

PhD értekezés
JUHÁSZ HAJNALKA

A KÖRNYEZETPOZITÍV ÉPÍTÉSZEZET szintézise

A klímazónák vándorlására adott adaptív válaszok összessége,
mint egy új kulturális és építészeti korszak identitásának lehetősége

Pécsi Tudományegyetem
Műszaki és Informatikai Kar, Breuer Marcell Doktori Iskola
Építészmérnöki Doktori Képzés

Pécs, 2024.

témavezetők:

dr. Kondor Tamás (2021-2024)

dr. Molnár Tamás (2018-2024)

dr. Kósa Balázs (2018-2021)



*Köszönöm mindazoknak,
kik jók voltak hozzám.*

00 //	BEVEZETŐ	05
///	„Prológus”	06
///	Klímánk jelenlegi állapota és a jövő lehetséges forgatókönyvei – A megfigyelt felmelegedés, és annak okai	09
///	Kutatási kérdések – célkitűzés – alkalmazott módszertan	15
01 //	TÍPUS kontra SZABADON TOVÁBB FEJLESZTHETŐ TIPIZÁLT MINTA	17
///	Régmúlt / A népi építészet és a tipizálás kapcsolata	20
///	Közelmúlt / A szocializmus „kockaház” típusa Ökológiai zsákutca-e a kockaház?	25 30
///	Jelen / Káosz és kiút a lakóépületek vetületében	34
///	Következtetés	38
02 //	TERMÉSZETESEN JOBB... ..	41
///	Hazai természetes építőanyag helyzetkép	
///	<i>1. Fa, mint építőanyag</i>	43
///	<i>2. Hazai alkalmazásban elérhető további természetes építőanyagok</i>	47
///	Vizsgálat – Falrétegrendek anyagfelhasználásának elemzése	50
///	Következtetés	53
03 //	MÁSODLAGOS ÉPÜLETBŐR – ENERGIABUROK	55
///	Mérési installáció	59
///	Mérési eredmények	63
///	Szimulációs modellezés	66
///	Megfelelőség és eredmények	68
///	Következtetés	73

00

// BEVEZETŐ

„Prológus”

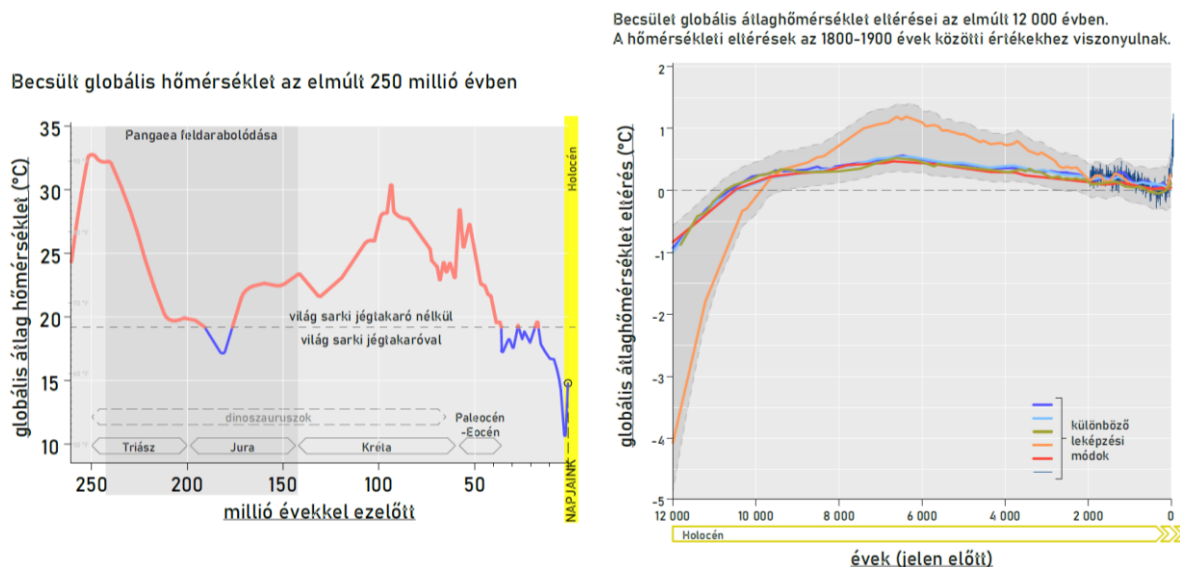
Az emberiség által alkotott világnézetek többsége szerint az univerzum természetes állapota a stabilitás, amiben az emberi tevékenység zavart kelt és így destabilizálja azt. Ez az elképzelés számos vallásban, kultúrában és a tudományos körökben épp úgy megtalálható volt a múltban, ahogy ma, a jelen emberét is foglalkoztatja.

Már tudjuk, hogy a globális felmelegedés és a lehülés jelenségei a Föld kialakulása óta periodikusan váltakoznak. Ezek a természetes folyamatok eredményeként kialakuló különböző hőmérsékleti állapotok klimatikus változásokat idéznek elő, amire az élővilág a természetes alkalmazkodó magatartással reagál. Jelenleg a nehézséget a felmelegedés folyamatának felgyorsulása jelenti, melynek fokozott ütemét az ökoszisztéma nem képes felvenni.

Ma, a klimatikus változások felgyorsult szakaszában élünk. Tisztán látható, hogy e folyamatot fenntartani vagy gyorsítani, a változást tagadni azt jelenti, hogy saját életterünk pusztulását idézzük elő. Klímánk negatív változásait pusztán önálló beavatkozásokkal megfordítani nem tudjuk. Reagálni rá, lassítani a folyamatot viszont úgy építési, mint emberi kötelességünk.

Az élet megjelenése (már évmilliókkal ezelőtt) befolyásoló hatással volt az éghajlatra. Napjainkban pedig nem kérdés, hogy a különböző emberi tevékenységek már rövidtávon is közvetlen összefüggésbe hozhatók a környezetünkben bekövetkező klimatikus változásokkal. A megfigyelt felmelegedés emberi eredetű okait már az 1800-as évek végén Svante Arrhenius, svéd kémikus is felismerte, aki szerint az ipari forradalommal összefüggésben megnövekedett fosszilis tüzelőanyag-felhasználás közvetlen hatása, a globális szén-dioxid-koncentráció mértékének fokozódása. Korabeli számításai szerint CO₂ koncentráció megduplázódása 4°C-kal emelheti meg a Föld felszíni hőmérsékletét. Ez a szám jól közelíti a mai kor kutatóinak 2–4,5°C-ra becsült értékeit, ami alátámasztja, hogy az emberi tevékenység okozta hirtelen változásra, a természeti rendszerek nem képesek hasonló gyorsasággal reagálni, sem pedig emberi időléptéken belül kezelni azt.¹

1. ábra: Hőmérsékleti állapotok alakulása az elmúlt évmilliók során.²



¹ Kerry Emanuel: „Amit a klímaváltozásról tudunk”, ford. Tax Ágnes, Corvina Kiadó, Budapest, 2019, pp 27.

² átvett adatok, (szerk.: Juhász H.) forrás:

hozzáférés: 2024. 05. 22.: <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/whats-hottest-earths-ever-been>

hozzáférés: 2024. 05. 22.: <https://www.nature.com/articles/s41597-020-0530-7#Fig2>

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change)³ megalakulása óta átlagosan ötévenkénti rendszerességgel, részletes összefoglaló jelentést ad ki a globális éghajlati állapotokról. Ezek az összefoglalók számos ország kutatóinak tudományos munkáját és eredményeit tartalmazzák annak érdekében, hogy megbízható alapokkal és naprakész információkkal szolgáljanak a jelen és a várható klimatikus állapotok kezeléséhez. A 2022-ben kiadott, hatodik klímaváltozási jelentés (AR6 - Sixth Assessment Report) utolsó fejezete 2023. márciusában került elfogadásra, majd kiadásra. Ez az értékelő és összegző zárófejezet alapot nyújt a jövőre vonatkozó cselekvéseink tervezéséhez.

Az egyes jövőbeni változások elkerülhetetlenek és bizonyos esetekben már visszafordíthatatlanok, de egyben korlátozhatók is az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának globális értelemben vett mélyreható, gyors és tartós csökkentésével. Mindez fontos, mivel az említett változások valószínűsége, ha nem cselekszünk, a globális felmelegedés magasabb szintjére emelkedik, ami nem csak regionális szinten, de az ember mindennapi életében is erősen érezhető negatív hatásokkal fog jelentkezni.

Többek között, úgymint a hőmérséklet emelkedése, szélsőségesen száraz időszakok okozta aszályok és a vízhiány, majd az ezzel összefüggő termelés-, biodiverzitás csökkenése és a következményként kialakuló élelmiszerhiány állapota. Avagy a sarkvidéki jégrétegek folyamatos olvadása, ami a tengerszint megemelkedését, majd az alacsony fekvésű termőterületek eltűnését eredményezi. Emellett várható a heves esőzések nagyobb intenzitása, ami tovább fogja fokozni a lokális villámáradások következményeit. Megállapítható, hogy az említett állapotok negatív öngerjesztő folyamatokként értelmezhetők és ezekre a gyors ütemben bekövetkező változásokra városaink, egyéb élettereink, illetve összességében az emberi rendszerek sokasága nincs felkészülve.

Ilyen lehet azoknak a felmelegedésre visszavezethető veszélyeknek az összetett láncolata is, ahol több klimatikus és nem-klimatikus kockázati tényező lép kölcsönhatásba egymással.

Mindez az általános kockázatokat és az ágazatokon átívelő kockázatokat is fokozza. Például: az előrejelzések szerint a klimatikus viszonyok megváltozása okozta instabilitás a termelésben vagy az élelmiszer-ellátásban a globális felmelegedéssel fokozódni fog és kölcsönhatásba lép olyan nem-klimatikus kockázati tényezőkkel, mint a kialakuló konfliktusok a földterületekért folytatott versenyben, a nagyléptékű elvándorlás (migráció), a városok terjeszkedése vagy az élelmiszertermelés esetében.

A helyzet kezelésének érdekében, az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértékétől függően több, úgynevezett „felmelegedési forgatókönyv” került kidolgozásra. A vélhető legalacsonyabb kibocsátási szinttel kalkuláló forgatókönyv, mely a legoptimistábbnak mondható, az SSP1-1.9 jelű, majd az SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 következik és végül a legmagasabb kibocsátási értékkel az SSP5-8.5 jelű forgatókönyv számol.⁴ Ezek a

³ 1988-ban megalakult szervezet, amelynek létrehozását az ENSZ (Egyesült Nemzetek Szervezete) Környezetvédelmi Programja és a Meteorológiai Világszervezet kezdeményezte, illetve az ENSZ Közgyűlése az éghajlatváltozással foglalkozó határozatában megerősítette.

⁴ IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2023, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001.

klímamodell-előrejelzések az éghajlati rendszer változásaira vonatkozó prognózisokat rögzítik az 1850–1900-as évig vett időszakhoz viszonyítva.

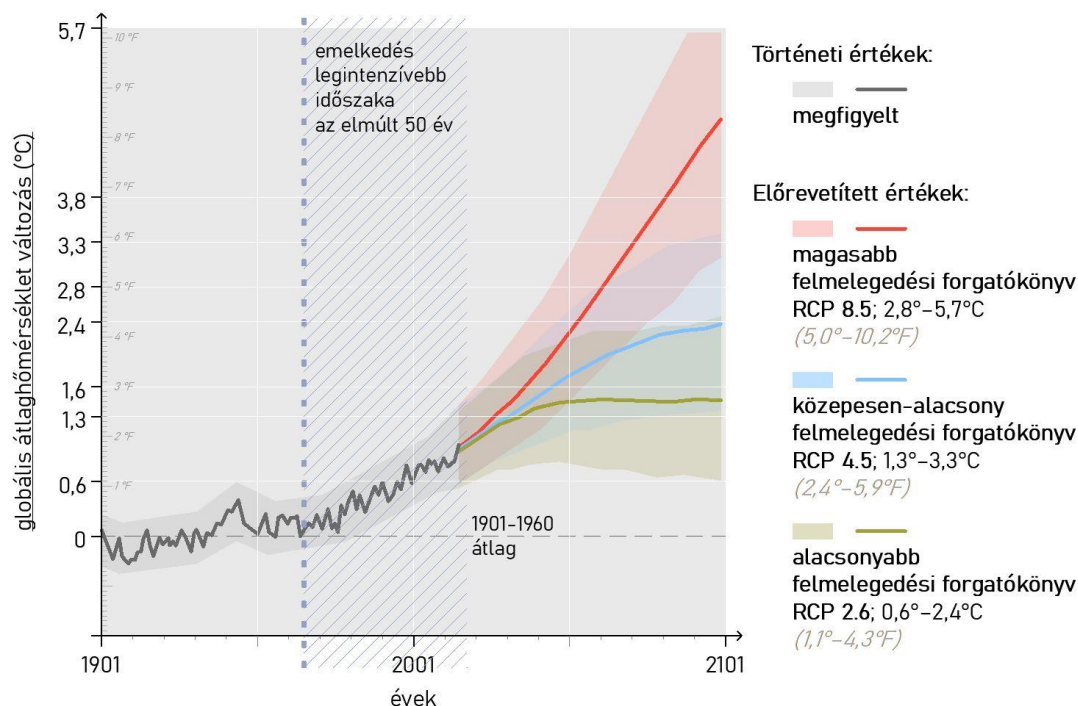
A forgatókönyvek különböző időtávokra bontva elemzik az egyes változások valószínűségét, bekövetkezésük kockázatait, a következmények láncolatát és az okozott direkt hatásokat is. A meghatározott három időtáv: rövidtáv (2021–2040), középtáv (2041–2060) és hosszútáv (2061–2100).

Ennek előnye, hogy az időtávok rendszeréhez igazodva tervezhetők a különböző megoldások és cselekvési tervek, illetve elérve az adott időtáv határait, értékelhetővé válnak, majd akár újra tervezhetők a korábban kijelölt stratégiák.

Éghajlatváltozási Kormányközi Testület hatodik klímaváltozási jelentésében megfogalmazza, hogy a 2030-ra számított globális ÜGH-kibocsátás mértéke valószínűvé teszi, hogy a 21. század során a felmelegedés meg fogja haladni az 1,5 °C-ot, továbbá megnehezíti a felmelegedés 2,0 °C alá történő korlátozását is.

Azok a modellezett útvonalak, amelyek nem feltételezik a cselekvő szándék növekedését, magasabb kibocsátással járnak, ami 2,1–3,4°C közötti globális felmelegedést eredményez 2100-ra. A felmelegedést 2,0 °C-ra vagy az alá szorító mérési modellek, azonnali intézkedést feltételezve, az üvegházhatást okozó gázok globális kibocsátásának mélyreható csökkentését vonják maguk után már ebben az évtizedben.⁵

2. ábra: Globális átlaghőmérséklet növekedés 1901-től 2101-ig.
Viszonyítva az 1901–1960 évek átlagához.⁶



⁵ IPCC, 2023: Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 57., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

⁶ átvett adatok, (szerk. Juhász H.) forrás: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>

Klímánk jelenlegi állapota és a jövő lehetséges forgatókönyvei - A megfigyelt felmelegedés és annak okai

Az elmúlt 150 évet vizsgáló megfigyelések szerint, az iparosodást megelőző szinthez képest, az emberi tevékenység egyértelműen a globális felmelegedés felgyorsulását idézte elő. 2010-2020 között vizsgált globális felszíni hőmérséklet több mint 1°C-kal emelkedett az 1850-1900 évekhez viszonyítva. Ennek az emelkedésnek a legintenzívebb időszaka az elmúlt 50 évre volt tehető, amit elsősorban az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátásának növekedése idézett elő. Ebből adódóan elmondható, hogy az egyik legfontosabb cselekvési terület a káros emisszió szabályozása és csökkentése. Az ENSZ Fenntartható fejlődési célok (SDGs) 13. számú célja a „Sürgős lépések megtétele a klímaváltozás és hatásainak leküzdésére”, melynek egyik alapvető eleme az üvegházhatású gázok kibocsátásának számszerűsítése, ami alapot biztosíthat a jövőbeli kibocsátási értékeink tudatos tervezéséhez.

A károsanyagkibocsátás ágazati megoszlását figyelembe véve, 2019-ben a globális ÜHG-kibocsátásnak körülbelül 34%-a (20 GtCO₂-eq) az energiaszektorból, 24%-a (14 GtCO₂-eq) az iparból, 15%-a (8,7 GtCO₂-eq) a közlekedésből és 6%-a (3,3 GtCO₂-eq) az épületek üzemeltetési szektorából származott. Ez együttesen a globális ÜHG-kibocsátásnak körülbelül 79%-át tette ki, míg a fennmaradó hányad a mezőgazdaságból, erdőgazdálkodásból és egyéb földhasználatból (AFOLU)⁷ származott.⁸

A földhasználatból, a földhasználat megváltozásából és az erdőgazdálkodásból (LULUCF)⁹ származó CO₂ kibocsátást nem számítva, 2019-ben a világ népességének körülbelül 35%-a élt olyan országokban, amelyek fejenként 9 tCO₂-egyenértéknél¹⁰ (CO₂-ekvivalens) többet bocsátottak ki, míg 41%-a olyan országokban élt, amelyek fejenként kevesebb, mint 3 tCO₂-eq kibocsátással bírtak. A globális átlag 6,9 tCO₂-eq/fő volt.¹¹ 2019-ben, az Európai Unióban (EU27) jellemző átlagos értéknél (6,8 tCO₂-eq/fő) alacsonyabb volt Magyarország egy főre jutó károsanyag kibocsátása (6,23 tCO₂-eq)¹², ami 2020-ban 5,79 tCO₂-eq értékre csökkent.¹³

Az egy főre jutó kibocsátások országos eltérései különböző fejlődési szakaszokat tükröznek, azonban hasonló jövedelemszintek esetén is nagy eltéréseket mutatnak, ami logikusan következik a különböző régiók klíma-helyzettel szemben mutatott eltérő reakcióiból.

Magyarország az Európai Unió által előirányzott törekvésekhez igazodik, melyeknek a célkitűzése, hogy az 1990-es évi emissziós szinthez képest 2020-ra legalább 20%-os, 2030-

⁷ angol fordítása: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)

⁸ IPCC, 2023: Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)].

IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 44., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

⁹ angol fordítása: Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF)

¹⁰ CO₂-egyenérték (CO₂-eq): üvegházhatású gáz kibocsátási mérőszám, ami a különböző ÜHG kibocsátásnak egy közös egységben történő kifejezésére szolgál.

¹¹ IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)].

IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 5., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001

¹² Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adata: „Magyarország karbonlábnyoma (CO₂) 2019”, hozzáférés: 2024.06.21.: <https://ksh.hu/s/kiadvanyok/fenntarthato-fejlodes-indikatorai-2022/3-40-sdg-13#analysis>

¹³ Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adata: „Magyarország karbonlábnyoma (CO₂) 2020”, hozzáférés: 2024.06.21.: <https://ksh.hu/s/kiadvanyok/fenntarthato-fejlodes-indikatorai-2023/3-40>

ra legalább 40%-os csökkentést (tehát az ország bruttó kibocsátása nem haladhatja meg az 57 millió tCO₂-egyenértéket) és 2050-re pedig karbonsemlegességet ér el az ÜHG kibocsátásban.

1. táblázat: Az üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulása Magyarországon, a 2024-ben kiadott Nemzeti Kibocsátási Leltárjelentés adatai¹⁴ szerint:

év		1990	2005	2010	2015	2017	2020	2021	2022
Teljes ÜHG kibocsátás [millió tCO ₂ -eq]	LULUCF-szektor nélkül (bruttó)	95,1	77,3	66,5	62,1	63,8	62,7	63,8	59,5
	LULUCF-szektorral (nettó)	91,7	71,3	61,7	56,4	58,4	55,6	56,6	52,7

Hazánk vonatkozásában, a Nemzeti Kibocsátási Leltárjelentés (NIR)¹⁵ szerint 2022-ben a teljes (bruttó) ÜHG kibocsátás ingadozó, de egyben csökkenő értéket mutat a megelőző évtizedekhez képest. Számba véve a LULUCF szektor jelentős mértékű szén-elnyelő folyamatait is, az ország nettó kibocsátása még kedvezőbb értéket (52,7 millió tCO₂-eq) ad, ami szintén a természet kínálta kibocsátáscsökkentő lehetőségek fontosságára hívja fel a figyelmet. Jelen kutatás az említett pozitív környezeti tulajdonságok (mint például a megújuló anyag-, és energiaforrások felhasználása és ehhez kapcsolódó erdőgazdálkodási és mezőgazdasági szektor tendenciák) mentén vizsgálja a karbonsemleges cél elérését segítő építészeti megoldásokat.

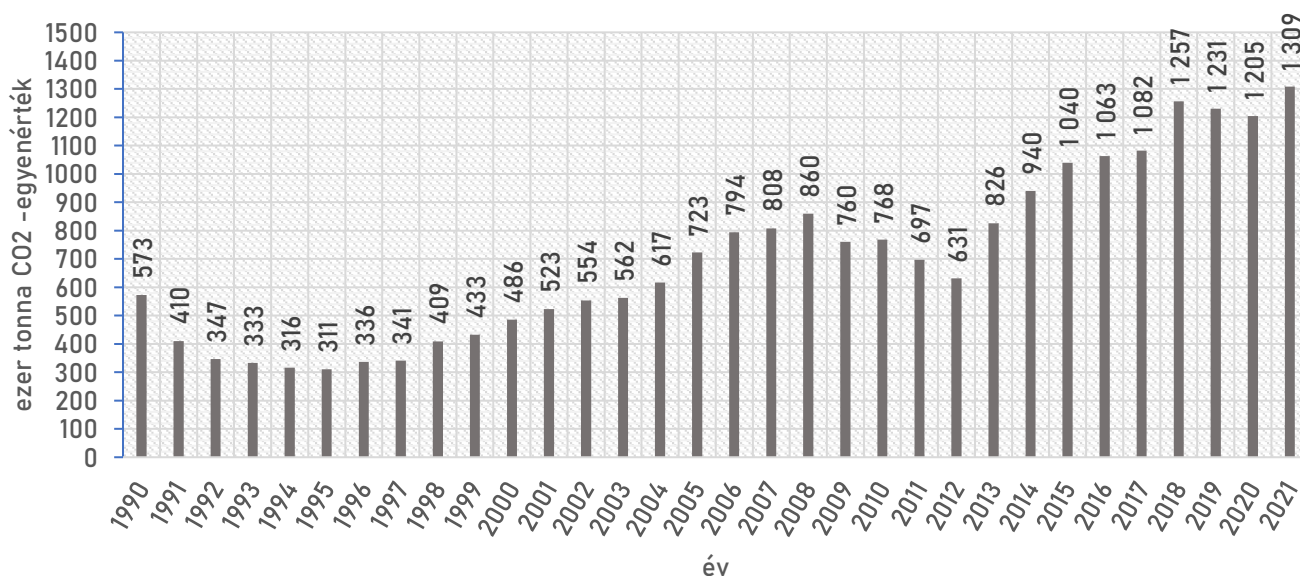
Megemlítendő, hogy számos mérséklési lehetőség – például a napenergia vagy a szélenergia, mint megújuló energiaforrás használata, az energiahatékonyság tudatos növelése, a városi rendszerek villamosítása, energiaközösségek létrehozása, a városi zöld infrastruktúra kialakítása, az erdőgazdálkodás javítása, vagy akár a keresletoldali gazdálkodás – egyre inkább megvalósítható műszakilag, bizonyos időtávhoz igazítva költséghatékony, egyben fenntartható beruházás, és általában a nyilvánosság támogatja. Továbbá a gyakorlati megoldások térnyeréséhez hozzájárulnak azok az úgynevezett kereslet-ösztönző eszközök, mint az egyes rendszerek kiépítési támogatásai vagy egy adott régiókban igénybe vehető kutatás-fejlesztési projekteket segítő pályázati finanszírozási lehetőségek. Motivációt adhat még az a költségoldali megközelítés is, hogy az intenzív kibocsátású rendszerek fenntartása bizonyos esetekben drágább lehet, mint az alacsony kibocsátású rendszerekre való átállás.

Természetesen sok ország jelezte szándékát, hogy a század közepéig eléri a nettó nulla ÜHG kibocsátási értéket vagy a nettó nulla CO₂-kibocsátást, de nehézségként értelmezhető, hogy a kötelezettségvállalások országonként eltérőek a kiterjesztettség és a részletek tekintetében, ráadásul a mai napig korlátozott rendelkezések vannak érvényben ezek teljesítésére.

¹⁴ Kis-Kovács Gábor (Head of Unit): National Inventory Report for 1985–2022 Hungary, 2024, pp. 6–9.

¹⁵ angol fordítása: National Inventory Report (NIR)

3. ábra: Az építőipar ÜHG kibocsátásának alakulása Magyarországon 1990-2021 évek között, a KSH adatai szerint¹⁶



Épített környezetünkre vonatkozóan, az ágazati megoszlást figyelembe véve, Magyarországon az építőipar és az épületállomány üzemeltetéséből származó emisszió a legjelentősebb.

Az építőipar kibocsátási értékei az 1990-2021 évek között, kisebb ingadozásokkal, de növekvő tendenciát mutattak, ami visszavezethető az út- és autópályaépítésekre, és az épületépítések számának jelentős mértékű növekedésére is.

Az épületállomány üzemeltetéséből származó ÜHG-kibocsátása 2020-ban az ország bruttó kibocsátásának 17%-át (10,9 millió tCO₂-eq)¹⁷ jelentette. Ennek közelítőleg a 80%-a lakóépületekből származott, míg a fennmaradó 20% a középületek emissziós értéke volt. Ennek a nagyfokú károsanyagkibocsátásnak a mérséklése elengedhetetlen feladat a pozitív változás érdekében. Továbbá az éghajlatváltozással szemben ellenállóképes fejlődésnek magába kell foglalnia a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodást, amihez az építészeti tervezés eszköztárának újragondolása szükséges.

A napjainkra kialakult helyzetben az okok nagy része visszavezethető a megváltozott, illetve nem fenntartható mértékű energiafelhasználásra, az energia előállításának fosszilis energiahordozókra koncentrált megoldására, az énközpontú életmódra, a termelési és fogyasztási szokásokra, valamint a mobilitási igény növekedésére.

Az emberi eredetű klímaváltozás már ma is számos időjárási és éghajlati szélsőséget érint a világ minden régiójában. Ez a befolyás nagyban növelte az összetett szélsőséges időjárási hatások bekövetkezésének esélyét az elmúlt 50 évben, mint például az egyidejűleg jelentkező hőhullámok és aszályok gyakoriságát. Az ökoszisztéma és az ember sebezhetősége kölcsönösen függ egymástól és ebből következik, hogy nagymértékben érzékenyek vagyunk

¹⁶ Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adata, hozzáférés: 2024. 06. 21.: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0018.html

¹⁷ Green Policy Center. 2023. "Szektorális javaslatcsomag a 2030-as magyar klímacélok teljesítése érdekében: 7 javaslat az épület-szektor fenntarthatóbbá tételére." hozzáférés: 2024. 02. 20.: https://www.greenpolicycenter.com/wp-content/uploads/2023/04/GPC_01_Epuletszektor-javaslatok-13042023.pdf/.

az éghajlati veszélyekre és a fokozódó szélsőséges időjárási eseményekre. (Mindez megnehezíti a pozitív változás érdekében tett globális törekvéseket, ahogyan hátráltatja az Egyesült Nemzetek Szövetsége (ENSZ) tagállamai által 2015-ben elfogadott Fenntartható Fejlődési Célok elérésére irányuló erőfeszítéseket.) Ez tette egyre sürgetőbbé, hogy hatékony alkalmazkodási tervek készüljenek, melyek gyakorlati alkalmazása segíti az ember által generált klímaváltozás mérséklését.

A lokáció vonatkozásában Nyugat-Közép-Európa területét, ezen belül a szoláris-éghajlati felosztásnak megfelelően, a mérsékelt övben található Magyarországot vizsgálja a kutatás, ahol a klimatikus adottságok, a Köppen-Geiger-féle éghajlati rendszerezés szerint, a meleg-mérsékelt éghajlati zónába tartoznak. Azonban az IPCC számításai szerint az elkövetkező 30 év során (azaz már középtávon 2041-2060 között), éves viszonylatban a régió napi maximum hőmérsékletének csúcsa (TXx) a legkedvezőbb forgatókönyv mellett is eléri, vagy túlhaladja a 34,8 °C-ot, ami közel azonos a Nyugat-Közép-Európa területével délről szomszédos Mediterrán régió korábban (1961-2015 között) jellemző 34,9 °C napi maximum hőmérsékletének csúcsával (TXx). Ebből is megfigyelhető a klimatikus zónák múltban jellemző maximum hőmérsékleti értékeinek eltolódása.

Következtetésképpen, jelen disszertáció összehasonlító kitekintéseket is magába foglal, a vándorló klimatikus zónák hazánkra vetülő területeinek értelmezésével.

2. táblázat: Az éves és a nyári hónapokra vetített átlag- és maximum hőmérsékleti értékek változása Nyugat-Közép-Európa és a Mediterrán zóna vonatkozásában, az 1850-2100 évek között, az alacsonyabb felmelegedési forgatókönyv (SSP1-2.6) szerint¹⁸

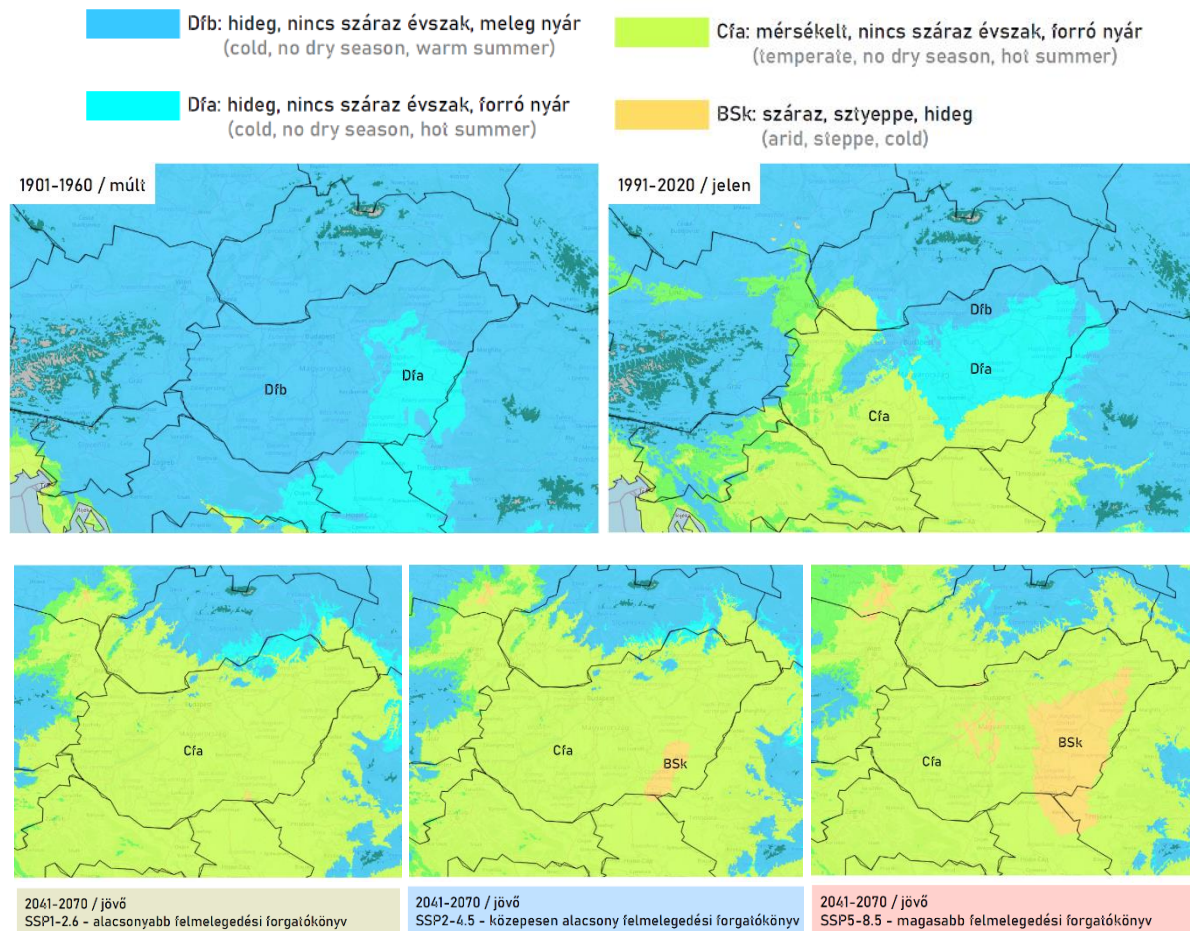
Régió:		NYUGAT-KÖZÉP-EURÓPA (meleg-mérsékelt éghajlati zóna)									
Periódus:		1850-1900 (Ipariforr. előtt.)	1961- 1990	1961- 2015	1980- 2015	1981- 2010	1986- 2005	1995- 2014	2021- 2040 (Rövid- táv)	2041- 2060 (Közép- táv)	2061- 2100 (Hosszú- táv)
Éves SSP1-2.6 alapján	Átlaghőmérséklet T [°C]	7,7	7,9	8,3	8,6	8,5	8,5	8,8	9,9	10,3	10,4
	Maximum hőmérséklet, TX [°C]	11,2	11,0	11,5	11,8	11,7	11,7	12,2	13,3	13,7	13,8
	Legmagasabb max. hőmérséklet, TXx [°C]	31,8	31,3	31,8	32,1	32,0	32,0	32,7	34,1	34,8	34,7
Júniustól Augusztusig SSP1-2.6 alapján	Átlaghőmérséklet T [°C]	18,2	17,9	18,4	18,7	18,6	18,6	19,2	20,3	20,8	20,9
	Maximum hőmérséklet, TX [°C]	22,4	22,0	22,5	22,8	22,8	22,7	23,4	24,7	25,2	25,3
	Legmagasabb maximum hőmér- séklet, TXx [°C]	31,7	31,2	31,7	32,0	31,9	31,9	32,6	34,0	34,6	34,6
Régió:		MEDITERRÁN									
Periódus:		1850-1900 (Ipariforr. előtt.)	1961- 1990	1961- 2015	1980- 2015	1981- 2010	1986- 2005	1995- 2014	2021- 2040 (Rövid- táv)	2041- 2060 (Közép- táv)	2061- 2100 (Hosszú- táv)
Éves SSP1-2.6 alapján	Átlaghőmérséklet T [°C]	16,1	16,1	16,5	16,7	16,6	16,6	17,0	17,9	18,3	18,3
	Maximum hőmérséklet, TX [°C]	19,6	19,6	19,9	20,1	20,1	20,1	20,5	21,5	21,9	22,0
	Legmagasabb max. hőmérséklet, TXx [°C]	34,5	34,5	34,9	35,2	35,1	35,1	35,5	36,8	37,2	37,2
Júniustól Augusztusig SSP1-2.6 alapján	Átlaghőmérséklet T [°C]	24,1	24,1	24,4	24,7	24,6	24,6	25,1	26,2	26,6	26,6
	Maximum hőmérséklet, TX [°C]	28,3	28,2	28,6	28,9	28,8	28,8	29,3	30,6	31,0	31,0
	Legmagasabb max. hőmérséklet, TXx [°C]	34,4	34,4	34,8	35,1	35,0	35,0	35,5	36,7	37,1	37,2

¹⁸ Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon. 2021. "Atlas." In "Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change" edited by Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou. Cambridge University Press. "Interactive Atlas" hozzáférés: 2024. 04. 05.: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>

A Köppen-Geiger-féle éghajlati rendszerezés szerint öt éghajlati főcsoportot lehet elkülöníteni (A: trópusi; B: száraz; C: meleg mérsékelt; D: kontinentális; E: sarkvidéki) melyeken belül további altípusok kapnak helyet, a jellemző csapadékmennyiségnek megfelelően. Magyarország éghajlatának vonatkozásában a múlt (1901-1960) jellemző „Dfb” jelölésű (kontinentális/hideg, száraz évszak nélküli, jellemző meleg nyár) zóna változott meg és a jelenben (1991-2020) már a felerősödő felmelegedés befolyása meghatározó, aminek köszönhetően a „Dfa” (kontinentális/hideg, száraz évszak nélküli, jellemző forró nyár) és „Cfa” (meleg/mérsékelt, száraz évszak nélküli, jellemző forró nyár) besorolású zónák klimatikus hatásai érvényesülnek túlnyomóan.

A jövőre nézve ez többféleképp alakulhat. A magasabb felmelegedési forgatókönyvek szerint, az ország egyes részein már a száraz, sztyepp klíma válik jellemzővé, jelentős csapadékmennyiség csökkenéssel, ami a jelenlegi adottságoktól már több besorolási eltolódást vetít előre. Emellett azonban az alacsonyabb felmelegedési forgatókönyvek szerint is az ország majdhogynem teljes területére jellemző éghajlat a forró nyarakkal jellemzett „Cfa” besorolásba tolódik középtávon (2041-2070).

4. ábra¹⁹: Magyarországra jellemző éghajlati besorolások a Köppen-Geiger-féle éghajlati rendszerezés szerint, múlt (1901-1960), jelen (1991-2020) és a középtávon várható jövő (2041-2070) vonatkozásában, három felmelegedési forgatókönyvet figyelembe véve.



¹⁹ átvett adatok, (szerk. Juhász H.) forrás: Beck, H. E., T. R. McVicar, N. Vergopolan, A. Berg, N. J. Lutsko, A. Dufour, Z. Zeng, X. Jiang, A. I. J. M. van Dijk, and D. G. Miralles. High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901-2099 based on constrained CMIP6 projections, Scientific Data 10, 724 (2023). hozzáférés: 2024. 10. 01.: <https://koppen.earth/>

Kutatási kérdések, célkitűzés és alkalmazott módszertan

A fenntartható fejlődés előmozdítása érdekében végrehajtott döntések és cselekvések már a 2020-2030-as évtizedben hatással lesznek a jelenünkre, ahogyan az elkövetkező évszázadokra is. A klímaváltozást lehet tagadni, de nem érdemes. Javasolt felkészülni a már tapasztalható következmények mentén azok kiteljesedésére és a klímazónák folyamatos vándorlására.

Mivel az éghajlati adottságokra adott ökológikus építészeti válaszok gyökerei - földrajzi helyzettől függetlenül - első lépésben mindig a fizika alaptörvényeihez és a vernakuláris építészet tapasztalati megoldásaihoz nyúlnak vissza, így a disszertáció alapja is ezek tanulmányozásával, ökológiai hatékonyságuk vizsgálatával, átörökítésük lehetőségeinek feltárásával indul, majd az eredmények társításra kerülnek korunk technikai megoldásaival.

A disszertáció kérdései:

- Miképpen reagálhatunk épített környezetünk fejlesztése során a klímazónák vándorlásából adódó környezeti hatásokra?
- Hogy lehet a több évszázadra visszanyúló tapasztalatot a jelenkori építészeti megoldások részévé tenni és a tőlünk melegebb éghajlaton alkalmazott megoldásokat a klímazóna vándorlással együtt tovább örökíteni, illetve kortárs átértelmezéssel hatékonyabbá tenni?
- Milyen hatékonysággal bír ezen megoldások egy részének, vagy egészének megvalósítása a következő évtizedekben?
- Hogyan lehetünk képesek az építészet eszközeivel hatást gyakorolni a társadalom kulturális beállítottságára, ökológiai szemléletének kiteljesítésére, életvitelének tudatosá válására?

Az örökölt tudás a természet megfigyelésének tapasztalatán és a fizika törvényein alapult, viszont a modernkori tudományok ismerete nélkül - melyek ma már egy plusz eszközt jelentenek a kezünkben - szolgálta az alkalmazkodást, az ökológiai körforgás biztosítása érdekében. A vernakuláris építészet alapja a környezettel való harmonikus együttélés, az egyensúly megteremtése. Az ember a közvetlen környezetében található természetes építőanyagból, a természeti megújulást elősegítve és az újrahasznosítást szem előtt tartva építette és üzemeltette a lokális klímaviszonyokra kialakított otthonát. Mértéktartó, optimalizált komfortot biztosító, természetes otthont.

Tulajdonképpen az épített környezet ökológiai fenntarthatóságával kapcsolatos elvárásokban semmi sem változott az előző a 100-200 évvel ezelőtti elvekhez képest. Ami változott, az az ember, az igény szintje, a tudása, a rendelkezésére álló technológia és a lokális klíma. Kérdés, hogy képesek vagyunk-e ezeket úgy párosítani, hogy helyreálljon az egyensúly az ember és a természet között?

Jelen disszertáció célja bemutatni, hogy mindez lehetséges, ha az alapelveket, a rendelkezésre álló tudást és technológiai háttérrel az ökológikus gondolkodás segítségével szervezzük egységbe és ezzel párhuzamban sikerül a környezetpozitív szemléletet a társadalmi kultúra meghatározó részévé tenni. A kutatásban a természetes (passzív) folyamatokkal működő komfortmegoldások lehetőségei kerülnek vizsgálatra az építészet vonatkozásában. Ezek gyakorlati alkalmazása a természet mintájára válik az épített környezet szerves részévé, és csökkenti a minimumra azon energiaigényszinteket melyek gépészeti technológia bevonását teszik szükségessé, így konvergálva az épített környezet

ökológiai lábnyomát a nulla közeli állapotra, miközben biztosítják az ember által igényelt komfort minőséget.

A bemutatásra kerülő módszerek hatékonyságának igazolása, történeti elemzésen, az évszázados tapasztalati értékek és az elmúlt évtizedek mérési eredményeinek összehasonlító analízisén, kutatási méréseken, szimulációkon és egy megvalósult épület esettanulmányán keresztül történik.

„(...) Az emberi gondolkodás szabadsága igen korlátozott. Valamennyien igen szűk kalitkában, "korunk szellemében" élünk, mozgási szabadságunk nagyon csekély. Ha különböző korokban az emberek különbözőképpen gondolkodtak, az elsősorban nem annak köszönhető, hogy a kalitka tágult, hanem annak, hogy elmozdult.”

/Szent-Györgyi Albert: Az őrült majom. 1989./

Az épített környezet hosszútávon meghatározó képet ad egy adott korszakról, a benne élőkről, életvitelükről, társadalmi és gazdasági környezetükről a természeti környezettel való viselkedési formákról. Értelmezhető úgy, mint kifejezőeszköz és egyben a kor jellemzőit magába foglaló felület. Az épületek által közre zárt terek keretezik életünket. A kialakuló utcaképek és térfalak állandó vizuális kapcsolatban vannak a használókkal. Sokszor mindössze épített háttérként érzékeljük a homlokzatok rendszerét, mégis, ha a kialakult környezet térbeli arculatváltozáson megy keresztül, az ugyanolyan hatással van a társadalom tagjaira, mint amikor a személyes használati igényeink változásából adódóan átalakítjuk saját életterünket. A típusházak világát ma sokan úgy élik meg, mintha azok az egyén személyes identitását korlátozó megoldások lennének, ugyanakkor nyomon követve az elmúlt kétszáz év tipizált építészeti megoldásait, tisztán látható, hogy ez közel sincs így. A típusházak uniformizálása a térszervezés, moduláris fejleszthetőség, a tiszta tömegszerkesztés, a szerkezet és építőanyaghasználat, a szükséges technológiák optimalizálása, az egyszerű, költséghatékony megvalósíthatóság, valamint a gazdaságos üzemeltethetőség mentén fogalmazódtak meg. A lakók személyes identitásának tükrö a típustervek építészeti eszközeinek szervezésében, azok egymáshoz való viszonyában és legfőképp a külső „épületbőr” megfogalmazásában köszön vissza. Hat rájuk az adott kor társadalmi rendje, kulturális szellemisége, vallási beágyazottsága.

Az uniformizált típus elemek és a felhasználói identitást tükröző eszközök aránya éppúgy, mint a típusjavaslatként megfogalmazott térstruktúra tovább gondolása (egyéni igények szerinti alakítása) nagymértékben a felhasználótól függött, mint ahogy ez láthatóvá válik a későbbiekben, a Magyarországon legnagyobb mértékben elterjedt „kockaház”-ról szóló fejezetben. Míg a „típus” tervek alapján az állami beruházásban megvalósított lakótelepek épületei jöttek létre, addig a nagymértékű elterjedés ezen tervek alapkoncepcióját átvevő, majd tovább gondoló lakossági építkezések megvalósítása során alakult ki. Így a típusterv átalakult egyfajta szabadon tovább fejleszthető tipizált mintatervvé. Elterjedése részben a kor szelleméhez igazodó térstrukturális újításainak, részben a társadalmi elfogadásnak, a szabad tovább fejleszthetőségnek és nem utolsósorban az első lépésben országos szinten is megjelenő nagyszámú „típus” épületnek köszönhető.

Bátran állítható, hogy a *RÁESZMÉLÉS* korában (úgy gondolom, hogy benne vagyunk), a környezeti fenntarthatóság építészeti eszközei is az épített környezet identitását meghatározó tényezővé, a társadalom tanítójává válhatnak, ha azok megjelenését az épületek és az utcakép koherens részévé tesszük. Önmagában egyetlen épület sem vált saját korát meghatározó építészeti tényezővé. A tipizálásnak sok más pozitív tulajdonsága mellett megvan az az előnye is, hogy képes nagyban gondolkodni és utcaképeket létrehozni a befogadó közönség szélesebb körének megszólítása, a tipizált mintában rejlő tudás és lehetőség konzekvens átadása céljából.

