

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

MUCSI ZSUZSANNA MÁRIA

Soproni Egyetem

Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar

Sopron

2025

Doktori (PhD) értekezés

Soproni Egyetem

Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar

Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola

Vezető: Prof. Dr. Bejó László egyetemi tanár

Doktori program: F2, Kreatív Tervezés és Technológiák

Programvezető: Prof. Dr. Kovács Zsolt, Prof. Dr. Zalavári József

Tudományág: anyagtudomány és technológiák

**TERMÉSZETES ALAPÚ KOMPOZITOKBÓL TERVEZETT TÉRSTRUKTÚRA
FEJLESZTÉSE – A TÉRALAKÍTÁS EMBERI ÉS KÖRNYEZETI TÉNYEZŐI**

Készítette: Mucsi Zsuzsanna Mária

Témavezető: Dr. Horváth Péter György, Prof. Dr. Alpár Tibor

Sopron

2025

**TERMÉSZETES ALAPÚ KOMPOZITOKBÓL TERVEZETT TÉRSTRUKTÚRA
FEJLESZTÉSE – A TÉRALAKÍTÁS EMBERI ÉS KÖRNYEZETI TÉNYEZŐI**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Soproni Egyetem Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák
Doktori Iskolája

F2, Kreatív Tervezés és Technológiák programja

Írta:
Mucsi Zsuzsanna Mária

Készült a Soproni Egyetem Cziráki József Doktori Iskola

Témavezetők: Dr. Horváth Péter György

Elfogadásra javaslom (igen / nem) (aláírás)

Prof. Dr. Alpár Tibor

Elfogadásra javaslom (igen / nem) (aláírás)

A jelölt a doktori komplex vizsga 93 % -ot ért el,

Sopron, 2022. július 08.

.....
a Komplex Vizsga Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem (aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem (aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem (aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDHT elnöke

NYILATKOZAT

Alulírott Mucsi Zsuzsanna Mária, jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a(z) Természetes alapú kompozitokból tervezett ergonomikus térstruktúra fejlesztése című PhD értekezésem önálló munkám, az értekezés készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény szabályait, valamint a Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola által előírt, a doktori értekezés készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.¹

Kijelentem továbbá, hogy az értekezés készítése során az önálló kutatómunka kitétel tekintetében témavezető(i)met, illetve a programvezetőt nem tévesztettem meg.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy az értekezést nem magam készítettem, vagy az értekezéssel kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Soproni Egyetem megtagadja az értekezés befogadását.

Az értekezés befogadásának megtagadása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron, 20.....

.....
doktorandusz

¹ **1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1)** A mű részletét – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára – a cél által indokolt terjedelemben – szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást – a szerző nevével együtt – fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.

Tartalom

Kivonat	9
Abstract	10
Botanikus kerti mikrokörnyezetek fejlesztése_1_001	11
Javaslat_1_002	13
Térhasználók és térhasználat vizsgálata_1_003	15
Koncepció_1_004	17
Ember – tér kölcsönhatásainak vizsgálata_2_001	19
Az énkép kialakulása és a környezet közötti kapcsolat_2_002	29
Egészségi állapot_2_003	30
Az érzékszervi észlelés spáciumai_2_004	31
Kinesztetikus interfész_2_005	33
A helyszín meglévő és tervezett állapotának kinesztetikai elemzése_3_001	37
Vizuális interfész_3_002	41
A helyszín meglévő és tervezett állapotának vizuális elemzése_3_003	45
Szín_3_004	47
Fény_3_005	49
Működés, gépészet, kommunikáció, kontroll_3_006	51
Anyag_3_007	52
Auditorikus interfész_3_008	53
Haptikus – Olfaktorikus (és gusztatorikus) érzékelés_3_009	55
Haptikus – taktilis érzékelés_3_010	57
A térstruktúra taktilis elemzése_3_011	59
Szerkezetkialakítás és anyaghasználat_3_012	61
Nád_4_001	63
Kókusz_4_002	65
Természetes alapú nád-kókusz kompozit hőszigetelő anyagok vizsgálata_4_003	67
A vizsgálatban felhasznált anyagok_4_004	69

Anyagok morfológiai jellemzése_4_005	70
A kompozit lapok anyagösszetétele_4_006	71
Az elvégzett vizsgálatok leírása_4_007	73
Fizikai és mechanikai tulajdonságok vizsgálata_4_008	75
FTIR analysis_4_009	81
Morfológiai vizsgálat_4_010	82
Statisztikai táblázatok_Cement kompozit táblák esetében_4_011	85
Statisztikai táblázatok_MDI kompozit táblák esetében_4_012	86
Hőtechnikai vizsgálat_4_013	87
Következtetések_4_014	88
Ember és környezet közötti kognitív és érzelmi interfészek_5_001	91
A kognitív interfész_5_002	92
Az érzelmek hatása a térhasználatra_Érzelmi interfész_5_003	99
Az ember és környezet közötti interfészek összefoglalása_5_004	101
Ember és Környezet közötti interfészek vizsgálata valós helyszínen_5_005	103
A személyiségvonások hatása a tér észlelésére_5_006	105
A pillanatnyi állapot hatása a tér észlelésére_5_007	107
A tér paramétereinek észlelése_5_008	109
A tér paramétereinek és a különböző érzetek közötti kapcsolat_5_009	111
A tér tulajdonságainak rögzülése az emlékezetben_5_010	113
Eredmények alkalmazása a térstruktúra fejlesztésében_5_011	117
Összefoglalás_6_001	119
Köszönetnyilvánítás	121
Tézisek	122
Publikációk	123
Irodalom és képjegyzék	125
Mellékletek	134

Kivonat

Az épített terek működésének emberi igényekhez igazítása, optimális anyag- és energiafelhasználás mellett a XXI. századi téralkotás egyik fontos kérdése, ezért a kutatás célja egy olyan autonóm térstruktúra tervezése és fejlesztése volt ami, emberi használatra optimalizált; anyag- és környezet-tudatosan, természetes és/vagy természetes-alapú anyagokból készül; valamint aktív és passzív érelemben is energiahatékonyan működik. Helyszín a Soproni Egyetem Botanikus Kertje. A dolgozat első szakasza bemutatja a tervezés folyamatát, ami az ember és környezet közötti fizikai kölcsönhatásokat tanulmányozva formálta a közösségi mikro-teret a „design for all / universal design” szellemében. A tervezett épület formavilágával és változtatható téralakításával teljesen lefedi a használók egész éves működését. Az opak felületek áttekinthető kialakítása a használhatóságot; az anyaghasználat, a tájolás, a méretek és az infrastrukturális rendszer az energiahatékonyaságot; a természetes favázis szerkezetalakítás pedig az egészséges beltéri környezet megteremtését támogatják. A dolgozat második szakasza a legdominánsabb szerkezeti elem a hőszigetelés kérdésével foglalkozott az „egészséges épület” és „ökologikus építés” irányelveit követve. Természetes alapú kompozit hőszigetelés alkalmazhatóságát vizsgálta nád- és kókuszszálak öt különböző alapanyag-arányú keverékéből, két kötőanyag, cement és poliuretán jelenlétében. Az eredmények alátámasztották a nád-kókusz kompozit hőszigetelő anyagként való alkalmazhatóságát $\lambda = 0,08-0,15 \text{ W/mK}$ értékben, a témában további kutatások lehetségesek a pontos keverési arány, az előkezelési eljárások és az anyagtani tulajdonságok optimalizálására. Megállapítható, hogy a nád-kókusz-kompozit hőszigetelés alkalmas lehet a térstruktúra hőszabályzó rendszereiben. A dolgozat harmadik szakasza a fókuszcsoport térhasználati viselkedését tanulmányozta, a „teljes megismerés élmény” fejlesztése érdekében. Összefoglalta az ember és környezet közötti kölcsönhatás kognitív és érzelmi összefüggéseinek ismereteit, majd kérdőívek segítségével vizsgálta a hallgatók térbeli működését. Az eredmények szerint a hallgatók személyiségének pozitív vonásai növelik a tér befogadóképességének és kényelmeségének érzetét; a fájdalom, a pozitív állapot, az egyéb érzetek, az erős negatív hatás serkentően; míg a fáradtság, a negatív állapot, az erős pozitív hatás, a figyelem elterelő gondolatok és a stressz tompítóan hatottak. A kérdőívekből kirajzolódott, hogy a funkció, a hőmérséklet, a színek és a térelemek viszonyai jelentősen befolyásolták a térhasználatot, míg a kontrollhatóság hiánya csökkentette a komfort érzetet. Az információkra a minimalista belsőépítészet és az infrastruktúra válaszoltak. Összességében kijelenthető, hogy a térstruktúra alkalmas lehet a kezdeti elvárások teljesítésére, megvalósítása pedig egyértelműen javítaná a Soproni Egyetem és a Botanikus Kert közösségi térhasználatát.

Abstract

Adapting the operation of built spaces to human needs, along with optimal material and energy use, is one of the important issues of 21st-century spatial design. Therefore, the aim of the research was to design and develop an autonomous spatial structure that is optimized for human use; made of natural and/or natural-based materials in a material and environmentally-conscious manner; and operates both actively and passively. Location: Botanical Garden of the University of Sopron. The first section of the thesis presents the design process, which studied the physical interactions between humans and the environment and shaped the community micro-space in the spirit of “design for all.” The designed building, with its form and variable spatial design, fully supports year-round operation for the users. The transparent design of opaque surfaces enhances usability; the use of materials, orientation, dimensions, and the infrastructural system supports energy efficiency; and the natural timber-framed structural design promotes a healthy indoor environment. The second part of the thesis addresses the issue of thermal insulation, the most dominant structural element, following the guidelines of “healthy building” and “ecological construction.” It examined the applicability of natural-based composite thermal insulation made from five different raw material ratios of reed and coconut fibers, using two binders: cement and polyurethane. The results supported the applicability of the reed-coconut composite as a thermal insulation material with a value of $\lambda = 0.08-0.15$ W/mK. However, further research is needed to develop the exact mixing ratio, pre-treatment procedures, and material properties. It can be stated that the reed-coconut composite thermal insulation may be suitable for thermal control systems of spatial structures. The third part of the thesis studied the spatial usage behavior of the focus group to develop the “full learning experience.” It summarized the cognitive and emotional connections of the interaction between humans and the environment, and then examined the spatial functioning of the students using questionnaires. According to the results, the positive traits of the students' personalities increased the feeling of the space's receptiveness and comfort; pain, positive state, other sensations, and strong negative affect had a stimulating effect; while fatigue, negative state, strong positive affect, distracting thoughts, and stress had a dampening effect. The questionnaires showed that the relationships between function, temperature, colors, and spatial elements significantly influenced the use of space, while the lack of control authority reduced the feeling of comfort. The minimalist interior design and infrastructure responded to the information. Overall, it can be stated that the spatial structure may be suitable for fulfilling the initial expectations, and its implementation would clearly improve the community use of space at the University of Sopron and the Botanical Garden.

Botanikus kerti mikrokörnyezetek fejlesztése_1_001

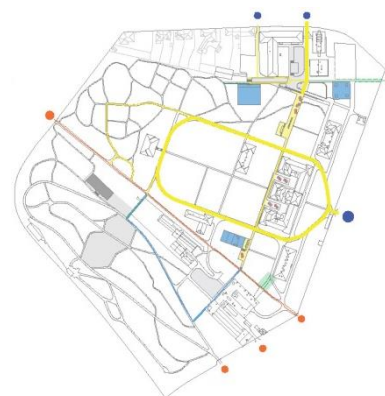
Soproni Egyetem Botanikus Kert, Gyűjteményes Kert, Természetvédelmi Terület, a Fertő Hanság Nemzeti Park felügyelete alatt áll. Első arborétumszerű telepítése 1897/98-ban történt, Liszkay József iskolaparancsnok és Lakó István kerttervező kertész vezetésével. A legidősebb fák, mint pl.: a platánok, vadgesztenyék, hársak, juharok, stb. is ebből a telepítésből származnak. A park erdészeti Botanikus Kertté való átalakítása 1922-ban kezdődött meg, a Növénytani Tanszék vezetője, Fehér Dániel és Kövessi Ferenc tanár tervei alapján. Később többször bővült, 1959-ben és 1964-ben. Jelenlegi területe 17,3 ha, két részre osztott, régi (alsó) és felső, mindkettő parcellázott. Éghajlata szubatlanti, ezért Magyarország más területeivel összehasonlítva itt viszonylag enyhe a tél, hűvös a tenyészidőszak és több a csapadék. Klímája gyertyános-tölgyes, többletvízhatástól független. Növényállományának értékes része a sok invazív, különleges egyed, de jelentős az őshonos fajok száma is.² A Botanikus Kert különböző tevékenységet lát el egyidejűleg, pl.: kutatás, oktatás, bemutatás, természetvédelem, közösségi tér, egészségmegőrzés, klímajavítás, környezeti nevelés, közlekedés, parkolás, kertfenntartás, stb. Célközönségét jelenleg a lakosság, elsősorban kisgyerekes családok és nyugdíjasok, valamint a városba érkező turisták jelentik. Hiányoznak az intenzívebb hallgatói, oktatói és dolgozói jelenléthez szükséges szabadtéri közösségi és esetleg oktatási fedett-nyitott, akár téliesíthető terek, a játszó-nevelő és pihenő helyek, illetve a korszerű kommunikációs felületek.



1. ábra. Övezeti felosztás



2. ábra. Épület kategóriák



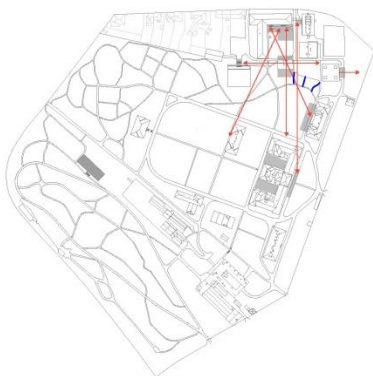
3. ábra. Fő közlekedési utak

² Forrás: botanikuskert.nyme.hu

A helyszín vizsgálata során megfogalmazott szubjektív megállapítások: a Botanikus Kert a használat szerint három övezetre osztható: reprezentatív zóna (piros), közösségi területek (sárga) és zöldövezet (zöld) (1. ábra). A reprezentatív zóna foglalja magában a megérkezéssel kapcsolatos funkciókat, valamint kapcsolatot teremt a várossal és az érkezőkkel. Közösségi területekként határozóak meg azok a felületeket, ahol a hallgatói, látogatói mozgás jelenleg is megtalálható, várható, vagy igény mutatkozik rá. Elsősorban az épületek közelében található, könnyen elérhető területeket tartozhatnak ide. A harmadik zóna az intenzív zöldfelületeket jelöli. Természetesen az övezetekben az értékes növényállomány képviseli a meghatározó szerepet, de az első két esetben az emberi használatból adódó kölcsönhatásoknak is fontos szerepe van.

Az épületállomány a felhasználói csoportok alapján kategorizálható: hallgatói kollégiumok (sárga), nyilvános helyek (könyvtár, sportcsarnok, Lignum, étterem – világoskék), oktatási épületek (piros), laborok (narancssárga) (2. ábra). Minden épület estében irányt adó paraméternek tekinthető a bejáratok, vagyis a megközelíthetőség lokalizációja.

A fő közlekedési útvonalak jelenleg a B és E épületek közötti területen található (sárga), erre a „körgyűrűre” fűződik fel a legtöbb sétány (3. ábra). A laborok és a kertüzemeltetés épületeit egy széles út (narancs) választja el az Egyetem többi részétől, a terepviszonyok ettől a vonaltól kezdenek meredeken emelkedni.



4. ábra. Problématérkép



5. ábra. Mesterterv



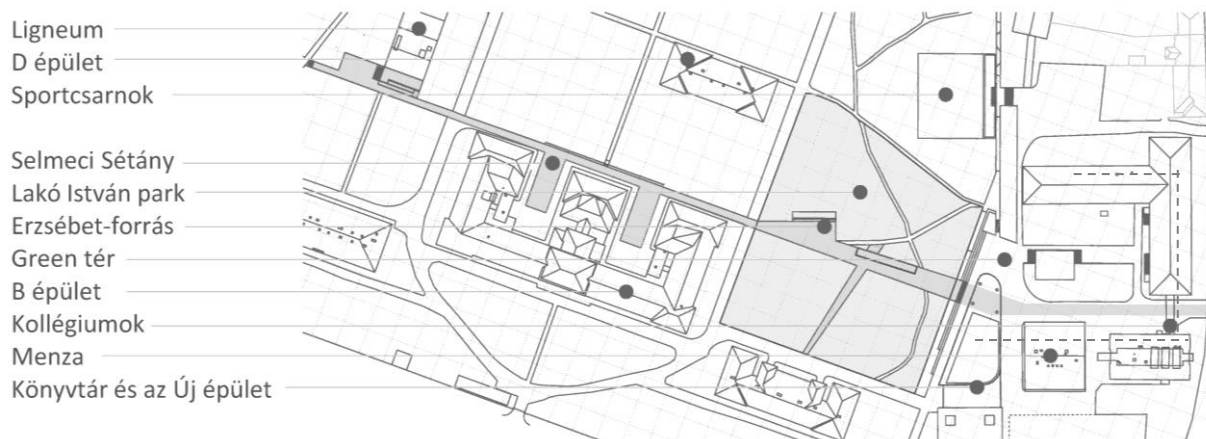
6. ábra. Selmecsi-sétány

Javaslat_1_002

A beavatkozás legfontosabb irányának a hallgatói és oktatási terek közötti akadályozott vizuális és fizikai kapcsolat felülvizsgálata határozható meg. A 4. ábra jól mutatja, hogy a Green épület és környékén található dús növénycsoportosulás akadályozza a megfelelő közlekedést, átlátást és az interakció kialakulását. Az erre vonatkozó igény ugyanakkor a két terület között kitaposott ösvényekben egyértelműen megfigyelhető. 2022-ben a fejlesztési program keretében elkészült az épületállományra vonatkozó Mesterterv, ami a területre vonatkozó részében egy új épülettel bővítette a Könyvtárat a Green épület helyén (5. ábra, sötétkék kiemelés). A kutatás további része igazodik az elképzeléshez. A fejlesztés közvetlen helye a B épület és a kollégiumok közötti terület lett, ami a tervezés során a kert első telepítőjére emlékezve a LAKÓ ISTVÁN PARK nevet kapta, itt található az Erzsébet-forrás emlékhely is (7. ábra).

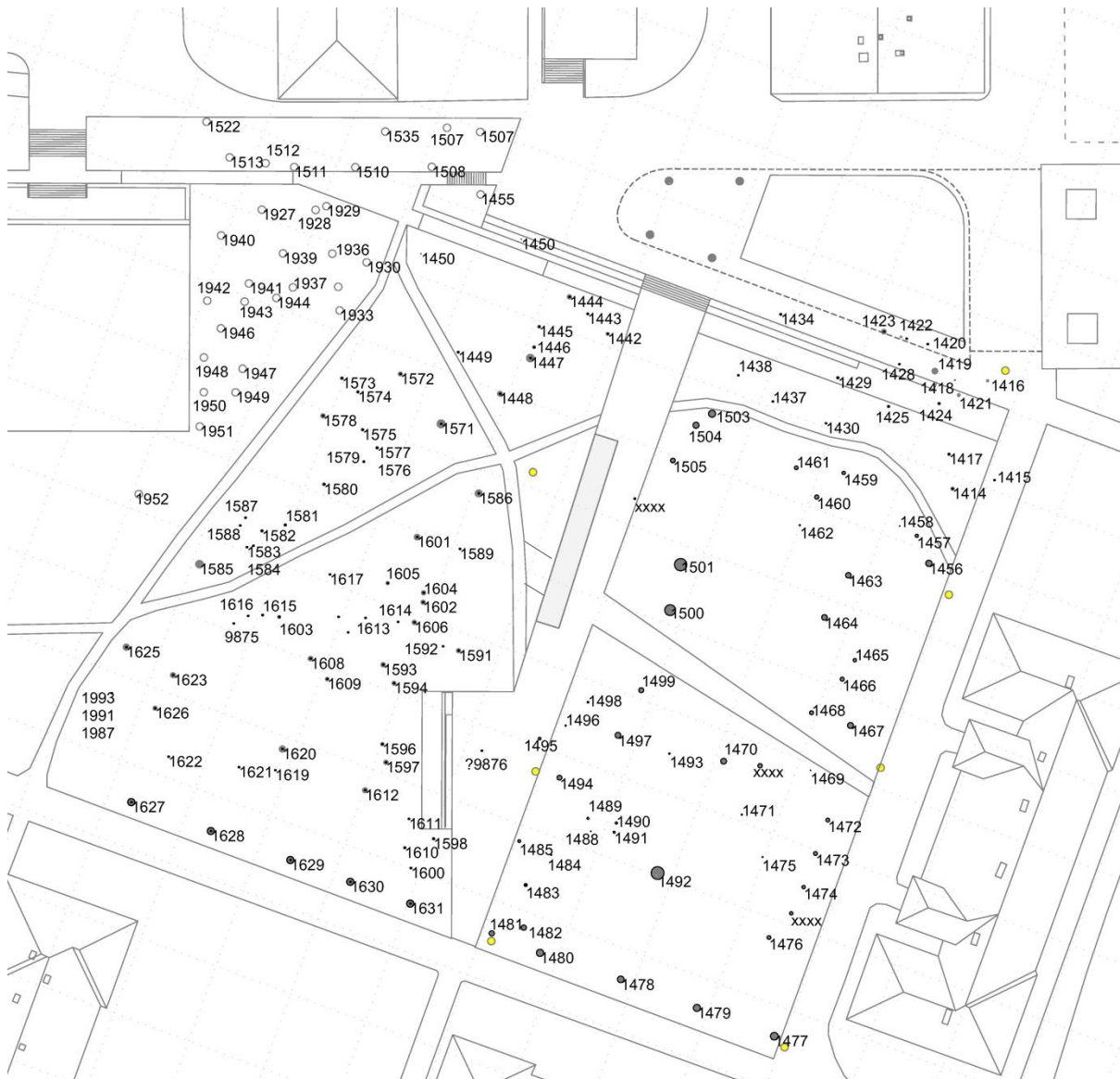
A vizsgálat eredményeként a következő javaslatok fogalmazódtak meg:

- a hallgatói és oktatói jelenlétet elősegítheti egy közlekedési főtengely és egy hozzá kapcsolódó egyetemi körút kialakítása – SELMECI-SÉTÁNY, lásd 6. ábra piros kiemelés (a zöld kiemelés a sétányból jelenleg hiányzó szakaszokat mutatja);
- a sétányt szabadtéri mikrokörnyezetek egészíthetik ki a különböző stációkban, amik az év teljes időszakában, hőfok-szabályozhatóan, betölthetik a hiányzó rekreációs, oktatói és közösségi funkciókat – TÉRSTRUKTÚRA;
- a közösségi területeken (sárga zóna) zöldfelületi szabadtéri bútorok, mikro-épületek kihelyezése, tekintettel a különböző korosztályokra és igényekre.



7. ábra. A fejlesztés helyszíne_Lakó István park

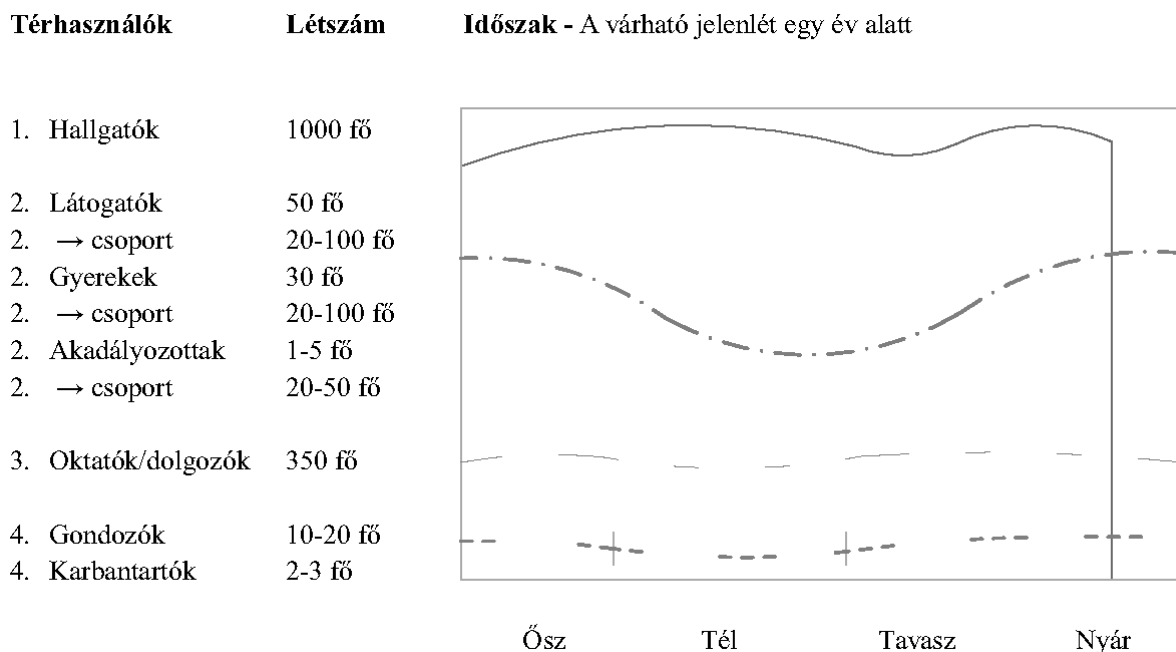
A kutatómunka elengedhetetlen része volt a kiválasztott terület növényállományának pontos dokumentálása (8. ábra). A felmérési munkát a Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar Geomatikai és Kultúrmérnöki Intézet munkatársai és hallgatói segítségével, Leica GS16 geodéziai GNSS vevővel végeztük, RTK módszerrel, a mérési körülményektől (elsősorban a lomb záródástól) függően néhány centiméteres, illetve szubméteres pontossággal. A fák törzsátmérőjének és fajtájuk meghatározásában az Egyetemi Élő Növénygyűjtemény munkatársai nyújtottak segítséget. Köszönjük a munkájukat! A Botanikus Kert teljes területe egy ~10x10 méteres raszterhez igazítható, ami a tervezés során vezéregységként alkalmazható.



8. ábra. Növényállomány dokumentálása

Térhasználók és térhasználat vizsgálata_1_003

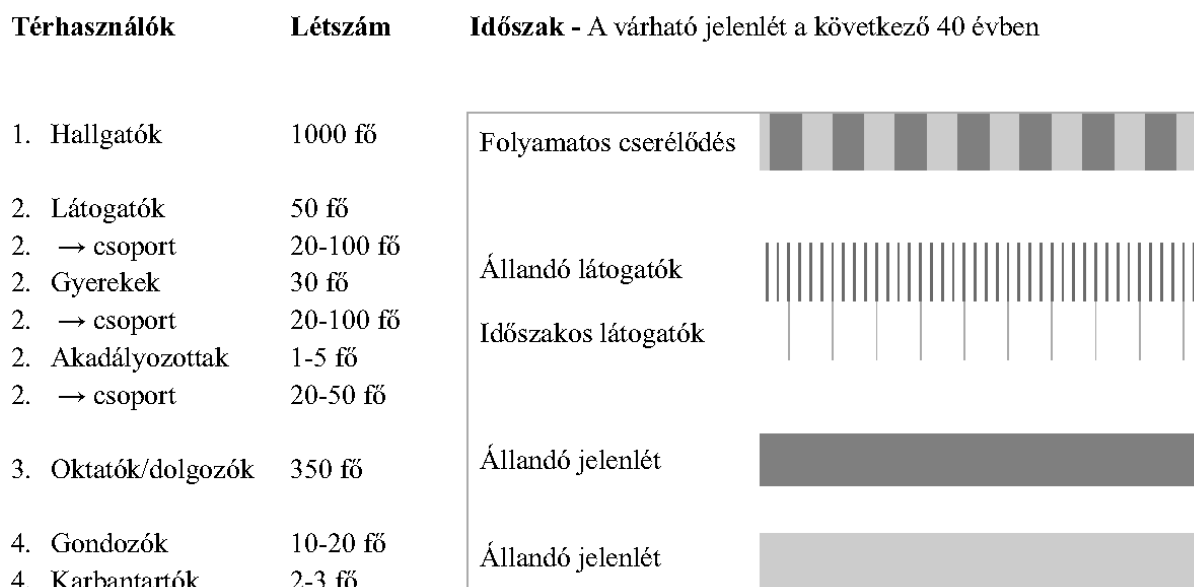
A Soproni Egyetem Botanikus Kertjében megközelítően 1000-1500 alkalmazott és hallgató dolgozik, jelenlétüket kiegészítik a Kertet látogató csoportok, turisták. A használókra vonatkozó időszak szerinti várható intenzitás és gyakoriságot a 9. ábra és 10. ábra mutatja. Az Egyetemen a legnagyobb létszámot a hallgatók jelentik (fókuszcsoport 1), szeptember elejétől június végéig. Életkoruk jellemzően 18 és 26 év közötti, ennek megfelelően intenzív, változatos fizikai aktivitást igényelnek, ami egyben segíti a tanulmányi teljesítőképességüket is. Élénk jelenlétük ellenére személyállományuk 4-5 éves periódusokban cserélődik, ez pedig állandó átalakulást követel az egyetem részéről. Életkori sajátosságuk, hogy egyszerre van szükségük az egyedüllétre és a kisebb-nagyobb közösségekbe, csoportokba rendeződésre, ezért egyaránt igénylik a személyes és társas tevékenységeket biztosító helyeket. Nagyfokú szabadságvágygal rendelkeznek, a szabályok és lehetőségek határait feszegetik. Erős érzelmi szélsőségek jellemezhetik viselkedésüket, amit a feszített szellemi igénybevétel, főleg a vizsgaidőszakokban (január, május), még inkább felerősít. Az egyetemre jellemző, hogy hallgatói többségben Magyarország más területéről, vagy külföldről érkeztek, különböző szokásokat és kultúrát hozva magukkal. A beilleszkedés, az elfogadás és a megszokás fázisai erős hatást gyakorolhatnak a hallgatókra. Az idegen hely sokaknál inspiráló, vonzó erőt jelent, de gyakran megjelenik az elszakadás okozta félelem, szorongás és más negatív érzések is.



9. ábra. Használókra vonatkozó éves időszak szerinti várható jelenlét és intenzitás (szerző által becsült adatok)

Az oktatók, dolgozók, a kertet gondozók és karbantartók személyi állománya, a természetes fluktuációt is figyelembe véve, állandónak tekinthető (fókuszcsoporthoz 2). Sokak számára az Egyetem a második otthon jelent. Idejük jelentős részét, napi és éves viszonylatban is itt töltik, számottevő és értékes ismeretekkel rendelkeznek a helyről, ezért nem meglepő, ha esetükben gyakran kialakul valamilyen birtoklási, területi viselkedésforma, ami fontos többlet erőforrást jelenthet az Egyetemnek. Számukra a környezet bizonyos fokú személyre szabhatóságának lehetővé tétele az épületállományokon belül és a Gyűjteményes Kertben jelentősen előmozdíthatja megfelelő kötődésérzés kialakulását.

A térhasználók harmadik kategóriát a látogatók alkotják. Leggyakrabban 2-3-5 fős csoportok, családok keresik fel a Kertet, de nem ritka a 20-30 fős gyerek-, felnőtt-, nyugdíjas csoportok, illetve az érzékelésükben akadályozottak megjelenése sem, különösen a nyári időszakban. Az év néhány napján rendezvények eredményeznek jelentős létszámot. A látogatók jelenléte a Kertben jellemzően rövid periódusú és időszakos, bár a rendszeres kertlátogatók esetében is néha megfigyelhető a területi viselkedés mintája. Az ide érkezők mégis a feltöltődés, a nyugalom, az egészségmegőrzés, valamint a játék, tanulás és szórakozás kedvéért keresik fel a Kertet, rövid, célratoró és intenzív élményt keresnek.



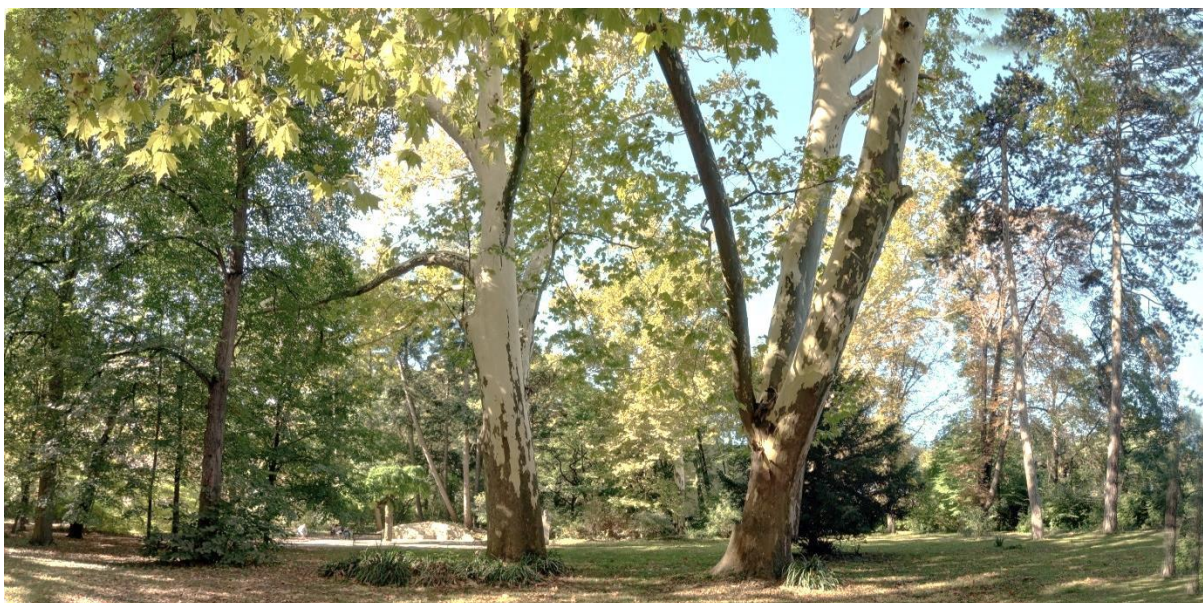
10. ábra. Használókra vonatkozó hosszútávon várható jelenlét és intenzitás (szerző által becsült adatok)

Koncepció_1_004

A hely szellemiségében megtalálható az őshonosság és az „idegen” jelenlét közötti egészséges feszültség, illetve a szokatlanság és a hagyományok iránti kettős vágy. A speciális természeti környezet a természetesen megújuló anyagok használatára ösztönöz, a XXI. század pedig a magas színvonalú, de fenntartható technológiák használatát támogatja. A különböző használói csoportok igényeire egy olyan szabadtéri mikro-térrendszer válaszolhat legjobban, ami a használat és a környezet módosulásait követve változtatható térszerkezettel rendelkezik, természetes anyagokat használ, energiahatékonyan üzemeltethető és a „teljes megismerés élménye”, a „design for all”, az „egészséges épület”, és a „ökologikus építés” szellemiségében tervezett. Elvárások:

- formailag és funkciójában megfeleljen a használatnak (idő, létszám, intenzitás)
- anyag- és energiahatékony legyen (aktív, passzív)
- felületi tulajdonságai biztonságosak és könnyen karbantarthatók legyenek
- szerkezetileg, statikailag, épületfizikailag jól működjön
- könnyen gyártható és építhető legyen

Alkotói hívószavak: Selmeci hagyományok, bányászat, bányajárat, sötét alagút, fakeret, súly, nehéz, omlás, sin, ritmus, lámpa, fény, rés, nyílás, szűk, kint, levegő, veszély, vadászat, vadles, látás-láthatóság, rejtőzködés, biztonság, élelem, menedék, fa, természet, érintetlen, vad, túlélés, tudás, tanulás, játék, mikro, pont, kör, vonal, átalakulás, 11. ábra, 12. ábra...



11. ábra. A helyszín bemutatása (fotó: szerző)

Tervezett paraméterek: A térstruktúra befogadó kapacitása 1-5 fő, ami könnyen illeszthető a hallgatók egyéni és csoportos szociális igényéhez. Ebből kiindulva a belső tér megközelítően 2,50- 3,00 x 2,50-3,00 méterben állapítható meg, ami egy ember számára bőséges helyet biztosít, de még elegendő négy-öt fős csoport befogadására is. Várható tevékenységi körök: számítógépes munkavégzés, grafikai alkotás, konzultáció, kiscsoportos megbeszélés, team munka, filmezés, olvasás, zenehallgatás, pihenés, rekreálódás, stb. A belső térnek alkalmazkodnia kell az egyéni különbözőségekhöz, pl.: asztalok és székek magasságának és dőlésszögének tevékenységorientált állíthatósága, fény és hőszabályozás lehetősége, tárgyak és eszközök tárolhatósága stb.

A használat környezethez való illeszkedése az eltérő téli-nyári működtetésben kereshető. Az egyetemen a hallgatói jelenlétet szeptembertől júniusig tart, vagyis a Kertben a térstruktúra legintenzívebb használati ideje az őszi, téli és tavaszi időszakokra esik, nyáron inkább a látogatói időtöltés kap hangsúlyt. Ez azt jelenti, hogy a hűvös terminusokban nagyobb fűthető térre van szükség, a meleg hónapokban pedig a fedett és nyitott terek alkalmazása előnyös. A kiindulást egy tömegében nyitott-zárt ritmusú térstruktúra keresése jelentette, ami télen bezáródik, nyáron pedig kinyílik, figyelembe veszi a rendeltetést és a helyszín adottságait. A tervezés és fejlesztés következő fázisa az épített tér és az ember közötti kölcsönhatások mélyreható tanulmányozásával foglalkozik.



12. ábra. A helyszín bemutatása (fotó: szerző)

Ember – tér kölcsönhatásainak vizsgálata_2_001

Az épített környezet több kiterjedésben hat az emberi életre. Számos kutatás foglalkozik az egészséges környezet fogalmával, igyekeznek meghatározni azokat a vonásokat, amik hatással lehetnek a humán működésre [1-3]. Környezetpszichológiai tanulmányok kimutatták, hogy bizonyos környezetek például csökkentik a stresszt és a megbetegedések kockázatát; mások növelik a munkahelyi elégedettséget; vagy éppen emelkedett hangulatot idéznek elő [4]. A környezettel foglalkozó tudományok, pl.: komfortelmélet, környezet ergonómia, stb. igyekeznek meghatározni azokat a mérhető fizikai paramétereket, amik a biztonságos, komfortos és jól használható tér jellemzői lehetnek. Foglalkoznak többek között a hőmérséklet, páratartalom, légállapot, megvilágítás, zaj, por, sugárzás, stb. hatások kérdésével, valamint az oda-vissza ható egészségügyi állapotokkal, lehetséges károsodásokkal (pl.: huzat hatása az egészségre; kerekesszék használata a térkialakításra; stb.) [5-11]. Mások a mentális térképzést, a környezetben található jelentéstartalmakat, a stílus és esztétika kérdéseit, valamint az érzelmek hatását tanulmányozzák [12-18]. Az érzékelésükben, mozgásukban, vagy értelmi képességükben akadályozottak környezetével az akadálymentesítés és a hozzá kapcsolódó társtudományok foglalkoznak [19].

Az épített környezet tervezett és mesterségesen létrehozott tér. Az alakításához szükséges elemek eszköztára szinte végtelen, de szabályokhoz kötött. A teret az anyagok, mint az építés legelemibb összetevői, önálló, rendszert alkotó és időbeli működésükben határozzák meg. Mechanikai és épületfizikai jellemzőkkel rendelkeznek, az időjárás viszonyaival kölcsönhatásban, miközben biztosítják a használói igényeket. A téralakítás irányait, okait és lehetőségeit emberi és természeti tényezők határozzák meg. A tervezői döntéshozatalt viszont gyakran csak a személyes intuíciók vezetik, szerencsésen, vagy szerencsétlenül.

A térstruktúra fejlesztésének első lépésében a dolgozat segítségül hívja az ergonómia – emberi tényezők (human factor) tudományának alap gondolatát, és az ember – gép = épített tér – környezet alap relációban gyűjti össze, tanulmányozza és rendszerbe foglalja a lehetséges kölcsönhatásokat [6, 11, 20-22]. A következőkben röviden összefoglalásra kerülnek a tér, környezet, hely alapvetései és az ember közötti eddig ismert és vizsgált interakciók.

Háttérkutatás_ A létezés közegében az ember, mint alkotó, fogyasztó, termelő, gondozó és alakító van jelen. Az embert körülvevő környezet, tér és hely keretet ad a viselkedésének, fizikai határt képez, szellemi motivációt nyújt, érzelmeket kelt és enged magához [1, 23-25].

A köznyelvben és a tudományos írásokban is ez a három fogalom gyakran egymás szinonimájaként alkalmazható, mégis érzékelhető közöttük valamilyen különbség. Az eltérés más nyelveken is megjelenik, németül a környezet – Umfeld, a tér – Raum, a hely – Ort; angolul a környezet – environment, a tér – space, a hely – place. Annak ellenére, hogy számos definíció létezik, eddig még nem született egységes megállapodás a fogalmak pontos jelentésével kapcsolatban [26]. Több művészeti- és tudományterület megfogalmazásai alapján a dolgozat következő egyszerűsítő megállapítást teszi: gyakrabban használatos a környezet kifejezés a fizikai, objektív, megtapasztalható világ leírásakor; a tér fogalma a mentális összefüggések megragadásakor; a hely pedig, mint az érzelmi kötődés, hangulat és az identitás kifejezésekor.

A **tér** az időben létező elemeket, ezek rendszerét és a velük történő eseményeket, változásokat foglalja magában. A térnek három-, az időnek egy-dimenziója van. Az idő linearitása a múlt, jelen, jövő egymásutániségében, az előtt és után egyértelmű viszonyában figyelhető meg. A tudományban a tér és a térbeliség értelmezésének két modellje vált általánossá: az abszolutista irány, ami a tér teljességét hangsúlyozza és a benne lévő elemeket a folytonosság részének tekinti; illetve a relativista irány, ami a tér folytonosságát létrehozó objektív létezők közötti viszonyt helyezi előtérbe. A két szemlélet ugyanakkor megegyezik abban, hogy a térben való létezésben együtt van a folytonosság és a megszakítottság, vagyis egy térelem, vagy térbeli rendszer és környezete elválik egymástól, de érintkezik is, hat egymásra [26]. A térelemek a tér olyan elemi egységei, amiket valamilyen vizsgálódás során további részekre már nem bontanak. Például: geometriai- (pont, egyenes, sík, tömeg, tér); építészeti- (tömeg, tér) és városépítészeti térelemek (utak és útvonalak; határok, élek, szegélyek és peremek; negyedek, körzetek és kerületek; csomópontok, iránypontok és tájékoztató pontok); vagy a társadalmi tér építő egységei (mozgás, hálózatok, csomópontok, hierarchiák, régiók és a diffúzió). Az egyes térelemek kölcsönhatásba kerülhetnek egymással és kapcsolatokba rendeződhetnek. Az összetartó egységek úgynevezett belső teret hoznak létre, körülöttük pedig kialakul a külső tér. A tér két formája egymástól jól elkülöníthető, érintkezési felületükön éles vagy diffúz határ jön létre. A térelemek összekapcsolódva rendszereket alkotnak, ezek kapcsolataikban megfigyelhető az egyenlőtlenség és a rendezettség. Filozófiai értelemben az egyenlőtlenség a nem-azonosságot jelenti; a rendezettség pedig az összekapcsolódás módját, irányait és lehetőségeit [26].

Egy **térrendszer**_ alakzattal, alakkkal és dimenzióval jellemezhető. Az alakzat egy adott térbeli rendszer elemeinek geometriai tartalma (szabályos, szabálytalan, szimmetrikus, összefüggő, nem összefüggő) és a közöttük fennálló függőségi viszonyrendszer; az alak az alakzatok körvonala, kontúrja, határa, vagyis a konkrét térbeli forma; a dimenzió pedig a térbeli kiterjedés mérőszáma. A térrendszernek adottságai és jellemzői vannak. Az adottságok nem vagy csak nagyon lassan alakulnak (pl.: földrajzi helyzet), a jellemzők viszont folyamatosan változnak. A tér jellemzői a tagoltság, a lokalizáció, a függőségi viszonyok, a változás és a teret vizsgáló észlelési, értelmezési lehetőségei szerint értelmezhetők. A tagoltság alatt a tartalom, a hasonlóság és különbözőség, a mennyiség és méretek, illetve a speciális egységek érthetők. A lokalizáció a viszonyítási egységtől való közelséget, távolságot és az irányt jelenti. A terek függőségi viszonyai a centrum- periféria helyzetben, a határok minőségében, és a függőség típusában (szimbiózis, élősködés) figyelhető meg. A változás a mozgás, áramlás és terjedés jelenségeiben követhető nyomon. Az észlelési, értelmezési lehetőségeket az észlelő helyzete és személyes képességei befolyásolják [26].

