendereztetés</li> <li>-Optimális üzemeltetés lehetősége</li> <li>-Építési terület, kivitelezés folyamata</li> <li>-Kivitelezők minősítése</li> <li>-Kivitelezés minőségbiztosítása</li> <li>-Tervezői üzembe helyezés</li> </ul> <p><b>ÖKONÓMIAI MINŐSÉG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Életciklus költségek</li> <li>-Flexibilitás</li> </ul>

4.2.2. Ábra. Minősítési rendszerek összehasonlítása

### 4.3. A környezettudatos építészet fogalmának meghatározása

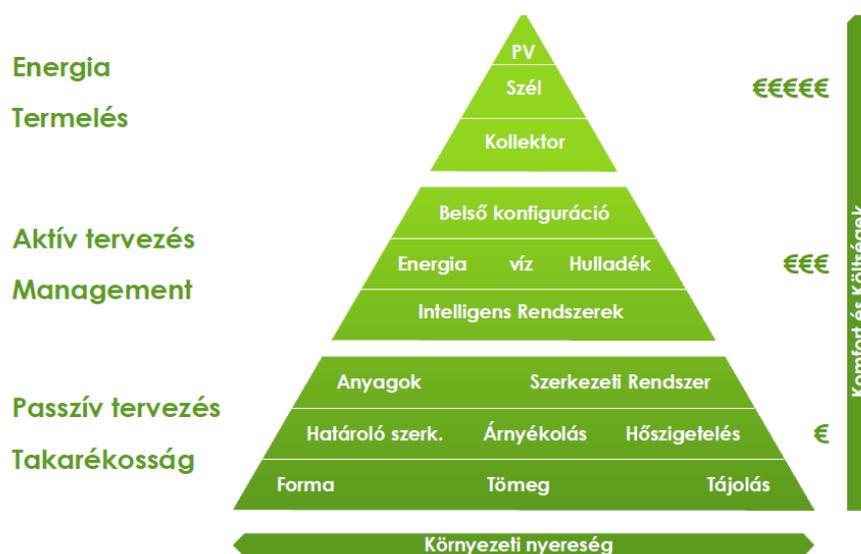
A rövid összeállítás jól mutatja, hogy a környezettudatos épületek palettája rendkívül széles, mind az alkotói szellemiséget, mind a technikai részleteket tekintve. Az építészet más területeihez hasonlóan ezen a területen is nehézkes általános irányelveket kijelölni, s mivel a környezettudatosság ideája az épületekben mérettől, funkciótól és alkotói habitustól függően másképp és másképp jelenik meg, az épületek „környezettudatosságának” megítélése sem lehet teljes mértékben objektív. Eppen ezért fontos a környezettudatos építés fogalmának pontos meghatározása, melyre az értekezés további szakaszaiban támaszkodni lehet:

A környezettudatos építészet alapvetően szemléletmód, mely építészeti stílustól független, az alapvetően az alkotó hozzáállásban jelenik meg, kulcsszavai harmónia, az értékmegőrzés és a józan gondolkodás. Az értekezésben bemutatott épületek létrehozását alapvetően ezek a gondolatok inspirálták, szellemiségükben az ember és környezete közötti harmónia megteremtésére, illetve a természeti és kulturális értékek megőrzésére irányuló törekvések fedezhetőek fel. Alkotói szempontból ezen törekvések megvalósítása felelősségteljes gondolkodást, és alázatos hozzáállást követel meg az építésztl. [1. Tézis]

#### 4.4. A kutatás módszere

Az építészet kettős meghatározottságából és a téma komplexitásából adódóan a környezettudatos építészet vizsgálata komplex megközelítést igényel, melyben az építészeti szellemi és technikai oldala egyaránt szerepet kell kapjon. A környezeti kihívások napjainkban sajnos olyan méreteket öltöttek, hogy már csak emiatt sem lehetséges a téma kizárólag szellemi-filozófiai oldalról való megközelítése, a teljesség érdekében szükség van a környezettudatos építés gyakorlati eszközeinek vizsgálatára is.

Mindazonáltal az értekezés nem szeretné túllépni az építészet adta kereteket, emiatt a gyakorlati szempontok közül elsősorban az építészeti tervezéshez szorosan kapcsolódó szakmai szempontokat (telepítés, tájolás, térbeli elrendezés, homlokzati kialakítás, stb.) vizsgálom. A környezettudatos építés tisztán építészeti megoldásainak vizsgálata azért is indokolt, mert az alapvető építészeti döntések nagymértékben befolyásolják az épületek környezetterhelését, s a helyes építészeti döntések képezik az alapját minden környezettudatos épületnek, technikai felszereltségtől függetlenül (4.4.1. Ábra).



4.4.1. Ábra. A környezettudatos épülettervezés stratégiája

Forrás: Fosterandpartners.com

Az értekezés a környezettudatos építészet alkotásfilozófiai és szakmai háttérét egy képzeletbeli tervezési folyamatba illesztve mutatja be, abban a meghatározott tervezési szakaszban, melyben az adott szempont leginkább releváns.

Az értekezésben vizsgált tervezési szakaszok a következők:

- Helyszín vizsgálat
- Telepítés
- Tömegalakítás
- Térbeli elrendezés
- Homlokzati kialakítás
- Épületszerkezetek

# 5. A környezettudatos építészet a gyakorlatban

Az építészeti tervezés rendkívül összetett folyamat, az építésznek számos környezeti, gazdasági és társadalmi szempontot kell figyelembe vennie munkája során. Az épületek egy adott társadalmi környezetben születnek, társadalmi szükségleteket elégítenek ki, s a társadalom erőforrásait használják fel, legyenek ezek anyagi vagy szellemi erőforrások. Az épület kollektív alkotás, létrehozását a társadalmi környezet (szokások, szabályozás, stb.) nagymértékben befolyásolja. Fontosnak tartom kiemelni, hogy a környezettudatos tervezési szemlélet jelen értekezésben nem utópiaként jelenik meg, hanem mint a jelenlegi társadalmi és gazdasági struktúrában is megvalósítható, gyakorlatban alkalmazható metodika.

# 5.1. Helyszín vizsgálat

Az épületek létrehozásának első mozzanata az építés helyének és a leendő épület közvetlen környezetének megismerése. Ez az elemzés az alapja minden alkotási folyamatnak, minden épület esetében, léptéktől és funkciótól függetlenül, így a környezettudatos szemléletű tervezésnek is ez az első és talán legfontosabb mozzanata.

A környezettudatos szemléletű tervezésben a hely és a helyi hagyomány megismerésének kiemelt jelentősége van, a tervezés korai szakaszában elvégzett vizsgálat eredményei képezik ugyanis az alkotási folyamat kiindulópontját, és határozzák meg annak alapvető stratégiai irányát. A tervezési folyamat e korai szakaszában elvégzett vizsgálat, mely elsősorban a helyi adottságok, korlátok, és a kulturális és gazdasági (szabályozási) környezet vizsgálatára terjed ki, alapvetően meghatározza az alkotó építész mozgásterét, s kijelöli azokat a kihívásokat, melyekkel a tervezési folyamat során foglalkozni kell. Tervezési szempontból a helyszín megismerése azért is rendkívül fontos, mert e vizsgálat során derülhetnek ki olyan helyspecifikus kötöttségek, melyek az egész projekt sikerességét is kockára tehetik, s melyek – főleg Nyugat-Európában – sok esetben az építés helyének megváltoztatásához, vagy a projekt félbeszakításához is vezethetnek.

A környezettudatos építészet előző fejezetben meghatározott definíciójából, és alapvető szellemi törekvéseiből adódóan a helyszín vizsgálata az alábbi területekre terjed ki:

- Természeti adottságok vizsgálata (domborzat, éghajlat)
- Az épített környezet és a helyi építési hagyományok vizsgálata
- A helyi infrastruktúra (zöld és szürke) vizsgálata

## 5.1.1. A természeti adottságok vizsgálata

A természeti adottságok ismerete az épületek környezettel való kapcsolatának és környezetterhelésének szempontjából egyaránt fontos. A természeti adottságok ismerete és figyelembevétele alapvető szerepet játszik abban, hogy az épület hogyan viszonyul a természeti környezethez, melynek az épület szükségszerűen a része.

A természeti adottságokra való érzékenység vagy éppen érzéketlenség alapvetően meghatározza az épület környezetéhez való viszonyát. A viszony lehet harmonikus vagy diszharmonikus: az első esetben az épület együtt él a környezetével, a második esetben az épület a környezetén élősködik. Az első esetben az épület elfogadja a környezet adta kötöttségeket, és a szükséges mértékben kihasználja a környezet nyújtotta lehetőségeket, a második esetben az épület a következményekre való tekintet nélkül aknázza ki a természeti kincseket.

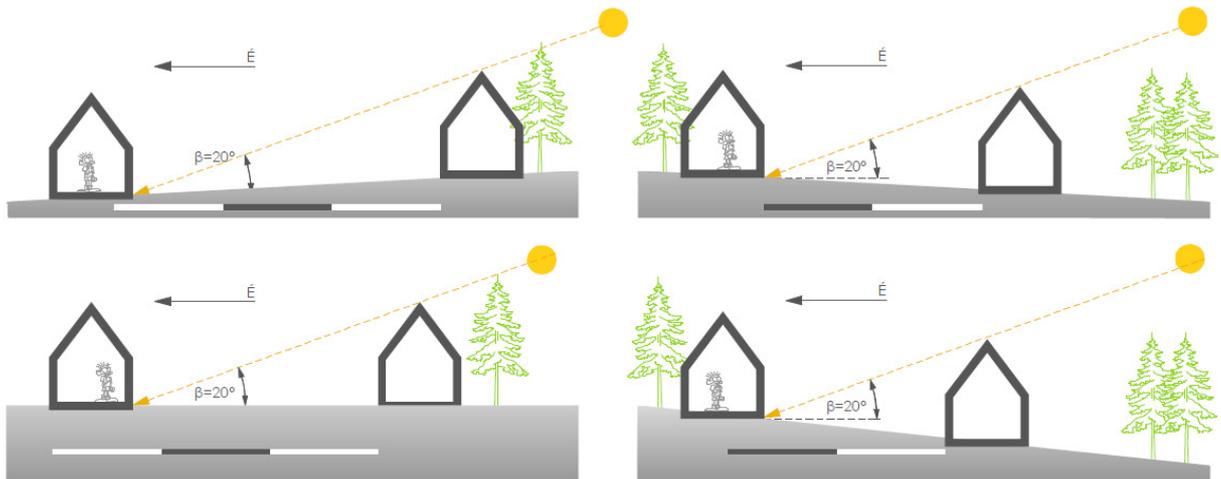
A természeti környezettel való összhang kiváló hazai példája a Felső-Tisza vidék népi építésze: a gyakori áradásokra való tekintettel az épületek vázas szerkezettel épültek, mely amellett hogy figyelembe veszi a helyi viszonyokat a fellelhető építőanyagok tekintetében, leleményesen oldja meg az áradások okozta problémákat is: árvíz esetén az értékek és ingóságok a padlásra menekíthetők, s az ár elvonultával az épület maga is könnyen javítható. Az épületek egyszerű, józan gondolkodást tükröznek melyben az ember a természetet szövetségeseének tekintette: együtt élt a természettel, nem legyőzni akarta azt.

A természeti környezettel való összhang természetesen nem képzelhető el annak alapos ismerete nélkül, a környezettudatosság eszméje iránt elkötelezett építészek elsősorban a helyi domborzati és éghajlati viszonyokat kell ismernie, ezek azok az adottságok melyek az épület karakterét és környezetterhelését a legnagyobb mértékben befolyásolják.

### 5.1.1.1. Domborzat

A domborzati adottságok az épületek körüli mikroklímára, az épületek természetes megvilágítására és az épületek benapozására is nagy hatással vannak, azaz az épületek energiamérlegét is nagymértékben befolyásolhatják. A benapozás és a szoláris nyereségek maximalizálásának szempontjából Magyarországon a déli fekvésű lejtők a legkedvezőbbek, ezeken az épületek közelebb helyezhetők egymáshoz miközben azok benapozása és az ennek eredményeképp elérhető szoláris nyereségek változatlanul kihasználhatók. A keleti és nyugati lejtők ugyan a benapozás szempontjából bizonyos napszakokban előnytelenek lehetnek, a téli időszakban a szoláris nyereségek szempontjából fontos déli órákban a déli lejtőket megközelítő benapozást lehetnek képesek biztosítani.

A domborzati adottságok az épületek közötti optimális távolságot is döntően befolyásolják. Míg a déli fekvésű lejtők kifejezetten előnyösek, az északi fekvésű lejtőkön az épületeket távolabb kell helyezni egymástól, hogy azok megfelelő benapozása biztosított legyen, s hogy a lehetséges szoláris nyereségeket maximálisan ki lehessen használni (5.1.1. Ábra).

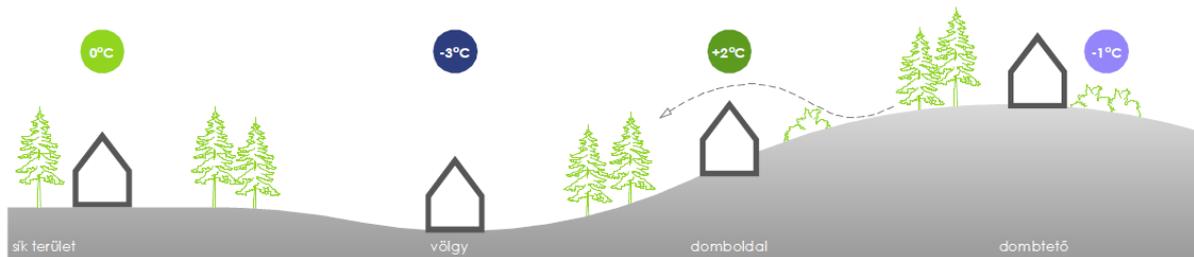


5.1.1. Ábra. Az épületek egymástól való távolsága különböző szögű és tájolású lejtőkön

A domborzat a helyi mikroklíma alakításában is fontos szerepet játszik, melyet a környezettudatos épületek esetében már a telepítés fázisában figyelembe kell venni, elsősorban azért, hogy az épületek hővesztését mérsékelni lehessen. A lejtőknek sajátos mikroklímája van, s a szélviszonyok is nagymértékben különböznek a lejtő különböző pontjain.

A lejtőkre alapvetően kétfajta légmozgás jellemző, az egyik az úgynevezett anabatikus (felszálló) légmozgás, mely a hegycsúcsok felé irányul, a másik az ún. katabatikus (leszálló) szél, mely a völgyek irányába fúj. A telepítés szempontjából az utóbbi bír nagyobb jelentőséggel, ugyanis a lejtők mentén leszálló hideg levegő a völgyekben összegyűlik, emiatt a völgyek alapvetően hűvösebbek a hegyoldalakon elhelyezkedő területeknél. A katabatikus szelek emellett amennyiben akadályokba – pl. épületekbe – ütköznek, feltorlódva fagykárokat is okozhatnak, éppen ezért a tervezés során fokozott figyelmet kell fordítani arra, hogy ezek lefolyása akadálytalan legyen.

A magaslati pontok és hegycsúcsok klimatikus adottságai a völgyekhez hasonlóan általában szintén kedvezőtlenebbek a hegyoldalaknál, ennek elsődleges oka az e pontokon mérhető nagyobb szélsőségek. Bár a magasabban elhelyezkedő területek benapozás szempontjából rendkívül kedvezőek, a széltől való védelem ezeken a helyeken általában nehézkes. A lejtők eltérő klimatikus viszonyait és az épületek ebből adódó eltérő hőszükségletét az 5.1.2. Ábra mutatja.



5.1.2. Ábra. Hőmérsékleti viszonyok a domborzat függvényében

“No house should ever be on a hill or on anything. It should be of the hill. Belonging to it. Hill and house should live together each the happier for the other.”

(Egyetlen háznak sem kellene a hegyen lennie. A ház a hegy szerves része kellene legyen, a hegyhez kellene tartoznia. Hegy és ház szimbiotikus kapcsolatban kell legyen, egymást boldogítva.)

Frank Lloyd Wright

Frank Lloyd Wright egyik kései épülete, a Pew-Ház a természeti adottságokra való érzékenység szép példája: Az épület tervezése során Wright gondosan mérlegelte a terület lejtésvizonyait és a helyi növényzet elhelyezkedését, és ez alapján határozta meg az épület pontos helyét. Szintén a természeti adottságokban gyökerezik az egész épület karakterét meghatározó alapötlet, a lábakra állított tömeg, mely lehetővé tette a természeti környezet csak éppen szükséges mértékű megbolygatását. A természeti környezet iránti végtelen tiszteletet semmi sem mutatja jobban, mint az, hogy Wright személyesen jelölte meg a telken azokat a fákat, melyeket meg kell őrizni, s mikor ezek közül egyet véletlenül kivágtak, habozás nélkül módosította az épület helyét. A helyi növényzet és lejtésvizonyok ilyen mértékű figyelembevételre nem csupán filozófiai síkon járult hozzá az épület és környezete közötti harmóniához: a lábakra állított tömeg kitűnő vizuális kapcsolatot teremt a környező vidékkel, akadálytalan lefolyást enged a természetes vizeknek és a leszálló légáramlatoknak, mutatva, hogy a természetes környezet tisztelete építészeti szempontból is számos előnnyel szolgálhat. A természetes környezet már-már vallásos mélységű tisztelete és a természet adta kényesrekeresett alapos ismerete ebben az esetben olyan épületet eredményezett, mely ma, több mint 70 évvel később is példaértékű, mind szellemiségét, mind építészeti megoldásait tekintve.



- ✓ lábakra állított tömeg - jó kilátás, a természetes vizek és légmozgások akadálytalan lefolyása
- ✓ intenzív kapcsolat a természeti környezettel
- ✓ a helyi növényzetet figyelembe vevő, érzékeny telepítés
- ✓ tartós, természetes építőanyagok, kezeletlen cédrus burkolat

5.1.3. Ábra. Frank Lloyd Wright: Pew-Ház Madison, Wisconsin 1938-40

### 5.1.1.2. Éghajlat

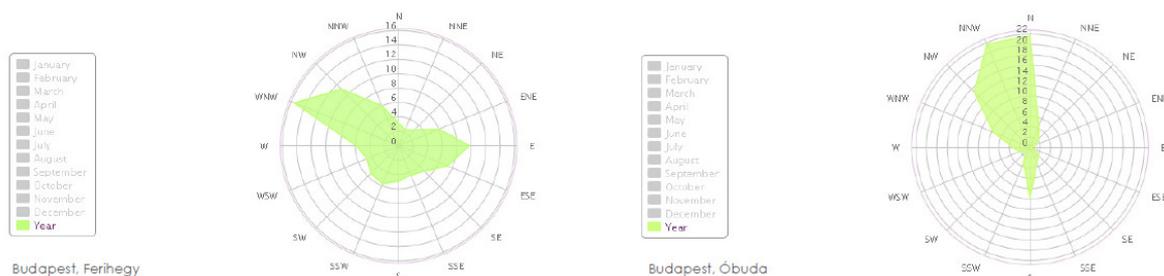
Az éghajlati adottságok alapvetően meghatározták az épületek kialakítását az építészet története folyamán, azok ismerete és figyelembe vétele szükségszerű és éppen ezért természetes volt. Bár az elmúlt évszázad sokszor az ellenkezőjét próbálta bizonyítani, az éghajlati adottságok figyelembevétele napjainkban is lényeges, ennek hitelessége nehezen megkérdőjelezhető. A globalizáció és a modern építészet szellemében számos olyan épület született, mely nincs tekintettel az adott régió klimatikus adottságaira, mely a környezet nagyarányú szennyezését és az erőforrások ésszerűtlen felhasználását idézte elő.

A klimatikus viszonyok és azok épületek energiaháztartására gyakorolt hatásának ismerete a környezettudatos szemléletű tervezés esetében alapvető. A nemzetközi szakirodalom <sup>(67)</sup> három alapvetően különböző éghajlati zónát említ, melyek az épületek tervezésének alapvető stratégiáját befolyásolhatják:

Éghajlati öv	Hideg éghajlati zóna (Az épületek fűtése a meghatározó)	Meleg éghajlati zóna (Az épületek hűtése a meghatározó)	Átmeneti éghajlati zóna (fűtés és hűtés egyaránt meghatározó)
Évi középhőm.	$T_k < 16\text{ °C}$	$T_k > 24\text{ °C}$	$16\text{ °C} < T_k < 24\text{ °C}$
Tervezési stratégia	szoláris nyereségek; maximalizálása; természetes világítás; hideg szelek elleni védelem;	városi hősziget effektus mérséklése; hűtés, természetes szellőzés által; szelek hűtő hatásának kihasználása; árnyékolás-keskeny utcák, átriumok; növényzet hűtő hatásának kihasználása; vízfelületek hűtő hatásának kihasználása	növényzet mint szélárnyék (télen) és természetes árnyékolás (nyáron); átmeneti terek fokozott szerephez jutnak; télen puffer zóna, nyáron árnyékolás, előtetők, túlnyúló ereszek.

Bár az éves középhőmérsékleti adatok (8-11°C; forrás: OMSZ) alapján Magyarország egyértelműen a hideg éghajlati zónába esik, időjárása rendkívül változékony, és egyes területei között is nagy eltérések figyelhetők meg. Az időjárás változékonyságának oka elsősorban az, hogy hazánk fekvéséből adódóan éghajlatunkra az óceáni, a kontinentális és a mediterrán éghajlat egyaránt hatással van. Hazánk éghajlata legjobban Péczeli György módszerével írható le, aki az ország területén 12 éghajlati körzetet különített el. Tekintve, hogy Magyarország éghajlata rendkívül sokszínű, és számos éghajlat befolyásolja az év különböző időszakaiban, egy az ország egész területén általánosan érvényes tervezési stratégia meghatározása még egy olyan kis ország, mint Magyarország esetében is nehézkes. A fenti táblázat alapján a hideg és az átmeneti éghajlati zóna stratégiai elemei területtől függően egyaránt alkalmazhatók, minden esetben alapvetően fontos azonban, hogy az építész az adott terület klimatikus viszonyait behatóan tanulmányozza.

Az éghajlati viszonyok elemzése során elsősorban az éves középhőmérséklet, a napsütötte órák száma és a helyi szélviszonyok tanulmányozása a leglényegesebb, melyben a különböző meteorológiai adatbázisok nyújthatnak segítséget (OMSZ.hu; Windfinder.com; sunearthtool.com). (5.2.4.Ábra)



5.1.4. Ábra. A helyi szélirányok vizsgálata (forrás: windfinder.com)

Bár az éghajlati viszonyok vizsgálata az építészeti alkotás létrehozásának folyamatában rendkívül fontos, az adatbázisokban megtalálható adatok pontos figyelembevétele a tervezés során meglehetősen nehéz. A tervezés előkészítő szakaszában éppen ezért a hely regionális építészeti hagyományainak tanulmányozása is lényeges: Az alkotó építész számára a regionális építési hagyomány értékes információval szolgálhat a helyi klimatikus viszonyok alaposabb megismerésének és az ezekből levezethető tervezési stratégia meghatározásának folyamata során.

## 5.1.2. A regionális építészeti hagyományok vizsgálata

Mint minden tervezési feladatnál, a környezettudatos szemléletű tervezés során is alapvető a hely építészeti karakterének és építészeti hagyományainak vizsgálata. A helyi értékek és hagyományok feltérképezése azonban nem csupán kulturális szempontból fontos, hanem az ezekből leszűrhető tanulságok miatt is. Egy-egy régió építészeti és fejlődéstörténetének feltérképezése nem csupán a területen élő emberek életmódjáról, kultúrájáról és világhoz való viszonyáról szolgáltat értékes és létfonosságú információt, hanem a terület klimatikus, geográfiai és egyéb természeti körülményeiről is. Egy adott régióra jellemző építészeti karakter, az épületek tetőformája, tömege, anyaghasználata, homlokzati nyílásaik aránya mind-mind értékes információkat hordoznak, melyekből az adott területen optimális, racionális megoldásokra következtethetünk, melyek napjainkban is hasznosak lehetnek, különösen a passzív szemléletű környezettudatos építés esetében.

A nagyarányú technikai fejlődés és a modern városi infrastruktúra (vasút, közművek) előtt az emberek merő szükségszerűségből nagyobb harmóniában éltek a természeti környezettel, annak erőforrásait felhasználva, korlátait figyelembe véve sokkal racionálisabban kellett élniük és építeniük, mind a városias mind a falusi lakókörnyezetekben. Sajnálatos tény, hogy a 20. század eleji technikai fejlődés eredményeképp hatalmas, évszázadok alatt csiszolódott hiteles tudásanyag látszik elfelejtődni (épületek elhelyezése, klimatikus viszonyoknak megfelelő építőanyagok, stb.), miközben az építészet eszköztárába egységesített, helytől függetlenített formai és technikai megoldások kerülnek, melyek ugyanazt a problémát energia- és nyersanyagigényes módon oldják meg. Kitűnő példa erre a lakóépületek világszerte terjedő klimatizálása és mesterséges szellőztetése, holott ezek a problémák megfelelő telepítéssel, beépítési sűrűséggel, tájolással, természetes árnyékolással és megfelelő homlokzati nyílásarányal is megoldhatók a legtöbb esetben.