Ezért szükséges, hogy egy épület építészeti formálása mellett megvizsgáljuk a kialakult építészeti összképet is, azaz az egyes alkotóelemek (épületek) által formált rendszert, amiben az individuális jelleg (például egy lakóház egyéni megjelenése, mely részben a tulaj gondolatvilágát tükrözi és ezáltal kötődést eredményez) és a közösségi szerveződés (mint egy település kulturális arculata) kapcsolódnak és kölcsönhatásba lépnek egymással.

A teljes kutatás témája az építészetre fókuszál, mint az egyik legkörnyezetszennyezőbb szegmense létezésünknek. Jelen fejezet (többek között történeti és jelenkori elemzéseken keresztül) arra keresi a választ, hogy:

- miként teremthetünk olyan tipizált minta szerű passzív építészeti megoldásokat, melyek egy környezetpozitív szemlélettel és egy irányított támogatási rendszerrel nagyarányban képesek csökkenteni az épített környezet megvalósításával és használatával kibocsátott károsanyagmennyiséget, és
- melyek lehetnek azok a részben vagy egészben integrálható alternatív megoldások, melyek a társadalmi kötődéssel összhangban szolgálják az ökológikus célokat.

Régmúlt / A népi építészet és a tipizálás kapcsolata

Egy adott kor „hétköznapijainak” kulturális arculata, az épített környezetre vetítve, legnagyobb számban a lakóépületeken érvényesül. Magyarországon a népi építészet a nagyrészt a korabeli gazdálkodó (földműves paraszti) társadalmi berendezkedésből adódóan, a falvak lakóépület állományában testesült meg.

Hazánk falusi építészete évszázadok során folyamatosan fejlődött, az egyszerű lakóépítményektől az összetettebb megoldások felé változott, majd a 19. század végére kialakult az az építészeti karakter, melyet napjainkban is egy adott tájegység népi múltjának részeként tartunk számon. A természeti, éghajlati és gazdasági körülmények által befolyásolva alakították épített környezetüket az emberek, saját képességeiknek és generációról generációra örökített tudásuknak és hagyományaiknak megfelelően. Az országon belül a különböző földrajzi adottságokkal (és ebből adódóan különböző környezeti erőforrásokkal) rendelkező területeken létrejöttek az adott tájegységre jellemző háztípusok.

5. ábra: Tájegységekre jellemző vernakuláris épülettípusok²⁰



²⁰ források – balról jobbra:

Felső sor:

- Fortepan / Építész, 1951, Makó. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/23441>
- Fortepan / Kádár József, 1960. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/185805>
- Fortepan / Faragó László, 1967, Hollókő. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/164778>

Alsó sor:

- Fortepan / Építész, 1950, Sümeg. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/23397>
- Fortepan / Kádár József, 1960. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/185802>
- Fortepan / Építész, 1952, Vasvár. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/23457>

Egy térségben rendelkezésre álló építőanyagok mennyiségének visszaesése, már a múltban is anyaghasználati és szerkezeti változtatásokra ösztönözte az embereket. Ilyen volt Kárpát-medence középső részén az erdőterületek csökkenése a 18. századtól kezdődően, melynek okán a fa építőanyag felhasználás inkább a tetőszerkezet kialakítására korlátozódott. A természeti adottságoktól függően, a paraszti építkezésben megnőtt a jelentősége a kő falazatoknak, ami a hegységeket, például a Balaton-felvidék és Bakony térségét is jellemezte. A kőben kevésbé gazdag tájegységeken a föld alapanyagok terjedtek el. Ezek közül a legközismertebbek a vályog szerkezetek voltak, például az Alföldön vagy a Dunántúl egyes részein.²¹

Az anyagoktól függő szerkezeti kialakítás, a térségre jellemző telekformák és gazdálkodási módok közel egységes változatai egy régióon belül hasonló tömegformákat eredményeztek. Az épületek részletképzésében, mint amilyen a tetőforma, az oromzat, a főhomlokzat ornamentikája, zsalugátterek kialakítása vagy a tornác oszlopok formája, díszítése érvényesültek a lakók kulturális, társadalmi, felekezeti identitásának jellemzői.

A teljesség igénye nélkül bemutatva a 150 évvel ezelőtti falusi lakóépületet, általánosságban elmondható, hogy hosszú házak voltak, elnyújtott téglalaphoz hasonló (egy-menetes) és három helyiséges (háromosztatú) alaprajzi kialakítással, 4-6 méter fesztávolsághoz igazodva, fagerendás födémrel, ami a környezeti adottságokból kitellett. A tömegi megjelenésben ehhez csatlakoztak hosszoldással, keresztbe fordulva, nyitott- vagy zárt keretes elrendezéssel vagy szabadabb csoportos elrendezéssel a melléképületek. A lakóház jellemzően földszintes kialakítású volt, de ez a domborzati viszonyoknak megfelelően mutat eltéréseket is. A nyeregtetős kialakítás egységesen érvényesült országszerte, ugyanakkor annak zárása / kontyolása / oromzatának kialakítása számtalan az adott tájegységre jellemző formát öltött. A tető hajlásszöge már a héjalás anyagától, ill. a tájegységre jellemző csapadék és hó mennyiségtől függött, avagy a sajátos gazdálkodói igényeket (példaként ide sorolható a nagyobb légtérű szárítópadlások kialakulása) követte. A háznak két részleteiben is megformált homlokzata volt. Az egyik az udvari, azaz a délre tájolt hosszoldali homlokzat, amit tornác, vagy széles ereszalja szegélyezett. A bejárat innen a középső helyiségbe nyílt, kijelölve a ház („szakrális”) magját, ami a konyha volt. A másik, a népi építészetre egyező módon jellemző, az utcafronti homlokzat volt, amit helyiségre vagy a járásra jellemző eszközkészlettel díszítettek és alkalmazásuk a tájegység sajátosságává vált.²²

Tehát a típus, vagy (tervező és terv nem lévén) a tipizált megoldási minta fogalma a hagyományos népi építészetben sem idegen, hiszen a jó megoldások válhattak ismételt gyakorlattá és a változó adottságú területekhez alkalmazkodva, elkülöníthetően tájegységi lakóháztípusok alakultak ki. Kisebb formai, szerkezeti és az önálló díszítési eltérésekkel együtt, de nagyrészt harmonikus, megegyező és egységesülő összkép jött létre. Az adott lokációban jellemző díszítési formákat részben a térségben aktív mesterek által alkalmazott motívumkincs, részben a lakók ízlése és a kifejezni szándékozott üzenet határozta meg. Istvánfi Gyula röpiratában leírtakat idézve: „A falu építésze elég széles tartomány. Rendeltetés, fejlettségi színvonal és az építkezés kora szerint gazdag építészeti környezet.”²³

²¹ Balassa Iván, Ortutay Gyula: „Magyar néprajz”, Corvina Kiadó, Budapest, 1979, pp. 130-135.

²² Istvánfi Gyula: „A magyar falu építészeti hagyománya”, hozzáférés: 2024. 08. 20.: <https://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata>

²³ Istvánfi Gyula: „A magyar falu építészeti hagyománya”, hozzáférés: 2024. 08. 20.: <https://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata>

6. ábra: Vernakuláris utcaképek az 1960-as évek előtt²⁴



A népi építészet vizsgálata során megállapíthattuk, hogy a lakóházak típusai a lakók életmódja és a környezeti adottságok szerint alakultak ki, mint például a rendelkezésre álló nyersanyagok vagy az éghajlat hőmérsékleti és csapadék jellemzői. A korlátozott erőforrásokból következett, hogy az ember működése során nem hagyhatta figyelmen kívül az őt körülvevő természeti hatásokat.

A népi építészet lakóház típusainak kialakulása során egy olyan ökológikus magatartás volt az irányadó, mely nem a mai értelemben vett „környezettudatos tervezés” eredménye, hanem a továbbörökített évszázados tapasztalásból és a rendelkezésre álló természetes (ökológiai lábnyom nélküli) építőanyagokból és azok kézi (nem szennyező gépesítéssel történő) beépítéséből eredeztethető. (A népi építészetnél alapvetően utólagos kutatói beazonosításról beszélünk, mint típus meghatározás: építéstörténeti fejlődés típus / tájegységi jellemzőket magában hordozó típus) A belső terek optimalizációja is inkább az életmódhoz szükséges minimum léptékéből eredeztethető, melynek részben alapja, hogy a családi együttélés mainál szorosabb változata működött, ahol a személyes élettér elhatárolhatóságát nem kezelték privilégiumként. Ugyanakkor a típusépület alaprendszerének egy-egy egységgel való bővíthetősége a család növekedésével könnyedén megoldható volt az alapszerkezet kialakításának folytatásával. Emellett van még egy fontos jellemzője a népi építészetnek, mely a környezeti hatékonyság tekintetében minden ezt követő kornál hatékonyabban működött a paraszti kultúrában. Nincs hulladék! Minden hasznosítható, vagy visszaadható a természetnek. E jellemvonás arra mutat rá, hogy az adott kor szellemi hozzáállása is szükséges ahhoz, hogy egy ökológikusan felépített otthon ugyanezen elv mentén legyen képes működni a használat során.

A népi építészet ökológiai tudatossága és a környezeti hatásokra való passzív építészeti eszközökkel való reakció alkalmazása túlmutat az országhatárokon. Az egész világ vernakuláris építészetére jellemzők a korábban megfogalmazott ok-okozati viszonyok.

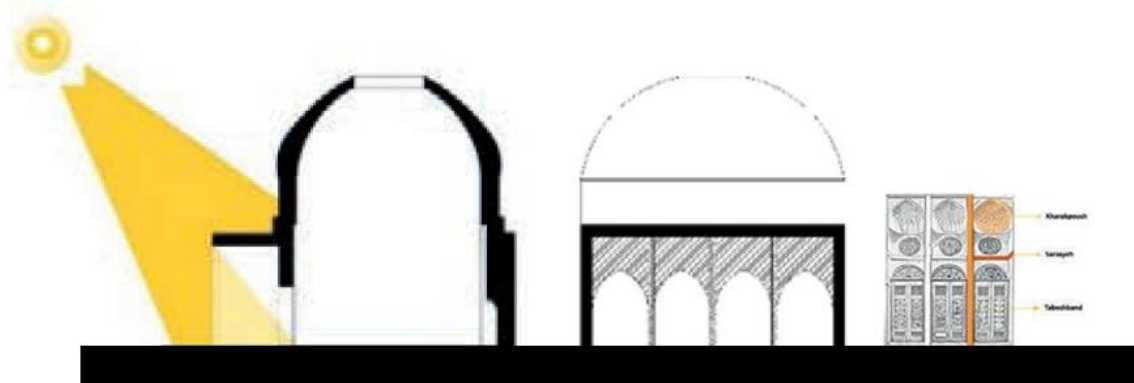
Az éghajlatot jellemző hőmérséklet, a nap járása vagy az uralkodó szélirány megfigyelésével létrejött az a tapasztalati úton megszerzett tudásbázis, amit a klimatikus zónáknak megfelelő

²⁴ források – balról jobbra:

- Fortepan / Horváth József, 1958, Bátaszék. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693609/photos/264827>
- Fortepan / Fóris Gábor - Vastagh Miklós hagyatéka, 1937. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693609/photos/226511>
- Fortepan / Buzinkay Géza, 1940, Kazár. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693609/photos/114612>

módon vettek figyelembe az ott élők, aszerint, hogy az ember által igényelt komfortot megteremtsék és fenntartsák épített környezetükben.

7. ábra: Iráni árnyékolás tipikus kialakítása²⁵



Szemléletes példa a forró-száraz klímával rendelkező Iránból, ahol az extrém hőterhelésből adódó túlmelegedéssel szemben, árnyékot adó árkádokkal védekeznek, melyek boltívsoros oszlopközeiben részlegesen áttört szerkezetű árnyékolók védenek a direkt napsugárzástól, de nem gátolják a belső terek természetes átszellőztetését, ugyanakkor mérsékelt szórt fény bejutását teszik lehetővé az épületbe.²⁶

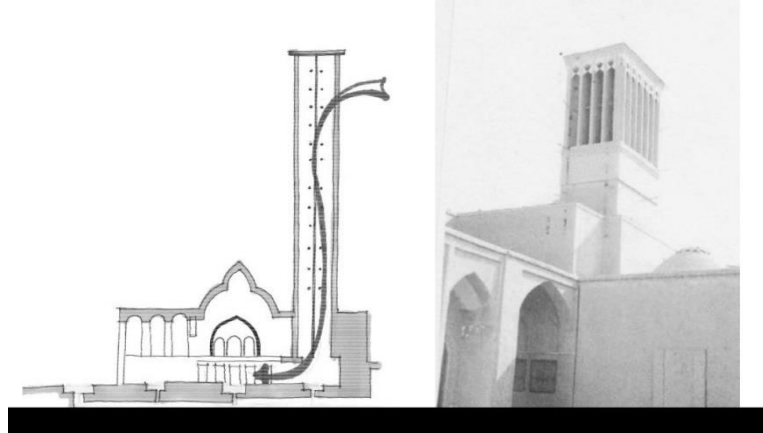
Egy másik példaként, szintén Iránból, a tradicionális építészetben egyszerű fizikai képletek szerint működő „badgir” széltornyokra lehet rámutatni.²⁷ A széltornyok belső légcatornákra vannak osztva. A szél felőli oldal a bemeneti, míg a szélárnyékos a kimeneti oldal. A külső és belső levegő hőmérséklete más, így a légsűrűségük különbözik. Minél magasabb a léghőmérséklet, annál kisebb a levegő sűrűsége. A szél hatására a toronyba fent beáramló meleg levegő és a nagy hőtároló tömeggel bíró belső tér hűvösebb levegője között nyomáskülönbség alakul ki, ami a széllel együttesen segíti a légáramlást, ezáltal a belső, elhasznált levegő folyamatos cseréjét. A páratartalom növelésének érdekében a torony aljában egy medencét alakítanak ki. Ha ehhez az eljáráshoz a torony aljában még egy süllyesztett szintet, „qanat”-ot is társítanak, ekkor a légcseré egyben a hűtést is szolgálja.

²⁵ szerk.: Juhász H., forrás: Mosleh Ahmadi, Natalia Sokol, Justyna Martyniuk-Pęczek: „The Role of Daylight in Forming The Traditional Space: Classification of Traditional Iranian Daylighting Elements”, Urbanism And Architecture Files of the Polish Academy of Sciences Kraków Branch, 2024, hozzáférés: 2024. 09.03.: https://www.researchgate.net/publication/378902284_The_Role_of_Daylight_in_Forming_The_Traditional_Space_Classification_of_Traditional_Iranian_Daylighting_Elements

²⁶ Mosleh Ahmadi, Natalia Sokol, Justyna Martyniuk-Pęczek: „The Role of Daylight in Forming The Traditional Space: Classification of Traditional Iranian Daylighting Elements”, Urbanism And Architecture Files of the Polish Academy of Sciences Kraków Branch, 2024, hozzáférés: 2024. 09.03.: https://www.researchgate.net/publication/378902284_The_Role_of_Daylight_in_Forming_The_Traditional_Space_Classification_of_Traditional_Iranian_Daylighting_Elements

²⁷ P.S. Ghaemmaghami, M. Mahmoudi: “Wind tower a natural cooling system in Iranian traditional architecture”, International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, Santorini, 2005, hozzáférés: 2024. 09.03.: https://www.aivc.org/sites/default/files/members_area/medias/pdf/Inive/palenc/2005/Ghaemmaghami.pdf

8. ábra: Széltorony működési elve, Yazd (Irán)²⁸



A funkcionalitáshoz, tehát a teljesértékű használathoz, olyan klimatikus hatással bíró építészeti eszközök társulnak, melyek harmonikusan beleilleszkednek a népi építészet alap eszközkészletébe és egy koherens egészet alkotnak.

Helyspecifikus épületek jöttek létre, melyek egy térségben a legjobb gyakorlat ismétlései által terjedtek el. Akár a hazai meleg-mérsékelt éghajlati zóna, akár más klimatikus zónák vonatkozásában, a vernakuláris építészetben a tisztán funkcionális elemek egy adott régió jellemzőjévé váltak.

Elmondható, hogy azok a passzív építészeti eszközök (tornác / zsalugáter / oromzaton átszellőztetett szárítópaddás / természetes építőanyagok / túlnyúló tetők / árnyékoló rendszerek / hűtőtornyok / stb.), melyek a kor épületeinek ökológiai hatékonyságát adják, egyszerre váltak épületfizikai és épületbiológiai szempontok szerint a népi építészet fenntarthatóságának alapjává, ugyanakkor tömegi, homlokzati, felületi megjelenésük és részleteik kapcsán az épületek kulturális és társadalmi identitásának részévé.

Itt kerül fókuszba a klímavándorlás témaköre, melynek kapcsán nyíltan megfogalmazható a kérdés:

A klímaváltozással párhuzamban tovább örökíthetők-e azok az építészeti megoldások, melyeket korábban teljesen eltérő környezeti viszonyok között alkalmaztak, mely viszonyok mára részben, vagy egészben már elérték hazánkat?

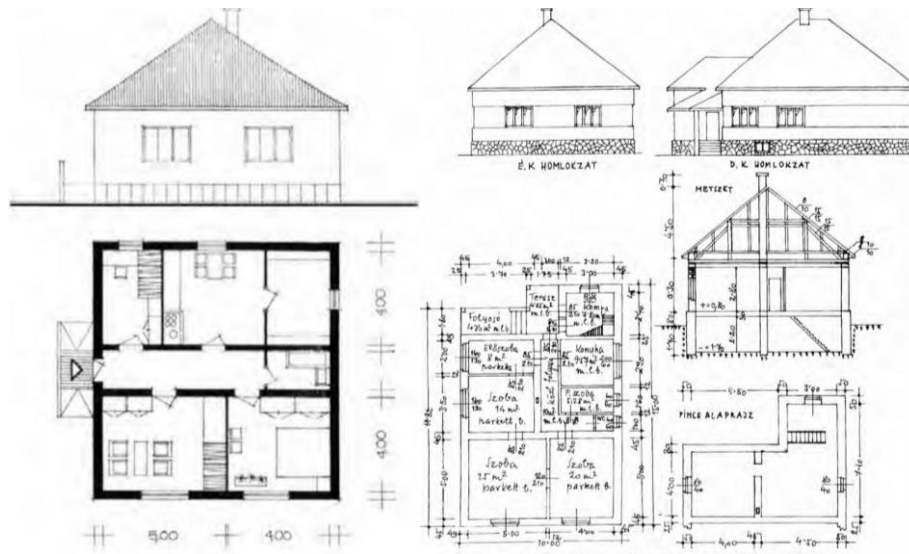
²⁸ szerk.: Juhász H., forrás: P.S. Ghaemmaghami, M. Mahmoudi: "Wind tower a natural cooling system in Iranian traditional architecture", International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, Santorini, 2005, hozzáférés: 2024. 09.03.:
https://www.aivc.org/sites/default/files/members_area/medias/pdf/Inive/palenc/2005/Ghaemmaghami.pdf

Közelmúlt / A szocializmus „kockaház” típusa

Hazánk falvainak és népi értékeket felsorakoztató külvárosainak lakóházállományát a szocialista lakásmegújító programmal sikerült szinte teljes mértékben felülírni. A hosszitoldott vagy beforduló csűrös, tornácos vályogházak helyébe, az új polgáriasodó létforma igényeit tükrözni vágyó és a házgyárak által tömegével termelt „korszerű” építőanyagokat és típuselemeket (beton, pala, öntött műkő, háromosztatú ablakok) felhasználó kockaház lépett.

A paraszti életforma felbomlásának folyamata során, az 1960-as és 1970-es évekre jellemző úgynevezett „kockaház” vagy „Kádár-kocka”²⁹ egy rövid idő alatt elterjedt, de annál nagyobb térhódítást elérő (pár évtized gyakorlatát jellemző) épülettípus volt. Bár hazánkban az említett „kockaház” fogalma meglehetősen közismert, mégis, mivel nem hivatalos megnevezésről van szó, ezért érdemes a jelenséget a lehetőségekhez mérten pontosítani. A témával foglalkozó Tamáska Máté definíciós kísérletét³⁰ alapul véve elmondható, hogy elsőként a külső formai megközelítés szerint azonosítjuk a háztípust. Ennek megfelelően, egy általános kockaház kb. 8-10 m széles, négyzetes alaprajzú, földszintes, sátoztetős lakóépület, kisvárosias vagy falusi környezetben. Az utcafronti homlokzatán két, azonos méretű, többnyire szimmetrikusan elhelyezkedő nyílászáró (két vagy háromosztatú ablak) található. A gyakorlatban viszont, ha jobban megvizsgáljuk az épületeket, akkor látszik, hogy közel sem ennyire egységes kialakítású állományról van szó.

9. ábra: Bal oldalon: jellegzetes sátoztetős családi ház terv (kockaház) - utcai homlokzat és alaprajz.³¹ ; Jobb oldalon: bővített, alápincézett kockaház terv - homlokzatok, metszet és alaprajzok.³²



²⁹ Kádár János, politikus hatalmi ideje, az úgynevezett „Kádár-korszak” (1957-1988) időszakából adódó ragadvány megnevezés, ami gyakran a szocialista évtizedek termékeként kerül azonosításra.

³⁰ Tamáska Máté: „A kockaház – Kutatási előzmények és perspektívák” in „Kockaház – A 20. század vidéki háztípusa”, szerk. Tamáska Máté, Martin Opitz Kiadó, Budapest, 2021, pp. 24-35.

³¹ Prakfalvi Endre: „Háztűznéző. Epizódok a házhomlokzat díszítés XX. századi történetéből, különösképp az úgynevezett kockaházakra”, Műemlékvédelem, 2015. 5. sz., hozzáférés: 2024. 06. 28.: https://www.ludwigmuseum.hu/system/files/page/attachments/2024-05/Prakfalvi_Endre-Haztuznezo-Muemlekvedelem_2015_59.pdf

³² Balassa M. Iván: „A FAKSZ-házaktól a szocialista faluig - Népi építészet a 20. században”, Ház és Ember 15., Szabadtéri Néprajzi Múzeum, 2002, hozzáférés: 2024. 06. 28.: https://www.ludwigmuseum.hu/system/files/page/attachments/2024-05/Balassa_M_Ivan-A_Faksz_hazaktol_a_szocialista_faluig-Haz_es_ember_15.pdf

Lakóházak építéséhez, az állam által mintaterveket ajánló katalógusok már a 20. század elején megjelentek, azzal a céllal, hogy nagyobb tömegek számára adjanak megoldási javaslatot a lakhatás kérdéseire, a korszerű, gazdaságos és az akkori építészeti minőségnek megfelelő lakóház felépítésére. Az ajánlott tervek alapján felépült lakóházak többnyire periódusokra bontva beazonosíthatók és jelentősen megváltoztatták a falu korábbi összképét.³³ Hozzávetőlegesen 10 évenként újabb katalógusok kerültek összeállításra, melyekben megújított és új tervek is helyet kaptak.

A népi építészetet tükröző vidék utcaképének átalakulása a fejlődő városok politikailag is támogatott típus-tömbházas telepfejlesztéseihez képest kevésbé volt intenzív, de elmondható, hogy alig több mint két évtized alatt teljesen új faluképeket eredményezett. Magyarországon 1960-ban elfogadásra került egy másfél évtizedes lakásépítési program (1.002/1960. (I.10.) számú „Kormányhatározat a 15 éves lakásfejlesztési tervről”)³⁴, ami a városokba beköltöző munkásrétegek tömegei, valamint az országosan értelmezhető születésszám növekedés miatt kialakult lakáshiányt és lakhatási problémákat, mint amilyen a férőhelyek vagy a komfort, volt hivatott megoldani. A korszak lakásainak egy része valóban títusterv alapján épült fel, ezek voltak a lakótelepek, melyek a városokban, állami építkezések során jöttek létre. Ezzel szemben a vidék fejlesztése (szándékosan) háttérbe szorult, kis híján állami behatás és támogatás nélkül. A falusi építkezések többségében magánépítkezéseként, önerőből valósulhattak meg. Mégis, az egységes megjelenést mutató újonnan kialakult falukép a központilag szabályozott títusterv alkalmazásának gondolatát és látszatát veti fel. Kovács Zsuzsa tanulmányában³⁵ vizsgálja a „kötelező érvényű títusterv” kérdéskörét. Kutatásából többek között az is kiderül, hogy bár léteztek korabeli títusterv katalógusok, de ezeket a kölcsönrel megvalósult lakóházaknál kellett beszerezni (OTP-hivatalokban) és alkalmazni, továbbá építési engedély is csak abban az esetben volt kötelező, amennyiben hivatalosan is títusterv valósult meg, amihez a típus számát kellett leadni, tervrajzokat nem. Röviden összegezve, a falusi lakóházépítés tevékenységeinek alig szabályozott keretrendszere és a széles tűrészatárral bíró építési hatóság biztosította a títustervekhez csak hasonuló magánépítések megvalósulását. A falusi emberek továbbra is úgy építettek, ahogy tudtak, emellett a társadalmi átalakulás hozadékaként és a vidéki körülmények közt lezajló „polgárias” (lakóház) építkezések időszaka felváltotta a korábbi (napjainkban hagyományosnak nevezett) népi építészetet.

Bár a korabeli propaganda szerint az új típus-otthon minden szempontból előnyösebb volt korábbiaknál, rövid idő elteltével kirajzolódott annak hiányosságai. A teljesség igénye nélkül, megemlítve pár gyenge részletet, elmondható, hogy a vályog és faanyagot lecserélő, kisebb falvastagságban kialakított téglá szerkezetek hőszigetelő képessége sokkal rosszabb volt, a napjainkban már ismert környezetterhelő hatást nem is részletezve. A tetőeresz alig 30 cm-es kinyúlása a homlokzatot nem védte, átmeneti teret nem képzett, szemben a korábbi népi lakóházak délre nyitott tornácos kialakításával, és széles ereszaljával, melyek az épületre eső környezeti hatásokat egyszerű passzív eszközökkel kezelte (felmelegedéstől való védelem nyáron és napsugárzás hasznosítása télen és az átmeneti évszakokban,

³³ Perényi Tamás: „Családi ház – ajánlott tervek, történeti áttekintés”, BME Lakóépítészeti Tanszék, 2015, hozzáférés: 2024. 09. 03.: <https://epiteszforum.hu/uploads/files/2016/07/mintahazak-kicsi.pdf>

³⁴ Sári Zsolt: „Kádár-kocka: presztízs és szimbólum” in „Kockaház – A 20. század vidéki háztípusa”, szerk. Tamáska Máté, Martin Opitz Kiadó, Budapest, 2021, pp. 129-140.

³⁵ Kovács Zsuzsa: „Kockaházak Zala megyében” in „Kockaház – A 20. század vidéki háztípusa”, szerk. Tamáska Máté, Martin Opitz Kiadó, Budapest, 2021, pp. 169-177.

csapadéktól való védelem). A kockaház a környezeti adottságokból származó minden logikus érvet felrúgva, a tájolást többnyire figyelmen kívül hagyva szervezte külső és belső tereit.

Előnyként azonban fontos megemlíteni, hogy a létrejött kompakt, tisztán lehatárolt építészeti tömegképzés kifejezetten előnyös energetikai tulajdonságokkal is bírhat, hisz nincsenek túlnyúló épületszárnyak, nincs bonyolultan tagolt épülettömeg, nincsenek orozatok, így nincs jelentős lehűlő felület sem, csak egy végtelenül kompakt tömeg. A títusterv és a sorozatgyártás lehetősége pedig hatékony korszerűsítési stratégia lehetett volna az ipari megújulás eszközeivel támogatva. A belső alaprajzi kialakítás vonatkozásában a fürdő és WC helyiségek megléte, illetve az elválasztható intim zónák (háló, nappali) már az emberek fokozatosan változó igényeinek megfelelő kialakítást igyekezett kiszolgálni, szemben a paraszti ház sorolt, egymásból nyíló szobáinak szétválaszthatatlanságával.

A kockaházak a háborúkat követő évtizedek magyar társadalmának jellegzetességeit őrzik. „Sajátos, rendszerspecifikus jelenségről van szó, amely eredeti vagy átalakított formában sokunk otthona. Ezt a háztípust a legtöbb magyarnak nemigen kell bemutatni, hiszen ki ilyenben nőtt fel, kinek nagyszülei, közeli és távoli rokonai, ismerősei éltek ilyen házakban.”³⁶

Az említett „kockaház jelenség” és a témához kapcsolódó típus lakóépületek értelmezéséhez, érdemes szót ejteni az építőkről és építetőkéről (megrendelőkről) is. Tanulmányában Mándoki Réka elkülönít, úgynevezett aluról és felülről jövő kezdeményezéseket az építési szándék vonatkozásában.³⁷ Az első esetben az építető maga az építő is, általában magánszemély, ezért a tervezett kialakítás és az igényelt végeredmény (épület) között közvetlen kapcsolat van, így a végfelhasználó identitása jó eséllyel megjelenik, ahogyan ez a vernakuláris építészetben is lekövethető. Szemben a második kategóriával, ahol a felülről kezdeményezett építéseknel az állam vagy egy befektető cég az építető, aki nem magának hoz létre új lakóingatlant, tehát az épület kialakítása és a használója között nincs, vagy csak közvetett kapcsolat áll fenn. Annak ellenére, hogy az így tervezett épületek az egységesítés technológiai és gazdasági előnyeivel rendelkeznek, az uniformizálás könnyen monotonitást eredményezhet, mely során az egyén és az általa tovább örökíthető kulturális sajátosságok könnyen sérülnek.

A kockaházak térnyerésével a népi örökség nemzeti identitást erősítő kulturális, társadalmi és egyben építészeti megjelenése veszített erejéből, fennmaradó arányait tekintve már csak romantikus emlékképe maradt egy hajdanvolt kultúrának. Helyette a szocialista osztálytársadalom szellemi iránymutatásának uniformizáló hatása vált uralkodóvá. Mégis, válaszul az emberi díszítő igény ösztönös térnyerésének és az individuális „énkép” kifejezni akarásának, röviddel a kockaházak megjelenése után, a tiszta, „sallang-mentes” vakolt főhomlokzatok elkezdtek átalakulni és a tulajdonosok egyéniségét tükröző kommunikációs felületté válni. A homlokzatok architektúráis nyelvezete más, az új kor új szellemi és művészeti irányzatait képviseli. Az összkép olykor már magával ragadó geometriai játékot és sajátos színekavalkádót (az adott környékre jellemző minta és színvilág) eredményez egy-egy utcában.

³⁶ Germuska Pál, Ö. Kovács József: „Ezt a háztípust sokan otthonként ismerik” in „Kockaház – A 20. század vidéki háztípusa”, szerk. Tamáska Máté, Martin Opitz Kiadó, Budapest, 2021, pp. 7–8.

³⁷ Mándoki, Réka: „Típus-lakóépületek Magyarországon”, *Építés – Építészettudomány* 52 (2024) 1–2, pp. 147–169. hozzáférés: 2024. 08. 10.: <https://akjournals.com/view/journals/096/52/1-2/article-p147.xml>

10. ábra: Kockaházak Magyarországon napjainkban – vibráló faluképek kialakulása az épülettömegek hasonlósága (tipizálás) és a változatos homlokzati részletképzés (egyedire való törekvés) eredményeként ³⁸



Ahogy korábban már említésre került, a kockaházak túlnyomó többségét önerőből építették. Építésztervező nélkül, gyakran mindössze kőművesi segítséggel, és títusterv helyett, valamelyik szomszédos vagy környékbeli ház mintájára készültek. A látszólagos egyformaság, ami a tömegformás hasonlóságaiból következik, a legtöbb esetben az építés folyamatára vezethető vissza. Emellett azonban a részletképzés, mint amilyenek a homlokzatok kapart kőporos vakolat díszei, már végeláthatatlan variációját adják a megegyező épület geometriát ellensúlyozni vágyó személyes identitás kifejezésének. A díszítések zömével már a korszak művészeire jellemző, geometrizáló alakzatok, mint

³⁸ források – balról jobbra:

Felső sor:

- Tátrai Ádám: „Homályos kép – a sátortetős kockaházakkal kapcsolatban”, Régió és identitás, BME, 2013/14, hozzáférés: 2024. 06. 28.: https://www.ludwigmuseum.hu/system/files/page/attachments/2024-05/Tatrai_Adam-Homalyos_kep-BME_evkonyv_2014.pdf
- Google Utcakép: Miszla, Kis u. 241., hozzáférés: 2024. 08. 23.: <https://maps.app.goo.gl/LdhXg4uBRf9FTVJv6>
- Google Utcakép: Sásd, Gárdonyi Géza u. 34., hozzáférés: 2024. 08. 23.: <https://maps.app.goo.gl/FxXV9Mpn4SoccA9Y7>
- Roters Katharina: „Hungarian cubes: subversive ornaments in socialism”, Park Books, Zürich, 2014

Középső sor:

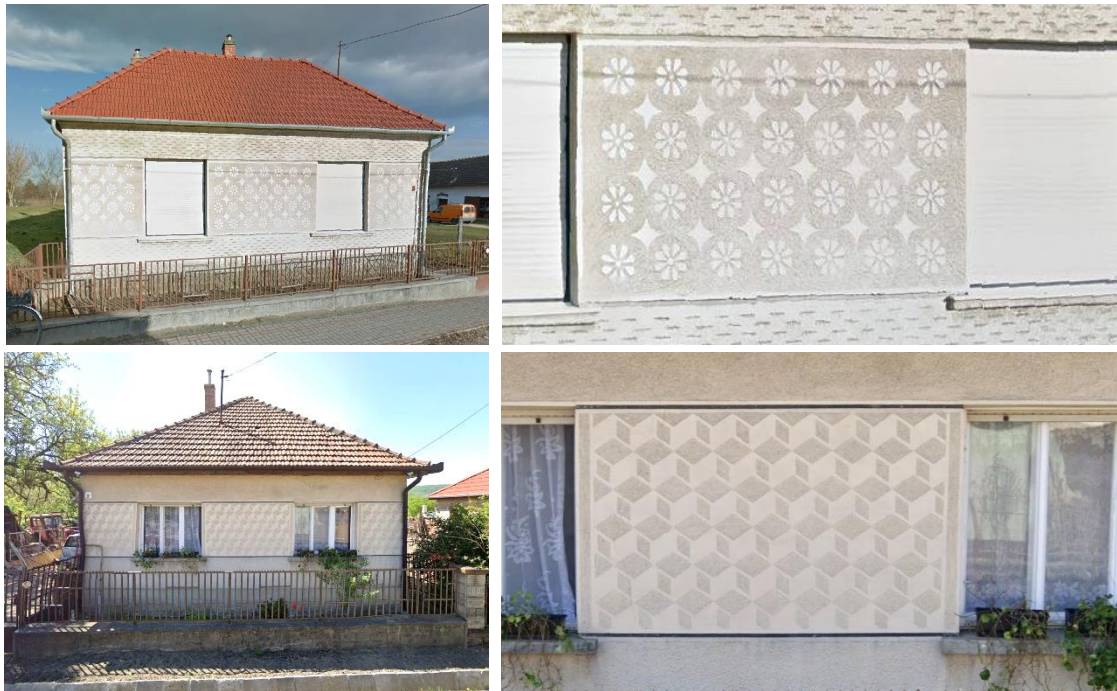
- Google Utcakép: Hőgyész, Rózsafa u. 10., hozzáférés: 2024. 08. 23.: <https://maps.app.goo.gl/3Envcvd5tHLtbWv27>
- Google Utcakép: Zselicszentpál, Fő u. 49., hozzáférés: 2024. 08. 23.: <https://maps.app.goo.gl/D3b6TRZq1wrpvm2w5>
- Magyarmalter: Tyukod, Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye, hozzáférés: 2024. 08. 22.: https://www.instagram.com/p/CKwwnhrBTZa/?img_index=1
- Magyarmalter: Szolnok, Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, hozzáférés: 2024. 08. 22.: https://www.instagram.com/p/CL45o06BDG6/?img_index=1

Alsó sor:

- Roters Katharina: „Hungarian cubes: subversive ornaments in socialism”, Park Books, Zürich, 2014

aktuális „divat”, gyakran felfedezhető a hasonulás a korabeli művész, Victor Vasarely által képviselt irányzattal³⁹, de sokféleségük és helyenként tobzódásuk, a hagyományos népi díszítések önkifejezésének életerejét sugallja.

11. ábra: Kockaház homlokzatok kapart kőporos vakolattal. Jellemző volt a nyílászárók magasságában alkalmazott részletgazdag díszítés, amit legtöbb esetben ismétlődő motívumok, gometrikus minták alkottak. Felső képsor a nép virágminták hangulatát idézi fel, míg az alsó képsoron a kocka axonometrikus ábrázolásából alakul ki ritmikus díszítés.⁴⁰



A külső formai megközelítésen túl, a kockaházak épülettípusának beazonosításához, sorra vehetők még az anyaghasználat jellemzői, társadalomtörténeti és szociológiai tulajdonságok vagy a falvak építéstörténete és tipológiái. Jelen fejezetben, mint egyfajta közös nevező, az identitás kifejezésének lehetőségeire került a fókusz. A sajátos kulturális jegyek kifejezése logikailag szemben áll az uniformizálással, jelen esetben a típusház tervek fogalmával, mégis az elmúlt évtizedek épületállományán igazolódik, hogy építészeti eszközökkel biztosíthatók azok a felületek, melyek megőrizhetik korunk és hovatartozásunk karakterét. Igazolás ez arra is, hogy egyetlen típusmegoldás sem lesz a maga uniformizált változatában életképes, ha nem adja meg a lehetőséget a lakók személyes identitásának kifejezésére.

³⁹ "Victor Vasarely (1906-1997) 1960-tól készülő, a "Planetáris folklór" -hoz tartozó munkáiban előtörtek a színek. Plasztikus elemei „két egymásba váltó, illeszkedő, kombinálódó geometriai elemből állnak". Ezek az erőteljesen kontrasztos színárnyalatú, két színből álló egységek képezik invenciója, a „plasztikai ábécé" alapját, amely megvalósította az absztrakt művészeket a század elejétől foglalkoztató célt, a mindenki számára érthető univerzális nyelv létrehozását."

forrás és hozzáférés: 2024. 08. 10.: <https://vasarely.hu/planetaris-folklor/>

⁴⁰ források:

- felső sor: Google Utcakép: Somogyszob, Kossuth Lajos u. 8., hozzáférés: 2024. 08. 23.: <https://maps.app.goo.gl/fFXtxv15aMyjx1RBA>
- alsó sor: Google Utcakép: Bányaterenye, Juhász Gyula út 22., hozzáférés: 2024. 08. 23.: <https://maps.app.goo.gl/uqfMFSaZEsMrBxUb8>

Amennyiben ezt az elvet követjük, a típusház fogalmának egyesek számára negatív üzenete átlényegül szabadon tovább fejleszthető tipizált mintává, ahogy ez megvalósult a vidéki kockaházak esetében is.

Ökológiai zsákutca-e a „kockaház”?

E fejezet vizsgálata során a kockaházak kerültek előtérbe, mert hatásuk az egyik legnagyobb hányadban érvényesül a jelenben. A kockaházak olyan lakóépületek, melyek napjainkban is szerves részei a faluképnek, úgymint a népi építészet jellemvonásait hirtelen gyorsasággal felülíró épített környezeti elemek. Becslések szerint közel 800 000 kockaház található Magyarországon, ami a lakóépületállomány közel 20%-át jelenti.⁴¹ Az egykori építetők, akikre szinte minden esetben igaz, hogy egyben építői és lakói is voltak ezeknek az épületeknek, illetve a legtöbbször a későbbi leszármazottak a tulajdonosok. Következtetésképp elmondható, hogy napjainkban a kockaházak esetében örökölt épületállományról beszélhetünk. Az építők lehetőségeik korlátozott kereteinek megfelelően építkeztek, jellemzően kaláka munkával. A kalákában, azaz társ munkával létrejött otthonok, a befektetett saját-erő hozzáadott értékét is hordozták. Egy élet munkájával bírtak ezek az épületek és az érzelmi motivációkkal kialakult a ragaszkodás, így a házakat egész életükben lakták és lakják az építők (napjainkban jórészt már az idősebb generáció, nyugdíjasok), utána pedig a család örökölheti az ingatlant.⁴² Ez párhuzamba állítható a korábbi népi építészet gyakorlatával, ami ezzel megegyező volt, miszerint jó esetben az utódok örökölték az otthon generációkon át, folytatólagosan, és a saját tulajdonhoz való kötődés kulturális hozadék, ami még erősebb, mint a bérleményi rendszerbe vetett bizalom.

Napjainkra, ez a jelentős mennyiséget képző örökölt épület szerkezetileg idejét múlt, energetikailag nem megfelelő, vagy csak kedvezőtlen, alacsony besorolásnak tesz eleget.

2024-ben az energetikai minősítés a 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet előírásainak megfelelően történhet, melyben 12 besorolási osztályt különböztetnek meg az „A+++” legjobb minősítéstől (ami a nulla energiaigényű épületek) a leggyengébb „I” osztályig (több mint 380 kWh/m²/év fogyasztással bíró épületek). Köztes kategóriák közül megemlíthető az „E” osztály, amibe a közepes energiahatékonyságú épületek tartoznak, amelyek még nem túlságosan elavultnak, de már energetikailag felújítandók. A számított energiafogyasztás 152 és 190 kWh/m²/év közé esik ebben az osztályban.⁴³

⁴¹ A Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint az ország lakásállománya 3 853 288 volt 1990-ben. A 2023. évi adatok már 4 586 878 lakást rögzítenek.
hozzáférés: 2024. 07. 23.: https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0002.html

⁴² Székely Judit: „Sátortetőcs családi házak – egy régi vita felidézése”, Arc, 2001. 6. sz., hozzáférés: 2024. 06. 28.:
https://www.ludwigmuseum.hu/system/files/page/attachments/2024-05/Szekely_Judit-Satortetos_csaladi_hazak-Arc_2001_6.pdf

⁴³ Országos Tanúsító Központ: „Energetikai minősítés, besorolások”, hozzáférés: 2024. 08. 25.:
<https://otk.hu/szamitas-besorolas>

3. táblázat: A Magyarországon hatályos energetikai besorolási osztályok és értelmezésük ⁴⁴

Besorolási osztály	Fogyasztás kWh/m ² /év	Értelmezés
A+++	0	Nulla fűtési fogyasztású épületek, amelyek energiafogyasztása teljes mértékben fedezve van megújuló energiával.
A++	0 - 38	Passzívházakhoz hasonló energiahatékonyságú, alig mérhető energiaigényű, új vagy újszerű épületek.
A+	38 - 68	A közel nulla energiaigényre vonatkozó követelményt túlteljesítő épületek. Kiemelkedő energiahatékonyság, nagyon alacsony fogyasztás.
A	68 - 76	A közel nulla energiaigényre vonatkozó követelményt teljesítő épületek. Az új épületekre vonatkozó követelményszint.
B	76 - 99	A legújabb követelményszintet már el nem érő, ugyanakkor még energiahatékonyak mondható, korszerű épületek.
C	99 - 122	Gazdaságosan üzemeltethető, alacsony fogyasztású épületek a közelmúltban építve vagy korszerűsítve.
D	122 - 152	Viszonylag kedvező energiafogyasztású épületek, amelyeknek energetikai felújításra szorul egy-két épületszerkezete.
E	152 - 190	Közepes energiahatékonyságú épületek, amely még nem túlságosan elavultnak, de már energetikailag felújítandók.
F	190 - 236	Korszerűtlen, ugyanakkor még energiapazarlónak nem számító épületek, ahol számítani kell energetikai felújítási feladatokra a közeljövőben.
G	236 - 296	Elavult, felújítandó épületszerkezetek és épületgépészet, magas rezsiköltségek.
H	296 - 380	Jellemzően évtizedekkel ezelőtt épült házak, amelyek nem estek át korszerűsítésen. Elavult épületszerkezetek, kiemelten magas fogyasztás.
I	380 -	A legrosszabb, leginkább energiapazarló kategória. Az épületszerkezetek és az épületgépészeti berendezések is súlyosan elavultak.

Ezzel szemben, az épületek összesített energetikai jellemzőjéről készült országos kimutatásból leolvasható, hogy a vármegyékre számolt összesített átlagértékek nagyobb hányada nem éri el a minősítési rendszer közepes hatékonyságot jellemző osztályát. A kimutatásban meghatározott osztályok közül „legkedvezőbb” kategória felső határértéke (211,0 kWh/m²/év) is magasabb, mint az országos rendeletben szereplő, közepes energiahatékonyságot jelölő „E” osztály követelménye (152- 190 kWh/m²/év).