A teljes tér és a benne található rendszerek, valamint az ezeket felépítő elemi egységek között időben folyamatosan változó **függőségi viszony**_ áll fenn. A módosulás során (események) a térelemek közötti sorrendiség átalakul, új kapcsolatok születhetnek (bennfoglalás, azonosság, tartalmazás), a meglévők megerősödhetnek vagy szétszakadhatnak (elkülönülés, diszjunkció), az érintkezési felületek (közelség, határ, szomszédság, metszés, átfedés, közrefogás) pedig átalakulhatnak. Azokban a rendszerekben, amikben az elkülönülés folyamata dominál, nagyobb a szétesés és a részekre szakadás lehetősége; míg az érintkezés és a bennfoglalás dominanciája nagy belső összetartást eredményez. Az új térelemek elkerülhetetlenül megváltoztatják a rendszert, beleolvadnak (asszimiláció), vagy integrálódnak (önálló karakter megtartásával végbemenő beilleszkedés) a működésbe. A rendszereken belül az elemi egységek eltérő összerendezése különböző tulajdonságokat eredményezhet, vö. alkatrészek a polcon, vagy összeszerelt autó. Az események jellemzően a határzónákban következnek be és a tér-idő vonatkozásában kiterjedéssel rendelkeznek. Ez azt jelenti, hogy nem pillanatszerűen és nem egyetlen pontban mennek végbe, hanem történhetnek térben is időben egyszerre; vagy azonos térben, de eltérő időben; vagy külön térrészben de egyidőben; illetve eltérő helyen és időben. Az egymással közeli, egyterű illetve egyidejű események között nagyobb a kölcsönhatás valószínűsége, míg a nem azonos terű és idejű történések egymásra hatása valószínűtlenebb, vagy más léptékben értelmezhető.

Az ember tudásanyagát folyamatosan bővítve újra és újra értelmezi létezésének közegét, célja az emberi élet fennmaradásának maximális kiszélesítése. Valamennyi vizsgálódása során a teret meghatározott szempontok szerint elemi egységekre és ezek rendszerére bontja. A **térfelosztás**, vagyis a határok kijelölése leggyakrabban a releváns tartalom (hasonlóságok és különbözőségek), például a méretek és a mennyiség, valamint a speciális egységek meghatározásával történik. A különböző szempontok szerinti térfelosztások fedhetik egymást, de teljesen eltérőek is lehetnek. A tapasztalható világ a személy mikroterétől a Föld egészét átfogó, globális kapcsolatrendszerek szintjéig tarthat, ezeken túllép a parányok és a kozmosz léptéke, ahol a mindennapi létezés egyik lehetséges térfelosztása: szubjektív tér, társadalmi tér, objektív vagy reális tér, ezen belül pedig a környezet és a hely egységeiben vizsgálható.

A **szubjektív tér** a szemlélő individuma szerint képződik [27]. Az egyén által megragadható legelemibb téri viszonylatok a hasonlóság és elkülönítés, a közrefogás és szomszédság, a sorrend és ritmus, valamint az előzőket összefoglaló folyamatosság és dinamika. A szomszédosság az észlelt elemek viszonyát; az elkülönítés az egyik elem másiktól való elválasztását; a sorrend a téri egymásutániságot jelenti. A szubjektív tér tovább bontható. Például az *észlelt tér* a különböző érzékszervekkel szerezhető információkat tartalmazza [28]. A folyamat során az egyén az ingerek értelmes mintázatait észleli és az egyes ingerváltozókat különbözteti meg egymástól, így folyamatosan pontosítani tudja a környezetről alkotott képet. Az észlelés kizárólag a jelenben történik, de mindig tartalmazza a múlt emlékeinek és a jövővel kapcsolatos előretekintések információit is [29]. A *személy körüli tér* a saját testhez viszonyított térhelyzeteket tartalmazza. A közelinek vélt környezeti elemek és jelenségek jól észlelhetők és könnyen elérhetők, távolságuk, irányuk és viszonyrendszereik megítélése nagyon pontos, az emberek könnyedén pozícionálják őket önmagukhoz képest. Nagyobb léptékben az *orientáció tere* az ismert a térkapcsolatok és helyek viszonya, ami statikus helyzetben érzékszervekkel közvetlenül nem befogadható. A *személyes tér* a társaktól való távolságtartás méreteiben figyelhető meg, amit Edward T. Hall antropológus szemléletesen négy koncentrikus szintre osztott: az intim tér a személyhez legközelebb állóké (0,45 m); a személyes tér az ismerősöké (1,2 m); a társadalmi tér az ismeretlenekkel való interakcióé (3,6 m); a nyilvános tér a személytelen érintkezések helye (7,6 m) [27]. Ez a felosztás azóta is széleskörűen elfogadott.

A társadalmi tér_ az egyének szervezett csoportosulásai. A csoportok képződhetnek azonos vonások alapján, pl.: életkor, méret, egészségi állapot, lakó- és munkahely; hasonló lépték szerint pl.: pár fő, kis vagy nagy csoport, tömeg; azonos viselkedés szerint pl.: lassú-gyors, intenzív-nyugodt, differenciált-azonos; rendeltetés szerint pl.: fókuszcsoporthoz, állandó jelenlévők, alkalmi megjelenők. A társadalmi teret a földrajzi adottságoktól függetlenül felosztják a népcsoportok, a kultúrák és nyelvek. A szerveződés lokális, regionális és globális, vagyis makro, mezzo és mikro szinten értelmezhető. A társadalmon belül vagy a társadalmak között a térbeli egymásra hatásban vonzó és taszító erő figyelhető meg. Vonzást jellemzően a földrajzi adottságok és a tömeg hatása idézi elő, a taszítás inkább a társadalmi funkciók elrendeződésében jelentkezik. A társadalom folyamatos mozgásban van, benne három egymással összefüggő, egymást részben átfedő, idő- és térbeli kiterjedéssel rendelkező mozgásforma különböztethető meg: az áramlás (a társadalom örökös, ismétlődő életjelenségei), a terjedés (új jelenségek megjelenése új helyen) és a növekedés (mennyiségi gyarapodás). Negatív irányban az áramlás ellentettje az áramlás-hiány, a terjedés a visszaszorulás, a növekedés a zsugorodás. A társadalmi terek közötti kapcsolatok intenzitása, nagysága és iránya a tér fejlődésének indikátoraiként működhetnek. A népességmozgások gyakorisága, a térbeli hatósugara és a célok változatossága szoros kapcsolatban van az egyéni és társadalmi jellemzőkkel [26, 30].

Az Objektív tér_ az abszolút fizikai térnek az a része, amit az ember észleléskor, vagy vizsgálódásai során megtapasztal, megismer, értelmez. Az abszolút tér az ember számára befoghatatlan, az objektív megismerhető, ezen belül a környezet és a hely megtapasztalható. **A környezet_** a reális, vagy objektív térnél valamivel személyesebb, közelebb hatást kelt. A környezet tartalom alapján lehet épített, természeti vagy társas; az emberi csoportképződés szempontjából lehet gátló vagy segítő; a terjedeleme szerint lehet mikro-, mezo- és makroméretű. Szociológiai és pszichológiai értelmezésben a környezet az összes külső erőt jelenti, amire a szervezetek válaszolnak. Környezetpszichológiai definíció szerint a környezet: minden érzékszervnek szimultán nyújt információt, ami jóval több, mint amennyit a használó (tudatosan) kezelni tud, a jellege lehet perifériás illetve központi; nem rendelkezik mereven rögzített térbeli határokkal; aktív cselekvéseken keresztül határozható és tapasztalható meg; szimbolikus jelentéssel bír; valamint megtapasztalásának eredménye koherens és bejósolható „egész” formáját ölti [31-33].

Az építészetpszichológiai meghatározás más összefüggést emel ki: szerinte a környezetnek elő kell segítenie a viselkedési és a gazdasági hatékonyságot, valamint a használók kényelem- és biztonságérzését, pszichológiai jóllétét [34]. Ezzel összefüggésben a humán, viselkedési vagy perceptuális geográfia csak a földrajzi terek és ember viszonyával foglalkozik. Megfogalmazásában a terek az emberi használat során kapott jelentések által válnak fizikai környezetté, ahol az ember és környezete dinamikusan együtt változnak [35]. Az ökológiai szemlélet a környezetet fizikai és biológiai összetevők dinamikusan szervezett rendszerének tekinti, az emberi viselkedést pedig a környezethez való alkalmazkodás eszközének. Mindegyik megközelítésben egyértelmű, hogy az ember és környezete között kölcsönhatás van, az ember használja és alakítja a környezetét, a környezet pedig befolyásolja az emberi viselkedést.

A környezet és a fizikai tárgyak **észlelése** alapvető jelentőségű, és talán éppen ezért az észlelő hajlamos ezt a nagyon bonyolult folyamatot magától értetődőnek tekinteni. A környezethasználat azonban rendkívül komplex jelenség. Alapja a tudatos és nem tudatos észlelés, ami általában azonos időben és az észlelő mozgása közben történik [28]. A környezeti sajátosságok legtöbbször jellemzően a tudatosulási küszöb alatt kerül kölcsönhatásba az emberrel és csak bizonyos adaptációs érték fölött, illetve ha a figyelem direkt erre irányul, válik az észlelő számára tudatossá [4]. Aktív észleléskor az észlelő tudatosan cselekvő része, irányítója a folyamatnak. Figyelme keresi és kiválasztja a viselkedéshez szükségesnek vélt ingereket, ezzel pedig megteremti magának a helyzetet, amiben az észlelés (értelmezés és ítéltetés) történhet. A rejtett, vagy nem tudatosult észlelési folyamatokat a kódolt automatizmusok és ingerküszöb alatti észlelések alkotják. Az ezeket működésbe hozó nem vagy nehezen tudatosuló környezeti jellemzők az ambiens ingerek, például a fényviszonyok, a zaj, a levegő minősége, a hőhatások, stb. Egy adott inger mindaddig ambiens jellegű marad, amíg valamiért a figyelem fókuszába nem kerül. Az észlelés célja a környezeti elemek megtapasztalása, de ahhoz, hogy viszonylag teljes képet lehessen kapni róluk, több szempont és sok modalitás észlelete szükséges. Minél többször és többféle formában történik az észlelés, annál több információ raktározódik el, ami sok helyzetben és formában lesz később alkalmazható. A megfigyelések szerint a tér két módon ismerhető meg. A szerkezeti értelmezés során az egyén teljesen különválasztja magát a környezettől, összefüggéseket keres, megfigyeli a működést, és hipotéziseket állít fel. A tapasztalati megismeréskor a szemlélő a környezet részének tekinti magát és az érzékelésére hagyatkozik.

Feltételezhető, hogy a kétféle tanulási mód másfajta reprezentációkat eredményez, de a teljes megismeréshez mind a kettő szükséges. Gyakran előfordul, hogy csupán az észlelet tudatosításával a térhasználat valamennyire irányíthatóvá is válik.

Az épített környezet csaknem minden eleme és tulajdonsága hordoz(hat) valamilyen **jelentést**, vagy jelentéseket, ami(k) alapján meg lehet ítélni a használhatóságot pl.: rá lehet ülni, fel lehet emelni, ki kell kerülni, stb. [36]. Pszichológiai értelemben ennek a jelentésnek gyakran nagyobb a hatása, mint az objektív tulajdonságnak (affordancia), és akár egészen hosszú távon érvényesülhet. Az emberi viselkedés sajátja, hogy a térelemek tényleges tulajdonságainak töredékéből csak az észlelő számára fontos jelentés tudatosul. [4]. A korábban rögzült tudatos és rejtett jelentések kihatnak a környezetészlelésre, használtra. Például egy városba pár hónappal azelőtt költözött emberek vélekedése új városuk jellemzőiről (pl. levegőminőség, zajszint, életritmus) egyértelműen tükrözi annak a korábbi környezetnek a jellemzőit, ahonnan elköltöztek, vagyis amihez addigi életük során hozzászoktak; vagy nagyobb városokban kialakul az emberek városi „hangidentitása”, ahol a város zaja folyamatos tájékoztatást ad a környezet egységességéről és kongruenciájáról.

A természetes környezethez az emberi szervezet az evolúció során **adaptálódott** (adaptációs szint-elmélet), az épített tér pedig a túlélés, a kényelem, a biztonság és a fejlődés helyévé vált. Az emberi létezés feltétele a természetes és mesterséges környezetek közötti egyensúly. Egy környezet természetes, illetve épített jellegének meghatározása azonban a tér fizikai tulajdonságainak és az észlelő tényleges élménybeli változóinak összehasonlítása alapján tehető. Természetesnek tekinthető egy környezet, ha az egyén élményének fókuszában az építetthez képest a természetes van túlsúlyban (természetélmény, tájélmény). Jellemző, hogy a természetes és mesterséges tereket az emberek ösztönösen a túlélés szempontjából értékelik: mennyire felel meg menedékhelynek, illetve búvóhelynek és mennyire jó a kilátás, de szoros összefüggés látható a természeti és épített tájak összetettsége, részeinek összeillése (kongruencia) és a környezet kedveltsége, érzelmi minősége között is. Az épített környezetek többnyire túl összetettek, ám kicsi a változatosság-értékük, míg a természetes helyek általában mind a komplexitás, mind a változatosság tekintetében az optimális tartományba esnek.

Kutatások szerint az emberek azokat a környezeteket részesítik előnyben - **tájékedvelés** -, amelyek vizuális struktúrája támogatja az exploráció és a megértés iránti szükségletet. A kedvelést bejósoló változóknak a koherencia, a komplexitás, a legibilitás és a rejtélyesség tekinthető. A koherencia a környezeti elemek összetartozására, egységbe szervezésük könnyedségére utal. A komplexitás a környezet bonyolultságát, vizuális gazdagságát, figyelemlelkítő kapacitását mutatja. A legibilitás az áttekinthetőség, az olvashatóság mértékét fedí, vagyis hogy a táj mennyire segíti az embert a térben eligazodni. A rejtélyesség azt jelenti, hogy a helyszín mennyire tartalmaz több információt, mint amennyi aktuálisan hozzáférhető az észlelő számára.

Vizsgálatok továbbá rámutattak arra, hogy az emberek legjobban azokat a tereket kedvelik, ahol a természetes és az ember által épített környezet egyensúlyban van, és optimális szintű információs **ingerlés** mutatható ki. A túlzott ingergazdagság stressz keltőnek, a túlzott ingerszegénység viszont unalmasnak bizonyulhat, igaz a küszöbértékek szubjektívek (tájpreferencia elméletek). Az ingerlés mennyiségének pszichofizikai összefüggései befolyásolják az emberi működést és teljesítményt, vagyis az alul- és a túlingerlés negatív hatásai (környezeti töltés elméletei) és a pillanatnyi optimális állapot felé való törekvést. Olyan környezetben, ahol nincs semmilyen külső inger, stressz-reakció, pl.: nyugtalanság, túlzó érzelmek, zavart gondolatok, koncentráció és észlelési zavar, vagy hallucináció alakulhat ki. Ilyen helyek lehetnek az elszigetelt kutatóállomások és a szélsőséges környezetek pl.: sivatag, sarkvidék. Túlingerléskor a használók viselkedésében figyelemzavar, kimerülés, stressz és teljesítményromlás figyelhető meg, hosszútávon akár maradandó károsodások is előfordulhatnak. Legkedvezőbb a helyzet, amikor az észlelő számára a környezet nem túl bizonytalan, de nem is túl egyértelmű. Például esztétikusnak ítélt városokban – ahol optimális ingerlési szintet tartanak fenn – csökken a lakók monotónia érzete, ami megkönnyíti a tájékozódást (stimulációs elméletek). A változatos, optimális, kollatív ingerlést jelentő környezetek pihentető, feltöltő, rekreációs jellegűek, ugyanakkor az ingerlési szint szorosan összefügg a perszonális észlelési küszöbértékekkel, így az emberi különbözőségekből adódóan nem létezik egy mindenki számára optimális érték, vagy típus.

A környezet megítélésére a **kontrollálhatóság** mértéke is hatással van. Jól felügyelhető környezet például az otthon, kevésbé befolyásolható a közlekedési dugó. Az ellenőrzés és irányítás kiterjedhet a környezet fizikai paramétereire, illetve a társas és territoriális viselkedés határaitra és szabályaira, úgymint személyes kontroll, pszichológiai reaktancia (ellenállás), tanult tehetetlenség, határszabályzó mechanizmusok (privát szféra és territoriális viselkedés), illetve a kontroll tranzakcionális értelmezésének (a szociofizikai környezet is kontrollálhatja az egyént) kérdései. Amikor a környezeti követelmények meghaladják a személy rendelkezésére álló kontroll mértékét ún. környezeti stressz alakulhat ki, ami nem azonos a belső stresszel. Pl.: egy buszsofőr nagyobb környezeti stresszben dolgozik, mint egy orvos, mert kisebb a befolyása a környezeti változókra [4].

Fontos kutatási eredmény, hogy egy adott területen állandó **viselkedésmintázat** figyelhető meg. Ez azt jelenti, hogy két ember egy adott környezetben hasonlóan viselkedik, mint ugyanez a két ember két különböző környezetben [4]. Az adott hely viselkedésmintázata a környezet elemeinek változtatásával alakítható és befolyásolható, a változás hatása sokszor nehezen jósolható meg előre, vagyis nehezen tervezhető.

Bármilyen környezet egyértelműen tükrözi a **használók** személyiségét, kultúráját, képességeit, és lehetőségeit. Ez az információ a térelemeken figyelhető meg leginkább, amik gyakran válnak „beszédese környezeti nyomokká”. Ilyenek például: a szimbólumok, formák, színek, feliratok, stílusjegyek; direkt összefüggésben az áthidalások és összekötések - ahol a használók a tereket/tárgyi elemeket vertikálisan, horizontálisan, vagy tartalmilag egyesítik; az elszigetelés és elválasztás nyomai; vagy negatív értelemben az otthagyt dolgok, a rongálás; a kopás és erózió jelenléte vagy hiánya; a személyes identitás kihelyezése a területre (graffiti), a funkcióváltás nyomai, vagy akár a hátrahagyott tárgyak (szemét) stb. A jelenség legkifinomultabban a környezeti stílusokban mutatkozik meg.

A **hely_** sajátos egyedi jelleggel rendelkező térelem, ami lépték független és személy jegyekkel rendelkezik. A „tér” nem más, mint egy darab „terület”, a „hely” ezzel szemben személyessé vált tér. A hely jelentése az egyén személyes tapasztalatai és társas érintkezései során alakul ki: az adott tér „helyet kap” a személy identitásában, és ily módon helyé válik. A helyélmény, és az ehhez szükséges érzelmi kötődés leggyakrabban a hosszan tartó térhasználat során alakul ki, de előfordulhat, hogy az intenzíven megélt emocionális hatások rövid idő alatt is „helyé” nemesíthetik a teret. A túl erős helykötődés előnyös (felelősség, gondoskodás) vagy diszfunkcionális is lehet (személy-, helyvesztés). Negatív helyélménnyé vezethet a mobilitás is, de nem szükségszerűen, a rugalmas lakhelyváltás a felgyorsult életritmushoz való hatékony alkalmazkodást is jelentheti. A XXI század jelensége, hogy az egyedi helyek (és az azokra épült társadalom) a modernizáció és globalizáció hatására érezhetően homogenizálódnak, feloldódnak, „elszemélytelenednek”, illetve, ha megfigyelhető újraéledésük, akkor tartalmuk erősen módosul. A sajátos, egyedi karakterüket e folyamatokkal szemben is megtartani képes helyek szerepe, társadalmi értéke megsokszorozódni látszik.

Az ember akarva, akaratlanul rangsorolja a körülötte található teret, környezetet, helyet. A minősítés következtében bizonyos helyek egészen közel kerülnek az ember személyiségéhez, erős jelentéstartalmuk pedig komoly befolyással hat. Más környezetek jelentéktelenek, egészen észrevehetetlenek lehetnek. A minősítést nem befolyásolja a jelenlét gyakorisága, hossza, vagy milyensége, de a hely tulajdonságai sem; a minősítést kizárólag az emberi szubjektum hozza létre saját érdekei, állapota szerint. A szoros kötődés a hely befolyásoló erejét növeli. Minden ember tudatában létezik egy térképszerű términtázat, ahol a legközelebbi hely a legfontosabb, a távoliak pedig jelentéktelenek, a valódi lokalizációjuktól függetlenül. Az ember és hely közötti viszonyt ezek az egyéni términtázatok határozzák meg, amik a születéstől kezdve raktározódnak és folyamatosan alakulnak a tudatban.

Az énkép kialakulása és a környezet közötti kapcsolat_2_002

Az ember a térben létezik, a tér része. Az egyén és tér közötti kölcsönhatás magzat korban kezdődik, az érzékszervek kifejlődésének kezdetével: szaglás, tapintás, ízlelés, hallás, látás és mozdulatok. Közvetlenül a születés után elindul az érzékszervi mozgásos tér kialakítása. A fejlődés első szakaszaiban az egyes érzékszervek által értelmezett terek, pl.: a vizuális-, tapintási- és kinezetikus terek még nem alkotnak egységet. Ezen a szinten még nincs meg sem a szilárd tárgyak állandósága, sem a nagyság vagy alak-konstancia. A különböző képességek fejlődése 1-3 éves kor között a szűkebb értelemben vett környezet felfedezésekor történik. A folyamat a gyerek idejének megközelítően 80-90%-át tölti ki. Jellemzően két éves korra kerülnek elsajátításra a térhez kapcsolódó törvényszerűségek és ettől kezdve a viselkedés a közvetlen környezet térbeli kapcsolataihoz igazodik. A már ismert terekben a gyerek biztonsággal és cselekvően képes mozogni. A beszéddel egyidejűleg, vagyis a belső szemléleti képek és a szemléletes gondolkodás kezdetével esik egybe a képzetes tér megjelenítésének képessége (2-3 év). Az orientációhoz kapcsolódó készségek 3 éves kor körül jelennek meg. Kutatások szerint ebben a fejlődési szakaszban a gyerekek akár egyszeri bejárás alapján képesek új útvonalakat elsajátítani és térképeken felismerik a már megtanult helyeket. Az útvonalak mentális rögzítéséhez egyaránt használják a valóság és a képzeletviláguk elemeit. Jellemző, hogy a számukra fontos dolgokat és helyeket részletesen fel tudják idézni. A különböző emlékek elhelyezése és előhívása kisgyermekkorban a legképlékenyebb. A gyerekek négy éves korra általában képesek összefüggően kifejezni a múltjuk eseményeit és a jövőre vonatkozó elképzeléseiket, vagyis az emlékezés és előre gondolás képessége kis kortól és egyszerre fejlődik. A múlthoz kapcsolódó térélmények így a jövő lehetőségeihez kapcsolódhatnak. Általában 5-6 éves kor között alakul ki az absztrakt térbeli gondolkodás képessége. Ebben az időszakban már a saját tevékenységtől független tereket és kapcsolatokat is el tudnak képzelni. Az arányok és összefüggések észlelésének képessége a kamasz kor végéig folyamatosan fejlődik. Felnőttek esetében a tér megértésre szánt idő lerövidül és csak a pillanat lényegesnek vélt részeire irányul. Jellemző, hogy térhasználat közben a figyelem más dolgokkal foglalkozik. Egyre fontosabb szerephez jutnak a megszokások és az ismert terek előnyben részesítése az idegenekkel szemben. Idős korban a térhasználat és a térészlelés fokozatosan szűkül [29, 37-39].

Egészségi állapot_2_003

Az ember egészségi állapota a kor, az időtartam, a gyakoriság és a milyenség szerint időben és személyenként folyamatosan változik, lehet pillanatnyi, időszakos, vagy egész életen át tartó helyzet, pl.: kisebb sérülések; rövid vagy hosszú ideig tartó betegség; várandósság; baleset; szervi vagy érzékelési rendellenesség, stb.. Változhat előre láthatóan, vagy váratlanul; és vonatkozhat a fizikai, mentális és érzelmi (pszichés) állapotokra. A pillanatnyi és a huzamos egészségi állapot befolyással van az életvitelre, a viselkedésre, a figyelem működésére és a térhasználatra. Hatása széles skálán mozog: az éppen csak kellemetlen állapottól a magatehetetlen kiszolgáltatottsáig, illetve a jó állapottól a kiválóig. Megítélése a személy belső érzetei és a közösség külső benyomása szerint is történik. A térnek igyekeznie kell a legszélesebb spektrumon figyelembe venni a különböző egészségi állapotokat és a hozzá tartozó térigényeket, funkcionális szükségleteket. A mindennapok cselekedetei rendszeresen végzett statikus és dinamikus mozgásformákat tartalmaznak. A szélsőségesen sok vagy időben gyakori, monoton, ismétlődő mozdulatok és testhelyzetek károsíthatják az egészséget; a túlingerlés gyakran megfelelő térkialakítással mérsékelhető, javítható. A környezet viszonyrendszerei és bizonyos térelem jelenléte vagy éppen hiánya, pl.: belmagasság, benapozás, légcseré, színek, jelzések, stb., segíthetik, vagy éppen gátolhatják az térhasználatot. Az anyagrendszerek helyes alkalmazásával elősegíthető az egészséges térállapot kialakulása, pl.: egészséges épület vö. beteg épület szindróma [40]. Az ideiglenesen vagy állandó fogyatékosággal élők (kerekes székesek, alacsony termetűek, vakok és gyengén látók, siketek és nagyothallók, beszéd fogyatékosok) térhasználatára speciális kialakítást igényelhet, mindennapjaikat fizikai, mentális és érzelmi értelemben is segítő személyek, eszközök, esetenként állatok és térelemek támogathatják. Az akadálymentes használhatóság legrelevánsabb felületei a közlekedésben; a kommunikációs, illetve jelző rendszerekben vannak [19]. A biztonságos térhasználat alapja a megfelelő térészlelés. A betegség, krónikus fáradtság, a túl magas vagy alacsony stressz, az erős érzelmek, a váratlan nehéz élethelyzetek, a depresszió, stb. jellemzően tompítják a térészlelést és beszűkítik a figyelmet; míg a megfelelő ingerlés és stressz szint, a pozitív gondolatok és érzelmek ezekkel ellentétben kinyitják a figyelem fókuszát, tartalékokat képeznek nehéz helyzetekre és bővítik az élettér lehetőségeit [41].

Az érzékszervi észlelés spáciумai_2_004

Az ember a környezetét hat érzékszervi csatornán keresztül érzékeli. Ezek a látás (vizuális), a tapintás (taktilis, vagy haptikus), a hallás (auditorikus), a szaglás (olfaktorikus) és az ízlelés (gusztatorikus), valamint a mozgás által szerzett tapasztalatok (kinesztetikus) [28]. Mivel a szaglás és az ízlelés is a bőrfelületeken keresztül történik, gyakori őket egyben a haptikus érzékelés közé sorolni, de a funkciójukból adódó különbözőségek miatt a szétválasztásuk jellemzőbb. Építészeti vonatkozásban a látás, tapintás, hallás, szaglás és mozgás irányú érzékelések dominálnak. A környezetből érkező érzékelhető külső ingerek a mechanikai hatások, a hőenergia, a kémiai hatások, a gravitációs mező és az elektromágnes hullámok [40]. A környezet ingereire a befogadó szervezet bizonyos érték alatt (abszolút ingerküszöb), vagy fölött (telítettségi ingerküszöb), illetve a még érzékelhető ingerváltozás (különbségi küszöb) nagyságrendjén belül érzéketlen marad. A külvilágból az érzékszerveken átszűrve érkező információkat az agy dolgozza fel és a relevánsakat raktározza. A pillanat során beérkező ingerek hozzácsatlakoznak a múlt eseményeire és a jövő elképzeléseire rögzítő sémarendszer nyomaihoz. Az ember számára az objektív tér tulajdonságai csak töredékesen észlelhetők. Közvetlenül nem érzékelhető térelemek például a különböző sugárzások, vagy a mágneses tér. A beérkező információk feldolgozása tudatos és nem tudatos szinten működik,

1. Táblázat. Ember és tér közötti interakció megjelenése az időben, az érzékszervi észlelés felületei

Jövő (tervek, elképzelések) ↓	Kinesztetikus interfész → Vizuális interfész →
Pillanatnyi állapot (értelmezés és megítélés) ↔	Auditorikus interfész → Haptikus interfész Taktilis interfész →
↑ Múlt (emlékek, tapasztalatok)	Olfaktorikus interfész → Gusztatorikus interfész →

ahol a határt a figyelem és az érzékelési küszöbök határozzák meg. A környezeti ingerek érzékelése és észlelése szubjektív, és a személy aktuális állapotától, valamint a környezeti tényezőktől függ. Az egyes észlelési csatornák nem „szigetüzem-szerűen” működnek, hanem komoly együttműködés figyelhető meg közöttük. Bármelyik érzékelésben akadályozott személyek esetében a hiányzó információkat a többi csatorna igyekszik pótolni, átvenni vagy kompenzálni.

A következőkben minden észlelési kategória külön-külön, az ember egészségi állapotaival és az akadályozottsággal összefüggésben kerül bemutatásra. A kapott ismereteket felhasználva pedig bemutatásra kerül a TÉRSTRUKTÚRA tervezése és fejlesztése a Lakó István parkban. A koncepcióalkotás területei: a térbeli elhelyezkedés, tömeg és forma viszonya, felhasználva a várható használatot és működésmódokat. Az ember és tér közötti érintkezési felületek négy kategóriába rendezhetők: kinesztetikus-, vizuális-, auditorikus-, és haptikus interfészek (1. Táblázat), ami tökéletesen lefedi a tér teljes megismerésének élményét. Ehhez igazodnak a tér vonatkozóan ítélt paraméterei, ahol egy-egy tulajdonság, vagy térelem több felületen és az időbeliség kérdéseivel összefüggésben kapcsolódhat.

és a tér legfontosabb releváns paraméterei

Méret, távolság, arány, helyigény, irány, mozgás, funkció, közlekedés, elhasználódás, felület.

Fény, szín, forma, méret, arány, sorrend, ritmus, kontraszt, lépték, világítás, tájolás, felület.

Forrás, intenzitás, minőség, távolság, tömeg, tér, felület, anyag, test/léghang, szubjektív.

Felületek, lég-, hő- és pára állapotok, tömegek, rezgés, mozgás, nyomás, teher, erő.

Illat / szagforrás, intenzitás, távolság, szubjektív megítélés.

Ízek, illatok, szinesztézia, íz élmények összekötése helyekkel vagy cselekedetekkel.

Kinesztetikus interfész_2_005

A kinesztetikus interfész az ember **mozgáslehetőségeit**_ tartalmazza. A szükséges mozgási információkat az inak és izmok, illetve a belső fül vestibuláris készüléke (egyensúlyt, gravitációs mezőt érzékelő szerv) érzékeli. Alapmozgások a járás, futás, kúszás, mászás, szökdelés, csúszás, guggolás, hanyatt fekvés, hason fekvés, törökülés, terpeszállás, térdelés, stb.. Mozgásos elemek az irány és iramváltások, hirtelen megindulás, megállás, kerülés, fordulatok, stb.. Az emberi mozgást kiegészíthetik a járművek (különböző sebességek) és az akadályozottságot segítő eszközök.

Minden mozgásformának helyszükséglete van, ami **a testméretekre és a mozgatórendszerre**_ vezethető vissza. Annak ellenére, hogy a szervezet felépítése mindenkinél közel azonos, valamennyi ember egyedi fizikummal rendelkezik. A testméretek az élet során folyamatosan változnak, az első intenzív növekedési szakasz után, közel állandóak, majd csökkennek. A fizikai testméretekben és az erőnlétben a nemek, az életkor, az egészségi állapot, az etnikai hovatartozás, vagy akár a lakókörnyezet szerint hasonlóságok és különbségek figyelhetők meg [22, 40, 42-44]. Az európaiak kerekített átlag testméretei életkor szerint: karon ülők 0-3 év – 50-100 cm, kisgyerekek 3-6 év – 100-120 cm, gyerekek 6-10 év 120-140 cm, kiskamaszok 10-14 év – 140-160 cm, kamaszok 14-18 (21) év – 160-180 cm, felnőttek 18-(21-) év – nők: 170 cm / férfiak: 180 cm, idősek: 160-170 cm. A valaha élt legmagasabb ember 272 cm, a legalacsonyabb 65 cm testhosszal rendelkezett, törpe természetűek a 147 cm alatti felnőttek. Álló helyzetben az emberi test átlagos szélessége 50-60 cm, vastagsága 30-40 cm között változik; széken ülve, illetve térdepelve a magasság 140-150 cm, a mélység 80-90 cm; guggolva és földön ülve a magasság 100-120 cm körüli. A Kirívó esetekben a szélesség és vastagság akár a 100 cm-t is meghaladhatja.

Az ember teste a **mozgásra**_ optimalizálódott, a mozgás a test helyzetének változtatása. A mozgások az ízületek (váll, könyök, csukló, csípő, térd, boka, ujjak) mozgástengelyei körül történnek, különböző síkokban és irányokban. A karok mozgásával a test méretei magassági értelemben közel 225 cm-re, szélességben 175 cm-re, mélységben 87,5 cm-re változnak. A lépéstávolság 65-75 cm körül mozog, a kényelmes fellépés 15-20 cm körül van.

Az álló testhelyzet az alpra vetítve megközelítőleg $0,16 \text{ m}^2$ területet foglal (1 m^2 -en kb. 6 ember fér el), széken ülve körülbelül $0,25 \text{ m}^2$ -t, fekve $1,05 \text{ m}^2$ -t (egy $90 \times 200 \text{ cm}$ -es matrac $1,8 \text{ m}^2$ helyet foglal). Az emberi testméretek a közösségi megjelenésekben folytatódnak, ahol az egyéni tulajdonságok meghatározzák ugyan a kis- és nagycsoportok, valamint a tömeg méreteit, de a személyek között kialakuló terek, az életkor, az egészségi állapot, a szociális kötődés és a funkció hatása gyakran jelentősebb.

A térhasználat **helyszükségleteinek** értelmezéséhez a testmagasság, a vállszélesség, a lépés-, könyök- és kartávolságok adják az iránymutatást a létszám, korosztály és mozgáslehetőségek függvényében. A kezdeti építési gyakorlat is az emberi testrészek nagyságát használta fel az épített terek méreteinek kitűzéséhez, pl.: láb = $31,6 \text{ cm}$, könyök = $62,2 \text{ cm}$, hüvelyk = $2,6 \text{ cm}$, stb. Az irányt sokszor a méretek egymáshoz viszonyított aránya jelentette, pl.: arany metszés, geometria. Napjainkban a leggyakrabban használt alapegység a modul = 30 cm és többszörösei $15; 45; 60; 90; 120; 150 \text{ cm}$ (ISO). Ez az érték közelíti leginkább az „átlag” testméreteket és a nemzetközi mértékrendszerekben is könnyen használható.

A **kinesztetikus tér** az ember és a térelemek közötti távolságokban, méreteken, arányokban, léptékekben, viszonyokban, irányokban, helyfoglalásokban, mozgás- és közlekedésformákban, a funkcionális működésben (szabályok-lehetőségek) fogalmazható meg, és összefüggésben van az egészségi állapottal és az életkorral. Legkisebb léptéke az emberi test körüli elérési távolságokat jelenti, ami megközelítően $0-1,50 \text{ méter}$ átmérőben értelmezhető. A közlekedést és a használhatóságot a látóhatáron belüli térelemekhez tartozó eljutási lehetőségek terei (mikro-orientáció) és a használatukhoz tartozó helyszükségletek, valamint az egymástól elhatárolt terek kapcsolatai (alaprajzi rendszer, helységkapcsolat) határozzák meg. Az eljutás jellemző méretei $\sim 0-6$, $\sim 6-100$ és ~ 100 -látóhatár (méter). A mozgással kapcsolatos kölcsönhatások az egyén közvetlen környezetében található térelemek rendszerében érzékelhető legközvetlenebbül (bútorozás). A kinesztetikus tér az épületek, építmények, települések, tájegységek, stb. közötti közlekedési viszonyban (tájékozódás) éri el határait, minden esetben tanult tudás és nem közvetlen észlelés.

A térhasználat legfontosabb eleme a környezet **funkció és méret**_ szerinti differenciáltsága. A megkülönböztetés lehet település léptékben pl.: az iparváros, halászfalu, stb.; vagy épületállományra vonatkozóan pl.: lakó-, köz-, ipari-, szakrális-, stb. épületek; vagy épületen belül a helységcsoportok pl.: konyha, nappali, étkező, hálósobák, mosdócsoport, garázs, stb.; vagy élmény szerint pl.: a megérkezés-, pihenés-, munka-, étkezés-, társalgás-, stb. terei. Mindegyik esetben a kinesztetikus használatot leginkább a környezetek egyszerű „olvashatósága”, felidézhetősége, valamint az alkotóelemek megkülönböztethetősége és kapcsolatainak áttekinthetősége segíti.

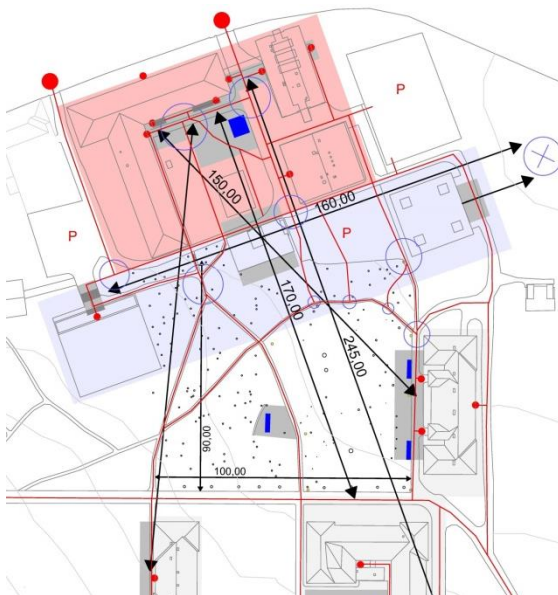
A kinesztetikus tér az **idővel**_ összefüggésben nyer értelmet. Tartalmazza a pillanatok eseményeit, a napi cselekvéssorozatokat, az évszakok és életszakaszok szerinti változásokat, a múlt tanulságait és jövő terveit, valamint érzelmi benyomásokat is rögzít.

A környezeti tapasztalatokból elraktározott mentális kinesztetikus tudás térképszerűen reprezentálódik, ami utalásszerűen tartalmazza a saját és az ismert téri elemek egymáshoz viszonyított pillanatnyi és általános környezeti helyzetét [12, 15, 16, 18, 45, 46]. Ez az úgy nevezett **kognitív térkép**_, vagy kollázs a mindennapos emberi cselekvések során készül, jelentéstartalmakat rögzít (fizikai, érzelmi, kulturális, identitási, stb.), lépték független és aránytalan [43, 47, 48]. A kognitív térképeken a helyek a szubjektív fontosság szerint rangsorolódnak. Általános térkép-jellegzetességeknek tekinthetők az utak, határok, szektorok, csomópontok és iránypontok. A környezeti megismerés során az egyén számára fontos tájékozódási pontok, az útvonalak, és a konfigurációk (viszonylatokat is tartalmazó elrendeződések) rögzítése és sémarendszerbe illesztése történik. Egy útvonal tanulásakor az érintett irány-, tájékozódási-, döntés- és célpontok összefüggései (sorrendiség) kerülnek elsajátításra, ami magában foglalja a jelíngerek, illetve a haladás irányának és megfelelőségének azonosítását is. Útvonaltanulásakor a látványok cselekedetekkel és érzelmi benyomásokkal kapcsolódnak össze, amik bizonyos helyeket, útvonalakat, iránypontokat stb. előtérbe helyeznek, vagy éppen törölnek. A rögzült utak automatizmusokba tömörödnek és erőfeszítések nélkül aktiválódnak. Ez a kinesztetikus tudás rendszerint töredékes és torzítások mutatkoznak meg benne az érzelmi-, kulturális-, szimbolikus-, szubjektív- és egyéb hatások nyomán, mégis hatékony és biztonsággal alkalmazható az ember-környezet interakciós során.

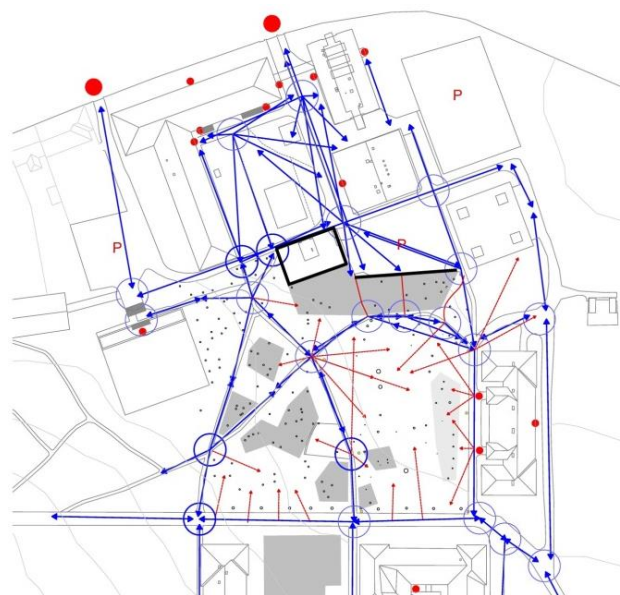
A tér **akadálymentes**_ mozgáslehetőségei mindazokra vonatkozik, akinek egészségi, fizikai állapota ezt igényli. A kinezetikus akadálymentesítés tartalmazza többek között: a közlekedés útjainak kényelmes szélességi és hosszméreteit a használati létszám függvényében; a magasságkülönbségeket (max 80 cm); a megfelelő lejtéseket (8-5%) és pihenőket (9 méterenként); a fordulások sugarait (1,50 m); a bejáratok (akadályok) előtti és mögötti helyigényeket; az ajtók nyitásirányát és a nyíláshoz szüksége teret; a biztonságot segítő térelemeket pl.: korlátok, él jelzők, kerékvető, stb.; vertikális mozgást biztosító eszközöket; burkolati jeleket és térelemeket; biztonságos felületeket (min R12-es csúszásmentesség); stb. [49]. A kerekesszékek nagyságrendi méretei 100 x 70-85 x 100-120 cm (ma x szé x mé), egy babakocsik átlagos méretei 100 x 60 x 95 cm (ma x szé x mé), az iker babakocsi 155 cm hosszra vagy 80 cm szélesre változhat; a hordágyak 90 x 60 x 180 cm (ma x szé x h) mérettel rendelkeznek. A kinezetikus térnek mindig törekednie kell a legszélesebb spektrumban szolgálni a használók mozgásszükségleteit.

A helyszín meglévő és tervezett állapotának kinesztetikai elemzése_3_001

A terület szubjektív elemzése: a helyszínen három markáns funkció különíthető el: az egyik a lakhatás és az azt kiegészítő létesítmények (piros), a másik a nyilvános zóna (kék), illetve harmadik az oktatási területek (világosszürke) (13. ábra). Az egységek viszonylag nagy távolságokra esnek egymástól, ~150 – 250 méter. A bejáratok előtti megérkezési zónák a legtöbb esetben nehezen észlelhetők (sötétszürke), könyvtár bejárata teljesen kiesik a közlekedési rendszerből, hiányzik egy kényelmes közlekedési kapcsolat a Bajcsy-Zsilinszky út felé. A pihenésre és közösségi szabadtéri tevékenységre alkalmas helyek száma az egyetemi emberek létszámához képest túl kevés (sötétkék kiemelés). A területen több kitaposott ösvény jelzi a közlekedési rendszer kényelmetlenségét. A közlekedési csomópontok (kék karikák) között lévő távolságok és az akadályozott vizuális kapcsolat bizonytalanná teszi a közlekedést (14. ábra). Ez a kinesztetikai zavar a Green épület melletti parkolónál és a Green épület és Krasznai Sportcsarnok közötti csomópontnál figyelhető meg leginkább (a vizuális elemzést lásd „Vizuális interfész” fejezetnél). A különböző iránypontoktól a közlekedés célpontjai gyakran nem észlelhetők. A látási korlátozottságot nemcsak az úthálózat indokolatlan bonyolultsága, hanem az elvadult, elburjánzott növényállomány is okozza (sötétszürke kiemelés). A zöldfelületek kialakítása jelenleg nem szolgálja a kinesztetikai tér használhatóságát.