A településkarakter vizsgálata nem csupán környezeti racionális szempontból, hanem kulturális szempontból is lényeges. Az épületek erkölcsi-kulturális értékállósága szempontjából rendkívül fontos, hogy azok illeszkedjenek a meglévő településkarakterbe. A településkarakter a területen élő emberek identitásának is hordozója egyben, ennek a karakternek a megőrzése és gazdagítása korunk talán legnagyobb kihívása. A helyre és a helyi kultúrára érzékenyen reagáló épületek minden esetben tartósabbak, és könnyebben vészelik át a folyamatosan változó életmódból adódó funkcióváltozásokat és átalakításokat. Az épületek egyes elemei (külső és belső burkolatok, berendezések, gépészet, stb.) manapság egyre gyorsabban avulnak, az építészeti minőség és a kulturális értékállóság azonban még a globalizáció korában is kikezdehetetlennek látszik, ezek azok a kvalitások, melyek egy épület hosszú távú fennmaradását még a mai változásokkal teli korban is biztosítani tudják.



5.1.5. Ábra. 1-3. Tradicionális beépítés, Évora, Portugália 4-6. Álvaro Siza: Szociális lakások, Évora, Portugália

Álvaro Siza évorai szociális lakóépület-együttese szép példája a regionális építészeti hagyományokban gyökerező, racionális gondolkodásnak. Az épületek mind léptékükben, mind térbeli elrendezésükben, mind formálásukban a portugál hagyományokat idézik: emberi léptékű, a forró időjárás elől menedéket nyújtó átriumok és utcák, egyszerű, tiszta formák, letisztult homlokzatok, a klimatikus viszonyoknak megfelelő kisméretű nyílásokkal. A hagyomány ismerete és a hagyományból leszűrhető tanulságok nagymértékben hozzájárultak az épületek kulturális értékéhez és környezetterhelésének csökkentéséhez egyaránt. Az egyszerű, józan, hagyományok iránt érzékeny gondolkodás, mely az épületekben fellelhető, amellett, hogy élhető, szerethető tereket hoz létre, a Dél-Európában egyre nagyobb problémákat okozó klimatizálás szükségességét is kiküszöböli. Az épületegyüttes remek példa arra, milyen módon járulhat hozzá a helyi hagyományok ismerete olyan kortárs épületek létrehozásához, melyek mind kulturális mind környezeti értelemben példaértékűek.

Fontosnak tartom kiemelni, hogy a regionális hagyományok és a településkarakter vizsgálata nem a népi vagy a történeti építészet szolgái másolását, vagy azok formai elemeinek az alkalmazását jelenti. A helyi értékek megőrzése csak azok mélyebb szintű megismerésével és gazdagításával képzelhető el, mely utóbbihoz elengedhetetlen, hogy nyitottak legyünk más kultúrákra, és hogy ismereteinket folyamatosan gazdagítsuk. A történelem során a regionális kultúrák mindig hatottak egymásra, nincs ez másképp napjainkban sem, csupán a feldolgozandó információ mennyisége és az információáramlás sebessége változott meg drámai mértékben. Az építész érzékenysége, műveltsége és széles látóköre tehát nélkülözhetetlen a helyi értékek megőrzéséhez és gazdagításhoz. Napjainkban talán jobban, mint korábban bármikor.

### 5.1.3. Infrastruktúra

Épületeink nem értelmezhetők önmagukban: a működésükhöz szükséges feltételek jelentős részét a zöldterületek, szolgáltatások és a közlekedés hálózata, azaz az infrastruktúra biztosítja. A környezettudatos szemléletű tervezés számára az infrastruktúra kiemelkedő jelentőségű, ugyanis annak minősége az épület használati értékét és környezeti jellemzőit egyaránt befolyásolja. A környezettudatos szemléletű tervezés esetében különbséget kell tennünk a zöld és a szürke infrastruktúra között, előbbi az emberi lét szempontjából elengedhetetlen ökológiai szolgáltatásokról, utóbbi az emberi igények jelentős részét kielégítő települési szolgáltatásokról gondoskodik.

A környezettudatos szemléletű tervezés esetében elengedhetetlen hogy az épületeket ne önmagukban, hanem az őket magába foglaló infrastruktúrával együtt értelmezzük: A megfelelő infrastruktúrával ellátott lakókörnyezetek nem csak környezetterhelési, hanem használati szempontból is előnyösebbek, miután egészségesebb, kényelmesebb és élhetőbb lakókörnyezetet képesek biztosítani. Az épületek az és az infrastruktúra kölcsönösen képesek lehetnek egymást alakítani-fejleszteni: A helyi infrastruktúra célirányos fejlesztése (hosszabb távú fejlesztési terve) természetes módon jelöli ki az egyes épületek fejlesztési stratégiáját, ugyanakkor egy nagyobb léptékű, szellemiségében előremutató épület is hatással lehet a helyi infrastruktúra fejlesztési stratégiájára.

A fentiek miatt az alkotó építész elemi szakmai és erkölcsi kötelessége, hogy az infrastruktúrával kapcsolatos alapvető összefüggéseket ismerje, természeti és kulturális értékeink védelme és forrásaink optimális felhasználása ugyanis e nélkül nemigen képzelhető el.

### 5.1.3.1. Zöld infrastruktúra

A zöld infrastruktúrát a nemzetközi szakirodalom <sup>(50,51,52,53)</sup> az adott településhez tartozó és azt kiszolgáló zöldterületek rendszereként definiálja, melyek az emberi lét alapvető feltételeit (tisztá levegőt, ivóvizet, stb.) biztosítják. A zöld infrastruktúrába nem csupán a település körüli erdők és a településen belüli parkok, hanem a konyhakertek, templomkertek és temetők, folyópartok, sőt, az épületek zöldtetői is beletartoznak, összefüggő rendszert alkotva.



5.1.6. Ábra. A Zöld infrastruktúra

Városkörnyéki erdők, parkok, konyhakertek, vízpartok, temető kertek, zöldtetők

A település zöld infrastruktúrája az ember fizikai és mentális egészségéhez is nagymértékben hozzájárul, a „CABE<sup>(XIV)</sup>” és a WHO<sup>(XV)</sup> több publikációja <sup>(50,52,60,61,62,63,64,65,66)</sup> szerint a befektetés a települések zöldterületeibe az egészségügyi ráfordítások terén hosszútávon sokszorosán megtérül. Építészeti szempontból a zöld infrastruktúra nyújtotta alábbi „szolgáltatások” érdemelnek említést:

#### A mikroklíma javítása

A városok klímája jellemzően melegebb a környező vidékeknél. Ennek az ún. városi hősziget effektusnak az oka elsősorban a város burkolt felületei és az épületek által elnyelt napenergia, a sugárzásos hőleadás mérséklődése a város szennyezettebb levegője és az épületek geometriája miatt, valamint az épületek és a városi infrastruktúra működtetése során keletkező hulladékhő <sup>(52,67)</sup>.

A növényzetnek kritikus szerepe van a városi hősziget effektus mérséklésében. Természetes árnyékoló hatásuknak köszönhetően a városi felületek sugárzásos hőnyeresége lényegesen kisebb, megfelelő mértékű árnyékolás esetén (minimum 15-25%) a felületi hőmérséklet akár 5- 20°C-kal is csökkenhet <sup>(52)</sup>. A természetes árnyékolás mellett a növények evaporációjának (párologtatásának) köszönhető léghőmérséklet csökkenést érdemes megemlíteni, melynek köszönhetően a nyári csúcshőmérséklet mintegy 1-5 °C-kal mérséklődhet <sup>(67)</sup>.



5.1.7. Ábra. Természetes Árnyékolás

## Áradások elleni védelem

A településeken a burkolt felületek nagyobb aránya – és azok gyenge vízáteresztő képessége – következtében a csapadékvíz hamarabb gyűlik össze, lefolyási sebessége megnő, miközben a csökkent beszivárgási lehetőségek miatt az elvezetendő víz mennyisége is nagyobb. A zöldterületek azáltal, hogy rajtuk a csapadékvíz lefolyása jóval lassabb jelentős mértékben csökkenthetik a települések esővíz-elvezető hálózatának terhelését és túlterhelésének kockázatát. Az árterületek nagy mennyiségű vizet képesek megkötni, melyet később lassan szivárogtatnak vissza a folyóvizekbe, ezáltal védelmet nyújtanak az áradások nemkívánatos hatásaitól <sup>(53)</sup>.

## Tiszta levegő

A növények természetes módon szűrik, hűtik és tisztítják a levegőt: megkötik a port, a szennyezőanyagokat és a levegő széndioxidját, és a fotoszintézis melléktermékeként oxigént bocsátanak ki. Németországi kutatások már a hatvanas évek végén kimutatták, hogy a por és egyéb szennyező anyagok koncentrációja a fás, parkos területeken jóval alacsonyabb, az erdő a szennyező anyagok több mint 80%-át képes megkötni <sup>(54)</sup>. A fák és cserjék szűrő és tisztító hatása mellett azok gomba és baktériumölő hatására érdemes még felhívni a figyelmet. A magyarországi tűlevelűek közül a luc, a boróka és a tiszafa, a lombhullatók közül a tölgy, a gyertyán, a nyír, a nyár, a cseresznye és a mogyoró rendelkeznek baktericid hatással <sup>(54)</sup>. Az említett fajok környezetében a levegőben található baktériumok koncentrációja mintegy 1/100-a a városi levegőnek.

## Ivóvíz-tisztítás

A zöldterületek (elsősorban az erdők) az ivóvíz megtisztításában is fontos szerepet játszanak <sup>(57)</sup>. Az ivóvíz több mint 50%-át az árterületek és ártéri erdők szűrik meg, eltávolítva a különféle szennyeződések jelentős részét <sup>(55)</sup>. A fák gyökérzete kivonja és szabályozza a víz szervesanyag tartalmát, mielőtt az a talajba szivárogna. Az erdők talajában található baktériumok a nitrátokat vonják ki a vízből és alakítják ártalmatlan nitrogén gázzá (denitrifikáció), a talajon megtalálható levelek és egyéb növényi „törmelék” pedig a víz foszfortartalmát képes megkötni <sup>(55)</sup>.

## Egészségügyi előnyök

A zöldterületek levegőre, ivóvízre és a városi klímára gyakorolt jótékony hatása mellett közvetett módon is pozitívan befolyásolhatja az ember fizikai és mentális egészségét. Az Egészségügyi Világszervezet a fizikai aktivitás hiányát a dohányzás, a magas vérnyomás és magas vércukorszint után a negyedik legnagyobb egészségügyi kockázatként említi, mely a halálesetek mintegy 6%-áért felelős világszerte <sup>(61)</sup>. Az aktív életmódra ösztönző rendezett és megközelíthető zöld infrastruktúra jó rekreációs lehetőséget biztosíthat a természetes környezettől egyre inkább eltávolodó városiaknak, így nagymértékben csökkentheti a fizikai aktivitás hiányából származó betegségek előfordulásának kockázatát <sup>(50)</sup>.



5.1.8. Ábra. Egészséges, aktív városi élet

## A települési zöldterületek jelentősége

A városi és város környéki zöldterületek fejlesztése a jövő településtervezési stratégiájának egyik legnagyobb lehetőségekkel bíró területe: Fel kell ismerni, hogy a jó minőségű zöldterületeknek nemcsak esztétikai értékük van, azok az ember fizikai és mentális egészségére is nagy hatással lehetnek, s ezáltal nagyban hozzájárulhatnak egy élhetőbb, egészségesebb és örömtelibb lakókörnyezet létrehozásához.

A zöld infrastruktúrával kapcsolatban a legnagyobb gond az, hogy még nem ismertük fel kellő mértékben annak fontosságát. A zöld infrastruktúra valójában befektetés, fenntartásával és védelmével bár még pontosan nem tudni, hogy milyen mértékben, de nyilvánvalóan csökkenthetőek a szennyvízkezelésre, és az épületek klimatizálására fordított összegek. Figyelembe véve a zöldterületek fentebb említett egészségügyi előnyeit, szintén nyilvánvaló, hogy a „zöld” befektetések hosszú távon az egészségügyi kiadások területén is megtérülnek.

A CABE több publikációjában <sup>(50,53)</sup> felhívja a figyelmet a zöld infrastruktúrába való befektetés fontosságára. A zöld infrastruktúra hosszú távon megtérülő befektetés, melyhez hosszú távon gondolkodó szakemberekre és döntéshozó vezetőkre van szükség, egyfajta szemléletváltás tehát mind az ingatlanpiaci beruházók, mind a szakemberek, mind a városok vezetése körében elengedhetetlen. A rövid távú, egyéni és szűk csoportérdekeket képviselő gondolkodást fel kellene hogy váltsa egy hosszú távú, felelős, együttműködő, közös érdekeken és értékrenden alapuló gondolkodás.

Tekintve, hogy az építész tevékenységével szükségszerűen beavatkozik a természeti környezet egyensúlyába, teljesen nyilvánvaló, hogy a természeti értékek – zöld infrastruktúra – megőrzésében is szerepet kell vállaljon. Ennek a szerepvállalásnak az első és talán legfontosabb lépése az ökológiai értékek mélyebb megismerése és értékrendünk olyan irányú fejlesztése, melyben a természet értékei az őket megillető helyet foglalják el.

### 5.1.3.2. Szürke infrastruktúra

A lakóterület szürke infrastruktúrája alatt elsősorban az azt kiszolgáló, ember által létrehozott ellátó rendszereket és a lakóterületekhez kapcsolódó kiszolgáló funkciókat értjük. A szürke infrastruktúra magába foglalja az út és közműhálózatot, a tömegközlekedést, és a lakóterületekhez kapcsolódó kiszolgáló funkciók létesítményeit.

Miért fontos a szürke infrastruktúra vizsgálata a környezettudatos építés számára?

A megfelelő szürke infrastruktúra hiánya – a zöld infrastruktúra hiányához hasonlóan – akadályozza a lakókörnyezet megfelelő működését, s csökkenti annak értékét használati és kényelmi szempontból egyaránt. A legfőbb gond az, hogy napjaink tendenciái szerint a lakóterületekhez kapcsolódó szolgáltatási infrastruktúra hiánya az autós közlekedés nagyarányú megnövekedését, és az ehhez köthető szennyezőanyag kibocsátás megnövekedését eredményezi <sup>(52)</sup>. További probléma, hogy az egyes területek infrastrukturális problémái a környező területekre is hatással vannak, a nagyvárosok körüli agglomerációból ingázók és az általuk generált hatalmas forgalom hatalmas problémát okoz világszerte.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a lakossági közlekedéshez köthető CO<sub>2</sub> kibocsátás több mint 80%-át a közúti közlekedés adja, melynek közel feléért az autós közlekedés felelős <sup>(51)</sup>. A fő problémát a rövid, mindennapi élethez (bevásárlás, munkába, iskolákba való eljutás) köthető autós utazások jelentik, ennek hátrányai a megfelelő városi infrastruktúrával, elsősorban a településen belüli szolgáltatások megfelelő sűrűségével és eloszlásával, és jól szervezett tömegközlekedéssel illetve a kerékpáros közlekedés lehetővé tételével nagyrészt elkerülhetőek lennének. Egy angliai kutatás szerint <sup>(51)</sup> az autós utazások 25%-a 1 mérföldnél (kb. 1,6 km) rövidebb, 66%-a 5 mérföldnél (kb. 8 km) rövidebb, mely arány jól mutatja a szolgáltatások megfelelő elhelyezésének fontosságát.

Mivel az építészeti tervezés során a települési infrastruktúra általában adotttság, az építész feladata rendszerint csupán az infrastruktúra meglétének ellenőrzése, és annak igazolása, hogy az adott terület lakócélú beépítés céljára alkalmas.

## Helyi szolgáltatások

A helyi szolgáltatások megléte, közelsége és megfelelő összeállítása rendkívül fontos mind a lakóterületek, mind a település egésze szempontjából. A települések biztosítanak számunkra munkahelyet, szórakozási, művelődési és szocializációs lehetőséget. Az ezekhez a forrásokhoz való hozzáférés igénye mindennapi életünk része. A települési szolgáltatások közelsége kényelmesebbé teszi az életet, s ösztönözve a gyalogos és kerékpáros közlekedést közvetve egy egészségesebb életvitelhez és a közlekedéshez köthető szennyezőanyag kibocsátás csökkentéséhez is hozzájárulhat <sup>(49)</sup>.



5.1.9. Ábra. Fontosabb helyi szolgáltatások

Oktatás, kereskedelem, sport és rekreációs lehetőségek, kultúra, szórakozás

A helyi szolgáltatások és kiegészítő funkciók közül jelen kutatás szempontjából az alábbiak érdemelnek kiemelt figyelmet:

- oktatási intézmények (elsősorban bölcsőde, óvoda, általános iskola)
- kereskedelmi és szolgáltató létesítmények (piac, élelmiszerbolt, posta, drogéria)
- egészségügyi létesítmények (elsősorban gyógyszertárak és háziorvosi rendelők)
- sport és szabadidős létesítmények (játsszóterek, parkok, sportpályák, uszoda, stb.)
- vendéglátó- és kulturális létesítmények (étterem, közösségi házak, könyvtárak, mozi, stb.)
- tömegközlekedési lehetőségek

Ideális esetben a fent felsorolt lakóterületekhez tartozó kiegészítő funkciók mindegyike megtalálható a lakóterületek közelében, ám a valóságban a lakóterületek kiegészítő funkciókkal való ellátottsága nagymértékben különbözhet. Egyes funkciók (pl. rekreációs lehetőségek, parkok, stb.) sok esetben úgy helyezkednek el, hogy azok egyszerre több lakóterületet is képesek kiszolgálni, éppen ezért kulcsfontosságú, hogy az egyes lakóterületeket és a kiszolgáló funkciókat a településen belül megfelelő közlekedési infrastruktúra kapcsolja össze.

## Közlekedési infrastruktúra

A közlekedési infrastruktúra vizsgálata rendkívül összetett és szerteágazó probléma, jelen értekezés terjedelmi okokból csupán egy-egy fontos, szorosan a témához kapcsolódó kérdésre hívja fel a figyelmet, a teljesség igénye nélkül. A környezettudatos tervezésben elsősorban a gyalogos és kerékpáros közlekedést, a tömegközlekedést és az autós közlekedés környezetbarát változatait kell előnyben részesíteni.

## Gyalogos közlekedés

A gyalogos közlekedés serkentéséhez és népszerűsítéséhez – mely az előző fejezetben említettek alapján egészségügyi szempontból sem elhanyagolható – természetesen megfelelő sűrűségű, gyalogosan elérhető távolságban lévő szolgáltató funkciókra van szükség. A kiegészítő szolgáltatások megfelelő sűrűsége kompakt gyalogos közlekedésre ösztönző városi beépítések esetében mintegy 660 m (kb. 10 perc séta), mely távolság meghatározása azonban nehézkes, mivel a gyalogos közlekedés frekvenciáját nem csupán a távolság, hanem a gyalogosan megtett út minősége is befolyásolja.



5.1.10. Ábra Barátságos gyalogos utcák

A gyalogos közlekedés népszerűsítéséhez tehát nem csupán megfelelő távolságban elhelyezett szolgáltatásokra, hanem megfelelően kialakított, kellemes és biztonságos, a gyalogosokat előnyben részesítő utcákra van szükség. A gyalogos forgalomra tervezett utcák gyakorlati megvalósítását részletesebben a következő fejezet tárgyalja.

## Kerékpáros közlekedés

A kerékpáros közlekedés a gyalogos közlekedéshez hasonlóan az egyik legfontosabb közlekedési módszer, amelyet a környezettudatos szemléletű tervezésben figyelembe kell venni. A kerékpáros közlekedés esetében is az utcák megfelelő, kerékpáros közlekedésre ösztönző, illetve azt támogató kialakítására van szükség. A kerékpáros közlekedés esetében nagyon fontos megemlíteni, hogy nem csupán az ahhoz tartozó úthálózatot, hanem a kapcsolódó kiszolgáló funkciókat (elsősorban tárolók az épületekben és a közterületeken) is ki kell építeni annak érdekében, hogy ez a közlekedési mód vonzó, biztonságos és kényelmes legyen az emberek számára.



5.1.11. Ábra. Bicikliutak és kiszolgáló létesítmények

Bicikliút, "Fietsen Flat" Amszterdam, kölcsönözhető biciklik Londonban

## Tömegközlekedés

A jól szervezett, megbízható, megfelelő járatsűrűségű tömegközlekedés alapvető fontosságú a környezettudatosabb települések megteremtésében. A CABE kutatásai <sup>(51)</sup> azt mutatják, hogy a 10-15 perces napközbeni járatsűrűség már elegendő ahhoz, hogy az embereket tömegközlekedésre ösztönözze. A tömegközlekedési eszközök közül elsősorban a kötöttpályás járművekre (villamos, földalatti, városkörnyéki gyorsvasutak) érdemes felhívni a figyelmet, ezek azok, melyek a mindennapi autós forgalomtól függetlenül gyors és megbízható környezetbarát közlekedési lehetőséget képesek biztosítani.



5.1.12. Ábra. Tömegközlekedés zöld villamosvonalak, Franciaország • buszmegálló, London • "Boarding Tube" Curitiba, Brazília

### Autós közlekedés

Az autós közlekedés csökkentésének leghatékonyabb módja természetesen a települések közlekedési és szolgáltatási infrastruktúrájának olyan mértékű fejlesztése, hogy az embereknek ne kelljen autót használniuk a mindennapokban. A másik módja az autós közlekedés csökkentésének az ún. „telekocsi” (car sharing, city car, book-n-drive) hálózat, mely már számos városban (pl. London, Frankfurt am Main) jól működik, s mely lehetővé teszi, hogy az ember csak akkor használjon autót, amikor arra valóban szüksége van.



5.1.13. Ábra. Az autós közlekedés környezetbarát változatai

Telekocsi (car 2 go; city car club), E-töltőállomás

Az utóbbi lehetőséggel kapcsolatban annak hely- és infrastruktúra igényét kell a környezettudatos szemléletű tervezés során figyelembe venni, mely a „car sharing” esetében az erre célirányosan kialakított épületen vagy telken belüli parkolóhelyeket jelenti.

### 5.1.3.3 A helyi Infrastruktúra – Összefoglalás

A helyi infrastruktúra vizsgálata rávilágít a környezettudatosabb épített környezet létrehozásának több fontos kérdésére: Az emberiség energiafelhasználásának és az emberiség által kibocsátott szennyezőanyagoknak a jelentős része – mintegy 20%-a – a közlekedéshez és a szállításhoz köthető, azaz a jó infrastrukturális ellátottság nem kényelmi kérdés, hanem alapfeltétel a környezettudatosabb lakókörnyezetek megteremtése érdekében. Ez a felismerés magától értetődő módon fogalmazza meg a zöldmezős beruházások kritikáját: az ilyen típusú beépítések (települések) léte – ha nem akarnak teljes elszigeteltségben élni – elsősorban az autós közlekedéstől függ, erősen megkérdőjelezve ezek fenntarthatóságát.

Lakóépületek esetében a legfontosabb kérdés tehát az építési hely infrastruktúrával való ellátottsága, az infrastruktúra hiányosságai ugyanis a lakóterület és az egyes épületek minőségét is ronthatják, ésszerűtlen kompromisszumokra kényszeríthetik az építést, s az egész beruházás sikerességét is kockára tehetik. A környezettudatos alkotói gondolkodás egyik fontos ismérve tehát, hogy az építész a tervezést megelőző telekválasztásban is részt vesz, és segíti a klienst az alapvető döntések meghozatalában. Ez a korai és alapvető döntéseket befolyásoló részvétel természetesen szélesebb körű szakmai tudást, és az összefüggésekben való gondolkodás képességét követeli meg az építészől, rávilágítva arra, hogy az alkotó építész szerepe alapjaiban véve a XXI. században sem változott: Az építész napjainkban is széles látókörű, az összefüggéseket ismerő, józan gondolkodású, kreatív szakember.

#### 5.1.4. A helyszín vizsgálatának jelentősége

A környezettudatos szemléletű tervezői gondolkodásban az építés helye kiemelten fontos szerepet játszik, a helyszín természeti, kulturális és infrastrukturális adottságai alapvetően befolyásolják az alkotó építész mozgásterét, a tervezés stratégiáját, és az épületek építészeti kialakítását. Az éghajlati és domborzati adottságok és a helyi építőanyagok az építészet története során alapvetően meghatározták egy régió építészetét. Az épület és környezete közötti harmonikus viszony a múltban szükségszerű, és emiatt magától értetődő volt, ez a végtelen harmónia a regionális építési hagyomány fontos tanulsága. A fejezetben bemutatott épületek, ha eltérő módon is, de a környezettudatos szemléletű épületek ugyanazon fontos jellemzőjére hívják fel a figyelmet:

A kortárs környezettudatos épületek egyik legfőbb meghatározója a hely, az épületek nem függetleníthetők a helyi adottságoktól. A hely természeti, kulturális és infrastrukturális adottságaihoz való alkalmazkodás, mint a józan, racionális és a természeti erőforrások végeességét tiszteletben tartó gondolkodás kifejeződése, napjaink környezettudatos építészetének is meghatározó eleme. [2. Tézis]

## 5.2. Telepítés

Egy terület beépítése, az épületek csoportja által meghatározott külső terek és települési karakter legtöbbször maradandóbb, és hosszabb távon meghatározza a lakókörnyezet minőségét, mint az egyes épületek, emellett az épületek környezetterhelésére is nagy hatással van: egy terület beépítési módja nem csupán az épületek közötti privát és közös terek minőségét (élhetőségét) hanem az épületek benapozását, természetes megvilágítását, és szélnek való kitettségét is nagyban meghatározza.