⁴⁴ Országos Tanúsító Központ: „Energetikai minősítés, besorolások”, hozzáférés: 2024. 08. 25.: <https://otk.hu/szamitas-besorolas>

12. ábra: Az épületek összesített energetikai jellemzője vármegyénként, a 2022-ben kiadott energetikai tanúsítványok (új és használt épületekre egyaránt) átlagolt értékeit alapján: "Az épületek energiafelhasználása rendkívül jelentős, környezeti és gazdasági szempontból ezért egyaránt fontos a fenntartható üzemeltetésük." ⁴⁵

	Vármegye	Átlagolt energetikai érték [kWh/m ² /év]	
1.	Bács-Kiskun	264,2	o
2.	Baranya	245,0	+
3.	Békés	314,0	- -
4.	Borsod-Abaúj-Zemplén	280,2	-
5.	Csongrád-Csanád	255,2	o
6.	Fejér	230,2	+
7.	Győr-Moson-Sopron	206,8	++
8.	Hajdú-Bihar	236,2	+
9.	Heves	298,2	-
10.	Jász-Nagykun-Szolnok	308,3	- -
11.	Komárom-Esztergom	245,0	+
12.	Nógrád	332,9	- -
13.	Pest	207,0	++
14.	Somogy	280,6	-
15.	Szabolcs-Szatmár-Bereg	277,5	-
16.	Tolna	279,2	-
17.	Vas	231,9	+
18.	Veszprém	239,7	+
19.	Zala	254,3	o
20.	Budapest	210,4	++

Energetikai jellemzők vármegyék szerint:



Kategóriák a jelen összehasonlításban, egymáshoz képest:

	[kWh/m ² /év]	
++	legkedvezőbb	- 211,0
+	kedvező	211,1 - 245,0
o	közepes	245,1 - 265,0
-	kevésbé kedvező	265,1 - 300,0
- -	legkevésbé kedvező	300,1 -

Pár ismerv a legkézenfekvőbbek közül, ami a mára már korszerűtlen kialakítást mutatja:

- A kockaházak kedvezőtlen hővezetési tulajdonságú határoló szerkezetekkel (falazat / padozat / földem / tető) készültek. Az épületszerkezetek energetikai tulajdonságai nem képeztek szempontot az építés során.
- Az épületek a korabeli elvárásoknak ugyan megfeleltetve, de a klímaváltozás jövőbeni következményeivel nem számolva, hőszigetelő burok nélkül épültek.
- Fűtési rendszerük fosszilis energiahordozókra alapozott (szén, gáz, olaj, vegyestüzelés részben fával). Az alkalmazott hőtermelő kazánok, fali konvektorok bár a korabeli technikai fejlettséget mutatták, alapvetően nem megújuló energiaforrást felhasználó rendszerként működtek. Ezek ma már nem fenntarthatók, sem gazdaságilag, sem a globális felmelegedés okait és hatásait figyelembe véve.
- Minden olyan elem, mely a népi építészet egyszerű és passzív építészeti eszköze volt a környezeti hatások lereagálására, így a lakóépület energiaigényének optimalizálására,

⁴⁵ A Központi Statisztikai Hivatal adatai szerint: „Az épületek összesített energetikai jellemzője vármegyénként, 2022” hozzáférés: 2024. 07. 23.: <https://www.ksh.hu/s/helyzetkep-2022/#/kiadvany/zoldgazdasag/az-epuletek-osszesített-energetikai-jellemzoje>

eltűnt a títustervek készítése során. Helyükbe nem lépett új megoldás. Nincs árnyékot és átmeneti tartózkodási teret biztosító tornác, nincs széles, az épületet védő ereszt, nincs átszellőztetett padlástéri pufferzóna, nincsenek természetes, ökológiai lábnyom nélküli építőanyagok.

Mindemellett, ezen nagyszámú épületállomány teljes elbontása nem cél. Sem a társadalmi kötődés, sem az ökológiai fenntarthatóság nem ad indokot a bontásra. Kiszűrve a meglévőség értékeit, újra kell gondolni, hogy milyen eszközökkel lehet a „kockaház”, mint szabadon tovább fejleszhető tipizált minta, a jövő generációinak egy valós alternatíva az élhető otthon megőrzésére és hosszútávú biztosítására.

Erre vannak ma is példák, melyek legtöbbször a hőszigetelés, a nyílászáró cserék, a napelem és a hőszivattyú alkalmazásának eszközeivel dolgoznak, ami jó kezdet. A disszertáció viszont arra keresi a megoldást, hogy miképpen tudjuk teljes komplexitásában vizsgálva újra gondolni egy kockaház energetikai és ökológiai újjászületését. Mindezt oly módon, hogy az alkalmazott építészeti eszközök, az üzemeltetés és az arculat egyben egy új identitásként, egy társadalmi gondolkodást formáló erőként is hasson az épített térben.

Klímánk folyamatosan változik. Ezt a változást megállítani nem tudjuk. Ugyanakkor lassítani és építészeti megoldásinkkal lereagálni a klimatikus viszonyok átalakulását képesnek kell lennünk. Ha sikerül, akkor többszázezer kockaház új környezetpozitív identitása alkalmas lehet egy társadalmi szemléletformálásra is. A következő tézisekben tárgyalt megoldásjavaslatokkal, mint szabadon használható környezetpozitív eszközkészletekkel a „Magyar Fészek+” program ezt a célt tűzte ki magának.

Jelen / Káosz és kiút a lakóépületek vetületében

Az 1990-es évektől, a politikai átrendeződés követően, az állami tervezőirodákat jórészt felváltották a magán tervezőirodák, majd az ezt következő 30 év gyakorlatát már a típustól elforduló, egyedi tervezésű új lakóházak jellemezték. Ezekben az épületekben oly kevés a hasonlóság, hogy a títustervekkel összevetésben nem válnak általánosan elemezhetővé. Ugyanakkor elmondható az is róluk, hogy az utóbbi másfél – két évtized során a változatos tömegformákon elkezdtek nagy számban megjelenni a napelemek. Ez köszönhető az állami és uniós törekvéseknek és támogatásoknak, melyek lehetővé tették a fosszilis energiahordozókra alapozott gépészeti rendszerek gazdaságos cseréjét napenergiával táplált gépészeti rendszerek cseréjére. E támogatásnak három jól látható eredménye lett az épített környezetben:

- jelentős mértékben elterjedt a napelemes gépészeti rendszerek alkalmazása, ezzel párhuzamban csökkent az épületüzemeltetés károsanyagkibocsátása
- a támogatásnak köszönhetően az adott keretek közt mindenki annyi napelemet helyezett fel az épületére, vagy annak közvetlen környezetébe, amennyit tudott. Ugyanakkor a mennyiség meghatározásánál nem játszott szerepet a valós energiaigény, hisz a többletet el lehetett számolni a szolgáltatóval történt kereskedelmi megegyezés alapján. Így aztán a kialakított napelem-mezők kapacitása gyakorta többszöröse volt az ingatlan valós igényének. A következő kormányzati döntés felülírta a felvásárlás paramétereit, ill. lehetőségét. Rákényszerítette a lakosságot a megtermelt energia tárolására és felhasználására. Ennek részben technológiai akadálya van (nem lehet elérhető és megfizethető arányú akkumulátoros megoldással évszakokat átívelve tárolni a villamosenergiát), részben életviteli akadálya van (a felhasználó teljes életmódja még nem állt át az elektromos működésre (pl.: nincs elektromos autója, amivel felhasználhatná a megtermelt többletet), részben pedig a hálózatok kiépítettségének hiánya az akadály, hisz jól szervezett energiaközösségekben fellehetne használni a lokális energiátöbbletet.
- a nagyszámban elhelyezett napelemek így egy tudatos előkészület nélkül most ahelyett, hogy a támogatói programban megfogalmazott célok elérését erősítenék, kihasználatlanul és koncepciózus formába illesztő tervezői gondolatok nélkül csúfítják az épített környezetet.

13. ábra: Napelemekkel „telerakott” családi lakóépület. ⁴⁶



⁴⁶ Forrás: Saját fotó. Az adatok lekérdezéses kutatás során kerültek begyűjtésre. A ca.: 110m² alapterületű lakóépület tetején összesen 58 db napelem panel helyezkedik el. Összesített teljesítményértéke: 15KW/h. A nyári időszakban a rákapcsolt, helyiségenként elhelyezett split klímák teljesítményével sem éri el az épület energiaigénye a teljesítmény 2/3-át. Az átmeneti időszakokban (ősz-tavas) 50% alatti a kihasználtság. A téli időszak csaknem 100%-os kihasználtságú.

Legutóbb 2020-ban volt egy próbálkozás Lechner Tudásközpont irányításával, amikor létrejött egy új Nemzeti Mintaterv Katalógus⁴⁷, mely jelenleg 150 darab családház mintatervet tartalmaz. Végeredményként egyfajta pozitív mintaként szolgál a megrendelők számára, nem célja a tipizálás. Nem kapcsolódik hozzá ipari ill. befektetői oldal vagy állami támogatás rendszer. Nem kezelhető úgy, mint egy új, szabadon alakítható, de főbb elemeiben tipizált mintákat nyújtó építési rendszer, aminek széleskörű megvalósítása célja lenne akár az államnak, akár valamely üzleti szempontú vállalkozásnak. A válogatás inkább az építészeti koncepciók tervezési programjának pontosítására - alaprajzi - formai helyességére, mintsem azok fenntarthatósági vetületeire koncentrál. Sajnálatos tapasztalás, hogy bár a PTE és az ME hallgatóival és oktatóival közösen készített Magyar Fészek+ projekt több változatban is bekerült a Nemzeti Mintaterv Katalógusba (NKMT-140 / 070 / 049)⁴⁸ azok fenntarthatósággal kapcsolatos megoldásait nem mutatja be a mellékelt dokumentum. Ez részben veszélye is a szabad alakításnak, hiszen megtörténhet, hogy az alapkoncepciót megfogalmazó építész tervezési elveinek egy jelentős részét kihagyják a tovább tervezés (más általi), vagy a megvalósítás során, így pont a lényeg vesz el.

A Nemzeti Mintaterv Katalógus mellett azonban jelentős számban nyertek teret az elmúlt évtizedben azok a feltörekvő „kész-ház” építő cégek, melyek az egyedi tervek mellett típusház terveket is ajánlanak. Ezen vállalkozások egy részénél a típusház megoldások már részben a fenntarthatóság és az ökológiai lábnyom csökkentése irányába mutatnak, ami az alábbiak szerint értelmezhető:

- Visszatértek a tér optimalizálásának szegmenséhez: Arra törekednek, hogy a kínált típusmegoldások a kialakítandó életteret a valós szükségletekre optimalizálva biztosítsák. Mivel általánosan elmondható, hogy a „könnyűszerkezetes” rendszereket képviselik (favázás / CLT / fémvázás) az általuk alkalmazott rétegrendekkel további optimalizáció érhető el, a szerkezeti vastagságoknak köszönhetően, mely 20-30%-kal vékonyabb, mint a hagyományos falazószerkezetek. Mindez 0,16 W/m²K eredő hőátbocsátási tényezővel számolva (alátámasztó vizsgálatot lásd: I. tézis).
- Alapvető rendszersajátossággá vált a szerkezet optimalizálás: Az épületek tartószerkezeti rendszerét úgy választják meg, hogy a kialakított fesztávok az alkalmazott anyag lehetőségeinek és költségvonzatának az optimumát adják. Ez részben az alapja az előre gyárthatóságnak és a nagyelemes szállítás / beépítés lehetőségének.
- Építőanyag: Bár a kínálatukban minden ma elérhető építőanyag szerepel, alapvetően törekednek azokat az építőanyagokat kijáánlani a megrendelőknek, melyek természetes alapanyagúak, ebből kifolyólag ökológiai lábnyomuk jóval alacsonyabb a ma használt építőanyagoknál. Ilyenek például a teljességre való törekvés nélkül:
 - fa vázas szerkezet, vagy tömörfa CLT szerkezet a hagyományosan használt vázkerámia, mészhomok vagy beton szerkezetekkel szemben,
 - fagyapot és/vagy cellulóz szigetelés a hagyományosan használt polisztirol (EPS) szigetelő lapok, vagy szálalás kőzetgyapot / üvegyapot szigeteléssel szemben,

⁴⁷ Nemzeti Mintaterv Katalógus: „Lakóház tervek a magyar családok otthonteremtésének támogatására”, hozzáférés: 2024. 08. 03.: <https://www.oeny.hu/oeny/nmtk/main>

⁴⁸ Nemzeti Mintaterv Katalógus: „Lakóház tervek a magyar családok otthonteremtésének támogatására”, hozzáférés: 2024. 08. 03.: <https://www.oeny.hu/oeny/nmtk/mintatervek>

- faroslemezek és vályogrost lemezek a hagyományosan használt gipszkarton és cementlap lemezek helyett,
- vályogvakolatok a hagyományosan használt szilikátvakolatokkal szemben.
- Moduláris rendszer: A kiajánlott títustervek magukban foglalják az egységnyi bővítés lehetőségét, ill. a modulok rendszerében való szabad alakítás lehetőségét.
- Költséghatékonyság: A szerelt jellegű „kész-ház” rendszerek elterjedésének egyik legnagyobb lehetősége a költséghatékonyságában van. Bár a felhasznált anyagok összességében nem olcsóbbak, mint a hagyományos szerkezettel épülő házaknál, ugyanakkor az előregyárthatóság nagy előnye, hogy a helyszíni munkaerőigény töredékét képezi másik rendszerek munkaerőigényének, részben függetleníthető az építkezés az időjárási viszonyoktól, így jelentős költség spórolható meg a munkadíjban. Ugyanezen tétel negatív vetülete azonban az is, hogy a megrendelői választáson, mikor a természetes (alacsony ökológiai lábnyommal rendelkező) és a hagyományosan használt (jóval magasabb ökológiai lábnyommal rendelkező) építőanyagok között kell dönteni, akkor az ár gyakorta a második irányába hajlítja a döntést.
- Alapvető elv ezeknél a típusházaknál a legmagasabb költséghatékonyságot elérni úgy az építés, mint az üzemeltetés vetületében. Ebből kifolyólag a legtöbb esetben már alternatív energiahordozókra alapozott a fűtési és hűtési rendszerük (hőszivattyú, vagy split-klíma, napelemes energiaellátással), használati melegvíz termelésüket napkollektor segíti, víz és szennyvízhálózati rendszerüket sok esetben a csapadékvíz és a szűrkevizek gyűjtésével és újra hasznosításával végzik.

14. ábra: Különböző készházépítő cégek mintatervei. ⁴⁹



Melyek azok a tényezők, amelyek figyelembevételével azt kell, hogy mondjuk, hogy ezek a szerelt jellegű „kész-ház” típus rendszerek egy jó irányt képviselnek az ökológiai fenntarthatóság felé vezető úton, de még nem élnek a környezetpozitív építészeti eszköztár jelentős részével?

- „A kevesebb több.”⁵⁰ Ezek a títustervek még nem élnek az építészeti tervezés azon vetületével, mely passzív energiaterek kialakításával képes az épületekre eső környezeti terheléseket csökkenteni, ezáltal a működéshez szükséges energiaigényt a minimumra szorítani.

⁴⁹ Különböző készházépítő cégek mintatervei balról jobbra:

- Mobil Homes Kft.: hozzáférés: 2024. 08. 03.: <https://ujmobilhazak.hu/mobilhazak/zen>
- Platanplán Mérnöki Iroda: hozzáférés: 2024. 08. 03.: <https://platanplan.hu/ctt-haz/>
- Ubrankovics Kft.: hozzáférés: 2024. 08. 03.: <https://ubrankovics.hu/portfolio-item/budajeno/>

⁵⁰ Ludwig Mies van der Rohe kijelentése az építészeti tér formálásával kapcsolatban. hozzáférés: 2024. 09. 21.: <https://www.moma.org/artists/7166>

- Az előző pontból kifolyólag, bár a legtöbb típusház esetében már nulla vagy pozitív energiamérlegű épületeket valósítanak meg (köszönhetően az energetikai szempontból is előnyös rétegtrendi felépítéseknek) ezt a megújuló energiákat hasznosító gépészeti kialakítás méretének növelésével teszik (nagyobb napelem mennyiség, nagyobb arányú gépészet).
- Megjelenésükben a nemzetközi trendek mérvadók, a fenntarthatósággal kapcsolatos építészeti eszközök csak ritka esetben képezik az épület építészeti identitásának részét, gyakran csak rátett kiegészítő elemek (a választott példák esetében ez már a koncepcióalkotó tervezés része volt).
- CO₂ egyenértékük a természetes építőanyagoknak köszönhetően jóval előnyösebb, mint bármelyik más építőanyag alkalmazása esetén, ugyanakkor lehetne sokkal jobb is, ha ezeket a természetes építőanyagokat hazai forrásból tudnák beszerezni és így nem kellene a környezetterhelés vizsgálatok a távoli országokból (Ausztria, Németország, Lengyelország, Csehország, Ukrajna, Oroszország, Románia) való szállítás károsanyagkibocsátásával számolnunk. (Ez gazdasági, ill. szakpolitikai kérdés, melyet maga a típusháztervezés nem tud befolyásolni, ugyanakkor egy állami szabályozás és támogatáspolitikai nagymértékben elő tudná segíteni a természetes, minősített építőanyagok gyártását, alkalmazását hazánkban.)

Következtetés

Épített környezetünk ökológiai és ezzel párhuzamban építészeti kihívásai egyre pontosabban meghatározhatók annak vonatkozásában, hogy milyen jövőképet kívánunk elérni akár rövid, közép vagy hosszútávra tervezve. A környezeti terheléssel járó emberi lét és ezen belül az épített lakókörnyezet felelős formálására, a lehetséges alternatív megoldásokra kerül a fókusz a disszertációban.

A helyzet összetettsége nem kérdés és így a cselekvési tervek is több szálon mehetnek végbe, azonban a fő elvek egyezést kell, hogy mutassanak, hiszen a fenntartható jövő képe is közös. Ezzel párhuzamosan kijelenthető, hogy adott klimatikus környezetre hangolva, a környezetpozitív épületek nagyszámú megvalósulása a közös fenntartható cél elérését támogatná magából a tipizálásból adódó hatékonysággal, ahol az alap koncepcionális elemek egységes alkalmazás előnyt képvisel, ugyanakkor szabadságot ad az egyéni igények térnyerésére. A szabadon tovább fejleszthető tipizált mintaterv egyszerre kell, hogy magában hordozza az előregyárthatóság pozitív oldalát, tehát a standardizálás hatékonyságát, az épület környezetkímélő megvalósulásának és működésének optimumát. Ahhoz, hogy mindez egyfajta egységes elfogadottságot és ezáltal valós elterjedést érjen el, szükséges, hogy a felhasználók sajátjukként tudják azonosítani otthonaik kialakítását. A szándék nem a jelenlegi változóan vegyes épített környezet teljes eltörlése vagy felülírása egy uniformizált, monoton környezet kialakításával. A cél az, hogy a környezetpozitív épületekben és a minták, ill. a felhasznált építészeti eszközök variálhatóságában a lakók megtalálják az individuumbéépítésének lehetőségét is, mivel a teljesen egységes és a minden illeszkedést figyelmen kívül hagyó vegyes környezetre is ugyanúgy igaz, hogy ha megújulásra képtelen és az emberi kötődéstől mentes, akkor rövidtávon veszíti el az elfogadottságát és működésének minden pozitívumát is.

A vernakuláris építészet a világ minden táján képes volt sikeres épülettípust formálni, amiben az emberi individuumbéépítés, az ökológiai szemlélet és a költséghatékonyság harmonikus együttélését tudta mindenki számára elfogadható tipizált, ugyanakkor személyre szabható formába önteni.

A kockaházak elfordultak az ökológiai szemlélettől, ugyanakkor jól reagáltak a kor társadalmi átalakulásából adódóan megváltozott tégigényre és az állami támogatási rendszer sikeressége, valamint a finom személyre szabhatóság lehetősége végül tömegeket vezetett ezen épülettípus megvalósítási szándéka felé. Közel 800 000 kockaház van ma Magyarországon melyek jelentős része még várja az energetikai felújítás lehetőségét és ezáltal képes lehet a környezetpozitív szemlélettel megfogalmazott fejlesztés útjára lépni.

Napjainkban a „részermelés korszakát” éljük, ahol már mindenki tisztában van azzal, hogy veszélyben van a környezet, ami egyben az életterünket is adja, így veszélyben van maga a társadalom is. Számptalan kezdeményezés, oktatási program, tevékenységi direktíva, támogatási rendszer fogalmazódott meg az élet szinte minden területére vetítve és lépett életbe annak érdekében, hogy megóvjuk környezetünket és képesek legyünk ökológiai szemlélettel megközelíteni létezésünket. Ugyanakkor e szemlélet még nem vált általános és vezérfonalként működő kulturális tényezővé, a megkezdett programok még nem értek össze az ember szintjén látható, felfogható, elfogadható és alkalmazható komplex módszertanná.

A TÍPUSTERVEZÉS ÉS AZ INDIVIDUÁLIS ÉPÍTÉSZET PARADOXONA
AHOGY A MÚLTBAN, ÚGY A JELENBEN IS FELOLDHATÓ,
HA A KORSZELLEMET MEGHATÁROZÓ KULTURÁLIS IDENTITÁST KIFEJEZŐ ESZKÖZÖK,
KELLŐ SZABADSÁGOT BIZTOSÍTÓ TÍPIZÁLT ÉPÍTÉSZETI MINTÁKBAN KÉPESEK
ÉRVÉNYESÜLNI.

E tézis igazolása során két történeti épülettípuson – a vernakuláris lakóépületen és a szocialista kockaház típusán keresztül vált szemléltethetővé, hogy miképpen tudott az individuális szellem összhangra lenni a tipizált megoldásokkal. Ugyanakkor fontos rámutatni arra is, hogyha a korszellemet formáló kulturális és gazdasági tényezők erős kapcsolatban vannak az ökológiai szemlélettel, akkor annak vetületei építészeti karakterelemekké formálhatók, míg ha a korszellem más tényezőket sorol a fókuszba, akkor az ökológiai szemlélet háttérbe szorul, majd a tipizálástól függetlenedő individuális kor egyedi megoldásai során teljesen feloldódik, átértelmeződik, leválik a komplex formaalkotás képletéről.

02

// TERMÉSZETESEN JOBB...

A helyben megtalálható természetes építőanyagok népi építészetben való felhasználását részben a korlátozott erőforrások indokolták. Azaz a szükség és a lehetőség teremtették meg az ökológikus megoldást. A szűk környezetben fellelhető anyagokból építettek. Természetes, CO₂-lekötő képességű építőanyagokat használtak, ahol szállítási környezetterhelés, csomagolás, hulladék és károsanyag kibocsátás nem volt, csak megújuló anyagfelhasználás.

Mindez napjainkra megváltozott, a természetes építőanyagok a legtöbb esetben háttérbe szorultak. Az okok visszavezethetők arra, hogy léptékváltás történt az urbánus rendszerekben, az alapanyag mennyiségi igényében és gyártáshatékonyságban, továbbá nőttek a szerkezeti paraméterekkel szembeni elvárások és megváltozott a szabályozási környezet, stb. A technológiai fejlődés nemcsak az építőanyagok portfólióját bővítette az ipari léptékben előállítható mesterséges építőanyagok irányába, hanem feloldotta a szállításból adódó nehézségeket is. Függetlenítette egymástól az építőanyag felhasználási és gyártási helyét. A mesterséges építőanyagok előállítása során és a szállításukkor keletkező károsanyag kibocsátás fokozottan növeli a globális felmelegedést és annak kockázatait, hogy az adott lokációra jellemző természeti rendszerek felborulnak.

A megváltozott éghajlathoz való alkalmazkodás elkerülhetetlen. A klímapozitív-építészet azonban, a vernakuláris építészet alapelveinek újra-értelmezésével és a rendelkezésünkre álló technológiai tudással, képes lehet ezen káros következményeket kezelni és a lokális természeti rendszereket helyreállítani.

A természetes építőanyagok nagy haszna, hogy a teljes életciklust vizsgálva, tovább képesek körforgásban maradni, mint a legtöbb mesterséges anyag, ami lineáris életúttal rendelkezik. Minél hosszabb a körforgásban töltött idő, annál inkább képesek a kimerüléstől tehermentesíteni a természeti rendszereket, hiszen az idő viszonylatában lehetőséget adnak egy adott nyersanyag természetes újra-termelődésére, így felhasználásuk kisebb energiaigényű és egyben fenntarthatóbb.

Napjainkban, az előremutató pozitív fejlődést és ezáltal az ökológiai fenntarthatóságot figyelembe véve, meghatározó az építőanyagok közötti tudatos választás. Ennek során az újrahaznosítható, újrafelhasználható anyagok és az előző kettőre egyaránt képes megújuló (azaz emberi időléptéken belül újratermelő), természetes építőanyagok alkalmazása előnyösebb a környezetpozitív szemléletrendszerben. A rendszerszintű gondolkodásban jelentős befolyással bír a kiválasztás során a gyártás helye, a gyártástechnológia ökológiai lábnyoma, a szállítási útvonalhossz és az ebből fakadó környezetterhelés. Egy építőanyag tulajdonságainak vizsgálatakor előnyt jelent, ha az adott nyersanyag CO₂-lekötő képességgel is rendelkezik, így még intenzívebben hozzá tud járulni a károsanyag kibocsátás mérsékléséhez, ami szoros összefüggésben áll a Föld felszíni hőmérsékletének jövőbeli alakulásával.

Hazai természetes építőanyag helyzetkép

1. Fa, mint építőanyag

Magyarországon a legelterjedtebb természetes építőanyagok a különböző fa termékek. A gyors beépíthetőségen túl, a fa többszörösen és többféle formában újrahasznosítható és felhasználási területtől függően alkalmas az anyag életciklusát többszörösen kibővíteni. Amennyiben az elsődleges felhasználás vonatkozásában az adott faanyag elveszíti az elvárt funkcionális teljesítményét, akkor az eltávolítást követően nem hulladékként, hanem újra alapanyagként (másodlagos nyersanyagként) felhasználható marad egy új termék elkészítéséhez. Ugyanez igaz egy adott fatermék előállításánál is, amely során keletkező maradék anyagokra is, melyek szintén alapanyagként értelmezhetők egy mástípusú fa árucikk legyártásához. Az anyag újabb és újabb körforgásban tartása ezzel megoldható, ami ökológiai-lábnyom csökkentő hatást eredményez. Legvégül, amennyiben az anyag további felhasználási lehetőségei kimerültek, úgy az életciklusa végén, bioenergiaként felhasználható a nem megújuló, fosszilis energiák helyettesítésére.

A vernakuláris elvek mentén, a helyben megtalálható építőanyagok lehetőségeinek vizsgálata megkerülhetetlen. A szállításból adódó kibocsátási értékek minimalizálására és a helyi alapanyagforrások bevonására kell törekedni, hogy kialakulhasson egy CO₂-semleges építőipari szektor.

A klímasemlegességre törekvő építőipari ágazatban egyre nagyobb teret nyer magának a fa alapanyagfelhasználás. Az Európai Állami Erdők 2024. év első felében kiadott stratégiájában (European State Forests 2024+)⁵¹ felhívja a figyelmet a rugalmas, jól kezelt, többfunkciós erdőkre, amelyek az éghajlatváltozás kihívásainak kezeléséhez nélkülözhetetlenek. Magyarország vonatkozásában a Nemzeti Erdőstratégia, a racionális erdőhasználatról szóló fejezetében fogalmazza meg egyik céljaként az ipari rendeltetésű fás ültetvények létrehozását, ami növelné az erdőterületeket és a fával, mint megújuló erőforrással való ellátottságot is (továbbá, ezzel a faanyag iránti növekvő igényből származó és az őshonos erdőállományokra nehezedő fakitermelési kényszer csökkenhetne).⁵²

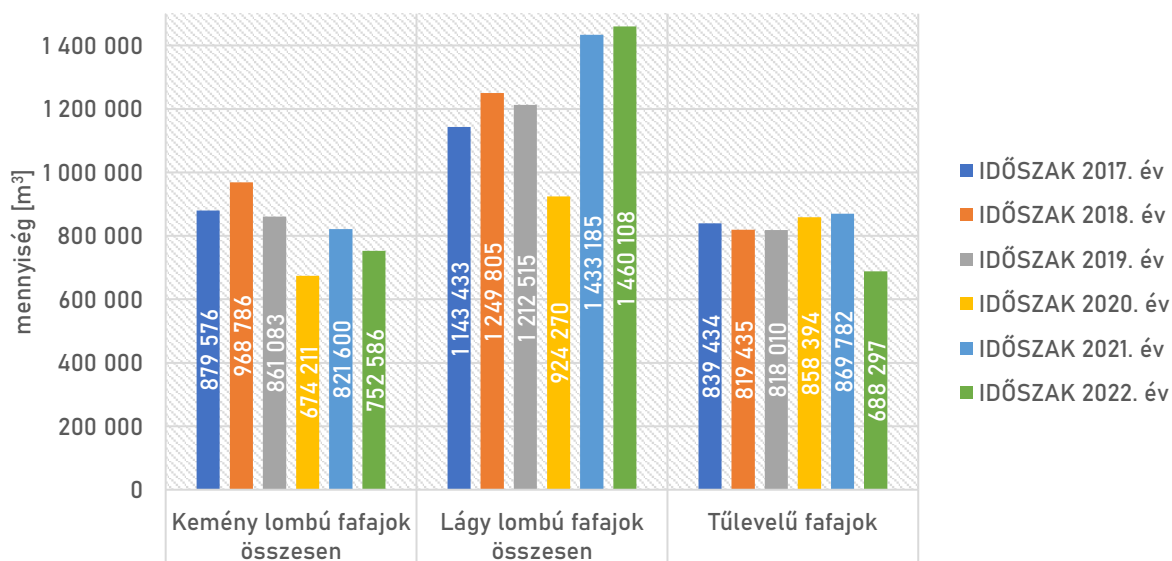
A Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatbázisa szerint, Magyarországon 2022-ben, a természetes építőanyagok vonatkozásában, az iparifa kitermelés (azaz a vágáslap feletti nettó fa mennyisége tuskó nélkül) közel 3 millió m³ (2 900 991 m³) volt, ami a megelőző 5 évre visszatekintve közel azonos évi mennyiségnek számít. Ebből fafajcsoportok szerinti megoszlásban, az úgynevezett lágú lombú fafajok mennyisége volt a legmagasabb (1 460 108 m³, pl.: tölgy, cser, bükk, gyertyán, akác stb.), majd a kemény lombú (752 586 m³, pl.: nyár, fűz stb.) és végül, a legalacsonyabb kitermelés a tűlevelűekből volt (688 297 m³, fenyők). (lásd: 15. ábra)⁵³ A mennyiségek részben visszavezethetők Magyarország jelenlegi erdőállományának összetételére is, amiben a lombos fák alkotják a nagyobb hányadot.

⁵¹ EUSTAFOR (European State Forest Association): „European State Forests 2024+” hozzáférés: 2024.07.01.: https://eustafor.eu/uploads/EUSTAFOR-Forestry-Strategy-2024_online.pdf

⁵² Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti és Vadgazdálkodási Főosztálya: „Nemzeti Erdőstratégia 2016–2030” Budapest, 2016, pp. 38.

⁵³ Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adata: Tájékoztatói adatbázis - Fakitermelés. hozzáférés: 2024. 05. 28.: <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo>

15. ábra: Fakitermelés alakulása Magyarországon 2017–2022 évek között – Vágáslap feletti NETTÓ IPARIFA mennyisége fafajcsoportok szerinti bontásban



Ugyanakkor az építészeti felhasználást figyelembe véve, legjelentősebb mértékben a fenyő anyagok kerülnek alkalmazásra. A hosszú egyenes törzs könnyebben feldolgozható, szemben az elágazásokkal teli lombos fákkal. Növekedési indexe a fafajták között optimálisnak mondható. Súlyához képest kedvező szilárdsági és rugalmassági tulajdonsága, technológiai ragaszthatósága és a beépítést követő geometriai deformálódás mértéke, annak szabályozhatósága is a tűlevelű faanyagból előállított épületfa elterjedését segítette az évek során. Ezzel szemben, a klímaváltozással átalakult éghajlati körülmények (mint a melegebb, csapadékhiányos időszakok növekvő gyakorisága) és az újonnan megjelent kártevők miatt, a magyarországi erdők tűlevelű fái többségében nem alkalmasak épületfának. A fenyővel borított erdőterületek csökkennek és fennmaradásuk is kétséges. (Megemlítendő, hogy ez a probléma Európa más jelenleg még nagy fenyőerdőségekkel bíró területeit is érinti, ill. érinteni fogja a súlyosodó globális-felmelegedés előrehaladtával).

Összességében, az ország faanyagfelhasználása nem korlátozódik csak a hazai kitermelt mennyiségekre. 2022-ben, a TEÁOR'08 rendszerezés⁵⁴ szerinti „Fakitermelés” és „Fafeldolgozás (kivéve: bútort), fonottáru gyártása”⁵⁵ osztályokba sorolt import mennyisége 2 068 817 464 kg (közelítőleg 3 400 000 m³) volt, ami meghaladja a hazai iparifa kitermelés mennyiségét. A legnagyobb mennyiségeket Ausztria, Németország, Horvátország, Románia, Szlovákia és Ukrajna importálta hazánkba. Az említett országokból érkezett mennyiség összesítve a teljes import 74,12 %-át (1 533 414 419 kg) jelentette. (lásd: 4. táblázat)⁵⁶

⁵⁴ Gazdasági tevékenységek egységes ágazati osztályozási rendszere (TEÁOR'08) az EU tevékenységi osztályozásának, a NACE Rev.2-nek magyar nyelvű változata, melyet többek között statisztikai adatok publikálásánál használnak.

⁵⁵ A „Fafeldolgozás (kivéve: bútort), fonottáru gyártása” osztály magába foglalja a fűrészáru-, falemez-, parketta-, épületasztalos-ipari termék-, tároló-fatermék-, fa-parafatermék- és fonottáru gyártását. (A papír- és papírtermék gyártása külön osztályba tartozik.)

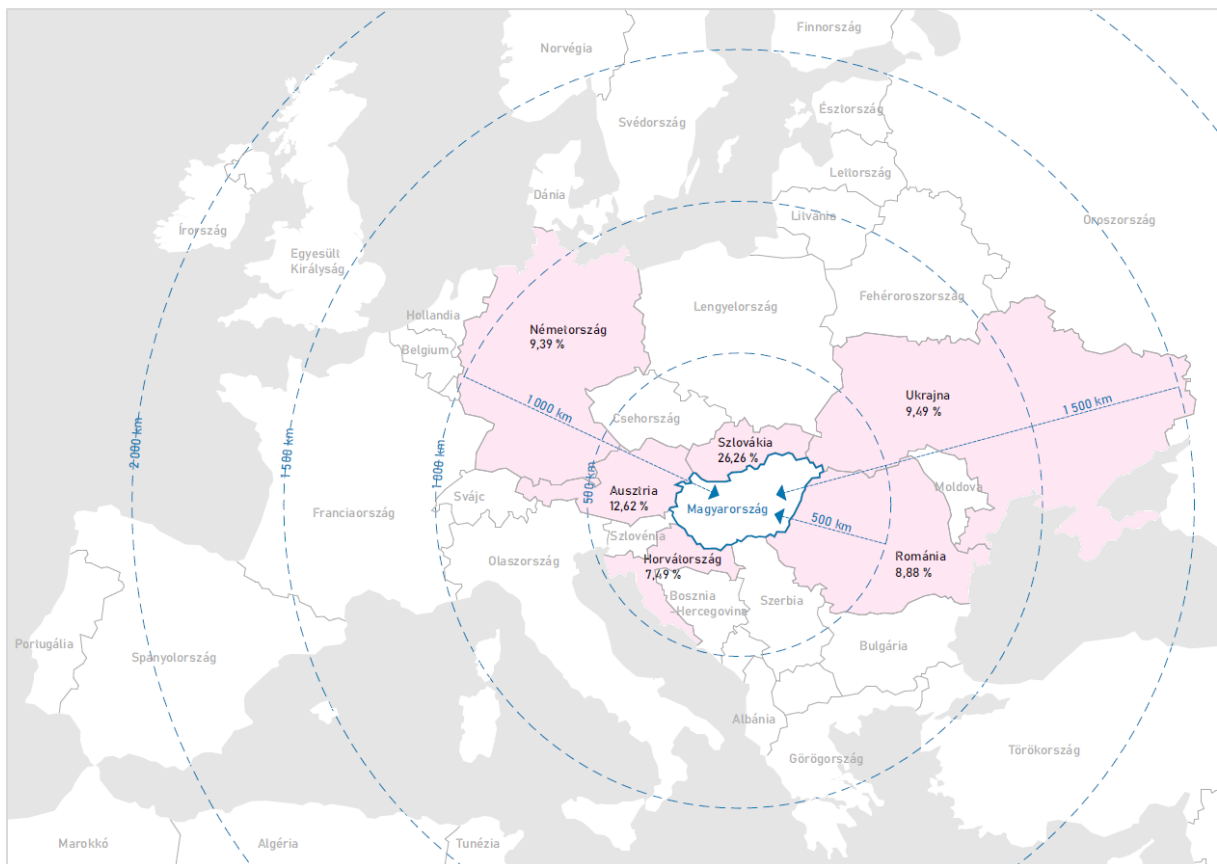
⁵⁶ Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adata: Tájékoztatósi adatbázis - Termékek külkereskedelmi forgalma., hozzáférés: 2024. 05. 28.: <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo>

4. táblázat: „Fakitermelés” és „Fafeldolgozás (kivéve: bútör), fonottáru gyártás” termék import Magyarországon 2019–2022 között (az adatok nettó tömeg kg-ban értendők)

Ország	Termék osztály	Időszak				
		2019. év	2020. év	2021. év	2022. év	
Mindösszesen az országok	ÖSSZESEN:	2 166 302 115	2 176 143 297	2 182 217 887	2 068 817 464	
	Fakitermelés	329 133 937	408 638 558	433 618 277	555 283 291	
	Fafeldolgozás (kivéve: bútör), fonottáru gyártása	1 837 168 178	1 767 504 739	1 748 599 610	1 513 534 173	
	Fűrészárugyártás	936 105 059	930 638 464	926 177 153	699 904 537	
	Fa-, parafatermék, fonottáru gyártása	901 063 119	836 866 275	822 422 457	813 629 636	
2022. évben legmagasabb mennyiséget importáló országok:						
Szlovákia	ÖSSZESEN:	662 231 069	717 812 779	689 696 520	543 286 143	26,26 %
	Fakitermelés	154 839 672	261 537 527	194 628 565	160 011 615	
	Fafeldolgozás (kivéve: bútör), fonottáru gyártása	507 391 397	456 275 252	495 067 955	383 274 528	
	Fűrészárugyártás	359 532 222	362 477 233	407 647 203	296 576 743	
	Fa-, parafatermék, fonottáru gyártása	147 859 175	93 798 019	87 420 752	86 697 785	
Ausztria	ÖSSZESEN:	199 066 030	263 708 429	242 117 629	260 984 557	12,62 %
	Fakitermelés	19 586 569	31 811 880	44 073 808	65 847 879	
	Fafeldolgozás (kivéve: bútör), fonottáru gyártása	179 479 461	231 896 549	198 043 821	195 136 678	
	Fűrészárugyártás	59 244 938	117 064 155	91 380 082	76 795 651	
	Fa-, parafatermék, fonottáru gyártása	120 234 523	114 832 394	106 663 739	118 341 027	
Ukrajna	ÖSSZESEN:	323 369 655	290 878 126	272 177 185	196 308 197	9,49 %
	Fakitermelés	33 832 145	19 443 162	16 670 979	9 349 089	
	Fafeldolgozás (kivéve: bútör), fonottáru gyártása	289 537 510	271 434 964	255 506 206	186 959 108	
	Fűrészárugyártás	210 222 122	200 974 410	191 259 415	131 381 595	
	Fa-, parafatermék, fonottáru gyártása	79 315 388	70 460 554	64 246 791	55 577 513	
Németország	ÖSSZESEN:	141 639 246	176 496 383	152 015 375	194 195 932	9,39 %
	Fakitermelés	1 393 299	2 907 607	3 662 218	15 780 168	
	Fafeldolgozás (kivéve: bútör), fonottáru gyártása	140 245 947	173 588 776	148 353 157	178 415 764	
	Fűrészárugyártás	26 694 568	46 555 290	26 484 920	25 960 303	
	Fa-, parafatermék, fonottáru gyártása	113 551 379	127 033 486	121 868 237	152 455 461	
Románia	ÖSSZESEN:	182 018 279	172 483 729	178 661 058	183 787 239	8,88 %
	Fakitermelés	3 628 298	4 460 732	9 338 818	43 761 448	
	Fafeldolgozás (kivéve: bútör), fonottáru gyártása	178 389 981	168 022 997	169 322 240	140 025 791	
	Fűrészárugyártás	39 370 483	26 494 387	38 963 721	35 853 579	
	Fa-, parafatermék, fonottáru gyártása	139 019 498	141 528 610	130 358 519	104 172 212	
Horvátország	ÖSSZESEN:	156 745 959	108 024 417	137 031 056	154 852 351	7,49 %
	Fakitermelés	73 323 713	59 300 134	106 602 450	129 273 807	
	Fafeldolgozás (kivéve: bútör), fonottáru gyártása	83 422 246	48 724 283	30 428 606	25 578 544	
	Fűrészárugyártás	72 371 782	31 391 008	16 047 731	15 282 822	
	Fa-, parafatermék, fonottáru gyártása	11 050 464	17 333 275	14 380 875	10 295 722	

Mindez, a távolságokat figyelembe véve, a Magyarországgal szomszédos országok esetében, átlagosan 500 km sugárú szállítási kört jelent, de ezen túlmenően már sokszorozódott távolsággal kell számolni (természetesen a valós szállítási útvonalak hossza ettől eltérő, nagyobb értéket adhat).

16. ábra: Szállítási távolságok Magyarországhoz viszonyítva, a 2022. évi legjelentősebb faanyag importáló országok vonatkozásában



A nagy részarányú árubehozatal és az ezzel járó környezeti következmények mérséklésére, a hazai Nemzeti Erdőstratégia céljai közt szerepel a helyben kitermelt faanyagok felhasználására való törekvés. Így jelentősen csökkenhetne a szállítás igény és vele együtt a CO₂ kibocsátás, továbbá a megújuló helyi felhasználás az anyag hozzáadott értékét is növeli.⁵⁷ A iparifa felhasználás térnyerésén túl, mindez segítheti az egyéb megújuló (és/vagy természetes) alapanyagokból származó építési termékek szélesebb körű alkalmazását az építőiparban.

⁵⁷ Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti és Vadgazdálkodási Főosztálya: „Nemzeti Erdőstratégia 2016–2030” Budapest, 2016, pp. 39.

2. Hazai alkalmazásban elérhető további természetes építőanyagok

Hazánk természetes építőanyagfelhasználásának az épületfánál jóval kisebb arányú részét képezik a következő sorokban bemutatott építőanyagok, pedig legtöbbjük meghatározó eleme volt vernakuláris építészetünknek. Ennek oka az Uniós szabályozásból és a mesterségesen előállított építőanyagok széles portfóliójának térnyeréséből következik, ugyanakkor meg kell jegyezni azt is, hogy a korábban használt anyagok esetében hol a minőség, hol a kitermelhető mennyiség, hol a szabályozásnak megfelelő fejlesztés és gyártástechnológia hiányzott. Ez utóbbit más országok időben reagálva az ökológiai kihívásokra pár évtizeddel ezelőtt már újraindítottak és a legtöbb alapanyag felhasználásának új területet keresve fejlesztették iparukat.

▪ Fagyapot – farost szigetelés (pl.: STEICO, NATURHELD)⁵⁸:

Ahogy az építőipari szerkezetfák, úgy a farost alapú hőszigetelések is fenyőfából készülnek, részben a faipari hulladék, részben az erdőgazdálkodás által biztosított faállományból. Ezek a termékek egészségkárosító mesterséges adalékokat nem tartalmaznak. Minden kötő, állagmegőrző, rovar és tűzkár elleni adalékanyaguk természetes eredetű.

Más mesterséges hőszigetelésekkel szemben, a fa alapú hőszigetelés ökológiai lábnyoma negatív értéket mutat. 1kg fa alapú hőszigetelés 1,2kg CO²-öt köt meg tartósan.

A nyitott rétegrenddel, természetes alapanyagokból készülő fal,- és födémszerkezetek esetében a farost hőszigetelések természetes módon képesek a levegő páratartalmát szabályozni. Lehetővé teszik a pára szabad vándorlását. Mivel nem tartalmaznak mesterséges egészségkárosító kemikáliákat épületbiológiai szempontból sokkal egészségesebb belső mikroklímát hoznak létre, mint azok az építőanyagok, amelyek beépítésük után is bocsátanak károsanyagot a levegőbe, ill. amelyek a páraháztartás harmonikus kezelése helyett elzárják a pára útját.

Parafin vízlepergető külső réteggel úgy a tetőben, mint a nyitott résekkel bíró szerelt jellegű homlokzatburkolatok mögött kiválóan alkalmazhatók.

Rostszerkezetükből adódóan fa alapú hőszigetelések egyben kiváló hangszigetelő képességgel bírnak.

Alkalmazásukat könnyíti, hogy gyártanak flexibilis (fagyapot alapú) és merev (farost alapú) szerkezetű táblákat.