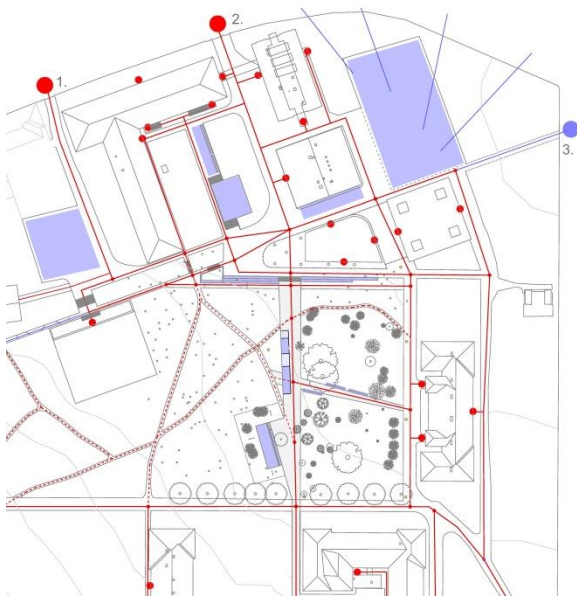


13. ábra. A terület funkcionális elemzése

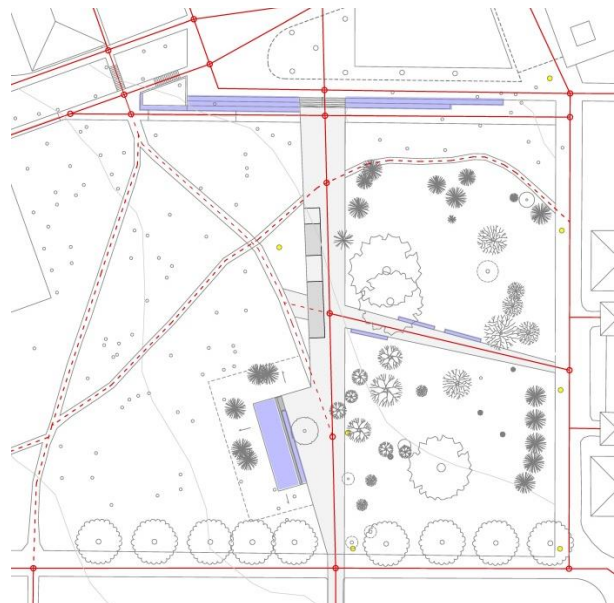


14. ábra. Problématérkép

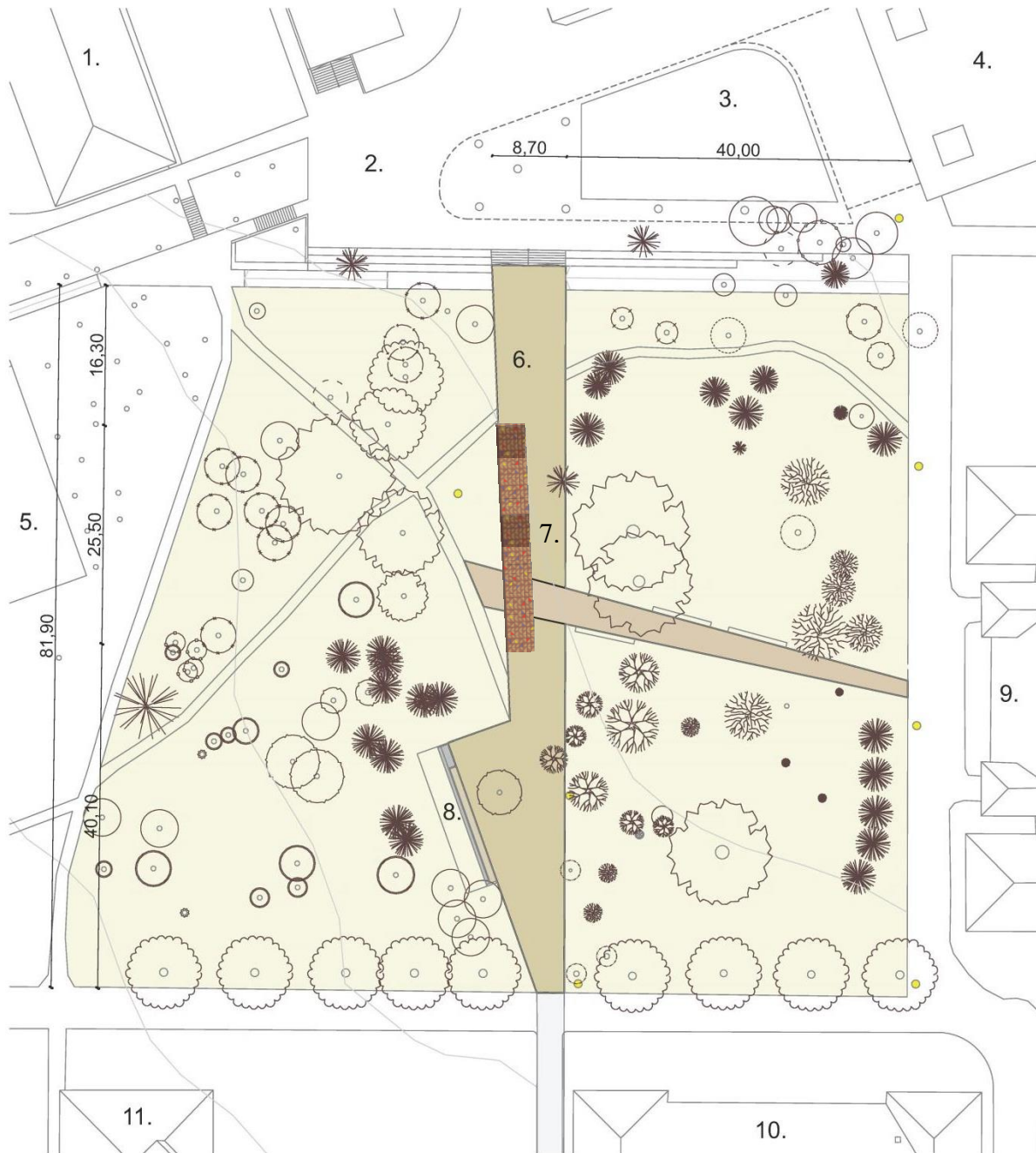
Az áttevés fókuszpontjai: A közlekedési iránypontok tengelyekre fűzése: 2. bejárat – Selmeci sétány – B épület; Krasznai Sportcsarnok – Új közösségi épület – Könyvtár – 3. bejárat és egy összekötő útszakasz a kollégium épület a tervezési terület között (15. ábra, 16. ábra). A közlekedési csomópontok meghatározása 50 méternél nem hosszabb szakaszokban, ahol a továbbhaladás céljai könnyen észlelhetővé válnak és legfeljebb négy választási irány van. Az új épület árkádos kiképzése a 2. és 3. bejáratoktól megfelelő kinesztetikai és vizuális hangsúlyt hoz létre, amit a Selmeci sétány irányítottága tovább egyértelműsít (17. ábra, 18. ábra). A kialakítás egyetlen értékes növénycsoportosulást sem sért. Az Erzsébet forrás emlékmű ideális tagolást hoz létre a parkban, ezzel megszünteti a távolságokból adódó bizonytalanságokat. Az akadálymentes megközelíthetőség minden épület esetében biztosítható, esetleg a burkolat cseréje, illetve a megfelelő lejtés irányok és %-ok kialakítása lehet szükséges. A Selmeci sétány a B épület felől szintben megközelíthető, az 1.-es, 2.-es, 3-as bejáratoktól rámpán keresztül érhető el, ami az új épülettől indul és egészen a Krasznai Sportcsarnokig tart. A gyengén látók és vakok részére útburkolati jelek, 3D térkép, és vizuális kontrasztok kerülhetnek elhelyezésre a fontos csomópontokban, amit a kertkialakítás évszak szerint megfelelő színben, illattal és formával rendelkező növényei támogathatnak. A piros vonal: a fő közlekedési irányokat; a piros szaggatott vonal: sétaösvényeket; a kék kiemelés: szabadtéri a közösségi tereket jelöli.



15. ábra. Területrendezés



16. ábra. Lakó István park átrendezése



- Platán * Tiszafa * Hárs * Fenyő * Tölgy * Gesztenye ○ Juhar
 ○ Mogoró ○ Akác ○ Juhar ○ Kőris ○ Éger ○ Bükk ○ Szil
 ○ Meggy ○ Berkenye ○ Júdásfa ○ Galagonya ○ Ritkaság

1. Kollégium; 2. Green tér - ~550 m²; 3. Új közösségi épület; 4. Könyvtár; 5. Krasznai Sportcsarnok; 6. Selmeci sétány - ~800 m²; 7. Tervezett épület - ~75 m²; 8. Erzsébet forrás emlékmű - ~65 m²; 9. A épület, 10. B épület; 11. E épület

17. ábra. Helyszínrajz



18. ábra. Tervezett TÉRSTRUKTÚRA vázlatlterv

Vizuális interfész_3_002

A vizuális interfész van a legszorosabb összefüggésben a kinesztetikai észleléssel. A vizuális térben a fény hatására színek, árnyékok, és kontrasztok elevenítik meg a formákat, méreteket, tömegeket, arányokat és ezek egymáshoz való viszonyát, ritmusát, sorrendiségét, elmozdulását és kölcsönhatását. Ezek megfogalmazása a téralkotás folyamata, ahol látható jelenségek együttesének üzenethordozó szerepe van.

A látás az ember legdominánsabb érzékelési csatornája. Szerve a **szempár_**, közvetítő közege a fény. Feladata a tér elemeinek vizuális tagolása és értelmezése, az alak-háttér különbözőségeinek és az elmozdulás észlelése. A környezetből az agyba érkező információk közel 80%-át vizuális ingerek adják. A fény beérkezését a pupilla szabályozza, aminek mérete akaratlagosan nem irányítható, kizárólag a külső hatásoknak megfelelően, illetve az érzelmi reakciók szerint változik. A beérkező fényinformációk kódolása, értelmezése, szűrése és tömörítése a szem fovea nevű területén kezdődik. A szűrés bizonyos ingerek továbbengedését és ezzel együtt felerősítését jelenti, míg más ingereket gátló folyamatok törölnek. Ez az oka annak, hogy az agyban keletkező kép a valóságnak csak bizonyos részeit tartalmazza, ami megkönnyíti a környezet hirtelen változásaihoz való azonnali alkalmazkodást. A folyamatban jelentős szerepe van az ingerküszöb alatti érzékelésnek és a tudat által irányított figyelemnek, amik adott okból elmozdulásra készítik a szemet.

A szemnek jelentős szerepe van a nonverbális kommunikációban, a pupilla ellenszenv esetén jellemzően összeszűkül, rokonszenv esetén kitágul.

Az emberi látás megközelítően fél-térrészre korlátozódik. A teljes vízszintes látómező $\sim 200^\circ$, a sztereo $\sim 90-100^\circ$, a szemek látómezője külön-külön $\sim 160^\circ$. A látómező vertikális irányban a horizonthoz képest fölfelé $\sim 30^\circ$ (max 50°), lefelé $\sim 40^\circ$ (max 70°). A normál látóvonal a vízszintessel $\sim 15^\circ$ -os szöget zár be lefelé. A gyakorlatban élesen látható a látótér középső része a tárgymező; kevésbé élesen a vizsgált tárgy körüli félméteres sáv, a környezet és homályosan egy közel három méteres sáv, a háttér. A térbeli kiterjedést a fény-árnyék jelenségek, a megvilágított-, önárnyékos- és árnyékos felületek fejezik ki, és a színek, minták teszik teljessé [5, 6, 10, 13, 28, 40, 50].

A szem a foveában található receptorokkal érzékeli a színeket és a kontrasztokat. A piros, zöld és kék színre érzékeny csapok együtt hozzák létre az agyban az ingerlési színmintázatot, ami csak megfelelően világos környezetben lehetséges. Gyenge fényben a csapok helyett a pálcikák érzékelik a vizuális teret, kizárólag monokromatikus (szürkeárnyalatos) információt továbbítanak. Kontrasztok nélkül a látás gyakorlatilag megszűnik, pl.: homogén felületekről gyakorlatilag semmilyen jel nem érkezik az agyba.

A három dimenzió észlelése vertikális, horizontális és mélyég értelemben történik. A távolság helyzete lehet az észlelő és az észlelt tárgy (abszolút), illetve a különböző tárgyak között (relatív). A térlátás során a két szem nézésiránya egymással szöget zár be (konvergencia), a látószög körülbelül 60° . Megközelítően 6 méter távolságon felül a konvergencia értéke nulla, vagyis a két szem iránya közel párhuzamos. Az éles látáshoz a szemnek (pupilla) folyamatosan alkalmazkodnia kell a különböző távolságokhoz (akkomodáció) és a változó fényviszonyokhoz (adaptáció), ami időigényes folyamat. A távolság megítélése egy és két szemmel is lehetséges, de a binokuláris látás az átfedéssel látómező következtében lehetővé teszi a távolság nagy pontosságú becslését, ami a jobb és bal retinára vetülő képek távolságkülönbségei alapján ítélt meg.

A térlátás egymásra ható, de egymástól független frekvencia érzékeny csatornákon valósul meg. A két szembe külön-külön érkező eltérő frekvenciák a térlátás megszűnését eredményezik pl.: kancsalság esetén.

Az elmozdulás érzékelése az idő és a figyelem függvényében az előrenéző szem, illetve szempár által közvetített képek kognitív összerendezésének eredménye. Magát a mozgást is a vizuális információk segítik legjobban, ezért akinek valamilyen formában sérült látása, gyakran a kinesztetikai lehetőségeit sem tudja teljes mértékben kihasználni. Ebben az esetben a haptikus és auditorikus észlelések hatása erősödik. Leggyakoribb látási problémák lehetnek: rövid- és távollátás, gyengén látás (pl.: gyógyszer hatására), látásélesség romlása (finom részletek megkülönböztetése), szürkületi vakság, színvakság (dikromatikus, monokromatikus, rendellenes trikromatikus, akromatikus), téri vakság és a teljes- vagy részleges vakság.

Egy terület természetes **fényállapota** az időjárás függvényében, napszakonként és évszakonként változik. Magyarországon a napsugarak beesési szöge télen 18-21°, nyáron 65-68° között változik. A nyári napforduló idején 16 órán keresztül van világos (4⁴⁵-től 20⁴⁵-ig), a téli napfordulókor 8,5 óra hosszan (7³⁰-tól 16⁰⁰-ig). A maximum és a minimum értékek között az időkülönbség 7,5 óra. A napsütötte órák száma évenként 2000-2300 körül mozog.

A Napból érkező sugárzásnak megközelítően 41%-a éri el a földfelszínt, ebből 33% direkt, 18% szórt (diffúz) és 10% a visszavert fény. Az elektromágneses sugárzás színe fehér, színhőmérséklete 5000 Kelvin körüli, az emberi szem számára látható tartománya 380-750 nm. A látható sugárzás fényérzetként felfogható része a fényáram (Φ , lumen, lm), aminek területegységre eső mennyisége Lux-ban fejezhető ki. Megközelítően 30 Lux az az érték, ami alatt a kényelmes látáshoz szükséges fény mennyisége már kevés.

A fényerősség egy primer sugárzó által kisugárzott, az emberi látás tartományában észlelhető fény nagysága (I_v , candela), olyan optikai sugárzás, ami közvetlenül látásérzetet kelt (pl.: gyertyaláng) [10]. A megvilágítás a természetes és mesterséges fények formálása. A természetes fény iránya, mennyisége és minősége **tájéolással, tömegalakítással és felületképzéssel** passzívan, **árnyékoló** rendszerekkel aktívan befolyásolható. Közvetlen (direkt) sugárzás hatására a fényintenzitás többszörösére emelkedhet, ami káprázást és vakító hatást okozhat. A napfény hőenergiát is közvetít. A Földre érkező energia mennyisége 1450 kWh/m², a napsütéses tiszta felhőtlen időben 1000 W/m², felhős idő esetén 750 W/m², borús időben 500 W/m² körül alakul. A Napból érkező természetes hőenergia komoly szerepet tölt be a téli-nyári klímakomfort elérésében, ami közvetetten (pl.: áramtermelés) és közvetlenül (pl.: benapozás) is hasznosítható.

A természetes fényhatások **mesterséges világítórendszerekkel** egészíthetők ki. A mesterséges fényforrások elsődleges feladata az un. technikai világítás (háttér fény) biztosítása, gyakran rejtett formában. A mesterséges fényforrások lehetnek kapcsoltak vagy szabályozható fényerősségűek (dimmelhetők). A kibocsájtott fény színe szerint lehetnek fehérek (3300-5300K), meleg fényűek (3300K alatt), hideg fényűek (5300K fölött), vagy színesek (RGBW). A fény terjedése szerint lehetnek szórtak vagy direkt sugárzók, vagyis különböző intenzitású és erősségű fénykúpokat és felületeket hoznak létre.

Az épített terekben a természetes fény megfelelő hasznosítása, valamint az emberi szervezet számára funkcionális működés szerinti legoptimálisabb fényviszonyok biztosítása alap követelmény. A rossz megvilágítás károsíthatja egészséget, például a túl- vagy kevéssé intenzív expozíció fáradást, látásromlást, stresszt okozhat, és negatív következménye lehet a munkateljesítményre, valamint az érzelmi állapotokra is. Az emberi szervezet számára a legmegterhelőbb világítási forma a fények statikussága, legkedvezőbb pedig a természetes fényviszonyokat imitálni képes rendszer, ami az emberi szervezet számára biztosítani tudja az evolúció során megszokott fényélményeket. Ilyenek például a hajnali és alkonyi színek; a sárgás fény meleg-, a kékes fény hideg érzete; vagy az adott hely színminőségei.

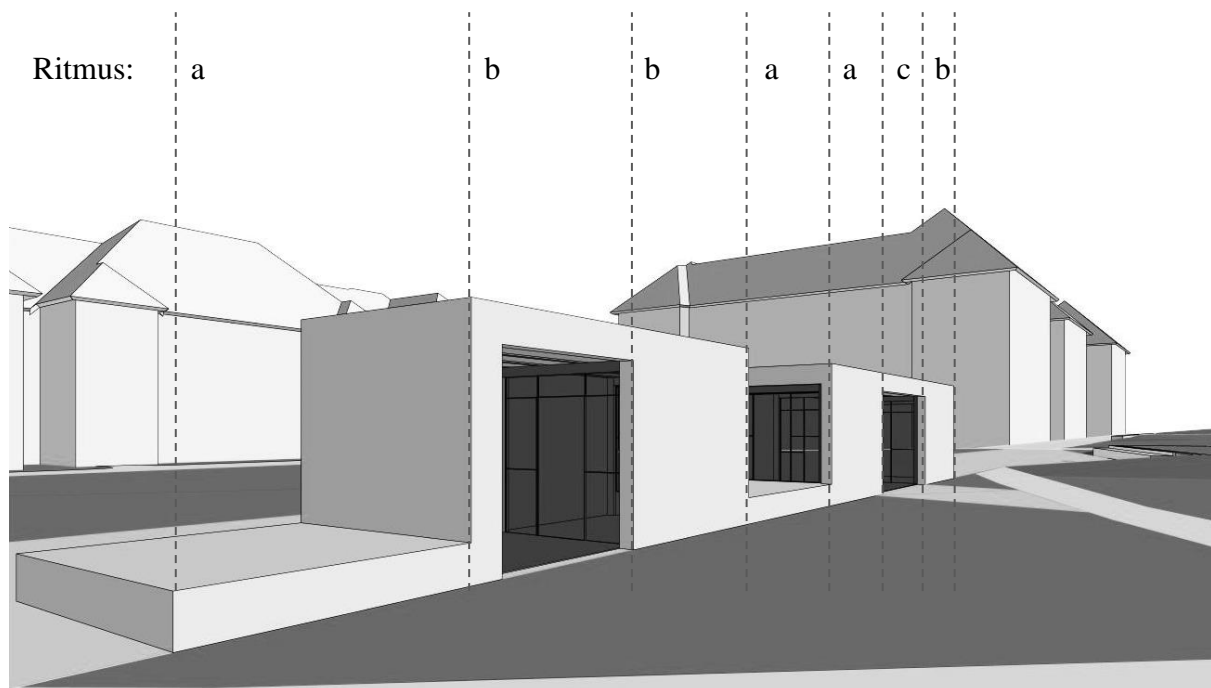
Az emberi szem eltérő fényviszonyokhoz való illeszkedésének képessége (adaptáció) jelentős energiafelhasználással járó folyamat. Az adaptáció olyan világítóforrás alkalmazásával segíthető, ami automatikusan, lassan és folyamatosan éri el a kívánt fényintenzitás értékét (dimmelhető), így elkerülhető a fény vakító hatása és a sötét vakoskodás is, pl.: villanykapcsoláskor, sötét-világos helység találkozásakor, alagutak bejáratánál.

A napsugarak jótékony hatással vannak az **életteni funkciókra** [51]. Többek között, napfényben megemelkedik a szervezet szerotonin szintje, ami természetes antidepresszánsként működik, valamint elindul a D-vitamintermelődése is. Az UV-fény kedvező hatásai ellenére, a sugárzás mennyisége és erőssége káros hatással lehet a szervezetre, illetve a környezet anyagaira.

A fények ugyanakkor befolyásolják az észlelést, és részt vesznek az ember és környezete közötti **kommunikációban**. Például ugyanaz a tér eltérő fény- és anyaghasználattal gyakran különböző méretűnek vagy hőmérsékletűnek érzékelhető, ez pedig módosítja a használat lehetőségeit. A fény színei és mozgása (piros, sárga, zöld, villogás, árnyalatváltás) figyelmeztethet, nyugtathat, szórakoztathat, jelezheti valaki érkezését, a telefon megszólalását, a veszélyt, részt vehet szimulációs folyamatokban, vagy más rendszerek működését egészítheti ki. A színazonosság összetartozást sugall és létrehozza a ritmus, sorrend, irány, méretek és lépték viszonyait. A tér-tömeg kölcsönhatásban a színek és a fény-árnyék kontraszt teremtik meg a tér, hely vagy környezet rendeltetéshez illő harmóniáját, hangulatát.

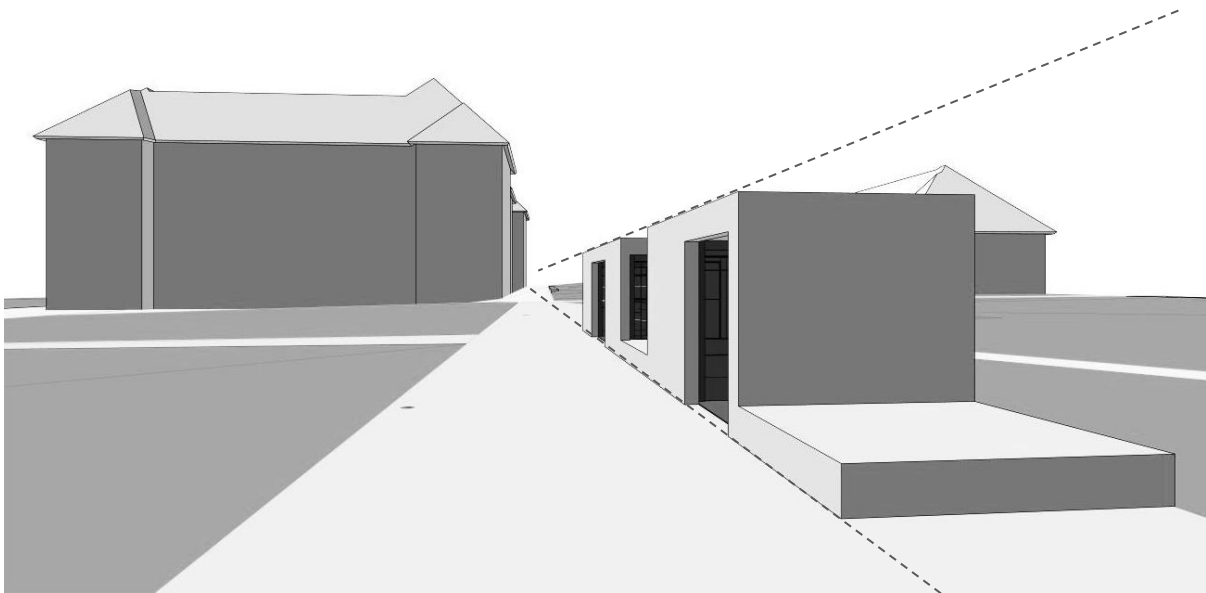
A helyszín meglévő és tervezett állapotának vizuális elemzése_3_003

A helyszíni vizsgálat alapján megfogalmazott vizuális problémák: a láthatóság, látás, látvány, és az irányok kérdéseinek vizsgálata alapján, megállapítható, hogy a területen az épületek bejáratai nehezen észlelhetők, valamelyik teljesen kiesik a közlekedési úthálózathoz. Egyértelmű vizuális bizonytalanság található a kollégium hátsó bejáratainál, ahol a haladási út kiválasztása rendkívül esetleges, és a Green épület sarkánál, ahol szinte észrevehetetlen. Az utak közlekedési célpontjai gyakran nem láthatók. Több esetben tapasztalható a kényelmes észlelés számára túl hosszú, vagy tört vizuális szakasz és a növényzet által okozott indokolatlan vizuális gát. Áttervezéskor törekedtünk a láthatóság áttekinthetőségére (15. ábra, 16. ábra). A beavatkozás irányai a közlekedésből adódó vizuális döntéshozatali pontokra alapozott (6,00 m sugarú kék kör – lásd „*Kinesztetikus interfész*” fejezet, 13. ábra, 14. ábra), ahol a látási tartományok ~6-50 méter sugarú körökben kerültek optimalizálásra. Az új rendszer áttereli a vizuális hangsúlyt a Selmeci sétány elejére (Green tér), ami a 2. és 3. bejáratok felől azonnal érzékelhetővé válik és ahonnan egyértelműen láthatóak az egyes célpontok és a hozzájuk kapcsolódó útvonalak is. A rendszer több helyen tárja fel a parkot, nemcsak a főtengely mellett, hanem az Erzsébet forrás emlékműtől és az A épülethez vezető útról is értékes területek váltak látványos érdekességekké.



19. ábra. A tervezett épület térrendszerének ritmusa

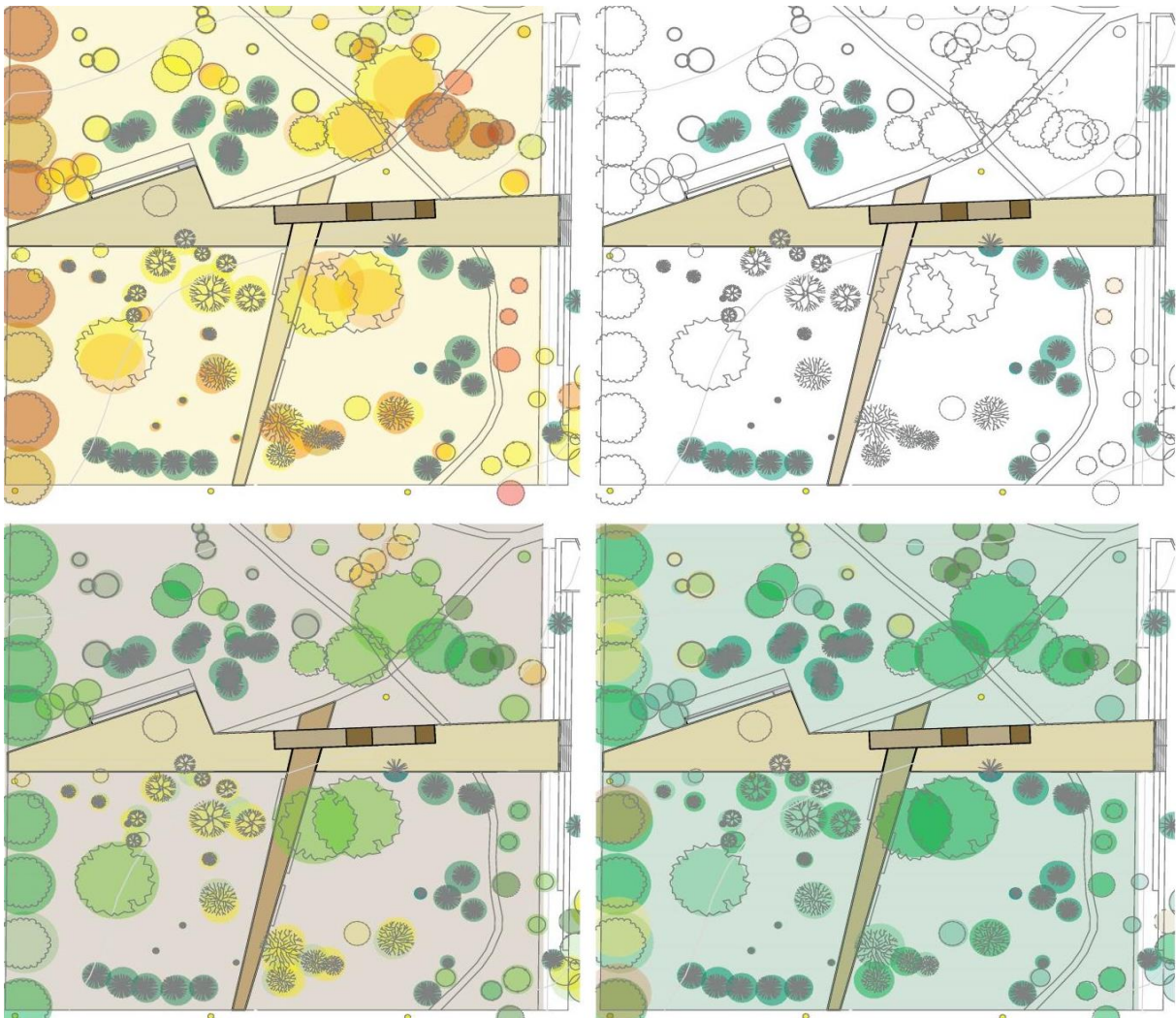
A tervezett épület zárt-, fedett-nyitott- és fedetlen felületek tereinek rendszeréből áll (19. ábra, 20. ábra). A lehatárolt tömegek és nyitott terek ritmusa az éves működés dinamikáját követi. A tömegek nemcsak elhatárolást biztosítanak, hanem „bútorszerűen” részt vesznek közvetlen használatban is, például rá lehet ülni és feküdni, neki lehet támaszkodni, bele lehet mászni, rá lehet állni, stb. A télen zárható és fűthető egységek biztosítják a tanév alatt az állandó használhatóságot, amik nemcsak közösségi mikrotérként funkcionálnak, hanem a személyes elvonuláshoz szükséges térélményeket is biztosítják. A zárható téregységeket játékos hullámvonal köti össze, ami domináns, mégis „vicces” megjelenésével egyértelműsíti az épületet. A belső tér a Selmeci hagyományokra utalva a bányajáratok hangulatát idézi. A „rejtőzködő jelenlét” és az „elvonulás a tömegben” hatások érezhetőek. A zárt épüleategységek között a fedett-nyitott terek, illetve napozó teraszok elősegítik a sokszínű, differenciált használhatóságot, védelmet adnak, és puffer térként funkcionálnak, valamint a park érdekességei, vizuális hangsúlyai felé terelik a figyelmet pl.: platánfák. Az épület egyes helyiségeiből a terület 360°-ban megfigyelhető, így izgalmas látványhelyzetek jönnek létre a kollégium, a sportcsarnok, az új épület, a könyvtár, az A, B és D épület felé, teljes vizuális kontrollt biztosítva a használóknak. A belső térből egyedileg szabályozható árnyékolók biztosítják a láthatóságot / nem láthatóságot.



20. ábra. A tervezett épület formai kialakítása, a figyelem vezetése a B épület felé

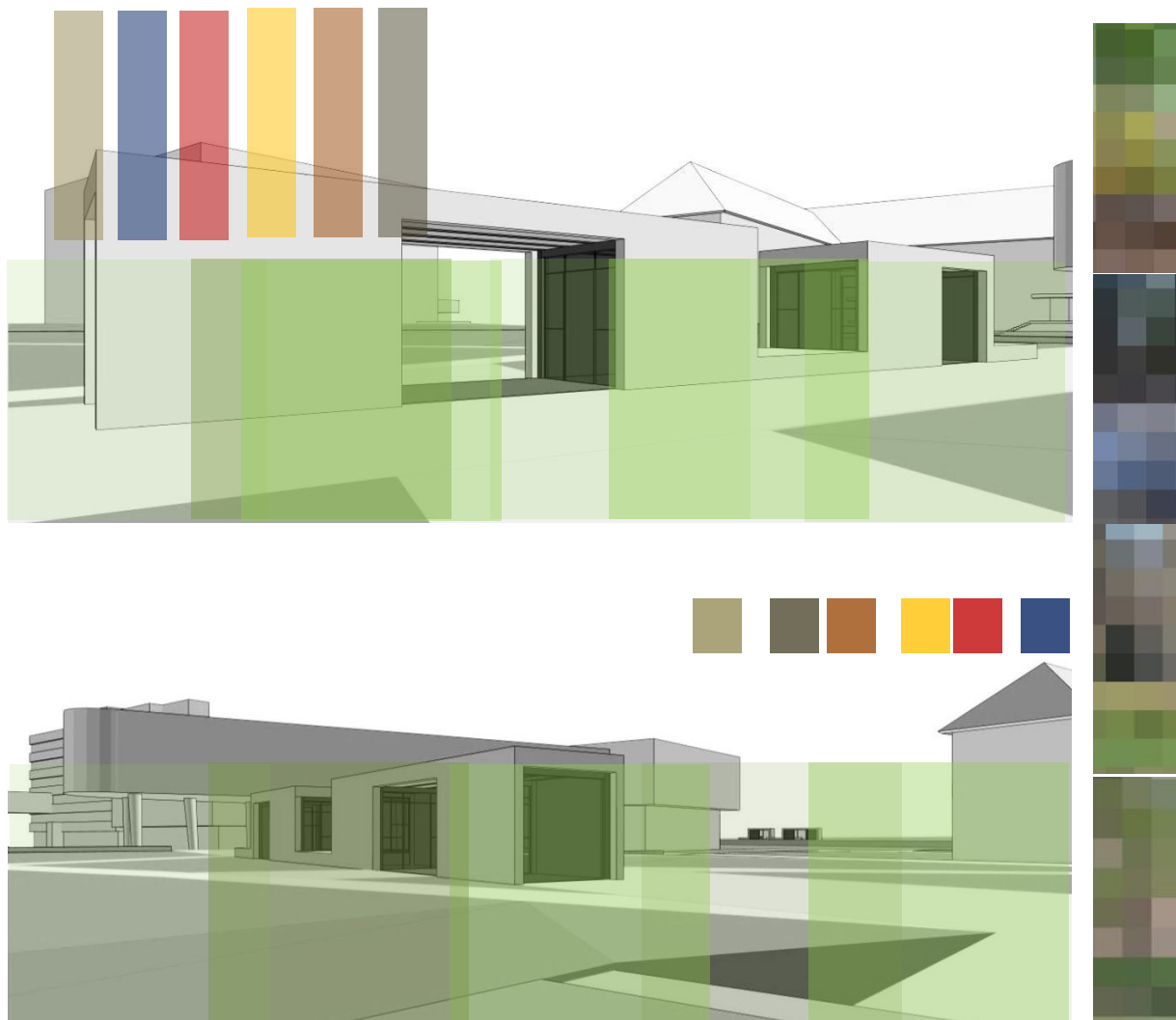
Szín_3_004

Az évszak szerinti színelemzés érdekes színvilágról tanúskodik. A területen nyáron, tavasszal és ősszel a zöld és a barna különböző árnyalatai, télen a kékes fényhatások dominálnak. Az egész helyen lágy, de sötét pasztellesség tapasztalható (21. ábra), amin az év teljes intervallumában az örökzöld, lombhullató, virágzó növényállomány színes kavalkádja uralkodik. Ugyanakkor e látványosságok jelentős része a természetes látási tartomány fölött helyezkedik el (terep fölött ~2 m magasságtól), ezért vizuális hatásuk kevésbé élvezhető. A vertikális élmény közelebb hozása a szemlélő látási horizontjának kibillentésével érhető el, amire kiváló lehetőséget biztosít az épület két fekvő, napozófelülete. Az alacsonyabb tartományokból jelenleg szinte teljesen hiányoznak a dinamikát sugárzó finom színfoltok, amit pl.: évszak szerint színkomponált növényekkel, bútorokkal, jelzésekkel lehetne pótolni.



21. ábra. Terület évszak szerinti színelemzése

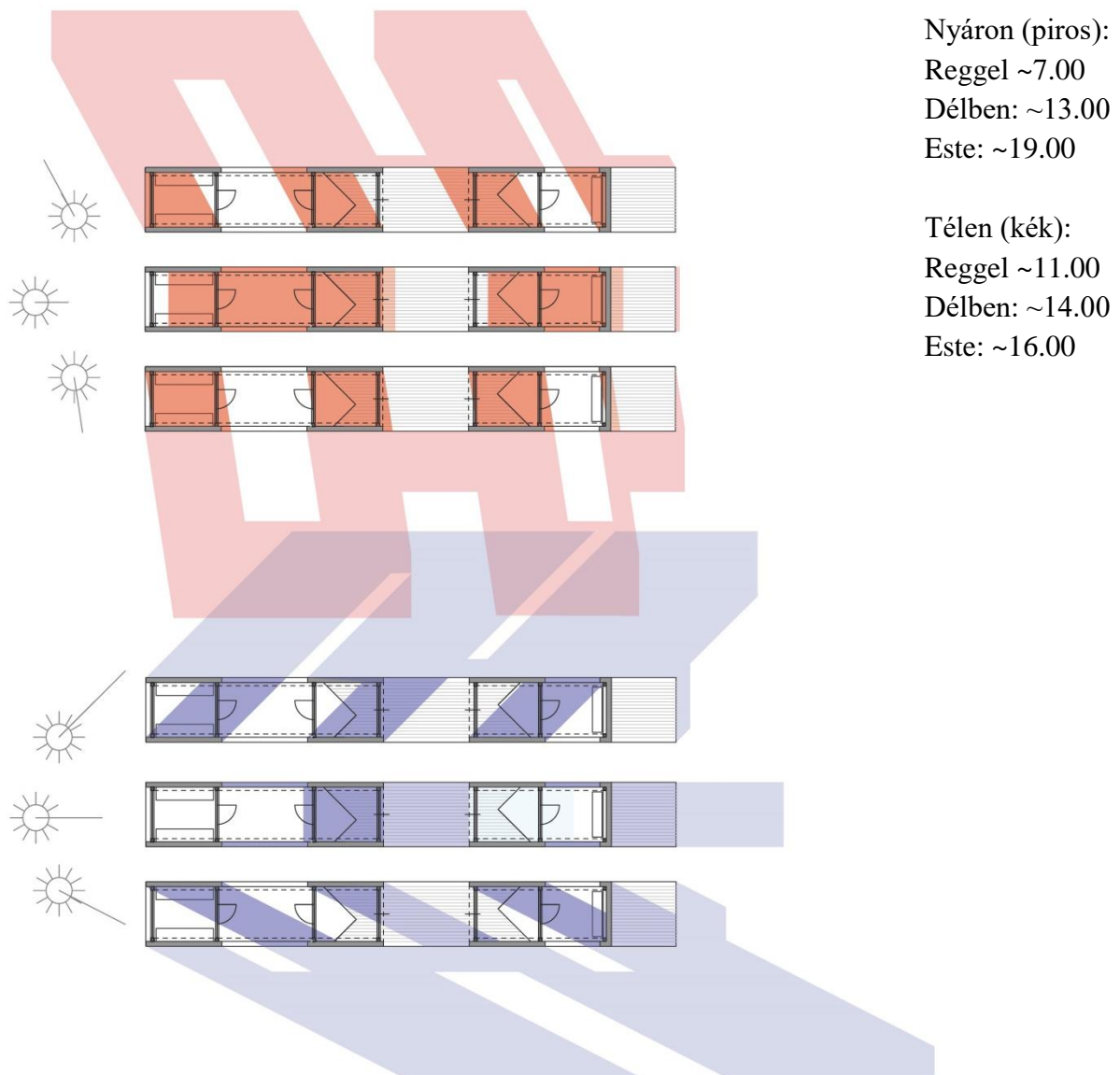
Az épület kívül és belül is a fa-alapanyag különböző színeit használja, ugyanakkor az év nagy részében a visszaverődő zöldes fény a felületek színhasználatának óvatosságára int. A piros, kék, sárga, barna, púder színek izgalmas színélményeket teremtenek, amit a homlokzat felületi strukturáltsága tovább erősít. Az épület karaktere évszakonként változik. Míg nyáron a fedett, de nyitott felületek rendszere az épületet szinte teljesen összeköti a természettel és inkább csak vizuális, mint valós elhatárolást eredményez; télen a nagyobb klímazabályozott tér igénye bezárja a formát és új homlokzati megjelenést indukál (22. ábra). A belső térben világos, matt, homogén faburkolatot alkalmazása vizuálisan tágítja a viszonylag kis helyiségek méreteit, rusztikus felülete pedig tovább segíti a szórt fényhatást. További kommunikációs színhangsúlyok: fény- és hőmérsékletszabályozók, konnektorok, wifi kapcsolat jelzései.



22. ábra. Az épület szín- és önárnyék-hatásai

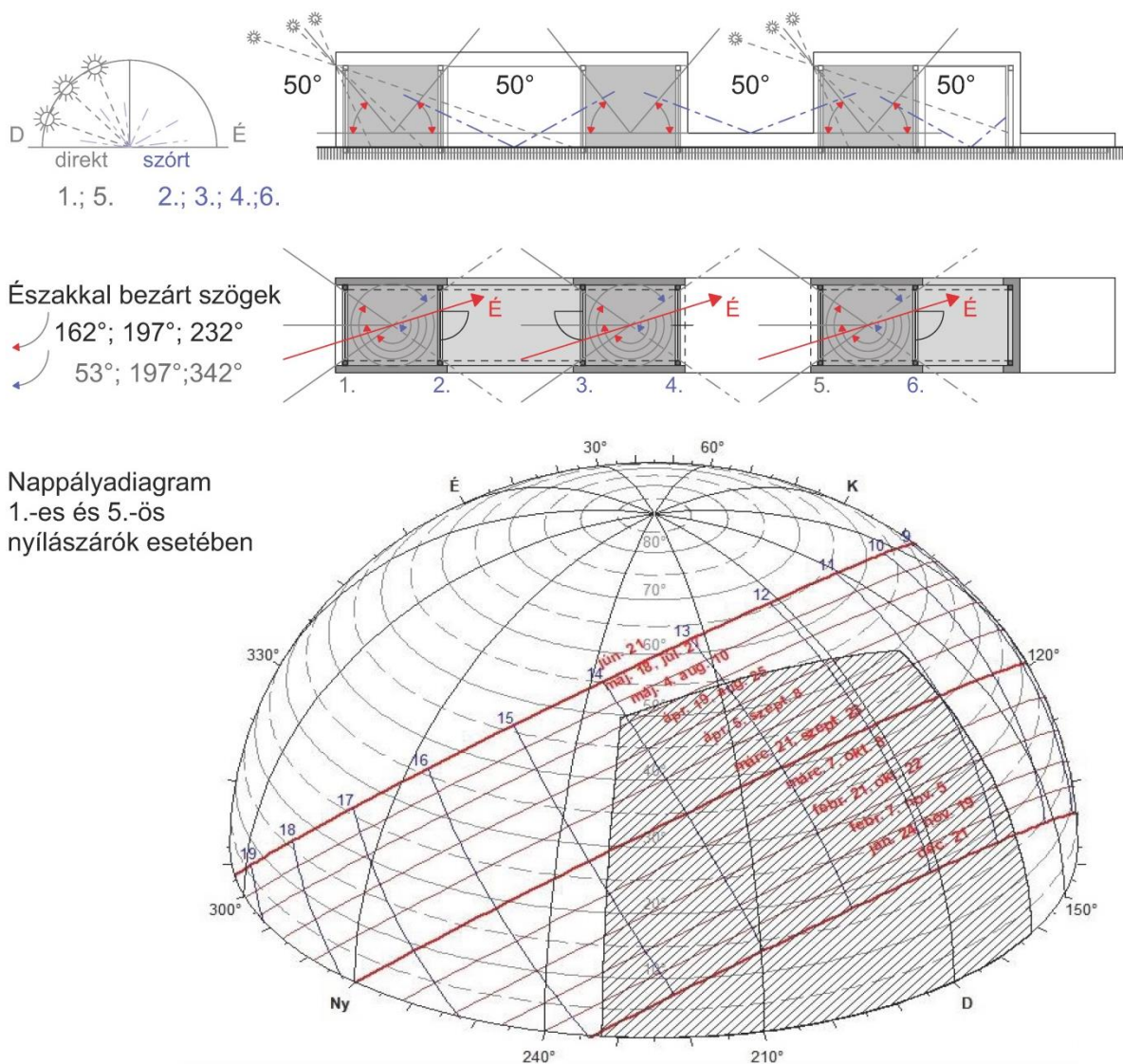
Fény_3_005

A terület földrajzi helyzete: északi szélesség $47^{\circ} 41'$; keleti hosszúság $16^{\circ} 35'$. Az időzóna CET, UTC+1. Az épület ~É-D irányba tájolt, így a helyiségeket a napsugárzás a hideg hónapokban a teljes nap folyamán körbeéri, a nyári időszakokban pedig szinte teljesen leárnyékolja. Annak ellenére, hogy a környező növényzet dús lombkorona állománya akadályozza a benapozást, kizárva a nap folyamán a közvetlen direkt sugárzást, felerősíti a szórt fényhatásokat. A napfény passzív hasznosítását elősegíti a nyílászárók déli tájolása is. A épület mellett található fő közlekedési tengely keleti benapozottsága reggel és délben világos, délután kellemesen árnyékolt lesz, elősegítve a kinezterikai használatot (23. ábra).



23. ábra. Fényhatások vizsgálata

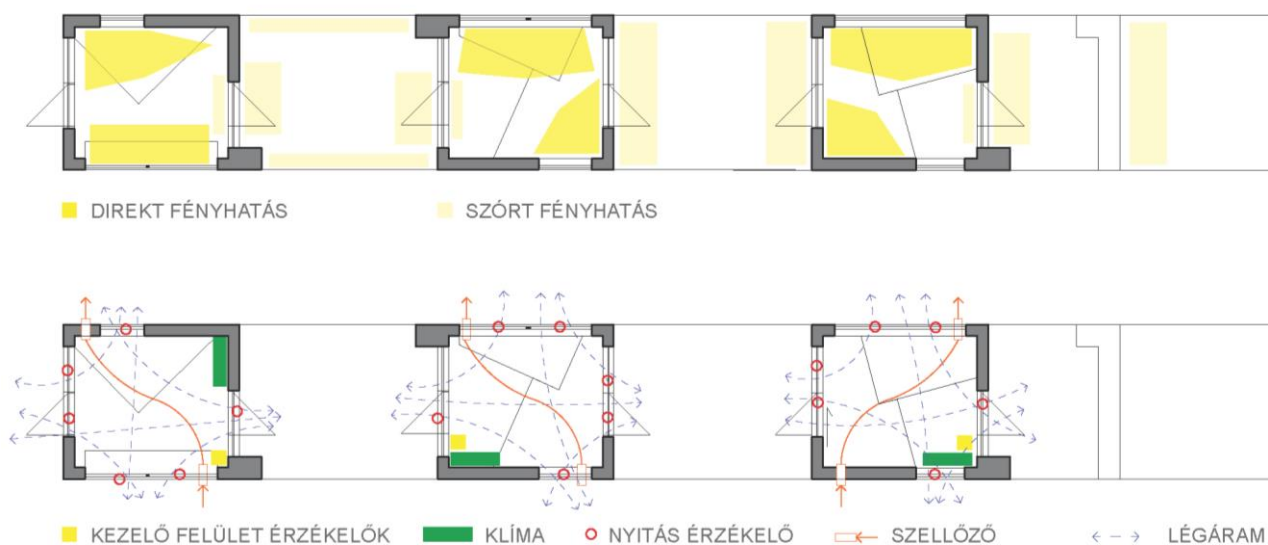
Élettani szempontból cél volt, hogy minden egység az év, illetve a nap folyamán valamikor kapjon bizonyos mennyiségű közvetlen napsugárzást. A nappályadiagramon jól látható, hogy a déli tájolású nyílászárók benapozása a szeptembertől áprilisig kedvez ennek az elképzelésnek. A nyári hónapokban formai kialakítás és árnyékolók igyekeznek megvalósítani a napsugarak kedvezőtlen hatásainak (túlmelegedés, UV) passzív elkerülését. Így összességében a zárt-, fedett-nyitott- és fedetlen terek rendszere differenciált benapozás mintákat hoz létre, a legvilágosabb helyiségnek a déli, a legsötétebbnek pedig a középső zárt tér mutatkozik. A használó kedve és igényei szerint választhat közöttük (24. ábra).