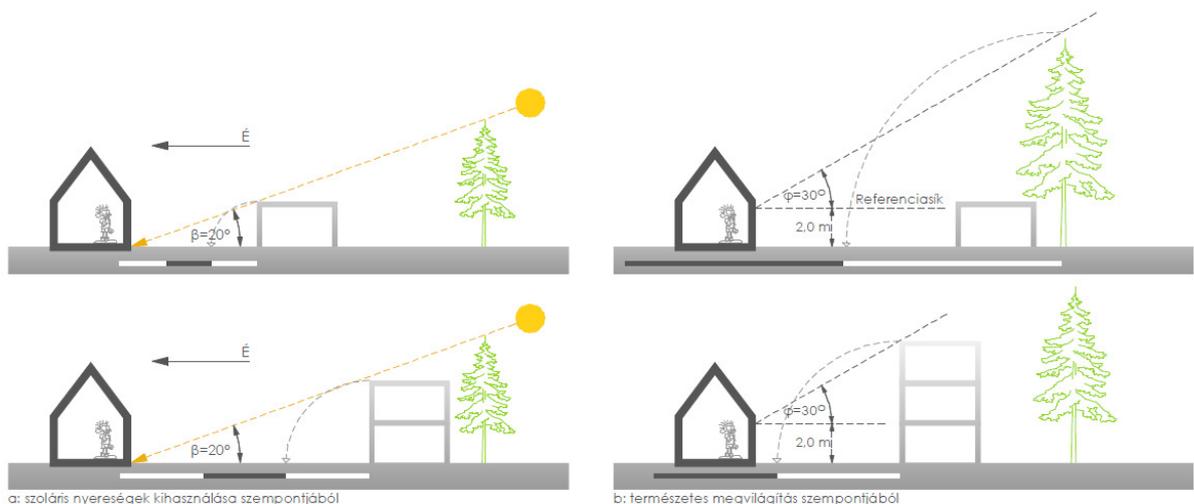
A telepítés fázisában meghozott építészeti döntéseknek tehát stratégiai jelentősége van, elsősorban azért, mert azok a lakókörnyezet és az egyes épületek építészeti és környezeti jellemzőit hosszú távon és maradandóan befolyásolják, s mert ezek a tervezési folyamat későbbi szakaszaiban már csak nehezen módosíthatók. A környezettudatos szemléletű alkotói gondolkodás esetében az épületek közötti külső terek minősége és az épületek telepítését befolyásoló energetikai szempontok azok, melyek az egyéb építészeti szempontok mellett meghatározzák a tervezés ezen szakaszát. Ezekről szól e fejezet.

### 5.2.1. Épületek telepítésének energetikai vonatkozásai

#### 5.2.1.1. Természetes megvilágítás és szoláris energia nyereségek

Az épületek megfelelő telepítésével jelentős mértékben csökkenthető azok környezetterhelése: a szoláris nyereségek kihasználása szempontjából optimális telepítéssel a fűtési energia mintegy 5-10%-a, az épületek jó természetes megvilágítását elősegítő telepítéssel pedig a mesterséges világításra fordított energia 40%-a lenne megtakarítható. Mind a természetes megvilágítást, mind az épületek benapozását nagymértékben befolyásolják az építész kezdeti döntései, a természetes megvilágítás és a benapozás mértéke a tervezés korai szakaszában eldől.

A beépítési terv szakaszában mind a szoláris energia kihasználása, mind a természetes megvilágítás szempontjából kritikus az épületek közötti távolság és az épületek magasságának helyes meghatározása: az energiagyűjtő déli tájolású homlokzatok benapozása és a természetes világítás szempontjából egyaránt meghatározható egy kritikus szög, melyből kikövetkeztethető, hogy milyen közel kerülhetnek az épületek a megfelelő benapozást illetve a természetes megvilágítást rontó akadályokhoz (5.2.1. Ábra)



5.2.1. Ábra. Épületek egymástól való optimális távolsága

A potenciális szoláris nyereségek mértékét elsősorban az épületek tájolása határozza meg. Az északi féltéken az épületek főhomlokzatának déli (délihez közeli) tájolása az ideális, mely legkönnyebben a telken belüli úthálózat kelet-nyugati irányultságával érhető el. Amennyiben a helyi kötöttségek nem teszik lehetővé ezt az ideális elrendezést, úgy a diagonális utak, vagy az észak-déli irányú utakról leágazó, kelet nyugati irányú zsákutcák nyújthatják a tájolás szempontjából legideálisabb megoldást.

A szoláris nyereségek kihasználására törekvő tervezés során nagy figyelmet kell fordítani az épületeket beárnyékoló objektumokra is, legyenek azok természetes (pl.: növényzet) vagy ember alkotta (pl. épület, kerítés) akadályok. A passzív szoláris energia kihasználására törekvő tervezés egyik legnagyobb problémája, ha az épület energiagyűjtő felületeinek benapozottsága a fent említett akadályok miatt nem megfelelő, ez ugyanis a teljes koncepciót alááshatja.

Fontos megemlíteni, hogy a benapozást akadályozó objektum lehet maga a tervezett épület része is, s – melynek a figyelembe vétele jóval nehezebb – jövőbeli beruházás is. Utóbbiak esetében a benapozási problémák úgy előzhetők meg a legnagyobb biztonsággal, hogy az épületet megfelelő távolságra helyezzük a déli telekhatártól, számítva arra, hogy a szomszédos területeken létesítendő épületek közel kerülhetnek a telekhatárhoz <sup>(67)</sup>.



5.2.2. Ábra. Passzív napenergia-hasznosításra optimalizált telepítés *Tanulmányterv, Milton Keynes, Nagy-Britannia. (Lepenye Z.)*

A bemutatott milton keynes-i tanulmányterv egy, a szoláris energia kihasználására tervezett épülettípus (napcsapda ház, ld. 5.4.fejezet) telepítési kérdéseit vizsgálja. A beépítési terv karakterét a helyi adottságokhoz való alkalmazkodás mellett alapvetően a passzív szoláris energia optimális hasznosítása határozza meg. Az átrium köré szervezett, elsősorban déli irányban nyitott épületek a területet kiszolgáló észak-déli irányú útról leágazó diagonális utak mentén helyezkednek el, ezáltal könnyen megvalósítható az átriumok és az épületek főhomlokzatának déli (délihez közeli) tájolása. A diagonális, tördelt úthálózat, és azok mentén elhelyezkedő elforgatott épületek dinamikus karaktert kölcsönöznek a beépítésnek, s egyben a lakóegyüttes közlekedési hierarchiájának (gyalogosbarát kialakítás) meghatározásában is fontos szerepet játszanak: a változatos vizuális kapcsolatokban gazdag utcakép és a járművek sebességét csökkentő kanyargós úthálózat egyaránt a gyalogos közlekedésre való ösztönzés építészeti megnyilvánulásai. A beépítési terv jól mutatja, hogy ideálisnak éppen nem mondható körülmények között is van lehetőség a környezettudatos tervezői gondolkodás gyakorlatba való átültetésére, és az épületek környezeti adottságoknak megfelelő optimalizálására.

### 5.2.1.2. Az épületek körüli légáramlatok

A környezettudatos épületek esetében különösen fontos, hogy a telepítésnél figyelembe vegyünk a helyi szélviszonyokat, mivel azok az épület körüli mikroklimát és az épület természetes szellőzését – azaz közvetve az épület energiaháztartását – nagymértékben befolyásolják. A szélviszonyok figyelembe vétele az építészeti tervezés során egyaránt jelenti a hideg szelek elleni védelmet és a természetes szellőzés elősegítését.

A hidegebb éghajlatokon – így Magyarországon is – az elsődleges cél a szélességek csökkentése és az épület körüli mikroklima javítása, mely az alábbi előnyöket nyújthatja <sup>(67)</sup>:

- a magasabb külső hőmérséklet folytán az épület hővesztesége kisebb;
- a magasabb felületi hőmérséklet miatt a hővezetési hőátadás mérséklődik;
- a kisebb légcserének köszönhetően az épület szellőzési hővesztesége csökken;
- az épületburok vizesedése csökken

Az épületek hideg szelek elleni védelmének tervezése nem egyszerű feladat, ahhoz az építész kompetenciáján kívül eső segédtudományokra – elsősorban az aerodinamikára – is szükség van. Mivel a dolgozat terjedelme nem teszi lehetővé az aerodinamikai ismeretek részletes bemutatását e fejezet a nemzetközi szakirodalom <sup>(67,76)</sup> ajánlásaira és tervezési irányelveire támaszkodik.

A tervezés alapja természetesen a helyi szélviszonyok pontos ismerete, melyre az 5.1.3. fejezetben leírtak alapján tehetünk szert. A tervezés során a legfontosabb stratégiai jelentőségű kérdés a helyi légáramlatok természetes lefolyásának elősegítése, ennek elmulasztása ugyanis a hideg légtömegek feltorlódásával és rétegződésével jár <sup>(67,68)</sup>.

Ennek elkerülése végett a telepítés során általában törekedni kell arra, hogy az épületek hossz tengelye a telek adta lehetőségekhez mérten párhuzamos legyen az uralkodó széliránnyal <sup>(67)</sup>. Az épületek szélnek kitett felülete ennek az egyszerű fogásnak az alkalmazásával nagymértékben csökkenhet, nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy az épületek közötti területek az ilyen típusú telepítésnek köszönhetően jóval kevésbé szélvédettek. Éppen ezért a hosszú (25 méternél hosszabb) tagolás nélküli épületsorok és homlokzatok általában kerülendők <sup>(67,76)</sup>.

A szakirodalomban ajánlásokat találhatunk arra vonatkozóan is, hogy milyen távolságra kell helyezni egymástól az épületeket az optimális szélvédelem szempontjából: Amennyiben az épületek közti távolság magasságuk körülbelül háromszorosa, a környező légnyomáskülönbségek értéke akár a felére is csökkenhet, azaz a szélvédettség jelentős mértékben megnő <sup>(76)</sup>.

Figyelembe véve a természetes szellőzés elősegítésének követelményeit a nyári időszakban, az épületek magassága és a köztük lévő távolság aránya 2,5-3,5 körüli értékben határozható meg, mely a benapozás szempontjából is kedvező <sup>(76)</sup>.

## 5.2.2. Az épületek közötti külső terek minősége

A jellemzően a beépítési terv fázisában definiált külső terek – az egyes épületek minősége mellett – meghatározó szerepet játszanak a lakókörnyezet minőségének megítélésében: Az emberi élet színterét az épületek által biztosított intim terek mellett az épületek közötti közösségi terek adják, az emberi társas interakció rendszerint ez utóbbiakban zajlik. A környezettudatos épületek esetében ezért különösen fontos, hogy az építészeti esztétikai szempontok mellett a tervező már a telepítés fázisában figyelembe vegye az ember alapvető pszichológiai igényeit és a környezettudatos megközelítés sajátos szempontjait.

Az igényesen, funkcionális és környezetpszichológiai értelemben megfelelően kialakított külső terek önmagukban is képesek lehetnek arra, hogy a lakóterület használati és erkölcsi értékállóságát hosszabb távon és az egyes épületek avulása esetén is biztosítani tudják, így elkerülhető az épületek idő előtti, számottevő környezetterheléssel járó bontása.

Pruitt Igoe 1955-1972

1972. március 16.: A St Louis városában található lakótelep bontásának kezdete egyben „a modern építészet halálának” a napja. A történelem során kevés ilyen sok vitát kavart épületegyüttes született, mint Pruitt Igoe. Annak ellenére, hogy a terv születése idején 1951-ben elnyerte a „high-rise apartment of the year” megtisztelő címet, az 1955-re befejezett lakóegyüttesről hamar kiderült, hogy nem váltja be a hozzá fűzött reményeket: néhány éven belül a házak elnéptelenedtek, a bűnözés megfékezhetetlenné vált, s a vandalizmus olyan méreteket öltött, hogy az épületek csaknem lakhatatlanná váltak. Bár a telep kudarcában számos társadalmi és gazdasági tényező (faji szegregáció, munkanélküliség, a koreai háború okozta nyersanyaghiány és költségcsökkentések) is közrejátszott, érdemes e kudarc építészeti és környezetpszichológiai okait is megvizsgálni: léptéktelenség, rosszul definiált, „senkihez sem tartozó” külső és épületen belüli közösségi terek, a környezet feletti kontroll és biztonságérzet teljes hiánya. Talán egy ideális társadalomban ezek nem okoztak volna ekkora problémát, de itt és ekkor ezek a tévedések végzetesnek bizonyultak. Maga az építész, Minoru Yamasaki se gondolta volna, „hogy az emberek ilyen pusztításra képesek”.

Pruitt Igoe talán legnagyobb tanulsága az, hogy az ember pszichológiai igényei iránt érzéketlen alkotói hozzáállás mekkora kárt képes okozni társadalmi, kulturális, gazdasági és környezeti értelemben egyaránt, s hogy a valóban környezettudatos épületek esetében az emberi jólét a legalapvetőbb tervezési szempont.



5.2.3. Ábra. Pruitt Igoe

A környezettudatos gondolkodás alapvető törekvései, az épületek környezetterhelésének csökkentése, és az épületek és a természeti környezet közötti harmónia megteremtése már a telepítés fázisában megkívánják a tudatos és előrelátó tervezést. Olyan egyszerű eszközök, mint a tudatos növénytelepítés, a megfelelő infrastrukturális kapcsolatok, és a természetes szivárgó rendszerek alkalmazása, vagy a telken belüli úthálózat hierarchikus, azaz a gyalogos közlekedést előnyben részesítő kialakítása nagymértékben hozzájárulhatnak az épületek környezetterhelésének a csökkentéséhez. Jelen fejezet elsősorban a lakóterület minőségét legnagyobb mértékben befolyásoló kérdésekkel foglalkozik:

- **Területhasználat;**
- **A telken belüli úthálózat kialakításának fontosabb szempontjai;**
- **A telken belüli növényzet védelme és a környezettudatos tájépítészeti kialakítás.**

### 5.2.2.1. Területhasználat

A telken belüli területhasználat kapcsán a legfontosabb kérdés a **privát és közösen használt zónák világos definiálása** és lehatárolása, valamint az **intimitás és a társas interakció igényét** kielégítő területek biztosítása.

Az intimitást biztosító privát használatú kertek, teraszok mellett tehát a lakókörnyezethez szükséges kiegészítő funkciók, elsősorban a rekreációs területek (játszótér, parkos terület, kisebb sportpályák, stb.) megléte, minősége és településsel való kapcsolata is rendkívül fontos. A közös területek kialakításakor az elsődleges szempont az, hogy azokat minden korosztály rugalmasan, kényelmesen és biztonságosan tudja használni, ez a magasabb használati érték mellett egyben a helyi közösség formálásában is fontos szerepet játszhat.

A területhasználat meghatározása során nagy gondot kell fordítani arra, hogy MINDEN területrészt használata, karbantartási módja és tulajdonviszonya tisztázott legyen, ennek elmulasztása ugyanis a „senkihez sem tartozó” és használaton kívüli területek állapotának leromlását idézi elő a legtöbb esetben.

### 5.2.2.2. Telken belüli úthálózat

Amint az 5.1.2 fejezetben már ismertetésre került, a településeken belüli közlekedés racionalizálása és a gyalogos illetve kerékpáros közlekedésre való ösztönzés, ezeknek a teljes mértékben környezetbarát és egészséges közlekedési módoknak az elősegítése a környezettudatos lakóterületek létrehozására irányuló törekvések esetében kulcsfontosságú.

A telek beépítésének fázisában elsősorban a telken belüli úthálózat kialakítására és annak a település úthálózatával való kapcsolatára kell nagy gondot fordítani. A telken belüli úthálózatot hierarchikus módon kell kialakítani, mégpedig úgy, hogy az a gyalogos és kerékpáros közlekedést részesítse előnyben szemben az autós közlekedéssel szemben. Ezáltal nem csupán a közlekedéshez köthető károsanyag kibocsátás csökkentése, hanem egyidejűleg a lakóterület értékének növelése is elérhető. A telken belüli úthálózat hierarchikus kialakításának tervezési módszerét az alábbi táblázat mutatja <sup>(71)</sup>.

Használói Hierarchia	
Leginkább előnyben részesített	Gyalogosok
	Kerékpárosok
	Tömegközlekedést használók
Legkevésbé előnyben részesített	Speciális járművek (mentő, tűzoltó, szemétszállítás)
	Egyéb járművek

A telken belüli úthálózat kialakítási módja a gyakorlatban rendkívül összetett s bonyolult feladat, melyhez a legtöbb esetben szaktervezők (úttervezők) bevonása szükséges, és melyben az építésze elsősorban a szaktervezők koordinációja és a hatékony kommunikáció elősegítése hárul. Ennek a szerepnek a betöltéséhez az építésznek ismernie kell az úthálózat kialakításának legfontosabb szempontjait, melyek a gyakorlatban legkönnyebben az ún. vegyes forgalmú lakóutcák (Woonerf, Shared Surface Street Home Zone) tanulmányozásával sajátíthatók el.

A Hollandiában az 1970-es években megszületett „woonerf” koncepció lényege, hogy az utca használói közötti egyensúlyt helyreállítsa, azaz visszaadja az utcát a gyalogosoknak, családoknak és kerékpárosoknak, véget vetve az autók uralmának. A koncepció az elmúlt évtizedekben meleg fogadtatásra talált Európa-szerte, és azt több ország adaptálta településfejlesztési stratégiájának kidolgozása során. Az elgondolás zsenialitása abban rejlik, hogy miközben – az autós közlekedés korlátozása révén – a környezettudatosabb települések létrehozásához is nagymértékben hozzájárul, a lakóterület minőségének és értékének növelése által a beruházók számára üzleti szempontból is vonzó lehet. A koncepció szellemében kialakított lakóutciókra példákat az 5.2.7. Ábrán láthatunk.



5.2.4. Abra. Lakóutcák Delft



Amszterdam



Southhampton



Manchester

A koncepció gyakorlati megvalósítása során az építésznek az alábbi elveket kell a tervezés során figyelembe vennie <sup>(72,73)</sup>:

- Kapcsolat a települési infrastruktúrához, a telken kívüli létesítmények könnyű és biztonságos elérhetősége
- Kiterjedt és jó kapcsolatokkal rendelkező gyalogos és kerékpáros úthálózat, az autós közlekedés visszaszorítása érdekében
- Közvetlenül, kényelmesen és biztonságosan elérhető tömegközlekedési lehetőségek
- Kényelmes, könnyen használható és biztonságos kerékpártárolók
- A gépjárművek sebességét csökkentő megoldások (kanyargós utcák, lassítók, fekvő rendőr, stb.)
- Biztonságos, könnyen megközelíthető parkolási lehetőség, mely az utcakép szempontjából nem domináns
- Könnyen, kényelmesen és biztonságosan elérhető létesítmények (szolgáltatások, játszótér, park, stb.)
- Igényesen kialakított utcák, a növényzet és az utcabútorok tudatos telepítésével ill. elhelyezésével
- Napsütötte, kellemes klímájú, ezáltal a fizikai aktivitást ösztönző külső terek
- Biztonságérzetet nyújtó, belátható, megfelelően megvilágított utcák, melyeknek az épületek főhomlokzatával intenzív vizuális kapcsolata van
- Árnyékoló biztosító növényzet a városi hősziget effektus csökkentése érdekében
- Burkolt felületek arányának korlátozása, a városi hősziget effektus csökkentése érdekében
- és jó vízáteresztő képességgel rendelkező burkolatok alkalmazása, a csatornahálózat terhelésének csökkentése érdekében (SUDS<sup>xx</sup>)

### 5.2.3.3. Kertészeti kialakítás (Telek zöld infrastruktúrája)

A lakókörnyezetek környezettudatos kertészeti kialakítása elsősorban a telek **ökológiai adottságainak (zöld infrastruktúrájának) védelmét**, megőrzését és gyarapítását, valamint az **épületenergetikai szempontból tudatosan elhelyezett növényzetet** jelenti. Ez nem csupán az 5.1.1. fejezetben ismertetett létfontosságú ökológiai szolgáltatások megőrzéséhez és kiterjesztéséhez járulhat hozzá, hanem az épületek energiamérlegére is nagy hatással lehet.

A telek ökológiai értékeinek védelme építészeti szempontból elsősorban a **meglévő növényállomány védelmét és őshonos – azaz nem tájidegen – fajok telepítését** jelenti. Fontos megjegyezni, hogy a beépítés során nem feltétlenül szükséges, hogy az építész szolgai módon, a meglévő növényállomány szabta korlátoknak megfelelően tervezzen, a hangsúly inkább a valóban értékes növényállomány védelmén kell hogy legyen. Lakóterületek esetében a lombhullató és lassan növekedő fajok az értékesebbek, mivel ezek egyrészt nehezebben pótolhatóak, másrészt az épületek természetes árnyékolása során is előnyösebbek lehetnek, mert a nyáron megfelelő árnyékolást adnak, miközben a téli időszakokban a szoláris energia kihasználását nem akadályozzák.

**Energetikai szempontból** a növényzet – 5.1. fejezetben ismertetett – városi hősziget hatást mérséklő szerepére és az épületek szélvédelmében játszott szerepére érdemes felhívni a figyelmet. A növényzet természetes árnyékoló hatásának és evaporációjának köszönhetően a nyári csúcshőmérséklet mintegy 1-5°C-kal, a felületi hőmérséklet pedig akár 5-20°C-kal is csökkenhet <sup>(52,67)</sup>, mely az épületek klimatizálására fordított energia drasztikus csökkenését jelentheti.

A növényzet, mivel széláteresztő képessége folytán környezetében ritkábban fordulnak elő kedvezőtlen áramlások, az épületek szélvédelmében is szerepet játszhat. A szélvédelem céljából telepített növényzet két csoportba sorolható:

- Nagyobb léptékű, a lakóterületek peremén elhelyezett főbb szélárnyék;
- Kisebb léptékű, helyi védelmet biztosító szélárnyék.

A szélvédelem céljából telepített növényzet esetében a legfontosabb kérdés annak széláteresztő képessége, mely ideális esetben 40-50% körül kell legyen <sup>(67,76)</sup>, s mely a **telepítendő fajok tudatos kiválasztásával** érhető el.

### 5.2.3. A környezettudatos épülettelepítés a gyakorlatban

A korábban már ismertetett milton keynes-i tanulmánytervben nagy szerepet kapnak a fenti alapelvek: a koncepciót meghatározó gondolat az ember és a természeti környezet közötti harmónia megteremtése, az ember fizikai és pszichológiai igényeinek maximális kielégítése, a természeti erőforrások racionális és takarékos felhasználása mellett.



5.2.5. Ábra. Területhasználat

Tanulmányterv, Milton Keynes, Nagy-Britannia. (Lepénye Zoltán)

A beépítési séma környezetpszichológiai szempontból meghatározó törekvése a lakók biztonságérzetének megteremtése: a privát és közösen használt területek világosan definiáltak, a használaton kívüli közös területek aránya minimális, és a közterületek az épületek főhomlokzatával intenzív vizuális kapcsolatban vannak, ezáltal is növelve a lakók biztonságérzetét. A változatos utcaképek segítik a területen belüli tájékozódást, az egyéni arculatú bejárati zónák pedig lehetőséget kínálnak az embereknek arra, hogy környezetüket alakítsák, hozzájárulva a kontrollálható környezet érzetének megteremtéséhez.



5.2.6. Ábra. Telken belüli közlekedési rendszer kialakítása

Tanulmányterv, Milton Keynes, Nagy-Britannia. (Lepénye Zoltán)

Az úthálózat kialakítását meghatározó alapelvek a gyalogos közlekedés előnyben részesítése illetve az emberek erre való ösztönzése. A tört vonalvezetésű, vegyes használatú utak természetes módon lassítják a telken belüli autós forgalmat, visszaadva az utcát az embereknek. Az alacsony épületeknek köszönhetően napsütötte utcák fizikai aktivitásra ösztönöznek: itt minden korosztálynak lehetősége van az otthonához közeli, biztonságos körülmények közötti minőségi időtöltésre. A telken belüli úthálózat jól kapcsolódik a meglévő gyalogos és kerékpárutakhoz, vonzó lehetőséget kínálva az itt élőknek az egészségesebb és fenntarthatóbb közlekedésre.