Bár a hazai erdőgazdálkodás képes lenne a farost szigetelések alapanyagát hazai fából biztosítani, a terméket nem itthon gyártjuk, hanem külföldről importáljuk. Hazai gyártásnál alapvetően a jelenlegi fenyőfa termelésünk is alkalmas lehet a szükséges mennyiség biztosítására, ugyanakkor hosszútávon, a klímaváltozás fenyőerdőkre gyakorolt hatását figyelembe véve, előre mutatóbb lenne a lombos fáink közül kiválasztani ezen termékcsoportnak megfelelő legoptimálisabb fafajtát és annak alkalmazására kifejleszteni a termék összetételét és gyártástechnológiáját.

⁵⁸ forrás: STEICO, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://www.steico.com/en/>
NATURHELD, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://www.naturheld.global/>

▪ Kender szigetelés (pl.: CANNA)⁵⁹:

A kender hasznosítása nagyon sokrétű, a gyógyszeripartól az építőiparig széles skálán alkalmazzák. Építőipari alkalmazása főként a hő és hangszigetelések területén tudott teret hódítani, ugyanakkor mésszel keverve „kenderbeton” elnevezéssel kitöltőfalazatként is kiválóan alkalmas. Jelenleg is folynak kutatások arra vonatkozóan, hogy ezt a lágyszárú növényt miként lehet a farostlemezekhez hasonlóan táblásított formában a gipszkarton szerkezetek helyettesítésére alkalmazni, ill. kisebb fesztávú áthidalásokra ragasztott tartószerkezetként.

A kender alapú hőszigeteléseknek a faalapú hőszigetelésekhez hasonlóan, minden kötő, állagmegőrző, rovar és tűzkár elleni adalékanyaguk természetes eredetű. Ezek a termékek sem tartalmaznak egészségkárosító mesterséges adalékokat, így épületbiológiai előnyük szintén hatványozott az általánosan használt hőszigetelésekhez képest.

További előnye a kender alkalmazásának a termelékenység. A magyarországi kendertermesztés nagy múltra tekint vissza. Hazai éghajlaton évente kétszer lehet aratni és feldolgozni a növényt. Bár ma még csak pár száz hektáron természetesen kender termesztenek Magyarországon, a klimatikus változások végett felszabaduló földterületek (egyes növények már nem képesek termőképességük megőrzése mellett alkalmazkodni a megváltozott időjárási viszonyokhoz) szabad lehetőséget adhatnak a kendertermesztés fokozásához. Hasznosítása a textiliparban, az élelmiszeriparban és a gyógyszeriparban nyert teret hazánkban. Építőipari alkalmazásához (hazai gyártás) első lépésben terméket és technológiát kell fejleszteni, majd a termőfelületek növelésével piaci részesedést nyerni. Nemzetközi gyártók (pl.: CANNA) terméktulajdonságai és minősítései alapján a kenderszigetelés versenyképes terméké válhat az ökológiai fenntarthatóságért való küzdelem útján.

▪ Nádlemez és nádpalló szigetelés:

A nádszigetelés tulajdonképpen nem idegen hazánk építészetétől. A Balaton környezetében és a folyószabályozások előtti időszakban tulajdonképpen az egész országban találkozhattunk vele a népi építészet korszakában. A nád, mint alapanyag teljes mértékben természetes, viszont ez esetben a táblásítást fém drót kötegeléssel végzik, így összetettségében még nem 100%-ban természetes. Nádlemez- és nádpalló termékeket kis léptékben már hazánkban is gyártanak. Minősítésük és teljesítményértékük a többi hőszigetelő anyag teljesítményével szembe állítva még nem teszik lehetővé a nagyarányú alkalmazást.

▪ Szalma alapú szigetelés (pl.: VESTA ECO)⁶⁰:

A szalmahőszigetelések a szalmából, mint egyényári növényből készülnek, Az anyag természetessége párosul a termelékenységgel. Rostszerkezetét tekintve nagyon hasonló a farosthoz. Táblásításához a ragasztóadalék újrahasznosított cellulóz. A hőszigetelő anyag harmadik összetevője a formaldehidmentes PMDI gyanta (polimer difenilmetán - diizocianát), mely a független vizsgálatok szerint sem egészségünkre, sem környezetünkre nem veszélyes. Az innovatív DEFIBRA Tech10 szabadalmaztatott

⁵⁹ forrás: CANNA FLEX, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <http://www.hanf-daemmstoffe.com/en/products/vicarius-canna-flex-2/>

⁶⁰ forrás: VESTA ECO, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://www.vestaeco.com/index.html>

gyártástechnológiának köszönhetően jelentősen kevesebb elektromos energiabevitel szükséges a gyártáshoz, mint más építőanyagoknál, így ökológiai lábnyoma is kisebb.

- Gyapjúszigetelés (pl.: ISOLENA)⁶¹:

A gyapjúszigetelés - mindenféle mesterséges vegyi adalékanyagtól mentesen az IONIC Protect moly elleni védelemmel 100%-ban természetes anyagú. Használatuk nagyban hozzájárul az egészséges belső mikroklíma fenntartásához. Hazai gyártásához a gazdasági feltételek meglévősége vizsgálandó.

- Cellulóz szigetelés:

A cellulóz szigetelések kakukkfiókaként kerültek a természetes építőanyagok sorába. A cellulóz szigetelés tulajdonképpen a papír újra hasznosításával készült termék. A cellulóz rostok és a közöttük lévő levegő biztosítja a fűtő szigetelő réteg hőszigetelő képességét. Hőtechnikai képessége vetekszik a többi táblás szigetelésével, ugyanakkor alkalmazása sokkal könnyebb. Ökológiai lábnyoma, mivel újrahasznosított alapanyagból van szó, szintén alacsony. Jelenleg is elérhető magyarországi gyártásban készülő építőanyag.

- Vályogrost lemezek (pl.: LEMIX, LEIPFINGER BADER)⁶²:

Természetes alapanyagunk a vályog mindenhol fellelhető hazánkban. Hasznosítása, mint természetes építőanyag (nem égetett kerámia) abszolút a nullához konvergál. Ugyanakkor tőlünk nyugatabbra (Ausztria, Svájc, Németország) kifejlesztették az alapjaiban vernakuláris összetételű anyag táblásítható formáját, melyek mára egy fenntartható és ökológikus alternatívát jelentenek a szárazépítészetben. Ma már nemcsak az építőlemez képességét tudják produkálni, hanem képesek hűtő-fűtő panelként is működni az épületek szerelt belső területein. A vályogrost lapok természetes alapanyagokból állnak, mint a vályog, a juta, homok, szalma és farost. A teljes anyagszerkezet újrahasznosítható és komposztálható az életciklusa végén. A vályog alaptulajdonságát tovább örökítve a vályogrostlap páraszabályozó képessége hatékonyan növeli a belső mikroklíma minőségét. Nem tartalmaznak egészségünkre ártalmas vegyi adalékokat, nincsen káros kipárolgásuk, tűz esetén sem képződnek veszélyes gázok. A könnyűszerkezetes épületek hőtároló tömeg hiányát részben kompenzálják. A hazai gyártáshoz megvan minden alapanyag és tudás feltétel. Ami hiányzik, az a gyártástechnológia infrastruktúrájának kiépítése és a folyamatos innováció a termékalkalmazásban.

- Vályogvakolatok (pl.: BLOKAY)⁶³:

A vályogvakolatok természetes és egészséges alternatívát jelentenek a ma használt cement és gipsz alapú vakolatokkal szemben. 100%-ban természetes anyagok. Immáron hazai gyártásban is elérhetőek. Ahogy a vályogrost lemezek, úgy a vályogvakolatok is jó páraháztartással bírnak, semmilyen káros kipárolgásuk nincs. Tapadószilárdságuk minden felületre való felhordás esetén biztosított.

⁶¹ forrás: ISOLENA, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://www.isolena.com/en/sheepwool-insulation/>

⁶² forrás: LEMIX, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://lemix.eu/produkt/LemixLehmplatte>
LEIPFINGER BADER, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://leipfinger-bader.de/>

⁶³ forrás: BLOKAY, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://valyogvakolat.hu/>

Vizsgálat – Falrétegredek anyagfelhasználásának elemzése

E rövid szemelvény a természetes építőanyagok tárházából megmutatja, hogy ha a társadalom nyitott az ökológiai szemlélettel történő építésre, akkor megvannak az építőanyagok, amelyekkel ez lehetséges. Ugyanakkor azt is látnunk kell, hogy ezen építőanyagok legtöbbje éppúgy, mint az épületfa (fenyő) külföldről származik, így az importálásuk nemcsak a károsanyagkibocsátás szempontjából kap egy az alkalmazási elvbe nem illeszkedő környezetterhelési szegmenst (kisebb, mint a többi építőipari terméké), hanem árképzés szempontjából is plusz terhet rak a termékre, ezért piaci térnyerési lehetőségük is nehezebb, lassabb. Alapvetően minden megvan Magyarországon belül ahhoz, hogy az építőipar saját fejlesztésű magyar terméként, magyar alapanyagból állítsa elő ezeket a termékeket, majd a környezetpozitív szemlélet térnyerésével piacot szerezzen itthon és a környező országokban ezen termékeknek. Ezzel nem csak elérhetőbb és megfizethetőbb termékhez jutna a magyar társadalom, hanem a környezetünk is egészségesebbé válhatna. Nem is beszélve a munkaerőpiaci hatásokról.

Kormányunk Hosszú Távú Felújítási Stratégiájának kiemelt célja, hogy az épületek energetikai felújításának elősegítése révén 2050-re közel nulla energiaigényű (KNE), dekarbonizált épületállományunk legyen.⁶⁴ Az új épületek esetében pedig 2024. július 1.-től kötelező a KNE energetikai minősítési szint teljesítése.

Legyen szó új építésről vagy a meglévő épületállomány megújításáról, mindenképp döntő fontosságú a karbonsemleges céljainak eléréséhez, hogy a betervezésre kerülő anyagok ökológiai jellemzőit vizsgáljuk.

Az anyagfelhasználás elemzése során összehasonlításra került öt külső tartószerkezeti fal rétegrend, melyek megegyezően $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ eredő hőátbocsátási tényezővel rendelkeztek. Ennek az értéknek a meghatározásakor a 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet 4. mellékletében szereplő besorolási kategóriák voltak a mértékadók. Az energetikai szempontból meghatározó külső határoló épületszerkezetek hatékonyságuk szerint sorolhatók csoportba, amit a hőátbocsátási tényező értéke mutat. Az értékelési osztályok a következők: rossz, gyenge, közepes, jó vagy kiváló kategória. A vizsgálathoz összeállított homlokzati fal rétegrendeket úgy határoztuk meg, hogy mindegyik esetben, az eredő hőátbocsátási tényezőjük a kiváló kategóriába essen ($\leq 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$).

A továbbiakban az öt rétegrend a következő: 1.: vasbeton tartószerkezetű; 2.: vázkerámia tartószerkezetű; 3.: tömörfa tartószerkezetű; 4.: döngölt föld tartószerkezetű; 5.: természetes anyagfelhasználású könnyűszerkezetes épület fala.

⁶⁴ Innovációs és Technológiai Minisztérium: „Hosszú Távú Felújítási Stratégia az (EU) 2018/844 számú irányelve alapján a 2021–2027 közötti kohéziós célú támogatások kifizetését lehetővé tevő feljogosító feltételek teljesítése céljából”, hozzáférés: 2024. 01. 19.: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-07/hu_2020_ttrs_0.pdf

Az 5. fal rétegrendi felépítése megegyezik a PTE MIK / ME / UB ⁶⁵ egyetemi konzorcium SomeShine nevű csapata által megvalósított, Solar Decathlon Europe 2019 – HUNGARIAN NEST+ mintaépület falszerkezetének rétegrendjével, valamint Solar Decathlon Europe 2022 versenyen, a PTE MIK – Lungs of the City csapata által megvalósított mintaépület falszerkezetének rétegrendjével. A különbség, csak a külső, átszellőztetett faburkolat kialakításában volt, mert az a 2022-es versenyen, már újrahasznosított, ill. újrafelhasznált telifa teraszburkolatból készült, így ott az ökológiai lábnyom tovább csökkent.

5. táblázat: A vizsgálatban résztvevő, különböző típusú falszerkezetek rétegrendje

1.	2.	3.	4.	5.
Vasbeton tartószerkezetű fal	Vázkerámia tartószerkezetű fal	Tömörfa tartószerkezetű (CLT) fal	Döngölt földfal	Fa vázas, természetes anyagfelhasználású, könnyűszerkezetű fal
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0,3 cm univerzális, fehér színű alapvakolat ▪ 20 cm vasbeton tartószerkezeti fal ▪ 28 cm ásványgyapot hőszigetelés ▪ 4,0 cm alumínium váz (átszellőztetett légrés) ▪ 1,2 cm szálcement homlokzatburkolat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,0 cm univerzális, fehér színű alapvakolat ▪ 38 cm vázkerámia falazat ▪ 0,5 cm légzárást biztosító alapvakolat ▪ 20 cm ásványgyapot hőszigetelés ▪ 4,0 cm alumínium váz (átszellőztetett légrés) ▪ 0,5 cm alumínium táblás burkolat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 20 cm tömörfa (CLT) tartószerkezeti falpanel ▪ 22 cm ásványgyapot hőszigetelés ▪ 4,0 cm fa lécváz (átszellőztetett légrés) ▪ 1,5 cm fa rétegelt lemez homlokzatburkolat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2,0 cm vályog vakolat ▪ 60 cm döngölt földfal ▪ 37 cm fagyapot tábla/farost-paplan hőszigetelés ▪ 2,0 cm univerzális, fehér színű mész alapvakolat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0,3 cm vályog vakolat ▪ 2,2 cm vályogrost lap ▪ 5,0 cm fagyapot tábla/farost-paplan hőszigetelés ▪ 1,2 cm OSB építőlemez ▪ 20 cm cellulóz hőszigetelés (tartószerkezeti váz közé ágyazva) ▪ 1,2 cm OSB építőlemez ▪ 6,0 cm farost-lemez hőszigetelés ▪ 4,0 cm fa lécváz (átszellőztetett légrés) ▪ 1,5 fa rétegelt lemez homlokzatburkolat

A különböző főfalak esetében, az 1 m² felületre vetített szerkezeti rétegrendek teljes vastagságával, a fajlagos hőtároló tömegükkel és a CO₂ egyenértékének kimutatásával kerültek összehasonlításra. Az utóbbi mérőszám a beépítésre kerülő anyagok ÜHG-emissziós értékének összehasonlításához nyújtott alapot, kimutatva azt, hogy milyen szintű a globális felmelegedési potenciállal rendelkeznek az eltérő rétegfelépítések.

⁶⁵ Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar (PTE MIK) / Miskolci Egyetem (ME) / Blida University (UB)

6. táblázat: Összefoglaló adatok a különböző típusú falszerkezetek számított jellemzőiről

	Megnevezés (a vizsgált külső tartószerkezetű fal)	Eredő hőátbocsátási tényező [W/m ² K]	Összesített szerkezeti vastagság [cm]	Fajlagos hőtároló tömeg értéke ⁶⁶ [kg/m ²]	Összesített CO ₂ - egyenérték 1 m ² falszerkezetre számítva ⁶⁷ [kgCO ₂ e/m ²]
1.	Vasbeton tartószerkezetű fal	0,16	53,5	486	165 184,43
2.	Vázkerámia tartószerkezetű fal	0,16	64,0	32	257,58
3.	Tömörfa (CLT) tartószerkezetű fal	0,16	47,5	49	76,39
4.	Döngölt földfal	0,16	101,0	214	69,95
5.	Fa vázas, természetes anyagfelhasználású, könnyűszerkezetű fal (SDE19 ⁶⁸ Prototípus épület)	0,16	41,5	28	32,52

Az egymáshoz viszonyított összesítésben tisztán leolvasható, hogy a természetes anyagfelhasználású szerkezetek CO₂ egyenértéke a vázkerámia alapú szerkezetnek 12,5-30%-a, míg a beton alapú szerkezetnek 0,02-0,05%-a. Ezek közül a könnyűszerkezetes fal rétegrend kibocsátási értéke a legkedvezőbb, ami alig több mint 1 ezreléke a vasbeton tartószerkezetű fal emissziós egyenértékének.

A három természetes építőanyagokból felépülő rétegrend (tömörfa tartószerkezetű, döngölt föld tartószerkezetű és természetes anyagfelhasználású könnyűszerkezetes fal) összehasonlításában a döngölt föld alapú szerkezet a második legalacsonyabb kibocsátási értékkel rendelkezik, hőtároló tömegében pedig a legjobb, ugyanakkor a teljes szerkezeti rétegrend vastagsága és nehézkes kialakítása végett gazdaságtalan megoldás.

A terület kihasználtság tekintetében a könnyűszerkezetes fal rétegrend adja ismét a legkedvezőbb értéket. Keresztmetszete a vasbeton alapú szerkezethez képest nettó 12 cm nyereséget ad (22% nyereség), míg a vázkerámia alapú szerkezethez képest nettó 22,5 cm-t (35% nyereség). Ugyanez a vizsgálat a CLT szerkezetű fal rétegrendnél a következő mutatókat hozza: keresztmetszete a vasbeton alapú szerkezethez képest nettó 6 cm nyereséget ad (11% nyereség), míg a vázkerámia alapú szerkezethez képest nettó 22,5 cm-t (25% nyereség).

Hőtároló tömeg tekintetében a CLT szerkezet a jobb a könnyűszerkezetes megoldások közt, sőt jobb a vázkerámiánál is, ugyanakkor nagy faanyagigénye miatt nehezebben előállítható hazánkban ipari mennyiségben. Érdekes vetület még, hogy bár a szerelt, előregyártott technológiával készülő rendszereket a köznyelv „könnyűszerkezetesnek” nevezi,

⁶⁶ Az értékek meghatározása a WinWatt hőtechnikai méretező program felhasználásával, a 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet szerint történt.

⁶⁷ A számítások a Circular Ecology. 2019. "Embodied Carbon - The ICE Database." adatbázis felhasználásával készültek. Hozzáférés: 2024. 01. 19.: <https://www.circularecology.com/embodied-energy-and-carbon-footprint-database.html/>.

⁶⁸ Solar Decathlon Europe 2019 (SDE19): egy egyetemek között megrendezésre kerülő, nemzetközi, innovációs lakóotthon építő versenysorozat 2019-es évi versenye, melynek európai házigazdája Magyarország volt.

a 6. táblázatból kiolvasható, hogy a CLT technológiával készülő szerkezetek hőtároló tömege a vázkerámia falazatú rétegrendnek a 153%-a, míg ugyanezen összehasonlításban a favázis szerkezetű rétegrend is eléri a vázkerámia falazatú rétegrendnek hőtároló tömegének 87,5%-át.

Következtetés

A különböző rétegrendekkel összeállított falszerkezeteket összehasonlító táblázat eredményei tisztán mutatják a természetes építőanyagok alkalmazásának előnyeit a mesterségesekkel szemben. Ugyanazon hőátbocsátási tényezőre kialakított falrétegrendek esetében gazdaságosabb a térhasználat, a kivitelezés munkaerőigénye, ezáltal a költsége, hatványozottan kisebb az ökológiai lábnyoma a természetes építőanyagokból felépített házaknak. Bár a táblázat nem mutatja, a felvezető munkarészből az is látszik, hogy épületbiológiai szempontból ezen építőanyagokban nincs semmilyen, az egészségre káros adalékszer, így a kivitelezést követő időszakban sincs káros kipárolgás. Egy jóval egészségesebb környezetben biztosíthatunk lakhatást az embereknek. Ezen falszerkezetek páraháztartása szintén előnyként jelenik meg, mint ahogy az életciklusuk végén az újrahasznosítás lehetőségének aránya is.

Ugyanakkor a kapott eredményeket hatványozottan lehetne javítani a természetes építőanyagok hazai előállításával és alkalmazásuk kormányzati támogatásával. Részben a piacon való érvényesülés kiegyenlítésének érdekében, részben saját közvetlen környezetünk és a globális klímaviszonyok pozitív befolyásolása érdekében fontos ez a fajta ösztönzés.

Az épületszerkezetek magasabb fajlagos hőtároló tömege segítséget nyújt az épület üzemeltetése során, a belső komfort megtartásához szükséges energiaigény és a kibocsátási értékek csökkentéséhez. A korábban tárgyalt terület-kihasználtsági szempontok és az emissziós értékek szerint, a legjobban teljesítő szerkezeti felépítés a természetes anyagfelhasználású könnyűszerkezetes fal rétegrend volt. Míg a CLT szerkezetű épületek ezen vetületben a második, ill. harmadik helyre szorulnak, hőtároló tömegük, annak ellenére, hogy természetes alapanyagúak a ma használt vázkerámia szerkezetű falakkal összehasonlításban másfélszeres szorzóval bír.

Ha a táblázat nyújtotta összehasonlítási vetületeket nézzük, akkor a természetes alapanyagú szerkezetek közül a tömör földfalas kialakítás sok tekintetben háttérbe szorul, így a további vizsgálatokból ez a megoldás kiesik.

E fejezet végére körvonalazhatóvá vált, hogy a környezetpozitív szemléletnek legjobban a CLT szerkezetű és a vázas faszerkezetű rétegrenddel bíró természetes alapanyagú megoldások felelnek meg. Ugyanakkor a favázis szerkezet alacsony hőtároló tömegéből fakadó hátrányaira megoldást kell találni. Ezért a gyengébben teljesítő tulajdonság javítására szükséges további figyelmet fordítani. Ezt a figyelmet olyan megoldásokra kell koncentrálni, amelyek lehetőséget biztosíthatnak a többi falszerkezet esetében is a belső komfort javítására, hisz felújítások esetében a falszerkezet anyaga nem változik, ugyanakkor a fenntarthatósági szemlélet egyik fő álláspontja, hogy ami megvan, azt már nem kell megépíteni, csak értő és tudatos módon újra hasznosítani.

HA ELFOGADJUK, HOGY MINDEN LÉTEZŐ (ENTITÁS) A SAJÁT MAGÁBÓL EREDEZTETETT ELEMekkel tud LEGINKÁBB KOHERENS EGÉSZET ALKOTNI, AKKOR EL KELL FOGADNUNK AZT IS, HOGY ÉPÍTETT KÖRNYEZETÜNK AKKOR TUD A LEGSZERVESEBBEN EGYÜTTMŰKÖDNI A TERMÉSZETI KÖRNYEZETTEL, HA ALAPANYAGAIT A TERMÉSZETBŐL KÖZVETLEN HASZNOSÍTTJA.

A fejezetben bemutatásra került a természetes építőanyagok számszerűsített előnye és a hazánkban elérhető termékek szegmense, ami azonban egyelőre még nincs teljes átfedésben az itthon előállított természetes építőanyagok kínálatával, mivel a külföldön előállított természetes építőipari termékek alkotják a nagyobb hányadot. Az építőipar ökológiai lábnyomának csökkentésében és a klímazónák vándorlására adott helyes válasz tekintetében, a természetes építőanyag használat a helyi jellemzőknek megfelelően tud a megoldás hatékony része lenni, (gazdálkodási forma - klimatikus környezet - építőipari hasznosíthatóság összhangjának megteremtése, termelékenység fokozása a hiányzókban, innovációs tevékenység, technológiai felkészültség, szállítási környezetterhelés csökkentése, mind kiemelt jelentőséggel bírnak). Emellett, a környezetpozitív építészeti szemlélet figyelembe veszi a lokációra jellemző eltéréseket és tervez a meglévő adottságokban várhatóan bekövetkező változásokkal (megújulási és fenntartható fejlődési szempontrendszer harmoniájával). Az összehasonlító elemzésből levont következtetéseknek megfelelően, a következő tézisalkotó vizsgálatok nem a korábban említett hőtároló tömeg növelésére, hanem a külső környezeti hatásokra adható adekvát válaszok keresésére koncentrálnak, mind új és meglévő épületek vonatkozásában.

A folyamatosan változó éghajlati jellemzőkhöz való alkalmazkodásban az egyik leghangsúlyosabb építészeti kérdés, az épületekben kialakítható, megfelelő komfortkörülmények megteremtése. Napjainkra az épületekben elvárt hőmérséklet biztosítását leginkább aktív gépészeti rendszerekkel oldják meg. Ezek kizárólagos alkalmazásával az energiafelhasználás mértéke jelentősen megnövekszik az üzemeltetés során. Ha társítjuk ezt azzal, hogy ma már minden hőmérsékleti viszonyra (-10 °C - +40 °C) ugyanazt a belső hőmérsékletet kívánjuk megteremteni (kb. 22 °C), figyelmen kívül hagyva az egészséges komfortérzetet, a szellőztetést pedig teljesen mesterséges üzemben működtetjük, akkor az épületeink energiaigénye hatványozottan növekszik meg. A klimatikus változásokhoz való alkalmazkodás eszközeit kell úgy megválasztanunk, hogy az éghajlati rendszerek előnyeit a javunkra fordítjuk az épület működése során, míg hátrányos hatásait távol tartjuk az épülettől. A belsőterek hőmérsékleti igényében pedig figyelembe veendő az emberi komfortérzet működésének összhangja a külső és a belső hőmérsékletekre vetítetten.

Napjainkban pontos kalkulációkat és szimulációkat tudunk végezni, hogy meghatározzuk egy anyag, jelen esetben az épület szerkezeti rétegrendjének hővezetési és hőátbocsátási tulajdonságait. Előre tervezhető az eltérő klimatikus viszonyoknak megfelelő megoldások, annak függvényében, hogy milyen elvárásaink vannak a belső komfort körülmények, ezen belül a hőérzet vonatkozásában. Az épület határoló szerkezeteire vonatkozóan, az Épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet rögzíti az átlagos hőátbocsátási tényezők (jelenleg hatályos) követelményét, ami az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásához és hatékonysági kategóriákba való besorolásához szükséges. Minél jobb az épület energetikai besorolása, annál kedvezőbb energiafelhasználása, amihez az épület hőveszteségének minimalizálása is szükséges. A hőveszteség redukálásával pedig az ökológiai lábnyom is kisebb lehet. A többszintű besorolási rendszer elemi közül, most az épület azon részeire irányul a fókusz, melyek elsődlegesen függetlenek az aktív gépészeti rendszerektől.

A vizsgálat az energiaigények csökkentésével foglalkozik. Olyan passzív (tehát aktív gépészeti rendszerek nélküli) klímaburok megoldások elemzése a cél, melyek működési elve a vernakuláris építészetből (tornác, széles ereszalja, zsalugáter) és a tőlünk délebbre már aktívan alkalmazott megoldásokból (teljes homlokzatot védő árnyékolási rendszerek) ered.

A megelőző évszázadok népi építészetében, a jelenkor tudása és energetikai számításai nélkül, csak a tapasztalati úton megszerzett ismeretekre támaszkodva, a napsugárzás „melegítő” hatását vették figyelembe. Mindezt annak a ténynek a felismerésével tették, hogy nem csak a napnak kitett felület, de idővel a teljes réteg, így az anyag ellentétes oldala is felmelegedhet. Ma már tudományosan bizonyított jelenség a hőszugárzás (radiáció), a hőátadás egyik típusa, amit a különböző rendszerek között létrejövő energiamegosztásként (átvitelként) értelmezünk. Az átvitt energia mértéke a hő fogalmaként jellemezhető. Amikor a Napból érkező elektromágneses sugárzás (főként infravörös és fény sugárzás) eléri a Földet, akkor a hőszugárzás révén ad át energiát és így melegítő hatást eredményez.⁶⁹

A megfelelő belsőtéri hőérzetet támogató építészeti megoldások az évszakokhoz társuló magas és alacsony napállások szerint alakultak a hagyományos népi építészetben. Nyugat-Közép-Európa meleg-mérsékelt éghajlati zónára jellemzően, a gyakori forró nyarak esetében a napvédelem, továbbá az ehhez képest hideg téli évszakoknál és az őszi-tavaszi

⁶⁹ Energiamegújulás – Tudástár. hozzáférés: 2024. 05. 20.: <https://energiamegujitas.hu/hoatadas>

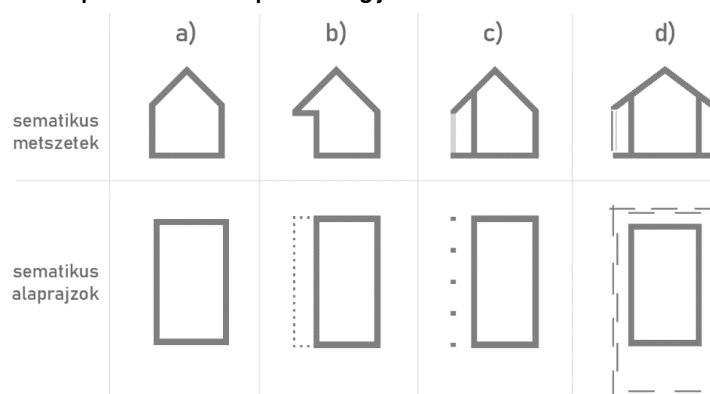
átmeneti hónapokban az alacsonyabb napállásból kinyerhető, passzív napenergia hasznosítás volt hangsúlyos.

A napsugárzás hasznosításának alapvető feltétele a megfelelően tájolt épület. A régióra jellemző hagyományos népi építészetben a nyári túlmelegedés szabályozásának egyszerű eszközei a déli oldalon kialakított széles ereszalja vagy tornác és a tudatosan telepített növényzet voltak.⁷⁰

Tőlünk délebbre - mediterrán és forróövi éghajlaton - a lakóépületek külső homlokzata jellemzően teljes felületen napsugárzás elleni védelmet kap, vagy nagy arányban zárt, míg lakóterei lehetőség szerint egy belső átszellőztetett, árnyékos udvar köré rendeződnek. A külső és belső terek között gyakori az átmeneti, árnyékos, szellős zónák (árkádok - balkonok) létrehozása. Ezzel a megoldással az éghajlatra jellemző kétévszakos (nyári / átmeneti) klíma hőterhelését veszik le az épületekről. A kutatás célja meghatározni, hogy ezen árnyékolt, légmozgással is hűtött átmeneti zóna kialakítás, milyen hatásfokkal alkalmazható hazánkban. A disszertáció ezen fejezete a nyári hatékonyság mértékének meghatározását és a vizuális megjelenés építészeti karakterként való megfogalmazását tűzte ki célul. Első lépésben a vizsgálat tárgya, hogy milyen hőterhelés érheti annak az épületnek a falait, amely:

- eresz nélkül direkt napsugárzásnak kitett; (napjaink nemzetközi építészeti trendje)
- széles ereszaljával bír a déli oldalon; (magyar népi építészet passzív megoldása)
- tornáccal bír a déli oldalon; (magyar népi építészet passzív megoldása)
- energiaburokként veszi körbe egy változtatható fényáteresztő képességű másodlagos épületbőr. (SD2019 – Magyar Fészek+ mintaépület – kockaház energetikai felújítás)

17. ábra⁷¹: Vizsgált koncepcionális felépítés négy változata



Az utolsó változat a zsalugáter lokális (falnyílásokra fókuszáló) védelmét terjeszti ki az egész épületre és létrehoz egy félig nyitott félig zárt árnyékolt teret nyáron. A bőr fényáteresztő képességének meghatározása és a panelek zártsága befolyásolja a homlokzati falak hőterhelését és az átmeneti tér komfortérzetét is. A bőr „szövetének sűrűsége” igazodik a klímaváltozásból adódó hőterheléshez, ill. a napsütés intenzitásához.

A mediterrán (adott részein) és forróövi éghajlaton a téli időjárás már nem hoz olyan hidegeket, melyek jelentős mértékű negatív előjellel befolyásolnák a belső komfortérzetet, ugyanakkor nálunk még négy évszakkal kell számolnunk egy ideig. Ebből kifolyólag a

⁷⁰ Reischl Gábor: "A környezetbarát energiatakarékos állattartó épületek" in "Könyv az építészetéről" szerk.: Bachman Zoltán, Pécs, Janus Pannonius Tudományegyetem University Press, Pécs, 1998, pp. 617-627.

⁷¹ forrás: saját ábra.

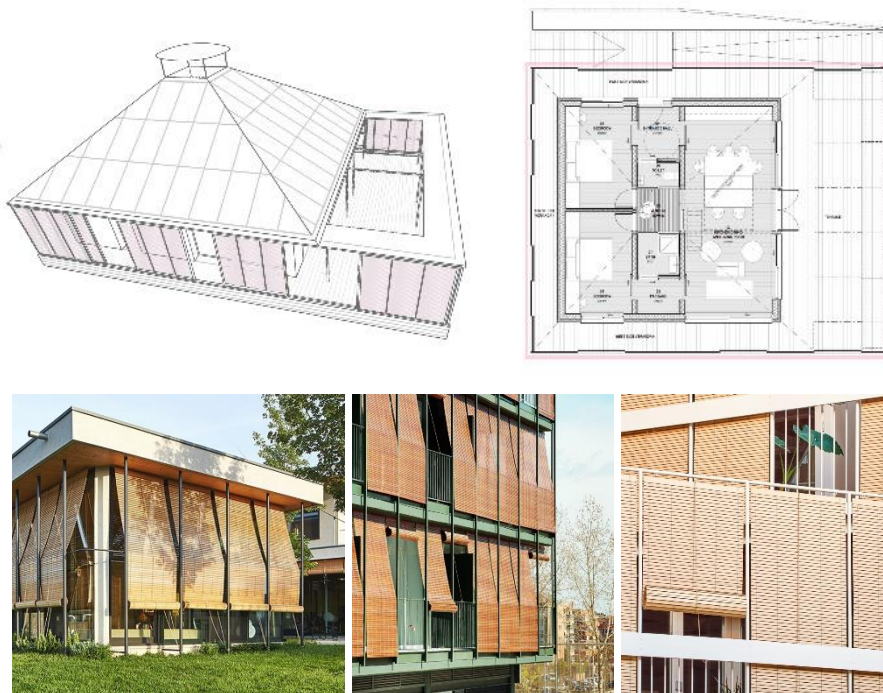
házunkban javasolt megoldásnak éppúgy nyáron, mint télen, segítenie kell a külső hőmérsékleti teher csökkentését. Kedvező napviszonyok mellett a téli időszak napsugárzásának melegítő hatását is hasznosítani kell tudni a megoldásnak.

Téli vetületben a másodlagos épületbőr alkalmazásának a megoldása az épületet határoló burkot polikarbonátra vagy üvegre változtatja. Így létrehozva egy köztes teret, mely a nap energiáját felhasználva temperálja az épület homlokzati falait és az azt körülvevő életteret, miközben távol tartja a külső léghőmérsékletből adódó hőterheléseket.

Jelenlegi lakóépület állományunk az első három modell szerint működik, ahol többségében elmondható, hogy csak a nyílászárók kapnak közvetlen védelmet a sugárzó hőhatástól, míg a falak csak a tetőtűlnyúlás, ill. a tornác közvetett védelmét élvezik adott mértékben.

Ha a negyedik modell, a Solar Decathlon Europe 2019 (SDE19) versenyen megvalósult, Magyar Fészek+ (Hungarian Nest+) prototípusépület⁷² koncepcióterve szerint alakítjuk ki lakóépületeinket és a falazatokra eső környezeti hatásokat megsűrjünk egy klimatikus burokkal (lásd mediterrán és forróövi vernakuláris és kortárs megoldások), csökkentjük a falszerkezetek nyári átmelegedésének és a téli lehűlésének esélyét egy átmeneti tér közbeiktatásával. Ekkor a belső komfortkörülmények fenntarthatóbbá válnak, a belső energiaigény nagymértékben csökken és a folyamatosan melegedő klimatikus körülményekhez való alkalmazkodás is létrejöhet a burok tulajdonságainak egyszerű változtatásával.

18. ábra⁷³: SDE19 versenyre készült Magyar Fészek+ koncepcióépület terve (fent) és kortárs építészeti megoldások a teljes felületi árnyékolásra (lent)



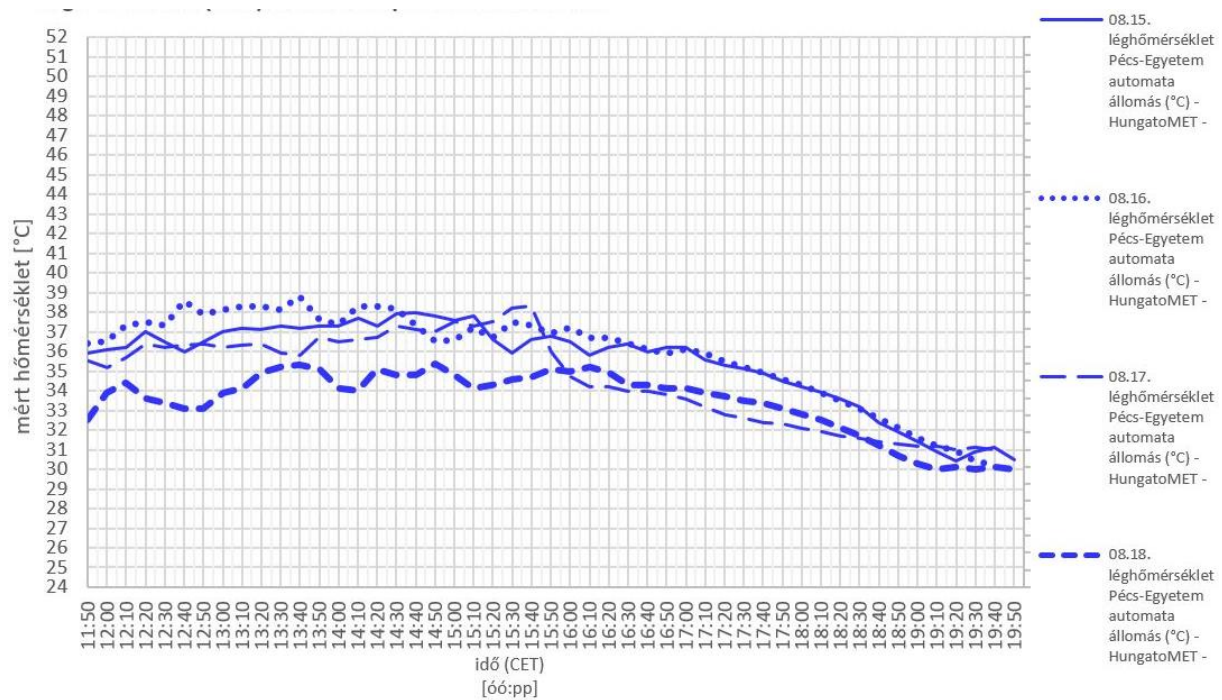
⁷² Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, "Magyar Fészek+ = Hungarian Nest: New Types of Energy Spaces in Sustainable Architecture", Metszet, vol. 11, no. 4, pp. 44–47, 2020.

⁷³ forrás (szerk.: Juhász H.) felső sor: SDE19 - MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépületet megvalósító csapat., alsó sor: Maiztegui, Belén: „Traditional Solutions, Modern Projects: Wooden Screens for Sun Protection and Ventilation”, ArchDaily, 2021, hozzáférés: 2024. 09. 22.: <https://www.archdaily.com/954288/traditional-solutions-modern-projects-wooden-screens-for-sun-protection-and-ventilation>

Mérési installáció

A teljes épületet körülvevő energiaburok hatékonyságának alátámasztásához, elsőként egy mérési installáció valósult meg a Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Karának (PTE MIK) kampuszán. A mérés során a hazánkra jelenleg egyre jellemzőbbé váló, forró nyári körülmények között (2024. augusztus 3. hete), kiemelten magas hőterhelésnek kitett, külső homlokzati falfelület felmelegedését mértük, eltérő árnyékoltsági szituációk kialakításával. A megépített mérési installáció nyugati (dél-nyugati) tájolással készült, hogy a hőterhelés legerőteljesebb, 12 óra és 18 óra közötti időszaka váljon lekövethetővé. Az installáció kialakítása lehetővé tette a teljesen árnyékolatlan és a tornáccal / széles ereszaljával bíró épületekre eső hőterhelés, ill. a felületeken keletkező hő mérését is. Ez utóbbi kettőnél az egyszerűsítés érdekében megegyező eresztűllógással számoltunk (1,2m). A többnapos mérési időszakban megegyezően napos, derült (felhőtlen) és többségében hőmérsékletileg is kiegyenlített állapotok voltak a meghatározók, melyet PTE MIK telephelyén álló országos meteorológiai hálózat automata időjárásállomása (HungaroMET) is rögzített.

19. ábra: Léghőmérséklet alakulása napi összehasonlításban, a délutáni órákban, az automata meteorológiai állomás által rögzített adatok szerint (2024. augusztus 15-18. között).



Az installáció felépítését tekintve egy központi mérési zónából és a kétirányból hozzá csatlakozó „kiegészítő” egységekből állt. A kiegészítő egységek a közvetlen mérési zóna kiterjesztéseként működtek, annak érdekében, hogy a valós épülethomlokzati méretekhez leginkább hasonló helyzetet hozzuk létre, mely az épület egy teljes homlokzati falát képezi, túlnyúló eresszel vagy több árnyékoltsági fokozatban vizsgált, másodlagos épületbőrrel társítva.

21. ábra: Fotók a mérési installációról (85%-os árnyékoltsághoz tartozó felépítmény)



A kialakításnál fontosnak tartom megemlíteni, a felépítményre vonatkozó anyaghasználat fizikai vonatkozását is. Mivel időszakos installációról van szó, ezért szempont volt, hogy a mérések végeztével hátramaradó felépítmény részei ne csak egy életúttal bírjanak. Hulladék termelése nem cél még akkor sem, ha csak a kutatáshoz szükséges szerkezet átmeneti kialakításról van szó. Ezt szem előtt tartva alkalmaztunk már meglévő és nagyságában a mérés térbeli dimenzióinak megfelelő, fém kiállítási kereteket, melyek a másodlagos homlokzati burok szerkezetét biztosították. Ezek a mérést követően, újra eredeti funkciójuknak megfelelően működhetnek a későbbi kiállítások során. A különböző sűrűségben perforált árnyékoló panelok az installáció közepső, mérési zónájában, természetes anyaghasználással, fa rétegelt lemezből készültek. A kör geometriájú perforációk megjelenése, egyben esztétikus belsőépítészeti dizájnelemként is érvényesülhet, így előzetes terveink szerint az újrafelhasználása során az árnyékolópanelokból bortartó keretek valósulnak majd meg. A harmadik említést érdemlő anyag az installáció két szélső, túlnyúló zónájában kialakított kiterjesztett árnyékoló felület volt. Mindez papír „csíkok” felhasználásával valósult meg, mely papírt a későbbiekben vázlat (skicc) rajzolásra alkalmas méretben használtuk/ használjuk újra. Összességében az alkotóanyagok tudatos megválasztása is a teljes dolgozat átfogó fenntarthatósági szemléletét tükrözi.

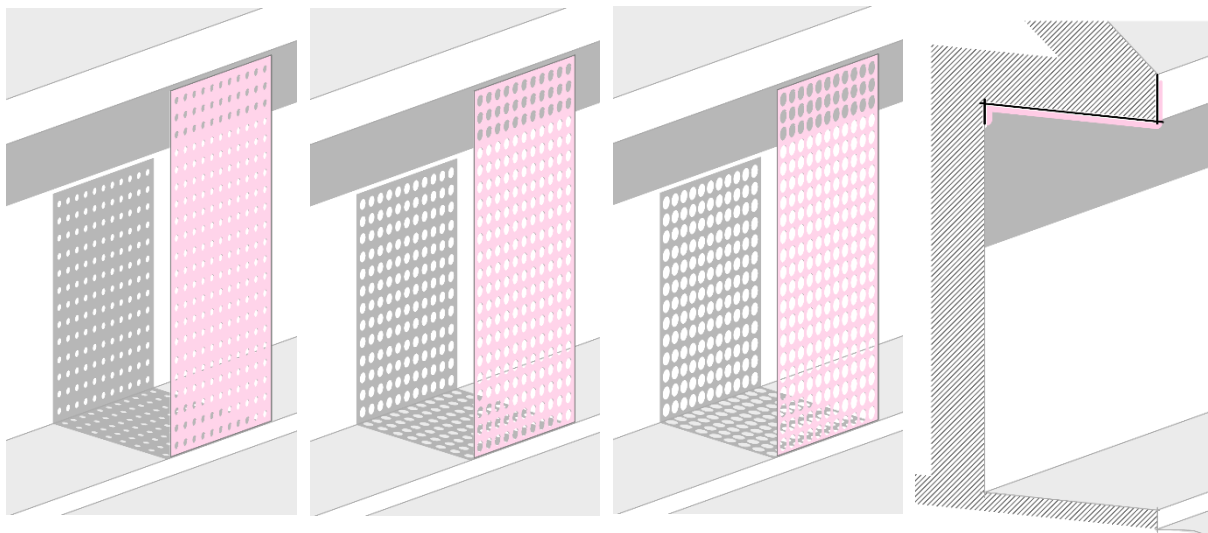
Az vizsgált árnyékoltsági szituációk / szintek a következők voltak:

- 1.) 85 %-os árnyékoltság;
- 2.) 65 %-os árnyékoltság;
- 3.) 50 %-os árnyékoltság.
- 4.a) árnyékolás nélkül (0 %-os), ami a széles eresztűnyúlás nélküli épületek falazatára eső hőterhelést jellemzi (direkt napsugárzásnak kitett falszerkezet);
- 4.b) teljes (100 %-os) árnyékoltság, ami a széles eresztűnyúlás, vagy tornác esetében kialakuló részlegesen árnyékolt falazatok helyzete;

22. ábra: Vizsgált árnyékoltsági szituációk. Balról jobbra:

85%-os, 65%-os, 50%-os árnyékoltsággal és túlnyúló eresztűnyúlással.