24. ábra. Benapozás vizsgálat

Működés, gépészet, kommunikáció, kontroll_3_006

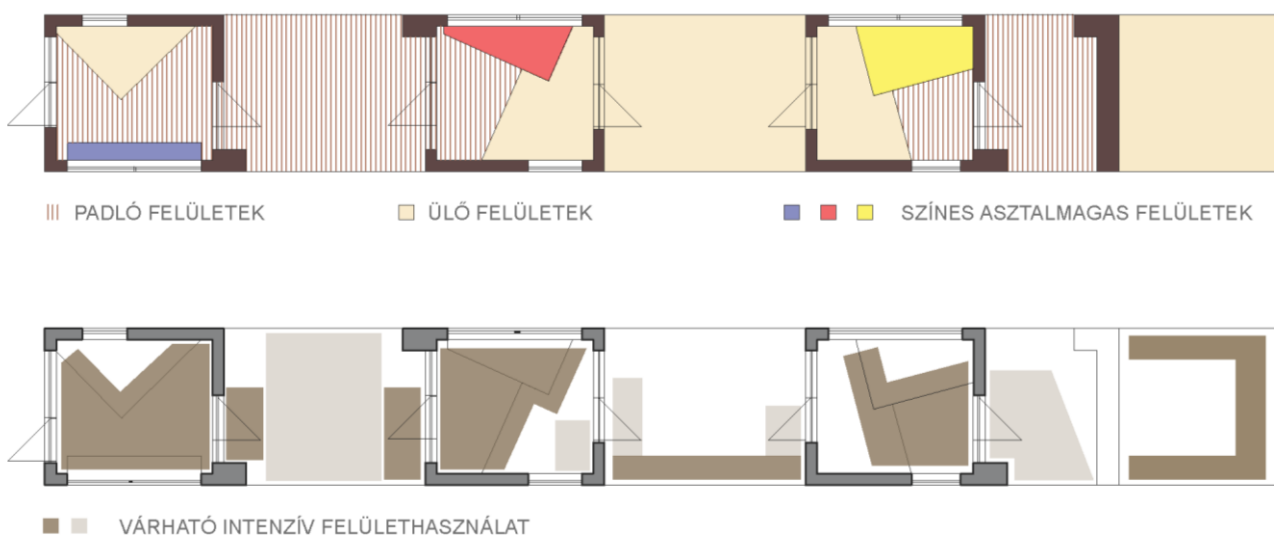
A belső térben a természetes fényhatásokat mesterséges, időprogram alapján működő, dimmelhető, színes fényforrások egészítik ki. Az időprogram a fényérzékelők információi szerint igazítja a fényeket a napi és az éves hatásokhoz, valamint segíti a belső hőérzet megteremtését is (nyáron fehérebb hidegebb fényhatás, télen sárgásabb, melegebb; hajnali narancsok és alkonyi vörösek). A személyes komfort megteremtése érdekében a háttérfény erősségét és színét két kezelőfelületen lehet szabályozni, a munkafelületek közvetlen egyéni megvilágítást pedig mini mobil világítókkal lehet megteremteni. A világítási rendszer továbbá piros villogó fénnel támogatja a vészjelzést. A fűtés kettős rendszerű, klímát és elektromos fűtőpanelt alkalmazásával készül, ami így téli fűtési és nyári hűtési lehetőséget is biztosít. A kért hőfokot manuálisan is lehet szabályozni, télen 18 és 24 fok, nyáron 24 és 28 fok között (csak zárt térben) egyéni igényekhez igazítva. A vonatkozó hőmérsékletet, páratartalmat, nyitáspozíciót és a CO₂ mennyiségét érzékelők figyelik. A fűtéssel szoros együttműködésben dolgozik a szellőző rendszer, ami az érzékelők információi alapján összehangoltan működteti a gravitációs légcserét (szellőzőrések) és a ventilátoros rásegítést. Az egyéni szellőztetés lehetőségét bukó ablakok biztosítják. További kommunikációs és biztonsági berendezések: hangszórók multimédiához és vészjelzéshez, füstérzékelő, poroltó, konnektorok, wifi (25. ábra).



25. ábra. Infrastrukturális kialakítás

Anyag_3_007

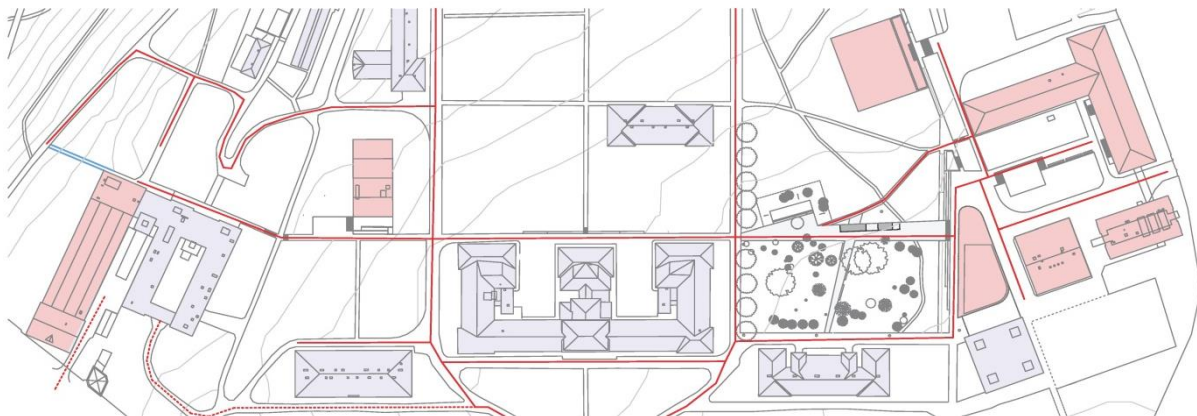
A homlokzat formaalakítását dinamikus mintájú természetes faburkolat erősíti, ami az ülőfelületeken és az épület tetején is folytatódik. A déli és északi homlokzatok hőszigetelt üvegfelületei összekötik a belső és külső térvizonylatokat, ugyanakkor intenzív kontrasztot is teremtenek a színek és anyagfelületek között. Az épület megjelenése, formája és anyaghasználata egyértelműen látható hangsúlyt (iránypontot) hoz létre a Lakó István Parkban, miközben látványával vizuálisan is a növénykülönlegességeket gyűjtő Soproni Botanikus Kert egyedi részévé válik. A belső terekben világos, matt, kissé rusztikus, de homogén felületű nyers faburkolat, valamint természetes alapú kompozit dekorlapok támogatják a szemek számára megfelelő fénykomfortot és a kellemes szórt fényhatásokat, amit a belső dinamika megteremtéséhez hangsúlyos piros, sárga és kék foltok is kiegészítenek elsősorban a bútorokon. A tervezett semleges és élénk színű anyagok ritmusa jól reflektál a környezet kissé zöldes fényhatásaira, illetve a mesterséges megvilágítás különféle színélményeire is. A káprázás elkerülése érdekében a vertikális határoló felületek érdekességét rusztikus és simított értékben állapítottuk meg, a padló csúszásmentes kidolgozású (26. ábra). Az anyagok textúrájának döntő szerepe van a taktilis komfort megteremtésében is, ami elsősorban a közvetlen interakció felületeinél releváns pl.: várható kopás- és sérülésnyomok látványa és hatása (lásd „*Taktilis interfész*”).



26. ábra. Anyaghasználat elméleti megfontolásai

Auditorikus interfész_3_008

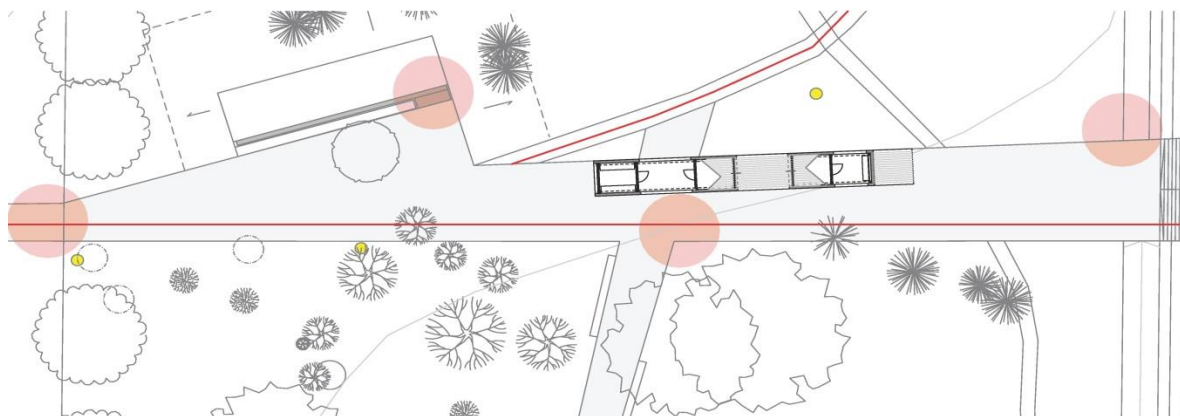
Az auditív érzékelés a hallószervek közvetítésével történik, terjedési közege a levegő (léghang) és az anyag (testhang). A hang fizikai (hangjelenség), élettani (hangérzet) és lélektani (hangélmény) fogalom. A hangjelenségek feloszthatók frekvencia szerint (infra-, hallható- és ultrahang), intenzitás szerint (küszöb alatti-, hallható- és superhang), időtartam szerint (hanglökés, rövid ideig tartó és tartós hang) és időbeli lefolyás szerint (állandó és változó hang). A hallhatóság alsó határa a hallásküszöb, a felső határa a fájdalomküszöb (~16 és 20000 Hz). A hangérzet a hangossággal jellemezhető szubjektív érték, a hang nyomásának és frekvenciájának függvénye. A hallható hangok tartománya különböző frekvencia értékeknél különböző hangnyomásszintet jelent, normál körülmények között az emberi beszéd kb.: 50 dB. Az auditív megkülönböztetés a hangok felismerését és elkülönítését jelenti, pl.: halk és hangos, magas és mély, zöngés és zöngétlen, gyors és lassú, rövid és hosszú. A hang iránya a kétoldalt elhelyezkedő hallószerv és a mozgás segítségével határozható meg. A szubjektív észleleti különbségek jelentősek lehetnek. Az élő beszéd hangsúlyai és a zene érzelmi információkat közvetítenek, és pszichikai reakciókat váltanak ki. A zajok, zörejek és rezgések zavarhatják a napi cselekvéseket és feleslegesen fáraszthatják az idegrendszert. A tartósan fennálló háttérzajokat a megfelelő komfort érdekében meg kell szüntetni, vagy a lehetőségekhez mérten mérsékelni, tompítani kell. A hallásukban sérültek, siketek és nagyot hallók nem érzékelik megfelelően a hangokat (pl.: közeledő autó, riasztó, figyelmeztető hangok), ezért ők a vizuális, haptikus és kinezetikus észlelési csatornáikra támaszkodva érzékelik a környezeti jelzéseket (pl.: villogó piros fény veszély esetén). A tartománykárosodás leggyakrabban 30 és 16000 Hz-eken túl fordul elő [9, 10].



27. ábra. A terület hangtérképe

Az ember körüli auditorikus tér határát az éppen aktív hangforrások jelölik ki, összefüggésben a távolsággal és intenzitással. A környezet hangtérképe tartalmazza a hangforrásokat és azok típusát, helyzetét; a közlekedésből és használatból származó várható hanghatásokat, valamint a tér várható akusztikai viselkedését.

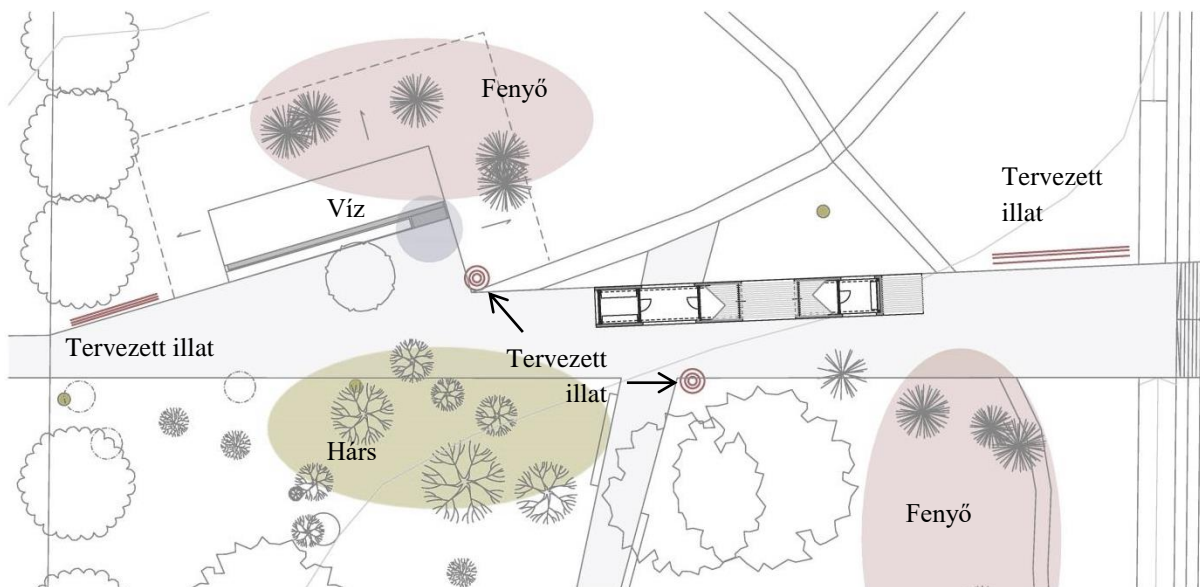
A Lakó István park esetében zavaró hanghatások nincsenek (27. ábra). Egyedüli zajforrás a közlekedésből (kizárólag gyalogos, kerekes székes, babakocsis, vagy hasonlók) és az emberi beszédből alakulhat ki (28. ábra). Ritkán előfordulhat, hogy az oktatási, sport és kollégiumi épületek felől erősebb hanghatások érkeznének, vagy egy-egy rendezvény okozhat időszakosan jelentősebb zajokat pl.: családi nap, sportesemény, Selmeci hagyományörző rendezvény. A tervezett épület esetében a Selmeci sétányon folyó közlekedés okozhat kopogó- és lépéshang, valamint beszédhang (léghang) hatásokat, ebből kifolyólag akusztikai tompítás a keleti homlokzatnál válhat szükségessé. A terület és az épület könnyű akusztikai térképezhetősége érdekében igény lehet tervezett hangjelzésekre. A járófelületek különböző burkolatainak eltérő koppanó- és lépéshangja, illetve a közlekedési iránypontokon megfelelő távolságokra kihelyezett akusztikai hangsúlyok pl.: vízcsofogás, megfelelő akusztikai biztonságot jelenthet elsősorban látássérültek számára. A természeti környezet ösztönösen a halk és csendes eseményeket, cselekedeteket motiválja. A falevelek mozgásának neszei, a lombkoronák susogása nyugtató, lazító hatással bír. Akusztikai szempontból nem elhanyagolható az állatok által keltett hangok, amik segíthetik a re-kreálódás, pihenés folyamatát. Elsősorban a kellemes hangú madarak éneke és a rovarok zizegő zümmögő hangjai lehetnek érdekesek. Megfelelő környezeti elemek kihelyezése, megformálása vonzó hatással lehet a releváns fajok számára.



28. ábra. A helyszín hangtérképe

Haptikus – Olfaktorikus (és gusztatorikus) érzékelés_3_009

Az olfaktorikus érzékelés szerve az ornyálkahártya, illetve közvetetten a nyelv, vagyis az ízlelés. Közvetítő közege a levegő. Habár a szaglás biológiai fontossága az ember esetében lecsökkent, mégis ez az az érzékelési forma, amire a figyelem a leggyorsabban reagál. Sokszor az illatélmény nyálkiválasztási funkciót indukál, tehát gusztatorikus hatása is van. A szaglás szorosan kapcsolódik az agy emlékezésért és érzelmekért felelős részével, ennek következtében az emlékekhez gyakran illatélmények is kötődnek. Ugyanaz az illat számos élményben is megjelenhet, ugyanakkor a szaginformációk feltevésekhez és előítéletekhez is kapcsolódhatnak jelentős torzítást eredményezve. Az emberi orrban több száz szaglőreceptor található. Feladatuk a belélegzett molekulák felismerése és az illatinformációk továbbítása az agyba. Egyes molekulák több szaglőreceptort is aktiválhatnak egyszerre, így az illatélmény egy bonyolult kombináció szerinti receptoraktivitási mintát hoz létre az agyban. A kellemes illatok ösztönös vonzást, a kellemetlenek taszítást, az alacsony illatintenzitás semleges hatást váltanak ki. A megítélés szubjektív, legfőbb különbség legtöbbször az illatok mennyiségi megkülönböztetése és az intenzitási tartomány nagysága között van. Kutatások szerint a nagyobb méretű, összetettebb molekulák okozzák a pozitívabb illatélményeket, míg az egyszerű kis molekulák a kellemetlen hatásért felelősek [52]. Az illatok már kis mennyiségben is felkelthetik a figyelmet (pl.: kellemetlen szag, füst), szélsőséges esetben pedig elviselhetetlenek lehetnek, menekülésre ösztönözhetnek.



29. ábra. A helyszín illattérképe

Ezt a hatást használja például a biztonságtechnika a veszélyes anyagok mesterséges szagosításakor (pl.: földgáz). A korlátozott szaglóképességgel élők nem érzékelik a veszélyes anyagok illatát, ezért más (pl.: auditorikus és vizuális) jelzésekkel kell felhívni a figyelmüket a veszélyre. Megfelelő intenzitás mellett az illatok érzékelése gyakran előbb megtörténik, mint a vizuális vagy auditorikus észlelés és számos esetben az illatélmény nyálkiválasztási funkciót is indukál, tehát gusztatorikus hatása is van. Az ismert illatforrások illatának intenzitása a távolság megítélését is lehetővé teszi, maga az illatforrás pedig referenciapontként funkcionálhat tájékozódás közben. Látássérültek gyakran használják ezt az iránymutató lehetőséget, lásd. vakok kertje (Budapest). A különféle illatok rendkívül fontosak egy tér kellemességének megítélésékor. Minden felhasznált anyagnak van valamilyen szaga, ami a beépítés során keveredik egymással, így kialakít egy, az adott térre jellemző illatot. Az anyagok szagához társul a teret használók, illetve a berendezési tárgyak, bútorok és növények, élelmiszerek, ételek, stb. illata is. Az összhatás lehet intenzív, tompán vagy egyáltalán nem érezhető. Az illatélmény fontos szerepet tölt be az emlékezés és az érzelmi megítélés folyamatában, a benyomásokat hosszútávra képes rögzíteni mind a hely és az esemény vonatkozásában is. A tervezett épület anyagainak illatát a különböző faburkolatok illatainak elegye alkotja, a helyszín illatait pedig a növényállomány képviseli (29. ábra, 30. ábra).



30. ábra. Az épület anyaghasználatának illatjelenségei (forrás: saját fotók, nád - A)

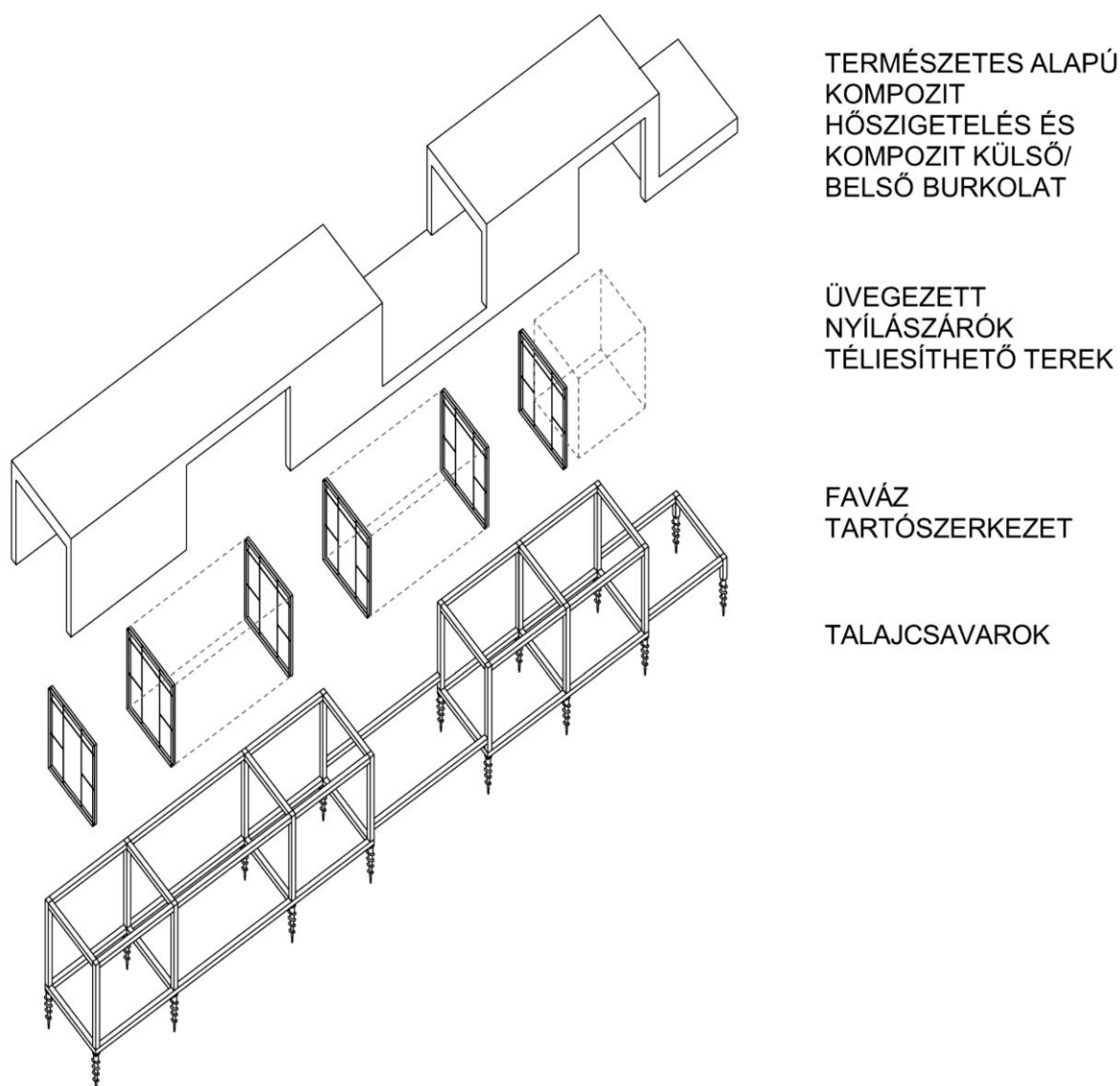
Haptikus – taktilis érzékelés_3_010

A taktilis interfész az anyagrendszerek hatásait tartalmazza. Az érzékelés szerve a teljes testen található külső és belső bőrfelület [5, 9, 10, 21, 28, 53-57]. A bőrben lévő receptorok érzékelik a nyomást (tapintás és érintés útján a felszíni érdességet és kontúrokat, a légnyomásváltozást, légmozgást, vibrációt), a levegő hőmérsékletét és a páratartalmát, a felületi hőmérsékletet, a fájdalmat, a nyálkahártya pedig a levegő minőségét. A tompa nyomástípusok érzékelése differenciált és lassú, míg a hirtelen és intenzív hőmérsékletváltozás és a fájdalom gyors reakciót vált ki (veszély érzet, menekülés). A fájdalom receptorok a szélsőséges hőmérsékletre, mechanikai és vegyi ingerekre reagálnak, gyors és lassú idegpályákat egyaránt használnak. Tapintás közben a mozgatóréteg mindig aktív. A kezek kiemelt szereppel rendelkeznek, mivel a tenyéren és az utolsó ujjperceken található a legtöbb idegvégződés, ezért velük közvetlen információ szerezhető a tárgyakról és felületekről. Alap felületélmények: a kemény és puha, hideg és meleg, sima és érdes, domború, egyenes, homorú, éles és íves, stb. Tapintás alapján általában meg lehet állapítani az adott dolog anyagát, formáját, méretét, arányait, funkcióját és hőmérsékletét. Építészeti értelemben azok a térelemek sorolhatók ide, amiket közvetlenül meg lehet érinteni pl.: burkolatok, kilincsek, bútorok, használati tárgyak, stb.. Velük kapcsolatban fontos a higiénia, tisztíthatóság, elhasználódás, kopás és karbantarthatóság kérdéseinek vizsgálata is, amik az adott tér minősége és élettartama szempontjából relevánsak. A talpak jelentik a legközvetlenebb kapcsolatot a földdel (talaj, padló), érzékelésük hozzájárul az egyensúly, a megfelelő tartás és a mozgás fejlődéséhez. A padlóburkolatok esetében a felületi érdesség, csúszásmentesség, fagyállóság kérdési mértékadóak. A vizuális érzékelésben akadályozott emberek a taktilis interfészen keresztül értelmezik legközvetlenebbül a teret, tájékozódásukat és mozgásukat egyaránt segítik a különféle felületkiképzések, illetve megtapintható 3D-s térképek, modellek.

A belső tér hő-, pára- és légállapota a teljes bőrfelületen, de még inkább nyálkahártyán érzékelhető és szoros összefüggésben van a testmozgással és a ruházattal. Hatása a huzamos tartózkodás esetén befolyásolja leginkább a komfortérzetet, de mivel az észlelése jellemzően az érzékelési küszöbök alatt van, ezért a diszkomfort érzet, esetleg a már egészségkárosító hatások (pl.: huzat 0,15 m/s) észrevétele különösen nehéz. A napi és éves légállapot változáshoz való alkalmazkodás erősíti és ellenállóvá teszi a szervezetet, ezért ajánlott legalább napi két órát a természetben tölteni. Ez az oka, hogy beltérben a legkedvezőtlenebb légállapot a folyamatos állandóság például 22°C-os szobahőmérséklet éjjel, nappal egész évben. Ezzel szemben kedvező a külső hőmérsékleti állapotok tompított követése napszakonként és évszakonként, valamint funkció szerint. Ez az elvárás passzív és aktív energiahasznosítással, vagyis az épületek formai kialakításával, épületszerkezeti rendszerekkel és automatizált gépészeti berendezések együttműködésével teljesíthető (hűtés, fűtés, szellőzés, árnyékolás). Magyarországon az éjszakai alváshoz általában javasolt, ideális a 18-20°C, tisztálkodáshoz a 26-28°C, ülőmunkához a 22-24°C, intenzív fizikai munkához 16-18°C, stb., bár az értékek személyenként változhatnak. Ideális lehet a kívánt hőmérsékleteket időprogram segítségével beállítani. A térben használt anyagok felületi hőmérséklete, valamint a nagy tömegben jelenlévő anyagok (pl.: falak, födémelek, tető) hő tehetetlensége, páraszabályzó képessége és a nagy felületek hősugárzó hatása is erősen befolyásolja a használók komfortérzetét. Mértézésük épületfizikai és épületgépészeti szabályok alapján történik. Az anyagokkal való közvetlen érintkezés hővándorlást indít el a felületek között, ami mindig az alacsonyabb hőmérsékletű anyag felé irányul. A külső bőrfelület hőmérséklete 32-34°C körüli, az ennél alacsonyabb hőmérsékletű levegő és a különböző felületek (pl.: padló, falak, bútorok) hőt vonnak el tőle. A hőelvonás a nagyobb hővezetési tulajdonsággal rendelkező anyagok esetén (pl.: fémek) intenzívebb. Célszerű a komfortigénynek megfelelő fizikai tulajdonságokkal rendelkező anyagok alkalmazása.

A térstruktúra taktilis elemzése_3_011

Az épület tartószerkezete talajcsavarokon álló, könnyű merevített, faváz, amit lepelként teljesen körbe vesz a belső klímakomfortot leginkább befolyásoló hő- és tömegszigetelés (31. ábra). Külső homlokzatburkolat 45x45 cm farács, helyenként természetes alapú színes kompozit táblával kitöltve, ami időjárás-, ütés- és kopásálló, könnyen cserélhető, javítható kivitelezéssel készül. A belső fal-, padló- és mennyezet burkolata fa deszkaborítás, kompozit panel, illetve hajópadló. Nyílászáró rendszere kétrétegű hőszigetelt üvegezés, fa tok- és szárnyszerkezet (ajtók, fix- és bukó nyitási pozíciójú ablakok, méretezett és automatizált szellőző résekkel).



31. ábra. Térstruktúra szerkezeti rendszere

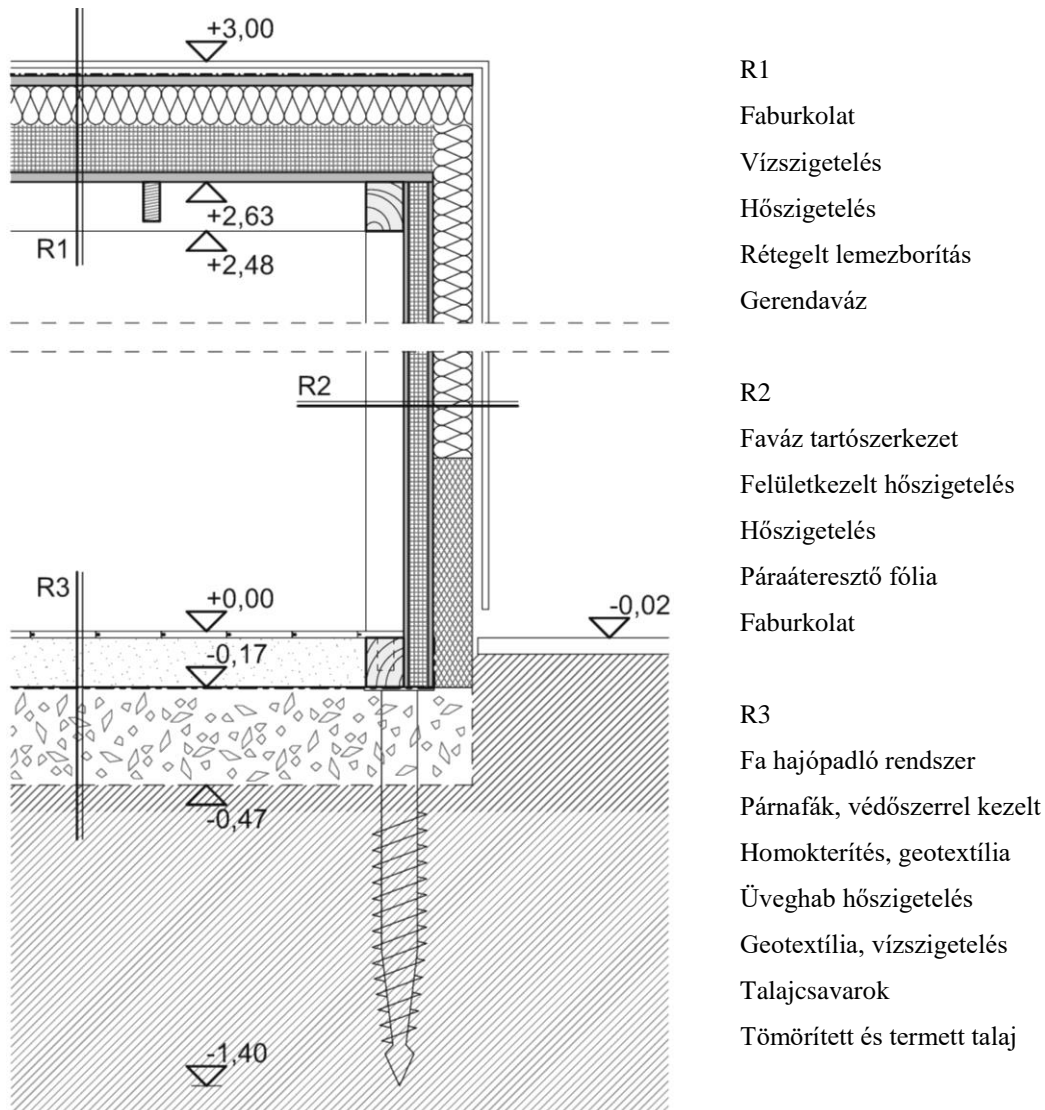
A beltér taktilis felületei a bútorok, a falak, a padló és a kommunikációs eszközök pl.: kapcsolók. A legintenzívebb elhasználódásnak kitett felületek a napozó teraszoknál és a bejáratok padlóburkolatnál jelenhetnek meg, ezért ide magas kopásállóságú felületképzés szükséges (26. ábra). További sérülések a falakon 1-1,5 méter magasságban várhatók. A falak, a padló és a mennyezet együttesen alkotják a hőszigetelést adó felületeket és a belső légállapotot meghatározó tér-tömegrendszerét. A fűtési időszakra vonatkozó legfontosabb épületfizikai adat a „Hővesztésgtényező”, ami a lehülés mértékét jellemzi (2. Táblázat, A melléklet) [10]. A nyári túlmelegedés kérdése a nyitott üzemiállapot miatt nem releváns.

2. Táblázat. Hővesztésgtényező számítása zárt tömegegységek esetében télen

Lehűlő felületek:	Hőhidak hossza:
Homlokzat: $2 \cdot (11,607 + 10,1124) = 2 \cdot 21,7194 = 43,44 \text{ m}^2$ HÜNY: $(1,16 \cdot 0,74) \cdot 5 + 0,74 \cdot 0,74 = 4,8396 \text{ m}^2$ Lapostető: $11,607 \text{ m}^2$	Homlokzati fal: 12,72 m Lapostető: $2 \cdot (3,18 + 3,65) = 13,66 \text{ m}$
Fűtött épület térfogat: $V = 3,20 \cdot 3,65 \cdot 3,20 = 37,376 \text{ m}^3$	
Lehűlő összfelület: $\sum A = 43,44 + 4,8396 + 11,607 = 59,866 \text{ m}^2$	
$\sum A/V = 59,866 / 37,376 = 1,602 \text{ m}^2/\text{m}^3$	
Fajlagos hővesztésgtényező követelményértéke: $\sum A/V \geq 1,3 \rightarrow q_m = 0,58 \text{ W}/\text{m}^3\text{K}$	
Az épület hővesztésgtényezője (sugárzási nyereség nélkül) : $q = \sum A \cdot U_R / V$; $U_R = U \cdot (1 + \chi)$	
1 m ² -re jutó hőhid hossza fal esetén: $12,72 \text{ m} / 43,44 \text{ m}^2 = 0,293 \text{ m} / \text{m}^2 \rightarrow$ gyengén hőhidas	
1 m ² -re jutó hőhid hossza lapostetőnél: $13,66 \text{ m} / 11,607 \text{ m}^2 = 1,18 \text{ m} / \text{m}^2 \rightarrow$ erősen hőhidas (40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet II/2. táblázat)	
$\chi_{\text{fal}} = 0,15 \rightarrow \dot{U}_R = 0,24 \cdot (1 + 0,15) = 0,276 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$	
$\chi_{\text{lapostető}} = 0,2 \rightarrow \dot{U}_R = 0,17 \cdot (1 + 0,2) = 0,204 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ (40/2012. (VIII. 13.) BM rendelet 2. melléklet II/1. táblázat)	
Hővesztésgtényező:	
$q = \sum A \cdot \dot{U}_R / V = (U_{\text{RFAL}} \cdot A_{\text{FAL}} + U_{\text{RLAPOSTETŐ}} \cdot A_{\text{LAPOSTETŐ}} + U_{\text{NYZ}} \cdot A_{\text{NYZ}}) / V =$	
$= (0,276 \cdot 43,44 + 0,204 \cdot 11,607 + 1,1 \cdot 4,84) / 37,376 = (12 + 2,37 + 5,32) / 37,376 =$	
$= 19,69 / 37,376 = 0,53 \text{ W}/\text{m}^3\text{K} < q_m = 0,58 \text{ W}/\text{m}^3\text{K} - \text{MEGFEELEL}$	

Szerkezetkialakítás és anyaghasználat_3_012

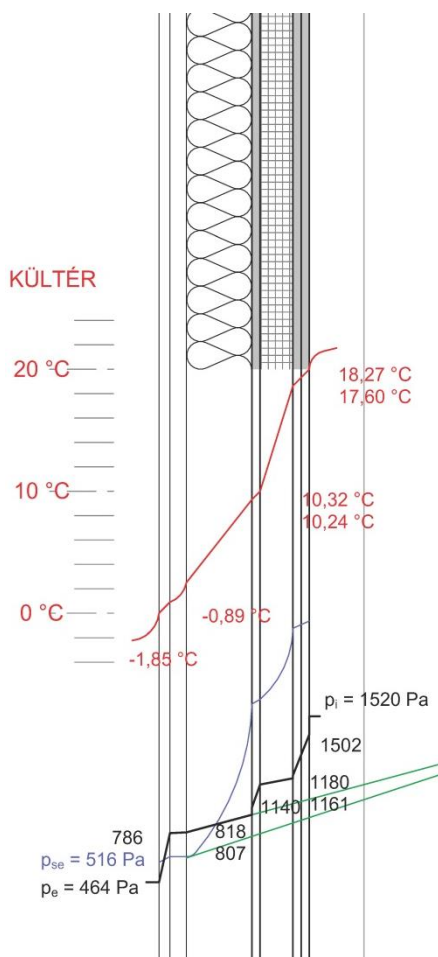
Cél volt egy olyan határoló szerkezeti rendszer megfogalmazása, ami kizárólag megújuló, természetes alapanyagokból igyekszik megfelelni a használók és a vonatkozó szabályok elvárásainak. A kutatás során két építőanyag került a figyelem középpontjába: a **nád**- és a **kókuszszál**. Mindkét anyag kiváló hő- és hangszigetelő képességgel rendelkezik, rendkívül ellenállóak és hasznosításuk globális viszonylatban keresi a lehetőségeket. A két anyag keverékéből készült vázkitöltő hőszigetelő rendszer feltételezhetően megfelelő belső klíma környezetet tud létrehozni, miközben ökológikusan beleilleszkedik a természetes körforgásba, gazdaságosan előállítható és könnyen építhető.



32. ábra. Elvi rétegrend a vázlattervek alapján

A vizsgálatok két irányba indultak. Egyrészt viszonylag nagy hőtehetlenség elérése felé, ami elsősorban a nyári túlmelegedés ellen dolgozik, másrészt intenzív hővédelem létrehozására, ami lerövidíti a fűtés (aktív energiahasználat) időszakát (3. Táblázat). A két ellentétes igényre optimális anyagkombináció megtalálása az alapanyagok eltérő keverési arányával és két különböző kötőanyag alkalmazásával, cement és metilén difenil diizocianát (MDI) történt. A következőkben részletes bemutatásra kerül a két alapanyag és a felhasználásukra vonatkozó eddigi kutatási eredmények, majd az elkészített **nád-kókusz kompozit hőszigetelő táblák** anyagfajta vizsgálati.

3. Táblázat. Számítás a tervezett elvi rétegrend alapján, a kompozitok feltételezett értékekkel szerepelnek, ami közelíti a fa szerkezet λ értékeit - hőátbocsátási tényező, hőveszteség és parciális számítás téli körülményekre



Rétegrend	d (m)	λ (W/mK)	$t_i = 20^\circ\text{C}$ $\phi_i = 65\%$ $p_{si} = 2338$ Pa $t_e = -2^\circ\text{C}$ $\phi_e = 90\%$ $p_{se} = 516$ Pa $\alpha_i = 8$ W/m ² K $\alpha_e = 24$ W/m ² K
Rétegelt lemez	0,030	0,190	
Párazáró fólia	-	0,300	
Kompozit szig.	0,100	0,050	Hővezetési ellenállás m ² K/W
Rétegelt lemez	0,015	0,190	$R = 1/\alpha_i + \sum R + 1/\alpha_e = 6,048$
Ragasztó	0,002	0,800	Hőátbocsátási tényező W/m ² K
Kompozit szig.	0,120	0,040	$U = 1/R = 1/6,048 = 0,1653$
Kompozit szig.	0,030	0,040	Hőveszteség W/m ²
Faburkolat	0,050	0,190	$q = \Delta T/R = 22/6,048 = 3,638$

Levegő vízgőznyomása		Gőzáramsűrűség			
$p_i = \phi_i * p_{si} = 0,65 * 2338 = 1520$ Pa $p_e = \phi_e * p_{se} = 0,9 * 516 = 464$ Pa		$g = \delta / d * (p_i - p_e) = (p_i - p_e) / R_v = 8,591$ kg/m ² s			
Rétegrend	vtg. d (m)	Páradiffúziós ellenállási szám μ	Páradiffúziós tényező δ_{anyag} (kg/msPa)	Páradiffúziós ellenállás R_v (m ² sPa/kg)	Parciális vízgőznyomás Δp_n (Pa)
Rétegelt lemez	0,030	száraz 200	0,0004	37,50	322,16
Párazáró fólia	0,0004	450	0,00018	2,22	19,07
Kompozit szig.	0,100	1-2 (2)	0,0405	0,469	21,21
Rétegelt lemez	0,015	száraz 200	0,0004	37,50	322,16
Ragasztó	0,002	50	0,0016	1,25	10,74
Kompozit szig.	0,120	1-2 (2)	0,0405	2,469	21,21
Kompozit szig.	0,030	1-2 (2)	0,0405	2,469	21,21
Faburkolat	0,050	száraz 200	0,0004	37,50	322,16

Nád _4_001

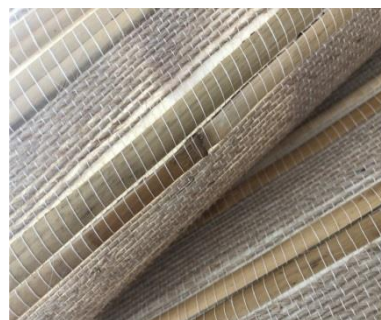
Évezredes múltú építési anyagaink egyike a közönséges nád (*Phragmites australis*). A növény ereje az intenzív terjeszkedési és megújulási képességében rejlik. A hatalmas nádasokat mindössze néhány egyed alkotja, egy gyöktörzshöz pedig megszámlálhatatlanul sok, évről-évre cserélődő szál tartozik [58]. A gyenge nádszálak egységéből készülő épületszerkezetek alkalmasak térhatárolásra, díszítésre, klímaszabályozásra, akusztikai védelemre [59-61]. Az épületekben - megfelelő körülmények között - évtizedekig funkcionálnak, könnyen javíthatók, cserélhetők, alakíthatók és a használat után teljes mértékben visszaforgathatók a természetes ökoszisztémába (34. ábra, 35. ábra, 36. ábra). A nádasoknak nagy szerepe van a globális klímaszabályozásban, de napjainkban fennmaradásuk világviszonylatban veszélyben került [62]. Ennek legfőbb oka a nádszálak ipari felhasználásának és a nádasok gondozásának technológiai és gazdasági nehézsége. Jelenleg számos kutató keresi az optimális megoldást, kísérleteik rámutattak, hogy a növény életmódjából, anyagtani és szerkezeti tulajdonságiból adódóan könnyen válhat a fenntarthatóság egyik értékes alapanyagává, túlélési technikái pedig inspirációval szolgálnak a jövő építési anyagaival foglalkozók számára [62, 63]. A nád különböző fajtái az egész világon megtalálhatók. Jellemző élőhelyei a folyók - és állóvizek, mocsarak és más, akár időszakos vízjárta területek. Maghullatásból ritkán születik új növény, jellemzőbb a talajban kúszó erőteljes gyöktörzs (rizóma) segítségével vegetatív úton történő gyors és hatékony terjedés. Akár két méter mély vízben is képes megtelepedni. A terjeszkedésben jelentős szerepe van a száron található csomóknak (nodus), ezek a sekély vízben járulékos gyökereket és hajtásokat eresztenek. A rizómák rendkívül érzékenyek a mechanikai károsodásokra. A sérülés gátolja a növény tápanyagforgalmát, megakadályozva a friss hajtások növekedését. A nád irtása is ilyen módon történik. Gazdasági szempontból legértékesebb az egyidejű (egyéves) nád szára, ami egy és négy méter hosszúság közötti, egyenes, elágazásmentes és üreges szerkezetű [64-66]. A vízterületek ásványi anyag tartalma befolyásolja a szálak fizikai, mechanikai és hidrotechnikai tulajdonságait.