A terület természetes szélvédelmét, mely a terület elhelyezkedéséből adódóan az év nagy részében szükséges, a dél-délkeleti és a délnyugati oldalakon elhelyezkedő, nagyrészt meglévő növényzet biztosítja. E növényzet megőrzése, illetve a telepítendő növényzet helyének meghatározása a tervezés kiemelten fontos szempontja volt: ez az egyszerű gesztus nem csupán az ökológiai értékek háborítatlanságát biztosítja, hanem egyben a külső terek kellemes klímájának megteremtéséhez (természetes árnyékolás) és az épületek hővesztésének csökkentéséhez (szélvédelem) is hozzájárul, mutatva azt, hogy a természet megértése és tisztelete az ember számára mennyi előnyt nyújthat. Többre mint egy ilyen gesztus nincs is szükség.

#### 5.2.4. Összefoglalás

A környezettudatos szemléletű tervezés kulcsfontosságú mozzanata az épületek telepítése, az építész ebben a tervezési fázisban számos, az épületek környezetterhelését és a lakókörnyezet minőségét nagyban befolyásoló döntést hoz. A helyes telepítés a környezettudatos épületek esetében alapkövetelmény, mivel az alkotási folyamatnak e korai szakaszában egyszerű építészeti eszközökkel (tájolás, utcák légtéraránya és ebből adódóan az épületek benapozása) is nagymértékben és tartósan befolyásolható az épület környezetterhelése.

Azok a döntések, melyeket az építész a telepítés fázisában az épületek környezetterhelésének csökkentése érdekében hoz, a lakókörnyezet minőségét és élhetőségét is előnyösen befolyásolják. A napfény, mint energiaforrás, a természetes megvilágítás, a helyi növényzet árnyékoló és szélárnyék szerepének kihasználása egyszerű eszközök, melyek nagymértékben hozzájárulnak az ember fizikai és mentális egészségéhez és az épületek környezetterhelésének csökkentéséhez egyaránt. A környezettudatos szemlélet tehát nem csupán a környezeti értékek megőrzéséhez, hanem az egészséges, örömteli emberi élet feltételeinek megteremtéséhez is hozzájárul.

A telepítés vizsgálata tehát a környezettudatos épületek tervezésének egy fontos összefüggését világítja meg:

A környezettudatos és a jó minőségű lakókörnyezet létrehozásának alapelvei szoros kapcsolatban vannak. A tájolás, az épületek közötti távolság helyes megválasztása és a domborzat figyelembe vétele, a gyalogos és kerékpáros közlekedést elősegítő és népszerűsítő telken belüli úthálózat, a tudatosan telepített növényzet egyszerű építészeti eszközök, melyek nagy szerepet játszanak a környezettudatos környezet kialakításában, a lakókörnyezet minőségének általuk nyerhető javulása ugyanakkor szintén megkérdőjelezhetetlen. [3. Tézis]

## 5.3. Tömegalakítás

A tömeg az építészeti alkotás legmaradandóbb része, mely az épület léptékét, karakterét, környezetéhez való viszonyát alapvetően meghatározza. Az épület tömege kifejezi az azt létrehozó társadalom szellemiségét, illetve környezetéhez fűződő viszonyát, jelentéshordozó szerepe tehát vitathatatlan. Hogyan jelenhet meg azonban a környezettudatosság ideája az építészeti alkotás olyan meghatározó szakaszában, mint a tömegalakítás? Ez a fejezet elsősorban erre a kérdésre keresi a választ.

A környezettudatos épületek legfőbb jellemzője a környezettel való harmonikus viszony és a környezeti erőforrások ésszerű felhasználása, mely az épület tömegének léptékében, formájában, és az épülettömeg környezetbe illesztésében is kifejeződik. Az épület tömege nagy hatással van annak energiaháztartására is, azaz a tömegalakítás fázisában az épület karakterét és környezetterhelését illetően is számos fontos kérdés eldől.

### 5.3.1. Lépték, méret és forma

A környezettudatos épületek esetében a lépték és méret több figyelmet kell kapjon. A jövőben minden valószínűség szerint **kisebb léptékű, könnyebben kezelhető**, többé-kevésbé autonóm és működtetés szempontjából átláthatóbb épületek és épületegyüttesek létrehozása tűnik ésszerűnek <sup>(20.68)</sup>, melyek mind létrehozásuk, mind működtetésük során kevésbé terhelik meg az adott környezetet.

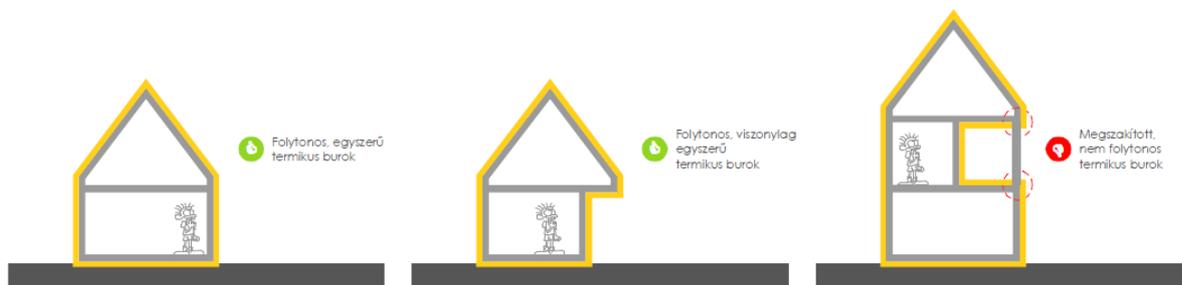
A tömegalakítás fázisában környezeti szempontból rendkívül fontos kérdés az épület szintszáma és a beépítettség mértéke. Általánosságban elmondható, hogy a többszintes épületek esetében – mivel adott alapterülethez kisebb beépítettség társul – a beépítetlen területek aránya jelentős mértékben növelhető, ezáltal több lehetőség nyílik a telken belüli zöldterületek arányának növelésére és a helyi ökológiai értékek védelmére.<sup>(40)</sup> Az értekezésben vizsgált alacsony intenzív beépítések ilyen tekintetben különösen előnyösek lehetnek, mivel a koncentrált beépítés – különösen többszintes épületek esetében – lehetővé teszi, hogy nagyméretű, összefüggő és rugalmasabban formálható zöldterületeket alakítsunk ki.

Formai tekintetben a környezettudatos épületek esetében az egyszerű, kompakt forma a leglényegesebb követelmény <sup>(47.75)</sup>, mely már ebben a korai tervezési fázisban is nagymértékben csökkentheti az épület várható hőveszteségét.

Épülettípus	Felület-térfogat arány	Családi házhoz viszonyítva
Családi ház	1,07	100%
ikerház	0,97	91%
<b>Sorház</b>	<b>0,87</b>	<b>81%</b>
Lakás (4 oldalról lakásokkal határolt)	0,2	19%

5.3.1. Táblázat: Épülettípusok felület-térfogat aránya (100m<sup>2</sup> alapterület és 3m-es épületmagasság esetén)<sup>(75)</sup>

Az egyszerű, kompakt forma elsősorban az épület termikus burkának optimalizált felület-térfogat arányát (5.3.1 táblázat) és folytonos, „felesleges hőhidaktól mentes” kialakítását jelenti. Ez a gyakorlatban a kubatúrán belül elhelyezkedő fűtetlen terek (pl. loggiák, tornácok, konzolos épületrészek) elhelyezésének és kialakításának gondos mérlegelését igényli. A legtöbb problémát a függőleges (beton és falazott) tartószerkezetek fűtött és fűtetlen terek közötti átmenete okozza, az ilyen téri szituációk elkerülésére tehát már a tömegalakítás fázisában is gondolni kell (5.3.2. Ábra).



5.3.1. Ábra. Az épület termikus burka

Formai tekintetben a tetőformát érdemesebb még mélyebben vizsgálni, ez ugyanis az épület karakterét, a tetőhéjazat anyagát – mely építészeti / illeszkedési szempontból különösen fontos lehet – és a tetőfelület későbbi hasznosítási lehetőségeit (esővízgyűjtés, zöldtető, kollektorok, stb.) is nagymértékben befolyásolja.



5.3.2. Ábra. Tetőformák elemzése építészeti és környezeti szempontból

Frank Lloyd Wright egyik kései épülete, a II. Jacobs Ház (Solar Hemicyle – Nap-félkör) kitűnő példa a környezettudatos alkotói gondolkodás vezérelte tömegalakításra. Bár a fenntarthatóság mint fogalom az épület születése idején (1944-1948) még egyáltalán nem volt a köztudatban, Wright jól tudta, hogy az épület egy újfajta építészeti megközelítés egyik első példája lehet.

Az épület egyszerű, ősi építészeti elemekből áll, lényegében nem több mint egy masszív, íves kőfal az északi oldalon, és egy e felett lebegő könnyed tető. A déli oldalt egy teljes felületű üvegfal határolja, ezáltal a belső tér az épülethez tartozó kör alakú kerttel szinte egybeolvad, szimbolizálva azt, hogy az épület valójában nem más, mint a végtelen természet egy leválasztott szelete, mely védelmet nyújt az embernek a természet erői elől. Az épület formájából adódóan mesterien használja ki a passzív szoláris energiát, ugyanakkor a Wright-ra jellemző, erősen túlnyúló tető is fontos szerepet játszik abban, hogy a belső terek klímája minden évszakban kellemes legyen. Ez a túlnyúló tető véd a magasan járó, tűző nyári Naptól, miközben az alacsonyabb téli napállásnál zavartalanul engedi be a belső teret élettelt megtöltő napsugarakat, egyszerűségében is tökéletesen szabályozva az épület szoláris nyereségeit. Az épületet északi oldalról körülölelő feltöltés tökéletes szélvédelmet biztosít, és hatalmas hőtároló tömegével természetes módon enyhíti a nyári hőséget, hozzájárulva a belső terek kellemes klímájához az év minden időszakában.

Az épület igazi értéke nem csupán a nappálya által meghatározott tömeg és az épület kerttel való intenzív vizuális kapcsolatának sokféleképpen értelmezhető, gazdag jelentéstartalmában rejlik: az épület korát megelőzve egy mai környezettudatos épület összes

lényeges elemét tartalmazza, mutatva, hogy az alkotói intuíció és az innovatív gondolkodás milyen fontos szerepet játszhat a környezettudatosság ideájának megvalósításában. Az alkotói megérzés és kreativitás ebben az esetben megelőzte az épületben alkalmazott környezettudatos megoldások létjogosultságának tudományos bizonyítását.



- ✓ a szoláris nyereségek maximális kihasználására optimalizált tömeg
- ✓ földtakarás az épület északi oldalán, mint hideg szelek elleni védelem
- ✓ szélvédett, eredeti terepszint alá süllyesztett kert az épület déli oldalán
- ✓ nagy túlnyúlású eresz, mint napvédelem a nyári időszakban
- ✓ természetes építőanyagok

5.3.3. Ábra. F.L. Wright: Jacobs-Ház (Solar Hemicycle) Middletown, Wisconsin 1944-1948.

### 5.3.2. A természeti adottságok szerepe a tömegalakításban

A hely sajátosságainak figyelembe vétele a tömegalakítás során az építészeti minőség mellett az **épület környezetterhelésének csökkentéséhez is nagymértékben hozzájárulhat**. A jól átgondolt, racionális és a hely adta lehetőségeket kihasználó tömeg számos energetikai, épületszerkezeti és kivitelezési előnyt is nyújthat, a környezettudatosság elveinek szem előtt tartásával tehát számos gyakorlati probléma is megoldható. A tömegalakítás fázisának alaposan átgondolt megoldásaira ezért általában igaz, hogy a tervezés ezen korai szakaszában befektetett szellemi energia a későbbiekben sokszorosán megtérül.

A természeti adottságok közül a domborzat az, melyre a tömegalakítás során a legnagyobb figyelmet kell fordítani. A domborzati viszonyokra érzékenyen reagáló épülettömeg ugyanis nem csupán az épület megjelenése szempontjából, hanem energetikai (hőtároló tömeg, hideg szelek elleni védelem) és épületszerkezeti szempontból (pl. épületszerkezetek kitétsége az időjárás viszontagságainak) is előnyös lehet.

A domborzati adottságok adta lehetőségek kihasználására remek példa az épületek részleges vagy teljes földbe süllyesztése (5.3.4. Ábra) melynek építészeti, üzemeltetési és környezetterhelési szempontból az alábbi tulajdonságait érdemes kiemelni:

A földbe süllyesztett épülettömeg környezeti vonatkozásai	
Előnyök	Hátrányok
Hájképi illeszkedés, az épület nem uralkodik a környezetén	költségek
zöldtető kialakításának lehetősége - ökológiai előnyök	természetes megvilágítás nehezebb
karbantartási igény csekélyebb	természetes szellőzés megoldása nehezebb
földtakaró mint hőtároló tömeg használatának lehetősége	
hideg szelek elleni védelem	

Obie Bowman alkotó megközelítése szoros rokonságot mutat a természeti népek filozófiájával, miszerint „ha az ember elpusztítja a természet egy részét, azzal saját magának egy részét pusztítja el”<sup>(20)</sup>. Ez az alapelv tükröződik az építész kaliforniai lakóházában is: az épület nem ember alkotta struktúráként, hanem tereptárgyként, a környező dombos vidék szerves részeként jelenik meg. Az épület karakterét elsősorban a domborzati viszonyokat érzékenyen követő forma, az épületet övező feltöltések és az épület egészét fedő zöldtető adja, mely által az épület egybeolvad a környező mezővel.



- ✓ hideg szelek elleni védelemre optimalizált tömeg
- ✓ zöldtető ökológiai előnyei- hővédelem, permegkötés, helyi biodiverzitás növelése
- ✓ Passzív szoláris energia kihasználása az épület fűtésére és melegvíz készítésére
- ✓ természetes szellőzés és megvilágítás
- ✓ természetes építőanyagok



5.3.4. Ábra. Obie Bowman: Brunsell residence California 1987

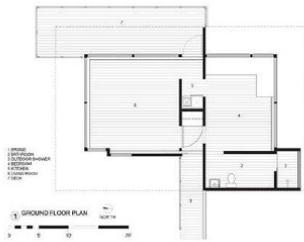
Az elnyújtott, domborzati viszonyokat követő tömeg és gesztus – mellyel az építész visszaadja az épület által elfoglalt területet a természetnek – egyidejűleg keltheti bennünk azt az érzetet, hogy az épület mindig is a táj része volt, ugyanakkor számos környezeti előnnyel is szolgál: a zöldtető természetes módon járul hozzá a belső terek klimatizálásához, az épület áramvonalas tömege és az épületet körülvevő feltöltések pedig védelmet nyújtanak a partvidék hideg szeleitől. Az épület a helyi adottságoknak megfelelő racionális telepítés és tömegalakítás mintapéldája, melynek minden részletében az a természetes népek hagyományaiiban gyökerező alkotói gondolkodás tükröződik, mely elsődleges feladatának az épület és a természeti környezet közötti harmónia megteremtését tekinti.

A domborzati adottságok figyelembe vételének egy másik lehetséges módja az épület lábakra állítása (5.3.5. Ábra), mely többnyire az extrémításba hajló domborzati viszonyok esetén lehet célravezető. Környezeti és építészeti szempontból a lábakra állított épületeknél az alábbi sajátosságokra érdemes felhívni a figyelmet:

A lábakra állított épülettömeg környezeti vonatkozásai	
Előnyök	Hátrányok
építészeti téralakítási előnyök, pl. kilátás	költségek
az épület és a kivitelezés környezetre gyakorolt hatása csekély	nagyobb lehűlő felület
a katabatikus szelek lefolyása zavartalan	
a helyi vizek lefolyása zavartalan	

A helyi adottságok iránt érzékeny telepítésnek, tömegalakításnak és az épület környezetbe illesztésének jó példája az Andersson Wise építészek által tervezett montanai nyaralóépület. A montanai erdőség e festői környezetében az épület környezetre gyakorolt hatásának mérséklése különösen fontos volt, melyet az építészek mesterei módon oldottak meg: az egész épület hat acélpilléren lebeg a sziklás terep felett, melynek köszönhetően az épület természetes környezetre gyakorolt hatása minimális.

A teljes mértékben előregyártott és a helyszínen összeszerelt konstrukció szintén a természetes környezet megőrzésének elsődleges, az alkotó gondolkodást meghatározó szerepét tükrözi. A belső terek és a környező vidék intenzív vizuális kapcsolata fokozza az épület és környezete szimbiózisát: a kint és a bent határai elmosódnak, a helyi fények és az azok folyamatos változásából adódó sokszínűség a belső terek meghatározó eleme. Mind az épület tömege, mind belső terei a természetes környezet iránti alkotói érzékenységet tükrözik: az épület ebben a környezetben barátságos vendég, mely tiszteletben tartja a környezetét, s jelenlétével a lehető legkisebb mértékben bolygatja meg annak összhangját.



- ✓ lábakra állított tömeg - jó kilátás, a természetes vizek és légmozgások akadálytalan lefolyása, épület környezetre gyakorolt hatása kisebb
- ✓ természetes megvilágítás, intenzív kapcsolat a természeti környezettel
- ✓ előregyártott épületszerkezetek- a kivitelezés helyi természeti környezetre gyakorolt hatása gyakorlatilag elhanyagolható
- ✓ természetes, megújuló építőanyagok



5.3.5. Ábra. Andersson Wise Architects: Wood Cabin on Lake Flathead.

A példák jól illusztrálják, hogy építészeti és környezeti szempontból is minden megoldásnak megvannak a maga előnyei és hátrányai, a passzív szemléletű környezettudatos tervezői gondolkodás lényege éppen ezeknek a tulajdonságoknak a hely adottságainak megfelelő optimalizálása. A tömegalakítás és a domborzati viszonyok vonatkozásában tehát nem fogalmazhatók meg általánosan alkalmazható alapelvek. A környezettudatos szemlélet kulcsa ebben a tervezési fázisban is a tervező megfelelő hozzáállása és érzékenysége.

### 5.3.3. Összefoglalás

A tömegalakítás a környezettudatos szemléletű építészeti tervezés fontos mozzanata, mivel az az épület és az épületet létrehozó ember környezetéhez való viszonyát tükrözi, mely viszony minősége alapvetően meghatározza az épület környezetre gyakorolt hatását. A fejezetben bemutatott épületek tömegét alapvetően a hely és a természetes környezet iránti mélyszéges tisztelet határozza meg, ez a közös szellemiség az, mely az épületeket a környezet részévé teszi, és lehetővé teszi hogy a környezettel való együttélésből az épületek is profitáljanak, rávilágítva a környezettudatos szemléletű tervezés egy fontos összefüggésére:

A természetes környezettel való összhang közvetve az épület környezetterhelésének csökkentéséhez is hozzájárul. Az épületek és a természetes környezet harmonikus viszonya nem csupán a környezettudatosság ideájának elvont megnyilvánulása: A természet megértése, értékeinek tisztelete és kényszereinek figyelembevétele segíti az épület természet viszontagságaitól – hideg szelek, nyári forróság – való védelmét azaz közvetve az épület környezetterhelésének csökkentéséhez is hozzájárul. (4. Tézis)

## 5.4. Téralkítás

Az építészet elsődleges célja a téralkítás, olyan terek létrehozása, melyek emberi használatra alkalmasak, s kifejezik az ember önmagához és környezetéhez fűződő viszonyát. Az építészeti térnek számtalan követelménynek (pl.: esztétika, megfelelő méret, hőmérséklet, stb.) kell megfelelnie ahhoz, hogy az ember kellemesnek ítélje meg, létrehozása éppen ezért komplex gondolkodást igényel.

Magától értetődő, hogy az épület lényege, az építészeti tér a környezettudatos szemléletű tervezésben is kitüntetett figyelmet érdemel: Az építészeti tér kifejezi az épület **környezetéhez fűződő viszonyát**, és nagymértékben meghatározza az épület környezetterhelését, közvetett (pl. **funkcionális értékállóság** és az ehhez szorosan kapcsolódó tartósság problematikája) és közvetlen (pl. **energiaháztartás** kérdései) értelemben egyaránt. Jelen fejezet a környezettudatos szemléletű téralkítás olyan fontosabb kérdéseit vizsgálja, mint a természetes környezettel való kapcsolat, a funkcionalitás és a tartósság illetve az energiaháztartás problematikája.

### 5.4.1. Méret, funkcionalitás, flexibilitás

Az építészeti tér minden esetben egy meghatározott igényt kell hogy kielégítsen, mely a tér számos tulajdonságát meghatározza. A lakóterek (legalábbis a fejlett világban) az elmúlt néhány emberöltő alatt talán többet változtak, mint korábban bármikor. A XX.-XXI. század lakóépülete olyan kényelmet biztosít az embernek, amelyre korábban legmerészebb álmainkban sem gondolhattunk, a kényelem azonban magával hozta az épületek környezetterhelésének megnövekedését is.

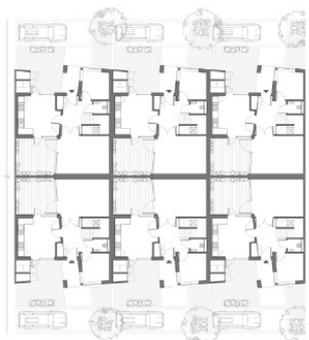
A környezettudatos tervezés esetében fontos a XXI. század térigényének elemzése illetve újragondolása, azaz vizsgálni kell azt, hogy napjaink épületei szükségleteinket hogyan tudják leghatékonyabban kielégíteni. Fontos megjegyezni azonban, hogy a valóban környezettudatos épületek ésszerű kényelmi szintet kell kiszolgáljanak <sup>(68)</sup>, azaz a fenntartható jövő érdekében az épületek racionalizálása mellett a használók tájékoztatására és környezettudatosság iránti elkötelezettségére is minden bizonnyal nagy szükség lesz.

Funkcionális tekintetben a **környezettudatos épületek** a jövőben minden valószínűség szerint sokkal **kompaktabbak és racionálisabbak** lesznek <sup>(20)</sup>, melynek oka elsősorban az, hogy a kisebb alapterületű épületek a környezetet sokkalta kevésbé terhelik meg. A kisebb épületek rugalmasabban illeszthetők be egy meglévő városi szövetbe (mely a városon belüli területek rehabilitációja esetén különösen fontos szempont) és a beépíthető területek világszerte tapasztalható hiányának problémáját is képesek orvosolni. A környezettudatosabb gondolkodás a téralkítás tekintetében tehát nem más, mint a természeti erőforrások hatékony felhasználása és a pazarlás mellőzése, melynek egyik lehetséges építészeti megnyilvánulása a racionális térszervezés (5.4.1. Ábra).

Racionális térszervezéssel ugyanaz a funkcionális követelmény kisebb alapterületen is kielégíthető, mely az épület környezetterhelésének csökkenését eredményezheti mind az energiafelhasználás és a károsanyag kibocsátások, mind az épület közvetlen környezetre gyakorolt hatásainak (pl. zöldterület arányának beépítés miatti csökkenése) terén.

Az értékezésben vizsgált kisléptékű lakóépületek közül egyértelműen az alacsony intenzív beépítések azok, amelyek térszervezésüket (és telken belüli terület-felhasználásukat) tekintve környezeti szempontból előnyösebbek: az ilyen típusú épületek esetében az alaprajzok gazdaságosabban szervezhetők, az adott alapterületre jutó lehűlő felület aránya is lényegesen kisebb. Az alacsony intenzív beépítéseknek az észak-európai országokban nagy hagyományuk van, Angliában ez a hagyomány egészen a 17. század végéig nyúlik vissza, és mind a mai napig az egyik legelterjedtebb beépítési forma, a lakók társadalmi helyzetétől függetlenül.

A bemutatott essex-i épületek (5.4.1. Ábra) is szorosan ehhez az angliai hagyományhoz kötődnek, beépítési struktúrájukat tekintve lényegében nem sokban különböznek a viktoriánus sorházaktól. A kulturális hagyományok tisztelete ebben az esetben magától értetődő, az épületek azonban ennek ellenére is egyedi, karakteresen modern alkotói megközelítésről árulkodnak, melynek lényege a hagyományok újraértelmezésében rejlik. Az épületekben a helyi hagyomány több szinten is megjelenik: a beépítés a klasszikus angol sorházakat idézi, formavilágukban és anyaghasználatukban azonban a szűkebb értelemben vett hely, Essex építészeti hagyománya is nyomon követhető, erre utalnak a játékos, tördelt tetőfelületek és a rusztikus hatású faburkolatok, melyek játékos képet kölcsönöznek az egyébként végletekig menően racionális épületeknek.