Vizsgálatra került az átmeneti tér hőmérsékletének alakulása, a falfelület felmelegedése és annak késleltetési lehetőségei, mindez azonos napsugárzási körülmények mellett és különböző árnyékoltsági állapotokban.



Az 85%, 65% és 50%-os árnyékoltsági szint az épület teljes kerületére kiterjesztett „klíma-burok” fényáteresztő képességeinek három kiválasztott esetét mutatja a nyári működés viszonylatában. Az árnyékolószerkezet elhagyásával és a keretek tetején végig futó hőszigetelő táblák (eresztűnyúlás modellező eszköze) megtartásával tudtuk mérni a tornácos, ill. a széles eresztűnyúlás nélküli megoldás homlokzati falára eső hőterhelést és felületi hőmérsékletet.

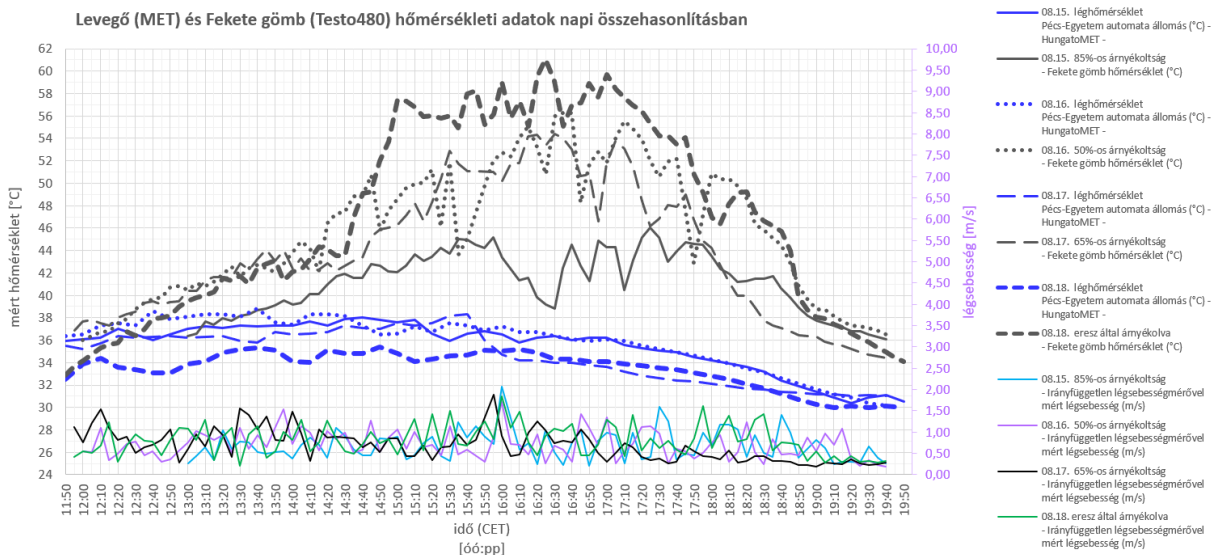
Az installáció felhasználásával, meghatározásra került három fő vizsgálati irány:

- a) az épület falazata és a külső burok között létrejövő átmeneti tér hőmérsékletének vizsgálata (elsődlegesen a kialakuló energetikai jellemzők és komfortérzet felméréseivel),
- b) épület falára és az árnyékolófelületre jutó hőterhelés mérése (felületi hőmérséklet érzékelőkkel, árnyékoltság függvényében több ponton mérve),
- c) a homlokzati falfelület teljes keresztmetszetű átmelegedésének mértéke számításokkal és szimulációs modellezéssel támogatva, annak érdekében, hogy az átmelegedés bekövetkezésének idejét a lehetőségekhez mérten maximálisan késleltessük a másodlagos épületbőr segítségével.

Mérési eredmények

A napi összehasonlításban (ill. a korábban vázolt négy árnyékoltsági szituációnak megfelelően), a fekete gömb hőmérsékleti adatok jelzik az épület falazata és a külső burok között létrejövő átmeneti tér azon hőmérsékletét, ahol a sugárzó hő figyelembevételével, az emberi hőérzethez leginkább hasonló értékek kerültek rögzítésre. A diagramm görbéi a várt eredményt hozzák, miszerint a legforróbb hőérzet a legkevésbé (csak eresztel árnyékol) esetben alakul ki (maximuma eléri a 61°C-ot), majd fokozatosan csökken az érték a legsűrűbb (85%) fedettségű kialakításig (maximuma 46°C-on tetőzik). Megemlítendő, hogy az előzetesen vártnál nagyobb a hőérzeti egyezés az 50% és 65%-os megoldások esetében. A teljes összehasonlítás túlnyomórészt azonos külső léghőmérséklet és légsebesség mellett valósult meg (22. ábra).

23. ábra: Fekete gömbhőmérsékleti adatok összehasonlítása a meteorológiai állomáson mért léghőmérsékleti értékekkel, napi osztásban, a mért légsebességi adatok mellett.

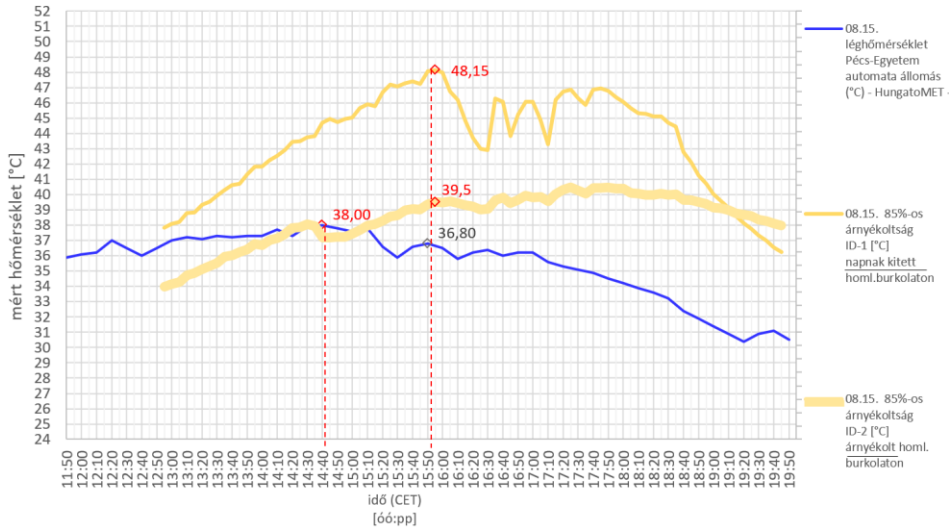


A külső időjárási környezeti hatások összetettségéből adódóan és hosszútávú mérési adatok hiányában, részleges eredmények és következtetések rögzítése volt a vállalás a helyszíni mérések vonatkozásában.

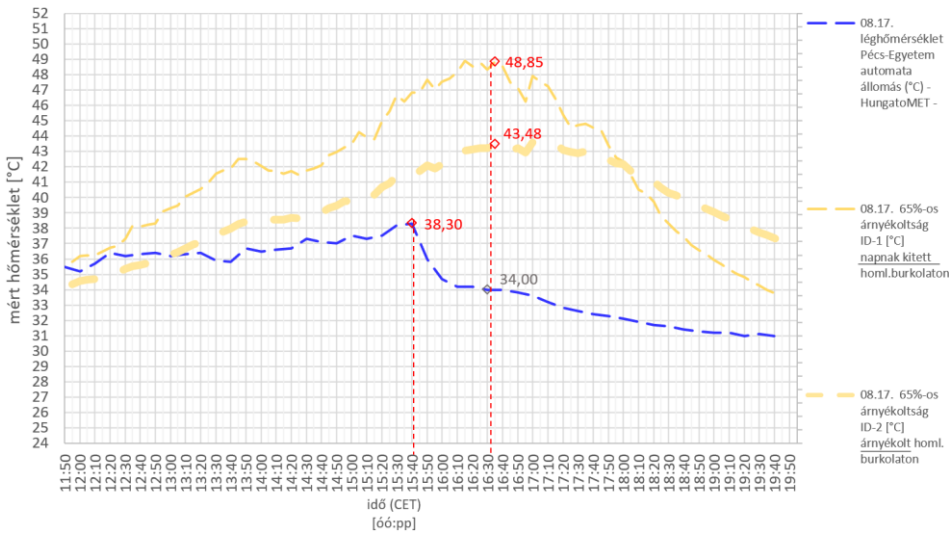
A mérési adatokból leolvashatóvá vált, hogy a napnak kitett homlokzati falfelület hőmérsékleti maximuma meghaladta a 48°C-ot, mialatt ugyanabban az időpontban (16:00 és 16:30 között) amikor a léghőmérséklet 34-37°C volt, az árnyékolat falfelület hozzávetőlegesen 5-8°C-kal alacsonyabb értéket ért el (39,50°C; 43,48°C; 43,30°C). Viszonyítási alapként megemlítendő, hogy az automata időjárás állomás (országos meteorológiai hálózat - HungaroMET) által rögzített adatok szerint a léghőmérséklet maximuma (kb. 13:30-15:30 időintervallumban tetőzve) 38°C - 38,80°C között alakult. Az előzetes feltételezéseknek megfelelően, az árnyékolat és árnyékolatlan (napnak teljes mértékben kitett) felületek közti hőmérsékletkülönbség a legsűrűbb, 85%-os árnyékoltság esetén volt a legnagyobb. (23. ábra)

24. ábra: Árnyékolatlan-, és árnyékolt felületek hőmérsékleteinek összehasonlítása a léghőmérsékleti adatokkal, napi bontásban.

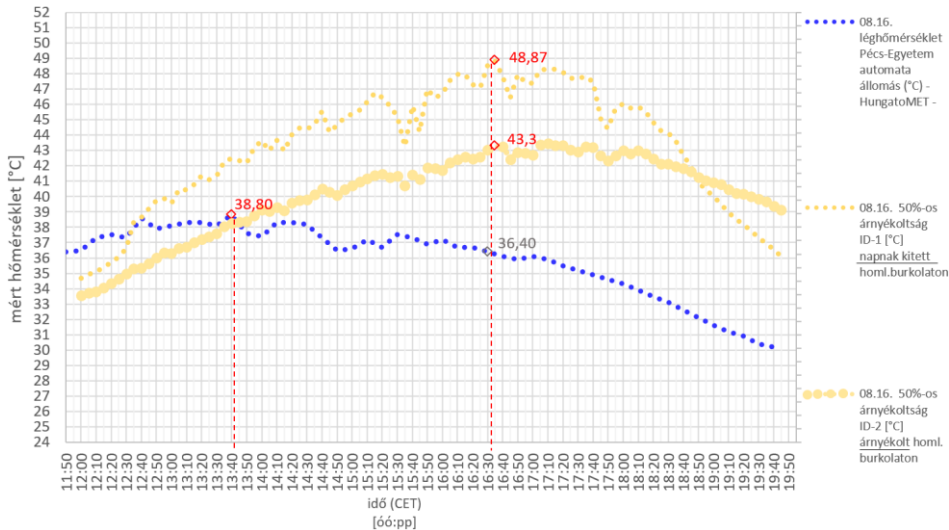
Árnyékolatlan-, 85%-osan árnyékolt felületi hőmérsékletek és a léghőmérséklet (MET) alakulása



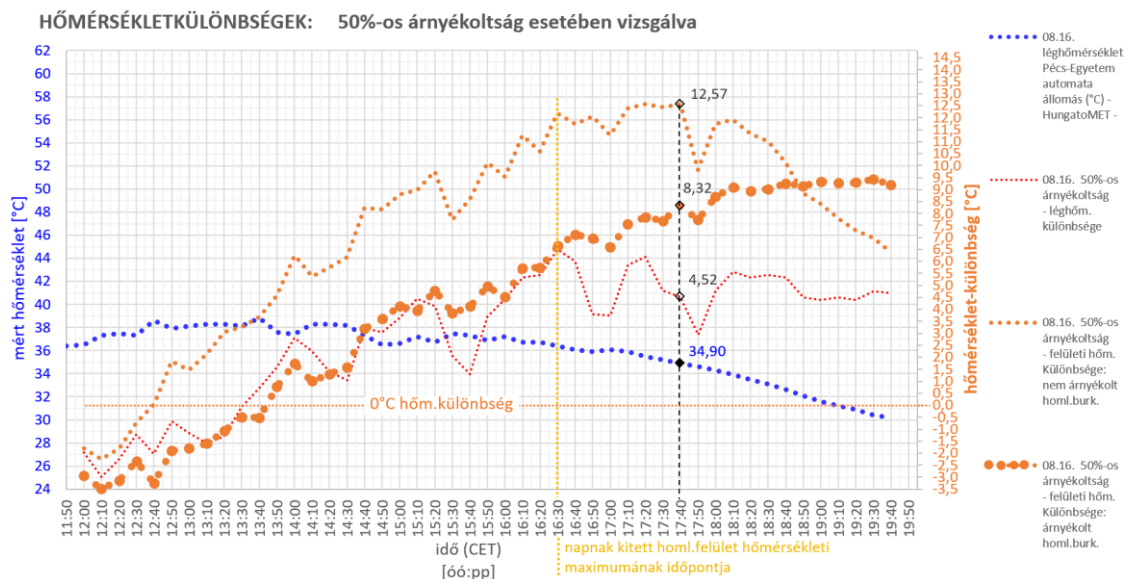
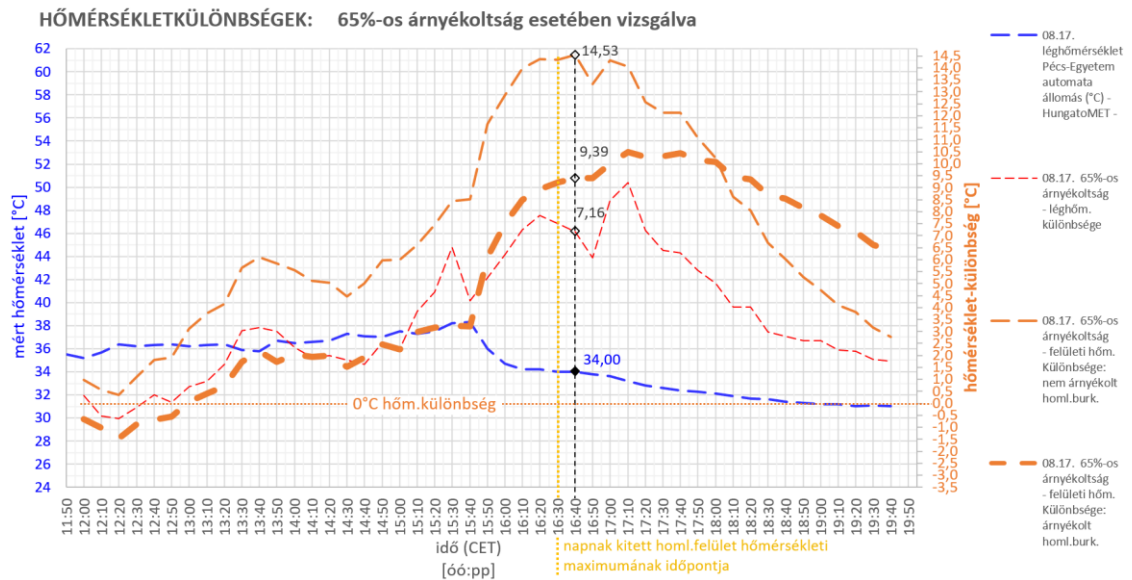
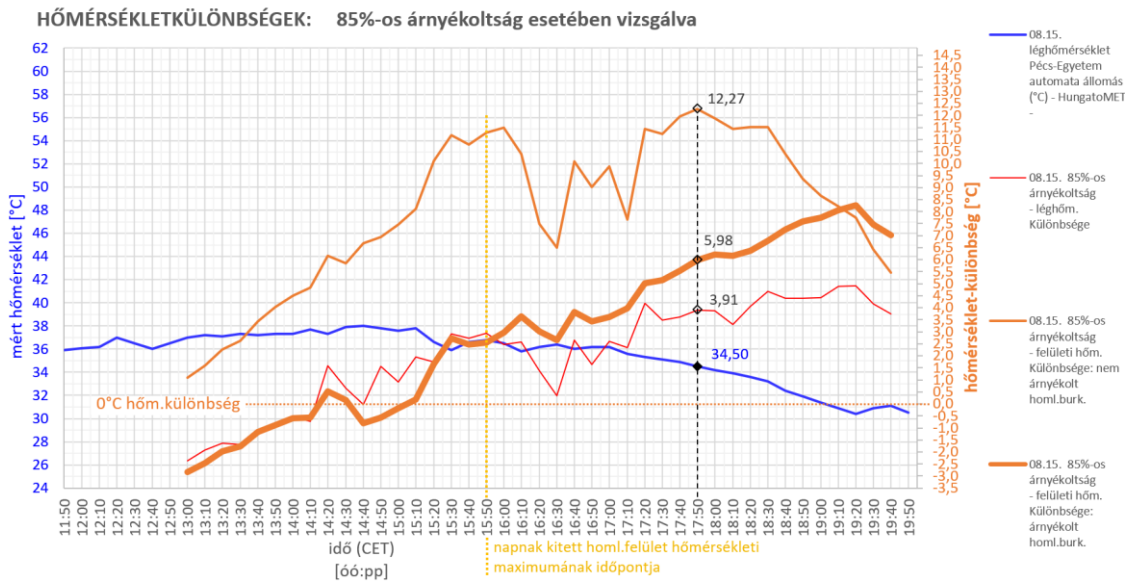
Árnyékolatlan-, 65%-osan árnyékolt felületi hőmérsékletek és a léghőmérséklet (MET) alakulása



Árnyékolatlan-, 50%-osan árnyékolt felületi hőmérsékletek és a léghőmérséklet (MET) alakulása



25. ábra: Hőmérsékletkülönbségek vizsgálata.



A mért hőmérsékletek vizsgálata során nem csak a különböző felületi hőmérsékletek egymáshoz viszonyított alakulása, de a külső léghőmérséklethez mért eltérésük is kimutatásra került. A legmagasabb hőmérsékletkülönbségek a napnak kitett felület és a külső léghőmérséklet között elérték a 12-14,5°C, míg az árnyékolt falfelület esetében ez a különbség, ugyanabban az időpontban, 30-50%-kal kisebb volt. Az átmeneti térben mért léghőmérséklet különbségi értéke az legjobban perforált (50%) árnyékoló és a legkevésbé perforált (85%) árnyékoló installációnál hasonló viselkedést mutatott. A mérési időszak utolsó óráiban (a külső léghőmérséklet csökkenése során) már közel állandósult 4-5°C különbség olvasható ki a mért adatokból, a külső és az átmeneti tér léghőmérséklete között. Ezzel szemben 65%-os árnyékoltságnál a léghőmérsékleti különbség kevésbé állandósult, inkább csökkenő különbözeti értéket mutat, ami a mérési időszak utolsó óráira már megközelíti az alig 1,5°C eltérést. (24. ábra)

Elmondható, hogy a különböző árnyékoltságok mellett vizsgált átmeneti tér léghőmérséklete a 85%-os fedettségű árnyékolórendszer esetén adta a legjobb értékeket, azonban leghamarabb regenerálódni a 65%-os árnyékoltsági esetben volt képes. Ahogy korábban említésre került, a sugárzó hőből adódó érzet és az árnyékolt falfelület felmelegedése is a 85%-ban árnyékot biztosító megoldásnál volt a legkedvezőbb a hazai viszonylatban kiemelten forrónak tekinthető augusztusi mérési időszakban. Emellett a kialakításhoz társítható előnyök módosulhatnak, ha teljes évre vetítetten vizsgáljuk az épületbőr megoldását. Ezért a folytatásban, a mérések kiterjesztéseként, a teljes évre vetített működést elemzi a kutatás, szimulációs modellezés segítségével.

Szimulációs modellezés

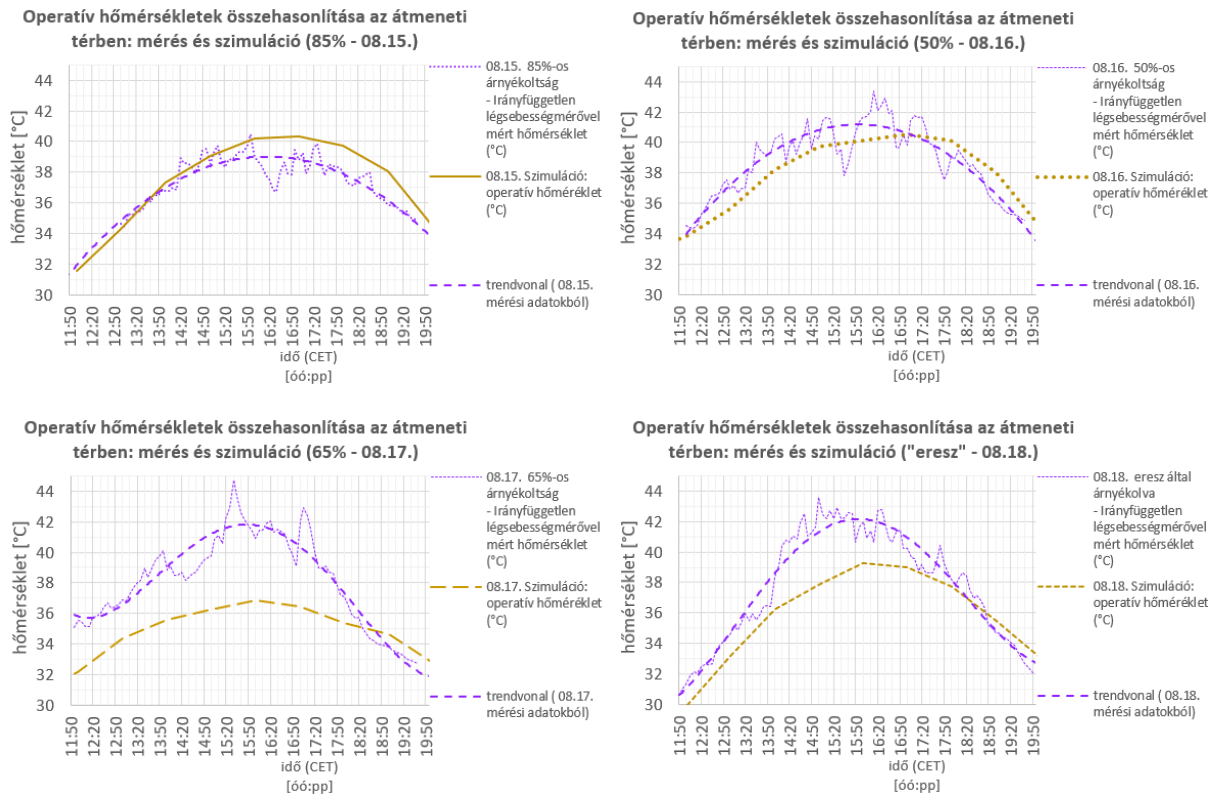
A korábban tárgyalt mérések augusztus 15-18. között zajlottak, azonban annál átfogóbb képet kaphatunk, minél hosszabb időszakra terjed ki a vizsgálat, és ez a későbbiekben a kutatás további fejlesztéséhez is alapot adhat. A szimulációs eszközök alkalmazása lehetőséget biztosít a kiterjesztett vizsgálati időn túl arra is, hogy változtatható paraméterek mellett több kialakítás, azonos körülményeknek megfelelően, összehasonlíthatóvá váljon. A következőkben, a hazai viszonylatban szélsőségesen forrónak számító klimatikus viszonyokra kerül a fókusz.

A szimuláció folyamatához a mérési adatokkal hitelesített modell készült el, melyben a falfelület és belső tér felmelegedését vizsgáltuk. Cél volt meghatározni, hogy az elvárt belső komfort hőmérséklet értékei meddig tarthatók fenn, illetve, hogy miként alakulnak az idő vetületében, amennyiben nem működtetünk aktív gépészeti rendszereket és a falfelület védelmet kap a különböző árnyékoló megoldások által.

A folyamat két fő egységre tagolódott. Az első lépésben a felépítésre került a mérési helyszín modellje, melyben a méréssel azonos kialakítás és időjárási körülmények között szimuláltuk a falfelületek és az átmeneti tér hőmérsékletét. A szimulált eredmények és a mért adatok hasonlósága a szimulációs modell validálására volt alkalmas, hogy a mérési időszakban is jellemző és a korábbi évek átlagánál kimagaslóan forróbb hőmérsékleti viszonyoknak megfelelő helyzetet vizsgálhassunk. Mivel a jövőben már várhatóan ez lesz hazánk éghajlati adottsága az eltolódó klimatikus zónák vonatkozásában.

26. ábra: Mért és szimulált adatok összehasonlítása napi bontásban:

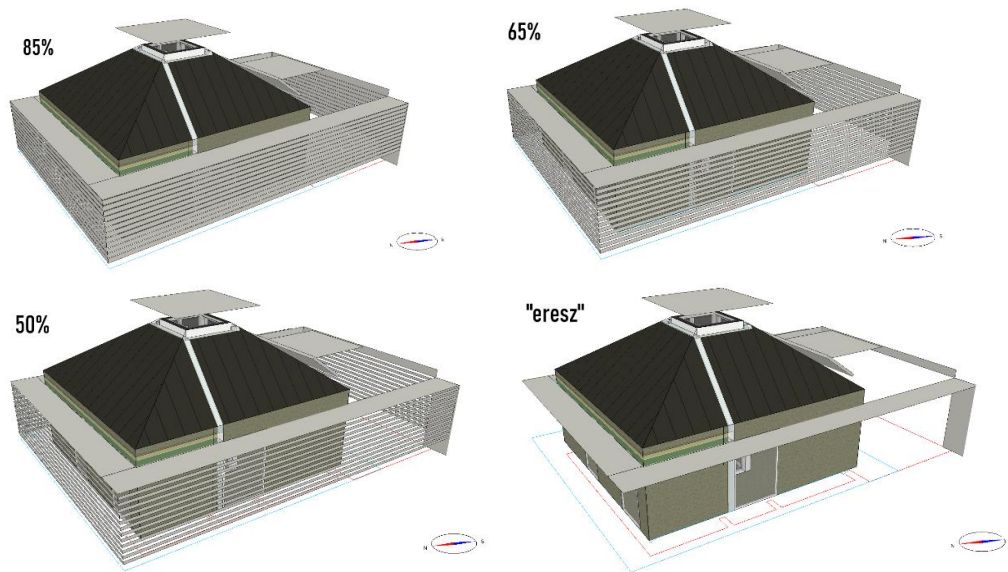
Az átmenetiterben mért hőmérsékleti adatok trendvonala többségében megegyező viselkedést ír le a szimulációs modell által generált adatok görbéjével.⁷⁴



Következő lépésként, a szimuláció tárgya már nem a mérési installáció modellje (ami egy falfelület leképzésére volt kialakítva), hanem a Magyar Fészek+ koncepcióépület volt. Ez a koncepcióterv egy kockaház típusépület újraértelmezésével jött létre. A természetes anyagfelhasználású, könnyűszerkezetes lakóépület teljes területén (azaz nem csak a nyílászárókat, de a teljes falazatot is árnyékoló kialakítás) körül veszi az átmeneti tér és az azt határoló tolózsalus árnyékolórendszer, ami másodlagos épületbőr – energiaburok szerepét tölti be. Mind a négy árnyékolási állapot (85%, 65%, 50%, és széles eresztúnyúlással árnyékoló szituáció) esetében megvizsgáltuk a belső tér hőmérsékletének változását. A szimulációk passzív állapotban, tehát gépészeti hűtés nélkül kerültek lefuttatásra. Ennek segítségével az épületszerkezeti kialakítás és az építészeti megoldások, jelen esetben a környezetpozitív szemlélettel tervezett alkotóelemek hatékonysága vált kimutathatóvá.

⁷⁴ A szimulációk az EQUA: IDA ICE 4.8 (Indoor Climate and Energy) épület-szimulációs programmal készültek.

27. ábra: A szimulációs épületmodell három eltérő sűrűségű árnyékolórendszerrel (85, 65%, 50%) és eresz által árnyékolt kialakításban



Megfelelőség és eredmények

Az értékelés során fontos előre meghatározni, hogy milyen követelmény rendszerekhez mérten kerülnek megfeleltetésre a kapott eredmények. Ez a gyakorlati alkalmazás során, a szabályozásokban rögzített standardokat jelenti, melyekhez a valós tervezési feladatokban is igazodni kell.

Jelenleg, lakóépületekre vonatkozóan a belső hőmérséklet méretezésének értékeit az MSZ EN 16798-1:2019 szabvány tartalmazza. Négy komfortkategóriát határoz meg a leírás, melyek közül a II. osztályban rögzített adatok tekinthetők az általános/normál követelményszintnek, amit új épületek és felújított épületek esetében kell alkalmazni. Itt a hűtési (nyári) időszakra vonatkozóan elvárás a 23-26°C belső hőmérséklet (téli időszakban ez az érték 20-25°C-ra módosul).⁷⁵ A szabvány megemlíti a tervezési értékektől való eltérés lehetőségét, amennyiben a lakó a korábbiaktól különböző igényt fogalmaz meg otthonára vonatkozóan, illetve, ha megmarad a lehetősége az értékek későbbi módosítására.

A környezetpozitív szemlélethez az EN 15251 szabványban meghatározott, úgynevezett „külső csúszó átlag hőmérséklet” fogalma áll közel, melyben a beltérben elvárt hőmérsékleti határértékeket a külső átlaghőmérséklet figyelembevételével határozzák meg. Ennek megfelelően nem egy állandó 20-24 °C belső („szoba”) hőmérséklet az elvárás, amit ugyanúgy követelmény biztosítani a hideg téli és forró nyári időszakban. A szabvány figyelembe vesz, egyfajta emberi tűréshatárt, amiben a külső környezeti hőmérséklettel arányosan korigálva határozza meg a biztosítandó belső hőmérsékleti értéktartományt (magasabb és alacsonyabb tűréshatárú osztályoknak megfelelően).

⁷⁵ MSZ EN 16798-1:2019 (Épületek energetikai teljesítőképessége. Épületek szellőztetése. 1. rész: Beltéri bemeneti paraméterek az épületek beltéri levegőminőségéhez, hőmérsékleti, világítási és akusztikai környezetéhez kapcsolódó energetikai teljesítőképességének tervezéséhez és értékeléséhez. M1-6 modul):
B.2.4 Default indoor temperatures for energy calculations – Table B.5.: Temperature ranges for hourly calculation for cooling and heating energy in four categories of indoor environment.

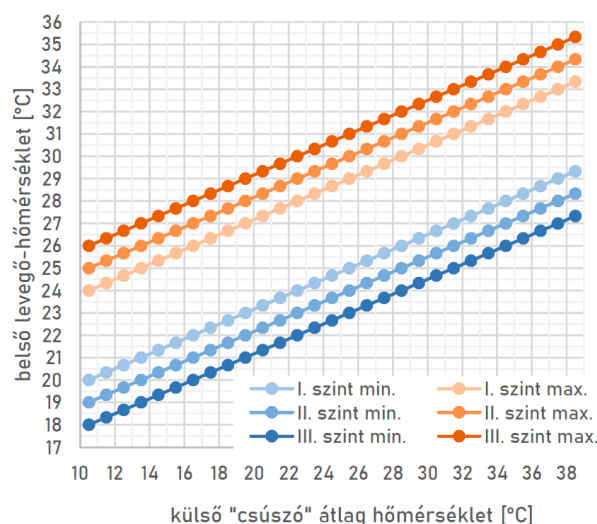
Ennek az elvnek kiemelt előnye, hogy a külső környezethez rendeli a belső értékeket, a kapcsolat nem függetlenedik, így az összhang megmarad és nem alakulnak ki szélsőséges elvárások, melyek lekövetése kizárólagosan többletgépészet alkalmazásával valósítható meg. (pl.: A külső 34°C esetén nem 20°C-os belső hőmérsékleti komfortot határoz meg, ami 14°C hűtési igényt jelent, hanem még a legmagasabb elvárási szintű kategóriában is 28-32 °C belső hőmérsékletet irányoz elő (2-6°C hűtési igény), ami a tisztán mutatja a ráfordított energiamennyiségek különbségét, következtetésképpen az épületüzemeltetés kisebb terhelését.)

Természetesen ennek a komfortelvnek az általános elfogadottsága és beépülése társadalmi oldalról is jelentős tudatosítást igényel, ha lakóépületeket vizsgálunk. Kezdeti lépés, hogy bizonyítást nyerjen az alkalmazhatóság, mely során az épületeinkkel szemben támasztott komfortigényeink biztosítottak maradnak és az „ár-érték-hatás” arány a lehető legoptimálisabbá válik.

7. táblázat: Az épületek négy komfort kategóriája az EN 15251 szerint ⁷⁶ és az elfogadható beltéri hőmérsékletek, komfortkategóriákra osztva.

külső "csúszó" átlag hőmérséklet [°C]	belső levegő-hőmérséklet [°C]					
	komfort kategóriák (EN 15251 szerint*)					
	I. szint		II. szint		III. szint	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
38	29,33	33,33	28,33	34,33	27,33	35,33
37	29	33	28	34	27	35
36	28,67	32,67	27,67	33,67	26,67	34,67
35	28,33	32,33	27,33	33,33	26,33	34,33
34	28	32	27	33	26	34
33	27,67	31,67	26,67	32,67	25,67	33,67
32	27,33	31,33	26,33	32,33	25,33	33,33
31	27	31	26	32	25	33
30	26,67	30,67	25,67	31,67	24,67	32,67
29	26,33	30,33	25,33	31,33	24,33	32,33
28	26	30	25	31	24	32
27	25,67	29,67	24,67	30,67	23,67	31,67
26	25,33	29,33	24,33	30,33	23,33	31,33
25	25	29	24	30	23	31
24	24,67	28,67	23,67	29,67	22,67	30,67
23	24,33	28,33	23,33	29,33	22,33	30,33
22	24	28	23	29	22	30
21	23,67	27,67	22,67	28,67	21,67	29,67
20	23,33	27,33	22,33	28,33	21,33	29,33
19	23	27	22	28	21	29
18	22,67	26,67	21,67	27,67	20,67	28,67
17	22,33	26,33	21,33	27,33	20,33	28,33
16	22	26	21	27	20	28
15	21,67	25,67	20,67	26,67	19,67	27,67
14	21,33	25,33	20,33	26,33	19,33	27,33
13	21	25	20	26	19	27
12	20,67	24,67	19,67	25,67	18,67	26,67
11	20,33	24,33	19,33	25,33	18,33	26,33
10	20	24	19	25	18	26

Az épületek négy komfort kategóriája az EN 15251 szerint	
Kategória	Meghatározás
I.	Magas szintű elvárás, nagyon érzékeny és sérülékeny, speciális igényű személyek által elfoglalt helyekre ajánlott, mint például fogyatékosok, betegek, nagyon kisgyermek és idősek
II.	Normális elvárási szint, új épületeknél és felújításoknál kell használni.
III.	Meglévő épületeknél elfogadható, közepes elvárású szint
IV.	A fenti kategóriák kritériumain kívül eső értékek. Ezt a kategóriát csak az év korlátozott részében szabad elfogadni.



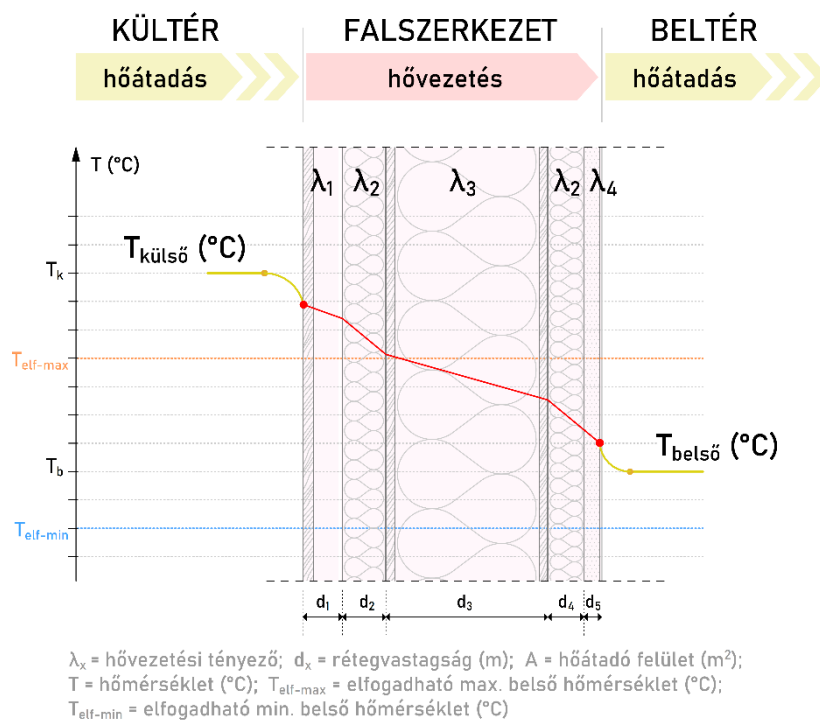
⁷⁶ Laurent Grignon-Massé - Jérôme Adnot - Philippe Rivière: „A Preliminary Attempt to Unify the Different Approaches of Summer Comfort Evaluation in the European Context”, ResearchGate, 2008, hozzáférés: 2024. 06. 28.: https://www.researchgate.net/publication/242418830_A_Preliminary_Attempt_to_Unify_the_Different_Approaches_of_Summer_Comfort_Evaluation_in_the_European_Context ford.: szerző.

A kitűzött cél annak igazolása, hogy a változó külső hőmérsékleteket figyelembe véve meghatározzuk a másodlagos épületbőr alkalmazásával elérhető legrövidebb várható időintervallumot, mely során a gépészeti rendszerek működtetésére van szükség, hogy az elvárt hőmérséklettartományt kapjuk a belső térben.

Teljes épület vonatkozásában egyértelműen egy többszetevős komplex rendszerről van szó, azonban jelen kutatás (a megelőző téziseket figyelembe véve) most a homlokzati falfelületekre fókuszál.

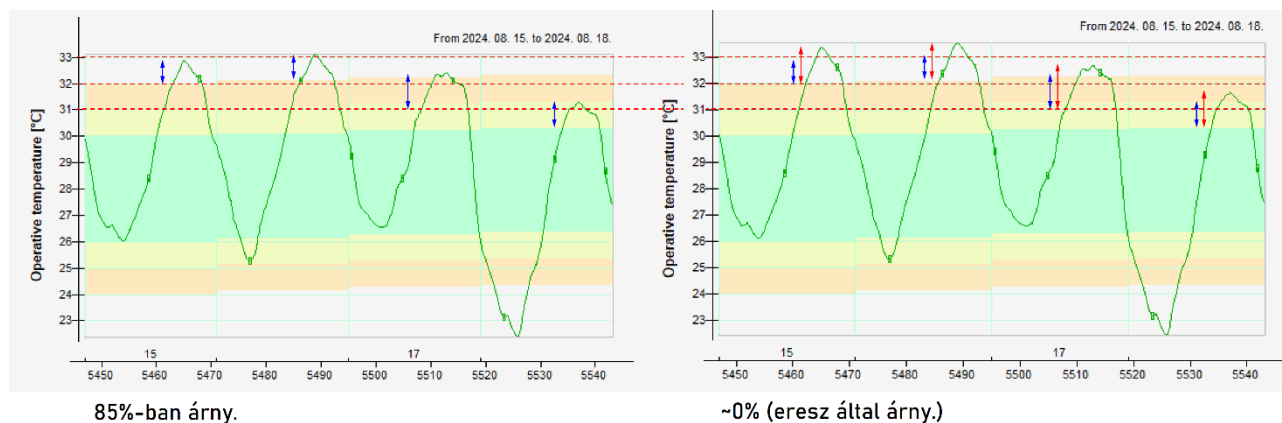
Az átmelegedés függ a falazat rétegrendi felépítéstől és így annak hőátbocsátási tényezőjétől, ami tervezés során meghatározható. Emellett az átmelegedés a falazatra jutó hőterhelés által is befolyásolt. Amennyiben homlokzati felületre jutó direkt napsugárzás mennyiségét csökkenteni tudjuk, úgy az átmelegedés időtényezője hosszabb lesz. Optimalizálás kérdése, hogy milyen nagyságrendű (felületi százalékos) árnyékolási kialakítás válhat a leghatékonyabbá, illetve, hogy a hatékonysághoz milyen eltolódott időtényezők társulnak.

28 ábra: Hővezetés elvi ábrája



A mérések kiértékelése során bebizonyosodott, hogy a nagyobb százalékban árnyékolt falfelületek adják az előnyösebb kialakítást, ami megegyezik a szimulációk eredményével. Gépészeti hűtés nélkül, a 85%-os árnyékolóval védett épület belső terének operatív hőmérséklete is átlépi az elfogadható komfortértékeket (28. ábra: diagrammok görbéi a narancssárga és szürke tartományban), azonban kisebb különbséggel, mint az árnyékolórendszer nélkül szimulált esetben, tehát a teljes épülethomlokzat direkt napsugárzástól való külső védelme passzív megoldásként beszámíthat építészeti tervezési eszköz.

29. ábra: A Magyar Fészek+ koncepcióépület 85%-os és eresztől árnyékolt kialakításának vizsgálata épületszimulációs modell segítségével: operatív hőmérséklet összehasonlítása 2024. augusztus 15-18. közötti időszakban.



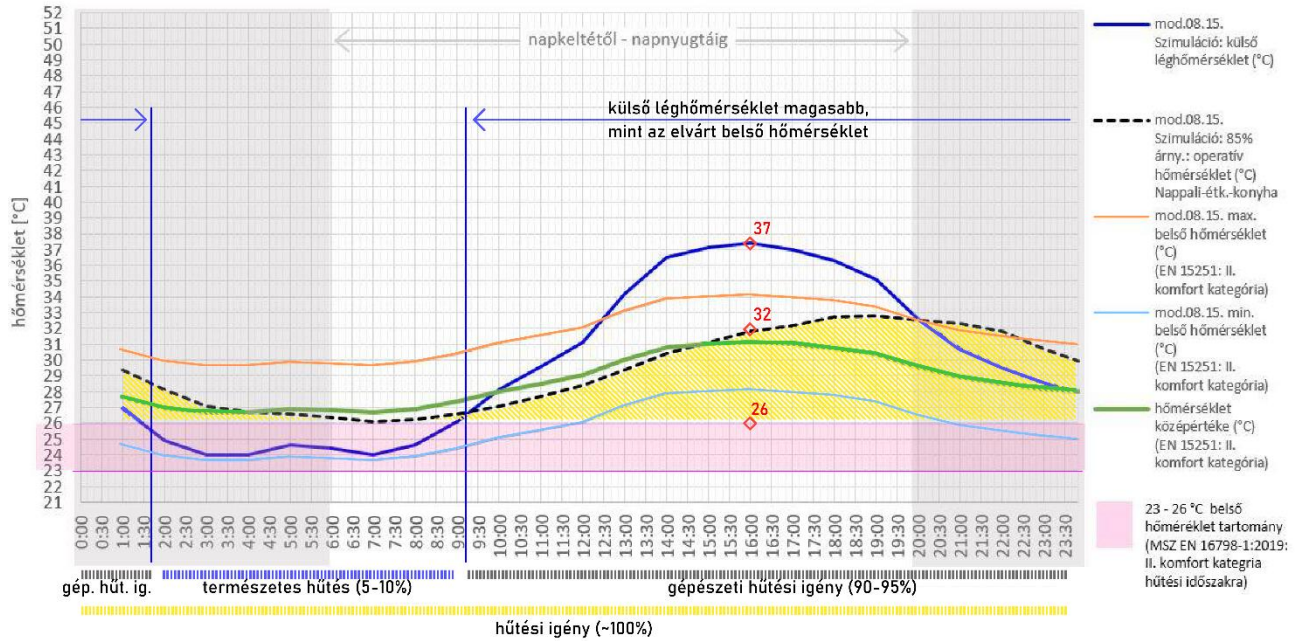
Az épület belső hőmérséklete, még a legsűrűbb (85%) árnyékolás esetén is a 23-26°C komforttartományon kívül esik (MSZ EN 16798-1:2019), mivel a külső léghőmérséklet, 1:30 és 9:00 óra közötti idő kivételével, 26°C-nál végig magasabb. Az említett éjszakai/reggeli időszakon kívül (amikor a külső levegő beengedése egy lehetséges hűtési mód lenne), a nap maradék kétarmadában (megközelítőleg 16 óra = 67%/nap) aktív hűtési igény lép fel. Ez a napi külső léghőmérséklet 37°C-os maximumát figyelembe véve, amikor a belső operatív hőmérséklet 32°C, akkor 6°C-os gépészeti hűtést jelent. (29. ábra: A diagram görbéi többségében a rózsaszínnel jelölt komfort-tartomány felett mozognak). A teljes nap folyamán kialakuló hűtési igény 90-95%-a aktív gépészettel oldható meg, mert a külső leghőmérséklet csak a hátramaradt 5-10% hűtési szükséglet esetében csökken a 26°C alá (1:30 és 9:00 óra között).