33. ábra. Nádfedés (forrás: A)

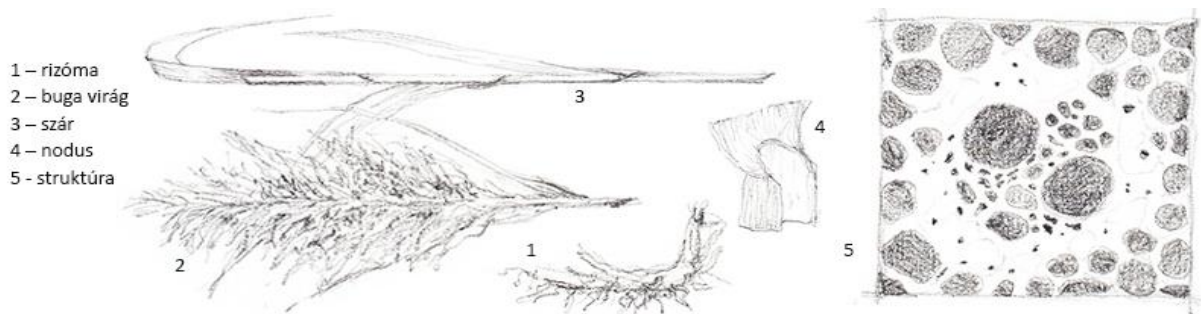


34. ábra. Nádkévék (forrás: B)



35. ábra. Nádszövet (forrás: C)

Télen, a levélzet lehullását követően a szár fás szerkezetűvé szárad, így a nád arathatóvá válik. Az aratást kézi erővel, vagy gépesítve végzik. A gépi aratással a gyöktörzs károsodásának veszélye jelentősen megnő. A levágott, válogatott nádat a partokon kúpokba összerakva tárolják, szárítják, majd egységnyi kékébe rendezik, a további felhasználás függvényében. Hagyományosan a nádat tetőfedésre, kéve-oszlopok és pallók, illetve erősítő nádszövet formájában használták, de egyre elterjedtebbé válnak a többrétegű nádforgács lapok, hőtechnikai, akusztikai és design panelek, tapéták, valamint a nádbeton és lézervágott nádtömbök alkalmazása is. Kísérletek történtek a nád biomasszájának energetikai célú hasznosítására nádbrikett formájában. A nádszálak jó alternatívát jelenthetnek a faforgács alapú termékek kiváltására, kiegészítésére. A nád ilyen típusú, leggyakoribb felhasználási módja a háromrétegű forgácslapok külső rétegeinek kitöltése. Kutatások eredményei alapján a felületi rétegekben a 40% náddal, 12% gyantával és 185°C-os préselési hőmérséklettel végzett kezelés optimális nádlemez terméket eredményez. Jelenleg intenzív vizsgálatok folynak a környezetbarát kötőanyagok alkalmazására, egyéb természetes anyagokkal (pl.: kókuszszál) kevert nád-kompozitok előállításra is. A nádpaneleket általában jó hőszigetelő képesség jellemzi, a 130-190 kg/m³ sűrűségű nádpaneleknél 0,055 W/mK körüli hővezető képesség mérhető. Ez igen kedvező érték (a levegő hővezetési tényezője 0,026 W/mK). A jó hőszigetelő képesség mellett a nád kiváló akusztikai tulajdonságokkal is rendelkezik. A panelek hangelnyelési együtthatóját jelentősen befolyásolja a szár-konfiguráció, vagyis a nádszálak térbeli elhelyezkedése és a panelek vastagsági mérete. Impedanciacsöves módszerrel 50-1600 Hz frekvencia tartományban végzett vizsgálatok rámutattak, hogy a függőleges szálelrendezésű panelek jobb hangelnyelési értékkel rendelkeznek, mint a horizontális, illetve keresztirányú rendszerek. A panel vastagságának növelése a függőleges helyzetben javítja, míg a többi esetben rontja az együttható értékét. A vastagsági küszöb 5 cm-körül mozog (36. ábra).



36. ábra. A nád szerkezete és síkmetszete (forrás: D)

Kókusz_4_002

A kókuszdió a kókuszpálma (*Cocos nucifera L.*) termése. Legértékesebb részei a belsejében található fehér hús (kopra) és a folyadék (kókuszvíz), melyek nyersen vagy feldolgozva fogyaszthatók (kókusztej, kókuszolaj, kókuszreszelék, stb.), élelmiszeripari alapanyagok. Korábban a kókuszdió kemény, csontos héjából különféle eszközöket állítottak elő, a szálak burkából pedig szöveteket, erős köteleket és hálókat készítettek (37. ábra, 38. ábra, 39. ábra). A kókuszdió kemény belső héja (endocarp) és a rostos külső háncsburok (mesocarp) egyaránt alkalmas lehet építési alapanyagnak (40. ábra). A szélesebb felhasználásra alkalmas kókuszrostot a háncsból vonható ki, ami a teljes kókusz termés tömegének közel 35 %-a. A keménydióról a külső hárttyát (exocarp) és a szálak réteget mechanikus úton választják le. Ezt követően edesvízben történő áztatás során a kókuszhéj bélényaga komposztálódik, kioldódnak belőle a felesleges sók és visszamarad a nyers kókuszszál. A rostok színe a kókuszpálma fajtájától, a kivonás módszertől, valamint a kivonás és az áztatás között eltelt időtől függ. Építési alapanyagnak az úgynevezett barna szálak felelnek meg. Kötőanyagként leggyakrabban formaldehideket, hőre lágyuló polimereket, poliuretánokat, biológiai úton lebomló műanyagokat (PLA), cementet, illetve gipszet is alkalmaznak. Kísérletek folynak a természetes alapú kötőanyagokkal, úgymint: gyanták, algin savak, kazein enyv valamint egyéb természetes ragasztó anyagok. A kókuszrostok cellulózt (40-60%), hemicellulózt (20-40%) és lignint tartalmaznak (10-25%). A rostok jelentős húzószilárdságát a spirálisan végigfutó cellulózsálak adják, merevségét a lignin mátrixszerű elrendezése biztosítja. A jó minőségű, hosszú rostokból megfelelő kötőanyag hozzáadásával ún. kókuszpaplant állítható elő, rendezetlen szálszerkezettel, többfajta szálhosszal, sűrűségben és vastagsággal. Ezek a termékek ellenálló képességük révén kiválóan alkalmasak speciális építési feladatokra, pl.: erózióknak kitett területek, árkok, rézsűk stabilizálására használhatóak. A rövidebb szálakból leggyakrabban kompozit hő- és hangszigetelő táblák készíthetők.



37. ábra. Kókusz-kompozit fal (E)

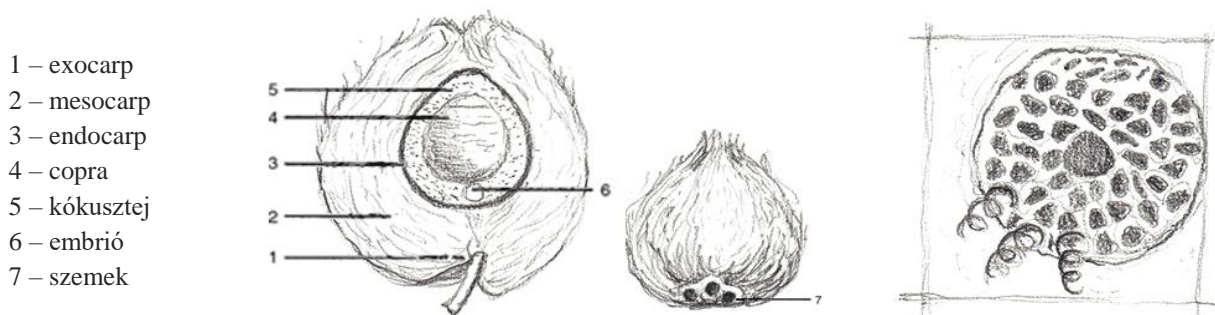


38. ábra. Hőszigetelő (F)



39. ábra. Kókusz-kompozit dekorpanel (G)

A fizikai, mechanikai és hőtechnikai tulajdonságaik elsősorban a bekevert szálak minőségétől, hosszától és a tábla vastagságától függenek, de jelentős módosításokat lehet elérni, ha más természetes növényi anyagokat is a kompozitba kevernek (fa, nád, szalma). A kókuszkompozitok hővezetési tényezője megközelítően 0,040-0,050 W/mK. Szilárdságuk és kiváló hangszigetelő képességük lehetővé teszik alkalmazásukat padlószervezetek úszató rétegében, megfelelő receptúra alkalmazásával pedig önhordó táblák, dekorációs panelek és bútorigazipari termékek is előállíthatók belőle. A rövid szálak könnyűbeton és beton szerkezetek adalékanyagaként, illetve égetett agyag- és vályogtégla szálerősítéseként is alkalmazhatók. A tiszta kókuszszál rothadásra, gombásodásra érzéketlen, valamint a legtöbb kártevőre, például a molyokra is rezisztens. Nehezen éghető, ezért gépészeti berendezések szűrőjeként, aktív-szén formájában is felhasználható, gyakran zöld homlokzatokban és zöldtetőkön ültető közeg készül belőle [65, 67, 68]. A legújabb kutatások az additív gyártási technológiák egyik lehetséges alapanyagának tekintik. Napjainkban világszerte egyre nagyobb az érdeklődés a különféle, elsősorban élelmiszeripari kókusztermékek iránt, ennek eredménye, hogy a feldolgozás közben keletkező „másodlagos termékek” (kemény dió és a háncs) mennyisége is nő. A kókuszából évente közel 3,5 millió tonna szilárd hulladék keletkezik és ez az érték folyamatosan emelkedik. Érdekességként megemlíthető, hogy az indiai háztartási hulladék kb. 60%-át kókusz teszi ki. A legnagyobb gondot a dió kemény és rostos héjának ártalmatlanítása jelenti, égetésük ugyanis magas hőmérsékletet igényel, az ebből származó jelentős mennyiségű CO₂ és metánterhelés a környezetben komoly károkat okoz. Nem vagy nehezen komposztálhatók. A lassan világméretűre növekedett probléma nemzetközi összefogást eredményezett, ennek hatására számos kutató, gyártó és forgalmazó vállalat keresi a lehetőségeket a kókusz újfajta felhasználására és hasznosítására. Ennek egyik lehetősége az építőipari alkalmazhatóság kiszélesítése.



40. ábra. Kókusztermés szerkezete és a szál síkmetszete (forrás: H)

Természetes alapú nád-kókusz kompozit hőszigetelő anyagok vizsgálata_4_003

Az egészséges belső tér-állapotok és a környezeti fenntarthatóság felé való törekvés megnövelte az érdeklődést a természetes eredetű lignocellulóz anyagok iránt. Bár évezredek óta használjuk ezeket az anyagokat, alkalmazásuk az elmúlt évtizedekben háttérbe szorult egyrészt a könnyen méretezhető, tartósabb, univerzálisabb anyagok használata következtében (vasbeton, műanyag), másrészt a természetes anyagokra fókuszáló technológiai fejlődés hiánya miatt. Ma ismét a figyelem középpontjába kerültek, hiszen környezetbarát tulajdonsággal rendelkeznek, természetes úton és bőségesen előállíthatóak, a biológiai körforgás részei, feldolgozásuk alacsony energiát igényel, valamint jótékony hatással vannak az egészségre [69-76]. A fenntartható építőipar kialakításában komoly szerepet töltenek be a hőszigetelő anyagok. Nemcsak a belső terek hő- és pára komfort biztosításában van jelentős szerepük (passzív energiahasznosítás), hanem csökkentik a fűtéshez szükséges energia mennyiséget is (aktív energiahasznosítás).

A környezet védelme érdekében fontos, hogy az épületek anyagai, köztük a szigetelések is alacsony energiafelhasználással készüljenek, használat után ártalmatlanul kerüljenek vissza a környezetbe és a felhasznált alapanyagok a következő generáció számára is elérhetőnek legyenek [59, 77]. A természetes alapú szigetelőanyagok anyagtani tulajdonságaik közel azonosak vagy gyakran jobbak, mint a nem újrahasznosítható szigetelőanyagoké, például kőzetgyapot, polisztirol, vagy az üvegyapot; új építés esetén, felújítások, rekonstrukciók és a meglévő épületek korszerűsítése során egyaránt alkalmazhatók [78-81].

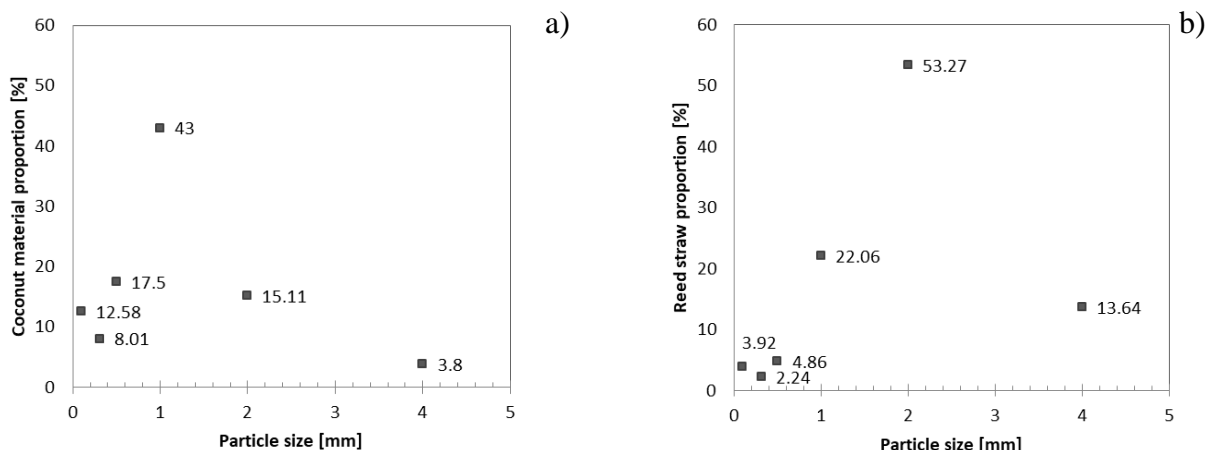
A kutatás természetes nád-kókusz szálakból előállított kompozit hőszigetelésekkel foglalkozik. A legtöbb országban a kókusz- és nádszál jellemzően valamilyen ipari tevékenység melléktermékei, amik általában veszendőbe mennek, vagy nagy energia befektetés árán megsemmisítésre kerülnek. Fő alkotójuk a cellulóz, lignin és hemicellulóz [82-92]. A nád- és kókuszrostok betonok és habarcsok adalékanyagaként való felhasználása régóta foglalkoztatja a kutatókat [93-97] [98, 99], és néhány kutatás beszámolt már kókusz és/vagy nád anyagok felhasználásával előállított hőszigetelő, illetve akusztikai panelek vizsgálatáról is [100-102] [103]. Sokan inkább a hibrid kompozitok kifejlesztésével foglalkoznak, főleg a jobb termomechanikai teljesítmény elérése érdekében [65, 104-107], de kókusból és nádból kevert kompozitok lehetőségéről még nem számoltak be.

Noha mindkét alapanyag kiváló tulajdonságokkal rendelkezik, összekeverésük számos problémát is felvet, pl.: a megfelelő keverési arány és kötőanyag megtalálása [108, 109]. A természetes szálaknál leggyakrabban használt kötőanyagok a következők: cement, poliuretán, fenol-formaldehid gyanta, nátrium-szilikát, politejsav (PLA), lignin stb. A kutatás a közönséges portland cementre (PC) és metilén difenil diizocianátra (MDI) összpontosít. A cement, különösen a PC előállítása visszafordíthatatlan és rendkívül energiaigényes folyamat, ezért takarékoskodni kell vele. Nyersanyaga mészkő, agyag és márga, ezen kívül számos adalékot is tartalmazhat. A portlandcement négy fő klinkeranyagból áll: alit (trikalcium-szilikát, $\text{Ca}_3\text{O}\cdot\text{SiO}_4$), belit (dikalcium-szilikát, Ca_2SiO_4), felit (trikalcium-aluminát, $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) és celit (tetraalkalcium-aluminát-ferrit, $4\text{CaO}\cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$) [82]. Természetes szálakkal kombinálva a cementkötés gyakran nehezen valósul meg, bizonyos anyagok, mint pl.: tannin, cukor, keményítő, fenolok, hidroxilezett karbonsav gátolhatják a folyamatot [110]. A természetes szálak cementerősítése speciális eljárást igényel. A vizsgálat során a cement-kompozit lapok előállítása félszáraz technológia alkalmazásával történt, ami lehetővé tette, hogy kevesebb kötőanyagra és vízre legyen szükség a gyártás során [111, 112] [113]. Ezt az eljárást eddig kizárólag farostok erősítéséhez alkalmazták, de a technológia alkalmas lehet más természetes szálak esetében is, mint a kókusz és a nád. Hasonló vizsgálatról más kutatás eddig nem számolt be. Az energiahatékonyság érdekében az alapanyagokat előkészítés nélkül kerültek felhasználásra.

Az MDI egy egykomponensű folyékony ragasztó, ami az aromás és hőre lágyuló poliuretán (TPU) gyakori diizocianátja. A hőre lágyuló elasztomerek közé tartozik, és könnyen visszavezethető a természetes körforgásba. Kémiai szerkezetétől függően többféle kémiai és fizikai formát is felvehet. Előnyös tulajdonságai miatt gyakran használják természetes anyagokból készült hőszigetelő panelek megerősítésére [114-116]. A cementkötésű kompozit lapok gyártásához képest az MDI-vel erősített lapok előállítása kevesebb energiát igényel, és kevesebb időt vesz igénybe. A hőpréselési eljárás a kezdeti rövid ideig tartó magas hőmérséklet és nyomóerő után, fokozatos csökkentéssel dolgozik és normál atmoszférikus körülmények között fejeződik be. A cement-kompozitok 28 napos kötéseidőjéhez képest a poliuretán alapú természetes szálskompozit gyakorlatilag egy nap alatt elkészíthető. MDI-vel megerősített kókusz-nád hibrid kompozit vizsgálata új lehetőségeket rejt magában.

A vizsgálatban felhasznált anyagok_4_004

A vizsgálatban felhasznált érett kókuszdióból kivont barna színű rostot és a metilén-difenil-diizocianátot (MDI) a Pro Horto Kft. (Szentés, Magyarország) szállította Indiából. A nádat, egyéves Fertő-tavi aratásból a VNÁD Nádipari Kft., a közönséges Portland Cementet (Duna-Dráva cement Kft., Vác) a FALCO Woodworking Co. biztosította. A panelek gyártásához használt adalékanyagot (Na_2SiO_3) a Sigma Aldrich cég adta. A kókuszrost általában 36-43% cellulózt, 10-20% hemicellulózt, 41-45% lignint és 3-4% pektint [59, 67, 117]; a nád kb. 50% cellulózt, 20,5% hemicellulózt és 16,8% lignint tartalmaz [118]. A PC fő összetevői a CaO (64,49%), SiO_2 (19,01%), Al_2O_3 (5,51%), Fe_2O_3 (3,81%), MgO (0,43%), Na_2O (0,28%), TiO_2 (0,27%), Cl (0,01%) [82, 119]. Az MDI fizikai-kémiai jellemzői: jellegzetes szagú, szobahőmérsékleten színtelen vagy sárgás folyadék, gyulladási hőmérséklete 500°C fölött van; nem robbanásveszélyes és nem öngyulladó; vízben nem, csak szerves oldószerekben oldódik, nedvesség jelenlétében szén-dioxid képződik; pH-értéke 5,0-7,0; viszkozitása 150-250 mPa.s 25°C -on; térhálósodási ideje ~ 300 -600 s; sűrűsége $1,1 \text{ g/cm}^3$. A kókuszszálat és a nádat VZ23412 típusú őrlőberendezéssel (Dynamo Budapest) kisebb darabokra aprítottuk, ezután szitaelemzővel (ANALYSETTE 3PRO, Fritsch, Németország) szitáltuk. Az egyes szitalapokon maradt mennyiséget százalékban mértük.³ A sziták mérete 0,315, 0,5, 1,0, 2,0 és 4,0 volt. A kapott kókusz- és nádszemcsék mérete 0-4 mm között változott (41. ábra). A kókusz- és nádszálak nedvességtartalmát az EN 322:1993 szabvány szerint gyártás előtt megmértük, ami 5,40%, illetve 8,10% volt.

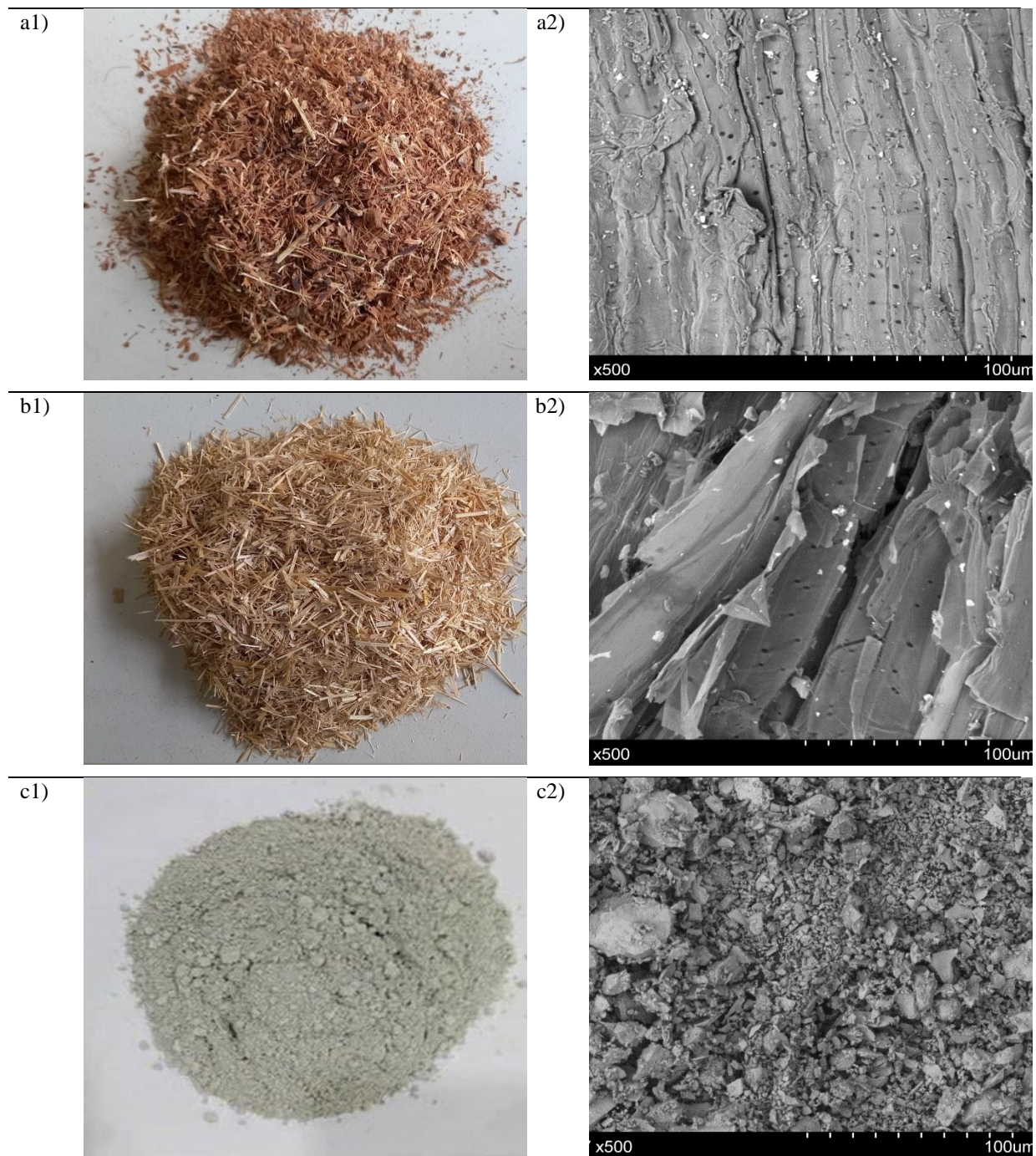


41. ábra. A lignocellulóz tartalmú anyagok méret szerinti megoszlása: (a) kókuszrost és (b) nád

³ A vizsgálat elvégzésében segített: Kun Gábor laboratóriumi asszisztens.

Anyagok morfológiai jellemzése_4_005

Az alapanyagokról fizikai és SEM morfográfiák készültek (42. ábra). A felvételek a gyártott kompozit panelek szerkezetének és hibáinak megfigyelésére szolgáltak. A fényképeken a nádfelület sima és egyenletesen, hosszan barázdált, míg a kókusz felülete érdes és egyenetlen. A cementszemcsék formája szabálytalan éllel hornyolt, érdes felületű.



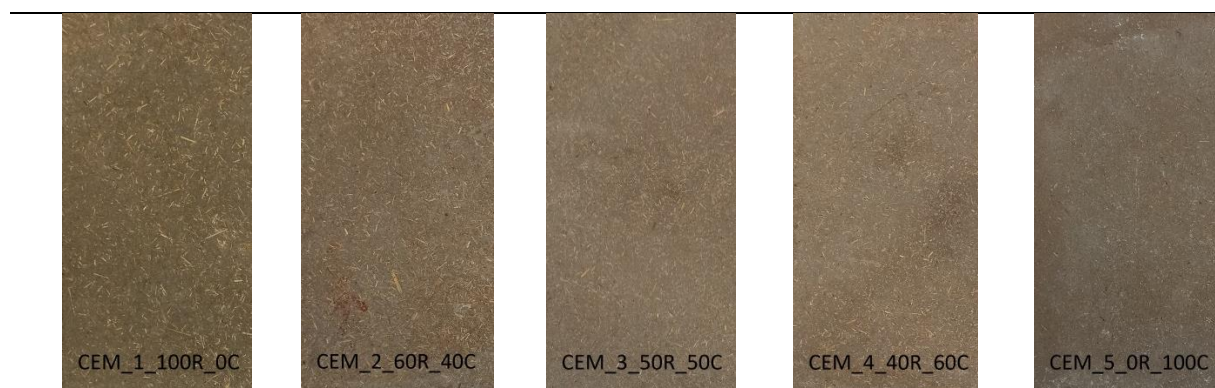
42. ábra. Kókuszrost, nádszálak és PC fizikai és morfológiai fényképei. (a1) Fizikai fényképe kókuszrostról; (a2) kókuszrost SEM-képe; (b1) A nád fizikai fényképe; (b2) SEM képek a nádról; (c1) PC fizikai fényképe; (c2) PC

A kompozit lapok anyagösszetétele_4_006

A 4. Táblázat cementkötésű kompozit táblák alapanyagainak keverési arányait tartalmazza. Az anyagmennyiségek az ipari termelés során gyakran alkalmazott lignocellulóz és cement gyártási arány (1:1,26) alapján kerültek meghatározásra. Öt darab $400 \times 400 \times 10 \text{ mm}^3$ méretű panel készült, félszáraz technológiával (CEM_1-CEM_5, 43. ábra). A kötőanyag közönséges PC, az adalékanyag víz és vízüveg, táblánként azonos mennyiségben. A cementkötésű kompozit keverékek jellemző gyártási nedvességtartalma a megfelelő kötés érdekében 40%, ezért panelenként 42% víz alkalmazására volt szükség. A keverék a receptben szereplő összetevők folyamatos kézi keverésével készült, elektromos keverő segítségével. Ezt követően acéllemez alapú fa keretben ($400 \times 400 \text{ mm}^2$) előpréselésre volt szükség. Minden panel 10 mm vastagsággal készült, 1200 kg/m^3 névleges sűrűséggel. Az elősajtoló keverék acéllemez és polybag takarással került a présgépbe (Siempelkamp laboratóriumi hőprés), ami 7,2 MPa nyomáson dolgozott. A lemezek hőmérséklete $23 \text{ }^\circ\text{C}$ volt, a préselés 24 óráig tartott. Összenyomás után a kompozit panelek normál atmoszférikus körülmények között (szobahőmérsékleten $25 \text{ }^\circ\text{C}$ és 65%-os relatív páratartalom mellett) további 28 napig pihentek.

4. Táblázat. PC erősítésű kókuszrost/nád anyagú panelek receptje, (%)

Anyagok	CEM_1	CEM_2	CEM_3	CEM_4	CEM_5
Nád	1.00	0.60	0.50	0.40	0.00
Kókuszrost	0.00	0.40	0.50	0.60	1.00
PC	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Na_2SiO_3	0.052	0.052	0.052	0.052	0.052



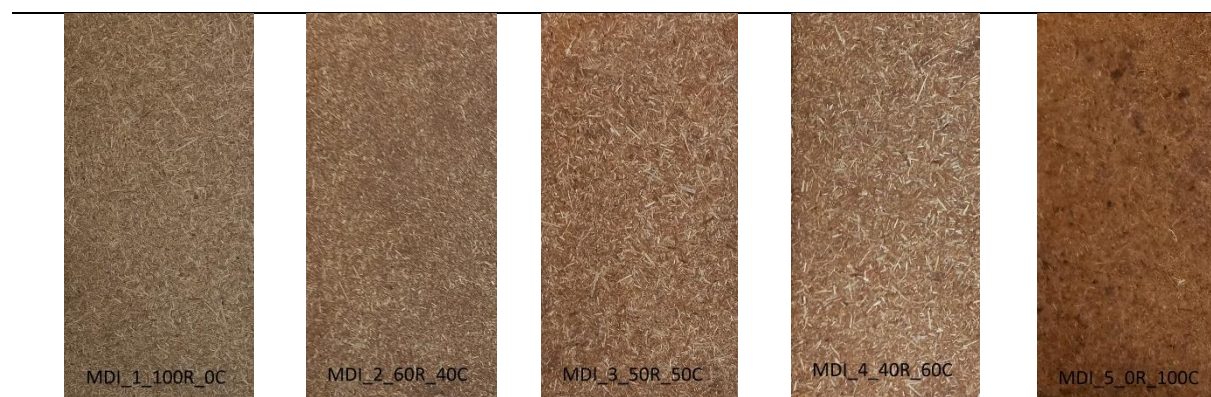
43. ábra. Kókusz és nád rostból OPC-vel (CEM1–CEM5) előállított kompozit panelek fényképei (forrás: szerző)

Poliuretán erősítésű kókusz-nád kompozit panelek előállítás receptúráját az 5. Táblázat tartalmazza. Öt tábla (MDI_1– MDI_5) készült $400 \times 400 \times 8 \text{ mm}^3$ méretben hőpréselési technológiával (44. ábra). Az összes panel névleges sűrűsége 600 kg/m^3 volt. A kókusz-nád keverék kézi elektromos keverő segítségével készült. Folyamatos keverés mellett az MDI polimer adagolása szórópisztoly segítségével történt. Az így kapott homogén keverék acéllemezen $400 \times 400 \text{ mm}$ belméretű fakeretbe került. Ezt követően hőprésben először 6 percig $7,2 \text{ MPa}$ kezdeti nyomáson, majd fokozatos csökkentés mellett, 2 perces időközönként $4,7$, majd $3,2 \text{ MPa}$ nyomásokon lettek préselve. A hőmérséklet mind a felső, mind az alsó lemezekon 180 °C volt. A panelek végül szobahőmérsékleten hűltek tovább.

A kompozit táblák előállításában segített: K. M. Faridul Hassan PhD hallgató és Kun Gábor labor asszisztens. A alkalmazott receptúrák meghatározását Prof. Dr. Alpár Tibor vezette.

5. Táblázat. Metilén-difenil-diizocianát kötésű kókusz-nád kompozit panelek receptje, (%)

Anyagok	MDI_1	MDI_2	MDI_3	MDI_4	MDI_5
Nád	1.00	0.60	0.50	0.40	0.00
Kókuszrost	0.00	0.40	0.50	0.60	1.00
MDI	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06



44. ábra. Kókusz és nád rostból MDI-vel (MDI1–MDI5) előállított kompozit panelek fényképei (forrás: szerző)

Az elvégzett vizsgálatok leírása_4_007

Minden vizsgálathoz 6-6 minta készült. A kész kompozit táblákon nedvességtartalom-elemzést végeztünk. A próbatesteket méretre vágtuk ($50 \times 50 \text{ mm}^2$), majd szárítógépben magas hőmérsékleten ($105 \text{ }^\circ\text{C}$) 2 és 24 óra időközökben szárítottuk. Előtte és utána tömegmérést végeztünk.⁴

A vastagsági dagadás MSZ EN 317, a vízabszorpció MSZ 1336:4–13379 szabvány szerint készült. A minták mérete $50 \times 50 \text{ mm}^2$ volt, tömegüket elektromos mérleggel (Bizerba, SL–2100 M, Olaszország), a vastagságukat Mitutoyo 543-551D berendezéssel (Mitutoyo Europe GmbH, Neuss, Németország) mértük. A mintákat 2, majd 24 órára vízbe helyeztük, ezt követően megmértük a tömeg és vastagság értékeiket. A vízfelvétel az 1. egyenlet, a vastagságduzzadás a 2. egyenlet segítségével került számításra.

$$\text{Vízfelvétel} = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100, \quad \text{1. egyenlet}$$

ahol W_w a nedves minta tömege, W_d a száraz minta tömege.

$$\text{Vastagsági dagadás} = \frac{T_w - T_d}{T_d} \times 100, \quad \text{2. egyenlet}$$

ahol T_w a nedves minták vastagsága, T_d a száraz minták vastagsága.

A cementkötésű panelek mechanikai tulajdonságait Instron típusú géppel (4208, USA) mértük. A hajlítási tulajdonságok vizsgálatára EN 310, a lapsíkra merőleges szakítószilárdsági vizsgálatokra pedig EN 319 szabványt alkalmaztuk. A hajlítási teszteknel a mintákat $290 \times 50 \text{ mm}^2$ -re vágtuk. A terhelést merőlegesen a minták közepére alkalmaztuk úgy, hogy állandó sebességet tartottunk a törésig. A táblák belső tapadási szilárdságát szintén ugyanazzal az Instron géppel mértük, a szabványos $50 \times 50 \text{ mm}^2$ -es kialakítással.

⁴ A mérések elvégzésében segített: Kun Gábor laborasszisztens.

A tesztek során a keresztfej mozgási sebessége a hajlítási tulajdonságok vizsgálatakor 0,8 mm/perc, a belső kötési szilárdság esetében 5,0 mm/perc volt. A cementkompozit lap szakítási modulusa a 3. egyenlet alapján, a rugalmassági modulusa pedig a 4. egyenlet alapján került számításra.

$$\text{Szakítási modulus} = \frac{3 Fl}{2 bt^2}, \quad \text{3. egyenlet}$$

ahol F = maximális erő (N), L = hosszúság (mm), b = szélesség (mm), t = vastagság (mm).

$$\text{Rugalmassági modulus; } E_m = \frac{l_1^3 \times (F_2 - F_1)}{4 \times b \times t^3 \times (a_2 - a_1)}, \quad \text{4. egyenlet}$$

ahol l = a támasz fesztávja (mm), b = a próbatest szélessége (mm), t = a próbatest vastagsága (mm), $F_2 - F_1$ = a terhelés növekedése N-ban a terhelés-elhajlás görbe egyenes szakaszán. F_1 az (F_{\max}) 10%-ánál, F_2 az (F_{\max}) 40%-ánál, $a_2 - a_1$ = a próbadarabok elhajlásának növekedése a vizsgálati minta közepén mérve a terhelés növekedésével összefüggésben.

A kompozit lapok hővezető képességét az MSZ EN ISO 10456 szabvány szerint vizsgáltuk. A táblák mérete 300 mm x 300 mm volt. A próbatesteket két eltérő hőmérsékletű lap közé helyeztük, a meleg (T1) és hideg (T2) felületek közötti hőmérsékletkülönbség 10°C volt. A hővezető képesség az 5. egyenlet alapján került meghatározásra.⁵

$$\text{Hővezető képesség, } \lambda = \frac{\phi \cdot d}{(T_1 - T_2) \cdot A}, \quad \text{5. egyenlet}$$

ahol, ϕ = állandósult állapotig mért hőáram, d = próbatest vastagsága, A = mérési terület.

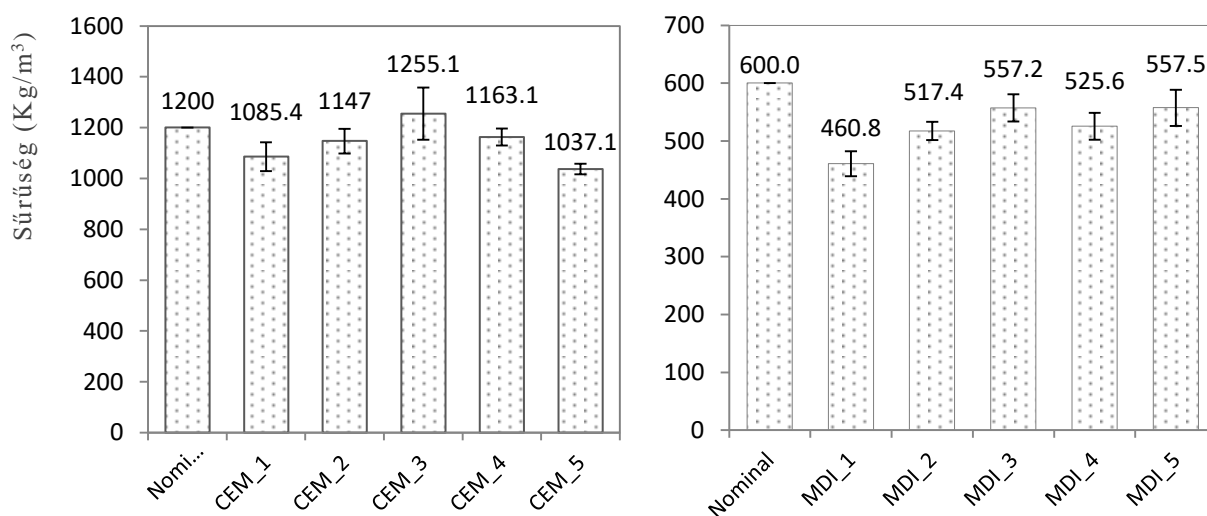
Elektromikroszkópos felvételeket készítettünk az elkészült próbatestekről, normálállapotban 2,0 kV-os, törött felületen 20,0 kV-os gyorsító feszültséggel SEM vizsgálóberendezés (S3400N, Hitachi, Japán) segítségével. Ugyanezt a gépet használtuk az EDX elemzéshez is. Az FTIR analízist Jasco (Tokió, Japán) FT/IR-6300 típusú készülékekkel végeztük.⁶

⁵ A hőtechnikai vizsgálat elvégzésében segített: Le Duong Ahn Phd hallgató.

⁶ Az elektromikroszkópos felvételeket Bak Miklós készítette.

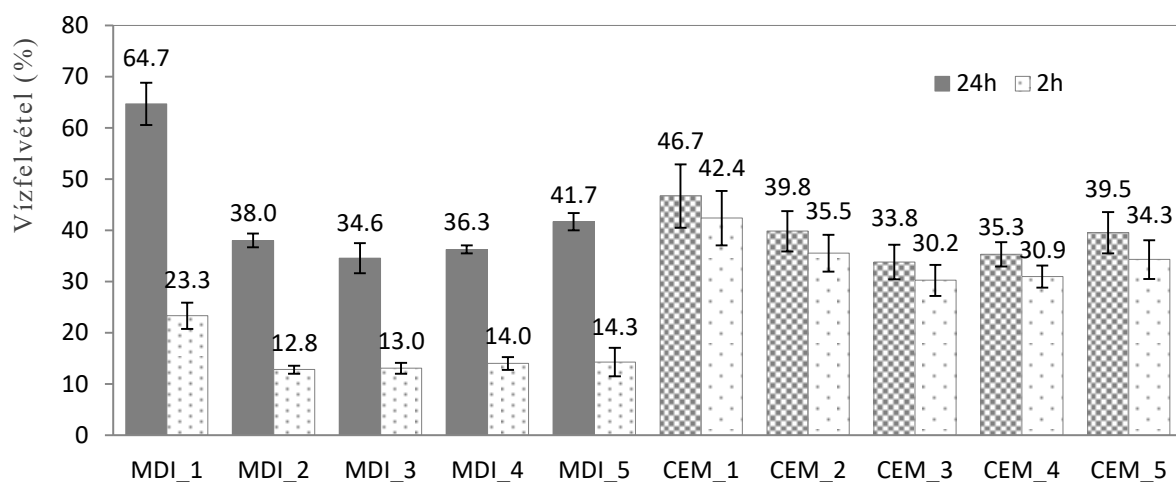
Fizikai és mechanikai tulajdonságok vizsgálata_4_008

A cementkötésű panelek névleges sűrűsége 1200 kg/m^3 , az MDI paneleké 600 kg/m^3 volt. A 45. ábra az egyes kompozit lapok tényleges sűrűségét mutatja, szórással együtt. A nedvességtartalom próbatestenként a következőképpen alakult, %-ban kifejezve: CEM_1: 5,1/6,4; CEM_2: 6,0/7,7; CEM_3: 6,4/8,5; CEM_4: 6,8/8,6; CEM_5: 7,1/9,0 és MDI_1: 8,2/8,7; MDI_2: 8,7/9,1; MDI_3: 8,4/8,9; MDI_4: 8,8/9,4; MDI_5: 9,3/10,1 (2h/24h). A vízfelvétel az kompozit anyagok egyik legfontosabb tényezője. Az építőiparban a legtöbb probléma a szálak közötti kapillaritásból, valamint a rostok vízfelvételi képességéből adódik. A cement és poliuretán kötésű lapok vízfelvételi értékét a 46. ábra mutatja. Mindkét kompozit típus esetében a legmagasabb vízfelvételi érték a csak nádat tartalmazó lapok esetében figyelhető meg, CEM_1 (46,70%) és MDI_1 (64,66%), a legalacsonyabb pedig a nád és a kókuszrost 50-50% rostarányúaknál, a CEM_3 (33,78%) és MDI_3 (43,6%) panelek estében. Mindkét száltípusra jellemző, hogy természetes körülményeik között folyamatos nedvesség hatásnak vannak kitéve. A nádszál felületi struktúrája kimondottan a vízcseppek mozgási irányának befolyásolására alakult. Lamellás, sima bordázattal rendelkezik, ezért a vízmolekulák nehezen tapadnak meg a felületén. A felületi vízcseppek hiánya gyengíti a nád és a cementrészecskék közötti kötést, a simaság pedig a poliuretán molekulaláncok megkapaszkodását gátolja. A rossz kötés miatt hézagok maradnak az anyagok között, ami megnöveli a kapilláris vízfelszívódás lehetőségét.



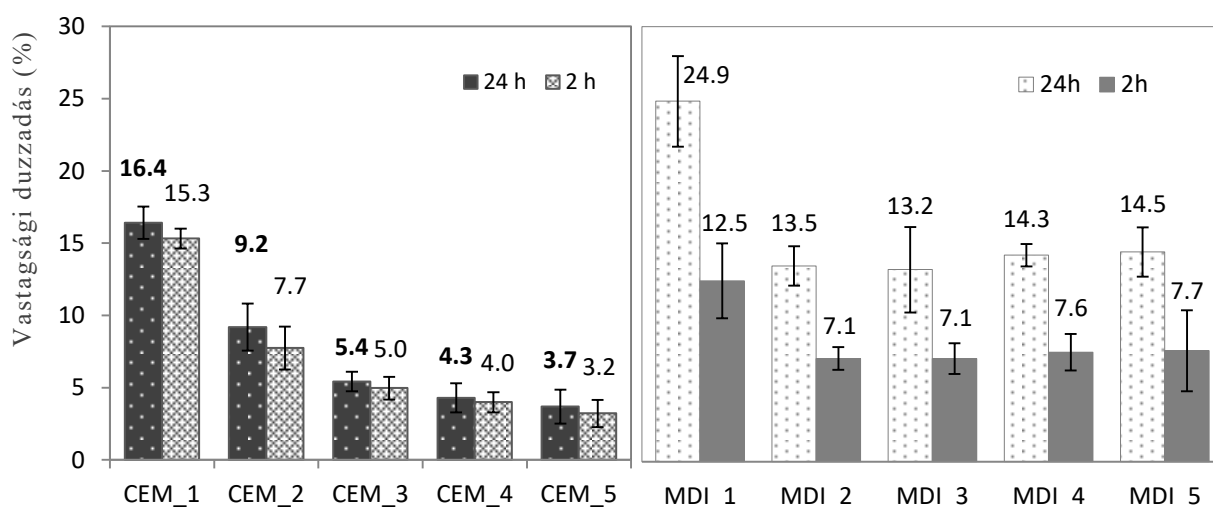
45. ábra. A sűrűség eloszlása a kompozit paneleknél

A kókuszháncs strukturális rendszere szorosan és sűrűn elhelyezkedő rostszerkezettel a vízmolekulák távoltartását szolgálja, ezért növeli a kompozit panel vízfelvétellel szembeni ellenálló képességét. A kókuszrostok felületén megfigyelhető finom spirális szálak az egymásba kapaszkodást segítik, ahova a vízmolekulák már nehezen tudnak beférkőzni (vagy onnan távozni). Mindkét típusú kompozit esetében a vízfelvételel jótékonyan befolyásolta a kókuszszálak jelenléte. A vizsgálat során már a legkisebb mennyiségű kókusz tartalom is javította a vízfelvételi ellenállást, de érdekesség, hogy a kókusz tartalom csak bizonyos mértékben (50%-kal) javította az értéket, ami után további növekedés volt megfigyelhető. A különbségek 7% alattiak. A kókusz jelenlétének 50% fölé emelése jelentősen megnehezíti a vízmolekulák mozgását, így csökkenti a kókusz és a cementrészecskék közötti kötés lehetőségét, illetve az MDI szálak közé jutását, lásd: CEM_4, CEM_5 és MDI_4, MDI_5 panelek enyhén emelkedő vízfelvételi értékét. A cement és MDI kötőanyagok hatása a vízfelvételekre a 24 órás adatokat tekintve számottevő különbséget nem mutat, de jelentős az eltérés a periódusidők terén. A poliuretán kötésű panelek vízfelvétele 0-2 órás periódusban kevésbé jelentős, az abszorpció a második periódusban (2-24 óra) nagyobb. Úgy tűnik, a poliuretán kompozitokban az első időszakban létrejön egyfajta ellenállás, ami a felhasználás szempontjából nagyon fontos. Hasonló eredményekről számoltak be más kutatók is [95, 120-123].