- ✓ a helyi hagyományoknak megfelelő, racionális beépítés és térszervezés
- ✓ az essexi vidék hagyományaira utaló forma és anyaghasználat
- ✓ racionális térszervezés, jó térkapcsolatok, nagyvonalú térképzés,
- ✓ flexibilis és akadálymentes kialakítás, életre szóló otthon (Lifetime Home)



5.4.1. Ábra. Racionális térszervezés

Alison Brooks: Sorházak, Essex, Nagy-Britannia

Az épületek jó térszervezésüknek és térkapcsolataiknak köszönhetően kis alapterületük ellenére is nagyvonalúnak hatnak, rávilágítva arra, hogy a térszervezésüket tekintve gazdaságos épületek, melyek környezetterhelése magától értetődően kisebb, elegancia tekintetében sokszor a nagyobb alapterületű épületekkel is képesek felvenni a versenyt. A titok az alkotó építész kreativitásában és a hagyományok újraértelmezésének erejében rejlik.

A társadalmak öregedése Európa-szerte rengeteg társadalmi és gazdasági problémát okoz, mely az építészet terén is érezhető változásokat hozott az elmúlt évtizedekben. A fejlettebb európai országokban egyre nagyobb figyelmet fordítanak az épületek **akadálymentesítésére**, hogy azokat az idősek és fogyatékkal élők is minden élethelyzetben

gondtalanul tudják használni. Mivel az otthonhoz való kötődés a korrallal intenzívebb lesz, s ezáltal az öregek körében a lakásmobilitás is kisebb, az „életre szóló otthon” (40), a lakások akadálymentes kialakításának kérdése is egyre gyakrabban kerül napirendre. A gyakorlatban ez általában azt jelenti, hogy a lakások kialakítása ergonomikusabb, s azok az életvitelben bekövetkezett változásokra rugalmasabban képesek reagálni, azaz szükség esetén kis ráfordítással a használók fizikai korlátainak megfelelően alakíthatók. Az akadálymentes (vagy akadálymentessé alakítható) térképzés megfelelő téri elrendezéssel és némi előrelátással (pl. flexibilis kialakítás) viszonylag egyszerűen megoldható, s nem is feltétlenül jelent számottevő alapterület növekedést (5.4.2. Ábra).



5.4.2. Ábra. Akadálymentes kialakítás

Sorház, Tanulmányterv. Lepenye Z. 2014

A bemutatott terv esetében a cél egy olyan flexibilis térstruktúra létrehozása volt, mely rugalmasan képes követni a használók egyéni igényeit és életkörülményeikben bekövetkezett változásokat, és ezáltal hosszú távon képes kényelmes, kellemes életkörülményeket biztosítani a lakóknak.

A tisztán szervezett alaprajzban világosan elkülöníthetők a családi élet közös és egyéni terei, s ezek között helyezkedik el az a flexibilis mag, mely a közlekedőket és a vizes helyiségeket tartalmazza, s mely az egyéni igényeknek megfelelően többféleképpen kialakítható. Az épület mind méretét, mind térbeli elrendezését tekintve rugalmasan képes követni a család életében bekövetkezett változásokat, az előregyártott elemekből álló külső héj tetszőlegesen átalakítható vagy bővíthető. Az épület lényege, hogy a nélkülözhetetlen elemektől – szerkezet és épületgépészet – eltekintve teljesen üres, s ezáltal lehetőséget teremt arra, hogy lakói a mindenkori igényeiknek megfelelően formálják. Az épületben ez a flexibilitás a „szükséges plusz”, mely nem csupán a használók mindenkori kényelmét szolgálja, hanem az épület élettartamának növeléséhez is hozzájárul.

### 5.4.2. Kapcsolat a természetes környezettel

A XXI. század embere életének nagy részét épületekben tölti, egyre inkább eltávolodva a természetes környezetétől. A természettel való kapcsolat ugyanakkor nagy hatással van az ember komfortérzetére és mentális egészségére is, s nagy szerepet játszik a környezettudatos gondolkodás és életmód tudatosulásában és elterjedésében (75,80,81).

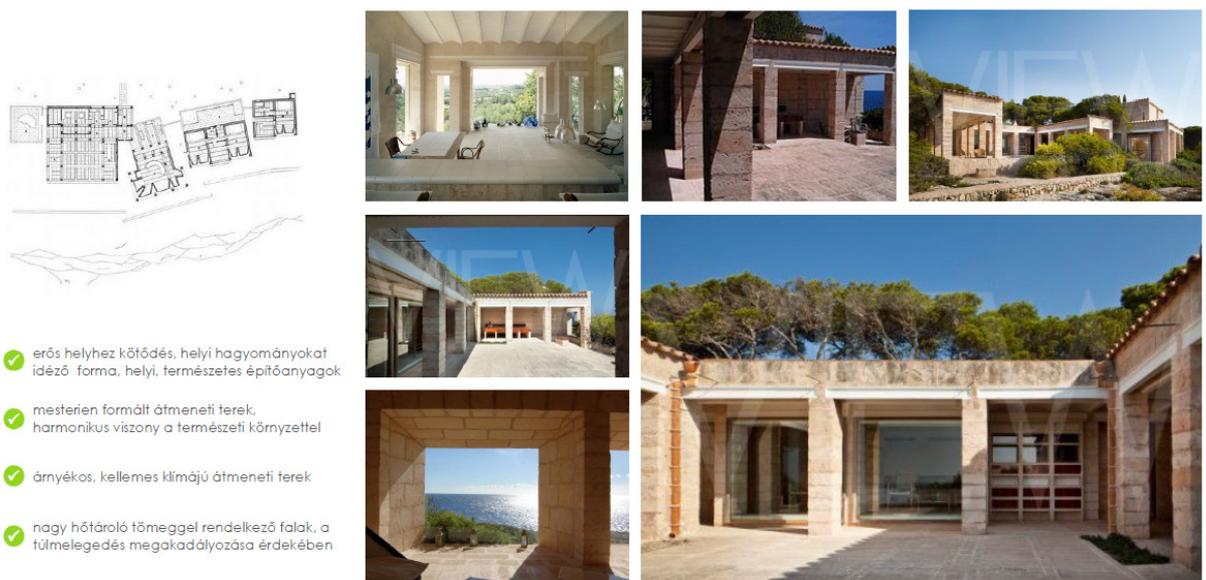
Az épületek természetes környezettel való kapcsolata építészetileg sokféleképpen megoldható, különösen a vizsgált kisebb léptékű lakóépületek esetében. Az épülethez tartozó átmeneti terek, teraszok, tornácok, átriumok, loggiák mind kitűnő lehetőséget nyújtanak a belső terek természeti környezettel való kapcsolatának erősítésére, s egyben az épület energiaháztartására is nagy hatással lehetnek. (5.4.3.Ábra.)



5.4.3. Ábra. Átmeneti terek elemzése építészeti és környezeti szempontból

Jørn Utzon mallorcai épülete (5.4.4.Ábra) jól mutatja, hogy az igényesen kialakított átmeneti terek milyen nagy szerepet játszhatnak az épület karakterének és természetes környezettel való kapcsolatának alakításában, és hogy a helyi hagyományok iránti érzékenységnek milyen hatalmas szerepe van a környezettudatos gondolkodásban.

Az épület, bár tükröződik benne Utzon sajátos, skandináv modernizmusban gyökerező szemlélete, időtlenséget és helyhez kötődést sugall, olyan mintha mindig is ezen a kis szigeten állt volna az idők kezdetétől fogva. Természetes, helyi kőből készült falak, a hagyományos mediterrán vidékek építészetére jellemző, árnyékot nyújtó teraszok és udvarok, puritánság és a természeti környezettel való végtelen harmónia. Csupán egy-egy részlet árulkodik az épület koráról.



5.4.4. Ábra. Kapcsolat a természetes környezettel

Jørn Utzon: Lakóház, Mallorca

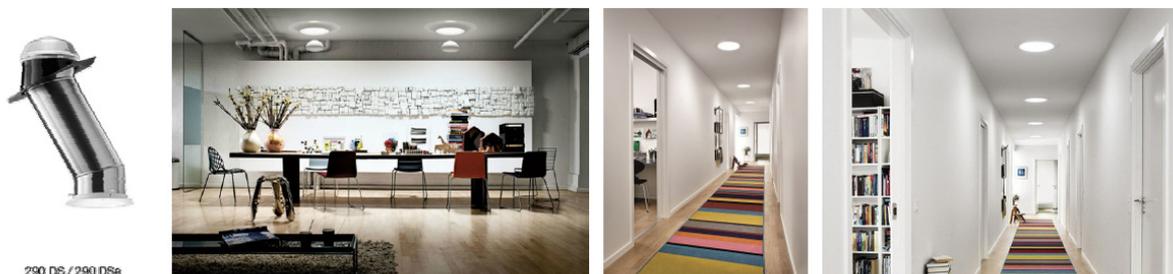
Az épület tereinek meghatározó eleme a természetes környezet. A tűző Nap sugaraitól védő fedett teraszok és az intim hangulatú átriumok által a kint és a bent határai elmosódnak, erősítve azt a gondolatot, hogy az épület valójában a természeti környezet egy kis emberi használatra leválasztott része. A természeti környezethez való ilyen mértékű kötődés és a helyi építési hagyományok nyomán követhető megjelenése az épületben az alkotó építész intelligenciáját és érzékenységét dicséri, s alapvetően meghatározza az épület minőségét kulturális és környezeti értelemben egyaránt. Az átmeneti terek biztosította kellemes, hűvös klímának köszönhetően az épület egész évben kényelmes, természetközeli menedék, ahol nincs szükség mesterséges hűtésre: Az ember a természeti környezettel összhangban élhet, élvezve annak szépségét, úgy, hogy eközben a környezetet sem terheli meg a szükségesnél nagyobb mértékben jelenlétével.

### 5.4.3. A természetes megvilágítás szerepe a téralakításban

Az épületek természetes megvilágításának jelentőségéről (annak energetikai vonatkozásairól) az 5.2. fejezetben már szó esett, jelen fejezet elsősorban a természetes világítás téralakításban játszott szerepével foglalkozik. A természetes fény üdítő változatosságot kölcsönözhet a belső tereknek, s azáltal hogy tükrözi a napszakok, és az évszakok váltakozását, közvetve a természetes környezettel és a hellyel való kapcsolatot is erősítheti <sup>(67)</sup>. A természetes fényviszonyok a helyre jellemzőek, a karakter, melyet egy épületnek és a belső tereknek kölcsönözhetnek, minden esetben egyedülálló. A helyi természetes fény szerepe tehát a téralakításban építészeti-esztétikai szempontból is kiemelkedő jelentőségű. A természetes megvilágítás szoros kapcsolatban áll az épület burkán elhelyezkedő bevilágító felületekkel, tervezése ezért az építész feladata <sup>(69)</sup>.

A természetes megvilágítás eloszlása a belső terekben nagymértékben függ a tér mélységétől és a bevilágító felületek elhelyezkedésétől. Megfelelő homlokzati nyílásarányval a természetes megvilágítás mintegy 6 méter mélységig lehet hatékony. A szükséges bevilágító felület általában a helyiség alapterületének minimum 1/8-a <sup>(31)</sup>. A környezettudatos épületek esetében azonban ez az arány sokszor jóval nagyobb. A belső terek homlokzati nyílásokon történő megvilágításának hatékonyságát azok kétoldali bevilágításával lehet növelni, mely esetekben a megvilágítás mértéke nagyobb és a fényeloszlás jóval egyenletesebb.

A környezettudatos szemléletű tervezés számára a felülvilágítók kínálnak kitűnő lehetőséget a belső terek megvilágításának javítására, melyek hatékonysága – a nagyobb „látható égbolt komponens” miatt – 3-5-ször hatékonyabb, mint az oldalvilágítás <sup>(69)</sup>. A felülvilágítókkal kapcsolatban meg kell azonban jegyezni, hogy ezek napvédelme és karbantartása lakóépületek esetében problematikus lehet. Az értekezésben vizsgált kisebb léptékű lakóépületek esetében a tetőablakok és az ún. „napcsövek” (Sun Pipe / Solatube) kínálhatnak életképes megoldást **(5.4.5. Ábra)**.



5.4.5. Ábra. Napcsövek (Solatube / Sunpipe)

A természetes világítás téralakításban és a természetes környezettel való kapcsolat alakításában játszott szerepe jól nyomon követhető a bemutatott skóciai épületben **(5.4.6. Ábra)**.



- ✓ egyszerű, a helyi építési hagyományoknak megfelelő kompakt tömeg, jól hőszigetelt tekercs burkolat
- ✓ természetes megvilágítás, intenzív kapcsolat a természeti környezettel
- ✓ nagyméretű mozgatható fa zsalugáterek a téli hővesztés csökkentése és a téli viharok elleni védelem céljából
- ✓ természetes, megújuló építőanyagok

5.4.6. Ábra. Természetes fény a lakótérben

Dualchas Architects: The Shed, Tokavaig, Isle of Skye

A természetes fény és a természetes környezettel való kapcsolat ezen a hidegebb vidéken – ahol az emberek jellemzően több időt töltenek az épületben – létfontosságú, melyet a tervezők felismertek, s koncepciójuk alapvető részeként kezelték: a hűvös, szeles vidéken a természetes világítás a leghatékonyabb eszköz a természetes környezettel való kapcsolat megteremtésére, ez a felismerés az építészeti koncepció meghatározó eleme. A kompakt formájú, természetes anyagokkal burkolt épület karakterét és belső tereinek minőségét a nagyméretű üvegfelületek határozzák meg; a belső terek ezek által intenzív vizuális kapcsolatban vannak a természetes környezettel, megvilágításukat és hangulatukat is a helyi természetes fények határozzák meg. A tervezők ezzel az egyszerű eszközzel nemcsak a belső térérzetet formálták át, hanem az épület energiaigényét is töredékére csökkentették, mutatva, hogy a környezettudatos gondolkodás sokszor a legegyszerűbb építészeti eszközök tudatos alkalmazásában nyilvánul meg.

#### 5.4.4. Energiatudatos téralakítás

A környezettudatos épületek esetében az épület hővesztésének csökkentése és a szoláris nyereségek maximális kihasználása alapvető fontosságú, mely az épület térbeli elrendezésére is hatással van. A környezettudatos szemléletű tervezés esetében az épület szoláris energia hasznosítására és természetes szellőztetésére kell nagy gondot fordítani, ha az épület energiaigényét csökkenteni szeretnénk.

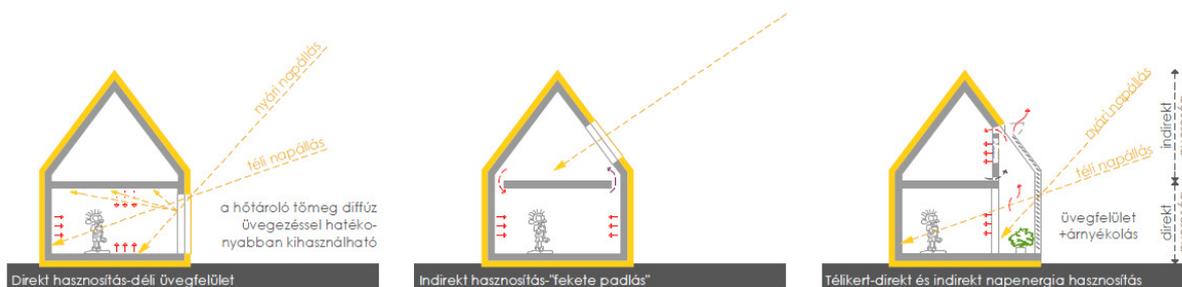
##### 5.4.4.1. A Szoláris energia hasznosítása - Tájolás, napterek

Hidegebb éghajlatokon a szoláris nyereségek kihasználása kulcskérdés, függetlenül az épület technikai felszereltségétől: A szoláris nyereségek kihasználása a legegyszerűbb épületek és a korszerű épületgépészettel ellátott épületek esetében egyaránt **a környezettudatos építészet egyik legfontosabb feladata.**

A helyiségek megfelelő tájolásának alapelvei a környezettudatos épületek esetében sem különböznek nagymértékben az egyéb lakóépületeknél megszokott elvektől: hálókörüljáróknál a keleti, nappali helyiségeknél a dél-délnyugati, gyerekszobák esetében a dél-délkeleti, konyha és étkező esetében pedig a nyugati vagy északnyugati tájolás a legcélszerűbb <sup>(34)</sup>. Az úgynevezett klímazonás térszervezés esetében – mely a környezettudatos épületek térszervezésének legfontosabb jellemzője – a fenti alapelvek változatlanul érvényesek, annyi kiegészítéssel, hogy az alárendeltebb helyiségek, melyek a tájolás szempontjából kevésbé érzékenyek (közlekedő, fürdő, háztartási helyiség, stb.), puffer zónaként –

jellemzően a hidegebb északi oldalról – körülveszik a lakóhelyiségeket, plusz hőszigetelő réteggént csökkentve azok hőveszteségét.

A szoláris energiái hasznosítása történhet direkt illetve indirekt módon, a szoláris energiagyűjtő terek lehetnek maguk az épület használati terei (pl. lakószoba megfelelő tájolású ablakkal), illetve járulékos, kiegészítő terek (pl.: télikert, „fekete padlás”) (5.4.7. Ábra).

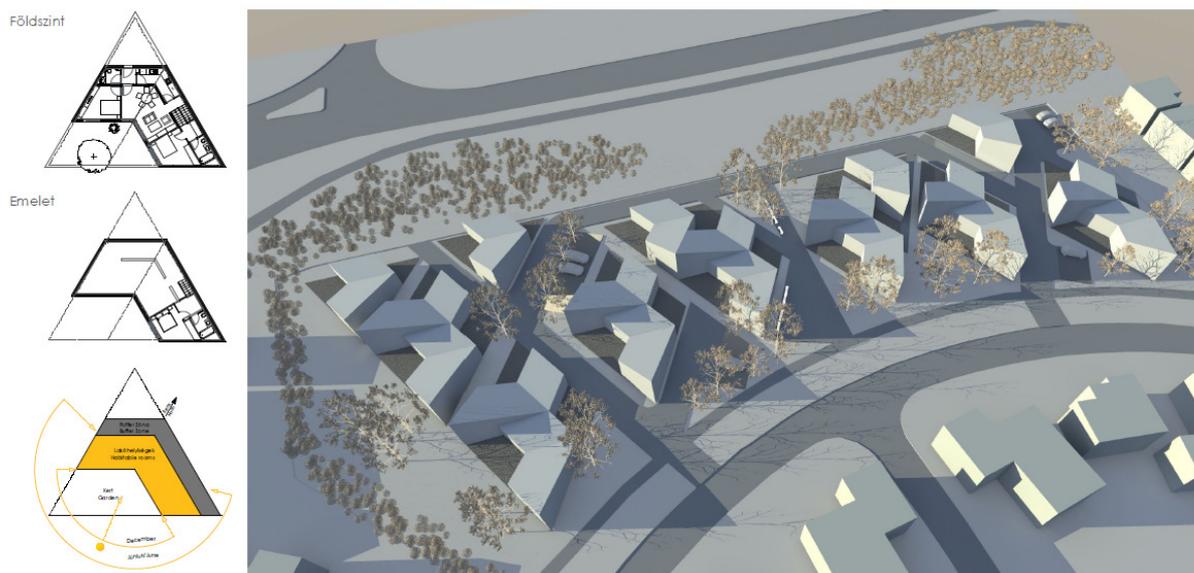


5.4.7. Ábra. A passzív szoláris energiahasznosítás lehetőségei

A szoláris energiát hasznosító terek legegyszerűbb fajtája a **déli tájolású, nagy üvegezett felülettel ellátott tér**, melyben kellő mennyiségű hőtároló tömeg áll rendelkezésre a szoláris energia tárolására. Tapasztalati adatok alapján Magyarországon a szükséges hőtároló tömeg kb. 2000 Kg /m<sup>2</sup> üvegezett felület. A szoláris energiahasznosításnak ez a módja rendkívül egyszerű és kézenfekvő, minden épületben megvalósítható, s mivel az ehhez szükséges nagy üvegfelületek **a természetes megvilágítás és a környezettel való kapcsolat szempontjából is előnyösek**, az térképzési szempontból is számos előnnyel szolgálhat.

**A szoláris energia hasznosítása** kiegészítő tereken keresztül is megvalósítható, az ilyen típusú szoláris terek legelterjedtebb fajtája a télikert. A télikert a térelményhez és az épület használati értékéhez nagymértékben hozzájárul, mivel az év nagy részében használható. A télikert az épület déli oldalán elhelyezett, üvegfelületekkel határolt tér, mely attól függően, hogy milyen szerkezet választja el az épülettől, direkt vagy indirekt szoláris nyereségek elérését segítheti elő (76) A télikert építésetileg rendkívül sokszínű formálható és **más passzív rendszerekkel is jól kombinálható**, meg kell jegyezni azonban, hogy létesítési költségeihez képest az elérhető energianyereség kisebb, mint az egyéb (déli üvegfelület, tömegfal, stb.) megoldások esetében. Mindazonáltal a télikert nyújtotta használati érték vitathatatlan.

Az itt szereplő napcsapda ház (5.4.8. Ábra) egy olyan kutatási folyamat állomása, melynek célja a passzív szoláris energiát maximális mértékben kihasználó épületek építészeti-térképzési aspektusainak vizsgálata.



5.4.8. Ábra. Klímazonás alaprajz

"Napcsapda"-ház. Tanulmányterv, Milton Keynes. Lepenye Z. 2010-2011

Az épületet meghatározó gondolat a többet kevesebbel elve: a használók komfortérzetének és az épület természetes környezettel való kapcsolatának megteremtése, a természeti források intelligens kihasználása mellett, egyszerű építészeti eszközökkel. Az épület formáját a nappálya határozza meg, ezáltal ideális tájolás – azaz az épület szimmetriatengelyének észak-déli tájolása – esetén az épület minden napszakban maximalizálni képes az elérhető szoláris nyereségeket. A kompakt, tört forma középpontja egy intim hangulatú, napsütötte kert, melyre a lakószobák is néznek, kapcsolatot teremtve kint és bent között. A belső térképzés meghatározó gondolata a közös használatú és intimitást biztosító terek világos definiálása, és a klímazónás alaprajz alapelveinek lehetőség szerinti megvalósítása volt.

Ennek megfelelően a délre tájolt, nappali tér köré szervezett lakószobákat az épület északi oldalán elhelyezkedő kiszolgáló zóna határolja, mely a belső térszervezés tisztasága mellett az épület hőveszteségének csökkentéséhez is hozzájárul.

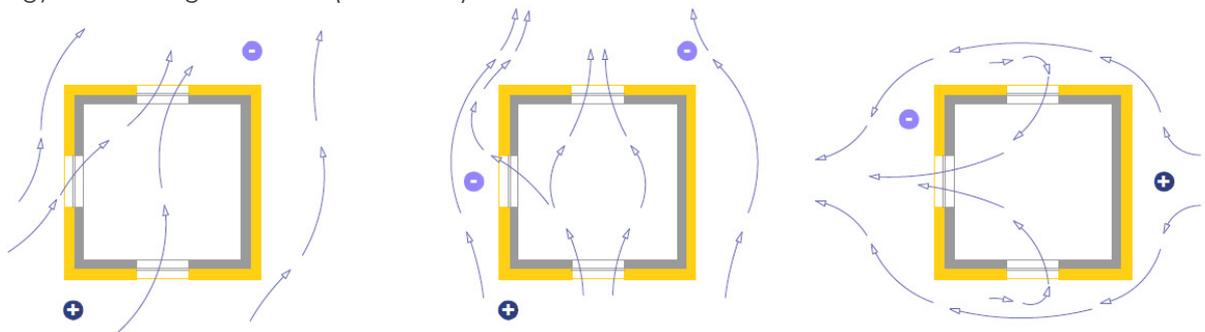
A tervezés során különösen érdekes volt azt felfedezni, hogy a környezettudatos szemlélet nem jelent különösebb korlátot, csupán egy olyan fajta józan gondolkodást követel meg, mely az alkotási folyamat során segíthet a tisztánlátásban és az építészeti koncepció tökéletesítésében. A környezettudatos gondolkodás ez esetben csupán régóta ismert, egyszerű építészeti elvek tudatosabb alkalmazását jelentette, mutatva, hogy a környezettudatos gondolkodás nem korlát, hanem lehetőség, mely új fejezetet nyithat a kortárs építészet történetében.

#### 5.4.4.2. Természetes szellőzés

Az energiatakarékossági és hőszigetelési követelmények szigorodása és az ennek eredményeképp létrejött fokozott légzárású termikus épületburkok elterjedése számos problémát indukált az épületek szellőztetése terén: A korszerű, energiatakarékos lakóépületek már nemigen képzelhetők el (legalábbis részben) mesterséges szellőztetés nélkül. Még azokban az esetekben is, amikor a mesterséges szellőztetés energetikailag nem lenne feltétlenül szükséges – azaz a kontrollált, hővisszanyerős szellőztető rendszerek energetikai előnyei nem feltétlenül szükségesek az épület energiaveszteségének előírt határértéken belül tartásához –, az épületburok légzárása miatt a gyakorlatban gyakran alkalmaznak mesterséges szellőztető rendszereket a páralecsapódás és az ezt kísérő penészesedés elkerülése végett.