Másrészről, ha az EN 15251 szerinti „csúszó” értékeket vesszük figyelembe, akkor a külső léghőmérséklethez viszonyítva optimálisabb (az emberi szervezetet kevésbé terhelő és kisebb járulékos energia felhasználású) elvárásoknak kell megfelelnie a tervezett szerkezetnek. Az így megengedett dinamikusan változó hőmérsékleti tartomány középértékeihez igazodva (29. ábra: zöld színű görbe), a külső léghőmérséklet 10:00-tól 24:00 óráig mutat magasabb értéket az elvárt komfortértéknél (14 óra = 58%/nap). A belső léghőmérséklet délután 15:00 órától hajnali 3:30-ig lépi át a középértéket, tehát az építészeti kialakítás így 5 órás késleltetést hoz nyereségül a külső levegő felmelegedésének üteméhez mérten. A kívánt belső komfort eléréséhez, átlagosan 3°C-os gépi hűtési szükséglet alakul ki 15.00-24.00 óra között. 24.00-tól 3:30-ig a hűtés megoldható akár hagyományos módon (ablaknyitás), a külső levegő beengedésével.

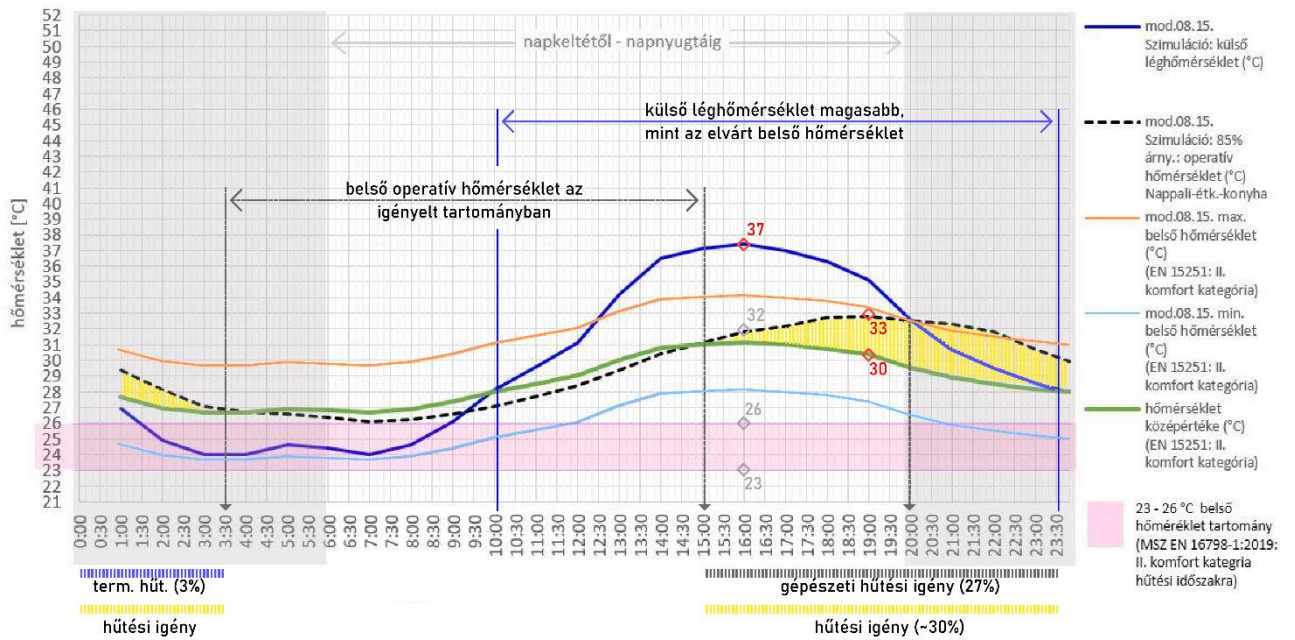
Az összehasonlítás eredménye mutatja, hogy a 26°C belső hőmérsékleti igény esetén kialakuló hűtési szükségletnek csak a 30%-a az, ami az EN 15251 szerinti igény szintjén megjelenik, melyből 10% továbbra is természetes szellőztetéssel, hűtéssel biztosítható.

30. ábra: A belső operatív hőmérsékletek alakulása és a szükséges hűtési időszakok összehasonlítása, 85%-os árnyékoltság esetén, eltérő komfortmeghatározások szerint

Elvárt belső hőmérséklethez szükséges hűtési időszakok - 2024. 08. 15. (23-26°C belső hőm. igény esetén)



Elvárt belső hőmérséklethez szükséges hűtési időszakok - 2024. 08. 15. ("cúszó" belső hőm. igény esetén)



Következtetés

A disszertáció jelen fejezete az épület falazatára jutó hőterhelés csökkentésének lehetőségeit és a kialakult állapotok belső operatív hőmérsékletre gyakorolt hatását vizsgálta. A klímavándorlás során eltolódó éghajlati jellemzőkből adódóan megfogalmazódott, hogy a tőlünk délebbre tapasztalható erős napsugárzás ellen használt árnyékolási rendszerek adaptációja indokolt és hatékony megoldás lehet az folyamatosan melegedő hazai viszonyok vonatkozásában. Ezen klímával vándorló technológiai és egyben az építészeti kultúrához tartozó eszközök, ötvözve a magyar vernakuláris építészet megoldásaival és a helyben fellelhető természetes, ill. újrahasznosított építőanyagokkal, nemzeti kultúránk szín és formaképzésével, egy koherens és egyben multikulturális választ adhat a vizsgált ökológiai kérdésekre.

Magyarország területén már jelenleg is tapasztalhatók a klímavándorlás hatásai, a korábbiakhoz képest kiugró nyári hőmérsékleti maximumok, mely jelenségre alapozottan épült fel a kutatás. Az alkalmazott mérési installációval és szimulációs modellezéssel, nagymennyiségű saját adat rögzítése valósult meg, melyek segítségével az úgynevezett energiaburok, azaz a másodlagos bőr hatékonysága vált számszerűsíthetővé. A mérésekből kiolvasható a homlokzati falfelület felmelegedésének mértéke, ahol az előzetes feltételezéseknek megfelelően, a legsűrűbbként meghatározott (85%-os) árnyékoltság bizonyult a leghatékonyabb kialakításnak. A védelem nélküli, azaz a direkt napsugárzásnak kitett falfelülettel szemben, közel 10°C-kal alacsonyabb külső felületi hőmérsékletkülönbség került rögzítésre amennyiben árnyékolást (85%) alkalmaztunk.

Az épületszimulációs folyamat az egységnyi falszakaszra jutó mérési adatok által meghatározott rendszer kiterjesztéseként működött. Segítségével az épület belső operatív hőmérsékletének alakulása vált lekövethetővé, a mért időjárási viszonyok mellett. Továbbá a szimulációs épületmodell falszerkezete, a korábbi tézisekben megfogalmazott elvek mentén, természetes anyagfelhasználású, favázás, könnyűszerkezetes homlokzatifal rétegrenddel került leképzésre. A kapott belső hőmérsékleti értékek ismételten alátámasztották az árnyékolórendszer és a hőterheléstől védett, átmeneti tér előnyös hatását. Ennek az építészeti kialakításnak köszönhetően a falszerkezet átmelegedése időben jobban eltolódott, késleltetve ment végbe. Mindemellett, a hatékonyság számszerűsítése eltérő belső hőmérsékleti komfort igények szerint került vizsgálatra. Az MSZ EN 16798-1:2019 szabvány iránymutatása a külső hőmérséklettől független, fix hőmérséklettartományon belül értelmezi a komfortkategóriákat, ami szélsőségesen magas külső hőmérsékletnél, már jelentős eltéréseket és egész napra kiterjedő hűtési szükségletet von maga után. Ezzel összehasonlítva, a külsőkörnyezeti állapotokat dinamikusan lekövető komfort megközelítés (EN 15251) akár 70%-kal kisebb hűtési szükségletet eredményezhet, a külső és elvárt belső hőmérsékletek alacsonyabb különbségi értékekből adódóan.

Következtetésképp összefoglalható, hogy a teljes épületet körülvevő árnyékolórendszer, a másodlagos homlokzati burok kialakításával az épület energetikailag funkcionális és nagyfelületen megjelenő, vizuális alkotóeleme jön létre. Ezzel a megoldással és a külső hőmérsékletet figyelembe vevő felhasználói igényszint megválasztásával, jelentős (70%) hűtési ráfordítás takarítható meg a felhevült nyári hőmérsékleti viszonyok mellett. Járulékos eredmény, hogy az eddig környezeti kapcsolat nélküli kockaház egy előnyös komfortérzetű variabilis, fedett nyitott átmeneti térhez jutott, mely a nyári meleg időszak ideális tartózkodási terévé válhat, míg az épületüzemeltetés fenntarthatóbbá, környezettudatosabbá alakul.

Épített és természeti környezetünk együttműködése egy rendkívül összetett rendszer. A bemutatott kutatás egy általános működési elv mentén és egy meghatározott, de Magyarországon egyre jellemzőbb, környezeti állapothoz mérten rögzítette a vizsgálati eredményeket. A jövőben,

az elemzés paramétereinek kombinálása, időbeli kiterjesztése és további változók hozzáadása, egy lehetséges fejlesztési irányt képezhet.

További fejlesztési lehetőség a Solar Decathlon Europe 2019 projekt során koncepcionálisan tervezett, de végül meg nem valósított, időjárásfigyelő rendszerrel egybekötött másodlagos épületbőr automatizált működtetése és annak szimulációs elemzése és hatékonyságának optimalizálása. Ehhez társított kiegészítő kutatási irányt képezhet, a már fűtést igénylő hidegebb átmeneti, ill. téli időszak vonatkozásában, a másodlagos épületbőr plexitáblával vagy üveggel határolt megoldásának tesztelése, elemzése és energiamegtakarítási hatékonyságának vizsgálata, melyre a Solar Decathlon Europe 2022 versenyen, a PTE MIK csapata által megvalósított projektépület is alkalmas felületet biztosíthat.

III. TÉZIS

AHOGY AZ EMBER BIOLÓGIAI FELÉPÍTÉSE SEM KÉPES MINDEN KÖRNYEZETI HATÁSRA ADEKVÁT VÁLASZT ADNI, ÚGY AZ ÉPÜLETEINK SEM TUDJÁK EZT TELJES ÉRTÉKKEL BIZTOSÍTANI. EZÉRT SZÜKSÉGES A MÁSODIK BŐR RÉTEGÉNEK FELÉPÍTÉSE. AZ EMBER ESETÉBEN EZ A RUHÁZATOT JELENTI, MELY KÉPES A MEGFELELŐ KOMFORTÉRTZET BIZTOSÍTÁSÁRA ÉS AZ EGYÉN IDENTITÁSÁNAK KIFEJEZÉSÉRE. AZ ÉPÜLETEK ESETÉBEN EZEN KÉPESSÉGEK EGY MÁSODLAGOS ENERGIABUROK LÉTREHOZÁSÁBAN MANIFESZTÁLÓDhatnak.

A globális felmelegedés hatásaként Magyarország éghajlati jellemzői a forró, száraz klimatikus irányba tolnak el, melyre a hazai épületállomány nincs felkészülve. A fejezetben bemutatásra került kutatás az épületekben elvárt belső hőmérsékleti komfort megteremtését támogató passzív építészeti megoldás, a „másodlagos épületbőr” hazai alkalmazásának hatékonyságára fókuszál. Mérésekkel és szimulációkkal került alátámasztásra a megoldás hatékony alkalmazhatósága, ötvözve a klímával vándorló adaptív technológiát a magyarországi „kocka házak” energetikai felújítási lehetőségeivel. Az épületre jutó hőterhelés csökkentése és a belső operatív hőmérsékletre gyakorolt hatása állt a vizsgálat fókuszában. Másrészt a fejezet előre vetíti a másodlagos épületbőr vizuális megjelenésének jelentőségét, ami a fenntarthatóság eszközeként építészeti karakterelemmé válhat.

A VÁLTOZÁS TUD ÖNAZONOS LENNI.

Jövő a klímaváltozás küszöbén / Környezetpozitív szemlélet a tervezésben

A disszertáció arra keresi a választ, hogy miként lehet a korábbi típusház rendszerek előnyös megoldásait társítani a jelen kor ökológiai kérdésekre adott technológiai válaszaival és ebből egy olyan a klímaváltozásra reagáló önazonos építészeti identitást felépíteni, mely meghatározója lehet a kor építészetének.

A globális felmelegedés hatásaira reagálva ma már elengedhetetlen, hogy a meglévő épületeink korszerűsítése és az újonnan épülő ingatlanaink kialakítása során figyelembe vegyünk a fenntarthatósági szempontokat, melyek az építéstől az üzemeltetésen át, a lakóház teljes jövőbeli, várható életciklusára is ráhatással vannak. Már a tervezés során kialakíthatók olyan épületjellemzők, melyek a lakóház megvalósulását követően, annak működése során, hozzájárulnak az energiafelhasználás csökkentéséhez, a kisebb károsanyag kibocsátáshoz és egyben az ökológiai lábnyom minimalizálásához. Mindezt úgy, hogy a kor komfortigényeinek megfelelő épített környezet kerül kialakításra, ahol a komfort fogalma magába foglalja a fizikai és szellemi (kulturális sajátosságokat figyelembe vevő) igényeket egyaránt.

A népi építészet vizsgálata során megállapíthattuk, hogy a lakóházak típusai a környezeti adottságok szerint alakultak ki, mint például a rendelkezésre álló nyersanyagok, az éghajlat hőmérsékleti és csapadék jellemzői, a térségre jellemző kulturális identitást megnyilvánulási formái. A korlátozott erőforrásokból következett, hogy az ember működése során nem hagyhatta figyelmen kívül az őt körülvevő természeti hatásokat és a helyben felhasználható anyagokban rejlő lehetőségeket. Helyspecifikus épületek jöttek létre, melyek egy térségben a legjobb gyakorlat ismétlései által terjedtek el. Akár a hazai meleg-mérsékelt éghajlati zóna, akár más klimatikus zónák vonatkozásában, a vernakuláris építészetben a tisztán funkcionális elemek egy adott régió jellemzőjévé váltak. Kijelenthetjük, hogy a népi építészet megoldásai egyszerre voltak gazdasági kényszerből fakadó megoldások, ugyanakkor tudatos, a környezeti hatásokra reagáló döntések, miközben magukban hordozták az adott kulturális korszak önkifejező esztétikai megoldásait is.

A „kockaházak korszaka” ugyan elfordul az ökológiai hatékonyság tervezési szemléletétől (itt már vannak tervek), ugyanakkor reagál a megváltozott szociológiai szegmensekre és egy egészen új térszemléletet formál az épületek belső elrendezésében. Mint típusház rendszer, megőrzi az egyszerű, könnyen megvalósítható építészeti tömegképzést (kompaktságából adódóan épületenergetikai szempontból még jobb is, mint a hosszan elnyújtott parasztház) és a helyi építőanyagokból történő építkezés előnyeit (bár ezek már a kor technikai színvonalát tükröző iparosított formában, nagy károsanyagkibocsátással előállított építőanyagok, a szállítási vetület környezetterhelő hatása itt is alacsony). A kockaházak egyéni – a lakók önkifejezését erősítő – identitását, a tervezői kereteket túllépve maguk a tulajdonosok fogalmazzák meg, a javasolt títustervet egy tipizált alpmintaként kezelik az alkalmazás során, felhasználva a szocializmus képzőművészeti korszak jellemzőinek adekvát forma és színvilágát, esetenként ötvözve azt a tovább értelmezett népi motívumkinccsel.

Mindkét korszakról elmondható, hogy a kezdeteket meghatározó mintaépület azáltal válhatott nagy arányban elterjedő megoldássá, hogy a társadalom tagjai elfogadták azt, mint a korszellemet meghatározó legújabb technológia és mindeközben lehetőségük volt azt felületi szegmenseikben saját arcukra formálni.

A tanulmány legfőbb állítása, hogy a RÁESZMÉLÉS korszakának kényszerítő hatásaira adott KÖRNYEZETPOZITÍV ÉPÍTÉSZETI VÁLASZOK szintén egy mintát teremthetnek, melyből egy új, a kor szellemét és identitását komplex módon kifejezni képes, ugyanakkor a környezeti és kulturális hatásokra reagáló, szabadon variálható építészeti rendszer jöhet létre.

Ha ezek a környezetpozitív építészeti eszközök az épülettel szerves egységben jelennek meg és annak meghatározó, identitást erősítő részét adják, akkor egy új, a természettel harmonikus párbeszédben álló kor architektúrájának szellemiségét határozhatják meg. Nem titkolt cél, hogy e szellemiség szerint az épületek energiaigényének csökkentését és károsanyagkibocsátásának nullához konvergálását elsődlegesen természetes anyagokkal és a fizika alaptételeire épülő passzív építészeti megoldásokkal javasolt elérni és csak a fennmaradó töredék energiaigényre szükséges technikai (gépészeti) megoldásokat alkalmazni. A cél nem az ipari technológiák kiszorítása, hanem azok optimalizált igényekre történő alkalmazása. Így a kis beruházási költségvetéssel rendelkező lakóépületek esetében is hatékony válasz adható a klímavándorlásból adódó környezeti kihívásokra.

Napjaink energetikai felújításai legtöbb esetben az épületek határoló szerkezeteinek hőszigetelésére és a fosszilis energiahordozókra alapozott gépészeti rendszerek cseréjére korlátozódnak. Alapvetően mindkettő jó cél és az állami támogatásoknak köszönhetően jelentős mértékben elterjedt megoldás. Ugyanakkor az építészet vizualitása szempontjából legtöbbször semlegesek, vagy romboló hatásúak. Legkézenfekvőbb példák erre az utólagos hőszigetelések során eltűnő egyedi homlokzati architektúrák és az építészeti koncepcióba való illesztés nélkül tetőre helyezett napelem panelek. E megoldások hatása pusztán egy részleges energetikai minőségjavulás, de nem válnak, nem válhatnak hosszútávra identitást meghatározó építészeti tényezővé.

Arra, hogy lehet ezt másképp csinálni, több hazai és nemzetközi példa is van. A környezetpozitív gondolkodást, mint az építészeti koncepcióalkotás gerincét kezelő és a szemléletváltozást, mint építészeti önkifejezés lehetőségét magukban hordozó építészeti, a háttérkutatásokra alapozott technológiai döntéseiket a dizájn szintjére is képesek emelni.

Az alábbi kortárs példákból nem szigorúan vett típusmegoldásokat, jóval inkább a fenntarthatóság érdekében alkalmazott építészeti eszköz identitását olvashatjuk le. A válogatás csak jelzésértékű arra vonatkozóan, hogy miként lehet az ismert és alkalmazott eszközöket az épület képeinek meghatározó, ugyanakkor a koncepció egységébe illeszkedő karakterelemként használni.

31. ábra⁷⁷: Nemzetközi példák az identitást meghatározó építészeti megjelenésre.

Mint ahogy a múlt vernakuláris építészetében megmutatkozó tornácok, széltornyok, csapadékvédelemért felelős előre ugró oromzatok, vagy a szelet hűtésre használó másodlagos, tömegtől ellebegtetett afrikai tetők, szimbólumává válhattak az adott régió építészetének és gondolkodásának, úgy lehetnek eszközei a környezetpozitív építészetnek is a klímavándorlásra adott válaszkeresés során.



32. ábra⁷⁸: Solar Decathlon Europe versenyépületek integrált napelem rendszerei 2022-ben.

Csapatok épületei balról jobbra: Pécsi Tudományegyetem (Magyarország); Stuttgart University of Applied Sciences (Németország); Aachen University of Applied Sciences (Németország); Karlsruhe Institute of Technology (Németország).



⁷⁷ források - balról jobbra:

- Astbury, Jon: „Théque Atelier surrounds home in Hungary with steel verandah”, Dezeen, 2024, hozzáférés: 2024. 09. 21.: <https://www.dezeen.com/2024/08/15/theque-atelier-frame-house-hungary/>
- Stouhi, Dima: „What is a Traditional Windcatcher?”, ArchDaily, 2021, hozzáférés: 2024. 09. 21.: https://www.archdaily.com/971216/what-is-a-traditional-windcatcher?ad_medium=gallery
- Catteeuw, Paul: „Ma'nene' of Hoe hou je de doden levend(ig)?”, VOLKSKUNDE, 2018, hozzáférés: 2024. 09. 21.: https://www.researchgate.net/figure/fig2_324647607
- Naidoo, Ridhika: „Diebedo Francis Kere at small scale, big change: new architectures of social engagement exhibition”, designboom, 2010, hozzáférés: 2024. 09. 21.: <https://www.designboom.com/architecture/diebedo-francis-kere-at-small-scale-big-change-new-architectures-of-social-engagement-exhibition/>

⁷⁸ forrás: © Sigurd Steinprinz / Bergische Universität Wuppertal, 2022.

33. ábra⁷⁹: Széltornyok.

Balról jobbra: Egyetemi campus széltornyokkal Katarban; RATI gyárépülete széltornyokkal Magyarországon; Prototípusépület rejtett széltoronnyal a Solar Decathlon Africa versenyen 2019-ben; MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépület rejtett széltoronnyal a Solar Decathlon Europe versenyen 2019-ben.



34. ábra⁸⁰: Árnyékolástechnika.

Balról jobbra: Napvédelem Spanyolországban; Jean Nouvel által tervezett Institut du Monde Arabe, Párizs; Közeli kép a Solar Decathlon Africa verseny egyik prototípusépületéről 2019-ben; Teljes kép a Solar Decathlon Africa verseny egyik prototípusépületéről 2019-ben; MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépület árnyékolórendszere a Solar Decathlon Europe versenyen 2019-ben.



⁷⁹ források - balról jobbra:

- Salama, Ashraf M.: "Interrogating the Practice of Image Making in a Budding Context", International Journal of Architectural Research Archnet-IJAR, 2014, hozzáférés: 2024. 09. 22.: https://www.researchgate.net/figure/The-case-study-the-Male-Engineering-Building-at-Qatar-University_fig1_324541984
- Garai Péter – Pásztor Erika Katalina: "RATI - a gyárak energiadesign Rolls-Royce-a", Építészfórum, 2012, hozzáférés: 2024. 09. 21.: <https://epiteszforum.hu/rati-a-gyarak-energiadesign-rolls-royce-a2>
- Saját fotó.
- A fotót készítette Paári Péter.

⁸⁰ források - balról jobbra:

- Maiztegui, Belén: „Traditional Solutions, Modern Projects: Wooden Screens for Sun Protection and Ventilation”, ArchDaily, 2021, hozzáférés: 2024. 09. 22.: <https://www.archdaily.com/954288/traditional-solutions-modern-projects-wooden-screens-for-sun-protection-and-ventilation>
- Abbas, Günsu Merin – Banci, Selda: „ARCHI-TALKS 3: Branko Kolarevic -BUILDING DYNAMICS: EXPLORING ARCHITECTURE OF CHANGE”, ResearchGate, 2020, hozzáférés: 2024. 09. 22.: https://www.researchgate.net/publication/347490454_ARCHI-TALKS_3_Branko_Kolarevic_-BUILDING_DYNAMICS_EXPLORING_ARCHITECTURE_OF_CHANGE_MIMARLIK_KONUSMALARI_3_Branko_Kolarevic-YAPI_DINAMIKLERI_DEGISIMIN_MIMARISINI_KESFETMEK
- Saját fotó.
- Saját fotó.
- A fotót készítette Paári Péter.

35. ábra⁸¹: Napterek.

Balról jobbra: Napház (Pécs, Magyarország); Belső nézet a Pécsi Tudományegyetem prototípus épületének napteréből a Solar Decathlon Europe 2022 versenyen; Thomas Herzog által tervezett lakóépület (Regensburg, Németország); Kutatóközpont (Barcelona, Spanyolország).



36. ábra⁸²: Természetes / újrahasznosított anyagok alkalmazása.

Balról jobbra: Újrahasznosított vezetékekből készült homlokzatburkolat a Solar Decathlon Africa egyik versenyépületén 2019-ben; Fa teraszburkoló deszkák újrahasznosításával készült homlokzatburkolat a Solar Decathlon Europe magyar versenyépületén 2022-ben; Természetes agyagtéglákból készült fal a Solar Decathlon Europe egyik versenyépületében 2022-ben; Belső lépcső mellvédje újrahasznosított, habosított alumínium panelekből a Solar Decathlon Europe magyar versenyépületében 2022-ben.



⁸¹ források - balról jobbra:

- Saját fotó.
- © Sigurd Steinprinz / Bergische Universität Wuppertal, 2022.
- Nik Eteghad, Ali et al.: „Re-visiting performance-based design in pursuance of passive techniques manifested in Thomas Herzog's architecture”, ResearchGate, 2015, hozzáférés: 2024. 09. 22.: https://www.researchgate.net/publication/276513381_Re-visiting_performance-based_design_in_pursuance_of_passive_techniques_manifested_in_Thomas_Herzog's_architecture
- ArchDaily: „Research Center ICTA-ICP · UAB / H Arquitectes + DATAE”, ArchDaily, 2015, hozzáférés: 2024. 09. 22.: <https://www.archdaily.com/636587/research-center-icta-icp-uab-h-arquitectes-datae>

⁸² források - balról jobbra:

- Saját fotó.
- © Sigurd Steinprinz / Bergische Universität Wuppertal, 2022.
- © Sigurd Steinprinz / Bergische Universität Wuppertal, 2022.
- Saját fotó.

37. ábra⁸³: Gépészeti megoldások, melyek identitást hangsúlyozó elemmé váltak.

Balról jobbra: Huzatfokozók a Solar Decathlon Europe 2022 magyar versenyépületén; BedZED projekt Londonban; Renzo Piano által tervezett Pompidou Kulturális Központ Párizsban.



⁸³ források - balról jobbra:

- Saját fotó.
- Bioregional: „BedZED - the UK's first major sustainable community”, Bioregional, 2019, hozzáférés: 2024. 09. 22.: <https://www.bioregional.com/projects-and-services/case-studies/bedzed-the-uks-first-large-scale-eco-village>
- Perez, Adelyn: „Architecture Classics: Centre Georges Pompidou / Renzo Piano Building Workshop + Richard Rogers”, ArchDaily, 2010, hozzáférés: 2024. 09. 22.: <https://www.archdaily.com/64028/ad-classics-centre-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers>

Környezetpozitív mintaterv – Magyar Fészek+ prototípus épület tanulmánya

A fejezet zárásaként a Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar (PTE MIK), a Miskolci Egyetem (ME), valamint a Blidai Egyetem (Blida University, Algéria) hallgatóinak és oktatóinak együttműködésében létrehozott versenyépület bemutatása következik, amely a Solar Decathlon Europe 2019 Nemzetközi Építészeti Innovációs versenyre épült fel. A Hungarian Nest+, azaz Magyar Fészek+ elnevezésű projekt egy lehetséges prototípusként szolgálhat a kockaházak környezetpozitív tervezői szemlélettel történő energetikai fejlesztésére és egy új könnyűszerkezetes, szabadon variálható épülettípus létrehozására.

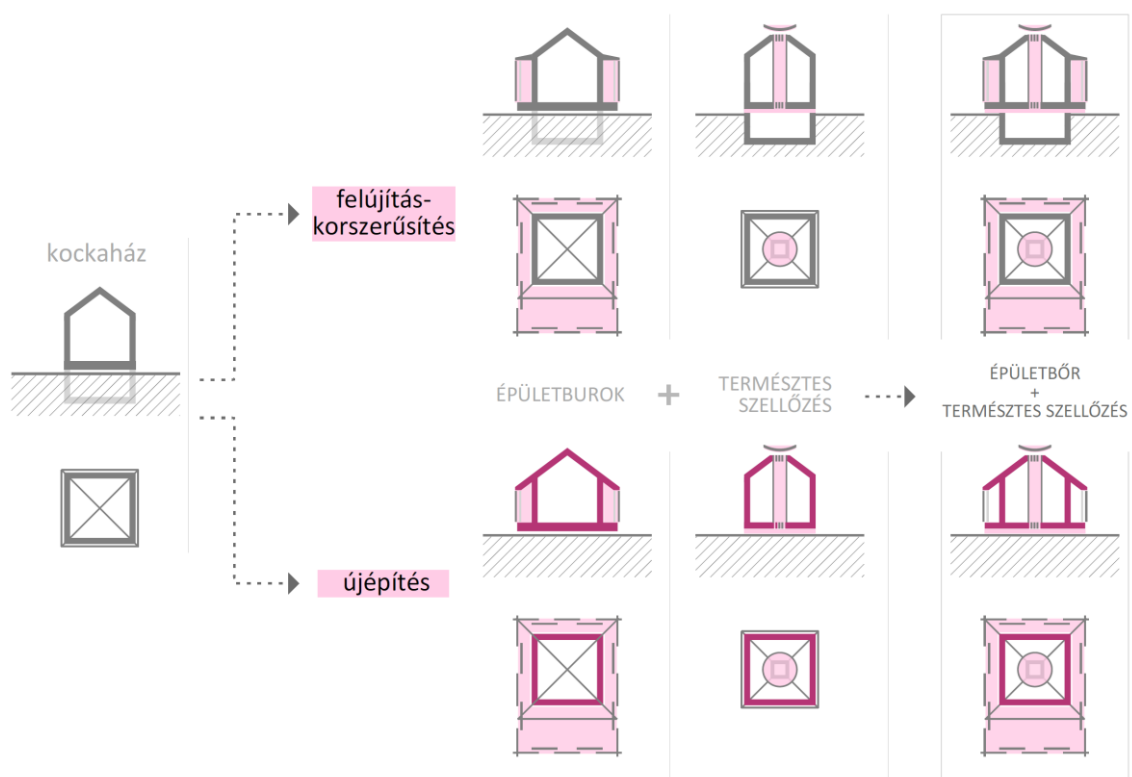
Megoldásainak helyességét mi sem bizonyítja jobban, mint hogy a megvalósításba több mint negyven, a környezeti fenntarthatóság iránt elhivatott cég nyújtott támogatást, és négy díjat is elnyert az épület a versenyen.

A Solar Decathlon versenysorozat fő célja a természetes megújuló energiák, így a napenergia hasznosításának népszerűsítése, az innovatív mérnöki megoldások kezdeményezése, a tudatos és fenntartható építészeti jövő gyakorlatának elősegítése. Az Amerikai Egyesült Államokból induló kezdeményezés, az elmúlt 20 évben már több kontinensen is megrendezésre került. 2019-ben az európai szekció, az SDE19 (Solar Decathlon Europe'19) házigazdája Magyarország volt, amikor a versenyben választható valós tervezési kihívások egyike, az örökölt épületállományok megújítását tűzte ki célul. Csapatunk a korábban már tárgyalt, leromlott állapotú kockaházak ökológikus megújítására és fenntartható hasznosíthatóságára fókuszált és egy olyan mintaothont tervezett és valósított meg, mely előképe lehet a jövőben nélkülözhetetlen környezetpozitív építészeti szemléletnek.

A „Magyar Fészek+” projektnevet viselő prototípusépület, a versenyben limitált 14 napos építési időből adódóan, új épületként és az ökológiai lábnyom csökkentését figyelembe véve, természetes anyagfelhasználású könnyűszerkezetes kialakítással valósult meg. A létrehozott új mintaothton a kockaházak prototípusának kialakítását vette alapul, de már olyan építészeti újraértelmezésekkel és kiegészítésekkel, melyek korunk és a feltételezhető jövő energetikai igényeire is reagálnak. A legtöbb esetben extra költséget jelentő technológia nem adhat önálló megoldást, mivel a gazdaságossági szempontok nagyszámú épületállománynál döntő fontosságúak. Az építészeti formálásba integrált tudatosság az, ami figyelembe veszi a természeti környezet által nyújtott lehetőségeket, így a meglévő és megújuló erőforrások által, a plusz anyagi kiadásokat minimalizálva biztosít élkéhető és hosszútávon fenntartható, komfortos otthont, ami reagál a jelenkort jellemző forró-száraz irányba tolódó, megváltozott klimatikus környezetre.

Olyan építészeti megoldások kerültek kialakításra, melyek az elvárt belső komfortszint elérését teszik lehetővé úgy, hogy a működésükkel csökkentik, vagy akár nulla közelivé teszik az épület üzemeltetéséhez szükséges gépészeti rendszerek energiaigényét, miközben a fentmaradó, de már minimalizált fogyasztást, megújuló energiaforrásokkal fedezik. Alkalmazásuk módja, azonban túlmutat a jelen igényein. Az alap projekt koncepciótól kezdve, a verseny során a cél egy olyan minta-otthon kialakítása volt, ahol az új épületen alkalmazott megoldások adaptálhatók akár meglévő kockaházak korszerűsítésénél is. A fejezet fókuszosa most két főbb karakterelem bemutatására irányul.

38. ábra⁸⁴: A koncepcionális megközelítés elvi ábrája, két főbb karakterelem vetületében.

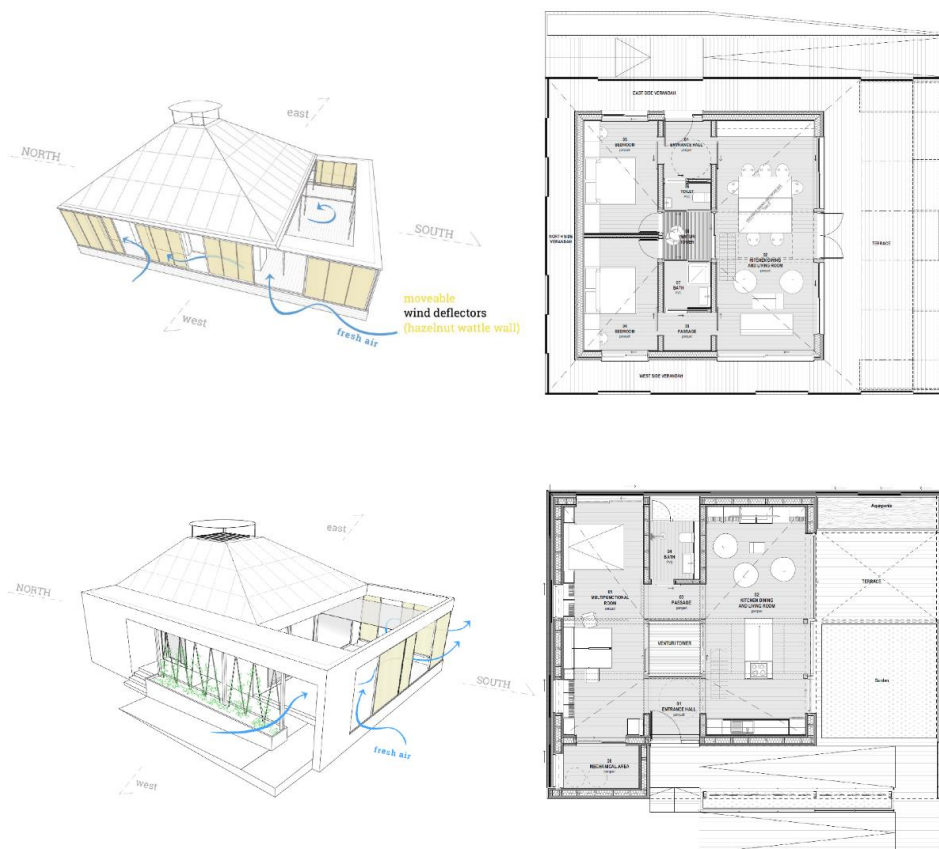


⁸⁴ forrás: saját ábra.

1. Másodlagos épületbőr - energiaburok:

A belső komfort hatékony fenntartásához a környezetpozitív tervezési szemlélet elsőként azt vizsgálja, hogy miként lehet optimalizálni a külső környezeti hatások vetületét az épület belső tereit határoló szerkezetekre. A védett belső teret lehatároló héj, alkalmas kell, hogy legyen a különböző hőterhelések kezelésére. Egy szerkezeti rétegrend az épületfizikai tulajdonságától (hőátbocsátási érték, hőtárolótömeg kapacitása) függően képes bizonyos körülmények között ellenállni a külső környezet változó hőmérsékleti hatásainak és megtartani a belsőtérben elvárt hőmérsékleti komfortot. Az anyaghasználatától függően vannak jobban és kevésbé jól teljesítő szerkezeti kialakítások, de egy épületen fellelhető különböző határoló elemek összehasonlítása során is eltérő tulajdonságokkal kell számolnunk, például egy üvegezett nyílászáró és a tömőrfalazat esetében általában a nyílászáró jelenti az épület hőtechnikailag gyengébben teljesítő részét. Ebből következik, hogy a nyári napvédelem, tehát az extra hőterhelés ellen, a napjainkban is használt általános megközelítés, hogy a nyílászárókat, mint a leggyengébb pontokat kell védeni, így azok árnyékolására kerül sor. A jövő kihívásaira tervezett „Magyar Fészek+” prototípusépület koncepcióterve a globális felmelegedésből származó, forró-száraz irányba tolódó klimatikus viszonyokkal is számolt. Az épület energiafelhasználásának optimalizálása nélkülözhetetlen új és meglévő épületkorszerűsítések során, ezért, hogy az igényelt belső komfort hőmérséklet megtartható legyen és a lehető legkevesebb esetben legyen szükség aktív gépészeti rendszerek működtetésére (nyáron hűtésre, télen fűtésre), a hazai és forró klimatikus zónák vernakuláris építészeti megoldásai kerültek újra-értelmezésre.

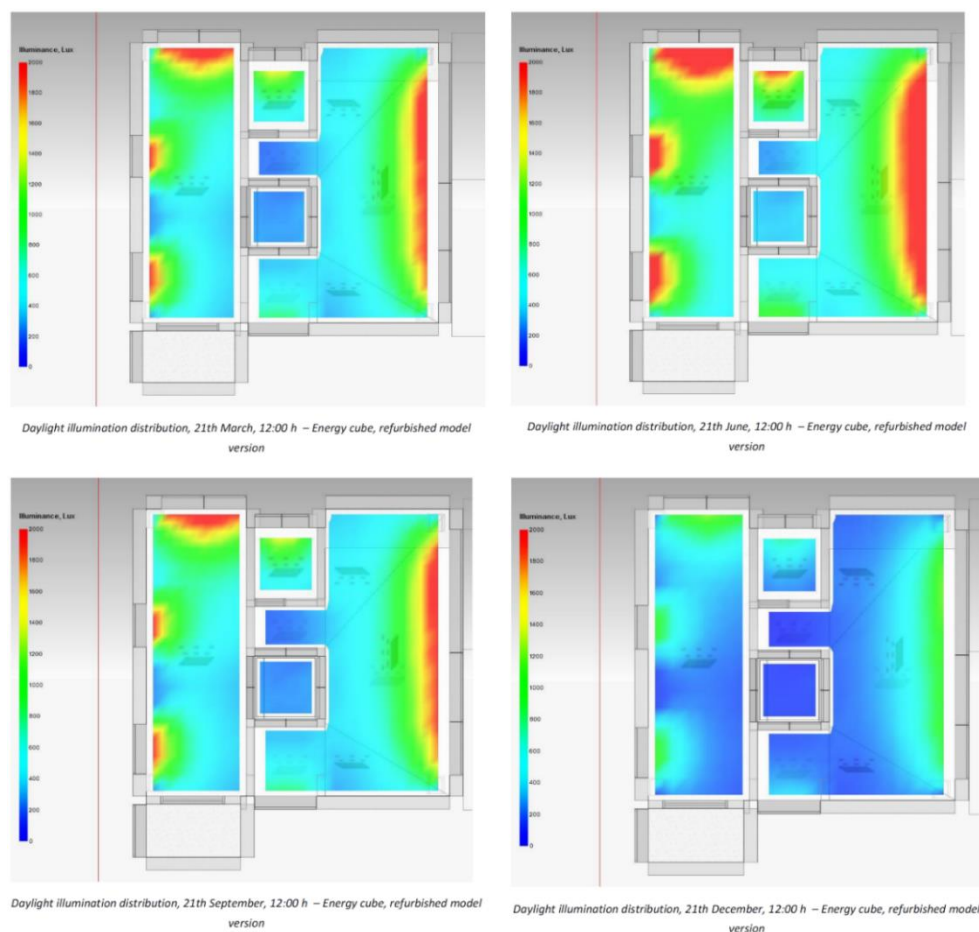
39. ábra⁸⁵: SDE19 koncepció épület tömeg-, és alaprajzi ábrája (fent) és a megvalósult prototípus épület tömeg-, és alaprajzi ábrája (lent)



⁸⁵ szerk.: Juhász H., forrás: SDE19 - MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépületet megvalósító csapat

A megoldás, részben a népi építészetben déli oldalon alkalmazott tornác, részben a korábban csak nyílászárók előtt alkalmazott, védő-árnyékolópanelek (zsalugáterek) kiterjesztése volt az épület teljes területére. Az így létrejött átmeneti tér és másodlagos épületburok, nem csak a nyílásokra, de a teljes falazatra nézve is védelmet nyújt. A falszerkezet esetében csökkenti a felületre jutó hőterhelést, ezáltal meghosszabbítja az átmelegedés időintervallumát. A másodlagos homlokzati héj elemei tolófalas kialakítással és cserélhető panelokkal kerültek kialakításra. Az elmozgatható elemeknek köszönhetően a napjárást követve, a felhasználó igényeinek megfelelően szabadon variálható a nyitott és az árnyékolt, zárt felületek elrendezése. A panelek cserélhető táblái nem csak az árnyékolás célját szolgálják. Téli időszakban lehetőséget biztosítanak egy fényáteresztő (plexi – vagy üvegtáblás), teljesen zárt átmeneti puffertér kialakítására. Ez a hideg évszakban a napsugárzásból adódó hőnyereséget közvetíti az épületnek és télikertek mintájára, a napterek pozitív hőtechnikai tulajdonságaival, gépészet nélkül, csupán csak a napsütés által előmelegített levegővel segíti a ház belső hőmérsékletének szabályozását. Az energetikai előnyökön túl, akár a nyári, akár a téli időszakot vesszük figyelembe, a másodlagos bőr segítségével, egy kellemes komforttal bíró átmeneti zónát kapunk a ház körül, amely egy értékes élettérként társul az épület használati zónáihoz.

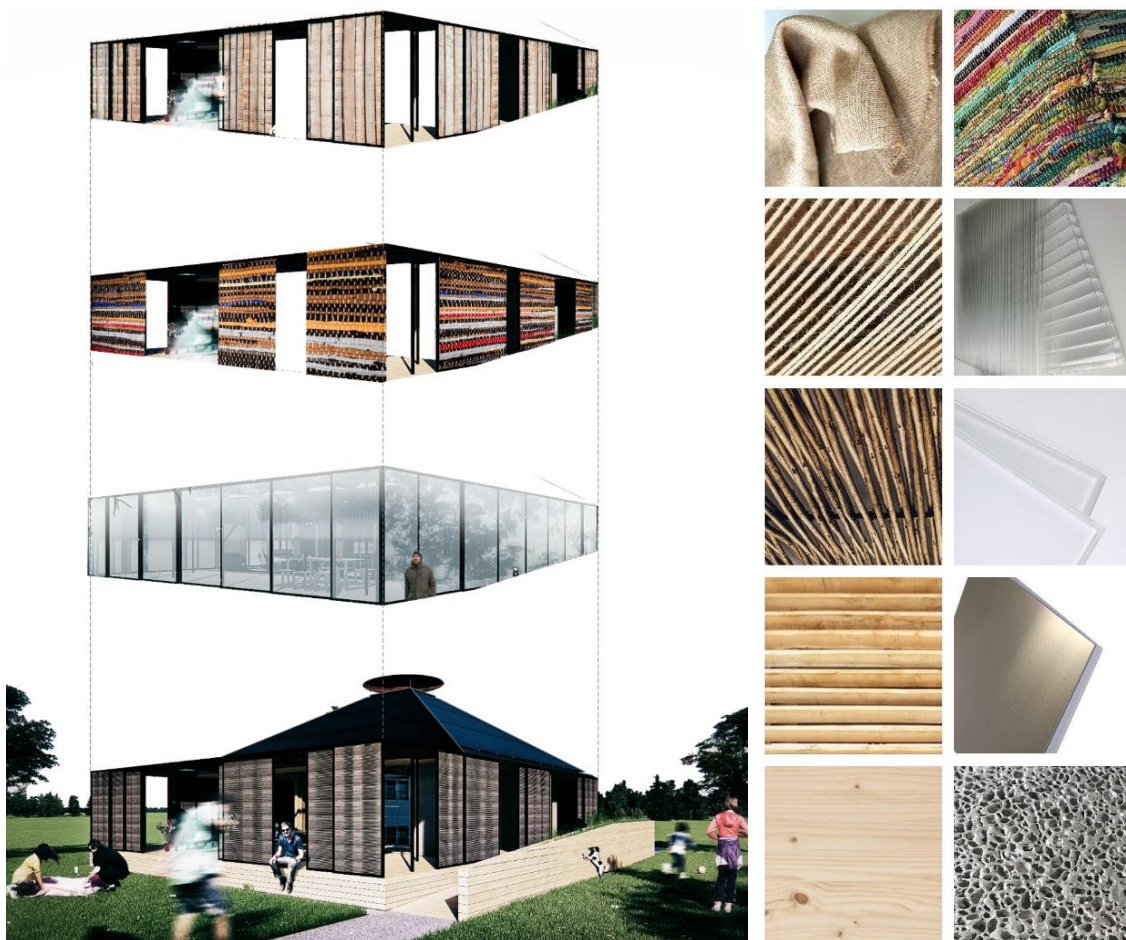
40. ábra⁸⁶: Benapozottsági vizsgálat évszakokra bontva - balról jobbra: tavasz, nyár, ősz, tél. (SDE19 – Magyar Fészek+ épület)



⁸⁶ szerk.: Juhász H., forrás: SDE19 – MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépületet megvalósító csapat

Kijelenthető, hogy ez a megoldás az épület másodlagos homlokzati bőre, ami a belsőterek hőmérsékleti komfortjához igényelt energiafelhasználás optimalizálását és így a fenntarthatóságot szolgálja, de egyben vizuálisan is meghatározó eleme az épületnek. Méréseink szerint ez a védelem egy forró nyári napon átlag 6-8 °C -kal is képes csökkenteni az épület elsődleges határoló felületére eső hőterhelést. A teljes felületre kiterjesztett másodlagos épületbőr koncepciója nem újkeletű, hisz azt a forró száraz éghajlatú spanyol területeken már évtizedek óta alkalmazzák. Újszerűsége a klimatikus különbségből és a felületi megjelenés identitást hordozó változatosságából adódik. Nálunk Magyarországon ugyanis a klímavándorlásnak köszönhetően a nyári időszak hőmérsékleti viszonyai már vetekednek a spanyol nyarakkal, ugyanakkor a téli időszakban nálunk a hideg elleni védelemre is képessé kellett tenni ugyanazt a bőrt. A külső szerkezeti héj egységekre bontható típusmegoldás, ami egyben szabadon formálható megjelenésében, az anyaghasználatától függően képezhet felületet az egyén kulturális identitásának megjelenítésére.