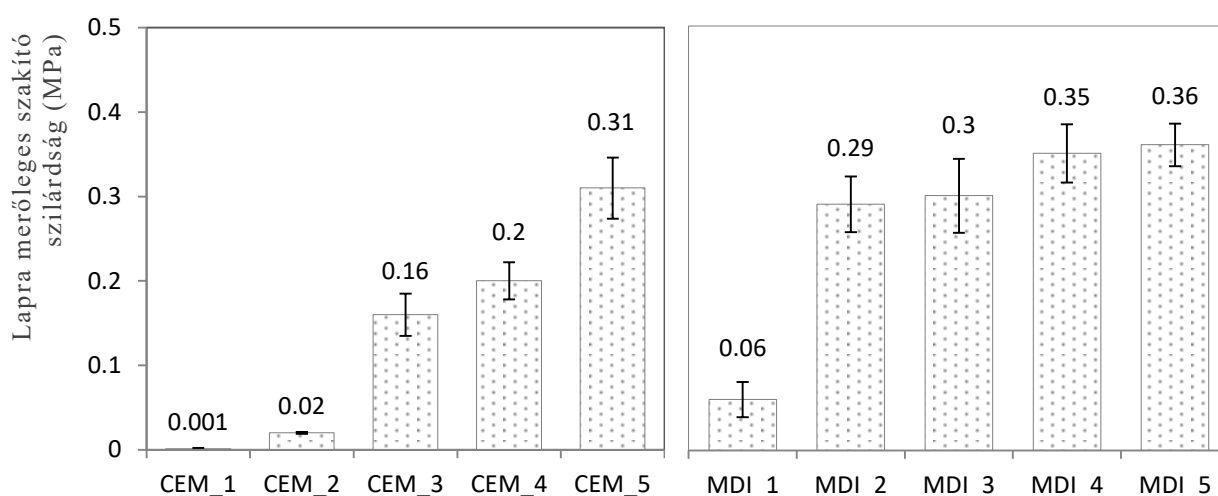
46. ábra. Vízfelvételi értékek a kompozit táblák esetében

A vastagság dagadás a kompozitok fontos méretstabilitási paramétere (47. ábra). Kedvezőbb értékeket mutat cementkötésű lapok estén, mint poliuretán kötőanyag jelenlétében. CEM_1-ről CEM_5-re folyamatos csökkenés figyelhető meg, míg az MDI_1-et kivéve (24,9%), az MDI_2-MDI_5 lapok között bizonyos fokú stabilitás tapasztalható. Mindkét kötőanyag esetében a csak nádat tartalmazó panelek mutatták a legnagyobb duzzadási értékeket. Az eredményeket összevetve a lapra merőleges szakítás vizsgálatának eredményeivel a vastagsági dagadás a leggyengébb panel esetében volt a legnagyobb és a legerősebb lapon volt a legkisebb. A cement kötésű lapok esetében a dagadás jelentős része már a kétórás merítés során megjelent, a poliuretán kötőanyag használatakor azonban közel 50-50%-ban megoszlott [82, 124] [95]. A nádlemezek nagy dagadási értéke is bizonyítja a nádlemezek közötti gyenge kötést, kötőanyagtól függetlenül. A nád felületi lamelláinak bordázottsága utat enged a víznek, így jelentős térfogatváltozást okoz. Ezzel szemben a kókuszrostok szoros összefonódása kevesebb mozgást tesz lehetővé a vízmolekulák számára, így kevesebb vastagsági változást eredményez. Ez különösen jól látható az elektormikroszkópos képén. Más tudósok hasonló adatokról számoltak be a náddal erősített polimer kompozitok esetében [125].



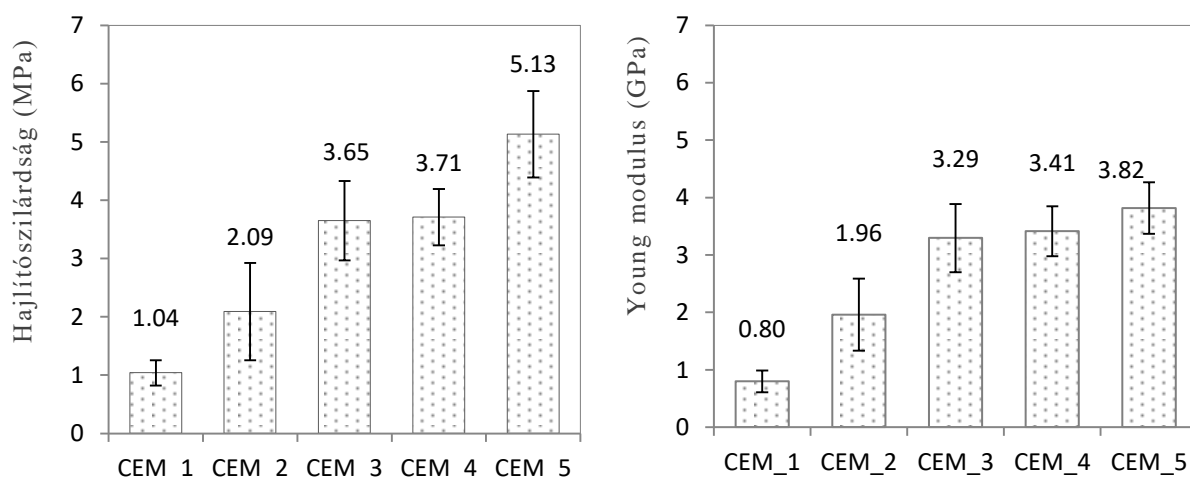
47. ábra. Vastagsági dagadás a nád-kókusz kompozit lapok esetében

A 48. ábra a kompozitok belső kötési szilárdságának átlagértékeit mutatja. A diagram kötőanyagtól függetlenül csaknem lineáris emelkedést mutat a kókusz tartalom növelésének hatására. Ugyanakkor az MDI kötőanyag jelenléte stabilabb kötést eredményezett az alapanyagok között, mint a cement mátrix. Mindkét esetben a csak nádat tartalmazó próbatestek mutatták a leggyengébb belső szilárdsági értékeket. A nád jelenléte tehát negatívan befolyásolta a szilárdságot. Más kutatók hasonló eredményeket értek el különböző lignocellulóz anyaggal megerősített cementkötésű panelek keverésekor [126, 127]. A kompozit lapok hajlítási jellemzői szintén közel lineárisan növekvő tendenciát mutatnak (49. ábra, 50. ábra). Ez alól egyedül a poliuretán táblák Young Modulusa kivétel. A cementkötésű kompozit táblák szélsőértékei között csaknem ötszörös és folyamatos emelkedés figyelhető meg (49. ábra). Úgy tűnik, hogy minél nagyobb a kókuszszál mennyisége a keverékben, annál jobb a panelek hajlítási jellemzői. Az egyik magyarázat az lehet, hogy a nád alapanyag rugalmassági értéke sokkal gyengébb, mint a kókuszé. Ennek oka valószínűleg az anyagok eltérő kémiai összetételében kereshető. A másik ok a nádszemcsék enyhén magas cukor- és tannintartalma, valamint a nád sima, hosszan bordázott felülete lehet, ami megnehezíti a víz és cementszemcsék érintkezését az anyaggal. A nád és a vízcsepp közötti felületi feszültség és a felületi súrlódás törvénye miatt a víz könnyen elmozdulhat a nád felszínéről. Víz hiányában pedig nem jön létre megfelelő cementkötés. Úgy tűnik, hogy a kókusz jobban összefér a cementtel, mint a nád. Egy másik kutatás hasonló eredményekről számolt be különböző cellulózanyaggal megerősített kompozitok esetében [65, 82].



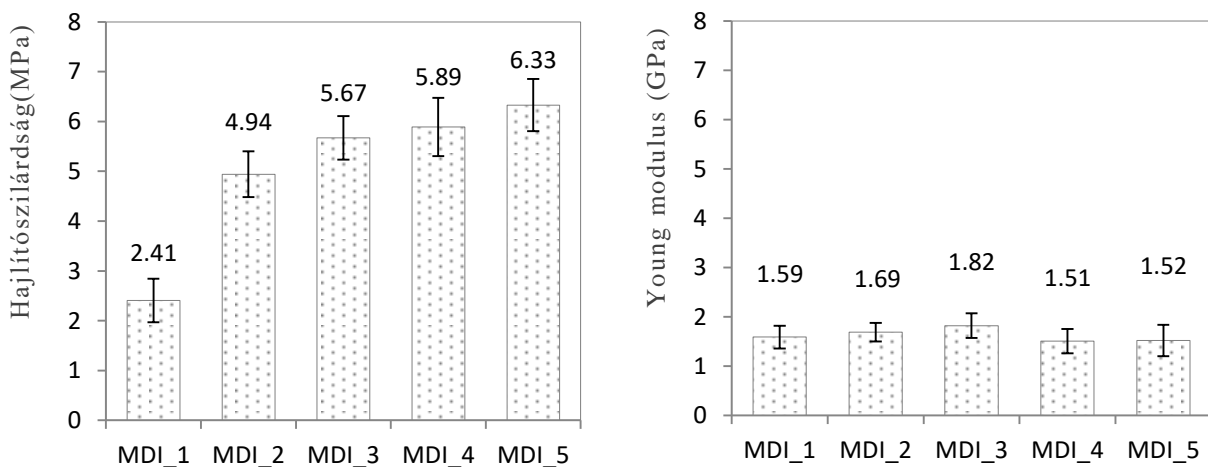
48. ábra. Lapra merőleges szakítószilárdság a nád-kókusz kompozit lapok esetében

Szilárdság és szerkezeti integritás tekintetében a kókusz az MDI-mátrix mellett is jobban teljesített (50. ábra). A 100%-ban nádkompozit lapok különösen alacsony szilárdságot mutattak, míg a kókuszrost hozzáadása jelentősen javította a MOR és IB szilárdságot, akár 40%-os szinten is. Az MDI_1 lap esetében az alacsony szilárdságot befolyásolhatta a panel kisebb sűrűsége, de feltételezhető, hogy azonos sűrűség mellett is kisebbek a csak nádat tartalmazó panel szilárdsági értékei. Mindeközben a 100%-os kókuszrostból készült panelek nem voltak kiemelkedőek a vegyes kókuszrost-nád kompozitok szilárdságához képest. Jelenleg nem számoltak be kutatásról nádból, kókuszról vagy MDI-ből készült hibrid kompozitokról; így nem végezhető összehasonlító elemzés. Az eredmények ugyanakkor hasonlóságot mutatnak más lignocellulóz anyaggal megerősített polimer kompozitok vizsgálati értékeivel [88, 122]. A kísérleteinkben szereplő öt MDI tábla közötti eltérésekre több magyarázat is lehet: A két rostanyag nagyon eltérő anatómiai és mechanikai jellemzőkkel rendelkezik. A kókuszrost elsődleges célja az anya szigetelése és mechanikai megerősítése, hogy megvédje a belsejét a környezeti hatásoktól. Ezzel szemben a nádszálak fő feladata a levegő és az oxigén szállítása a növény egyes részei felé. Itt a mechanikai szilárdság szintén fontos, de másodlagos. A kétféle szál felületi jellemzői is markánsan eltérőek, ami befolyásolja a kötőanyag és a mátrix közötti kapcsolatot. A nád hosszú, bordázott, sima felülete megnehezíti a kötést. Ezzel szemben a kókuszdió érdes felülete könnyebben tapad, és erősebb kötést tesz lehetővé az MDI gyantával.



49. ábra. A cement-kompozit lapok rugalmassági tulajdonságai; a) Hajlítószilárdság b) Young modulus

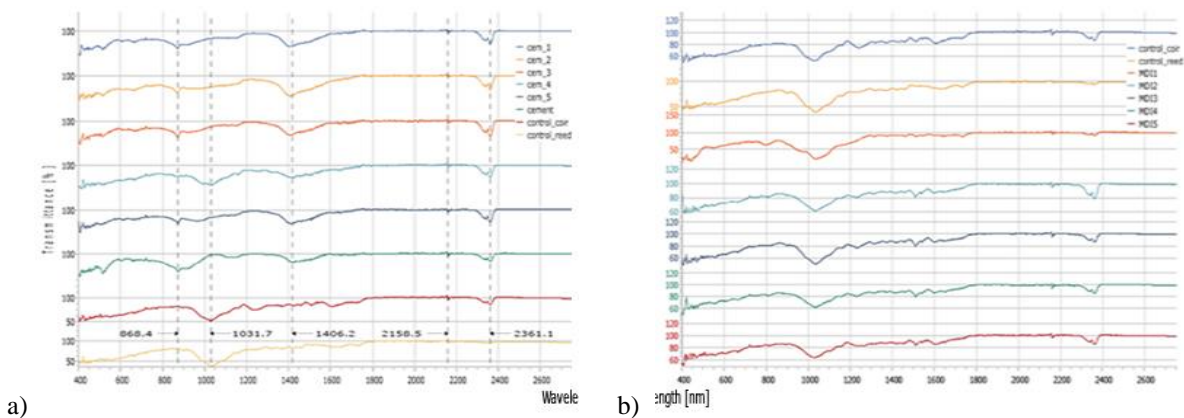
Az elektromikroszkópos felvételeken is jól megfigyelhető az MDI láncba ágyazott kókusz- és nádszálak kapcsolata (52. ábra, 53. ábra). Az eltérő felület különösen szembeűnő a törésképeken, amelyeken jól látható, ahogy a nádlemezek szinte átcsúsznak egymáson, miközben a kókuszrostok összefonódnak. A kókuszrost és a nád eltérő kémiai összetétele is okozhatta a jelentős eltérést. Úgy tűnik, hogy a kókuszrost kompatibilisebb a poliuretán ragasztóval, mint a nád. Némi összefűggés figyelhető meg a panelek sűrűsége és szilárdsága között. Az MDI_1 sűrűsége jelentősen kisebb, mint a többi panelé. A sűrűség szintén növekszik MDI_2-ről MDI_5-re, bár a növekedés kevésbé kifejezett. Ez egybeűg az erő tekintetében megfigyelt tendenciákkal. Az azonos összetételű, nagyobb sűrűségű panelek általában mechanikailag erősebbek, így a sűrűségváltozás valószínűleg a panelek szilárdságát is befolyásolja. Figyelemre méltó, hogy a kókuszrost arányának/sűrűségének növekedésével párhuzamosan növekvő szilárdság nem igaz a MOE-re, ami meglehetősen konzisztensnek tűnik a különbözű táblák között. Ez alátámasztja azt a feltételezést, hogy a lemez szilárdságát leginkább az MDI-szál kötések minősége befolyásolja, nem pedig a sűrűség változása és a szál szilárdsága. A szál-mátrix kötés valószínűleg megszakad magasabb feszültség szinteknél (közel a végsű feszültséghez), és kisebb feszültségeknél (a lineáris rugalmas tartományon belül) kevésbé hat; így a Young-modulus nagyjából változatlan marad, míg a szálak mechanikai ellenállása és a sűrűségváltozás egyaránt befolyásolja a szilárdságot és a MOE-t. A 6. Táblázat és a 7. Táblázat a statisztikai számításokat mutatja be.



50. ábra. Az MDI-kompozit lapok rugalmassági tulajdonságai; a) Hajlítószilárdság b) Young modulus

FTIR analysis_4_009

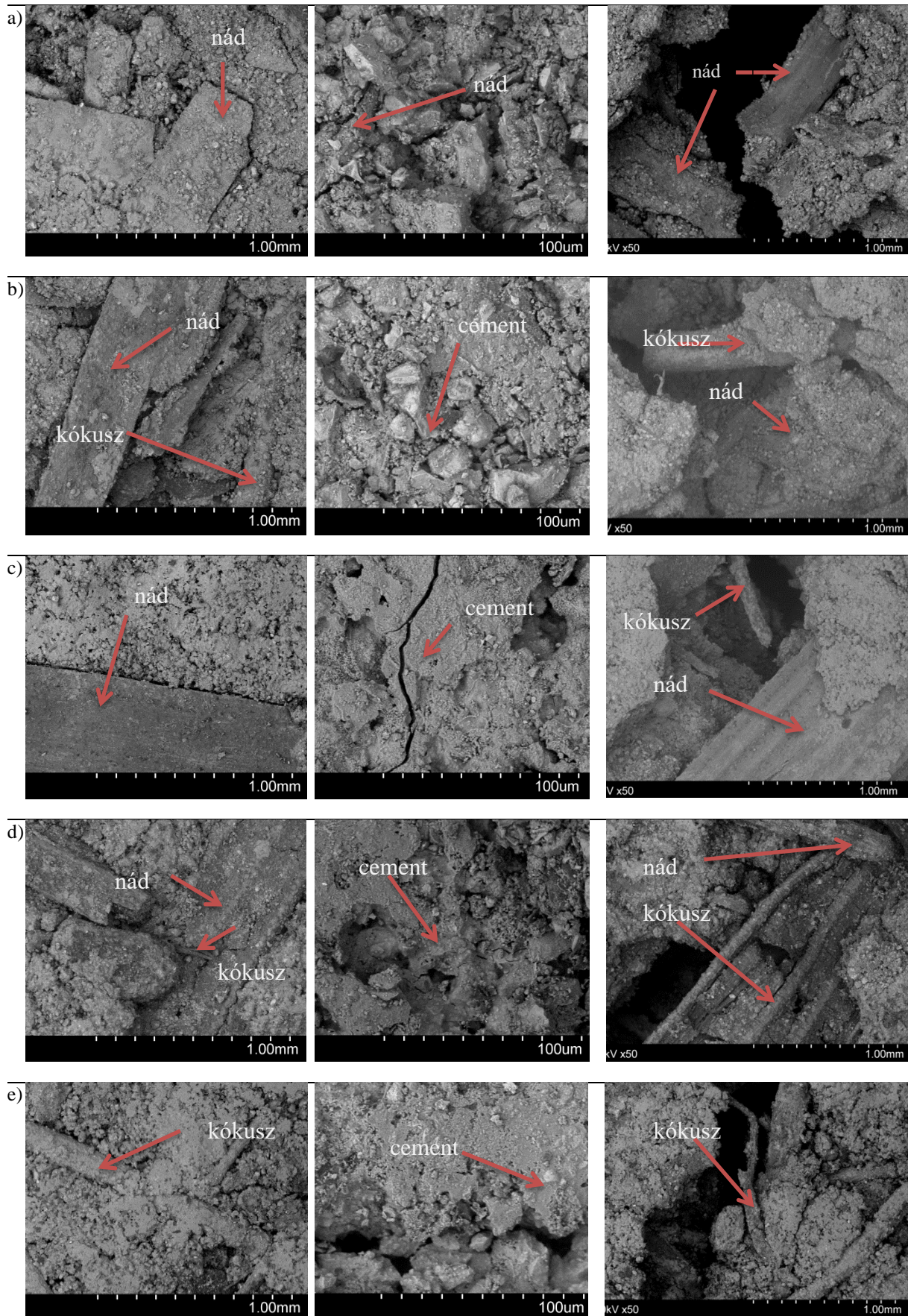
Az infravörös spektroszkópia analízist végeztünk az elkészített kompozit mintákon (51. ábra). A felvett infravörös spektrumok 400 és 4000 cm^{-1} között mozogtak. A cement kötésű lapok esetében a 2158–3700 cm^{-1} csúcsok a C–H és O–H kötések nyújtási rezgéseit jelzik; a 800–1600 cm^{-1} tartományba eső csúcsok a természetes cellulóztartalmú anyagok cellulóz szerkezetének tulajdoníthatók, az 1104–1600 cm^{-1} közötti csúcsok pedig a hemicellulóz és lignin jelenlétének felelnek meg. A kristályos terület 1406 cm^{-1} körül figyelhető meg, a 868 cm^{-1} csúcsok pedig az amorf régiót jelzik. A kontroll kókusz- és nádanyagok FTIR-spektruma hasonló csúcsokat mutat. A cement jelenléte nagymértékben befolyásolta a természetes részecskék viselkedését. Ez leginkább a nagyobb nádmennyiségű tábláknál észlelhető (CEM_1 – CEM_3). Az FTIR teszt egyértelműen megerősíti a lignocellulóz anyagok és a cement között kialakult kötést [65, 128, 129]. Poliuretán kötésű lapok esetében mind a kókusz, mind a nád anyagok széles spektrumot mutatnak, 3200 és 3600 cm^{-1} között. Feltételezhető, hogy ennek oka a hidroxilcsoportokban lévő O–H közötti rezgések. A sávok helyzete és alakja -OH csoportok jelenlétét jelzi hidrogénkötésen keresztül [130, 131]. Az 1740 cm^{-1} körüli sávok acetilszármazékok jelenlétét mutatják a karbonilcsoportban lévő C=O rezgése révén. A C=C rezgések jelenléte magyarázhatja az 1620 cm^{-1} körüli sávok jelenlétét. A C–O–C rezgéseket a 900–1300 cm^{-1} közötti csúcsok tükrözik. A 625 és 1000 cm^{-1} közötti csúcsok aromás szerkezetükben a C–H csoportokhoz kapcsolódnak, MDI gyantával való hibridizációjuk után azonban a csúcsok szélessége csökken. Hasonló eredményeket kaptunk más lignocellulóz anyagok esetében is, erősített polimer kompozitokban [100]. Az 1508 cm^{-1} csúcsok a CN–H (uretán) kötésnek tulajdoníthatók, az 1223 cm^{-1} pedig a -C–O–C- (éter-uretán) kötést jelzi, ami a lignocellulóz anyagok és az MDI gyanta közötti sikeres kötést bizonyítja.



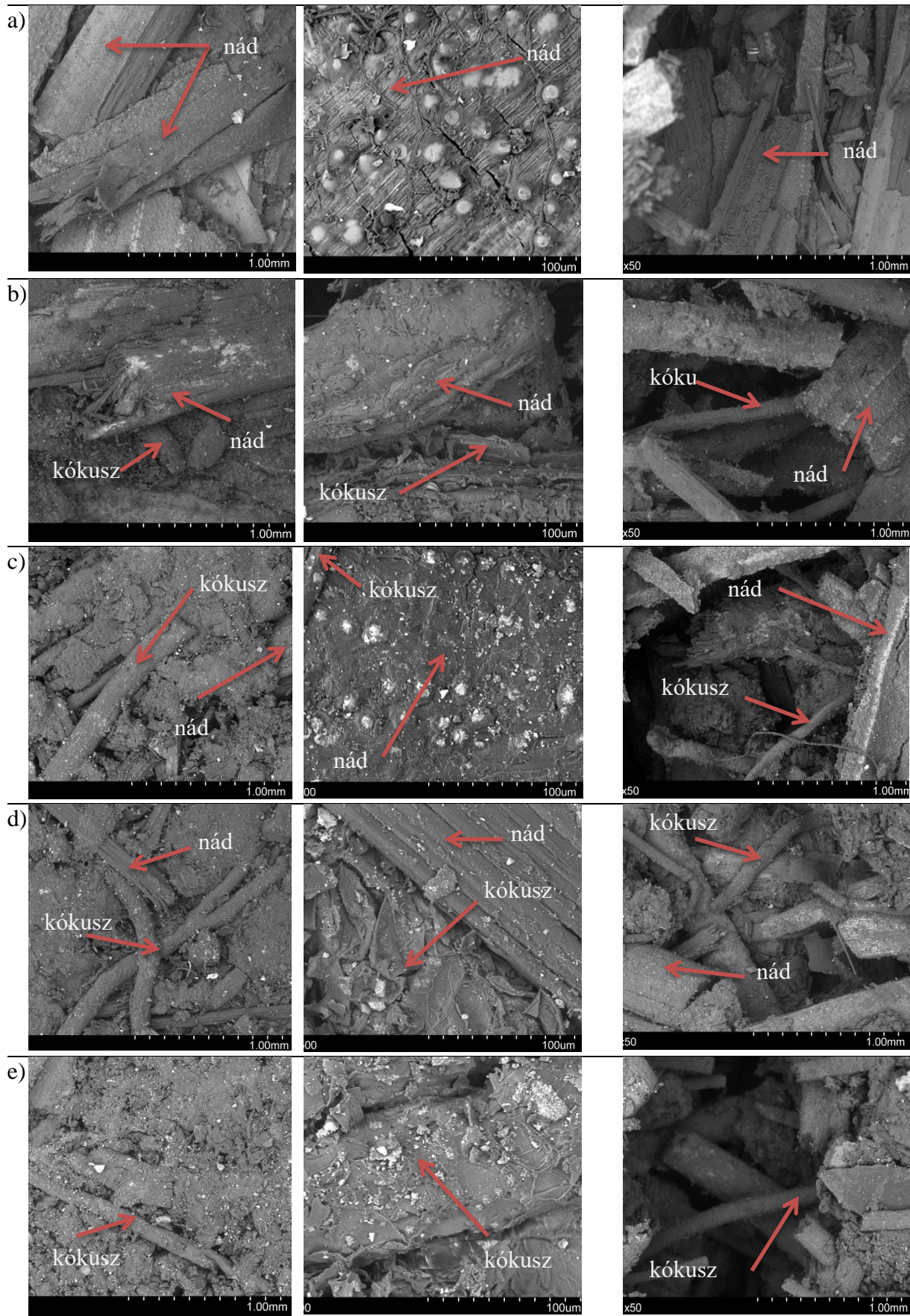
51. ábra. Infravörös spektroszkópos analízis a) cementmátrix és b) MDI kötőanyag jelenlétében (400–4000 cm^{-1})

Morfológiai vizsgálat_4_010

A kifejlesztett termékek morfológiájának felmérésére elektromikroszkópos felvételek (SEM mikrográfok) készültek (52. ábra, 53. ábra). A SEM képeken jól látható a gyenge kapcsolat a nádszalma anyagok és a cementszemcsék között. Tisztán kivehető a nád lamellás szerkezete, „sima” felülete arra utal, hogy a cementszemcséket nem tudtak megfelelő kötést kialakítani vele. Ezzel szemben a cement teljesen körülveszi a kókusz vékony mikroszárait, ami erős kötést jelez a két anyag között. A nád és kókuszszálak keverékét tartalmazó panelek esetében (CEM_2, CEM_3 és CEM_4), a képek nem mutatnak kapcsolatot a két rosttípus között, a nád lignocellulóz részecskéi nem kapcsolódnak a kókusszal. A megtört mintatestek felvételein jól látható, hogy a nád könnyen elválk a többi alapanyagtól, a kókuszanyag azonban stabil kapcsolatot mutat (10. ábra jobb oldali oszlopa). A fenti megfigyelések más tanulmányokkal is összhangban vannak [124]. Az MDI kompozit lapok estében ugyancsak megfigyelhető, hogy a nádszálak nehezen tudnak kötést kialakítani a kötőanyaggal. A nádlemezek kapcsolata a lamellák térbeli helyzetétől is függ, minél jobb az átfedés a lemezek felületei között, annál jobb kötés valószínűsíthető. Ez párhuzamos térbeli struktúrát igényel. A pouliuretán monomer láncok ilyen elrendezésben könnyebben körül tudják venni a nádrostokat és jobb kötést eredményeznek. Ezzel szemben a kókuszrostok hengeres formája és mikroszálas felülete jobb kötést tesz lehetővé az MDI mátrixban. Ez jól látható az MDI_5 táblán. Az apró és sűrű szálszerkezet összetapadását a molekulalánc jól kiegészíti. A kókuszrostok és a nád kapcsolata az MDI_2, MDI_3, és MDI_4 panelekről vett minták felvételein figyelhető meg. Az összefonódásuk nyilvánvaló. A kókuszszál kötegek közé jól beleilleszkednek a nád lamellái. A kókusz anyagok összetartják a nádlamellákat, és erős, összefonódó szerkezetet hoznak létre.



52. ábra. SEM profilok 50x nagyítás (balra), 500x nagyítás (középen); SEM mikrofelvételek a törött zónáról 50x nagyítás jobbra; a) CEM1; b) CEM2; c) CEM3; d) CEM4; e) CEM5.



53. ábra. SEM profilok 50x nagyítás (balra), 500x nagyítás (középen); SEM mikrofelvelelek a törött zónáról 50x nagyítás jobbra; a) MDI_1; b) MDI_2; c) MDI_3; d) MDI_4; e) MDI_5

Statistikai táblázatok_Cement kompozit táblák esetében_4_011

6. Táblázat. Statistikai számítások cement-kompozit táblákra

Regresszió számítás nedvességtartalomra

Hatás	Nedv. tartalom paraméter	Nedv. tartalom standard hiba	Nedvességtartalom T	Nedvességtartalom p
Intercept	-59.8956	7.929719	-7.55331	0.000004
Composition	0.6591	0.076980	8.56236	0.000001

Regresszió számítás vízfelvételekre

Hatás	Vízfelvétel paraméter	Vízfelvétel standard hiba	Vízfelvétel T	Vízfelvétel p
Intercept	253.9670	95.80879	2.65077	0.019982
Composition	-2.0898	0.93009	-2.24683	0.042656

Regresszió számítás vastagsági duzzadásra

Hatás	Vtg. duzzadás paraméter	Vtg. duzzadás standard hiba	Vtg. duzzadás t	Vtg. duzzadás p
Intercept	306.3032	43.89213	6.97854	0.000010
composition	-2.9017	0.42610	-6.81003	0.000012

1. Táblázat Regresszió számítás hajlításra

Hatás	Hajlítás paraméter	Hajlítás standard hiba	Hajlítás T	Hajlítás p
Intercept	-107.602	10.58303	-10.1674	0.000000
composition	1.076	0.10274	10.4765	0.000000

Regresszió számítás rugalmassági modulusra

Hatás	Young's Modulus paraméter	Young's Modulus standard hiba	Young's Modulus t	Young's Modulus p
Intercept	-73704.2	9556.391	-7.71256	0.000003
Composition	741.7	92.772	7.99528	0.000002

Regresszió számítás lapra merőleges szilárdságra (IBS)

Hatás	IBS paraméter	IBS standard hiba	IBS t	IBS p
Intercept	-6.90833	0.549963	-12.5615	0.000000
Composition	0.06833	0.005339	12.7990	0.000000

Statistikai táblázatok_MDI kompozit táblák esetében_4_012

7. Táblázat. Statistikai számítások MDI-kompozitok esetében

Regresszió számítás a nedvességtartalomra

Hatás	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2559.950	1	2559.950	80595.12	0.000000
Composite	7.108	4	1.777	55.95	0.000000
Error	0.794	25	0.032		

Regresszió számítás vízfelvétele

Hatás	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	55554.51	1	55554.51	3188.799	0.000000
Composite	3677.02	4	919.25	52.765	0.000000
Error	435.54	25	17.42		

Regresszió számítás vastagsági duzzadásra

Hatás	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7615.613	1	7615.613	1227.517	0.000000
Composite	633.723	4	158.431	25.537	0.000000
Error	155.102	25	6.204		

Regresszió számítás hajlításra

Hatás	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	654.3978	1	654.3978	454.6609	0.000000
Composite	85.8429	4	21.4607	14.9104	0.000002
Error	35.9827	25	1.4393		

Regresszió számítás rugalmassági modulusra

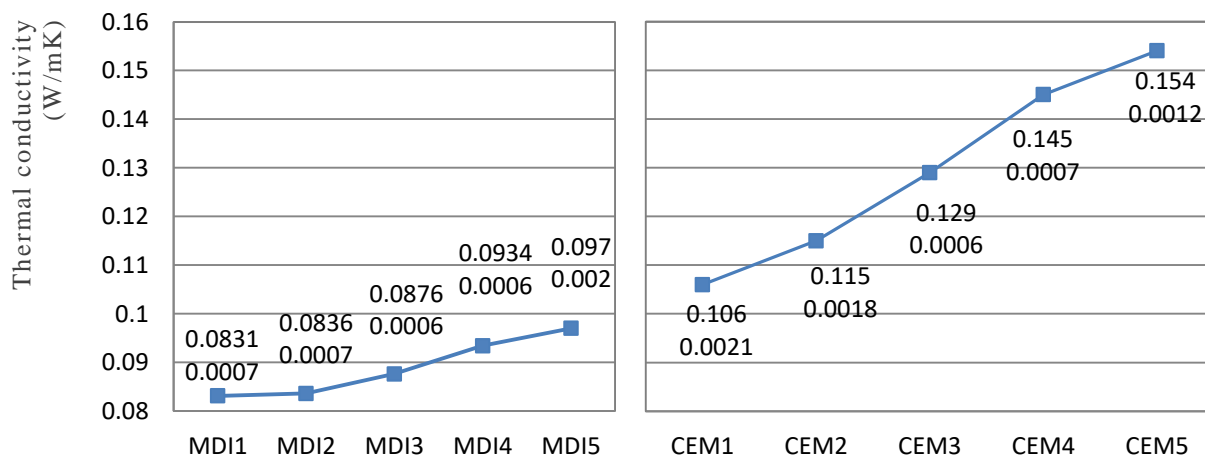
Hatás	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	67320144	1	67320144	1076.534	0.000000
Composite	2923702	4	730926	11.688	0.000017
Error	1563355	25	62534		

Regresszió számítás lapra merőleges szilárdságra (IBS)

Hatás	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2.414003	1	2.414003	1561.451	0.000000
Composite	0.375047	4	0.093762	60.648	0.000000

Hőtechnikai vizsgálat_4_013

A különböző kompozit panelek hővezető képességi értékeit az 54. ábra mutatja be. Összehasonlításképpen: a levegő 0,026 W/mK, a víz 0.6 W/mK, a cement pedig 1-3 W/mK hővezetési értékkel rendelkezik. A cementkötésű lapoknál a hővezetési tényező 0,10 – 0,15 W/mK között változott, a különbség mindössze 0,05 W/mK, ami viszonylag kicsinek mondható. Egy több résztvevős átfogó tanulmány szerint a kókuszrost hővezető képessége 0,58 W/mK, a nádé 0,04-0,06 W/mK. Az eredmények jól mutatják, hogy a nád jelenléte komoly javulást eredményezett a panelek hőszigetelő tulajdonságában. A nád üreges szerkezete több álló levegő tárolását teszi lehetővé, ami egyértelműen javítja a hőszigetelő képességet. A vizsgálatban a magasabb nádtartalomhoz alacsonyabb nedvességtartalom is társult. Mivel a nedvességtartalom befolyásolja a hővezető képességet, a több nádat tartalmazó táblák (kevesebb nedvességet tartalmazó) szigetelési minősége is jobb értéket eredményezett [65, 132]. A poliuretán kompozit panelek hővezető képességei hasonló tendenciát mutatnak. A nádszál jelenléte ebben az esetben is egyértelműen javította a kompozit lemezek hőszigetelő képességét. Fordított összefüggés mutatható ki a hővezető képesség és a mechanikai tulajdonságok között. A kókuszrosttartalom növelése jobb mechanikai tulajdonságot eredményezett, míg a nádtartalom emelése a hőszigetelő képességre volt jó hatással. A két alapanyag keveréke egyesítheti jó tulajdonságaikat. A megfelelő kombinációban a mechanikai tulajdonságok és a hőszigetelő képesség is egyformán kedvező értékeket eredményezhetnek.



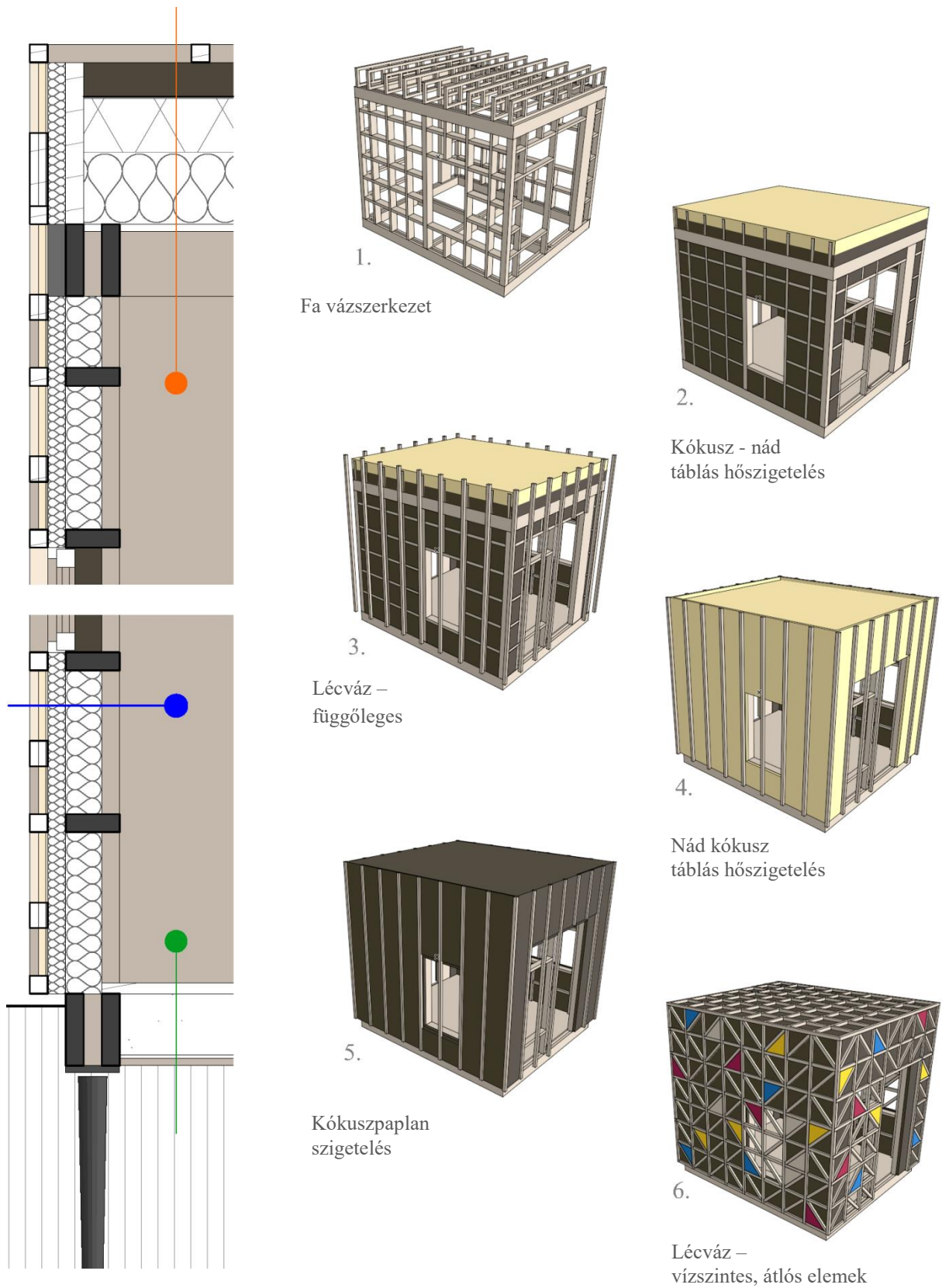
54. ábra. Hővezetési tényező (W/mK) a kompozit táblák esetében (átlag és alatta szórás)

Következtetések_4_014

A tanulmány második szakasza a nád és kókuszrost anyagok egyszerű, innovatív és költséghatékony megerősítésének lehetőségét vizsgálta félszáraz technológia alkalmazásával cement (PC) mátrixban és hő-préses eljárással MDI kötőanyag jelenlétében. A kompozit táblák tulajdonságait a 8. Táblázat foglalja össze. Az eredmények rámutattak, hogy a kókuszrosttartalom növekedésével javulnak a panelek a mechanikai tulajdonságai, a nádtartalom emelkedésével pedig a szigetelési teljesítmények erősödnek. A panelek sűrűsége jelentős hatással volt mind a fizikai, mechanikai és termikus tulajdonságokra, a minták fizikai vizsgálatai során kapott eredmények pedig a nedves környezettel szembeni jobb ellenállási képességet tárták fel. Fontos eredmény, hogy MDI mátrixban a vízfelvétel jelentős része a teszt második periódusában ment végbe, így javult a táblák vízállósága. A SEM mikroszkóp felvételein a kompozit rendszerben lévő anyagok megfelelő kapcsolata látható, a panelek törési felületén; a nád és kókuszrost anyagok erős összefonódása figyelhető meg, az FTIR tesztek pedig megerősítették a sikeres kötést a lignocellulóz anyagok és a kötőanyagok között. A kutatás megállapítja, hogy a nád- és kókuszrost anyagok, valamint a PC/MDI mátrix között a megerősítés lehetséges, de további vizsgálatok szükségesek a panelek szigetelő- és szilárdsági tulajdonságainak javítására, illetve a megfelelő nád-kókusz arány meghatározására. A kutatás további iránya az alapanyagok előkezelése és a gépi keverési eljárások vizsgálata felé mutat, ahol mindkét kötőanyag esetében a közel azonos mennyiségű kókusz-nádat tartalmazó panelek (MDI3-4 és CEM3-4) látszanak mértékadónak.

8. Táblázat. A kompozit táblák tulajdonságainak összefoglaló táblázata

	Sűrűség (kg/m ³)	Vízfelvétel (%)	Vastagsági duzzadás (%)	Lapra merőleges szil.(MPa)	Hajlító szil. (MPa)	Young modulus (GPa)	λ (W/mK)
MDI1	460	64,7	24,9	0,060	2,41	1,59	0,0831
MD12	517	38,0	13,5	0,290	4,94	1,69	0,0836
MDI3	557	34,6	13,2	0,300	5,67	1,82	0,0876
MDI4	525	36,3	14,3	0,350	5,89	1,51	0,0934
MDI5	557	41,7	14,5	0,360	6,33	1,52	0,0970
CEM1	1085	46,7	16,4	0,001	1,04	0,80	0,1060
CEM2	1147	39,8	9,2	0,020	2,09	1,96	0,1150
CEM3	1255	33,8	5,4	0,160	3,65	3,29	0,1290
CEM4	1163	35,3	4,3	0,200	3,71	3,41	0,1450
CEM5	1037	39,5	3,7	0,310	5,13	3,82	0,1540



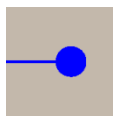
55. ábra. Nád-kókusz kompozit táblák alkalmazása a tervezett térstruktúra szerkezeti rendszerében

A tervezett térstruktúra hőszigetelő rendszerében a nád-kókusz kompozit több helyen is alkalmazható (55. ábra; 56. ábra, C melléklet). A kókusz-cement panelek (CEM_5_4_3) ígéretesnek mutatkoznak a belső tér nyári tömegszigetelése szempontjából, míg a téli hőszigetelésre inkább a nád-MDI kompozitok (MDI_1_2_3) alkalmazása jelenthet jó, ökológikus megoldást. A kapott eredmények függvényében fejlődött a térstruktúra szerkezete. A panelek egyszerű elhelyezését egy kettős faváz rendszer biztosítja, amire lefelé fekszik fel egy a külső burkolatot és vízszigetelést is adó kókuszpaplan. A „lággy” külső burkolatot játékos lécváz rendszer rögzíti, ami egyben meghatározza a térstruktúra megjelenését is. Az alacsony megmunkálással készült természetes hőszigetelő panelek kényelmes belső klíma komfortot és vegyszermentes, egészséges környezetet biztosíthatnak a felhasználók számára, további fejlesztéssel pedig akár kiválthatják a nem megújuló hőszigetelőket is (pl.: polisztirol).

Rétegrendek



- Lécváz
- Kókuszpaplan vízszig.
- Nád-kókusz hőszig.
- Kókusz-nád hőszig.
- Fa tartószerkezet
- Faburkolat

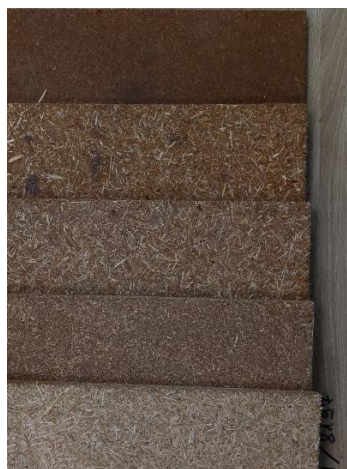


- Lécváz
- Kókuszpaplan vízszig.
- Nád-kókusz hőszig.
- Kókusz-nád hőszig.
- Faváz tartószerkezet
- Kókusz-nád felületképzése

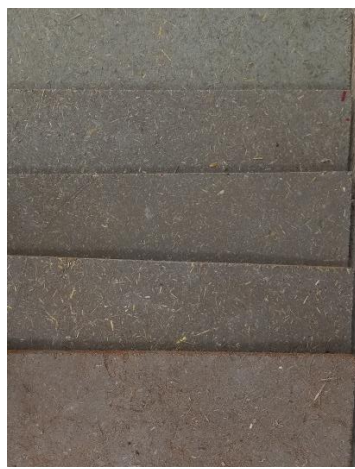


- Fa padlóburkolat
- Favázszerkezet
- Homokterítés
- Geotextília
- Üveghab hőszig.
- Termett talaj

MDI kompozitok



Cement kompozitok



Kókuszpaplan



56. ábra. Rétegrendek és alapanyagok (saját fotók, kókuszpaplan illusztráció: www.cherokeemfg.com)

Ember és környezet közötti kognitív és érzelmi interfészek_5_001

A térstruktúra fejlesztése az ember és környezet közötti kognitív és érzelmi interfészek tanulmányozásával folytatódott. Azokra a kérdésekre kereste a választ, hogy vajon az érzékszervi interfészekon túl az ember mentális- és emocionális adottságai és állapotai milyen hatással vannak a tér paramétereinek észlelésére és használatára, hogyan is értelmezi és érzi a felhasználó összességében az őt körülvevő teret?