Bár a természetes szellőzés szerepe a kortárs lakóépületekben a fenti okok miatt egyre kevesebb szerephez jut, a passzív szemléletű környezettudatos tervezés esetében elkerülhetetlen a természetes szellőzés lehetőségének vizsgálata. A természetes szellőzés létjogosultságát a kortárs lakóépületek esetében elsősorban a mesterséges szellőztetés energiaigénye, helyigénye és létesítési költségei indokolják.

A lakóépületek természetes szellőztetése megfelelő méretű (a helyiség alapterületének mintegy 10%-át kitevő) nyitható ablakokkal megfelelő alaprajzi elrendezéssel (átszellőztetés lehetősége) viszonylag egyszerűen megoldható <sup>[76]</sup> (5.4.9 Ábra).



5.4.9. Ábra. Természetes szellőzés 1.

A különböző oldalakon elhelyezett nyílások változó szélirány estén is hatékonyak

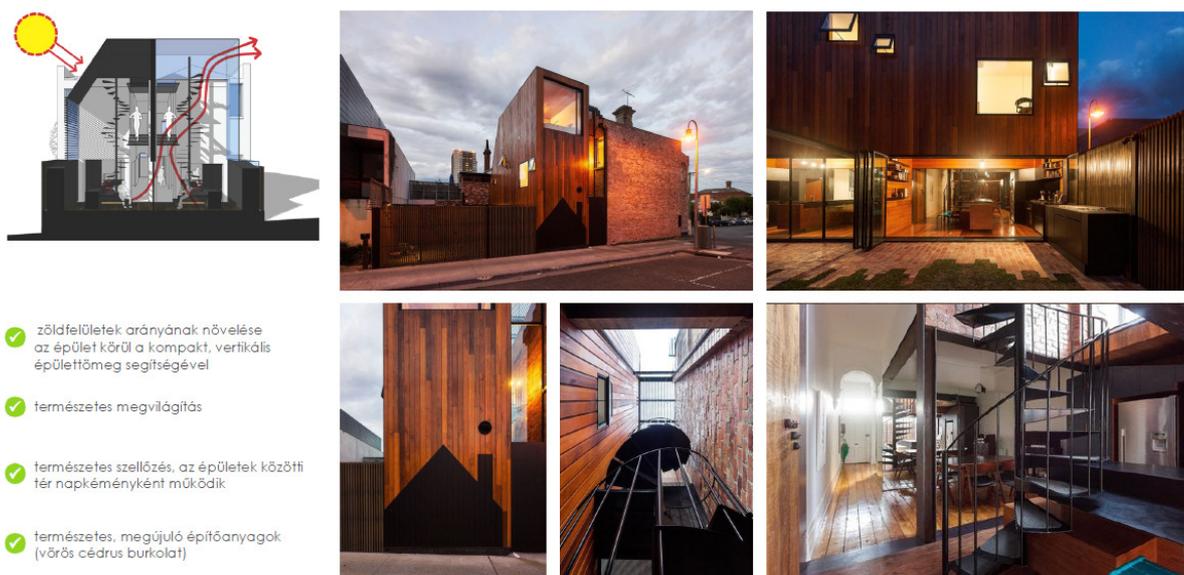
A természetes szellőzés esetenként a homlokzati nyílászárókon kívül speciális, gravitációs elven működő rendszerekkel („napkémény, „széltorony”) is elősegíthető (5.4.10. Ábra). A **napkémény** egy egyszerű berendezés, melynek működése egy elemi fizikai törvényen alapszik: a napkéményben felmelegített levegő felfelé áramlása az épületben légmozgást generál, elősegítve a belső terek légcseréjét <sup>[76]</sup>.



5.4.10. Ábra. Természetes szellőzés 2. : Napkémény, széltorony

A **széltorony** a természetes légmozgást használja ki a belső terek légcseréjének elősegítésére. A széltornyoknak két fajtája van a levegővétel helyétől függően. Egyes széltornyoknál a levegő bevezetése a szél felőli oldalon történik, ennek megfelelően ezekben a szerkezetekben a leszálló légmozgás a jellemző. A széltornyok másik fajtájánál a levegő kivezető nyílása a széllel átellenes oldalon van, ezekben a felszálló légmozgás a jellemző, melyet a fűtött belső terek anabatikus légmozgása is elősegít <sup>(74)</sup>. A széltornyok az elmúlt években könnyen elérhető, típus szerkezetté váltak, mely nagymértékben megkönnyíti a természetes szellőzés tervezését.

A természetes szellőzés megvalósításának szép példája Andrew Maynard melbourn-i épülete. A Melbourne kertvárosában álló épületbővítés esetében az építészek elmondása szerint a környezettudatosság az építészeti formálással és téralkotással egyenrangú szempontként jelent meg a tervezési folyamatban. Az épület esetében a környezettudatos szemlélet leginkább az anyaghasználatban (nyers vörös cédrus burkolat) és a lakóterek természetes megvilágításának és szellőzésének figyelembevételében követhető nyomon.



- ✓ zöldfelületek arányának növelése az épület körül a kompakt, vertikális épülettömeg segítségével
- ✓ természetes megvilágítás
- ✓ természetes szellőzés, az épületek közötti tér napkéményként működik
- ✓ természetes, megújuló építőanyagok (vörös cédrus burkolat)

5.4.11. Ábra. Természetes szellőzés

Andrew Maynard: "House House" Lakóépület bővítés, Melbourne

A bővítés és a meglévő viktoriánus kori lakóházak közé egy többszintes, üvegezett belső tér került, mely vizuálisan határozottan elválasztja a régi és az új épületrészeket egymástól, ugyanakkor sajátos, laza kapcsolatot teremt a belső terek között. Ez a többszintes üvegezett tér a nagyvonalú térkapcsolatok mellett az egyébként meglehetősen mély épület lakótereinek természetes megvilágítását és szellőzését is biztosítja, természetes módon, mindenfajta gépi rásegítés nélkül. A tér valójában nem más, mint egy hatalmas napkémény, mely a Nap melegét használja fel a belső téri légáramlás fenntartásához, hűvös friss levegőt biztosítva a lakótereknek.

Az épület talán legnagyobb erénye, hogy tervezői az építészeti koncepcióba – a régi és az új épületrészek tudatos vizuális elválasztása – sajátos módon a környezettudatosság egyes elveit is integrálni tudták. A komplex tervezői gondolkodás szép példája az épület, mely jól mutatja hogyan lehet egyetlen határozott gesztussal építészeti és fenntarthatósági kérdéseket

egyidejűleg megoldani. Az épületet létrehozó alkotói szellemiség sok ponton mutat rokonságot a brit tervezői megközelítéssel: világos célok, egyszerű eszközök, kreatív gondolkodás, melyek eredménye egy egyéni karakterű, barátságos és az erőforrásokkal takarékosan gazdálkodó épület.

#### 5.4.5. Összefoglalás

A környezettudatos gondolkodás és az építészeti téralkotás összefüggéseinek vizsgálata jól mutatja a kérdés komplexitását, s azt, hogy a környezettudatos épületek létrehozásában az alapvető építészeti döntéseknek milyen nagy szerepük van:

Az olyan elemi építészeti döntések, mint a tér mérete, formálása, tájolása és kapcsolatai alapvetően meghatározzák az épület környezetterhelését és azt a viszonyt, ami az épületet használó ember és környezete között létrejöhet. Az alapvető építészeti döntések helyessége tehát a környezettudatos épületek egyik legfőbb ismertetőjele.

Tekintve, hogy az épület lényege a tér, és az építészet elsődleges célja a téralkotás, elengedhetetlen, hogy a környezettudatos szemlélet a téralakítás folyamatának és az épület alapkonceptiójának szerves része legyen. A környezettudatos megközelítés a téralakítás tekintetében nem jelent mást, mint jól méretezett, és a természetes környezettel intenzív kapcsolatban lévő tereket, és a természetes fénynek és légáramlatoknak illetve a Nap melegének a tudatos és körültekintő alkalmazását. [5.Tézis]

## 5.5. Homlokzatképzés

Az épületek homlokzatának fontos jelentéshordozó és jelentésközvetítő szerepe van: a homlokzat arányai, ritmusai az épület karakterét, épített és természetes környezetéhez való viszonyát egyaránt meghatározzák. A tömeg mellett a homlokzat az épületnek az a része, mely nagymértékben befolyásolja az épületről kialakított képünket, az épületek nagy részét ez alapján ítéljük meg.

A homlokzat nyílásai teremtenek kapcsolatot az épület belső terei és a külvilág között, ezeken keresztül jut a természetes fény és a Nap melege a belső terekbe – ily módon a homlokzat kialakítása a belső terek fizikai tulajdonságait és hangulatát, és közvetve az épület energiaháztartását is befolyásolja. A homlokzat mutatja talán a legjobban az építészeti alkotás kulturális, esztétikai és környezettudatosági aspektusainak összefonódását, rávilágítva arra, hogy a fenntartható épületek létrehozása komplex gondolkodást igényel. Hol, hogyan jelenhet meg a környezettudatos alkotói gondolkodás az épületek homlokzati kialakításában? E kérdést vizsgálja ez a fejezet.

### 5.5.1. Homlokzati anyagok

A homlokzati anyagok, azok színe, textúrája, tapintása alapvetően meghatározza az épület helyhez való viszonyát, és az érzeteket, melyeket az épület bennünk kelt. Sok esetben az anyaghasználat nagyobb hatással van ránk, mint maga az építészeti forma. Az épületek az építészet története során – többnyire praktikus okokból – általában helyi anyagokból készültek, a helyi építőanyagok alapvetően meghatározták egy régió építészeti formanyelvét és építési hagyományát.

A modern közlekedési infrastruktúra megteremtette a lehetőséget arra, hogy az építőanyagokat távolabbi helyekről, gyakran a világ másik feléről szállítsuk az építés helyére, mely számtalan kulturális (regionális vs. globális gondolkodás) és környezeti problémát (építőanyagok szállításához köthető energiaigény) okoz. A helyi építőanyagok (kő, fa, nád, szalma, stb.) alkalmazása ezzel szemben nem csupán az épület kulturális értelemben vett helyhez kötődését erősítheti, hanem közvetve nagyarányú környezetterhelés csökkenést is eredményezhet általa, hogy a felhasznált építőanyagok szállításához köthető energiaigény és károsanyag kibocsátás drasztikus mértékben csökken. Tekintve, hogy egy adott régió építési hagyományát a helyi építőanyagok alapvetően befolyásolták, a helyi építőanyagok használata egyidejűleg lehetővé teszi azt, hogy a regionális hagyomány évszázadok alatt felhalmozódott tudásanyagából és tanulságaiból profitáljunk, és ezt a napjainkban is értékes tudásanyagot megőrizzük, illetve gazdagítsuk.

A norvégiai Oppdal-ban található lakóház (5.5.1. Ábra) kitűnő példa a helyi építőanyagok mesteri használatára, és a helyi építési hagyomány tanulságainak és építési technikáinak modern építészetben való továbbélésére. Az épületben több ponton felfedezhető a tradicionális norvég építészet gondolkodásmódjának és az épületek elsősorban természeti környezet meghatározta formavilágának és anyaghasználatának továbbélése: a hosszúkás épülettömeg és annak lejtésvonalakkal párhuzamos elrendezése egyértelműen a regionális hagyományt idézi, csakúgy, mint a Norvégia-szerte megtalálható természetes építőanyag, a fa, és a kifejezetten a szűkebb helyszínrre jellemző építőanyag, a pala használata. A helyi, tartós építőanyagok, és azok épületburkon való elhelyezése tökéletesen megfelel a zord időjárás által megkövetelt feltételeknek: az időjárás viszontagságainak jobban kitett északi oldalt és az épület határozottan túlnyúló tetőfelületét a rendkívül tartós helyi palakő borítja, miközben a kezeletlen faburkolatok a homlokzat védettebb pontjain (teraszok) jelennek meg, sajátos, barátságos hangulatot kölcsönözve az egyébként keményen szerkesztett épületnek. A helyi anyagok az épületben saját jellegüknek megfelelően, magától értetődő természetességgel jelennek meg, ezt a természetes hatást erősíti a hagyományos építési technikák használata a kőfalak és a fedés esetében.



- ✓ a helyi építési hagyományokra reflektáló hosszúkás tömeg
- ✓ a helyi domborzati adottságokat és meglévő növényzetet érzékenyen figyelembe vevő telepítés
- ✓ intenzív kapcsolat a természeti környezettel, kilátás a környező vidékre
- ✓ helyi, tartós, csekély mértékű karbantartást igénylő homlokzati anyagok-kezeletlen fa, helyben megtalálható kő-alkalmazása
- ✓ Egyszerű, jól hőszigetelt termikus burkolat

5.5.1. Ábra. Helyi építőanyagok 1.

Jarmund Vignæs: Lakóház, Oppdal

Az épületet a helyi anyagok őszinte használata teszi hitelessé és értékessé, mind környezeti, mind kulturális értelemben: az épület kitűnő példa arra, hogy a helyi anyagok használata miképp eredményezhet a környezeti erőforrásokat csak a szükséges mértékben felhasználó, helyhez szorosan kötődő, racionális, ugyanakkor barátságos épületet, mely a XXI. század igényeit is maradéktalanul kielégíti.

Tekintve, hogy a mai épületekben alkalmazott építőanyagok nagy része többnyire feldolgozott termékek formájában kerül az épületbe, és a helyi építőanyagok felhasználásához elengedhetetlen szakmai tudás is egyre inkább kihalófélben van, a helyi építőanyagok használata napjainkban már korántsem annyira egyszerű és egyértelmű, mint volt akár néhány évtizeddel ezelőtt. Ezek a nehézségek esetenként teljesen ellehetetlenítik a helyi építőanyagok használatát, ilyen esetekben a bontott építőanyagok nyújthatják a helyi anyagokéhoz hasonló környezeti (és gazdasági) előnyöket.

U. Nagy Gábor Őrségi lakóépülete jó példa az építési hely természeti, kulturális (és gazdasági) adottságaihoz alkalmazkodó anyagválasztásra. Az ország egy olyan pontján, ahol kevés a jó szakember, s ahol az iparilag előállított építőanyagok lényegesen drágábbak<sup>(1)</sup>, azonban rendelkezésre állnak olyan természetes építőanyagok, mint a fa, vagy bontott építőanyagok, mint például a bontott téglá, az anyagválasztás az alkotói gondolkodás egyik meghatározó kérdése volt.

Az épület egyszerű L alakú, nyeregtetős formája szoros rokonságot mutat a vidék népi építészetével, a látszó favázis szerkezet, a bontott téglából rakott falak és a bontott cseréppel fedett tető ugyanakkor egyedi, barátságos hangulatot kölcsönöz a különben egyszerű, divatirányzatoktól és felesleges sallangoktól mentes épületnek.



- ✓ barátságos, a helyi környezethez illeszkedő épület
- ✓ intenzív kapcsolat a természeti környezettel, kilátás a környező vidékre
- ✓ gyakorlatias, a helyi adottságoknak megfelelő anyag és szerkezetválasztás
- ✓ újrafelhasznált, tartós, csekély mértékű karbantartást igénylő homlokzati anyagok

5.5.2. Ábra. Helyi Építőanyagok 2.

U. Nagy Gábor: Őrségi családi ház

A praktikum és a helyi viszonyok vezérelte anyagválasztás a népi építészet gyakorlatias és a környezet adottságait szem előtt tartó szellemiségét idézi, dicsérve az építész érzékenységét, tisztánlátását és józan ítélőképességét. A racionális, hely adottságainak megfelelő anyagválasztás ez esetben nem csupán egy környezetével harmonikus viszonyt ápoló épületet eredményezett, hanem hozzájárult ahhoz is, hogy az épület létrehozása a környezetet csak a szükséges mértékben terhelje meg. Környezettudatosági szempontból az épület legnagyobb erénye, hogy nem haladja meg a hely adta lehetőségeket, hanem azokat felhasználva válik értékes építészeti alkotássá.

A homlokzati anyagokkal kapcsolatban nagy hangsúllyal merül fel a **tartósság** és a karbantartási igény kérdése. A környezettudatos gondolkodásnak alapvető része a tartósság igénye és az épületek létrehozása körül tapasztalható egyre nagyobb mértékű pazarlás megfékezése.

A kérdés legtöbbször talán az elmúlt évtizedekben megjelent homlokzati hőszigetelő rendszerekkel kapcsolatban merül fel, melyek hőszigetelő képessége ugyan kitűnő, élettartamuk a tapasztalatok alapján azonban nem több mint 10-12 év. Figyelembe véve a szerkezet létrehozásának kumulatív energiaigényét, élettartamát, épületfizikai tulajdonságait és újrafelhasználásának nehézségeit (5.6. fejezet), még inkább vitatható a szerkezet létjogosultsága. A tartósabb homlokzatburkoló anyagok (fa, téglá, kő, stb.) létjogosultságát a környezettudatos építészetben elsősorban élettartamuk, de esetenként – meglepő módon – létrehozásuk energiaigénye (pl. 25 cm Drywit: 1400MJ/m<sup>2</sup>; átszellőztetett téglaburkolat 20cm kőzetgyapot hőszigeteléssel: 800 MJ/m<sup>2</sup> [86.89.91]) is igazolhatja. Bár a tartós homlokzatburkolatok a hőszigetelő rendszereknél rövidtávon drágábbnak tűnhetnek, élettartamuk, csekély karbantartási igényük folytán hosszú távon minden esetben gazdaságosabbak, különösen, ha a tartósabb anyagokkal burkolt homlokzatok épületfizikai előnyeit (pl. nyári túlmelegedés veszélyének csökkentése) is számításba vesszük.

### 5.5.2. A nyílások tájolása és a homlokzati nyílásarány

Hagyományos környezettudatosság

Lepenye Zoltán  
BME Lakóépülettervezési Tanszék

Az épület burkának perforáltsága, azaz az ablakok falfelülethez viszonyított aránya különösen fontos mind építészeti mind környezeti szempontból, az ugyanis az épület karakterét, az épületburok hővesztését, a lehetséges szoláris nyereségeket és az épület természetes megvilágítását egyaránt meghatározza. A homlokzat kialakítását építészeti elsősorban esztétikai szempontok és az épület belső tereinek hierarchiája határozza meg. A homlokzatnak tükröznie kell az épület rendeltetését és az épület belső tereinek alá-fölé rendeltségi viszonyait, mely lakóépületek esetében a belső terek méretének és megvilágítási igényének megfelelő homlokzati nyílásokat jelent.

Amennyiben a homlokzat valóban az épület belső tereinek az épület burkán való leképzése, a belső terek építészeti és környezeti szempontból helyes elrendezéséből (5.4. fejezet) magától értetődően következik a nagyobb nyílások helyes tájolásának és ezáltal a szoláris nyereségek kihasználásának lehetősége.

Amennyiben az épület téri elrendezése követi a környezettudatos téralakítás alapelveit, a homlokzat esetében környezeti szempontból már csupán a nyílások méretének helyes megválasztására kell ügyelni. A környezettudatossági szempontból helyes nyílásméret meghatározása komplex kérdés, mivel a természetes megvilágítás és a szoláris nyereségek maximalizálásának követelményei a hővesztések csökkentésére vonatkozó követelményeknek alapvetően ellentmondanak. A nyílások méretének meghatározásakor alapvető szempont, hogy azok összhangban legyenek az épületben rendelkezésre álló hőtároló tömeggel, ellenkező esetben az üvegezett felületek energiamérlegében az éjszakai hővesztések fognak dominálni. Mivel azonban a környezettel való kapcsolat megteremtése, a természetes világítás és a természete szellőzés szempontjából kifejezetten előnyök nagy üvegezett felületek, a kérdésben nehéz általános érvényű igazságokat megfogalmazni. A tervező feladata, hogy megtalálja az adott helyzetben legoptimálisabb megoldást.

### 5.5.3. Speciális homlokzati megoldások

Az épület energiamérlege szempontjából ideális homlokzat kialakításában segítséget nyújthatnak a speciális homlokzati szerkezetek, melyek segítségével az épület burkának épületfizikai tulajdonságai nagymértékben befolyásolhatók, elősegítve az egyes követelmények közötti ellentmondások feloldását. Az ilyen speciális szerkezetek közül építészeti és környezeti szempontból a legfontosabbak az árnyékoló szerkezetek, melyek alkalmazása lehetővé teszi a homlokzati nyílások energianyereségének illetve energiavesztésének évszakoknak és napszakoknak megfelelő szabályozását, és egy dinamikus, folyamatosan változó homlokzat kialakítását.

A homlokzati felületek árnyékolásának legegyszerűbb módja túlnyúló épületrészek segítségével valósítható meg. Az ilyen típusú megoldásokra láthatunk szép példákat F.L. Wright épületeinél, ahol a túlnyúló ereszek a homlokzat napvédelméről és csapadék elleni védelméről egyaránt gondoskodnak (5.5.3. Ábra). A nagy kiülésű tetők a téli alacsony napállásnál akadálytalanul engedik be a napsugárzást, miáltal az ilyenkor kifejezetten előnyös szoláris nyereségek kitűnően hasznosíthatók, ugyanakkor nyári, magasabb napállásnál védenek a tűző Nap sugaraitól, megelőzve a belső terek túlzott felmelegedését.



5.5.3. Ábra. Árnyékolás-Túlnyúló eresz



F.L. Wright: Taliesin East, 1937

Az árnyékoló szerkezetek közül építészeti és környezeti szempontból a legérdekesebbek minden bizonnyal a **mozgatható árnyékolók**, melyeknek számos megjelenési formája képzelhető el (5.5.4. Ábra). Ezek a szerkezetek a homlokzat transzparens felületei előtt, az átmeneti terek térelhatárolásaként és az energiagyűjtő felületek kiegészítő rétegeként egyaránt megjelenhetnek, azaz rengeteg formai lehetőséget kínálnak. A mozgatható homlokzati árnyékolók épületenergetikailag is előnyösek, mert általuk **az épület napvédelme** a mindenkor klimatikus viszonyoknak megfelelően **szabályozható, és a transzparens szerkezetek éjszakai hővesztesége is hatékonyan csökkenthető**.

Az előző fejezetben már bemutatott skóciai épület (5.5.4. Ábra) esetében remekül megfigyelhető a mozgatható árnyékoló szerkezetek ötletes alkalmazása, melyek ez esetben az épület hatalmas transzparens felületeinek hőveszteségét hivatottak csökkenteni. A kifejezetten hűvös éghajlaton, Skócia északnyugati részén elhelyezkedő épület esetében a nagyméretű transzparens felületek biztosítják a belső terek természetes megvilágítását, és ezek jelentik talán az egyetlen lehetőséget a belső terek természetes környezettel való kapcsolatának megteremtésére – a melegebb éghajlatokon oly gyakori átmeneti terek itt nemigen használhatók. A nagyméretű üvegfelületek alkalmazása tehát ebben az esetben indokolt, mindazonáltal felveti a hőveszteségek csökkentésének kérdését, mely ezen a hideg éghajlaton különösen fontos.



5.5.4. Ábra. Az üvegfelületek hővédelme

Dualchas Architects: The Shed, Tokavaig, Isle of Skye

Az építészek ezt az alapvető ellentmondást rendkívül ötletesen oldották fel: nem mondtak le a sok szempontból előnyös nagy üvegfelületekről és a festői táj általuk biztosított látványáról, hanem hatalmas méretű, mozgatható árnyékolókkal oldották meg az üvegfelületek szélvédelmét és hőveszteségeik mérséklését. Az épületben ezáltal lehetővé válik a szoláris energia és a természetes fény nyújtotta előnyök kihasználása, miközben az árnyékolók kiküszöbölik a szokásosnál talán nagyobb méretű üvegfelületek energetikai hátrányait. Az épület kitűnően mutatja azt, hogy a környezettudatosság elveinek szem előtt tartása nem jelent építészeti szempontból hátrányos megkötéseket, a kreatív, építészeti és környezeti szempontokat egyaránt szem előtt tartó gondolkodás a számos kötöttség, és egymásnak ellentmondó követelmények ellenére is létrehozhat olyan épületeket, melyek építészeti minősége és környezettudatosság terén elért eredményei egyaránt vitathatatlanok.

A speciális homlokzati szerkezetek közül környezeti szempontból különösen érdekesek az energiagyűjtő falak (**tömegfalak, Trombe-falak**), melyek a szoláris energiát hasznosítják. Ezek lényegében délre tájolt, üvegezett külső héj (kettős üvegezés vagy transzparens hőszigetelés) mögött elhelyezkedő nagy hőtároló képességű szerkezetek, melyek a direkt napsugárzásból származó energiát képesek tárolni és a belső terek felé közvetíteni (5.5.5. Ábra).



5.5.5. Ábra. Tömegfal / Trombe-fal / Transzparens Hőszigetelés

Bár az ilyen típusú szerkezetek energetikai szempontból rendkívül hatékonyak – megfelelő tájolás esetén a transzparens hőszigeteléssel ellátott falszerkezet „U” értéke éves viszonylatban negatív előjelű is lehet, azaz hőnyereséggel számolhatunk – az értekezésben vizsgált kisléptékű lakóépületek esetében nemigen elterjedtek. Ennek oka elsősorban az, hogy általában költségesek, tervezésük nagy körültekintést igényel (árnyékolás a nyári időszakokban), és lakóépületek esetében a szoláris energia általában sokkal egyszerűbben is kihasználható.