41. ábra⁸⁷: Anyaghasználatában / megjelenésében variálható másodlagos homlokzati épületbőr – energiaburok koncepcióábra (SDE19 – Magyar Fészek+)



⁸⁷ szerk.: Juhász H., forrás: SDE19 – MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépületet megvalósító csapat

2. Integrált („rejtett”) Venturi-torony:

Az épület „második” bőrével csökkenteni lehetett a negatív környezeti hatásokat, ill. hasznosítani a pozitívokat. Ugyanakkor a belső komfort tekintetében lerövidíthetővé vált az az időszak, amit aktív gépészettel (hűtés / fűtés) kell ellátni. A második passzív energetikai projektem tervezése során a természetes átszellőztetés lehetőségei kerültek vizsgálat alá.

A természetes szellőzés koncepciójának felépítése, formai,- szerkezeti,- geometriai,- és vizuális vetületeinek tervezése a csapat építész csoportja által került meghatározásra, míg a működés elvének finomhangolásába gépészeti oldalról *Lenkovics László, Loch Gábor* és tanítványaik, míg szimulációs modellezés szempontjából *Ali Modar, dr. Baranyai Bálint és dr. ifj. Kistelegdi István* kerültek bevonásra. Kutatási eredményeikre alapozva⁸⁸ vált hatékonyan működő rendszerré az építész oldal koncepciója.

A megoldás az aktív gépészeti rendszereket nem igénylő, gravitációs szellőzést vette alapul, mely során a könnyebb meleg levegő felfelé, az épület magas pontja felé mozog, miközben megfelelő légutánpótlási utak biztosításával a helyébe hűvösebb (nehezebb) légtömegek kerülnek. A gondolat eredete először a fizika alaptörvényeinek építészeti értelmezéséből fakadt, majd Irán tradicionális építészetének legkarakteresebb elemei, a széltornyok és azok működési elve került elemzés alá. A felfelé mozgó légrétegek működési elvét itt a gravitációs szellőzés „fordított” irányú (fentről lefelé kényszerített) hasznosításával érik el. Az Irán területére jellemző, badgir elnevezésű, szélfogó tornyok működésének alapja, hogy az uralkodó szélirányba tájolt tornyokba befújt száraz forró sivatagi szél, az árnyékos, hűvösebb toronybelsőn áthaladva veszített a hőmérsékletéből (gyakran vizeskorsókat is helyeztek a tornyokba, hogy tovább hűtsék a levegőt). A különböző hőmérsékletekből adódó nyomáskülönbségnek köszönhetően a szél által toronyba kényszerített frisslevegő lefelé áramlott tovább az épületbelső tereinek irányába. Közben lehűlt, átöblítette a belsőteret és a felmelegedő elhasznált levegőt a torony szélirányba nyíló kürtőjén keresztül kiengedte. Ez a megoldás a forró-száraz éghajlatú területek egyik karakteres építészeti elemévé vált, mert a funkción túl erős esztétikai megjelenést adott az épületeknek.

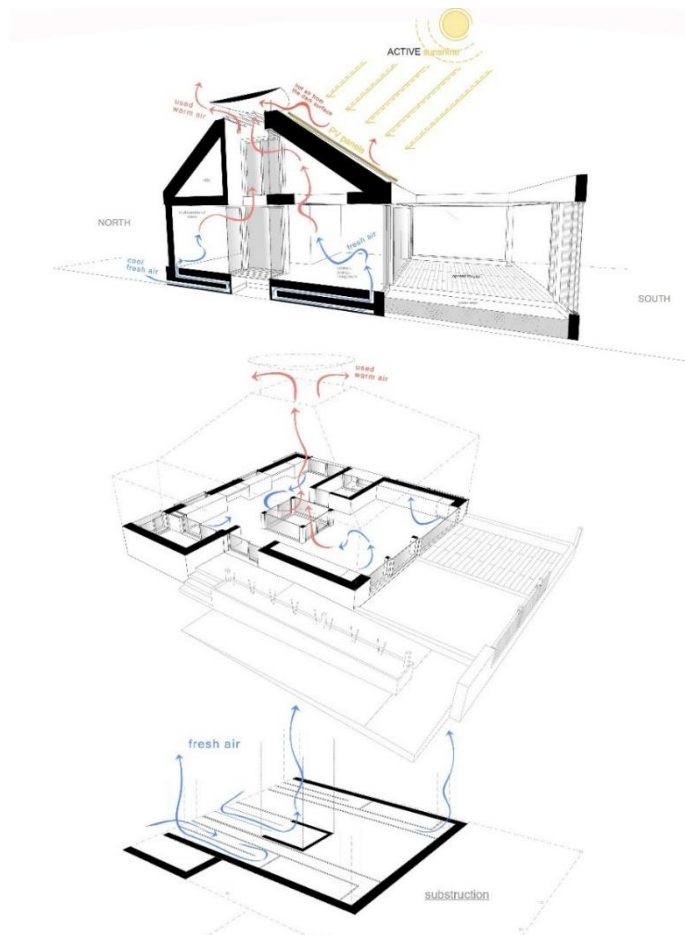
2019-ben a Magyar Fészek+ versenyépület megoldásában a lentől felfelé áramló felmelegedő levegő elve lett kombinálva a széltornyok légmozgást kényszerítő kialakításának adaptálható előnyeivel.

A könnyűszerkezetes prototípusépület alatt (magasabb hőtároló kapacitással rendelkező beton csatornaelemekből) létrehoztunk egy olyan hűtőlabirintust, ami sötét, árnyékolt zónaként a szélfogótornyok belső hűtőcsatornához hasonult. A labirintus bevezető nyílása a ház északi oldalán, a lábazati zónában került kialakításra. A pozícióválasztásnál a lehető leghűvösebb friss levegő beáramlás volt szükséges. A labirintus másik vége, (kiáramlási pontok), az épület négy sarkában, alsó födémáttörésekkel, a belső térhez kapcsolódva lett kialakítva (beépített szekrénylábazatok tolózáras nyílásai). Ahhoz, hogy a természetes átszellőzés beinduljon, szükséges a nyomás, levegőhőmérséklet különbség, valamint egy kivezető pont a felmelegedett, elhasznált levegőnek. A kockaház típus sátoztetős kialakítását és széles belsőfolyosós szerkezetét figyelembe véve, az épület középső zónájába, csonkolva az épület tetejét adó sátoztetőt, egy teljes keresztmetszeten áthaladó átriumudvar (az épület testébe zárt torony) került megtervezésre. Annak érdekében, hogy a passzív légáramlás

⁸⁸ Ali Modar, Katona Ádám László, Kistelegdi István: „CFD investigation of natural ventilation in a family house in Hungary”, Journal of Physics: Conference Series, vol. 2069, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2069/1/012095

folyamata hatékonyabb legyen, a torony tetején, azaz a sáttető magaspontján, elhelyezésre került egy úgynevezett Venturi-tányér⁸⁹. A tányér áramvonalas formájával és a tető külső felületén felmelegedő levegő megvezetésével képes felgyorsítani a belső tornyon keresztül történő természetes hűtés és átszellőztetés folyamatát.⁹⁰ Ez a megoldás, az iráni példával ellentétben, nem a levegő toronyba való felső beáramoltatását kényszerítette, hanem a kiáramlás sebességét, így a belső téren átvezetett levegő áramlását tette hatékonyabbá. Befelé való nyomás helyett a húzás erejét biztosította a labirintus kezdőpontjától az épületbelsőn és az integrált („rejtett”) Venturi-tornyon keresztül, a szabadba való kiáramlásig. A labirintuson át áramoltatott és falain lehűtött friss levegő, miután átöblítette a lakótérket, elhasználódott és felmelegedett, a rejtett Venturi-torony tetején távozik az épületből. A Venturi-tányér jellegzetes formája és a sáttető napelemes sötét meleget és energiát termelő felülete olyan karakteres épületelemmé vált, mely szimbolikus jelentéstartalommal ruházta fel a környezetpozitív megoldást. A füstölgő kémények helyett a nap és szél energiáját hasznosító játékos, ugyanakkor a hagyományos tetőformától alig eltérő zárást, a környezeti értékeket előtérbe helyező identitást kapott az épület.

42. ábra⁹¹: Természetes szellőzés a működési elve a Magyar Fészek+ prototípusépületben



⁸⁹ Kistelegdi István, Háber István: „Gebäudeaerodynamische Untersuchungen einer Plusenergie-Produktionsstätte mit passiven Lüftungstürmen in Sikonda (Südungarn)”, Bauphysik, 2012, hozzáférés: 2024. 10. 07.:https://www.researchgate.net/publication/264529077_Gebäudeaerodynamische_Untersuchungen_einer_Plusenergie-Produktionsstätte_mit_passiven_Lüftungstürmen_in_Sikonda_Südungarn

⁹⁰ Ali Modar, Katona Ádám László, Kistelegdi István: „CFD investigation of natural ventilation in a family house in Hungary”, Journal of Physics: Conference Series, vol. 2069, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2069/1/012095

⁹¹ szerk.: Juhász H., forrás: SDE19 - MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépületet megvalósító csapat

A vázolt természetes átszellőzés és hűtés megoldásnak köszönhetően egyrészt gépészet nélkül is megvalósulhat a lakóépület frisslevegőellátásának biztosítása tavasztól ősziig, másrészt a meleg nyári hónapokban, kiegészítve a másodlagos épületbőr hőterhelés csökkentő hatását, csökkenthető az épület hűtési igénye. Itt meg kell jegyezzük, hogy az épület alsó zónájában kialakított „hűtőlabirintus” hossza a SDE19 versenyben csak szimbólumként volt tervezve, bemutatandó a geotermikus léghűtés működési elvét. Szimulációs modellezés során bebizonyosodott, hogy a házba integrált Venturi-torony közel négyszeres szellőzési kapacitást tud biztosítani, mint a hagyományosan nyitott ablakok, ugyanakkor hűvösebb levegőt mozgat, mint az ablakokon bejutó külső levegő.⁹² Az újrachasznosított betonelemekből készült hűtőlabirintusok hossza és hőtároló képessége ugyanakkor egy hosszantartó nyári hőség esetén nem elegendő az épület hűtésére. Így a természetes szellőzést, Loch Gábor kutatásával⁹³ összhangban, valóban egy geotermikus léghűtéssel lehet legoptimálisabban kialakítani, amely egy-egy hőcserélős ventilátorral a beeresztési pontokon (minimális, napenergiával biztosítható elektromos igénnyel) képes az épület szellőzését, télen előfűtését, nyáron hűtését biztosítani. A megoldás további elemzése és a legoptimálisabb kialakítása még egy későbbi aktív kutatás részét képezheti.

Következtetés

A fejezet a környezetpozitív építészet karakterelemeinek társadalmi, kulturális és építészeti identitást erősítő, új korszakot alkotó lehetőségeit foglalja magába. Az alkalmazott eszközök mérési és szimulációs eredményei is alátámasztják azt az állítást, hogy lehet pozitív energiás épületet, passzív építészeti megoldásokkal, a környezettel harmonikus egyensúlyban építeni.

43. ábra⁹⁴: Solar Decathlon Europe 2019 megvalósult versenyépülete, Magyar Fészek+



⁹² Ali Modar, Katona Ádám László, Kistelegdi István: „CFD investigation of natural ventilation in a family house in Hungary”, *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2069, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2069/1/012095

⁹³ Loch Gábor: „Lakóépületek kontrollált szellőzése”, (*szakdolgozat*), Pécsi Tudományegyetem - Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Pécs, 2012.

⁹⁴ forrás: A fotókat készítette Paári Péter.

Bár a Magyar Fészek+ épület minden elemét nem célja ezen fejezetnek részletezni, az már tisztán látható a bemutatott két karakterelem és annak hatásai révén, hogy a környezetpozitív tervezői szemlélet alkalmas a múlt kockaház típusainak egy új identitást kölcsönözni és ugyanezen elvek mentén egy teljesen új tipizált mintaterv építészeti karakterét is megadni. Látható az is, hogy a tömegképzés típusra jellemző egységessége nem gátolja meg a tulajdonost abban, hogy a másodlagos épületbőrön keresztül saját identitásának is hangot adhasson, mint ahogy azt tették korábban a népi építészet vakolathímeinek és a kockaházak geometriai díszítményeinek segítségével.

A fejezet elején felsorakoztatott, többségében kortárs épületek éppúgy, mint ahogy a Solar Decathlon Europe 2019-es verseny Magyar Fészek+ (Hungarian Nest+) mintaépülete arra törekednek, hogy a fenntarthatóság passzív és aktív építészeti eszközeivel az épületek egészének komplexitásába illeszkedve határozzák meg annak karakterét. Ezáltal nem csak hasznélvezői lesznek a megoldásoknak, de egyben tükrözik a kor felelős és környezettudatos építészeti gondolkodásának. Míg az egyes elemek önmagukban „személyes kiáltványként” élnek a térben, addig egy a társadalom által elfogadott tipizált, ugyanakkor szabadon formálható megoldás már meghatározó minőségi és mennyiségi tényezőjévé válhat az épített környezetnek, így képessé válik a szemléletformálásra, egy építészeti, kulturális és társadalmi korszak megalapozására.

A környezetpozitív tipizált lakóház mint a ökológiai szemléletű és meghatározó identitását magába foglaló építészeti eszközei, melyek egy kor építészeti és társadalmi kultúráját tükrözik, általánosan (széleskörben) alkalmazott megoldássá válásának módja több tényező által befolyásolt.

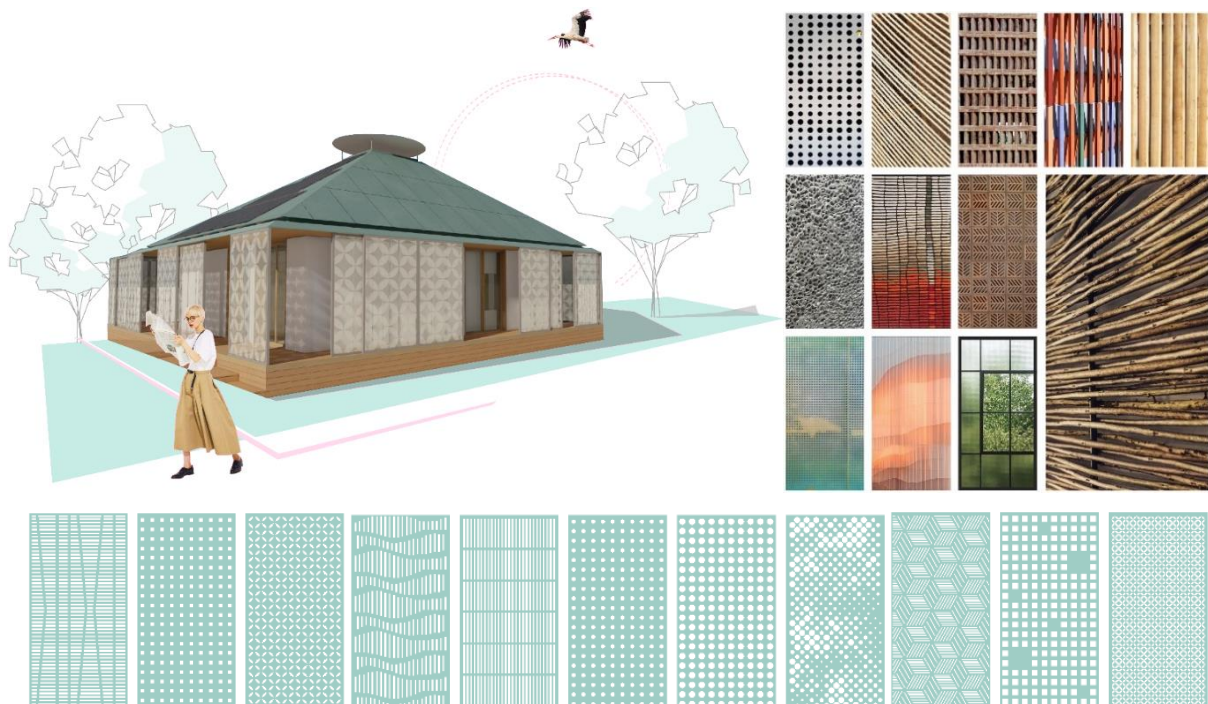
A társadalom oldaláról szükséges figyelembe venni, hogy:

- kellő mértékben tudatosodott-e az emberekben, hogy az ökológiai összeomlás felé tartunk (ráérezés korszaka ez) és ennek elkerüléséért az egyén éppúgy tehet, mint a társadalom egésze,
- ugyanazon felelősséggel tartozunk saját egészséges életkörnyezetünkért, mint az unokáinknak hagyott örökségért, mely nem lesz, ha most nem figyelünk oda,
- nyitott-e a társadalom a jelenlegi kényelmi szintjének megtartása mellett arra, hogy komfortjának minőségét új, a természettel harmóniát kereső megoldásokkal biztosítsa otthonában,
- képessé válhat-e a társadalom arra, hogy a kultúrája meghatározó szegmenseként, környezetpozitív szemlélettel közelítse meg az építészet kérdését?
- nyitottak-e az építészek és a társtervező szakmák a környezetpozitív tervezési elvek elsajátítására és alkalmazására?
- egészséges környezetünk fenntartása érdekében nyitott-e az állam a környezetpozitív építőanyagok hazai gyártását, ill. e szemlélettel megfogalmazott típusházak megvalósítását támogatni?

Tervezői, kivitelezői és beruházói oldalról biztosítható-e:

- a felhasznált építőanyagok beszerzésének helyét regionális közelségben,
- az építőanyag utánpótlásának biztosítottóságát, fenntarthatóságának életciklusát, az EU szabványrendszernek való megfeleltethetőségét, versenyképes bekerülési költségét,
- az alkalmazott passzív technológia megvalósíthatóságát, költségvonzatát, adott klimatikus viszonyok között mért hatékonyságát, számszerűsíthető teljesítményét,
- az adott térségre jellemző megújuló energiahordozók hasznosításának legjobb megoldását,
- az alkalmazott szerkezeti kialakítás nagyarányú gyárthatóságát,
- a kialakított típusok szabad, moduláris rendszerben történő fejlesztetőségét,
- a megoldás magas ár-érték arányú költséghatékonyságát úgy az építés, mint az üzemeltetés területén,
- a vizuális építészeti megjelenés egy részének szabad alakíthatóságát az egyéni identitás kifejezésének érdekében.

44. ábra⁹⁵: Elvi illusztráció / A másodlagos épületbőr felületi lehetőségei és az épület magaspontján kialakított Venturi-tányér karakteres megjelenése.



⁹⁵ forrás: saját ábra.

HA A VERNAKULÁRIS ÉPÍTÉSZELET ALAPTÉZISEI ÉS KARAKTERELEMEI EREDEZTETHETŐEK A KOR GAZDASÁGI LEHETŐSÉGEIBŐL ÉS KULTURÁLIS SZELLEMISSÉGÉNEK KIFEJEZŐDÉSÉBŐL, AKKOR A RÁESZMÉLÉS KORÁBAN A FENNTARTHATÓSÁG ÉRDEKÉBEN ALKALMAZOTT ALTERNATÍV ÉPÍTÉSZELETI ESZKÖZÖK, EGYBEN KARAKTER-ELEMEKKÉ IS VÁLHATNAK, MELYEK KÉPESEK KÖZVETÍTENI ÉS BEÁGYAZNI A KÖRNYEZETPOZITÍV SZEMLÉLETET A TÁRSADALMI KULTÚRÁBA.

Az individuumnak kellő szabadságot nyújtó tipizált mintatervek és a környezetpozitív építészet eszközeinek tudatos és lehetőségek szerinti variálhatósága esélyt adhat arra, hogy nagy számban érvényesülő megoldások szülessenek, melyek egyszerre tükrözik a klímavándorlásra adható helytálló válaszokat, csökkentik az építőipar környezeti lábnyomát, lehetőséget adnak az egységes, mégis személyes identitásokat is magában hordozó, korszellemet tükröző utcaképekre, mi több formálják a társadalom ökológiai fenntarthatósággal kapcsolatos kultúráját.

A jelen kor a „ráeszmélés” kora. Egy lehetőség, mely teret ad a fenntarthatóság építészeleti szemléletbe történő komplex beágyazására. Mindez a kellő szabadságot nyújtó tipizálás útján jóval hatékonyabb és elfogadottabb lehet, mint a szigorú „típus”, vagy az önmagát csak szűk környezetében meghatározó „egyedi” megoldásoknál.

05

//TÉZISEK

I. tézis // TÍPUS kontra SZABADON TOVÁBB FEJLESZTHETŐ TIPIZÁLT MINTA

A títupstervezés és az individuális építészet paradoxona, ahogy a múltban, úgy a jelenben is feloldható, ha a korszellemet meghatározó, kulturális identitást kifejező eszközök, kellő szabadságot biztosító tipizált építészeti mintákban képesek érvényesülni.

*(vonatkozó publikáció: 1, 7.) **

II. tézis // TERMÉSZETESEN JOBB...

Ha elfogadjuk, hogy minden létező (entitás) a saját magából eredeztetett elemekkel tud leginkább koherens egészet alkotni, akkor el kell fogadnunk azt is, hogy épített környezetünk akkor tud a legszerveesebben együttműködni a természeti környezettel, ha alapanyagait a természetből közvetlen hasznosítja.

*(vonatkozó publikáció: 5, 8.) **

III. tézis // MÁSODLAGOS ÉPÜLETBŐR - ENERGIABUROK

Ahogy az ember biológiai felépítése sem képes minden környezeti hatásra adekvát választ adni, úgy az épületeink sem tudják ezt teljes értékkel biztosítani. Ezért szükséges a második bőr rétegének felépítése. Az ember esetében ez a ruházatot jelenti, mely képes a megfelelő komfortérzet biztosítására és az egyén identitásának kifejezésére. Az épületek esetében ezen képességek egy másodlagos energiaburok létrehozásában manifesztálódhatnak.

*(vonatkozó publikáció: 1.) **

IV. tézis // A VÁLTOZÁS TUD ÖNAZONOS LENNI - KÖRNYEZETPOZITÍV SZEMLÉLET

Ha a vernakuláris építészet alaptézisei és karakterelemei eredeztethetők a kor gazdasági lehetőségeiből és kulturális szellemiségének kifejeződéséből, akkor a ráeszmélés korában a fenntarthatóság érdekében alkalmazott alternatív építészeti eszközök, egyben karakter-elemekké is válhatnak, melyek képesek közvetíteni és beágyazni a környezetpozitív szemléletet a társadalmi kultúrába.

*(vonatkozó publikáció: 10, 11, 13.) **

** lásd: Következő oldalon VAGY Publikációs Jegyzékben.*

Vonatkozó publikációk - KIVONAT:

- [1] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás, Ali Modar: „Secondary building skin - Energy envelope”, *Pollack Periodica*, Vol. 20 (2025), Akadémiai Kiadó, Budapest, 2025, Online ISSN: 1788-3911
(befogadott, kiadás alatt; SCOPUS adatbázisban szereplő folyóiratban megjelenő, angol nyelvű cikk)
- [5] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „Climate-Migration - The Possibilities of Adaptive Architecture”, *The 9th International Academic Conference of Places and Technologies: Keeping Up with Technologies to Achieve Liveability Emphasising Human Centered Design*, 2024. (befogadás alatt)
- [7] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Hegedüs Csilla: „Környezetpozitív építészet - Lungs of the City - Solar Decathlon Europe 2022”, *Régi-Új Magyar Építőművészet*, Vol. 23 No 4 (2023) pp 50-52, Magyar Építőművészek Szövetsége, Budapest, 2023.
- [8] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás, Dr. Dolgosné Kovács Anita: „Újrahasznosított nemzeti identitás”, *Proceedings of the Miskolc IPW - IV. Sustainable Raw Materials International Project Week*, Miskolc-Egyetemváros: Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet - Miskolci Egyetem, Miskolc, 2020, ISBN 978-963-358-222-0
- [10] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „Magyar Fészek+ = Hungarian Nest: New Types of Energy Spaces in Sustainable Architecture”, *METSZET: Építészet Újdonságok Szerkezetek Részletek*, Vol 11, No 4 (2020), pp 44-47, Artifex Kiadó Kft., Budapest, 2020, doi: 10.33268/Met.2020.4.7
(SCOPUS adatbázisban szereplő folyóiratban megjelenő, magyar nyelvű cikk)
- [11] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „MAGYAR FÉSZEK+: Új típusú energiaterek a fenntartható építészetben”, *XXIII. Magyar Energia Szimpózium Konferenciakiadvány (2019) pp 10-24*, Magyar Energetikai Társaság, Budapest, 2019, ISBN 978-615-00-8240-0
- [13] Dr. Kondor Tamás, Dr. Kósa Balázs, Dr. Baranyai Bálint, Dr. Kistelegdi István, Juhász Hajnalka, Zrena Zoltán, Szigony János: „HUNGARIAN ENERGY+ CUBE”, *Places and Technologies 2019: The 6th International Academic Conference on Places and Technologies*, pp 287-292, Pécsi Tudományegyetem - Műszaki és Informatikai Kar, Pécs, 2019, ISBN: 978-963-429-401-6

06

/ / ÖSSZEGZÉS

ÖSSZEGZÉS // SZINTÉZIS ÉS JÖVŐBELI KUTATÁSI CÉLOK

Doktori tanulmányaim kezdetekor kutatásom céljaként a multikulturalizmus építészetre gyakorolt hatását kívántam mélységeiben feltárni. Az első félév adatgyűjtő és analitikus elemző kutatásának eredményeként úgy döntöttem, hogy e rendkívül széles, sok szegmensből álló komplex tématerületet egy speciális, napjaink társadalmi, kulturális és ökológiai kérdéseit magában hordozó építészeti témára fókuszálom.

A természet és az épített környezet viszonyára, a környezetpozitív szemlélet multikulturális beágyazódására az építészeti alkotás során.

Mindezt abban a korban, mikor a társadalom ráeszmélni látszik, hogy az ember, mint humánus lény, káros saját környezetére, így önmagára is. Ez napjaink kora. A RÁESZMÉLÉS KORA.

Az elmúlt évszázadok során, a különböző klimatikus zónákban élő társadalmak, az adott környezeti hatásokra való építészeti válaszokat szerte a világon azonos módon, de különböző megoldásokkal fejlesztették ki. Az azonosság a tapasztalati úton történő fejlődésben, a természetes, helyben elérhető építőanyag használatban, a passzív építészeti eszközök alkalmazásában mutatkozott meg és szinte minden esetben a vernakuláris építészet irányából indult. A különbözőség a környezeti hatások eltérő vetületeiből és az azokra adható speciális építészeti válaszokból, a helyben fellelhető természetes (könnyen hozzáférhető) építőanyagok másságából, és a kulturális sokszínűségből eredtek. A klimatikus kihívásokra adott ökológikus megoldások minden esetben képesek voltak a hely szellemiségét, az érintett társadalmi csoport kultúráját komplex módon vegyítő építészeti identitássá válni.

Az ipari forradalomtól kezdődően nem csak az alkalmazott technológiáink léptek a rohamos fejlődés útjára, hanem ezzel párhuzamosan átalakult teljes gazdaságunk, társadalmunk, természeti környezethez való viszonyunk. E történelmi pillanattól számítva az emberiség ökológiai lábnyoma évről évre hatványozottan nagyobb lett. Kulturális identitásunk fókuszából kihátrált a természettel való azonosság tudata, és az együttélés helyébe a természetet uralni vágyó „sapiens” lépett. Ezen átalakulási folyamat azonban következményekkel járt, melyek közül az egyik legveszélyesebb, bolygónk állapota, a felmelegedés fokozódása, a klímazónák aktív egyre gyorsuló vándorlása. Ez utóbbi vetület indította el gondolataimban azt a következtetést, hogy a klimatikus viszonyok eltolódása, eredményezheti a rájuk választ adó építészeti kultúrák vándorlását, más kultúrákkal való keveredésének lehetőségét is.

A technológiai fejlődésnek köszönhetően már számos, a világon bárhol elérhető, globálisan alkalmazható technikai eszközünk van arra, hogy a környezetkárosító fosszilis energiahordozók helyett a természetes, megújuló energiahordozókat használjuk, vagy az egészségtelen, energetikailag rossz hatékonyságú épített környezet helyett egészséges, környezetpozitív otthonokat hozzunk létre. Mindezek ellenére sem igényeink, sem építészeti kultúránk nem tükrözi e megváltozott környezetre adandó válaszok összhangját.

Kutatásomban a környezetpozitív építészet önazonosságának multikulturális igazságait kívántam feltárni és egy projekten keresztül szemléltetni és igazolni, hogy a ráeszmélés kora alkalmas lehet egy új, korszakalkotó „izmus” felépítésére, a KÖRNYEZETPOZITIVIZMUS, gondolatiságának és eszközeinek használatával egy új építészeti identitás kifejezésére.

Egy „izmust” tudatosan, előre meghatározott elvek mentén felépíteni nem lehet, hisz minden jól feltett kérdésre számtalan jó válasz adható. Különösen igaz ez akkor, ha építészeiről beszélünk, melynek számos gazdasági, társadalmi, kulturális és nem utolsósorban ízlésbeli befolyásoló tényezője van. Ami viszont határozottan állítható, hogy amennyiben ezen befolyásoló tényezőknek meghatározójává válik a környezetpozitív szemlélet és ismertté válik e megközelítés építészeti eszközeinek széles palettája, valamint azok koherens alkalmazásának lehetősége, akkor épített környezetünk változása újra együttműködővé válik az azt befogadó ökológiai környezettel. Ehhez nyújt segítséget a pozitív minta teremtés, melynek nagyszámú elterjedése a szemlélet kommunikációját, társadalmi elfogadását is erősíti.

A történelem minden időszakára jellemző, hogy a legnagyobb számú épített környezeti elem a lakóházakban mutatkozott meg. Ez az a funkcionális épület, melyhez a leginkább kötődnek az emberek, még akkor is, ha nem a lakóházak képviselik elsődlegesen építészettörténeti emlékeink legfontosabb elemeit. A nagyarányú elterjedésnek pedig mindig alapja volt a *pozitív minta*. Ebből adódóan az I. tézishez annak lehetősége került feltárássra, hogy a típusházrendszerek mentén miként volt lehetséges egy kor társadalmát gondolkodásban is arra készíteni, hogy alkalmazkodva az egyre nagyobb mértékben megvalósított rendszerekhez, maguk is ezt az utat válasszák (*ez lehetett spontán, tapasztalati út, vagy irányított*). Az elterjedt megoldások mind arra világítottak rá, hogy az alkalmazott keretrendszerben a lakók minden esetben képesek voltak saját identitásukat (*önkefejezésüket*) is érvényre juttatni, ezáltal erősíteni kötődésüket az otthonukhoz és az elvhez, amit a típus képvisel. Magyarországon az egyik legelterjedtebb, mai is létező típus épület a „kockaház” mára sok esetben elavult, energiapazarló és környezetkárosító komfort körülmények között van jelen. Így a kutatás projektalapú esettanulmánya ezen épülettípus környezetpozitív szemléletű rekonstrukciójára és ezen elven elindulva, új lakásállomány létrehozásának javaslatára adott egy lehetséges mintát.

A környezetpozitív minta *eszközrendszerének* együttes, vagy más hasonló szellemiségű eszközökkel ötvözött alkalmazásának segítségével, úgy a rekonstrukció, mint az új építés esetében, egyszerre nyer teret az elvek nagyarányú társadalmisítása és válik épített környezetünk egy fenntartható, ökológiai irányelveket képviselő egészséges létterré. Mindeközben a pozitív minta képessé teheti építészetünket arra, hogy vizualitásukban a háztól független rátétként értelmezett energetikai építőelemek káosza helyett, egy önálló, összehangolt egészként fogalmazzon újra épített környezetünket.

Ahhoz, hogy egy lakóháztípus elterjedjen, elsődlegesen (nem kizárólagosan) három dolgot kell szem előtt tartani:

- legyen hatékony abban, amire szolgál (élettér és komfort),
- legyen költséghatékony úgy a megvalósítás, mint az üzemeltetés terén,
- képes legyen egyfajta identitást kifejezni, amitől szeretjük / sajátunknak érezzük (ez egyszerre igaz a lakók és a társadalom egészének identitására).

A II., III., és IV. tézisben a környezetpozitív szellemiségben megfogalmazott épületek eredményessége, hatékonysága került vizsgálatra, a korábban megfogalmazott három megközelítés szempontjából.

A II. tézishez tartozó kutatás a *természetes építőanyag* használatának előnyeit mutatja be, kitekintéssel annak energetikai, élettani, gazdasági és környezeti hatásaira. Számos előnye mellett azonban rá kellett mutatni arra is, hogy a hazai építőanyagiparnak még számos innovációra van szüksége a megoldás nagyarányú alkalmazhatóságához, valamint arra, hogy a *számítások* során legelőnyösebb értékekkel bíró fa vázszerkezetű építéstechnológia hőtároló tömege nem elegendő az ideális működéshez. Ebből kifolyólag, ha az épületek energiaigényét és ökológiai lábnyomát nullához kívánjuk közelíteni, további passzív / természeti energiákra alapozott megoldásokra van szükség.

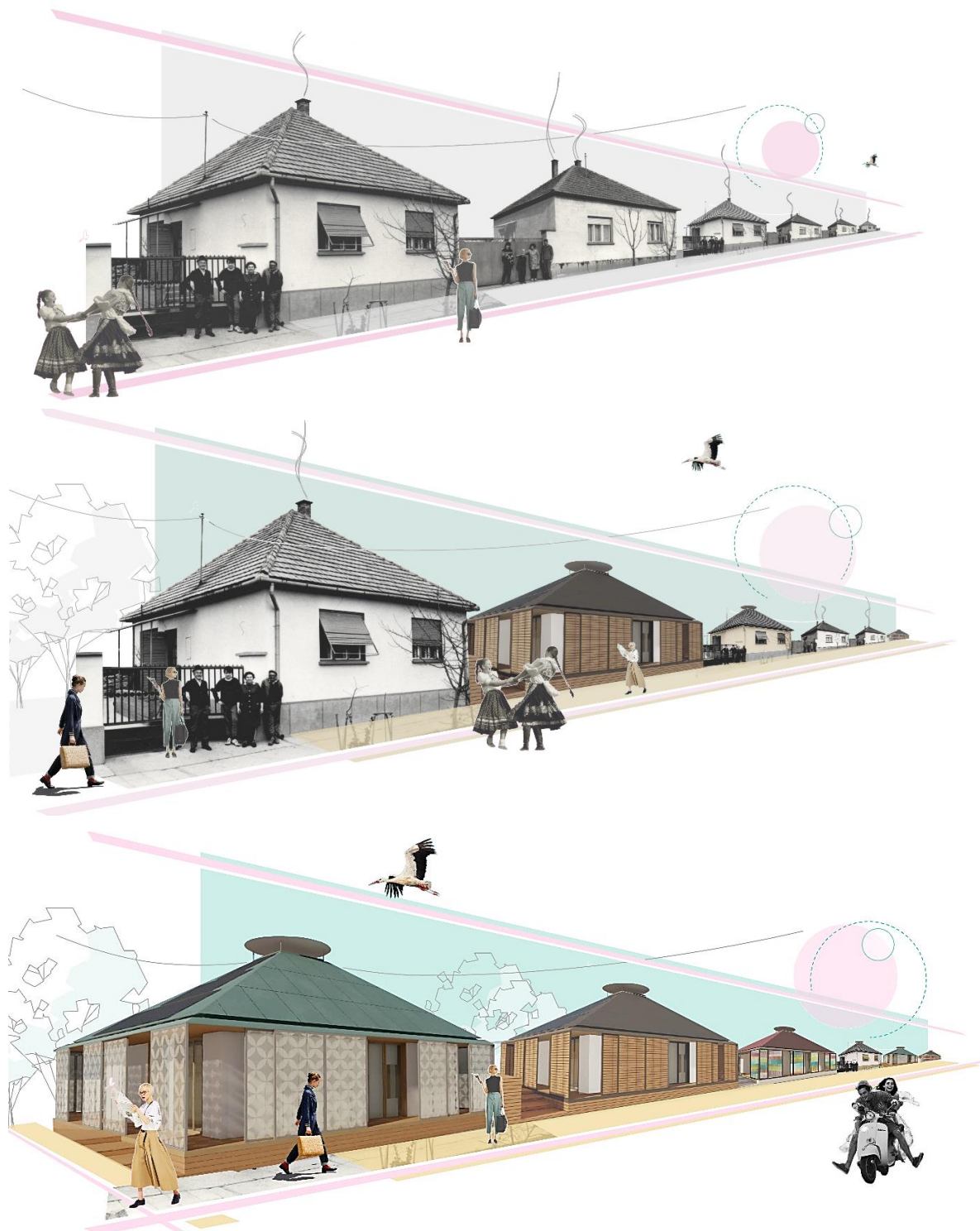
A III. tézishez tartozó kutatásban, az emberi szervezet működésével összhangban az került vizsgálatra, hogy ha az alap épületszerkezeti felépítés nem elegendő a környezeti hatások teljesértékű kezelésére, akkor (az évszakhoz illeszkedő emberi öltözethez hasonlóan), lehetséges-e egy *másodlagos épületbőrrel* segíteni az alkalmazkodást. A klímavándorlás során folyamatosan változó környezeti hatások, azt a készletet eredményezték, hogy ötvözésre kerüljenek a tőlünk délebbre tapasztalható erős napsugárzás ellen használt árnyékolás és átmeneti terek (mint egy a klímával vándorló technológiai és egyben az építészeti kultúrához tartozó megoldás) a hazai tornácos épülettípussal a magyar paraszti kultúrából. A megoldás *mérésekkel igazolt, számításokkal alátámasztott, majd szimulációs* elemzése rámutatott, hogy belső nyári komfort fenntartása érdekében fellépő energiaigény a 30%-ára csökkenthető napjaink általános, gépészeti berendezésekkel biztosított energiaigényének. A vizsgálat alapvető megközelítése az EN 15251 szabvány szerint történt, mely részben azt is feltételezi, hogy a környezetpozitívizmus szemlélete a társadalmasítás során is pozitív eredményeket produkált, melyeknek köszönhetően a lakók (felhasználók) a jelenlegi 23-26°C-os állandó (egészségtelen) belső hőkomfortigényük helyett, a külső környezeti hatásokkal együtt változó (egészséges) hőkomfortszintet igénylik. A tőlünk délebbre eső területekkel szemben, a Magyarországon jellemző négy évszakos klíma megkövetelte a második épületbőr (energiaburok) téliesített változatának kifejlesztését is, mely az árnyékoló táblák üveg/plexitáblára való cseréjével - mint egy kiterjesztett télikert a ház körül - kerülhet megfogalmazásra. A kutatás további kiterjesztésének lehetősége ezen szegmens részletes vizsgálata.

Bár a második tézisben bemutatott természetes anyaghasználat is meghatározó a vizuális-komfort szempontjából, mégis talán a harmadik tézisben vizsgált, másodlagos épületbőr koncepciója képes legszemléletesebben tükrözni az épület homlokzati felületein megjeleníthető egyéni identitást, függően attól, hogy milyen mintázattal és anyaghasználattal hozzák létre azt a lakók.

A IV. tézis egy áttekintő kivonat, mely egy vizuális jövőkép mentén mutatja be, miként alakíthatja a *környezetpozitív szemlélet* úgy társadalmunkat, mint épített környezetünket egy egészséges, élhető és a természetes környezetünkkel együttműködő harmonikus egésszé. E tézis mentén válik teljessé, hogy a klímavándorlásból fakadó környezeti változások, hogyan adhatnak egy multikulturális építészeti választ a lokális környezeti kérdésekre, ötvözve múltunk tapasztalatát és jelenünk technológiai innovációit. Kiemelésre kerül több, a környezetpozitív szemléletben megfogalmazott építészeti eszköz, mint a korábbiakban vizsgált homlokzati másodlagos épületbőr, az épületbe integrált Venturi-torony és, -tányér, vagy a napelemek (mint a tető második bőre) alkalmazásának kérdésköre. A disszertáció kifejtése során, az utolsó tézis ezeket emeli karakterelem szintjére, lecserélve ezzel a házak füstölgő kéményeit, az aerodinamikai, a szoláris és a geotermikus megújuló energiákat hasznosító építészeti elemekre.

A zárótézis bemutatja azt is, hogy milyen módon lehet a felhasznált eszközöket tipizált mintává fejleszteni, miközben megőrizzük a szabad variálhatóság lehetőségét. Ami egységes, az a környezetpozitív szellemiség. Ami egyéni, az a hely és a gazdasági lehetőségek diktálta megoldás, vagy azok kombinációja, ill. a megjelenő arculati dizájn.

45. ábra⁹⁶: Utcaképek megváltozása – *grafikai vízió*.



⁹⁶ forrás: saját ábra.

Hogy a környezetpozitív szemlélet „izmus”-sá fejlődhet-e, azt a jövő fogja eldönteni.
Hiszem, hogy a környezetpozitivizmus szellemisége megkerülhetetlen, ha fenn akarjuk
tartani humánus természeti környezetünket.

További kutatási területek a téma folytatásaként:

- a másodlagos épületbőr koncepciójának terméké fejlesztése és szabadalmaztatása,
- a másodlagos épületbőr téli alkalmazásának szimulációkkal és mérésekkel történő igazolása,
- a másodlagos épületbőr és az általa létrehozott energiaterek hatékonyságának vizsgálata nagyobb léptékű lakóépületeken, középületeken és ipari épületeken,
- természetes építőanyagok hazai alapanyagokból való előállításának lehetőségei:
 - lombos fából készülő épületszerkezetek
 - farost alapú hő és hangszigetelőanyagok
 - kenderbeton hőszigetelések
 - vinyl alapú hőszigetelések
 - vályog és vályogrost termékek – táblásított építőlemezek, vakolatok, festékek – stb...
- természetes építőanyagok szabványosítása / minőségi besorolása
- építőipari hulladék újrahasznosításával létrehozható új építőanyagok és azok szabványosítása
- építőipari hulladék kataszter létrehozásának lehetőségei.