A tér teljes megismerésének élménye a téma összetettségéből adódóan kevésbé kutatott tudományos terület, ebből kifolyólag szűkösen található vizsgálati módszer vele kapcsolatban. Az elméleti háttér összefoglalása után cél volt a hiány pótlására kísérletet tenni, így kidolgozásra került egy lehetséges empirikus kutatási technika, ami segítheti a teljes térélmény („teljes megismerés élmény”) kialakulásának megajzolását, esetleges fókuszpontok kiemelését, megértését.

A kérdőíves kutatás további célja a térstruktúrát várhatóan leginkább használók (hallgatók) térhasználati viselkedésének tanulmányozása és megfigyelése, valamint a kapott információk építészeti átértelmezése volt. Az előző fejezetekben ismertetett fizikai interfészek paramétereinek többsége mérhető, ld.: épületfizika, világítástechnika, akusztika, ergonómia, stb. Sokkal nehezebb a helyzet a tér élményszerű helyzeteinek kutatása során. Ezekhez a kérdésekhez az értelmi és érzelmi feldolgozórendszer működésének tanulmányozásával lehet közelíteni [133-136]. A fentiekben összefoglalt kinesztetikus, vizuális, auditorikus, haptikus érintkezések szorosan együttműködve hozzák létre a használók térről alkotott képét. Ezek az észlelt információk a kognitív megértés és érzelmi megítélés felületein kerülnek kölcsönhatásba egymással, így létrejön egy belső összkép a térről [4, 6]. Ez a mintázat már többet jelent pusztán az észlelt információk halmazánál. Az egyén / közösség által használt terek már kontextussal és érzelmi többlettel rendelkeznek, ami akár generációkon át öröklődik, öröklődhet tovább – térkultúra. Az információfeldolgozás és összerendezés értelmezi a teret és közvetíti az adott helyhez, időhöz, eseményekhez kötődő / köthető viselkedési információkat is. A téralakítás legfontosabb kérdése, hogy egy adott helyszínre a rendeltetésnek és helynek leginkább megfelelő térrendszer kerüljön, viszont a tér megfelelőségét, komfortosságát, kényelmességét, biztonságosságát a végső szubjektív megítélés és használat dönti majd el. A kognitív és érzelmi interfészek tanulmányozása rávilágíthat e folyamatok fontos összefüggéseire.

A kognitív interfész_5_002

A környezetből érkező adott ingereket a megfelelő érzékszervek fogadják és az agy számára értelmezhető jelekké alakítják (9. Táblázat). Az érzékelt információk bizonyos része az érzékszervekben és az átalakítás során elveszik. A jelek ezt követően az agyban található ún. érzékszervi tárákba (sensory register) kerülnek, de jelentéshez még nem kapcsolódnak. Az érzékszervi tárból a beérkezett nagy mennyiségű információ csupán rövid ideig (<1s) tartózkodik, elenyésző részük továbbhalad, a többi törlődik. A tárból a figyelem választja ki azokat az információegységeket (chunk), amik a rövidtávú-, más néven munka-memóriába (STM) kerülnek. A chunkok az alakfelismerés következtében már rendelkeznek valamennyi jelentéstartalommal. A rövidtávú memória feladata, hogy az információ adott időben és helyen észben tartható és könnyen elérhető legyen. Egyidejű kapacitása kicsi, 7 ± 2 egységre korlátozódik. Egy chunk annyi ideig található itt, ameddig aktív használatban van, ezt követően kitörlődik vagy az agykéregben (hosszú távú memória, LTM) rögzül. A tárolás az információk részekre bontásával és az agykéreg vonatkozó területein való elhelyezésével folytatódik. A végleges rögzítéshez megközelítően három év szükséges. Az LTM kapacitása gyakorlatilag korlátlan, a kezelhető információ mennyisége azonban személyenként különböző.

A hosszú távú memóriába bekerült ismereteknek két állapota van: az aktivált, amit a tudat éppen használ; és a passzív, ami éppen a „raktárban” van. A raktárban az egyes jelentések egymással összekapcsolódva hálózatokat alkotnak. Egy jelentés több hálózathoz is kapcsolódhat. Az ismétlődő események általában egy „címszó” alatt kerülnek rögzítésre pl.: reggelizés, olvasás. Aktivált állapotban több jelentésháló is egybekapcsolódhat (aktiváció széterjedése). Az emberek kognitív struktúráját az egyes jelentéshálók kombinációja építi föl, ezek a hierarchikus asszociációs hálózatok a sémák. A kognitív struktúra állandó tanulással bővíthető. Az akaratlagos, vagy öntudatlan tanulás egyben szelektálást és „takarítást”, valamint a jelentéshálózat újraszerveződését is jelenti, így egy folyamatosan változó, dinamikus rendszert hoz létre.

A kognitív rendszerben az egyszerre feldolgozható információk mennyisége korlátozott. A kapacitás bővítése az információk tömörítésével lehetséges, amit az ismétlődések által létrejött automatizálás (rutin, megszokás) tesz lehetővé. A „gondolkodás nélküli” cselekvéssorok felhalmozása növeli a kognitív rendszer hatékonyságát. A már tömörített információk előhívása később nem igényel tudatos erőfeszítést [40, 45, 137-145].

Kutatások szerint az emlékezet két ellentétes elv szerint működik: az agy egyik része igyekszik az információk lehető legnagyobb részét hasonlónak és könnyen kategorizálhatónak alakítani, és ezzel helyet spórolni (kódolás, tömörítés), míg a másik része arra törekszik, hogy az események egyedi jellegét rögzítse (munkamemória, figyelem, ingerküszöb). A kognitív működés fő szakaszai: észlelés és információkeresés; rögzítés vagy tanulás; tárolás; előhívás, felidézés és emlékezés. A kognitív feldolgozás folyamata során a hosszú távú memóriában a külső információk „jelentéssé”, „élménnyé”, „érzékletté” valamint „gondolati tartalmakká” alakulnak, vagyis a már meglévő hálózatokhoz csatlakoznak. A kogníció magában foglalja a megértés mentális-, és a megítélés érzelmi folyamatát, vagyis az észlelést; valamint az új, vagy hiányzó információk keresését is. Észleléskor az észlelő a környezeti információkat tárgyak, események, hangok, ízek, stb. élményévé alakítja. Ez az élmény az észlelő körüli tényleges világból csak a számára legfontosabb információkat és viszonyokat tartalmazza. Az egyszerűsítés következtében hatékonyabbá válik a környezetben való viselkedés, működés. Az észlelés egyidejűleg tudatos (a figyelem közreműködésével) és nem tudatos formában történik. Tudatos észleléskor az észlelő figyelme aktívan és cselekvően választja ki a számára fontos és szükséges információkat. A nem tudatos észlelés viszont az ingerküszöb alatti információkkal dolgozik, és az észlelt eseményekre a már kódolt viselkedésmintákat, cselekvéssorokat hívja be. Amikor a nem tudatos észlelés érdekes, ismeretlen, veszélyes tárgyra, helyre, eseményre, stb. lesz figyelmes, vagyis az inger átlépi az ingerküszöböt, a folyamat tudatossá válik. Az információ észlelés és rögzítésének folyamata során a figyelem hat szakaszon halad végig: célmeghatározás, döntések és cselekvés; majd az elvégzett folyamat eredményességének értékelése során az észlelés, megértés és a várt eredménnyel történő összehasonlítás. A folyamat lassú és tudatos. Először a megfelelő információk összegyűjtése és a feleslegesek kizárása történik, ezt követi sémarendszer lányszerű felépítése (oda-vissza ható cselekvés-ellenőrzés), majd a rögzítés, végül a tárolt információháló tömörítése, vagyis a kódolása. Az érzelmektől és az értékrendszertől függő ítéletalkotás végigkíséri a teljes folyamatot és visszajelzésekkel irányítja az egyes fázisokat.

Az emlékezés során a legnehezebb feladat az éppen szükséges információ megtalálása és előhívása a jelentéshálóból, vagyis a vonatkozó tárolt emlékek aktiválása [4, 28, 137, 138, 142, 146, 147]. Az emlék egy olyan összetett, egyéni élmény, amihez gondolatban bármikor vissza lehet térni. Különböző részekből tevődik össze, a részek pedig az agy valamelyik szegletéből származnak, ahol eredetileg nyomot hagytak [29].

Az emlékezésnek több módja ismeretes: A felismerés, a spontán- és a motorikus emlékezések a legelemibb felidézés-módoknak tekinthetők. Szintén alapjelenségnek számít a térészlelés és a helyekre való emlékezés összetett folyamata, amit méhsejt formájú aktivációs-rendszer különböző léptékekben végez, és ami, az orientáció alapját adja. Az epizodikus emlékezés a cselekedetekhez, az élményekhez és eseményekhez kapcsolható, a szemantikus emlékek pedig az elbeszélés szerű rögzítést jelentik. Bármilyen eligazodást segíti a tárolt információk rendszerbe foglalása, ami a kontextus függő-, és az önéletrajzi emlékek működésében követhető nyomon. Ezzel ellentétben az extrém körülmények és „vaku” pillanatok rövid idő alatt hoznak létre határozott (akár hosszú távú) emléknymokat. Az agy természetes raktározási működésének eredménye a téves és hamis emlékek megjelenése, illetve a felejtés jelensége is, amikor az előhívott emléktöredékek újra egyesítése pontatlan. Az emlékezés fő feladata nemcsak a megtörténő események céltalan tárolása, vagyis „múlttá” tétele, hanem az emlékek „jelenben” történő alkalmazása, valamint a jövőre eseményeire való felkészülés, az előrelátás és a tervezés is.

Az élet különböző eseményei gondolkodási folyamatokat, agyi aktivitást indítanak be. Ennek során a meglévő séma- és kapcsolatrendszerek aktiválódnak, vagyis: a tárolt információk módosulnak (módosulhatnak), illetve a jelentések között új kapcsolatok jönnek létre, esetleg a meglévő kapcsolatok törölődnek. Ezekben a tanult gondolkodási folyamatokban nyilvánul meg az ember személyisége, vagyis a különféle helyzetekre válaszokat adó viselkedési szokásai [6, 146, 147]. Néhány példa: A fogyasztói viselkedés során az ember által képviselt értékek olyan jelentéshálókat aktiválnak, amik segítik az elhatározás kognitív folyamatát, vagyis aktiválódik a jelentés-véglánc. A döntéshozói viselkedés sémája a hosszú távú memóriában található egyértelmű lehetséges megoldások ismert és véges számú jelentéséből választja ki a megfelelőt. A döntéshozatal folyamata jellemzően már a tudatosítás szakasza előtt befejeződik és általában a mindennapi rutincselekedetek elvégzését segíti. A problémamegoldó viselkedés során a jelentéshálókat intenzív átrendezése történik. Problémának nevezhető az a helyzet, amire a személynek nincs kész válasza, illetve a meglévő sémák aktiválása nem ad elfogadható megoldást. Ez a kreatív gondolkodásmód egészen új és addig szokatlan gondolatstruktúrákat hoz létre az agyban. Az új architektúrák kialakulását a tömörített „gondolkodás nélküli”, rutin cselekvéssorok és a megszokások gátolhatják a számtalan új lehetőség pedig hibás, pontatlan esedékes megoldásokat eredményezhet, viszont ez a gondolkodásmód adja a fejlődés egyetlen útját. Megjelenéséhez széles ismeretanyag és intelligencia szükséges.

A kognitív feldolgozás folyamatát segíti a figyelem, ami a tudatos észlelés része [28]. Szerepel abban a döntési folyamatban, ami az érzékelt információk közül kiválasztja, hogy mi léphet a munkamemóriába és onnan mit raktározzon el az emlékezet. A figyelem korlátozott, vagyis adott pillanatban csak bizonyos mennyiségű információra képes összpontosítani; és dinamikus, vagyis ismételten kiterjed-beszűkül. A figyelem irányítható, tárgya, minősége és kiterjedése tudatosan befolyásolható. Működésére hatással vannak az érzelmek is, a negatív érzések beszűkítik, a pozitívak kiszélesítik a látóterét. A figyelem a jelenben működik, de mindhárom idősíkra (múlt, jelen, jövő) fókuszálhat. Gyakori a múlt és a jövő központú gondolkodás, a jelen orientáltsággal szemben (cselekvés közben máshol járnak a gondolatok). A mindennapok környezetében a térhasználó többnyire megszokásai alapján cselekszik, a habituálódott dolgok pedig jellemzően az érzékelési küszöbök alá kerülnek így a figyelem számára elhalványulnak, jellemzően az automatizmusok működnek. Gyakori, hogy a periférikus észlelés tompulása figyelmenlenségi vaktságot eredményez, amikor minden, ami a figyelem hatósugarán kívül található gyakorlatilag 'nem-észleltnek' tekinthető. Ez a jelenség valamennyi érzékszervi csatornával előfordulhat. A kritikus érték átlépéséhez új, erősebb ingerhatásra van szükség.

9. Táblázat. Az észlelés vázlatos folyamata

VILÁG	KÜLVILÁG INGEREI	ÉRZÉKSZERVEK	INFORMÁCIÓ FELDOLGOZÁS
Alap állapot	figyelem		
	elektromágnes hullámok mechanikai hatások hőenergia kémiai hatások gravitációs mező	látás (vizuális) hallás (auditorikus) tapintás (taktilis/haptikus) szaglás (olfaktorikus) ízlelés (gusztatorikus) mozgás (kinesztetikus)	érzékszervi tár rövid távú m. hosszú távú m. agy feldolgozás érzelmi ítélkezés észlelés jelentések tanulás sémák automatizmusok emlékezés
	tudatos és nem tudatos érzékelés		kognitív kollázs
Változás	elmozdulás	mozgás és mozdulat	döntéshozatal
	válasz		
	INGERVÁLTOZÁS	VISELKEDÉS	VISELKEDÉS VÁLASZTÁSA

Minden épített tér jelentéstartalommal bír [4]. Az ember és a környezet közötti interakció annak tudatosítása, hogy egy észlelt hely pontosan micsoda (milyen elemek találhatók benne és ezek hogyan működnek, merre és hogyan lehet mozogni, stb.) valamint, hogy az észlelő az értelmezés után hogyan cselekedhet. A térrendszerek és a bennük található fizikai tárgyak állandóan felfoghatatlan mennyiségű információt közvetítenek arról, hogy hogyan lehet velük kapcsolatba lépni. Az interakció számos formában értelmezhető, az ingerek pedig lehetnek nyilvánvalók vagy rejtettek, egyértelműek vagy félreérthetőek [146]. Az észlelés feladata ezek mielőbbi és minél pontosabb megértése és értelmezése. A tér alkotói közötti kapcsolat (pl.: lámpa és kapcsoló, zebra és jelzőlámpa, épület és ajtó) az elemek, az események és a várt eredmény közötti viszony. A megértés sarkalatos pontja a részletek és az egész összefüggéseinek, működéseinek és szabályainak léptékfüggő észlelése és jelentéstartalmuk tudatosítása. A jelentéstartalom sokfajta összefüggésben értelmezhető és minden esetben az egyén számára fontos információkat tartalmazza. Egy-egy térelem tehát több összefüggésben is értelmet nyerhet. Annak függvényében, hogy éppen milyen formában van szükség az adott térelemre, helyzetre vagy eseményre, az adott környezeti esemény határozza meg. Az 10. Táblázat összefoglalja a tér jelentéstartalmának lehetséges típusait.

10. Táblázat. Az ember és tér közötti interakció lehetséges formái

CSOPORTOK	CSOPORTOK LEHETSÉGES ELEMEI
Személyes és társas terek	Intimtér, személyes (család, barátok), szociális (társasági, csoportos), társadalmi (nyilvános)
Kommunikációs felületek	Humán kommunikáció: verbális és nonverbális, média Épített és tárgyi kommunikáció: stílus, minőség, forma, gondozottság, történetiség, jelek, szabályok, kontroll, használat nyomai és típusai, kultúra
Jelentéstartalom	Esztétika, szépség, használhatóság, stílus, kényelem, biztonság, érzelmek, pszichikai teljesítmény, kultúra, hely, pozitív/negatív emlékeket idéző helyek, változtathatóság, választási lehetőség, személyre szabhatóság, kontroll
Funkció	Otthon, munkahely, boltok, posta..., a szórakozás helyei, sport, pihenés helyei, köztér, közlekedés..., biztonsági rendszerek... Világ, ország, régió, város, település, falu, kerület, infrastruktúra, lakóépületek, középületek, ipari épületek
Adottságok	Földrajzi helyzet, tájak, időjárás, környezeti elemek, mikro és makro tájegységek, népcsoportok, kultúra, hely
Idő	Időtartam, gyakoriság, születés, elhasználódás

Az elvégzett cselekvés és a várt események összehasonlítása ítéli meg a térhasználat eredményességét és gondolkodási, viselkedési mechanizmusokat indít el [36, 146]. Az ember és tér közötti interakció állomásait a 11. Táblázat foglalja össze. Az interakció már magzati korban megkezdődik és legintenzívebb ~6-8 éves korig tart. Egy ismeretlen tér megismerése az első benyomás, értelmezés, ítéletalkotás, térhasználat_1-3, rutinok kialakulása szakaszain halad végig, amit kiegészíthetnek a nem várt helyzetek és szélsőséges körülmények intenzív hatásai, illetve később gyengíti a felejtés, vagy éppen erősíti az emlékezés különböző esetei. A tér használata során a megszokott, nem tudatos cselekedetsoroknak kiemelt jelentőségük van. A rutin biztonságot és gyorsaságot jelent, ugyanakkor az ismert dolgok „észrevétlenné” válnak, az automatizmusok működnek, miközben a figyelem „máshol jár”.

11. Táblázat. Ember és tér közötti interakció lehetséges állomásai

Fejlődés	Magzat, csecsemő, karon ülő, kisgyerek, gyerek, serdülő, kamasz felnőtt, idős.
Orientáció	A tér elhelyezkedése és megközelíthetősége az ismert helyszínekhez képest.
Első benyomás	A tudatosítás előtti első érzékelés, alakfelismerés, jelentéshálóba és sémarendszerbe illesztés. Az ismert terekkel való összehasonlítás. Érzelmi ítélkezés.
Értelmezés	Jelentéskeresés, alapparaméterek megértése, működésértelmezés, szabályok és jelek keresése, mozgási lehetőségek felmérése, a cselekvések és a hatások figyelése, az értelmezési hibák szűrése, irányítási lehetőségek és a biztonságos használat keresése.
Ítéletalkotás	Esztétikai megítélés (tetszik, nemetszik), a használhatóság és a komfort megítélése, veszélyérzékelés, érzelmi benyomás.
Térhasználat_1	A tér részletes megismerése, felfedezése, tudatos tanulmányozása, térhasználat megtanulása.
Térhasználat_2	Rutinok kialakulása, saját igényekhez való igazítás, karbantartás, birtoklás érzésének megjelenése.
Térhasználat_3	A tér elhasználódása, megjelenik az unalmasság és a gondozatlanság érzete. Két irány: a tér pusztulása, vagy átalakítás, felfrissítés, újítás.

A megszokásnak két problémája van. Az egyik, hogy a szokatlan események ijedtséget és bizonytalanságot, összességében hibás működést eredményezhetnek; a másik, hogy a berögződött cselekvések megakadályozzák a váratlan problémák megoldását, az új lehetőségek keresését, és elősegítik az elhasználódás, a túlingerlés és az érzéketlenség kialakulását. Egy átlagos felnőtt embernek egy ismeretlen hely megszokása megközelítően 3-6 hónapig tart, általában ennyi idő elég ahhoz, hogy a fontosabb rutinok kialakuljanak. Később, a már megszokott térben, viselkedése bizonyos mintázatok alapján fog működni. Ehhez a mintázathoz elválaszthatatlanul hozzá tartozik az érzelmi kódolás is. A használó az érzelmeken keresztül tudja megítélni az adott helyhez kapcsolódó viszonyát és orientálódik a világban. A térhasználat megértése tehát értelmezhetetlen az érzelmei vizsgálata nélkül.

Magatartás	Az adott helyhez, lehetőségekhez, eseményhez és az egyén személyiségéhez, pillanatnyi állapotához illő viselkedés.
Gyakori térhasználat	Ismétlődő észlelések raktározása és felidézése, a sémák bővítése. Rutin cselekedetek kialakítása, az „ismerősség” és „birtoklástudat” érzéseinek erősödése.
Emlékezés, előhívás az adott helyszínen	Az automatizmusok és a térbeliség jelentéseinek aktivációja. A megszokásoktól eltérő elemek és események észlelése. Gyors és nem tudatos térhasználat. Érzelmi biztonság.
Emlékezés, felidézés egy másik helyszínen	Emlékezés a helyre, az érzékelésekre, az eseményekre (epizódok), a cselekedetekre, az érzésekre és az új érdekességekre. Pontatlan, lassú, tudatos. Mentális modellezés.
Szélsőséges körülmények	A megszokottól eltérő térhasználat, szélsőséges érzelmi állapotok, funkcióváltás, a környezet átalakulása fizikai vagy mentális értelemben.
Váratlan helyzetek	Hirtelen események hatására bekövetkező térhasználat módosítás. Aktív jelenlét, intenzív cselekvés.
Felejtés	Térrel kapcsolatos információrendszer felbomlása, az összefüggések szétesése, kevés számú információ adat megőrzése.
Jövő	Új környezetek tervezése, álmodozás, vágyakozás.

Az érzelmek hatása a térhasználatra_ Érzelmi interfész_5_003

A tér paraméterei kölcsönhatásban vannak az ember érzelmi állapotával. A tér változásaira érzetek, érzések és érzelmek jelennek meg az élő szervezetekben, a változások következtében módosul az állapot és a helyzet, ami átalakítja a környezetet és új változásokat eredményez. A körforgás folyamatos. Az érzet alatt a fizikai test változásainak észlelése; érzékelés alatt maga az élettani folyamat (hat érzékszerv) érthető. Az élmény a külső esemény; a hatás maga az interakció; az észlelés az esemény értelmezése és érzékelése; az érzés pedig a pillanatnyi történések eredménye és a feldolgozott információ megítélése. Az emóció vagy érzelem összetett jelenség, amit több érzés-komponens alkot [148]. Egyrészt az egyén interpretációjától függő pillanatnyi és illékony állapot, ami mindig valamilyen aktuális viselkedést idéz elő; másrészt időben elhúzódó információfeldolgozási folyamat eredménye, ami meghatározza és/vagy befolyásolja a személyiség jellemvonásait, ezzel pedig valószínűbbé teszi az egyénre jellemző érzelemmintázat megjelenését az adott helyzetben. Az érzelmek bizonyos szintig a biológiai fejlődés, vagyis az evolúció eredményei, amik elsősorban a túlélést segítik. Az ember genetikailag rendelkezik bizonyos érzelmekkel, amiket szokásos alapérzelmeknek nevezni [149, 150]. Eddig az öröm, félelem, düh, undor, ijedtség és szomorúság azonosítható ezzel a kategóriával. Megkülönböztethetőek még a kognitív érzelmek, amik tanulás, vagy valamilyen gondolkodás útján keletkeznek, illetve a tisztán emberi érzelmek, amik kizárólag az embereknél figyelhetők meg, mint például a hazafiság. Az adott érzelmi állapot milyensége és intenzitása pillanatról pillanatra változik. A folyamat az elemzés, összehasonlítás, diagnózis, értékelés, cselekvéskészség (cselekvési terv), fiziológiai változás és akció (válasz) szakaszokon halad végig [151]. Az általános érzelmi jellemvonás ezzel ellentétben sok érzelem hosszú ideig tartó, összetett együttlétének eredménye, vagyis az egyén saját, személyes érzelem-mintázata [41, 152]. A pillanatnyi érzelmek intenzitása széles skálán mozog, időben rövidek és nehezen befolyásolhatóak, ilyen például a közvetlen ijedtség és undor. Az egész életen át tartható érzelmek, mint a szeretet, szerelem vagy a gyűlölet, jellemzően a személyes gondolkodás eredményei. A csendes vagy megszokott (habitualódott) érzelmek folyamatosan aktívak, de nincsenek befolyással az éppen aktív cselekvésre. Egészen addig a tudatosulási ingerküszöb alatt hatnak, amíg valamilyen okból a figyelem ismét rájuk irányul (diszhabituáció). Az érzelmek mindhárom idősíkra rávetülhetnek: a múlttal kapcsolatos minden érzelmet a gondolkodásmód határoz meg; a jelen érzelmei a múlt, a pillanat és a jövő hatásai alatt állnak; a jövő érzelmei a jelenben, a múlt emlékeinek felhasználásával vetíthetők elő. Érzelmek nélkül értelem sem létezhet.

A gondolatok mintázata, a mentális szokások az egész élet során jól formálhatók rövid és hosszútávon is, ezzel ellentétben az érzelmek egyrészt pillanatnyi és befolyásolhatatlan reakciók, másrészt csak nagy energia befektetéssel, hosszú idő alatt módosítható jellemvonások [153, 154]. A kettő között mégis kölcsönös hatásmechanizmus áll fenn. A szomatikus marker egy speciális kognitív érzelm, ami az elképzelt események történések, cselekedetek előre jósolható kimeneteleit jelzi a múltbéli tapasztalatok alapján. Megítéli az adott eseményt, zsigeri változást okoz, és kezelhető méretűre csökkenti a beérkező információk mennyiségét, ezzel idő- és energia megtakarítást eredményez.

Az érzelmi állapot hatással van a térhasználatra [155, 156]. A különböző érzelmek tompítják, vagy éppen felerősítik a külvilágból érkező ingerek feldolgozásának minőségét és irányítják a tudatos és nem-tudatos figyelmet, adott pillanatban megítélik a helyet, eseményt, cselekvést, tárgyat, stb. [157]. A pillanatnyi emóciók önkéntelenül rávetülnek, rávetülhetnek a környezetre, ami ezzel az érzelmi információ többlettel kerül majd a jelentéshálózatba. A sokféle emberi érzelm szubjektív belső folyamatok eredményei, amik hely-információkkal kapcsolódhatnak össze, így létre hoznak egy komplex hely-élményt. Az érzelm minőségétől függően az egyén számára bizonyos helyek kedvelést, mások taszításérzést váltanak ki, valamelyik fontos lesz, valamelyik érdektelen. A pozitív és negatív megítélés azonban csak kis részben köthető magához a tér tulajdonságaihoz, az ott átélt események hatása mindig erősebb, a kettő viszont együtt alkotja a komplex hely-élményt. Ez a jelentéshalmaz meglehetősen tartós, és segíti az elraktározott információk felidézésének folyamatát is. Kutatások igazolták, hogy a mentális raktárban található elemeket sokkal könnyebb a tanulás helyszínén előhívni, mint máshol. Bizonyos helyek az egyén számára erős pszichikai teljesítménnyel rendelkezhetnek, ilyen pl.: az otthon, a munkahely, szórakozóhely, vagy egy szakrális tér, stb.; amik viselkedésmódokat, hangulatokat idézhetnek elő. Bármely tér pszichikai teljesítménye közvetlenül érzékelhető pl.: szakrális tér és áhitat, nyugalom, elcsendesedés; vagy a strand és nyüzsgés, öröm, izgalom, vidámság. Ugyanakkor a tér és érzelmek közötti kölcsönhatásról eddig kevés kutatás készült. Megfigyelhető, hogy a szokatlanul erős érzelmi állapotok tompítják az érzékszervek működését és ezzel meggátolják a környezet megfelelő észlelését, ami szélsőséges esetben balesethez is vezethet (feldúlt, stresszes állapot). Noha elkerülhetetlennek mutatkozik, hogy a térhelyzetek érzelmekhez kapcsolódjanak, vagyis hangulatuk legyen, a szakemberek (építészek, művészek) szerint a téralkotás során mégis célszerű egyfajta „érzelemmentességre” törekedni, annak érdekében, hogy a létre jövő tér alkalmas lehessen bármilyen emóció befogadására.

Az ember és környezet közötti interfészek összefoglalása_5_004

A teljes térélmény tehát a fizikai- (érzékszervi), kognitív- és érzelmi- interfészek összefüggő felületein keresztül fogalmazódik meg. Az dolgozat kutatása alapján a **Hiba! A hivatkozási orrás nem található.** összefoglalja az ember, tér és közösség fő tulajdonságait, valamint az interakció felületeit.

12. Táblázat. Ember, tér és közösség közötti interakció összefoglaló táblázata.



A létezés mindig valamilyen környezetben történik, különféle térelemek viszonyában. Az ember ezekhez alkalmazkodik, módosítja-, használja őket, alkot. A 13. Táblázat az észlelés szerint rendszerezi a térelemek főbb építészeti kontextusait.

13. Táblázat. Térelemek építészeti kontextusának észlelés szerinti rendszerezése.

■	Építészeti térelemek: funkció, forma, anyag és térrendszerek, infrastruktúra, kommunikáció. Idő: Pillanat, múlt, jelen, jövő, időtartam, gyakoriság, minőség, milyenség, kezdet, vég.
É	<i>Vizuális:</i> fényállapot, megvilágítás, tájolás, benapozás, árnyékolás, tömeg-tér, forma, méretek, arányok, opac-transzparens, felület, minta, szín, árnyék, kontraszt, ritmus, sorrend, ismétlés, közelség, mozdulat, azonos-különböző, harmónia, egyensúly, hangsúly, rejtőzködés, összetartozás, kommunikáció, akadályozottság.
P	<i>Kinesztetikus:</i> helyigény, távolság, méret, arány, térfogat, lépték, funkció, idő, tömeg, akadály, befogadóképesség, térrendszer, átláthatóság, mozgás, közlekedés, tájékozódás, relatív helyviszonylatok, lokalizáció, térrendszerek.
Í	<i>Auditorikus:</i> hang, zaj, testhang-léghang, hangjelenség, hangforrás, hangszabályozás (passzív – tömeg, szerkezet, aktív – hangszóró), élmény, érzet, kommunikáció, zene, távolság, minőség, intenzitás, időtartam, hangtérkép, lépéshang, beszéd, akadályozott.
T	<i>Olfaktorikus:</i> illat, szag, kommunikáció, illatforrás, intenzitás, távolság, térelemek – anyagok illata, illatlemlékek, illat élmény, figyelemfelkeltés, biztonságtechnika, akadályozottság, gusztatorikus hatás (szinesztézia), mesterséges, természetes, keverék.
É	<i>Taktilis:</i> felületélmény, kontúrok, érdesség, puhaság, anyag, forma, méret, arány, funkció, higiénia, kopás, csúszás, biztonság, tisztíthatóság, mozgás – egyensúly, cselekvés, légállapot, páraállapot, hőmérséklet viszonyok, mechanikai hatások, kémiai hatások, hűtés, fűtés, szellőzés, huzat, hőszugárzás, felületi hőmérséklet, kommunikáció.
S	<i>Kognitív:</i> jelentéstartalom - funkció, rövid- és hosszú távú memória, jelentésháló, jelentés-vég lánc, sémák, azonosság – különbözőség, felidézés – emlékezés, figyelem, tudatos és nem tudatos észlelés, ingerküszöb, helyekre való emlékezés, múlt-jelen-jövő, gondolkodási folyamatok (döntéshozói fogyasztói, kreatív), élmény, cselekvés, információ, ingerek, elvégzett cselekvés – várt eredmény, megszokás, túlingerlés, elhasználódás, figyelmi vakság, figyelmetlenség.
Z	<i>Érzelmi:</i> pillanatnyi, hosszú távú, alapérzelmek, kognitív érzelmek, tisztán emberi érzelmek, érzelem mintázat, megítélés, általános érzelmi jellemvonás, csendes érzelmek, szomatikus marker, múlt-jelen-jövő, információfeldolgozást befolyásolja, komplex helyélmény, pszichikai teljesítmény, viselkedésmód, hangulat.

Ember és Környezet közötti interfészek vizsgálata valós helyszínen_5_005

A térhasználatot a tér elemeinek rendszerei és ezek tulajdonságai befolyásolják legjobban, összefüggésben a közvetlen térészlelés, a rövid és hosszú távú emlékek, illetve a jövőre vonatkozó elképzelések hatásaival. A kutatás az érzelmek szerepének fontosságát is feltárta. Viszont nem található információ arra vonatkozóan, hogy az ember pillanatnyi állapotának, illetve a személyiségének milyen befolyása van a térészlelésre; milyen szerepet játszanak ebben az emlékeknek; és főleg van-e olyan téri paraméterek, aminek hatása kiemelkedő és a térstruktúra kialakításánál is fokozottan figyelembe vehető. A válaszok megtalálásához két kérdőív került összeállításra, ami a pillanatnyi egyéni állapot és a tárolt információk tükrében világítja meg a térészlelés folyamatát a térstruktúra leginkább várható használói, a hallgatók esetében (14. Táblázat, B mellékelt). Az első kérdőív a személyiség és a pillanatnyi fizikai, értelmi és érzelmi állapot hatása szerint vizsgálta a résztvevők térrel kapcsolatos tudását és benyomását. 14 kérdés vonatkozott a funkció, méretek, tájolás, fényerősség, világítás, fényszabályozás, fűtési- és hűtési módok, hőmérséklet, páratartalom és befogadóképesség paramétereire. A második kérdőív a térrel kapcsolatos emlékeket vizsgálta, más helyen és időben. Ebben az esetben is 14 kérdés vonatkozott a környezet paramétereire, úgymint méretek, színek, anyagok, berendezések, működés és kognitív térképezés. A vizsgálat ideje 2023 szeptember 7., helyszíne a Soproni Egyetem P épületének Auditórium Maximum terme, nagyelőadó. A helység lépcsős elrendezésű, belmagassága 5,77 – 3,55 m, szélessége 7,20 – 17,44 m között változik, mélysége 17,35 m. Alapterülete ~177,7 m², 153 fő befogadására alkalmas. Az ablakok a terem hátsó két sarkában helyezkednek el, 8 ablak keleti, 3 nyugati tájolású, a természetes fény kizárólag a terem egy hátsó keskeny sávját éri el, az árnyékolás sötétítő függönyökkel lehetséges. A megvilágítást mesterséges fényforrások biztosítják 12 db kerek süllyesztett neonizzós és 39 db fénycsöves lámpa. A szabályozáshoz szükséges 6 db kapcsoló a terem mögötti technikai helyiségben található.

14. Táblázat. Az ember pillanatnyi állapota

Ember	
Pillanatnyi állapot	fájdalom, fáradtság, érzetek, stressz, figyelem elterelő gondolatok
Személyiség vonások	introvertált-extrovertált, optimista-pesszimista, boldog-boldogtalan
Érzelmi állapotok	pozitivitás-negativitás, erős pozitív/negatív hatás
Emlékek	színek, anyagok, méretek, tér elemek száma/típusa, érzetek

Az összes ablak fix kialakítású, ezért közvetlen természetes szellőztetésre nincs lehetőség. A légcseré szellőzőrendszeren keresztül történik, ami nyáron hűtést biztosít – a vizsgálat alatt üzemben kívül volt –, télen pedig kiegészíti a radiátoros központi fűtési rendszert (7 db radiátor található az emeleten hátul és 1 db az alsó szinten oldalt a széksorok mellett egy kis mellékfolyosón). A levegő befújás a székek alatt elhelyezett 188 db és a mennyezeten 7 db szellőzőnyíláson keresztül történik. További szellőzés teremközi keresztuzattal biztosítható. A hőmérséklet szabályozó termosztát a tábla melletti falon található (elöl, lent), az egész helyiségre vonatkozóan egy hőmérsékleti adattal dolgozik, egyéni hőmérséklet beállítására nincs lehetőség. A mérés ideje alatt a szellőző berendezés nem üzemelt, légmozgás nem volt, levegőtlenység és kellemetlen szag érződött a teremben. A hőmérséklet lent 24,4 °C, fent 27,9 °C; a páratartalom lent 60%, fent 57%; a fényerősség lent 297 Lux, fent 325 Lux volt, a mesterséges megvilágítás üzemelt. A falak színe fehér, képek nincsenek. A padlóburkolat anyaga műanyag, világos, csúszásmentes. A fellépések száma 28 db, élvédelemmel rendelkeznek. A lábazat fahatású laminált kompozitból készült. A berendezés 14 sor hosszú beépített és 2 db szabadon mozgatható asztalból, 153 db fix és 5db szabad székből állt, fémvázból és fahatású laminált kompozitból, illetve rétegelt lemezből készültek, vörösesbarnás színvilággal. Ruhák számára fogas sok volt. Konnektorok a nyugati falon és a tanári asztal alatt helyezkedtek el, összesen 4 db. A kommunikációt az emelhető tábla, a krétatábla, mikrofon és hangszóró, valamint projektor biztosította. Jelző/biztonsági rendszert 6 db zöld menekülést jelző tábla, 3 db sprinkler, 1 db tűzjelző gomb, és piros sziréna alkotta. Fent a 2 db bejárati ajtó két szárnyal kifelé nyílt (egyben menekülési útvonal), lent egy kifelé nyíló ajtó vezetett egy keskeny folyosóra. A tér állapota gondozott, tisztasága megfelelő, a bejárati ajtó mellett 1 db szemetes található. A helység funkciójának megfelelt, de gépészeti rendszere, építészeti és belső építészeti minősége gyengének minősíthető.

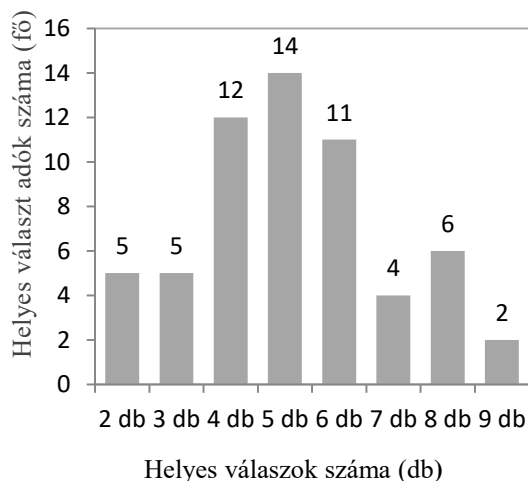
és a tér észlelhető főbb paraméterei

Tér	
Kinesztetikai	méretek (magasság, szélesség, mélység), befogadóképesség
Vizuális	fényerősség, tájolás, megvilágítás, kapcsolók helye (kontroll)
Haptikus	fűtés, hűtés, hőmérséklet, páratartalom, anyagok
Kognitív	funkció, kontrollálási lehetőség, összbenyomás

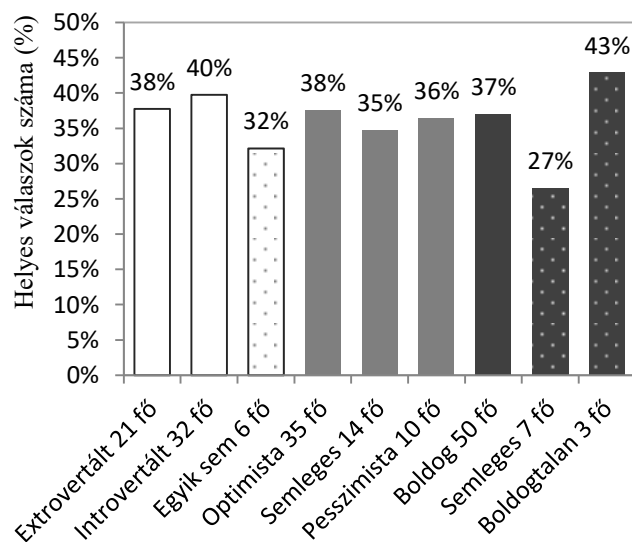
A személyiségvonások hatása a tér észlelésére_5_006

A vizsgálat első részében 59 (48 nő, 11 férfi), második részében ebből 31 egyetemi hallgató vett részt. A résztvevők 54%-a nyilatkozta magáról, hogy introvertált, 36%, hogy extrovertált személyiség; 10% egyik kategóriába sem sorolta be magát. Optimistának 59%, semlegesnek 24%, pesszimistának 17% tartotta magát. Az általános boldogságszint 85% esetében boldog, 12% semleges és 3% boldogtalan volt. A résztvevők a 14 kérdésből leggyakrabban 5-re, 4-re és 6-ra adtak helyes választ (57. ábra). Személyiségvonástól függetlenül a tér paramétereinek megközelítőleg 37%-át észlelték helyesen (58. ábra).

Statisztikai elemzés: A helyes válaszok számának alakulása (57. ábra) binomiális eloszlással írható le, $n=15$, $p=0,333$ paraméterekkel. Megfigyelhető a jó illeszkedés, ami a személyiségjegyek véletlenszerű jelenlétét mutatja a felmérésben résztvevőknél (59. ábra). A személyiségvonások mutatóihoz tartozó helyes válaszok középértékének és megbízhatósági intervallumának grafikus megjelenítése szemlélteti, hogy az egyes jegyek mely szintjeihez tartozik a helyes válaszok magasabb átlagértéke. Varianciaanalízis csak a boldog-boldogtalan kategóriák eredményei között mutat ki szignifikáns eltérést (15. Táblázat). Az elvégzett t -próbával is megerősítve a semleges és boldogtalan kategóriák esetében is közel szignifikáns különbség jelentkezik $p=0,064$ illetve $p=0,055$ szinttel (16. Táblázat).



57. ábra. Helyes válaszok száma és a helyes választ adók száma közötti összefüggés



58. ábra. A különböző személyiségvonások és a helyes válaszok közötti összefüggés

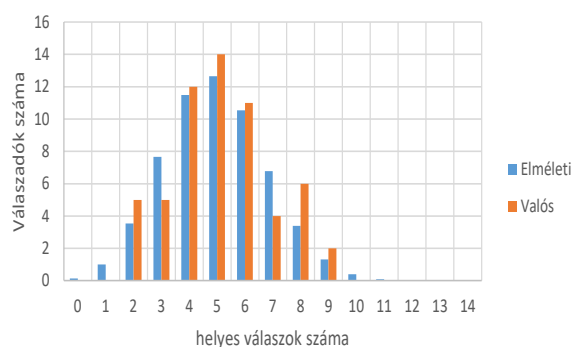
Érdekes, hogy akár boldog, akár boldogtalan az egyén, jobban produkál, mint semleges személyiségvonással. Hasonló, bár statisztikailag nem megerősített tendencia figyelhető meg a két másik személyiségjegy esetében is, azaz a semlegesből való kimozdulás serkentőleg hat.