A speciális homlokzati megoldások közül talán legérdekesebbek és legsokoldalúbban alkalmazhatóak a különféle **zöld homlokzatok**, melyek lakóépületek esetében is egyre inkább elterjedtek. A zöld (növényekkel befuttatott vagy beültetett) homlokzatok kitűnő lehetőséget kínálnak a városi zöldterületek arányának növelésére, és a zöld infrastruktúra nyújtotta „szolgáltatások” (5.1. fejezet) egy részét is biztosíthatják: A zöld homlokzatok – kitűnő pormegkötő képességük és a növények oxigéntermelése által – hozzájárulnak a levegőminőség javításához, és energetikai szempontból (árnyékolás, homlokzat szélvédelme) is előnyösek lehetnek. A zöld homlokzatokban rejlik talán legnagyobb potenciál – építészeti szempontból – az állandóan változó, dinamikus képet mutató homlokzati felületek létrehozásának lehetősége.

A zöld homlokzat alkalmazásának érdekes példája a francia Périphériques által tervezett Ikonház, mely esetében a zöld homlokzat az épület homlokzatának fontos eleme, lehetőséget nyújtva a lakóknak arra, hogy az épületet – az építész meghatározta keretek között – a saját ízlésüknek megfelelően alakítsák. A homlokzat remekül tükrözi az épületet végigkísérő alap gondolatot: hagyományos, a házról alkotott preconcepcióknak megfelelő végtelenségig leegyszerűsített épület, melynek alaprajzi elrendezése és homlokzata a lakók mindenkori igényének és ízlésének megfelelően alakítható. Az épület nagy erénye az egyszerűség és a flexibilitás: A minden épület esetében egységes, egyszerű forma lehetővé teszi a takarékos, környezetet kevésbé megterhelő építést (előregyártás lehetősége), miközben az alaprajzi elrendezés és a homlokzat flexibilitása elősegíti a lakók igényeinek megfelelő, változatos kialakítást.



5.5.6. Ábra. Zöld homlokzatok

Périphériques: Ikon Ház

#### 5.5.4. Összefoglalás

Az épületek homlokzati kialakításának kérdései is jól mutatják, hogy a környezettudatos épületek erősen kötődnek az építés helyéhez. A (valóban) környezettudatos épületek esetében a helyi építőanyagok alapvetően meghatározzák az alkotó építész mozgásterét, azok alkalmazása ugyanis az épület létrehozásához köthető környezetterhelés csökkentésének a kulcsa. A helyi építőanyagok által meghatározott építési hagyomány vizsgálata ebben a tekintetben különösen érdekes és gyümölcsöző lehet, a regionális hagyomány ugyanis általában az adott hely környezeti szempontból legoptimálisabb építészeti megoldásait tükrözi. A homlokzatképzés kérdéseinek vizsgálata a környezettudatos épületek létrehozásának egy fontos aspektusára hívja fel a figyelmet:

A környezettudatos épületek létrehozása komplex folyamat, melyben az építészeti és környezeti szempontoknak egyensúlyban kell lenniük. Az építész feladata, hogy az egyes szempontok mérlegelésével a lehető legoptimálisabb megoldást válassza, hogy az épület építészeti szempontból értékes legyen, és környezetterhelése is az elfogadható keretek között maradjon. [6.Tézis]

## 5.6. Épületszerkezetek

A korszerű épületszerkezeteknek számos elvárásnak kell megfelelniük. A környezettudatos szemléletű tervezésben az általános tartó- és épületszerkezeti követelmények (állékonyság, hangvédelem, hővédelem, tűzvédelem, tartósság, stb.) mellett egyéb – e fejezetben később részletezett – követelményeknek is meg kell felelniük. Az épületszerkezet tervezés minden esetben kompromisszumkeresés, a rendelkezésre álló emberi, környezeti és anyagi erőforrások felhasználásának optimalizálása. Nincs ez másképp a környezettudatos épületek esetében sem, a különbség a környezetre gyakorolt hatások részletesebb vizsgálatában és figyelembe vételében rejlik.

A XXI. század építésének több ezer anyag és szerkezet, és a technikai lehetőségek kimeríthetetlen tárháza áll a rendelkezésére. A lehetőségeknek szinte csak a költségvetés szab határt, napjainkban **nem az a kérdés, hogy mit tudunk technikailag megoldani, hanem az, hogy mit érdemes**. A korlátlan technikai lehetőségek veszélye, hogy a korszerű épületekben számos követelményt energia, nyersanyag- és költségigényes technikai megoldásokkal elégítünk ki, gyakran abban az esetben is, amikor az adott probléma egyszerűbb építészeti eszközökkel is megoldható lenne. Tipikus példa egy ilyen esetre az épületek nagyarányú klimatizálása a melegebb éghajlatokon, holott a nyári túlmelegedés sok esetben megfelelő épületszerkezetekkel, homlokzati nyílásarányval és árnyékolással is megoldható lenne (5.6.1. Ábra).



"Klimahomlokzat", Hong Kong



FOA: Carabanche szociális lakások, Madrid helyi klimatikus viszonyoknak megfelelő homlokzat

5.6.1. Ábra. Az épületek klimatizálása

A korszerű és a technikai fejlődésbe vetett töretlen hit velejárója, hogy az épületekben egyre kifinomultabb szerkezeteket és egyre több anyagot használunk, melyeket iparilag állítunk elő. A jelenség ugyan szükségszerű velejárója az építésnek, részben az összetett műszaki követelmények, részben a világszerte tapasztalható nyersanyaghiány miatt, a gyártott építőanyagokkal szemben környezeti szempontból mégis komoly kétségek fogalmazhatók meg. Ezek a közül a legfontosabbak a következők:

- **Magas energiaigény:** A gyártott építőanyagok elterjedésével egyre több fejtörést okoz azok előállításai és szállítási energia- illetve vízigénye, mely a természetes és/vagy helyben megtalálható építőanyagokénál jellemzően sokkal magasabb. Az előttünk álló kihívások különösen a vegyipari termékek esetében szembetűnők (pl. EPS hőszigetelések, PVC vízszigetelő lemezek). Néhány épületszerkezet gyártási energia és vízigényét az 5.6.1. táblázat tartalmazza.

Megnevezés	súly (kg)	Primerenergia igény ( MJ)	GWP	Vízigény (L)
Polikristályos Fotovoltaikus panel		4070	208	
PVC ablak 120x120cm, kettős üvegezésű		2470	126	
RR fa Panel 95 mm vastag (KLH), 1 m <sup>2</sup>	60	1638	32,5	502
15 cm tömör téglafalazat 1 m <sup>2</sup>	270	961	73,1	510
15 cm vasbeton falazat 1 m <sup>2</sup>	380	688	68,3	1057
10 cm könnyű téglafalazat 1 m <sup>2</sup>	102	639	n.a.	144
17,5 cm mészhomok téglafalazat 1 m <sup>2</sup>	267	584	32,1	805
15 cm EPS hőszigetelő lemez 1 m <sup>2</sup>	4,5	474	33	867
12 cm Poliuretán hab hőszigetelés 1 m <sup>2</sup>	3,6	373	24,4	1263
1 cm kerámialap burkolat 1 m <sup>2</sup>	20	313	17,1	289
0,8 mm alumínium lemez burk. 1 m <sup>2</sup>	2,2	295	18,5	463
0,8 mm rézlemez burk. 1 m <sup>2</sup>	7,1	264	14,2	555
15 cm kőzetgyapot hőszigetelés 1 m <sup>2</sup>	9	238	13,6	291
10 mm műpala mburkolat 1 m <sup>2</sup>	18	208	25	367
2 mm PVC szigetelés 1 m <sup>2</sup>	2,8	204	12	1436
4 cm kőlap burkolat 1 m <sup>2</sup>	84	189	24,3	253
20 mm OSB Lemez 1 m <sup>2</sup>	12	180	7,4	297
12/15 cm Fűrészelt fa gerenda, 6,5 m	70	175	21	360
6 cm aljzatbeton	143	158	19,6	292
2 cm betoncserep 1 m <sup>2</sup>	48	126,5	12,9	195
1 cm kerámiaacserép 1 m <sup>2</sup>	20	91,8	8,1	49

5.6.1. táblázat <sup>(86,89,90,91)</sup>

- **Magas nyersanyagigény:** az építőiparban manapság alkalmazott anyagokkal és szerkezetekkel kapcsolatban számottevő probléma, hogy azok nyersanyag-igénye jellemzően magas. A nyersanyag-felhasználás tekintetében főleg a ritka nyersanyagok (pl. egzotikus fafajták) építési célú használata és a nyersanyag-kitermelést kísérő környezetrombolás a legnagyobb gond. Tekintve, hogy az építőipar az ásványi nyersanyagok közel 40%-át <sup>(92)</sup> használja fel, a probléma valós, megoldása egyre sürgetőbb.
- **Újrahasznosítás:** Napjaink épületszerkezetei egyre összetettebbek, az egyes műszaki követelményeket jellemzően a szerkezet egy meghatározott rétege elégíti ki. Az összetett szerkezetekkel kapcsolatban a legnagyobb probléma, hogy bár elméletben ugyan számos anyag újrafelhasználható, az egyes építőanyagok miután összetett épületszerkezetté válnak, a gyakorlatban csak nagy nehézségek árán szelektálhatók a bontás során. Azaz a szelektív hulladékgyűjtés az építőiparban nehezen megvalósítható. Jó példa erre a közismert homlokzati hőszigetelő rendszer, mely számos hőszigetelő, ragasztó és befejező rétegből áll, melyek a szerkezet újrahasznosítását gyakorlatilag lehetetlenné teszik. Bár számos építőanyag gyártója állítja, hogy terméke újrahasznosítható, bizonyosságot csak az új termékekben ténylegesen megtalálható gyártásba visszaforgatott anyag mennyisége adhat.
- **Humán- és ökotoxicitás:** főként az építőiparban alkalmazott vegyipari termékek, elsősorban műgyanták, szigetelések, oldószerek, bevonatok, stb. esetében adhat okot az aggodalomra. A probléma valós mértéke egyelőre kérdéses, miután az egyes szerkezetekben alkalmazott mérgező anyagokkal egyéb módon is kapcsolatba kerülhetünk. (Pl. kőzetgyapotban alkalmazott formaldehid a befejező szerkezetekben és berendezési tárgyokban is jelentős mennyiségben megtalálható.) Az építőiparban alkalmazott veszélyes anyagokat többek között az ún. SIN<sup>(XXI)</sup>-Lista tartalmazza.

### 5.6.1. A környezettudatos épületszerkezet-tervezés elméleti háttere

Az épületszerkezetek és építőanyagok környezetterhelésének vizsgálata Nyugat Európában egyre nagyobb hangsúlyt kap az építészeti tervezésben. A „tervezési segédletek” jellemzően életciklus elemzéseken alapulnak, és részletesen vizsgálják egy adott anyag vagy szerkezet környezetre és emberre gyakorolt hatásait. Az egyik jól használható ilyen segédlet a Building Research Establishment<sup>(VIII)</sup> által kiadott ún. „Green Guide<sup>(XXII)</sup>”, mely több ezer anyag és szerkezet környezetterhelésének értékelését tartalmazza. A Green Guide értékelési szempontjait az alábbi táblázat tartalmazza:

Forrás : <http://www.bre.co.uk/greenguide/podpage.jsp?id=2126>

Szempont	Leírás
•Éghajlatváltozás	GWP potenciál, 100 éves időtartamra vetítve, a referenciaegység kg CO <sub>2</sub> egyenérték
•Vízfelhasználás	A felhasznált víz mennyisége, kivéve a tenger, eső és folyamatosan újrafelhasznált vizet, a referenciaegység m <sup>3</sup>
•Ásványi források	Az indikátor a teljes EU-n belüli ásványi anyag felhasználást jelzi, a referenciaegység tonna.
•Sztratoszférikus ózon károsítás	A sztratoszférikus ózonréteg károsodását okozó gázok felhasználását vizsgálja, a referenciaegység kg CFC egyenérték
•Humán toxicitás	Az emberre gyakorolt toxikus hatást vizsgálja, nem meghatározott időre, a referenciaegység kg 1,4diklórbenzil eé.
•Ökotoxicitás	Édesvízi és szárazföldi ökoszisztémákra gyakorolt toxikus hatást vizsgálja, a referenciaegység kg 1,4 diklórbenzil eé.
•Nukleáris hulladék	A keletkezett nagy aktivitású radioaktív hulladék mennyisége, a referenciaegység mm <sup>3</sup> (II)
•Hulladékkezelés	A keletkezett szilárd hulladék mennyiségét veszi figyelembe, jellegre való tekintet nélkül, a referenciaegység tonna.
•Fosszilis energia felhasználás	A felhasznált fosszilis eredetű energia mennyisége, a referenciaegység tonna olaj egyenérték (41,87 GJ )
•Eutrofizáció	Az ammónia, foszfátok és nitrogén oxidok vízre gyakorolt hatását vizsgálja, a referenciaegység kg foszfát egyenérték
•Fotokémiai ózon képződés	Az alacsony magasságú O <sub>3</sub> képződést okozó gázok kibocsátását vizsgálja, a referenciaegység kg etán egyenérték
•Savasodás	A savas esőt okozó gázok kibocsátását vizsgálja, a referenciaegység kg SO <sub>2</sub> egyenérték

CFC: chlorofluorocarbon

A Green Guide az egyes anyagokat és szerkezeteket A-E-ig minősíti környezetterhelési szempontból, és gyakorlati alkalmazása viszonylag egyszerű. Bár a Green Guide kifejezetten a napi tervezési gyakorlat számára készült, alkalmazása Magyarországon nehézkes, mert az épületszerkezetek nálunk az eltérő éghajlati viszonyok és építési hagyományok miatt nagyban különböznek az Egyesült Királyságban alkalmazottaktól. Éppen ezért rendkívül fontos a hazai tervezői szemlélet folyamatossá fejlesztése, különösen addig, míg egy a hasonló, gyakorlatban is könnyen alkalmazható tervezési segédlet Magyarországon is elérhető lesz.

### 5.6.2. A környezettudatos épületszerkezet-tervezés a gyakorlatban

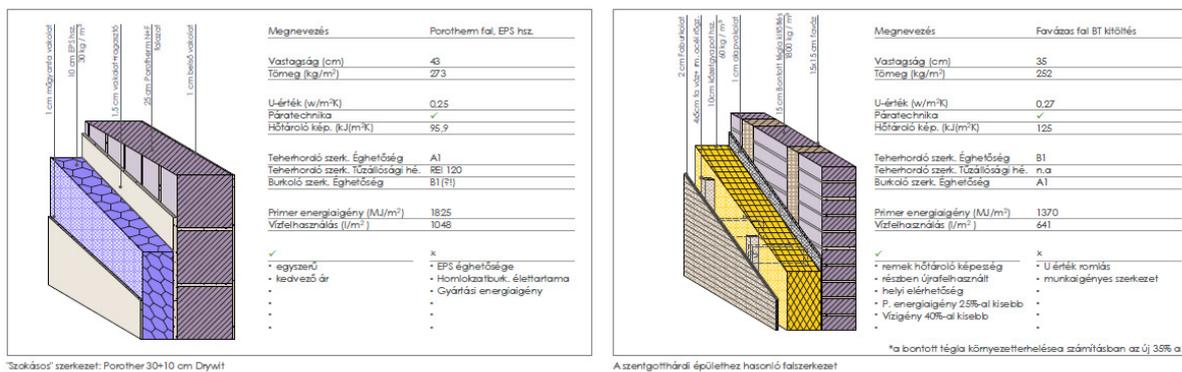
Mint már említettük, napjaink épületszerkezeteinek számos műszaki és építészeti követelménynek kell megfelelniük. A környezetbarát épületszerkezet-tervezés lényegében az adott helyen és időben alkalmazható legoptimálisabb megoldás meghatározása és következetes alkalmazása, az alábbi műszaki és környezeti szempontok figyelembe vételével (68,84,86,87,88) :

Általános szempontok	Fontosabb környezettudatossági szempontok
•Allékonyság	•építészeti műszaki követelmények pontos meghatározása, célnak leginkább megfelelő szerkezet alkalmazása
•Tűzvédelem	• Regionális építési hagyomány figyelembe vétele, a tanulságok leszűrése
•Hővédelem	•Helyi vagy közeli elérhetőség
•Hangvédelem	•Külső határoló szerkezeteknél optimális hőszigetelő és hőtároló képesség
•Időjárás-állóság	• Bonthatóság és újrafelhasználás vagy komposztálás lehetősége
•Tartósság	•Gyártási energiaigény
•Gazdaságosság	•Nyersanyagfelhasználás
	•Humán- és Ökotoxicitás

A táblázatban elsősorban azok a szempontok kaptak helyet, melyeket az építész tervezőnek munkája során figyelembe kell(ene) vennie. Ezek egy része objektív és könnyen megítélhető, ugyanakkor egyes, az építész által nehezen értékelhető szempontok (pl. toxicitás) is szerepelnek a listában. Az utóbbiak célja főként a figyelem felkeltése, és a jövőbeli kutatási területek kijelölése.

A környezettudatos épületszerkezet-tervezés kérdéseinek vizsgálata során nem hagyhatók figyelmen kívül a hagyományos épületszerkezetek, mert azok általában az adott hely környezeti szempontból legoptimálisabb megoldásait tükrözik, ezáltal számos tanulsággal szolgálhatnak napjainkban is. Bár az olyan hagyományos szerkezetek, mint a földanyagú és favazas falazatok, vagy a természetes anyagú fedések a modern építőanyagoknak és épületszerkezeteknek „köszönhetően” egyre kevésbé elterjedtek, építészeti, környezeti és épületszerkezeti szempontból legtöbbször képesek felvenni a versenyt a „korszerű” épületszerkezetekkel, s esetenként jobb és egyszerűbb megoldást kínálnak az adott problémára egy meghatározott helyen. A hagyományos szerkezeteket mindig is a helyi klimatikus adottságok és a természetes építőanyagok, a célszerűség és a takarékoság határozták meg, ez a sajátosság a hagyományos szerkezetek legnagyobb, napjainkban is érvényes tanulsága.

U Nagy Gábor szentgotthárdi épületét – az építészek kétvölgyi házhoz hasonlóan – a helyi adottságok határozták meg, mind az anyaghasználatot, mind a szerkezetválasztást illetően. Az épület favázis szerkezettel készült, mely a helyszínen könnyen beszerezhető anyagokból áll, alkalmazkodik a helyi mesterek szaktudásához és lehetőségeihez, és a korszerű épületszerkezeti követelményeknek is maradéktalanul megfelel, környezetterhelése (pontosabban: a szerkezet anyagainak primerenergia-igénye) ugyanakkor lényegesen kisebb a napjainkban szokásos falazott szerkezetekénél. (5.6.2. Ábra)



5.6.2. Ábra. Falszerkezetek Környezetterhelésének elemzése

A magyar népi építészetből ismert faszervezet továbbfejlesztett változatának a legnagyobb erénye talán az, hogy szellemiségében követi a hagyományos szerkezetek létrehozását meghatározó alapelveket (helyi anyagok, ökonomikus gondolkodás, célszerűség), ugyanakkor részletmegoldásait tekintve sajátosan egyéni, kortárs karaktert mutat, mely az egész épületen nyomon követhető.

- ✓ klimatudatos alaprajzi elrendezés, megfelelő árnyékolás
- ✓ klimatikus adottságoknak megfelelő homlokzati nyíláskiosztás
- ✓ gyakorlatias, a helyi adottságoknak megfelelő anyag és szerkezetválasztás
- ✓ újratervezés, tartós, alacsony primerenergiaigényű anyagok



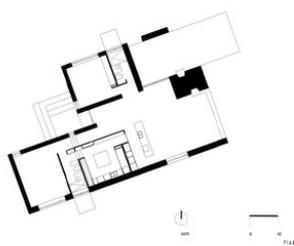
5.6.3. Ábra. U. Nagy Gábor: Családi ház, Szentgotthárd

Az épületben a tervező az ötletes faszervezeten kívül is számos érdekes, és az épület környezetterhelését tekintve is praktikus megoldást alkalmazott: Az északi fekvésű lejtőn elhelyezkedő épület földszintjén kaptak helyet a hálószobák, emeletén pedig a nappali helyiségek, ezáltal az összes helyiség tájolása ideális, sőt az általában alacsonyabb hőmérsékletet igénylő hálószobákat az emeleti szint puffer zónaként védi a túlzott felmelegedéstől. Az épület homlokzati nyíláskiosztásában is nyomon követhető a praktikus, klimatikus adottságokat is mérlegelő alkotói gondolkodás: a nyári túlmelegedést elkerülendő az épület déli oldala viszonylag zárt, a nappali elsősorban kelet-délkeleti irányban nyitott, a déli homlokzat egyetlen nagyméretű üvegfelületét a teraszt is lefedő hatalmas túlnyúló tetőfelület védi a nyári felmelegedéstől.

Az építész rendkívül egyszerű építészeti eszközökkel olyan épületet hozott létre, melynek minősége mind építészeti, mind környezeti szempontból megkérdőjelezhetetlen, mutatva azt, hogy a környezettudatosság sokszor a legegyszerűbb megoldásokban nyilvánul meg, s hogy azt elsősorban az alkotó építész hozzáállásában és gondolkodásmódjában kell keresni.

Rick Joy tucsoni épületének anyaghasználatában és tájhoz való kapcsolatában az arizonai sivatag ősi épületeinek (pueblók) szellemisége követhető nyomon. Az épület karakterét a hagyományos, csömöszölt földfalak határozzák meg, melyek által az épület a vidék szerves részévé válik, szinte észrevétlenül egészítve ki a táj képét.

Az épület egészét alapvetően a zord sivatagi körülményekhez való alkalmazkodás határozza meg: A határozottan túlnyúló, az épület középvonala felé lejtő tető véd a tűző Nap melegétől, ugyanakkor megkönnyíti az esővíz gyűjtését is, mely e sivatagos vidéken különösen fontos. Az épület átmeneti terei és nagyméretű transzparens felületei jellemzően az északi-északkeleti oldalon kaptak helyet, megelőzve a túlmelegedést.



- ✓ Passzív hűtés a lakóterek és a homlokzati nyílások megfelelő (északi) tájolásával
- ✓ Passzív hűtés nagy hőtároló képességű szerkezet (csömöszölt földfal) segítségével
- ✓ Az esővíz gyűjtését elősegítő tetőforma
- ✓ természetes szellőzés és megvilágítás
- ✓ természetes építőanyagok, hagyományos építési technika modernizált változata (cement hozzáadásával stabilizált földfal)

5.6.4. Ábra. Rick Joy Architects: Lakóház, Arizona.

Az épületet meghatározó földanyagú falak ez esetben több szempontból is praktikusak: a hely szinte egyetlen természetes építőanyagából készülnek, kiküszöbölve az építőanyagok szállításához köthető környezetszennyezést, ugyanakkor hatalmas hőtároló tömegükkel a belső terek passzív hűtéséhez is hozzájárulnak.

Az épület a helyi viszonyokhoz való alkalmazkodás szép példája, mely arra is felhívja a figyelmet, hogy a hagyományos szerkezeteknek a kortárs környezettudatos építészetben is helyük van. A masszív földfalak és a hatalmas üvegfelületek az épületben egymást kiegészítve jelennek meg, erősítve egymás karakterét, mutatva, hogy a hagyományos szerkezetek alkalmazása építészeti érdekes megoldásokat eredményezhet. Az épület legnagyobb erénye, hogy alkalmazkodik a klimatikus adottságokhoz, és egyszerű építészeti eszközökkel (tájolás, árnyékolás, passzív hűtés) képes orvosolni a forró éghajlat okozta problémákat, miközben sajátos karakterével és tájba való illeszkedésével vitathatatlan építészeti értéket képvisel.

### 5.6.3. Öszefoglalás

A hagyományos építőanyagokkal és szerkezetekkel kapcsolatban a leginkább helyénvaló kifejezés talán a LEHETŐSÉG. A fenti vizsgálatok mutatják, hogy a hagyományos anyagokban és szerkezetben sok lehetőség rejlik, az elemzés azonban rámutat arra is, hogy egy széleskörű és elfeledett ismeretanyagot kell újra megtanulnunk. Bár például éppen a földanyagú falazatokkal kapcsolatban hazai kutatások (82) is bizonyították, hogy kítőnő hőtechnikai tulajdonságokkal rendelkeznek és életciklusra vevített energiateljesítményük is csekély, a széleskörű alkalmazásukhoz szükséges tervezési irányelvek (tűzvédelmi szabványok, stb.) megjelenése még várat magára.

A hagyományos szerkezetek kortárs alkalmazásával kapcsolatban felmerül egy sajátosan építészeti jellegű kérdés is: Mivel az építészet formakincse az elmúlt évszázadban jelentős mértékben bővült és változott, szükség van arra, hogy a hagyományos szerkezetek kortárs formanyelvét megtaláljuk, hogy azok karaktere az épületekben megfelelően érvényesülhessen, és ezáltal építészetileg is értékes alkotások születhessenek.