- [1] Beck, H.E., T.R. McVicar, N. Vergopolan, A. Berg, N.J. Lutsko, A. Dufour, Z. Zeng, X. Jiang, A.I.J.M. van Dijk, D.G. Miralles. 2023. "High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901–2099 based on constrained CMIP6 projections" *Scientific Data* 10, 724, doi:10.1038/s41597-023-02549-6.
- [2] Bihari Z., Babolcsai Gy., Bartholy J., Ferenczi Z., †Gerhátné Kerényi J., Haszpra L., Homokiné Ujváry K., Kovács T., Lakatos M., Németh Á., Pongrácz R., Putsay M., Szabó P., Szépszó G. 2018. "Éghajlat" In: "Magyarország Nemzeti Atlasza – Természeti környezet." szerk.: Kocsis K. 58–69. Budapest: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet.
- [3] HungaroMet. 2024. "Magyarország éghajlata - általános leírás." , hozzáférés: 2024. 05. 28.:
https://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/altalanos_leiras/.
- [4] Kerry Emanuel: „Amit a klímaváltozásról tudunk”, ford. Tax Ágnes, Corvina Kiadó, Budapest, 2019, pp 27./6.o./
- [5] Michon Scott, Rebecca Lindsey: „What's the hottest Earth's ever been?", *Climate.gov*, 2023, hozzáférés: 2024. 05. 22.: <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/whats-hottest-earths-ever-been>
Darrell Kaufman et al.: „Holocene global mean surface temperature, a multi-method reconstruction approach”, *Scientific Data*, 2020, hozzáférés: 2024. 05. 22.:
<https://www.nature.com/articles/s41597-020-0530-7#Fig2>/6.o./
- [6] IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2023, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001./7.o./
- [7] IPCC, 2023: Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 57., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647/8.o./
- [8] Rebecca Lindsey, LuAnn Dahlman: „Climate Change: Global Temperature”, *Climate.gov*, 2024, hozzáférés: 2024. 05. 22.: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>/8.o./
- [9] IPCC, 2023: Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 44., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647/9.o./

- [10] IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 5., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001...../9.o./
- [11] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): „Magyarország karbonlábnyoma (CO₂) 2019”, hozzáférés: 2024.06.21.: <https://ksh.hu/s/kiadvanyok/fenntarthato-fejlodes-indikatorai-2022/3-40-sdg-13#analysis>...../9.o./
- [12] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): „Magyarország karbonlábnyoma (CO₂) 2020”, hozzáférés: 2024.06.21.: <https://ksh.hu/s/kiadvanyok/fenntarthato-fejlodes-indikatorai-2023/3-40>/9.o./
- [13] Kis-Kovács Gábor (Head of Unit): National Inventory Report for 1985–2022 Hungary, 2024, pp. 6–9. /10.o./
- [14] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): „A nemzetgazdasági ágak és háztartások üvegházhatásúgáz-kibocsátása”, hozzáférés: 2024. 06. 21.: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0018.html /11.o./
- [15] Green Policy Center. 2023. “Szektorális javaslatcsomag a 2030-as magyar klímacélok teljesítése érdekében: 7 javaslat az épület-szektor fenntarthatóbbá tételére.” hozzáférés: 2024. 02. 20.: https://www.greenpolicycenter.com/wp-content/uploads/2023/04/GPC_01_Epuletszektor-javaslatok-13042023.pdf/..... /11.o./
- [16] Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon. 2021. “Atlas.” In “Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” edited by Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou. Cambridge University Press. “Interactive Atlas” hozzáférés: 2024. 04. 05.: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>/13.o./
- [17] Beck, H. E., T. R. McVicar, N. Vergopolan, A. Berg, N. J. Lutsko, A. Dufour, Z. Zeng, X. Jiang, A. I. J. M. van Dijk, and D. G. Miralles. High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901–2099 based on constrained CMIP6 projections, Scientific Data 10, 724 (2023). hozzáférés: 2024. 10. 01.: <https://koppen.earth/> /14.o./
- [18] Szent-Györgyi Albert: „Az örült majom”, ford. Szabó Elek, Magvető Könyvkiadó, Budapest, 1989. /16.o./
- [19] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) – balról jobbra:/20.o./
- Felső sor:
- Fortepan / Építész, 1951, Makó. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/23441>
 - Fortepan / Kádár József, 1960. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/185805>
 - Fortepan / Faragó László, 1967, Hollókő. hozzáférés: 2024. 10. 03.: <https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/164778>

Alsó sor:

- Fortepan / Építész, 1950, Sümeg. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/23397>
 - Fortepan / Kádár József, 1960. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/185802>
 - Fortepan / Építész, 1952, Vasvár. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693606/photos/23457>
- [20] Balassa Iván, Ortutay Gyula: „Magyar néprajz”, Corvina Kiadó, Budapest, 1979, pp. 130-135. /21.o./
- [21] Istvánfi Gyula: „A magyar falu építészeti hagyománya”, hozzáférés: 2024. 08. 20.:
<https://epiteszforum.hu/a-magyar-falu-epiteszeti-hagyomanya-istvanfi-gyula-muegyetemi-professzor-ropirata> /21.o./
- [22] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) – balról jobbra: /22.o./
- Fortepan / Horváth József, 1958, Bátaszék. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693609/photos/264827>
 - Fortepan / Fóris Gábor - Vastagh Miklós hagyatéka, 1937. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693609/photos/226511>
 - Fortepan / Buzinkay Géza, 1940, Kazár. hozzáférés: 2024. 10. 03.:
<https://fortepan.hu/hu/lists/693609/photos/114612>
- [23] forrás ábra (szerk.: Juhász H.): Mosleh Ahmadi, Natalia Sokol, Justyna Martyniuk-Pęcsek: „The Role of Daylight in Forming The Traditional Space: Classification of Traditional Iranian Daylighting Elements”, Urbanism And Architecture Files of the Polish Academy of Sciences Kraków Branch, 2024, hozzáférés: 2024. 09.03.:
https://www.researchgate.net/publication/378902284_The_Role_of_Daylight_in_Forming_The_Traditional_Space_Classification_of_Traditional_Iranian_Daylighting_Elements /23.o./
- [24] Mosleh Ahmadi, Natalia Sokol, Justyna Martyniuk-Pęcsek: „The Role of Daylight in Forming The Traditional Space: Classification of Traditional Iranian Daylighting Elements”, Urbanism And Architecture Files of the Polish Academy of Sciences Kraków Branch, 2024, hozzáférés: 2024. 09.03.:
https://www.researchgate.net/publication/378902284_The_Role_of_Daylight_in_Forming_The_Traditional_Space_Classification_of_Traditional_Iranian_Daylighting_Elements /23.o./
- [25] P.S. Ghaemmaghami, M. Mahmoudi: “Wind tower a natural cooling system in Iranian traditional architecture”, International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, Santorini, 2005, hozzáférés: 2024. 09. 03.:
https://www.aivc.org/sites/default/files/members_area/medias/pdf/Inive/palenc/2005/Ghaemmaghami.pdf /23.o./
- [26] forrás ábra (szerk.: Juhász H.): P.S. Ghaemmaghami, M. Mahmoudi: “Wind tower a natural cooling system in Iranian traditional architecture”, International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, Santorini, 2005, hozzáférés: 2024. 09. 03.:
https://www.aivc.org/sites/default/files/members_area/medias/pdf/Inive/palenc/2005/Ghaemmaghami.pdf /24.o./

- [27] Tamáska Máté: „A kockaház – Kutatási előzmények és perspektívák” in „Kockaház – A 20. század vidéki háztípusa”, szerk. Tamáska Máté, Martin Opitz Kiadó, Budapest, 2021, pp. 24-35. /25.o./
- [28] Prakfalvi Endre: “Háztűznéző. Epizódok a házhomlokzat díszítés XX. századi történetéből, különösképp az úgynevezett kockaházakra”, Műemlékvédelem, 2015. 5. sz., hozzáférés: 2024. 06. 28.:
https://www.ludwigmuseum.hu/system/files/page/attachments/2024-05/Prakfalvi_Endre-Hasztuznezo-Muemlekvedelem_2015_59.pdf /25.o./
- [29] Balassa M. Iván: „A FAKSZ-házaktól a szocialista faluig - Népi építészet a 20. században”, Ház és Ember 15., Szabadtéri Néprajzi Múzeum, 2002, hozzáférés: 2024. 06. 28.: https://www.ludwigmuseum.hu/system/files/page/attachments/2024-05/Balassa_M_Ivan-A_Faksz_hazaktol_a_szocialista_faluig-Haz_es_ember_15.pdf /25.o./
- [30] Perényi Tamás: „Családi ház – ajánlott tervek, történeti áttekintés”, BME Lakóépülettervezési Tanszék, 2015, hozzáférés: 2024. 09. 03.:
<https://epiteszforum.hu/uploads/files/2016/07/mintahazak-kicsi.pdf> /26.o./
- [31] Sári Zsolt: „Kádár-kocka: presztízs és szimbólum” in „Kockaház – A 20. század vidéki háztípusa”, szerk. Tamáska Máté, Martin Opitz Kiadó, Budapest, 2021, pp. 129-140. /26.o./
- [32] Kovács Zsuzsa: „Kockaházak Zala megyében” in „Kockaház – A 20. század vidéki háztípusa”, szerk. Tamáska Máté, Martin Opitz Kiadó, Budapest, 2021, pp. 169-177. /26.o./
- [33] Germuska Pál, Ö. Kovács József: „Ezt a háztípust sokan otthonként ismerik” in „Kockaház – A 20. század vidéki háztípusa”, szerk. Tamáska Máté, Martin Opitz Kiadó, Budapest, 2021, pp. 7-8. /27.o./
- [34] Mándoki, Réka: „Típus-lakóépületek Magyarországon”, Építés – Építészettudomány 52 (2024) 1-2, pp. 147-169. hozzáférés: 2024. 08. 10.:
<https://akjournals.com/view/journals/096/52/1-2/article-p147.xml> /27.o./
- [35] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) - balról jobbra: /28.o./
- Felső sor:
- Tátrai Ádám: „Homályos kép - a sátozott kockaházakkal kapcsolatban”, Régió és identitás, BME, 2013/14, hozzáférés: 2024. 06. 28.:
https://www.ludwigmuseum.hu/system/files/page/attachments/2024-05/Tatrai_Adam-Homalyos_kep-BME_evkonyv_2014.pdf
 - Google Utcakép: Miszla, Kis u. 241., hozzáférés: 2024. 08. 23.:
<https://maps.app.goo.gl/LdhXg4uBRf9FTVJv6>
 - Google Utcakép: Sásd, Gárdonyi Géza u. 34., hozzáférés: 2024. 08. 23.:
<https://maps.app.goo.gl/FxXV9Mpn4SocA9Y7>
 - Roters Katharina: „Hungarian cubes: subversive ornaments in socialism”, Park Books, Zürich, 2014
- Középső sor:
- Google Utcakép: Högyész, Rózsafa u. 10., hozzáférés: 2024. 08. 23.:
<https://maps.app.goo.gl/3Envcvd5tHLtbWv27>

- Google Utcakép: Zselicszentpál, Fő u. 49., hozzáférés: 2024. 08. 23.:
<https://maps.app.goo.gl/D3b6TRZq1wrpvm2w5>
- Magyaralter: Tyukod, Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye, hozzáférés: 2024. 08. 22.: https://www.instagram.com/p/CKwwnhrBTZa/?img_index=1
- Magyaralter: Szolnok, Jász-Nagykun-Szolnok vármegye, hozzáférés: 2024. 08. 22.: https://www.instagram.com/p/CL45o06BDG6/?img_index=1

Alsó sor:

- Roters Katharina: „Hungarian cubes: subversive ornaments in socialism”, Park Books, Zürich, 2014

- [36] Vasarely Múzeum Budapest: „Planetáris folklór”, hozzáférés: 2024. 08. 10.:
<https://vasarely.hu/planetaris-folklor/>/29.o./
- [37] forrás ábra (szerk.: Juhász H.):/29.o./
- felső sor: Google Utcakép: Somogyszob, Kossuth Lajos u. 8.,
hozzáférés: 2024. 08. 23.: <https://maps.app.goo.gl/fFXtxv15aMyjx1RBA>
 - alsó sor: Google Utcakép: Bátonyterenye, Juhász Gyula út 22.,
hozzáférés: 2024. 08. 23.: <https://maps.app.goo.gl/uqfMFSaZEsMrBxUb8>
- [38] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): „Lakásállomány, laksűrűség, január 1.”, hozzáférés: 2024. 07. 23.: https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0002.html/30.o./
- [39] Székely Judit: „Sátortetős családi házak – egy régi vita felidézése”, Arc', 2001. 6. sz.,
hozzáférés: 2024. 06. 28.: https://www.ludwigmuseum.hu/system/files/page/attachments/2024-05/Szekely_Judit-Satortetos_csaladi_hazak-Arc_2001_6.pdf/30.o./
- [40] Országos Tanúsító Központ: „Energetikai minősítés, besorolások”, hozzáférés: 2024. 08. 25.: <https://otk.hu/szamitas-besorolas>/30, 31.o./
- [41] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): „Az épületek összesített energetikai jellemzője vármegyénként, 2022” hozzáférés: 2024. 07. 23.:
<https://www.ksh.hu/s/helyzetkep-2022/#/kiadvany/zoldgazdasag/az-epuletek-osszesített-energetikai-jellemzoje>/32.o./
- [42] Nemzeti Mintaterv Katalógus: „Lakóház tervek a magyar családok otthonteremtésének támogatására”, hozzáférés: 2024. 08. 03.:
<https://www.oeny.hu/oeny/nmtk/main>/35.o./
- [43] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) – balról jobbra:/36.o./
- Mobil Homes Kft.: hozzáférés: 2024. 08. 03.:
<https://ujmobilhazak.hu/mobilhazak/zen>
 - Platánplán Mérnöki Iroda: hozzáférés: 2024. 08. 03.: <https://platanplan.hu/plt-haz/>
 - Ubrankovics Kft.: hozzáférés: 2024. 08. 03.: <https://ubrankovics.hu/portfolio-item/budajeno/>
- [44] MoMA: „Ludwig Mies van der Rohe”, hozzáférés: 2024. 09. 21.:
<https://www.moma.org/artists/7166>/36.o./
- [45] EUSTAFOR (European State Forest Association): „European State Forests 2024+”
hozzáférés: 2024.07.01.: https://eustafor.eu/uploads/EUSTAFOR-Forestry-Strategy-2024_online.pdf/43.o./

- [46] Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti és Vadgazdálkodási Főosztálya: „Nemzeti Erdőstratégia 2016–2030” Budapest, 2016, pp. 38. /43.o./
- [47] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): Tájékoztató adatbázis – Fakitermelés., hozzáférés: 2024. 05. 28.: <https://statinfo.ksh.hu/Stainfo>/43.o./
- [48] Központi Statisztikai Hivatal (KSH): Tájékoztató adatbázis – Termékek külkereskedelmi forgalma., hozzáférés: 2024. 05. 28.: <https://statinfo.ksh.hu/Stainfo>/44.o./
- [49] Földművelésügyi Minisztérium Erdészeti és Vadgazdálkodási Főosztálya: „Nemzeti Erdőstratégia 2016–2030” Budapest, 2016, pp. 39./46.o./
- [50] (Fagyapot, farost szigetelés) STEICO, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://www.steico.com/en/> NATURHELD, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://www.naturheld.global/>/47.o./
- [51] (Kender szigetelés) CANNA FLEX, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <http://www.hanf-daemmstoffe.com/en/products/vicarius-canna-flex-2/>...../48.o./
- [52] (Szalma alapú szigetelés) VESTA ECO, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://www.vestaeco.com/index.html>/48.o./
- [53] (Gyapjúszigetelés) ISOLENA, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://www.isolena.com/en/sheepwool-insulation/>/49.o./
- [54] (Vályogrost lemezek) LEMIX, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://lemix.eu/produkt/LemixLehmplatte> LEIPFINGER BADER, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://leipfinger-bader.de/>/49.o./
- [55] (Vályogvakolatok) BLOKAY, hozzáférés: 2024. 08. 19.: <https://valyogvakolat.hu/>./49.o./
- [56] Innovációs és Technológiai Minisztérium: „Hosszú Távú Felújítási Stratégia az (EU) 2018/844 számú irányelve alapján a 2021–2027 közötti kohéziós célú támogatások kifizetését lehetővé tevő feljogosító feltételek teljesítése céljából” , hozzáférés: 2024. 01. 19.: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2021-07/hu_2020_ltrs_0.pdf/50.o./
- [57] Nemzeti Jogszabálytár: „9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról”, hozzáférés: 2024. 04. 18.: <https://njt.hu/jogszabaly/2023-9-20-8X.2>/52.o./
- [58] Circular Ecology. 2019.: “Embodied Carbon – The ICE Database.”, hozzáférés: 2024. 01. 19.: <https://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html>./52.o./
- [59] Energiamegújulás – Tudástár: „Hőátadás”, hozzáférés: 2024. 05. 20.: <https://energiamegujitas.hu/hoatadas>...../56.o./
- [60] Reischl Gábor: “A környezetbarát energiatakarékos állattartó épületek” in “Könyv az építészetről” szerk.: Bachman Zoltán, Pécs, Janus Pannonius Tudományegyetem University Press, Pécs, 1998, pp. 617–627./57.o./
- [61] Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, “Magyar Fészek+ = Hungarian Nest: New Types of Energy Spaces in Sustainable Architecture”, Metszet, vol. 11, no. 4, pp. 44–47, 2020./58.o./

- [62] forrás (szerk.: Juhász H.) felső sor: SDE19 - MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépület megvalósító csapat.
alsó sor: Maiztegui, Belén: „Traditional Solutions, Modern Projects: Wooden Screens for Sun Protection and Ventilation”, ArchDaily, 2021, hozzáférés: 2024. 09. 22.:
<https://www.archdaily.com/954288/traditional-solutions-modern-projects-wooden-screens-for-sun-protection-and-ventilation>/58.o./
- [63] MSZ EN 16798-1:2019 (Épületek energetikai teljesítőképessége. Épületek szellőztetése. 1. rész: Beltéri bemeneti paraméterek az épületek beltéri levegőminőségéhez, hőmérsékleti, világítási és akusztikai környezetéhez kapcsolódó energetikai teljesítőképességének tervezéséhez és értékeléséhez. M1-6 modul):
B.2.4 Default indoor temperatures for energy calculations – Table B.5.: Temperature ranges for hourly calculation for cooling and heating energy in four categories of indoor environment. /68.o./
- [64] Laurent Grignon-Massé - Jérôme Adnot - Philippe Rivière: „A Preliminary Attempt to Unify the Different Approaches of Summer Comfort Evaluation in the European Context”, ResearchGate, 2008, hozzáférés: 2024. 06. 28.:
https://www.researchgate.net/publication/242418830_A_Preliminary_Attempt_to_Unify_the_Different_Approaches_of_Summer_Comfort_Evaluation_in_the_European_Context
, (ford.: Juhász H.) /69.o./
- [65] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) - balról jobbra: /80.o./
- Astbury, Jon: „Théque Atelier surrounds home in Hungary with steel verandah”, Dezeen, 2024, hozzáférés: 2024. 09. 21.:
<https://www.dezeen.com/2024/08/15/theque-atelier-frame-house-hungary/>
 - Stouhi, Dima: „What is a Traditional Windcatcher?”, ArchDaily, 2021, hozzáférés: 2024. 09. 21.: https://www.archdaily.com/971216/what-is-a-traditional-windcatcher?ad_medium=gallery
 - Catteeuw, Paul: „Ma'nene' of Hoe hou je de doden levend(ig)?”, VOLKSKUNDE, 2018, hozzáférés: 2024. 09. 21.: https://www.researchgate.net/figure/fig2_324647607
 - Naidoo, Ridhika: „Diebedo Francis Kere at small scale, big change: new architectures of social engagement exhibition”, designboom, 2010, hozzáférés: 2024. 09. 21.: <https://www.designboom.com/architecture/diebedo-francis-kere-at-small-scale-big-change-new-architectures-of-social-engagement-exhibition/>
- [66] forrás ábra (szerk.: Juhász H.): © Sigurd Steinprinz / Bergische Universität Wuppertal, 2022. /80.o./
- [67] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) - balról jobbra: /81.o./
- Salama, Ashraf M.: “Interrogating the Practice of Image Making in a Budding Context”, International Journal of Architectural Research Archnet-IJAR, 2014, hozzáférés: 2024. 09. 22.: https://www.researchgate.net/figure/The-case-study-the-Male-Engineering-Building-at-Qatar-University_fig1_324541984
 - Garai Péter – Pásztor Erika Katalina: “RATI - a gyárak energiadesign Rolls-Royce-a”, Építészforum, 2012, hozzáférés: 2024. 09. 21.: <https://epiteszforum.hu/rati-a-gyarak-energiadesign-rolls-royce-a2>
 - Saját fotó.
 - A fotót készítette Paári Péter.

- [68] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) - balról jobbra:/81.o./
- Maiztegui, Belén: „Traditional Solutions, Modern Projects: Wooden Screens for Sun Protection and Ventilation”, ArchDaily, 2021, hozzáférés: 2024. 09. 22.:
<https://www.archdaily.com/954288/traditional-solutions-modern-projects-wooden-screens-for-sun-protection-and-ventilation>
 - Abbas, Günsu Merin – Banci, Selda: „ARCHI-TALKS 3: Branko Kolarevic -BUILDING DYNAMICS: EXPLORING ARCHITECTURE OF CHANGE”, ResearchGate, 2020, hozzáférés: 2024. 09. 22.:
https://www.researchgate.net/publication/347490454_archi-talks_3_branko_kolarevic_-building_dynamics_exploring_architecture_of_change_mimarlik_konusmalari_3_branko_kolarevic-yapi_dinamikleri_degisimin_mimarisini_kesfetmek
 - Saját fotó.
 - Saját fotó.
 - A fotót készítette Paári Péter.
- [69] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) - balról jobbra:/82.o./
- Saját fotó.
 - © Sigurd Steinprinz / Bergische Universität Wuppertal, 2022.
 - Nik Etteghad, Ali et al.: „Re-visiting performance-based design in pursuance of passive techniques manifested in Thomas Herzog’s architecture”, ResearchGate, 2015, hozzáférés: 2024. 09. 22.:
https://www.researchgate.net/publication/276513381_Re-visiting_performance-based_design_in_pursuance_of_passive_techniques_manifested_in_Thomas_Herzog's_architecture
 - ArchDaily: „Research Center ICTA-ICP · UAB / H Arquitectes + DATAE”, ArchDaily, 2015, hozzáférés: 2024. 09. 22.: <https://www.archdaily.com/636587/research-center-icta-icp-uab-h-arquitectes-datae>
- [70] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) - balról jobbra:/82.o./
- Saját fotó.
 - © Sigurd Steinprinz / Bergische Universität Wuppertal, 2022.
 - © Sigurd Steinprinz / Bergische Universität Wuppertal, 2022.
 - Saját fotó.
- [71] forrás ábra (szerk.: Juhász H.) - balról jobbra:/83.o./
- Saját fotó.
 - Bioregional: „BedZED - the UK's first major sustainable community”, Bioregional, 2019, hozzáférés: 2024. 09. 22.: <https://www.bioregional.com/projects-and-services/case-studies/bedzed-the-uks-first-large-scale-eco-village>
 - Perez, Adelyn: „Architecture Classics: Centre Georges Pompidou / Renzo Piano Building Workshop + Richard Rogers”, ArchDaily, 2010, hozzáférés: 2024. 09. 22.:
<https://www.archdaily.com/64028/ad-classics-centre-georges-pompidou-renzo-piano-richard-rogers>
- [72] forrás ábra (szerk.: Juhász H.): SDE19 - MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépületet megvalósító csapat/86, 87, 88, 90.o./

- [73] Ali Modar, Katona Ádám László, Kistelegdi István: „CFD investigation of natural ventilation in a family house in Hungary”, Journal of Physics: Conference Series, vol. 2069, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2069/1/012095 /89, 90, 91.o./
- [74] Kistelegdi István, Háber István: „Gebäudeaerodynamische Untersuchungen einer Plusenergie-Produktionsstätte mit passiven Lüftungstürmen in Sikonda (Südungarn)”, Bauphysik, 2012, hozzáférés: 2024. 10.
07.:https://www.researchgate.net/publication/264529077_Gebaudeaerodynamische_Untersuchungen_einer_Plusenergie-Produktionsstatte_mit_passiven_Luftungsturmen_in_Sikonda_Sudungarn/90.o./
- [75] Loch Gábor: „Lakóépületek kontrollált szellőzése”, (*szakdolgozat*), Pécsi Tudományegyetem – Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Pécs, 2012. ... /91.o./

1. ábra: Hőmérsékleti állapotok alakulása az elmúlt évmilliók során.....	6
2. ábra: Globális átlaghőmérséklet növekedés 1901-től 2101-ig. Viszonyítva az 1901-1960 évek átlagához.....	8
3. ábra: Az építőipar ÜHG kibocsátásának alakulása Magyarországon 1990-2021 évek között, a KSH adatai szerint	11
4. ábra: Magyarországra jellemző éghajlati besorolások a Köppen-Geiger-féle éghajlati rendszerezés szerint, múlt (1901-1960), jelen (1991-2020) és a középtávon várható jövő (2041-2070) vonatkozásában, három felmelegedési forgatókönyvet figyelembe véve.	14
5. ábra: Tájegységekre jellemző vernakuláris épülettípusok	20
6. ábra: Vernakuláris utcaképek az 1960-as évek előtt	22
7. ábra: Iráni árnyékolás tipikus kialakítása	23
8. ábra: Széltorony működési elve, Yazd (Irán)	24
9. ábra: Bal oldalon: jellegzetes sátoertős családi ház terv (kockaház) - utcai homlokzat és alapröjz. ; Jobb oldalon: bővített, alapincézett kockaház terv - homlokzatok, metszet és alaprajzok.	25
10. ábra: Kockaházak Magyarországon napjainkban - vibráló faluképek kialakulása az épülettömegek hasonlósága (tipizálás) és a változatos homlokzati részletképzés (egyedire való törekvés) eredményeként	28
11. ábra: Kockaház homlokzatok kapart kőporos vakolattal. Jellemző volt a nyílászárók magasságában alkalmazott részletgazdag díszítés, amit legtöbb esetben ismétlődő motívumok, geometrikus minták alkottak. Felső képsor a nép virágminták hangulatát idézi fel, míg az alsó képsoron a kocka axonometrikus ábrázolásából alakul ki ritmikus díszítés.	29
12. ábra: Az épületek összesített energetikai jellemzője vármegyénként, a 2022-ben kiadott energetikai tanúsítványok (új és használt épületekre egyaránt) átlagolt értékeit alapján: "Az épületek energiafelhasználása rendkívül jelentős, környezeti és gazdasági szempontból ezért egyaránt fontos a fenntartható üzemeltetésük."	32
13. ábra: Napelemekkel „telerakott” családi lakóépület.	34
14. ábra: Különböző készházépítő cégek mintatervei.	36
15. ábra: Fakitermelés alakulása Magyarországon 2017-2022 évek között - Vágáslap feletti NETTÓ IPARIFA mennyisége fafajcsoportok szerinti bontásban	44
16. ábra: Szállítási távolságok Magyarországhoz viszonyítva, a 2022. évi legjelentősebb faanyag importáló országok vonatkozásában	46
17. ábra: Vizsgált koncepcionális felépítés négy változata	57
18. ábra: SDE19 versenyre készült Magyar Fészek+ koncepcióépület terve (fent) és kortárs építészeti megoldások a teljes felületi árnyékolásra (lent)	58

19. ábra: Léghőmérséklet alakulása napi összehasonlításban, a délutáni órákban, az automata meteorológiai állomás által rögzített adatok szerint (2024. augusztus 15-18. között).	59
20. ábra: Méréshez felépített installáció terve	60
21. ábra: Fotók a mérési installációról (85%-os árnyékoltsághoz tartozó felépítmény)	61
22. ábra: Vizsgált árnyékoltsági szituációk. Balról jobbra: 85%-os, 65%-os, 50%-os árnyékoltsággal és túlnyúló eresz kialakítással. Vizsgálatra került az átmeneti tér hőmérsékletének alakulása, a falfelület felmelegedése és annak késleltetési lehetőségei, mindez azonos napsugárzási körülmények mellett és különböző árnyékoltsági állapotokban.	62
23. ábra: Fekete gömbhőmérsékleti adatok összehasonlítása a meteorológiai állomáson mért léghőmérsékleti értékekkel, napi osztásban, a mért légsebességi adatok mellett.	63
24. ábra: Árnyékolatlan-, és árnyékolt felületek hőmérsékleteinek összehasonlítása a léghőmérsékleti adatokkal, napi bontásban	64
25. ábra: Hőmérsékletkülönbségek vizsgálata	65
26. ábra: Mért és szimulált adatok összehasonlítása napi bontásban: Az átmenetiterben mért hőmérsékleti adatok trendvonalára többségében megegyező viselkedést ír le a szimulációs modell által generált adatok görbéjével	67
27. ábra: A szimulációs épületmodell három eltérő sűrűségű árnyékolórendszerrel (85, 65%, 50%) és eresz által árnyékolt kialakításban	68
28. ábra: Hővezetés elvi ábrája	70
29. ábra: A Magyar Fészek+ koncepcióépület 85%-os és eresz által árnyékolt kialakításának vizsgálata épületszimulációs modell segítségével: operatív hőmérsékletek összehasonlítása 2024. augusztus 15-18. közötti időszakban	71
30. ábra: A belső operatív hőmérsékletek alakulása és a szükséges hűtési időszakok összehasonlítása, 85%-os árnyékoltság esetén, eltérő komfortmeghatározások szerint	72
31. ábra: Nemzetközi példák az identitást meghatározó építészeti megjelenésre. Mint ahogy a múlt vernakuláris építészetében megmutatkozó tornácok, széltornyok, csapadékvédelemért felelős előre ugró oromzatok, vagy a szelet hűtésre használó másodlagos, tömegtől ellebegtetett afrikai tetők, szimbólumává válhattak az adott régió építészetének és gondolkodásának, úgy lehetnek eszközei a környezetpozitív építészetnek is a klímavándorlásra adott válaszkeresés során.	80
32. ábra: Solar Decathlon Europe versenyépületek integrált napelem rendszerei 2022-ben. Csapatok épületei balról jobbra: Pécsi Tudományegyetem (Magyarország); Stuttgart University of Applied Sciences (Németország); Aachen University of Applied Sciences (Németország); Karlsruhe Institute of Technology (Németország).	80

33. ábra: Széltornyok. Balról jobbra: Egyetemi campus széltornyokkal Katarban; RATI gyárépülete széltornyokkal Magyarországon; Prototípusépület rejtett széltoronnyal a Solar Decathlon Africa versenyen 2019-ben; MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépület rejtett széltoronnyal a Solar Decathlon Europe versenyen 2019-ben.	81
34. ábra: Árnyékolástechnika. Balról jobbra: Napvédelem Spanyolországban; Jean Nouvel által tervezett Institut du Monde Arabe, Párizs; Közeli kép a Solar Decathlon Africa verseny egyik prototípusépületéről 2019-ben; Teljes kép a Solar Decathlon Africa verseny egyik prototípusépületéről 2019-ben; MAGYAR FÉSZEK+ prototípusépület árnyékolórendszere a Solar Decathlon Europe versenyen 2019-ben.	81
35. ábra: Napterek. Balról jobbra: Napház (Pécs, Magyarország); Belső nézet a Pécsi Tudományegyetem prototípus épületének napteréből a Solar Decathlon Europe 2022 versenyen; Thomas Herzog által tervezett lakóépület (Regensburg, Németország); Kutatóközpont (Barcelona, Spanyolország).	82
36. ábra: Természetes / újrahasznosított anyagok alkalmazása. Balról jobbra: Újrahasznosított vezetékekből készült homlokzatburkolat a Solar Decathlon Africa egyik versenyépületén 2019-ben; Fa teraszburkoló deszkák újrahasznosításával készült homlokzatburkolat a Solar Decathlon Europe magyar versenyépületén 2022-ben; Természetes agyagtéglákból készült fal a Solar Decathlon Europe egyik versenyépületében 2022-ben; Belső lépcső mellvédfala újrahasznosított, habosított alumínium panelekből a Solar Decathlon Europe magyar versenyépületében 2022-ben.	82
37. ábra: Gépészeti megoldások, melyek identitást hangsúlyozó elemmé váltak. Balról jobbra: Huzatfokozók a Solar Decathlon Europe 2022 magyar versenyépületén; BedZED projekt Londonban; Renzo Piano által tervezett Pompidou Kulturális Központ Párizsban.	83
38. ábra: A koncepcionális megközelítés elvi ábrája, két főbb karakterelem vetületében....	85
39. ábra: SDE19 koncepció épület tömeg-, és alaprajzi ábrája (fent) és a megvalósult prototípus épület tömeg-, és alaprajzi ábrája (lent)	86
40. ábra: Benapozottsági vizsgálat évszakokra bontva - balról jobbra: tavasz, nyár, ősz, tél. (SDE19 – Magyar Fészek+ épület)	87
41. ábra: Anyaghasználatában / megjelenésében variálható másodlagos homlokzati épületbőr – energiaburok koncepcióábra (SDE19 – Magyar Fészek+)	88
42. ábra: Természetes szellőzés a működési elve a Magyar Fészek+ prototípusépületben	90
43. ábra: Solar Decathlon Europe 2019 megvalósult versenyépülete, Magyar Fészek+	91
44. ábra: Elvi illusztráció / A másodlagos épületbőr felületi lehetőségei és az épület magaspontján kialakított Venturi-tányér karakteres megjelenése.	93
45. ábra: Utcaképek megváltozása – grafikai vízió.	103

1. táblázat: Az üvegházhatású gázok kibocsátásának alakulása Magyarországon, a 2024-ben kiadott Nemzeti Kibocsátási Leltárjelentés adatai szerint:	10
2. táblázat: Az éves és a nyári hónapokra vetített átlag- és maximum hőmérsékleti értékek változása Nyugat-Közép-Európa és a Mediterrán zóna vonatkozásában, az 1850-2100 évek között, az alacsonyabb felmelegedési forgatókönyv (SSP1-2.6) szerint	13
3. táblázat: Magyarországon hatályos energetikai besorolási osztályok és értelmezésük ..	31
4. táblázat: „Fakitermelés” és „Fafeldolgozás (kivéve: bútort), fonottáru gyártás” termék import Magyarországon 2019-2022 között (az adatok nettó tömeg kg-ban értendő)	45
5. táblázat: A vizsgálatban résztvevő, különböző típusú falszerkezetek rétegrendje	51
6. táblázat: Összefoglaló adatok a különböző típusú falszerkezetek számított jellemzőiről	52
7. táblázat: Az épületek négy komfort kategóriája az EN 15251 szerint és az elfogadható beltéri hőmérsékletek, komfortkategóriákra osztva.	69

- [1] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás, Ali Modar: „Secondary building skin - Energy envelope”, *Pollack Periodica, Vol. 20 (2025)*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2025, Online ISSN: 1788-3911
(befogadott, kiadás alatt; SCOPUS adatbázisban szereplő folyóiratban megjelenő, angol nyelvű cikk)
- [2] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „Standard houses and Environmental positivity - Hungarian standard houses at past, present and future beyond the climate change”, *Építés - Építészettudomány*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2024, Online ISSN 1588-2764
(befogadás alatt)
- [3] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „Adaptive comfort technologies as architectural possibilities for climate-migration”, *Abstract book for the 20th Miklós Iványi International PhD & DLA Symposium: Architectural, Engineering and Information Sciences*, Pollack Press - Faculty of Engineering and Information Technology - University of Pécs, Pécs, 2024, ISBN 978-963-626-330-0
- [4] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „A magyarországi szénbányászat épített öröksége / Értékszemlélet és fenntarthatóság”, *Az 1945 utáni építészet emlékeinek védelme c. kiadvány*, ICOMOS Magyar Nemzeti Bizottság, Budapest, 2024, ISBN: 978-615-82099-6-0
(befogadott, kiadás alatt)
- [5] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „Climate-Migration - The Possibilities of Adaptive Architecture”, *The 9th International Academic Conference of Places and Technologies: Keeping Up with Technologies to Achieve Liveability Emphasising Human Centered Design*, 2024.
(befogadás alatt)
- [6] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „Climate-Migration - The Possibilities of Adaptive Architecture”, *The 9th International Academic Conference of Places and Technologies: Keeping Up with Technologies to Achieve Liveability Emphasising Human Centered Design - Book of Abstracts*, Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar, Pécs, 2024, ISBN: 978-963-62629-4-5
- [7] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Hegedüs Csilla: „Környezetpozitív építészet - Lungs of the City - Solar Decathlon Europe 2022”, *Régi-Új Magyar Építőművészet, Vol. 23 No 4 (2023) pp 50-52*, Magyar Építőművészek Szövetsége, Budapest, 2023.

- [8] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás, Dr. Dolgosné Kovács Anita: „Újrahasznosított nemzeti identitás”, *Proceedings of the Miskolc IPW – IV. Sustainable Raw Materials International Project Week*, Miskolc-Egyetemváros: Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet – Miskolci Egyetem, Miskolc, 2020, ISBN 978-963-358-222-0
- [9] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás, Dr. Dolgosné Kovács Anita: „Újrahasznosított anyagok fenntartható építészeti alkalmazása”, *Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Hallgatói és Oktatói Tudományos Konferencia. Absztrakt Kötet*, Pécsi Tudományegyetem – Műszaki és Informatikai Kar, Pécs, 2020, ISBN: 978-963-429-610-2
- [10] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „Magyar Fészek+ = Hungarian Nest: New Types of Energy Spaces in Sustainable Architecture”, *METSZET: Építészet Újdonságok Szerkezetek Részletek, Vol 11, No 4 (2020), pp 44-47*, Artifex Kiado Kft., Budapest, 2020, doi: 10.33268/Met.2020.4.7
(SCOPUS adatbázisban szereplő folyóiratban megjelenő, magyar nyelvű cikk)
- [11] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: „MAGYAR FÉSZEK+: Új típusú energiaterek a fenntartható építészetben”, *XXIII. Magyar Energia Szimpózium Konferenciakiadvány (2019) pp 10-24*, Magyar Energetikai Társaság, Budapest, 2019, ISBN 978-615-00-8240-0
- [12] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás, Dr. Kósa Balázs: „Recycled national identity”, *Abstract book for the 15th Miklós Iványi International PhD & DLA Symposium: Architectural, Engineering and Information Sciences*, Pollack Press – Faculty of Engineering and Information Technology – University of Pécs, Pécs, 2019, ISBN 978-963-429-449-8
- [13] Dr. Kondor Tamás, Dr. Kósa Balázs, Dr. Baranyai Bálint, Dr. Kistelegdi István, Juhász Hajnalka, Zrena Zoltán, Szigony János: „HUNGARIAN ENERGY+ CUBE”, *Places and Technologies 2019: The 6th International Academic Conference on Places and Technologies, pp 287-292*, Pécsi Tudományegyetem – Műszaki és Informatikai Kar, Pécs, 2019, ISBN: 978-963-429-401-6
- [14] Dr. Kondor Tamás, Dr. Kósa Balázs, Dr. Baranyai Bálint, Dr. Kistelegdi István, Juhász Hajnalka, Zrena Zoltán, Szigony János: „Hungarian energy cube”, *6th International Academic Conference on Places and Technologies: Book of Abstracts*, Pécsi Tudományegyetem – Műszaki és Informatikai Kar, Pécs, 2019, ISBN 978-963-429-378-1

- [15] Juhász Hajnalka, Dr. Kósa Balázs, Dr. Molnár Tamás: „Multicultural Effects in the Architecture”, *Műszaki Tudományos Közlemények (EN) Vol. 11 No 1 (2019) pp 97-100*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2019, ISSN 2601-5773
- [16] Juhász Hajnalka, Dr. Kósa Balázs, Dr. Molnár Tamás: „A multikulturalizmus hatása az építészetre”, *Műszaki Tudományos Közlemények (HU) Vol. 11 No 1 (2019) pp 97-100*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2019, ISSN 2601-5773
- [17] Dr. Kósa Balázs, Juhász Hajnalka, Gyüre Lilla, Dr. Széll Attila Béla, Schmidt Olivér, Németh-Szigeti Renáta, Paczolai Kinga: „Turkish Secrets Hidden in Our Streets”, *Műszaki Tudományos Közlemények (EN) Vol. 9 No 1 (2018) pp 131-134*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2018, ISSN 2601-5773
- [18] Dr. Kósa Balázs, Juhász Hajnalka, Gyüre Lilla, Dr. Széll Attila Béla, Schmidt Olivér, Németh-Szigeti Renáta, Paczolai Kinga: „Az utcáinkban megbúvó török”, *Műszaki Tudományos Közlemények (HU) Vol. 9 No 1 (2018) pp 131-134*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2018, ISSN 2601-5773

// ALKOTÁSOK

- [1] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka: *Lakóépület koncepcióterve és generál engedélyezési terve*, Sásd, Magyarország, 2024.
- [2] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka: *Erdei Rekreációs Központ a Mecsekben: Koncepcióterv és Megvalósíthatósági Tanulmány*, Pécs – Tettye, Magyarország, 2023.
- [3] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka: *8 lakásos Társasház Műemléki környezetben: Koncepcióterv és megvalósíthatósági tanulmány*, Pécsvárad, Magyarország, 2023.
- [4] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka: *28 Lakásos társasház: Építészeti és városépítészeti koncepcióterv / Megvalósíthatósági Tanulmányterv*, Pécsvárad, Magyarország, 2023.
- [5] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka: *GAZEK KÖZPONT - Többfunkciós irodaház: Generál Építési Engedélyezési Terv*, Pécsvárad, Magyarország, 2023.

- [6] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Hegedüs Csilla, Dr. Kósa Balázs, Dr. Medvegy Gabriella: **Hungarian Nest+ Klímapozitív lakóépület: a Living Lab NRW fenntarthatósági kiállítás és annak részeként bemutatott SDE2022 versenyépület**, Wuppertal, Németország, 2022.
- [7] Dr. Kondor Tamás, Dr. Kósa, Balázs, Juhász, Hajnalka, Hegedüs Csilla, Lenkovics László, Dr. Füredi Balázs, Novák Balázs, Patyi Szabolcs, Dr. Medvegy Gabriella, Vasvári Gyula et al.: **Hungarian Nest Plusz környezetpozitív mintatthon versenyépület - Solar Decathlon 2022 – Megvalósult terv**, Wuppertal, Németország, 2022.
- [8] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Dr. Medvegy Gabriella; Dr. Dittrich Ernő, Dr. Somfai Dávid, Dr. Pécz Tibor: **ZalaZONE Ipari Park - Környezetileg Fenntartható Csapadékvíz-gazdálkodási Koncepciója (Építészeti - zöldfelületkezelési -és vízmegtartási koncepcióterv)**, ZalaZONE Ipari park és gépjárműipari tesztpálya, Zalaegerszeg, Magyarország, 2022.
- [9] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Szigony János, Pintér Noémi: **Nagy Szent Vazul, Teológus Szent Gergely és Aranyszájú Szent János Templom: Építészeti és belsőépítészeti tervek**, Budapest, Magyarország, 2022.
- [10] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Szigony János, Hegedüs Csilla: **Belsőépítészeti terv - Dialógus Központ - Görögkeleti Ortodox Egyházi Központ: Budapesti Palotanegyedben a volt Károlyi palota rehabilitációs átalakításával létrehozott egyházi központ**, Budapest, Magyarország, 2022.
- [11] Dr. Kondor Tamás, Dr. Kósa, Balázs, Lenkovics László, Dr. Kovács Éva, Juhász Hajnalka, Hegedüs Csilla, Ali Modar, Nesma Sadoud, Novák Balázs, Patyi Szabolcs et al.: **Solar Decathlon 2022: Hungarian Nest plusz versenyépület kiviteli terve**, Wuppertal, Németország, 2022.
- [12] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Lenkovics László, Cakó Balázs, Dr. Baranyai Bálint, Dr. Kistelegdi István, Dr. Medvegy Gabriella, Dr. Rétfalvi, Donát, Dr. Borsos Ágnes, Dr. Bachmann Bálint et al.: **Hungarian Nest + a Wuhan-i Design Week-en**, Wuhan, Kína, 2021.
- [13] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Dr. Kósa Balázs, Ojo David: **Modell és poszterkiállítás a Wuppertali Utópiastadtban a Solar Decathlon Europe 2022 versenyépületeiből (Makettek és Poszterek)**, Wuppertal, Németország, 2021.

- [14] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Hegedüs Csilla, Lenkovics László, Szigony János, Dr. Füredi Balázs, Patyi Szabolcs, Novák Balázs: *Dialógus Központ - Görögkeleti Ortodox Egyházi Központ kiviteli terve: Budapesti Palotanegyedben a volt Károlyi palota rehabilitációs átalakításával létrehozott egyházi központ (terv)*, Budapest, Magyarország, 2021.
- [15] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Nagy Viktor, Szigony János, Pintér Noémi, Hegedüs Csilla: *Görög-keleti Ortodox Dialógus Központ, Lelkiségi, Kulturális és Tudományos Akadémia (építési engedélyezési terv)*, Budapest, Magyarország, 2020.
- [16] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka, Pintér Noémi, Hegedüs Csilla, Nagy Viktor, Szigony János: *Görög-keleti Ortodox Dialógus Központ, Lelkiségi, Kulturális és Tudományos Akadémia (tanulmányterv)*, Budapest, Magyarország, 2020.
- [17] Dr. Kondor Tamás, Szigony János, Pintér Noémi, Juhász Hajnalka: *Intercisa Castellum tájrekonstrukciós örökségvédelmi terve és Látogatóközpont kialakításának építész kiviteli terve*, Öreghegy, Dunaújváros, Magyarország, 2020.
- [18] Dr. Kondor Tamás, Dr. Kósa Balázs, Dr. Baranyai Bálint, Dr. Kistelegdi István, Juhász Hajnalka, Szigony János, Zrena Zoltán, Lenkovics László, Cakó Balázs, Dr. Medvegy Gabriella et al.: *Hungarian Nest+ (mintaház): Solar Decathlon Europe 2019*, Szentendre, Magyarország, 2019.
- [19] Dr. Kondor Tamás, Juhász Hajnalka: *Crumerum Látogatóközpont kialakításának építész kiviteli terve*, Nyergesújfalu, Magyarország 2019.
- [20] Juhász Hajnalka, Dr. Kondor Tamás: *DECODE - the space for ARCHITECTURE: Magyar Fészek+ pályamű (médiafájl)*, Budapest, Magyarország, 2019.
- [21] Dr. Borsos Ágnes, Dr. Bachmann Bálint, Szintén Bianka, Juhász Hajnalka, Szücs Gábor, Bodolai Henrietta: *Inotai hűtőtornyok átalakítása, 2023 Európa Kulturális Fővárosa projekt keretében a Pannon várszínházi számára, ötletterv - Dante isteni színjáték színrevitelére*, Veszprém, Magyarország 2018.