Mind a homlokzati anyagok, mind az épületszerkezetek vizsgálata jól mutatja a regionális hagyomány létjogosultságát és lehetséges szerepét a kortárs környezettudatos gondolkodásban:

A regionális építési hagyományt mindig is a helyi klimatikus adottságok és a helyi építőanyagok határozták meg, az épületek — merő szükségszerűségeiből — sokkal inkább kötődtek a helyhez, mint napjainkban, a természeti környezettel való harmónia létkérdés volt.

Nemigen vagyunk tudatában, de manapság sincs ez másképp. Bár a modern technika megteremtette azt az illúziót, hogy az embernek nincs szüksége a természetes környezettel való harmonikus együttélésre, az egyre riasztóbb méreteket öltő környezeti problémák — globális felmelegedés, az erőforrások kimerülésének veszélye, stb. — ennek ellenkezőjét bizonyítják.

A regionális hagyomány figyelembe vételének létjogosultságát a kortárs környezettudatos gondolkodásban annak mai napig hiteles alapgondolatai — a természeti környezettel való harmónia, és az épületek helyi adottságoknak megfelelő kialakítása — adják. Egy adott régióra jellemző építészeti karakter, az épületek tetőformája, tömege, anyaghasználata, homlokzati nyílásai aránya mind-mind értékes információkat hordoznak, melyekből az adott területen optimális, racionális megoldásokra következtethetünk, melyek napjainkban is hasznosak lehetnek, hogy az épületek környezetterhelését elfogadhatóbb keretek között tartsuk. [7.Tézis]

# 6. Szellemi erőforrások

A környezettudatos építés egyik fő alapelve a forrásokkal való racionális és takarékos gazdálkodás (5. Fejezet). Tekintve, hogy az **emberi kreativitás talán az egyik legnagyobb „megújuló energiaforrás”**, elengedhetetlen a szellemi erőforrásainkkal való hatékony gazdálkodás kérdéseinek rövid vizsgálata.

Az 5. fejezet a környezettudatos építés alapelveit és gondolkodásmódját mutatta be, a fontosabb kérdések tárgyalásával, mindazonáltal a teljesség igénye nélkül. Bár ezek a fejezetek kifejezetten az építész és az építészeti alkotási folyamat szemszögéből vizsgálták a környezettudatos építés szempontrendszerét, belátható, hogy a környezettudatos épületek létrehozása nem köthető csupán az építész személyéhez.

## 6.1. A környezettudatosság alapelveinek ismerete és integrációja

A környezettudatos épületek tervezése és megvalósítása sokoldalú szaktudást igényel, melynek elsajátítására az építésznek is szüksége van, hogy a témában folytatott vitákon kompetens félként tudjon részt venni. Mivel az építési projekteknél résztvevők szakemberek (településtervezők, jogászok, szakmérnökök, szakági tervezők) jellemzően egy jól behatárolt szakterületet ismernek nagy részletességgel, az **építészre hárul az a szerep, hogy a folyamat során az egyes szakterületek munkáját összehangolja**, és az egyes szakmai szempontokat az Egész ismeretében megfelelő mértékben számításba veszi.

A környezettudatos építés (merő szükségszerűségből) egyre nagyobb teret hódít, ugyanakkor ennek jegyében az építészeti gyakorlatot is egyfajta hideg mérnöki szemlélet kezdi uralni, melyben az építészeti-esztétikai szempontok alárendelt szerepet játszanak.

Az építész szakmának ezért szüksége van az egyes szakterületek legalább érintőleges és az összefüggések alapos ismeretére, hogy az építészeti-esztétikai és kulturális szempontok is megfelelő hangsúllyal legyenek képviselhetők a szakmai vitákban. **Az összefüggésekben való gondolkodás képessége tehát a XXI. század építésének (is) az egyik legfontosabb kvalitása**, mely a környezettudatos épített környezet megvalósításának a kulcsa.

## 6.2. A környezettudatosság alapelveinek adaptálása a helyi viszonyokra

Az építészeti gyakorlatban ritkán fordulnak elő egyforma épületek, a természetes, épített és társadalmi környezettel való kapcsolat miatt az épületek születése általában egyedi, meg nem ismételt folyamat. Mivel az épületek környezetterhelését és esztétikai erkölcsi értékállóságát nagymértékben befolyásolja a hely (természetes és épített környezettel) való kapcsolat és a helyi viszonyokra való érzékeny reagálás, a valóban környezettudatos épületek létrehozása nemigen képzelhető el az előző fejezetekben ismertetett **alapelvek egyedi esetekre való adaptációja nélkül**.

A környezettudatos épületek tervezésének és megvalósításának számtalan módja van, az építés feladata ezeknek a lehetőségeknek a feltérképezése és mérlegelése, és az **adott esetben leginkább megfelelő, az építészeti koncepcióba szervesen illeszkedő megoldás megtalálása**.

Az épületek helyhez kötöttsége és a helyi viszonyokhoz illesztett tervezési módszerek hangsúlyozása természetes módon magában foglalja a környezettudatos építést felületesen értelmező, azt csupán a technikai oldalról (napelem, hőszivattyú), megközelítő, helyre érzéketlen tervezői gondolkodás kritikáját. A környezettudatos szemlélet különösen az értekezésben vizsgált kisebb léptékű lakóépületek esetében elsősorban az **egyszerű, adott helyzetnek megfelelően alkalmazott passzív megoldásokban, a helyi potenciálok kihasználásában, s a helyi környezetre való érzékeny reagálásban** mutatkozhat meg leginkább.

### 6.3. Kommunikáció

A környezettudatos építészet kérdései és kihívásai a „klasszikus” építészeti tervezés léptékét még az egyszerűbb épületek esetében is jócskán meghaladják, annak megvalósításához több szakterületet érintő összefogás szükséges (településtervezés, településigazgatás, környezetvédelem, ökológia, környezetpszichológia, mérnöki tudományok).

A környezettudatos épített környezet megvalósításához elengedhetetlen a hatékony kommunikáció az építési folyamat szereplői között, melynek elősegítése és koordinálása az építész feladata. A párbeszéd a kulcsa annak, hogy a különböző szakmai alapelvek kellő teret nyerhessenek az épületek létrehozása során, és együttesen elősegítsék egy környezettudatosabb, élhetőbb, emberibb épített környezet létrehozását. [8.Tézis]

# 7. További kutatási területek

Az értekezés a környezettudatos építés egy szűkebb területét – a kisebb léptékű lakóépületeket – vizsgálta a gyakorló építész szemszögéből, elsősorban az építészeti-esztétikai szempontokat szem előtt tartva. Az értekezésben számos területet vizsgáltam kisebb-nagyobb mélységben, rávilágítva az abban rejlő lehetőségekre. Az értekezés elsősorban a lehetőségek és alapelvek feltérképezésére és azok építészeti összefüggéseinek bemutatására koncentrált, mindazonáltal a teljesség igénye nélkül. A cél elsősorban a környezettudatosság alapelveinek építészeti gondolkodásba való beemelése, és a párbeszéd megindításának elősegítése volt. Ahhoz, hogy a környezettudatos épített környezet létrejötte szempontjából elengedhetetlen párbeszéd meginduljon és kiteljesedhessen, számos kérdés részletesebb vizsgálatára van még szükség:

- **A környezettudatos épített környezethez kapcsolódó, az építész kompetenciáján és hatáskörén kívül eső kihívások részletes vizsgálata**

A környezettudatos építés témaköre rendkívül szerteágazó, és sok területet érint. Ahhoz, hogy az épületek környezetterhelése számottevően csökkenhessen, elengedhetetlen az azokat magába foglaló és összekapcsoló infrastruktúra célirányos fejlesztése, melynek fókuszában a hosszú távon fenntartható, a környezeti erőforrásokkal értelmesen gazdálkodó lehetőség szerint autonóm település képe kell hogy álljon. Ez a környezettudatos épített környezet egyik alappillére, melynek vizsgálatára minden települési léptékben nagy szükség van.

- **Nagyobb léptékű, városias környezetben elhelyezkedő lakóépületek vizsgálata**

Az értekezés – elsősorban területi okokból – a kisebb léptékű lakóépületeket és az azokhoz kapcsolódó kihívásokat vizsgálta, ezáltal az szükségszerűen nem fedi le a környezettudatos lakóépület tervezés teljes spektrumát. Mivel a magyarországi lakóépületek mintegy 65%-a városias környezetben helyezkedik el, és a teljes lakásállomány mintegy 38%-a többlakásos lakóépületben található, teljesen nyilvánvaló, hogy az ilyen típusú épületeket is vizsgálni kell. Ugyan a környezettudatosság alapelvei az ilyen típusú épületek esetében sem különböznek nagymértékben, a léptékbeli különbségek miatt felmerülhetnek a kifejezetten a többlakásos lakóépületekhez kapcsolható környezeti kihívások, melyeket másképpen lehet és kell orvosolni, mint a kisebb épületek esetében.

- **Az épületek környezetterhelésének csökkentését elősegítő technikai megoldások építészeti integrációja**

Az értekezés ugyan elsősorban a passzív megoldások bemutatására helyezett hangsúlyt, vitathatatlan, hogy az épületek környezetterhelésének csökkentése bizonyos esetekben nem képzelhető el fejlett épületgépészeti megoldások nélkül, különösen a sűrűbben beépített városi környezetekben, ahol a helyi korlátok nagymértékben megnehezíthetik például a passzív szoláris energia kihasználását. Ilyen esetekben az épületgépészet nemigen elkerülhető, ezért mindenképpen szükségszerű annak a vizsgálatára, hogy a fejlett gépészeti rendszerek hogyan integrálhatók az építészeti koncepcióba, anélkül hogy az épületek esztétikáját alapvetően befolyásolják.

- Település és épület-rehabilitáció

A magyarországi lakóépületek több mint fele 50 évnél idősebb, és mintegy egytizedük 1920 előtt épült. Mivel ezeknek az épületeknek egy része építészeti kulturális örökségünk részét képezi, s gazdasági okok miatt a különösebb építészeti értéket nem képviselő épületek tömeges bontása sem tűnik realisztikus elképzelésnek, a XXI. század építészetének nagy kérdése a meglévő épületállomány rehabilitációja. Mivel a meglévő épületállomány megőrzése alapvetően egybevághat a környezettudatosság alapelveivel (ökológiai értékek védelme; barnamezős beruházások előnyben részesítése a meglévő infrastruktúrára alapozva; épületállomány megőrzése és újrahasznosítása), a rehabilitáció a környezettudatos épített környezet megteremtésének fontos kérdése és kihívása, melynek kulcsszerepe van természeti értékeink és kulturális örökségünk megőrzésében, illetve gyarapításában.

# 9. Irodalomjegyzék

01. Yann Arthus Bertrand: Home
02. Rachel Carson: Silent Spring. Fawcett Publications, INC., Greenwich, Connecticut.
03. Zygmunt Baumann: Consuming life, Sage Publications, London, Thousand Oaks, New Delhi; 2001
04. Matthew R Simmons: Revisiting the Limits to Growth
05. Al Gore: 35 Inconvenient Truths
06. Christopher Monckton of Brenchley: Al Gore: 35 Inconvenient Truths – The Errors in Al Gore's Movie SPPI; Washington D.C. ;2003
07. <http://www.unep.org/40thAnniversary/>
08. <http://www.unep.org/sbci/AboutSBCI/Background.asp>
09. Eurostat European Commission: Energy, Transport and environmental indicators
10. Carolyn Steel: How food shapes our Cities. Internetes ea. [TED, 2008, Oxford, UK](#)
11. William McDonough: Cradle to Cradle Design. Internetes ea. [TED, 2005, Monterey, US](#)
12. Norman Foster: Green Agenda. Internetes előadás. [TED, 2007, München, Németország](#)
13. Bjarke Ingels: Hedonistic Sustainability. Internetes előadás. [TED, 2011, New York, US](#)
14. John Hardy: My Green School Dream. Internetes előadás. [TED, 2010, Oxford, UK](#)
15. Cameron Sinclair: Open Source Architecture. Internetes ea. [TED, 2005, Monterey, US](#)
16. Tiderenzl Gábor: A fenntartható Lakásépítés hazai kérdései. Előadás, FÖK, 2004
17. Novák Ágnes: Kaland a ház körül, avagy az elég jó ház. Egyetemi Jegyzet YMMF, Bp.
18. Ágostházy Éva Dr.: Az egészséges Lakás. Egyetemi Jegyzet YMMF, Bp.
19. Ronald Rael: Earth Architecture. Princeton Architectural Press, NY, 2009.
20. James Vines: Green Architecture. Taschen, Köln, 2000.
21. Philip Jodido: Green Architecture Now! Taschen, Köln, 2009.
22. Philip Jodido: Green Architecture Now! 2. Taschen, Köln, 2012.
23. Cristina Parades Benitez, Alex Sanchez Vidiella: SmallEco Houses – Living in green style. Loft Publications, Barcelona, 2010
24. Dominic Bradbury: New Natural Home. Thames & Hudson, London, 2011
25. Bruce Brooks Pfeiffer: Frank Lloyd Wright. Taschen, Köln, 2000.
26. Paco Asensio (szerk.): Alvar Aalto. teNeues / Loft Publications, Barcelona, 2002.
27. Pierre Restany: Hundertwasser. A festő-király és az öt bőr. Vincze Kiadó 2004.
28. Simone Schleifer (szerk.): Converted Spaces. Taschen, Köln, 2006
29. Mariarosaria Tagliiferri: Industrial Chic. Reconverting spaces. Gribaudo, Róma, 2006.
30. Balassa Iván – Ortutay Gyula: Magyar Néprajz. Corvina, Bp., 1979.
31. Reischl Antal Dr.: Lakóépületek tervezése. Tankönyvkiadó, Bp., 1973.
32. Istvánfy Gyula Dr.: Az építészet története. Őskor, Népi Építészet. Nemzeti tankönyvkiadó, Bp., 1997.
33. Ertsey Attila: Az Autonóm Ház Egyetemi Jegyzet YMMF, Bp., 1999.
34. Reischl Gábor DLA: Gazdálkodó Építészet. Egyetemi Jegyzet YMMF, Bp., 1995.
35. [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)

36. [www.jva.no](http://www.jva.no)
37. [www.big.dk](http://www.big.dk)
38. <http://www.ofis-a.si>
39. PRP Architects (on behalf of the NHBC Foundation): Zero Carbon Compendium ; Bucks 2009
40. Communities and Local Government: The Code for Sustainable Homes. CLG Publications, London, 2009
41. CLG: Cost Analysis of The Code for Sustainable Homes. Final Report CLG Publications, London, 2008
42. CLG: Greener Homes for the Future CLG Publications, London, 2008
43. BRE: EcoHomes 2006. Pre Assessment Estimator. BRE, Watford, 2006
44. DGNB: DGNB Handbuch Neubau Wohngebäude. 2011 (Kivonat)
45. Stefanie Liese, André Zapke: Kennzahlen der Nachhaltigkeit: Bewertung und Beurteilung der Zertifizierungskriterien des DGNB unter Benchmark-Aspekten. Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin, 2011.
46. Susan Draeger: Vergleich des Systems Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen mit internationale Systeme. Enbericht. 2010
47. Karl-Heinz Fingerling, Wolfgang Feist, Joachim Otte, Rainer Pfluger: Konstruktionshandbuch für Passivhäuser. Passivhaus Institut, Darmstadt
48. Európai Bizottság: ZöldInfrastruktúra, Európai Unió; 2010
49. Szántó Katalin, F Holényi Magdolna: Ökológikus Településfejlesztés. European Commission TEMPUS Structural Joint European Project SJEP – 09015/95
50. CABE: Sustainable places for health and wellbeing
51. CABE: Hallmarks of a sustainable city
52. CABE: What makes an ECO town? A report from Bioregional and CABE inspired by the Eco towns challenge panel.
53. CABE: Grey to green HOW WE SHIFT FUNDING AND SKILLS TO GREEN OUR CITIES . London 2009
54. Az Erdő, 1969. 18. (104 ) évf. 6 Füzet Erdészeti lapok
55. <http://www.seesouthernforests.org/case-studies/role-forests-water-purification>
56. <http://erdo.kormany.hu/nemzeti-erdoprogram>
57. <http://www.diverziti.hu/3980/az-erdo-mint-kulcsszereplo/>
58. [Ohio Department of natural Resources : Sustainable Development:Water](#)
59. Pam Warhurst:How we can eat our Landscapes. Internetes Előadás, [TED, London 2012](#)
60. WHO: Global recommendations for Physical activity– Geneva, 2009.
61. WHO: Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, 2009.
62. WHO: The global burden of disease: 2004 update. Geneva, 2008.
63. WHO: A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity: implementation of the WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Geneva, 2007.
64. WHO: Preventing chronic diseases: a vital investment. Geneva, 2005
65. WHO: Resolution WHA57.17. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. In: Fiftyseventh World Health Assembly, Geneva, 17–22 May 2004. Resolutions and decisions, annexes. Geneva, 2004.
66. WHO: World Health Report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. Geneva, 2002.
67. BRE: Environmental Site Layout Planning. Construction Research Communication LTD, Watford, 2000

68. Lányi Erzsébet PhD.: Környezettudatos Épített Környezet. PhD Értekezés, BME-ÉSZK, 2010.
69. Filetóth Levente PhD: Természetes világítás. Egyetemi jegyzet BME ÉSZK Épületenergetikai és épületgépészeti Tanszék
70. Bitó János: Lakóházak tervezése. B + V Lap- És Könyvkiadó, 2003
71. Leeds City Council, LOcal Development Framework: Street design Guide, Leeds, 2009
72. <http://www.homezones.org>
73. Home Zones:challenging the future of our Streets. Department for Transport, London, 2005
74. Ertsey Attila: Autonóm Ház
75. Debreczy Zoltán: Passzívházak tervezésének alapjai. Passzívház Akadémia, Budapest 2010
76. John R Gouding, J. Owen Lewis, Theo C. Steemers (szerk.) Energy in Architecture – The european passive solar handbook. Batsford, 1993
77. Marta Serrats (szerk): Eco Solutions. Sustainable Approaches for a Bioclimatic Home. Loft Publications, Barcelona 2012
78. Cristina Parades Benitez (szerk) Eco Häuser. Loft Publications, Barcelona 2011
79. Terence Conran: Öko Wohnbuch ( Eco House Book) Knesebeck Verlag KG München 2010
80. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nature\\_connectedness](http://en.wikipedia.org/wiki/Nature_connectedness)
81. F.Stephan Mayer, Cynthia McPherson Frantz: The conectedness to Nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. Journal of environmental Psychology 24 (2004)
82. Medgyasszay Péter: A Földépítés optimalizált Alkalmazási lehetőségei Magyarországon. PhD Értekezés, BME-ÉSZK, 2010.
83. Dudás Annamária Dr.: Energiatudatos építés. Egyetemi Jegyzet, BME-ÉPK, 2010
84. Szalai Zsuzsa: Életcikulus Elemzés az Építészetben. Előadás, BME-ÉSZK.
85. Tiderenzl Gábor Dr., Medgyasszay Péter, Szalay Zsuzsa, Zorkóczy Zoltán:  
"Épületszerkezetek építésökológiai és -biológiai értékelő rendszerének összeállítása az építési anyagok hazai gyártási/ előállítási adatai alapján" Kutatási Jelentés. FÖK, 2004.
86. Novák Ágnes, Nagy Gyöngyi, Osztróluczy Miklós: Zöld szerkezetek /Green design. Egyetemi Jegyzet YMMF, Bp., 1998.
87. BRE: Methodology for Environmental Profiles of construction Products. Draft. 2007
88. Jane Anderson (BRE) The Green Guide and BES 6001: Responsible sourcing for Construction Products
89. Jörg Brandhorst, Josef Spritzendorfer, Kai Gildhom, Markus Hemp: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
90. Victorian Association of Forest Industries: TheEnvironmentalImpactofBuildingMaterials
91. Matthias Grätz, Daina Indriksone: Ecologic construction materials. Baltic Environmental Forum Group, 2011
92. Máдай Ferenc: Ásványvagyon Gazdálkodás Digitális Egyetem, 2011
93. Vasilios Maniatidis & Peter Walker: A Review of Rammed Earth Construction. Natural Building Technology Group Department of Architecture & Civil Engineering University of Bath, 2003
94. Szász Katalin: Családi ház kétvölgyben, Interjú U. Nagy Gáborral. Octogon, 2002/6
95. Szabó Péter, Hantos Zoltán, Karácsonyi Zsolt, Lonsták Nóra, Oszvald FerencNándor, Sági Éva:  
Hagyományos tájjellegű építészeti megoldások vizsgálata Vas, Zala és Pomurje megyékben.  
Nyugat Magyarországi egyetem, Faipari Mérnöki kar, Építéstani intézet

# 10. Ábrajegyzék

A magyarázó ábrákat a megjelölt források (ld. irodalomjegyzék) alapján a Szerző készítette.

- 1.1 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 1.2 Eurostat Pocketbooks Energy, Transport and Environment Indicators
- 4.1.1 [www.heikkinen-komonen.fi](http://www.heikkinen-komonen.fi)
- 4.1.2 [www.jva.no](http://www.jva.no)
- 4.1.3 [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)
- 4.2.1 [www.lowcarbonhomesworldwide.com](http://www.lowcarbonhomesworldwide.com)
- 4.2.2 rajz: Lepenye Z., források: (40,44,)
- 4.4.1 [www.fosterandpartners.com](http://www.fosterandpartners.com)
- 5.1.1 rajz: Lepenye Z., források: (67,68,76)
- 5.1.2 rajz: Lepenye Z., források: (68,76)
- 5.1.3 [www.savewright.org](http://www.savewright.org), [www.franklloydwright.org](http://www.franklloydwright.org), [www.flwright.org](http://www.flwright.org)
- 5.1.4 [www.windfinder.com](http://www.windfinder.com)
- 5.1.5 [www.housingprototypes.org](http://www.housingprototypes.org)
- 5.1.6 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.1.7 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.1.8 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.1.9 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.1.10 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.1.11 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.1.12 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.1.13 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.2.1 rajz: Lepenye Z., források: (67,68,76)
- 5.2.2 Rajz, terv: Lepenye Z. (2011)
- 5.2.3 [www.pruitt-igoe.com](http://www.pruitt-igoe.com)
- 5.2.4 [www.google.hu](http://www.google.hu), [www.google.co.uk](http://www.google.co.uk)
- 5.2.5 Rajz, terv: Lepenye Z. (2011)
- 5.2.6 Rajz, terv: Lepenye Z. (2011)
- 5.3.1 rajz: Lepenye Z., források: (47,67,76)
- 5.3.2 rajz: Lepenye Z., források: (76)
- 5.3.3 [www.savewright.org](http://www.savewright.org), [www.franklloydwright.org](http://www.franklloydwright.org), [www.flwright.org](http://www.flwright.org)
- 5.3.4 [www.obiebowman.com](http://www.obiebowman.com)
- 5.3.5 <http://www.anderssonwise.com>
- 5.4.1 [www.alisonbrooksarchitects.com](http://www.alisonbrooksarchitects.com)
- 5.4.2 Rajz, terv: Lepenye Z. (2014)
- 5.4.3 rajz: Lepenye Z., források: (67,76)
- 5.4.4 [www.openhousebcn.wordpress.com](http://www.openhousebcn.wordpress.com)
- 5.4.5 [www.archiproducts.com](http://www.archiproducts.com)
- 5.4.6 [www.dualchas.com](http://www.dualchas.com)
- 5.4.7 rajz: Lepenye Z., források: (67,76)
- 5.4.8 Rajz, terv: Lepenye Z. (2011)
- 5.4.9 rajz: Lepenye Z., források: (76)
- 5.4.10 rajz: Lepenye Z., források: (76)
- 5.4.11 [www.dezeen.com](http://www.dezeen.com)
- 5.5.1 [www.jva.no](http://www.jva.no)
- 5.5.2 <http://www.prae.hu>, <http://www.6b.hu>, [szlovenia2012.blog.hu](http://szlovenia2012.blog.hu)
- 5.5.3 [www.savewright.org](http://www.savewright.org), [www.franklloydwright.org](http://www.franklloydwright.org), [www.flwright.org](http://www.flwright.org)
- 5.5.4 [www.dualchas.com](http://www.dualchas.com)
- 5.5.5 rajz: Lepenye Z., források: (76)
- 5.5.6 [www.peripheriques-architectes.com](http://www.peripheriques-architectes.com)
- 5.6.1 [designboom.com](http://designboom.com), [www.e-architect.co.uk](http://www.e-architect.co.uk)
- 5.6.2 rajz: Lepenye Z., források: (84,85,86,89,95)
- 5.6.3 (95), <http://www.prae.hu>, <http://www.6b.hu>, [szlovenia2012.blog.hu](http://szlovenia2012.blog.hu)
- 5.6.4 [www.architectslist.com](http://www.architectslist.com), [midwesthomemag.com](http://midwesthomemag.com)