15. Táblázat. Varianciaanalízissel kimutatott szignifikáns eltérés személyiségjegyek esetében

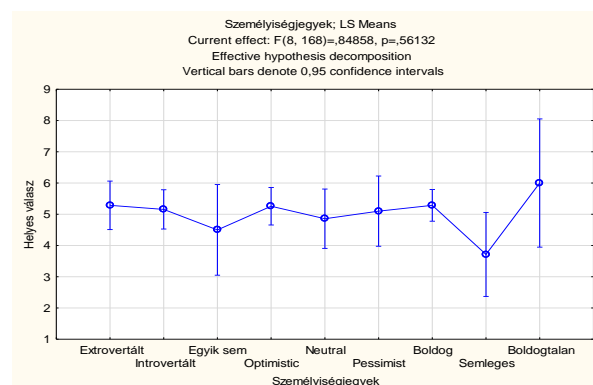
LSD test; variable Helyes válasz (Mucsi) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 3,0616, df = 56,000 Indude cases: 119:177				
Cell No.	Személyiség	{1}	{2}	{3}
1	Boldog	5,2857	0,030293	0,495314
2	Semleges	0,030293		0,063525
3	Boldogtalan	0,495314	0,063525	

16. Táblázat. T-próbával kimutatott szignifikáns eltérés személyiségjegyek esetében

T-test for Independent Samples (Mucsi) Note: Variables were treated as independent samples					
Group 1 vs. Group 2	Mean Group 1	Mean Group 2	t-value	df	p
Boldog vs. Boldog	5,285714	5,285714	0,00000	96	1,000000
Boldog vs. Semleges	5,285714	3,714286	2,18274	54	0,033422
Boldog vs. Boldogtalan	5,285714	6,000000	-0,68431	50	0,496938
Semleges vs. Boldog	3,714286	5,285714	-2,18274	54	0,033422
Semleges vs. Semleges	3,714286	3,714286	0,00000	12	1,000000
Semleges vs. Boldogtalan	3,714286	6,000000	-2,24412	8	0,055070
Boldogtalan vs. Boldog	6,000000	5,285714	0,68431	50	0,496938
Boldogtalan vs. Semleges	6,000000	3,714286	2,24412	8	0,055070
Boldogtalan vs. Boldogtalan	6,000000	6,000000		4	



59. ábra. Helyes válaszok számának binomiális eloszlása

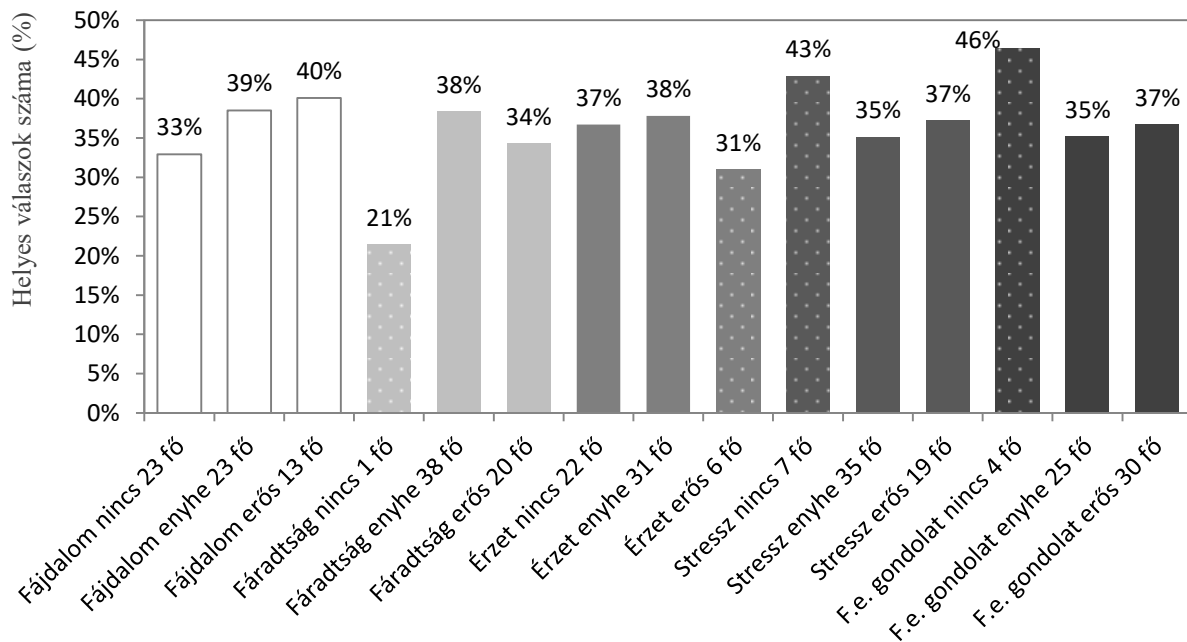


60. ábra. A pillanatnyi állapot mutatóihoz tartozó helyes válaszok középértékének és megbízhatósági intervallumának megjelenítése grafikusán

A pillanatnyi állapot hatása a tér észlelésére_5_007

A pillanatnyi állapot vizsgálata a fájdalom, a fáradtság, egyéb érzetek (pl.: éhség), a stressz és a figyelem elterelő gondolatok jelenlétével foglalkozott. Mindegyik esetben 0-tól 5-ig terjedő skálán kellett megjelölni az érzetek erősségét. Nulla jelentette az érzet hiányát, 1; 2; 3 az enyhe, a 4 és 5 az erős jelenétet. A személyiségvonásokhoz hasonlóan a pillanatnyi állapot esetében is a helyes válaszok száma megközelítően 37% volt (61. ábra).

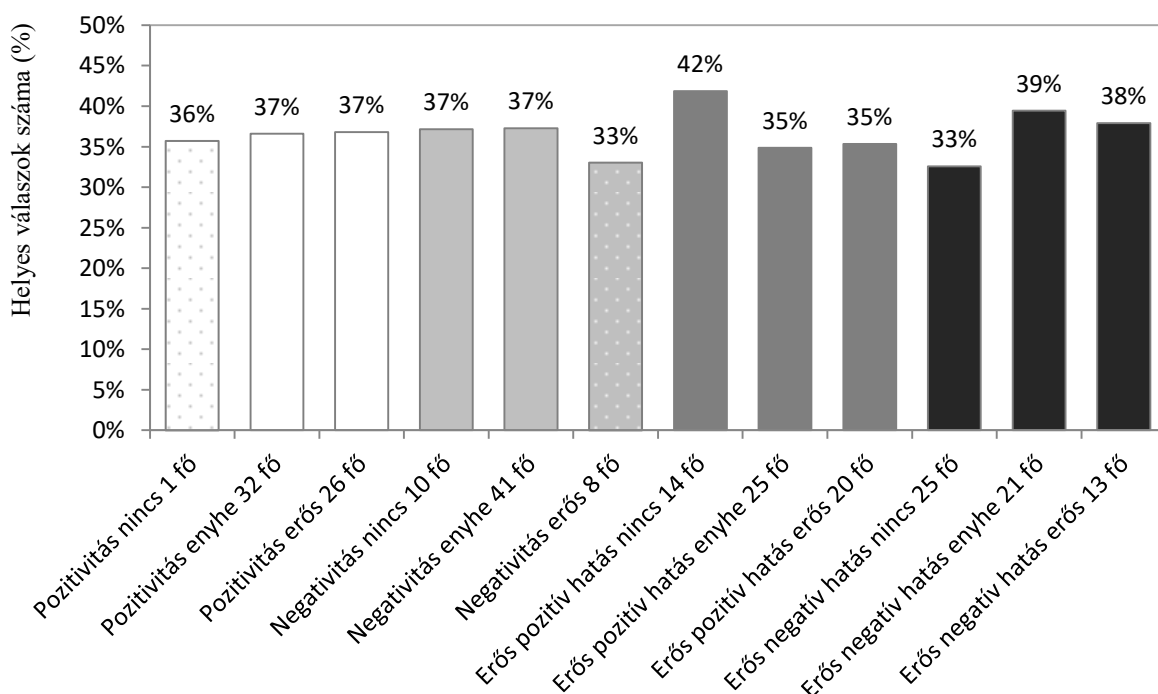
Statisztikai elemzés: A pillanatnyi állapot mutatóihoz tartozó helyes válaszok középértékének és megbízhatósági intervallumának grafikus megjelenítésével (60. ábra) szemléltetjük, hogy az egyes mutatók mely szintjeihez tartozik a helyes válaszok magasabb átlagértéke. Az erős fájdalomhoz, enyhe fáradtsághoz, enyhe érzethez tartozó, statisztikailag ugyan nem megerősített magasabb középértékek e mutatók stimuláló hatását jelenthetik. Míg a figyelemelterelő gondolatok hiánya jelentősen kedvező hatásúnak mutatkozik, a stressz esetében meglepő, hogy annak hiánya vezet jobb eredményhez.



61. ábra. Pillanatnyi állapot és a helyes válaszok közötti összefüggés

Hasonló eredmény látható az érzelmi állapotokkal kapcsolatban is (62. ábra). A résztvevőknek szintén 0-tól 5-ig terjedő skálán kellett megjelölniük a pillanatnyi érzelmi állapotukat, amit a fentihez hasonlóan értékeléskor három kategóriába soroltunk. Azt feltételeztük, hogy a pozitív állapot több helyes választ eredményez, mint a negatív, illetve az erős érzelmi állapotok, akár negatív, akár pozitív csökkentik a helyes válaszok számát. Ezzel ellentétben azt tapasztaltuk, hogy az érzelmi állapotok hatása jelentéktelen.

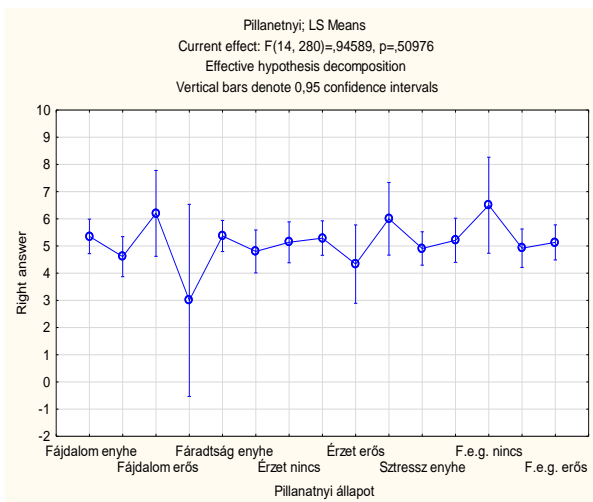
Statisztikai elemzés: Az érzelmi állapot mutatóihoz tartozó helyes válaszok középértékének és megbízhatósági intervallumának grafikus megjelenítése (63. ábra) azt jelzi, hogy az egyes mutatóknál a különböző szintekhez tartozó helyes válaszok száma kevésbé ingadozik, mint a pillanatnyi állapot mutatóinál. Ezt az elvégzett statisztikai próba 5%-os szignifikancia szinten igazolja (64. ábra). A helyes válaszok átlagértékei szerint, a személyiség pozitív vonásai növelik a tér befogadóképességének és kényelmeségének érzetét; a fájdalom, a pozitív állapot, az egyéb érzetek, az erős negatív hatás serkentően; míg a fáradtság, a negatív állapot, az erős pozitív hatás, a figyelem elterelő gondolatok és a stressz tompítóan hatottak.



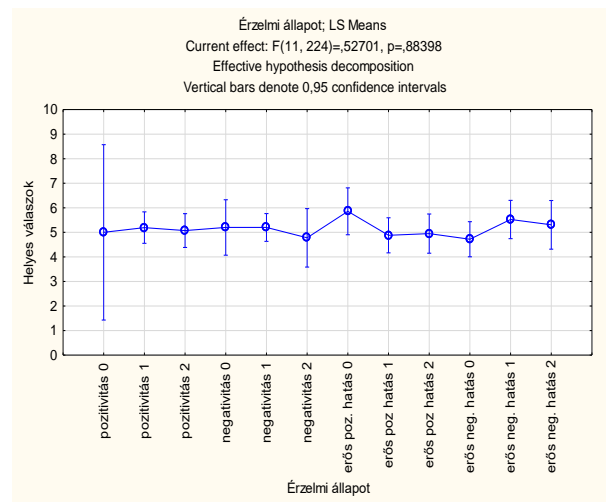
62. ábra. Pozitív-negatív érzelmi állapot és a helyes válaszok

A tér paramétereinek észlelése_5_008

A tértulajdonságok észlelésének mérése feleletválasztós kérdőív segítségével történt. Minden kérdés esetében három lehetőség közül kellett választani. A 65. ábra-n jól látható, hogy a résztvevők a tér vizsgált paramétereit rendkívül alacsony mértékben ítélték meg helyesen. A leggyengébb eredmények a megvilágítással kapcsolatos kérdések között születtek. Az ablakok tájolása és a fényerősség valóban sajátos, nem gyakran használt kifejezések, ezért várható volt a gyenge eredmény. A meglepetést a megvilágítás típusa okozta. Ebben az esetben a három válasz lehetőség a következő volt: természetes, mesterséges, a kettő együtt. A helyes megoldás a harmadik megjelölés volt, amit 29% jelölt meg helyesen, míg a többség a mesterséges fény mellett döntött. Érdekes, hogy, annak ellenére, hogy az emberi élet jellemzően a természetes fény, szórt, direkt, vagy diffúz megjelenésében működik, milyen kevés jelentőséget tulajdonítottak neki a vizsgálat során. Ezzel ellentétben a mesterséges megvilágítás jellegét (kapcsolt, dimmelhető, színes) 95% százalék helyesen kapcsoltnak észlelte, viszont a kapcsolók helyét már csak 24% tudta. Nem volt olyan résztvevő, aki a tér mind a három méretét helyesen jelölte volna meg. 21 fő egyetlen jó választ sem adott, 14 fő kettőt, 24 fő pedig egyet. A szélességet 40%, a magasságot és a mélységet 20-20% tudta.

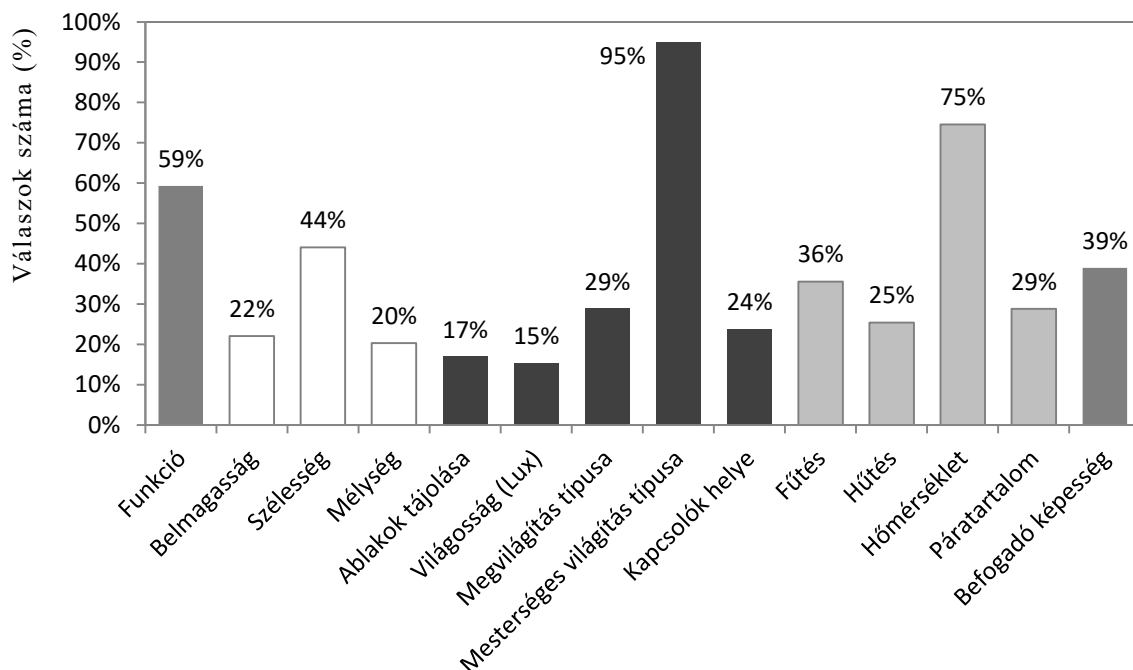


63. ábra. A pillanatnyi állapot mutatóihoz tartozó helyes válaszok középértékének és megbízhatósági intervallumának megjelenítése grafikusán



64. ábra. A pillanatnyi állapot mutatóihoz tartozó helyes válaszok középértékének és megbízhatósági intervallumának megjelenítése grafikusán

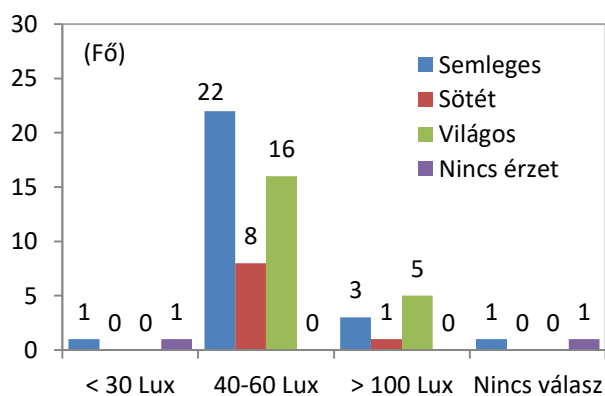
A tér befogadóképességét is csak 23 fő (39%) ítélte meg jól. Ez annak ellenre érdekes, hogy csupán az ülőhelyek hozzávetőleges számának meghatározása is elég lett volna a helyes eredmény eléréshez. Kiugróan magas volt az érték a hőmérséklet esetében, 75% adott helyes választ. A hő-állapot jelentősen befolyásolja a mindennapi komfort érzetet, éppen ezért gyakran kerül a figyelem központjába. Ennek ellenére a fűtési, hűtési és szellőzési lehetőségek típusát már viszonylag kevesen tudták csak beazonosítani, a páratartalom értékével együtt (25-36%). Szemléletes a tér funkciójának csekély 59%-os helyes megítélése, a terem neve ugyanis nagy betűkkel szerepelt a bejáratnál, Auditórium Maximum, de úgy látszik ez sokak figyelmét elkerülte. Érdekes, hogy akik 7 vagy több jó választ adtak leggyakrabban a fényerősséget, a megvilágítás típusát, a kapcsolók helyét és a fűtés/hűtés módját jelölték meg helytelenül. A kérdések között szerepeltek egyéb hatások is, úgymint zaj, rezgés és por. 43-an hallottak valamilyen zavaró zajt, 11-en éreztek rezgést, 2-en port. Határozottan állítható, hogy egyik sem volt a teremben, ennek ellenére a többség észlelt valamit. Bizonytalan, hogy az ellentmondást a kérdőív okozhatta, vagy a résztvevők szubjektív érzékenysége.



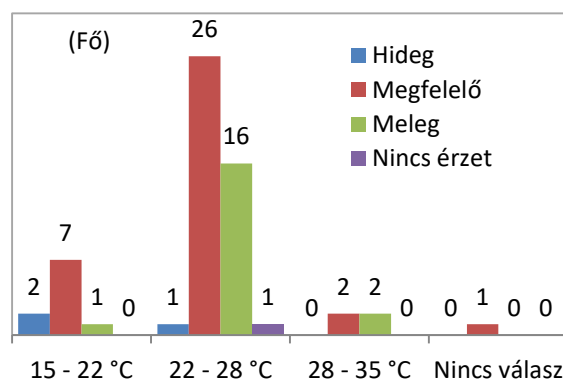
65. ábra. Tér tulajdonságai és a helyes válaszok aránya

A tér paramétereinek és a különböző érzetek közötti kapcsolat_5_009

Összehasonlításra kerültek a tér mérhető tulajdonságai és a hozzájuk tartozó érzetek. A fényerősség értékét a résztvevők többsége (46 fő) a valós értéknél (>100 Lux) alacsonyabb kategóriába sorolta (40-60 Lux), még azok is, akik érzetük szerint a világos tartományba helyezték a teret (66. ábra). A vizsgálat során a mesterséges megvilágítás dominált, de a természetes fény is szabadon érkezett a hátsó sarkok ablakain keresztül. A fényerősség mért értéke 297-325 Lux között volt. A választást segítette, hogy a feltett kérdés tartalmazta a fényerősség és fényérzet hozzávetőleges határértékeit is: „Hány Lux a világossági érték, ha ~30 Lux alatt túl kevés, ~400 Lux fölött erős a fény?” Ez a segítség azonban nem jelent meg a döntés során. A valós érték és az érzetek között bizonytalanság tapasztalható. Nem egyértelmű, hogy fogalomzavarról lehet szó, vagy inkább szubjektív eltérésekről. A hőmérséklet vizsgálatokor nem tapasztalható ilyen ellentmondás (67. ábra). A résztvevők többsége (44 fő) szinte érzettől függetlenül választotta a megfelelő hőmérsékleti értéket, ami 24,4 °C és 27,9 °C között volt. Az eredményekben fellelhetők az érzetek egyedisége miatti különbözőségeket, de úgy tűnik ennek nincs akkora hatása a tudatos észlelésre. Valószínű, hogy a hő-komfortra gyakran forduló figyelem fő oka lehetett a jó eredményeknek. A levegő nedvességtartalmát a többség (35 fő) a legalacsonyabb értéknek (~20%) jelölte (68. ábra). A mért páratartalom 57-60% volt. Ezt a résztvevők kevesebb, mint 30%-a jelölte meg helyesen (17 fő), a legtöbben azok, akik megfelelőnek ítélték a pára-komfortot. A hőmérséklet és páratartalom megítélését befolyásolja a levegő minősége és mozgása is, amit 30-an elhasználnak találták, 28-an semlegesnek, frissnek senki. Huzatot 52-en nem érzékelték, 6-an csak enyhén. Talán ezek okozhatták a bizonytalanságot.

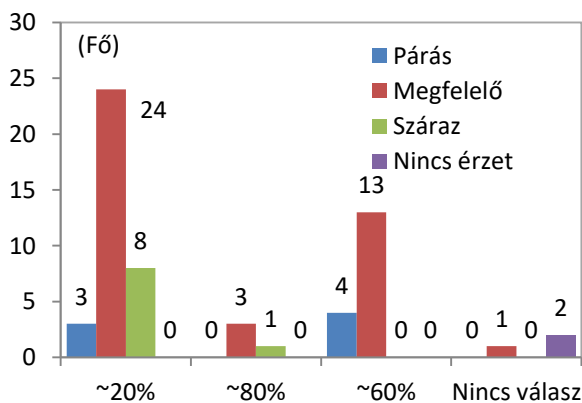


66. ábra. A fényérzet és a fényerősség

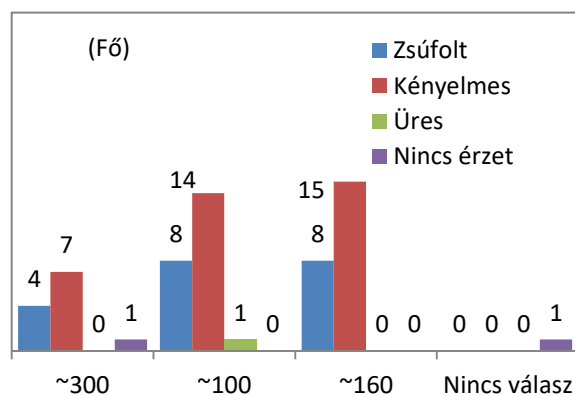


67. ábra. A hőérzet és a valós hőmérséklet

Érdekes volt, hogy a terem befogadó képességét az 59 hallgató közül a többség (46 fő) 100, illetve 160 főre becsülte, miközben a térérzetet kényelmesnek vagy zsúfoltnak találta (69. ábra). A terem befogadóképessége 153 fő volt, vagyis a résztvevők kevesebben voltak, mint a férőhelyek számának fele. Ennek ellenére inkább érezték zsúfoltnak a teret, mint üresnek. A négy vizsgált érték-érzetpár közül az érzetek ebben az esetben voltak a legkülönbözőbbek és a válaszok aránya is itt oszlott meg a legjobban. Összehasonlítottuk az értékeket a személyiségvonásokkal és azt találtuk, hogy az introvertáltak kétszer annyian találták zsúfoltnak a teret (12 fő), mint az extrovertáltak (6 fő); a két típus közel azonos számban ítélte a teret kényelmesnek (int. 18 fő; ext. 14 fő). Ugyanezt az összehasonlítást elvégeztük a boldogság szinttel is és azt találtuk, hogy a boldog résztvevők kétszer annyian találták kényelmesnek a teret (31 fő), mint zsúfoltnak (16 fő). Az optimizmus esetében típustól függetlenül (optimista, pesszimista, semleges) kicsit többen tartották a teret kényelmesnek, mint zsúfoltnak, de a különbség nem volt számottevő az egyes típusokon belül. Az észleléshez hozzá tartozik a tér érzelmi megítélése is. A teret 16-an találták szépnek, 33-an semlegesnek, 9-en nem szépnek; 7-en jól érezték magukat benne, 46-an semlegesen, 5-en rosszul. Megállapítható, hogy az előítéletek és a pillanatnyi érzelmi állapotok hatása az eredményekre jelentéktelen. Összegezve: a résztvevők a tér paramétereinek 37% észlelték helyesen, amire sem a személyiség, sem a pillanatnyi érzelmi, értelmi és fizikai állapot nem volt számot tevő hatással. A gyenge eredmények ellenére a hallgatók megfelelően és nagy biztonsággal használták a teret, kellemetlenségeiket pedig inkább saját mikro helyzetük változtatásával próbálták komfortosabbá tenni.



68. ábra. A páraérzet és a páratartalom

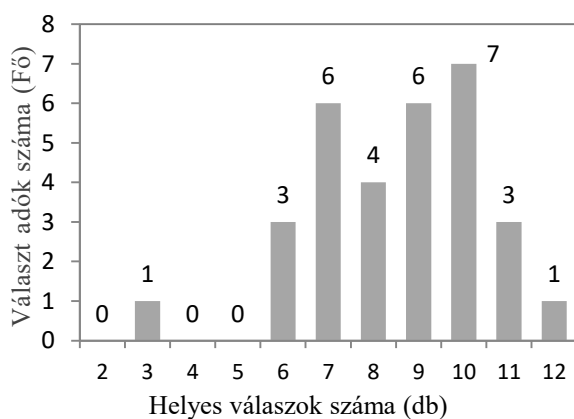


69. ábra. A térérzet és a tér kapacitása

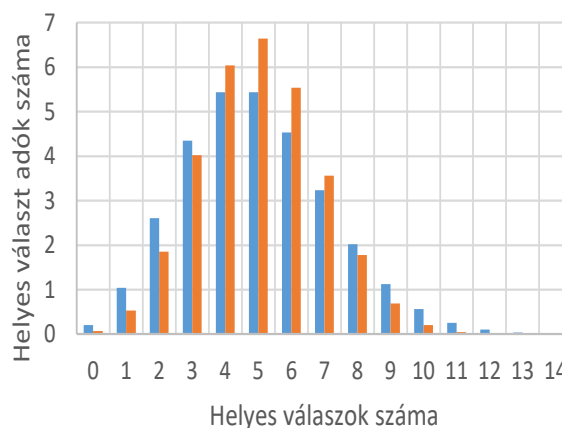
A tér tulajdonságainak rögzülése az emlékezetben_5_010

A második kérdőív a térrel kapcsolatos információk megőrzésével foglalkozott, szintén feleletválasztós teszt formájában. Az 59 hallgatóból 31-en adták le válaszaikat. Az első kérdőívhez képest jelentős javulás figyelhető meg. A résztvevők a 14 kérdésből jellemzően 7-re, 9-re és 10-re adtak helyes választ, a tér tulajdonságainak pedig megközelítően 61%-ára emlékeztek helyesen (70. ábra, 72. ábra). A helyes válaszok Poisson eloszlást követnek $\lambda=5$ paraméterrel (71. ábra).

A megőrzött emlékeket 72. ábra mutatja. Nagy biztonsággal rögzültek a következő információk: falak színe, képek száma, kommunikációs berendezés típusa, a tér funkciója (90-100%), illetve valamivel kevésbé a székek és asztalok száma (81%). Megdöbbentően kevesen emlékeztek a padló anyagának típusára, pedig a közlekedés okán és a vízszintes látómező helyzetéből kifolyólag is ez a látótér egyik központi eleme. A fa és műanyag lehetőséget egyformán 14-14 fő jelölte, 3-an tartózkodtak. Az ajtó nyitás irányában is nagy volt a bizonytalanság, igaz 65% helyesen a kifelé nyíló lehetőséget választotta, 19% a befelé nyílot, 16% pedig tartózkodott. Több kutatás számolt be hasonló jelenségről, amit legtöbbször a túl gyakran használt információval szembeni érzéketlenné válással magyarázott (észlelési küszöbérték csökkenés) [11]. Valószínűleg a fent említett két esetben is hasonló lehet a helyzet.

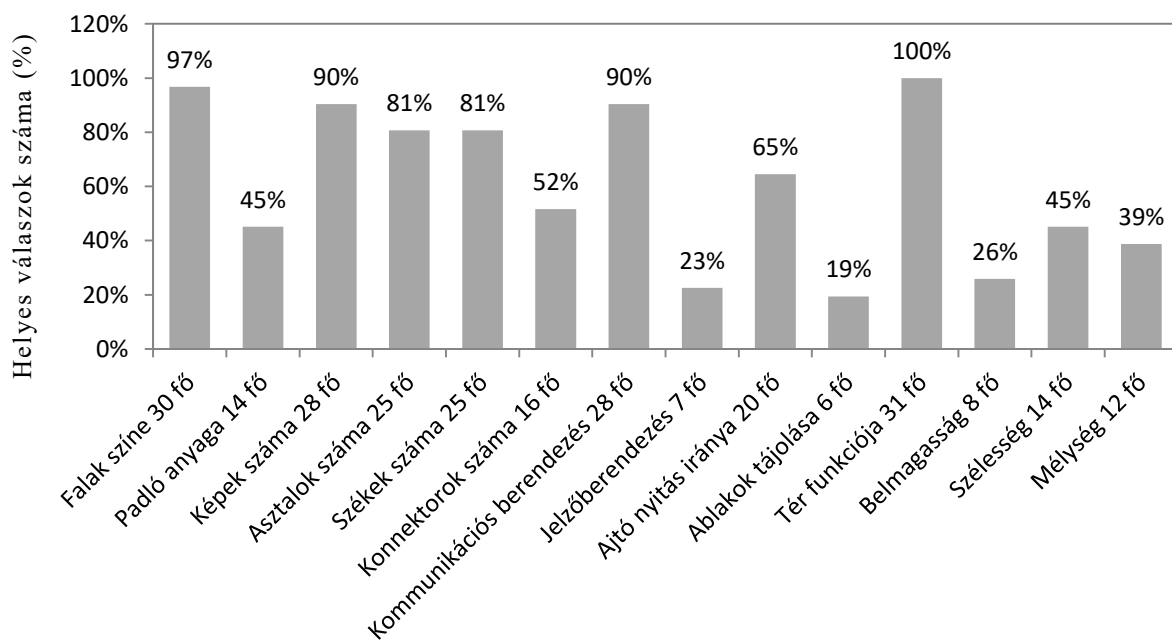


70. ábra. Helyes válaszok száma és a helyes választ adók száma közötti összefüggés emlékezőskor



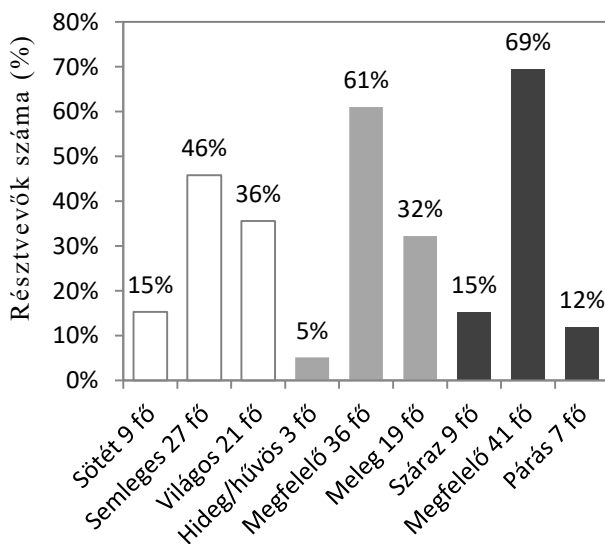
71. ábra. Helyes válaszok számának Poisson eloszlása

A biztonsági jelzőberendezésekkel kapcsolatban is gyenge eredmények születtek, olyannyira, hogy a résztvevők 77%-a a „nem tudom” lehetőséget választotta és csupán 7 fő vélekedett helyesen. Valószínűleg a fő ok a tűzbiztonsággal kapcsolatos általános tájékozatlanság. A konnektorok számára a társaság közel fele helyesen emlékezett, egyharmaduk viszont a „nem tudom” kategóriát jelölte meg. A terem funkciójából adódóan nincs szükség az óra közbeni áramhasználatra (pl.: laptop), ezért nem volt meglepő, a viszonylag alacsony érték. A terem méreteit és az ablakok tájolását illetően hasonlóan gyenge eredmények születtek, mint az első kérdőív esetében, és az arányok is közel hasonlóak maradtak. Magasság, szélesség, mélység, tájolás: I. kérdőív 22-44-20-17%; II. kérdőív 26-45-39-19%. Ebben az esetben is a válaszadók közel harmada jelölte a „nem tudom” lehetőséget az egyes kérdések esetében. A meglehetősen helytelen bemeneti paraméterek mellett várható volt, hogy az emlékezetben is a hibás paraméterek rögzülnek, mégis érdekes, hogy sem százalékában, sem arányaiban nem történt jelentős változás, vagyis az észlelés pontatlan, a rögzítés viszonylag pontos volt.

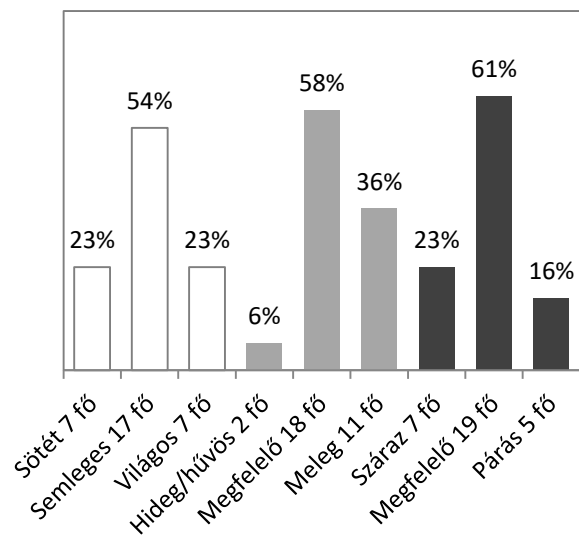


72. ábra. A tér tulajdonságainak emlékei és a helyes válaszok aránya

Az egyes érzetek, pillanatnyi benyomások torzulását az emlékezetben való rögzülés után a 73. ábra, 74. ábra mutatja be. Az első vizsgálat során a többség a következő érzetekről számolt be: fényviszony semleges, hőmérséklet és páratartalom megfelelő. A második kérdőív adatai szerint a résztvevők határozottan megőrizték az érzeteikkel kapcsolatos emlékeket. A két diagramon jól megfigyelhető a hasonló mintázat. Az eredmények azt sugallják, hogy a térben szerzett érzetek maradandóan rögzülnek az emlékezetben, legalább is bizonyos ideig. Feltételezhető, hogy hasonló a helyzet a tér összképével is. Az a hangulatmintázat, ami a térhez kötődik, sokáig megmaradhat és minden hasonló élmény vagy esemény tovább mélyíti majd, azaz tartósabban rögzül a memóriában. Ehhez a mintázathoz pedig elválaszthatatlanul hozzákapcsolódik a pozitív vagy negatív megítélés is, ami a helykedvelés és helypreferencia alapja.

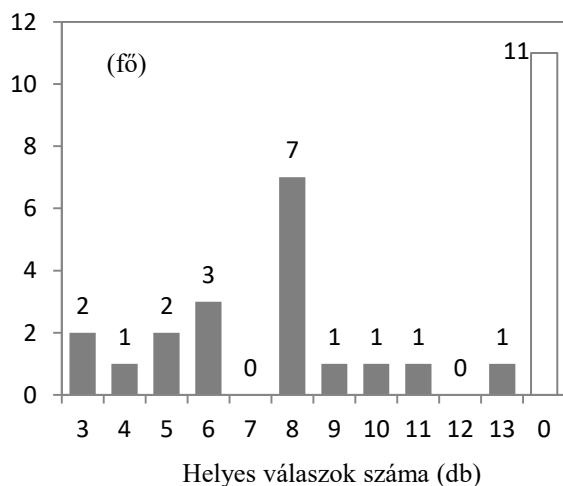


73. ábra. I. kérdőívben szereplő érzetek

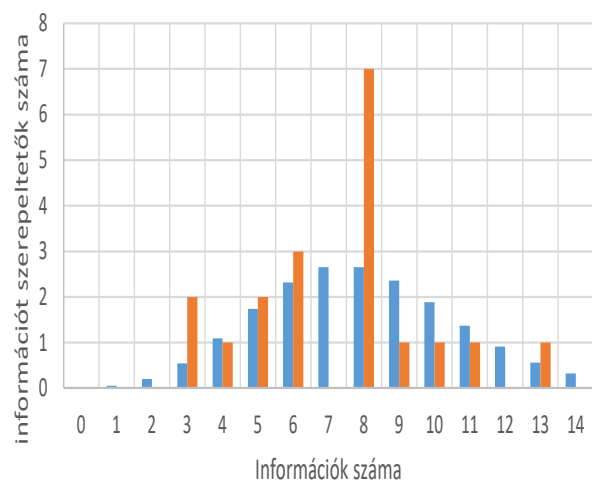


74. ábra. Emlékezés a korábbi érzetekre

A második kérdőív utolsó elemeként kognitív kollázst készítettek a hallgatók, az épület bejáratától a teremig. A térképet a 31 résztvevőből 20-an készítették el. Jellemzően 8 db információt helyeztek el rajta, ami leggyakrabban tartalmazta a bejáratot, portát, az emeletre vezető lépcsőt, a terem bejáratát, a szomszédos termeket, a liftet, mosóhelyiségeket, a szinteltérést és a közlekedés vonalát (75. ábra). 15 résztvevő munkája tökéletesen, 5-é nehezen értelmezhető volt. Az eredmények feltételezhetően összefüggésben vannak a munkamemória jellegzetesen 7 ± 2 chunk kapacitásával és rámutatnak a térészlelés lényegre törő működésére. A térképen rögzített információk száma elvileg Poisson eloszlást követ $\lambda=7$ paraméterrel. Az illeszkedés azonban gyenge, ami a válaszadók kis számára, azon belül személyiségi, pillanatnyi és érzelmi állapotukra vonatkozó jellemzőik nem véletlenszerű megoszlására vezethető vissza (76. ábra).



75. ábra. A kognitív kollázson szereplő információk mennyisége



76. ábra. Kognitív kollázson szereplő információk Poisson eloszlása

Eredmények alkalmazása a térstruktúra fejlesztésében_5_011

Az empirikus kutatásból egyértelműen kirajzolódik, hogy a környezet – ember közötti kölcsönhatás jelentős része az észlelés nem tudatos részében történik, amire komoly hatással vannak a kognitív sémahálózatban őrzött korábbi emlékek, és kevésbé a különböző személyiségvonások, pillanatnyi állapotok és helyzetek, illetve ezek feltehetően inkább csak szélsőséges esetekben (pl.: depresszió, kóros fáradtság, túlzott igénybevételek). Az emlékek vizsgálatakor az is kiderült, hogy a pillanatnyi észlelés során a rengeteg emlékezetbe került adat közül 5-9 megítélése volt helyes, illetve a megtapasztalt érzetek gyakorlatilag változatlanul őrződtek meg - valameddig (ld. 73. ábra, 74. ábra, 76. ábra). A kérdőívekből az is láthatóvá vált, hogy az első éves hallgatók esetében a funkció és hőkomfort megítélésének, valamint a színeknek és a berendezésnek van a legerősebb figyelemirányító hatása (17. Táblázat). Ezek megfogalmazása fokozott figyelmet kapott a térstruktúra fejlesztésekor. Viszont a figyelem látómezején kívül eső, „nem tudatos észlelés” élményei, mint a méretek, tájolás, megvilágítás, gépészet, páratartalom, anyagok, a biztonsággal kapcsolatos kérdések és a befogadó képesség egzakt értékei, vagyis mindazok, amik a vizsgálat során meglehetősen gyenge értékeket mutattak gyakran nagyobb hangsúllyal, de „láthatatlanul” szerepelnek a teljes használati élményben. Mindaddig, amíg ezek szubjektíve megfelelően működnek a figyelem számára érdektelenek maradnak. Az ingerküszöbököt átlépve viszont diszkomfort érzetet okoznak, ezért a térhasználó ösztönösen változtatni akar majd rajtuk és keresni fogja a kontrollálás lehetőségét.

17. Táblázat. Összesítő táblázat a hallgatók térismeretéről

Ember és tér közötti interakció	Helyes válaszok száma (%)			
	0-25	25-50	50-75	75-100
Személyiség és pillanatnyi állapot		35-40		
Kinesztetikai paraméterek: méretek, befogadó képesség	20-45			
Vizuális paraméterek: fény, tájolás, megvilágítás	15-30			
Haptikus paraméterek: hő és pára állapotok	30 pára			75 hő
Kognitív paraméterek: gépészet, biztonság, funkció	25-40		60 fu.	
Érzelmi paraméter: ítéletalkotás	8 negatív – 78 semleges – 12 pozitív			
Visszaemlékezés			60	
Kinesztetikai paraméterek: méretek, térelem-mennyiség	25-45			
Vizuális paraméterek: térelem-mennyiség, színek, tájolás	20 tájolás			80-95
Haptikus paraméterek: anyagok	45			
Kognitív paraméterek: biztonság, kommunikáció, funkció		25-65 bizt.		90-100
Érzelmi paraméter: ítéletalkotás	hangulatmintázat feltehetően megőrződik			

A térészlelés töredékessége és esetlegessége a térstruktúra esetében is várható jelenség marad. Az épület rendeltetése szokatlan. A nyitott kerti pavilon, a fedett-nyitott „tornác” és a zárt, télen is használható fűthető téregységek kombinációjából épül fel. Várható, hogy kezdetben bizonytalanságot okoz majd a funkció értelmezése, illetve a rendeltetés és a célközönség közötti viszony kialakulása. A legelemibb kérdések jelenhetnek meg: mi ez a képződmény, mire használható, kik mehetnek be, mik a szabályok, stb.? A felfedezést és megértést igyekszik támogatni az épület könnyen átlátható, de változtatható térrendszere, a zárt és nyitott terek ritmusa, illetve a különböző burkolati megjelenések, amik feliratokkal, grafikai elemekkel is kiegészülnek (C Melléklet_Látványok).

A belső helységek kialakítása az egyszerűsége és a vertikális térbeli játékra törekedett, ami egyben a szabad térmozgások, helyváltoztatások üzenetét is hordozza.

A használat egyik érzékeny elemét a zárt egységek befogadóképessége (illetve ennek megítélése) jelenti, éppen ezért fontos a légállapotok automata felügyelete mellett a nyitható ablakok alkalmazása is. A kettős rendszer személyre szabható belső légállapot biztosítására is alkalmas.

Az anyaghasználat finoman igazodik a hely identitásához: fa tartóváz és burkolatok, valamint természetes alapú anyagok a természetközelség érzetét keltik. A külső és belső felületek színes esztétikája a vizuális hangsúlyokra és a játékosság hangulatára, míg a belső szerkezeti elemek a komfort és az energiahatékonyság elvárásainak megfelelésére törekedett.

A farács-tartószerkezet és a kis egységekre bontott hőszigetelő táblák, valamint a „lágý” szigetelőpaplan a gyártási, szállítási, építési, hulladékkezelési feladatok egyszerűsítésére is kísérletet tett. A doktori kutatómunka mindvégig az anyag, energia, idő és a humán együttműködés optimalizálását és harmóniáját tartotta szem előtt.

A térstruktúra fejlesztése idáig ért el...

Összefoglalás_6_001

A doktori kutatás egy mikro-térrendszer tervezését mutatta be, a Soproni Egyetem Botanikus Kertjében, azon belül a Selmeci-sétány Lakó István Parknak nevezett területen. A kezdeti hívószavak a „teljes megismerés élménye”, a „design for all”, az „egészséges épület”, és a „ökologikus építés” voltak. Alapgondolataik – fizikai-, kognitív- és érzelmi interfészek, valamint kinesztetikus-, vizuális-, auditorikus- és haptikus felületek – mentén megtörtént a térstruktúra tervezése, ezt követően pedig az anyagtani és téralakítási fejlesztése. Az épület formavilága a játékosságra és dinamikára, tartószerkezeti rendszere az egyszerűsége és a könnyű szerelhetőségre törekedett.

A kutatás során lehetőség volt olyan természetes anyagokkal dolgozni, mint a fa, a nád és a kókusz, amik nemcsak ősidők óta részei az emberi építési folyamatoknak, hanem a fenntartható fejlődésnek is komoly szereplőivé válhatnak. Napjainkban a nádasok helyzete lokális és globális méretekben is veszélyeztetettek, míg a kókuszfogyasztás folyamatos emelkedése miatt a járulékosan jelentkező kókuszszálak óriási mennyisége világméretű problémát okoznak. Érdekes volt a túlélésért küzdő és a túltermesztés miatt megnövekedett mennyiséggel küzdő alapanyagok kombinálása és ezzel két globális válság kezelésének lehetősége. A két alapanyag kiváló anyagtani tulajdonságai (hőszabályozás, szilárdság, ellenálló képesség, tartósság) tovább erősítették a kutatás irányának helyességét, az elkészített nád-kókusz kompozit panelek fizikai-, mechanikai- és hőtechnikai eredményei pedig egyértelműen igazolták a kezdeti elképzeléseket. Ugyanakkor sok vizsgálatra van még szükség ahhoz, hogy a nád-kókusz keverékből gyártható, forgalomképes termék válhasson.

Az alapanyagok tanulmányozása közben több felhasználási lehetőség is megfogalmazódott. A kókuszszálak ellenálló szerkezete az additív felhasználás lehetősége felé mutatnak, míg a nád túlélési mechanizmusainak adaptálása az építőanyagok mikro-szerkezetét és felületi viselkedését inspirálhatja. Összességében megállapítható, hogy a nád-kókusz kompozit alkalmas lehet egészséges belső környezet megteremtésére, alacsony termesztési és feldolgozási energiaigénye pedig, még a szállítás negatív hatását is figyelembe véve, ökológikus építőanyaggá nemesítheti.

Az emberi és környezet közötti kölcsönhatások mélyreható megismerése két kérdőív kidolgozását inspirálta. A tér és használók pillanatnyi, illetve a közelmúlt téremlékeinek kölcsönhatását feleletválasztós tesztek mérték, ahol érdekes összefüggések mutatkoztak meg. Egy tér pillanatnyi használatát jobban befolyásolják a múlt tapasztalati és a jövő elképzelései, mint a pillanat hatásai vagy a személyiség, ahol a helyes válaszok aránya 37% volt. Ezt megerősíti, hogy az emlékezetbe került információk közel 60%-os helyességet mutattak, illetve, hogy az érzetek megőrzése torzulásmentes maradt. A résztvevők elsősorban a hő- és fényviszonyokat, a térelemek rendszerét, illetve a színeket részesítették előnyben, míg a „láthatatlan” térhatások jelenléte ingerküszöb alatt maradt. Noha a kérdőívek alkalmasnak mutatkoznak az ember-tér közötti interakciók tanulmányozására, de további pontosításra van szükség a megfogalmazás egyértelműségében illetve a technikai megvalósításban. Az elgondolás ugyanakkor több vizsgálat elkészítésére is motivál, pl.: szélsőséges érzelmi állapotok, különböző korosztályok és szakmák tanulmányozása, iskolázottsági szint hatása a térészlelésre, különböző térhelyzetek összehasonlító tanulmányozása, illetve merre mutathatnak a fejlődés irányai stb.

A térstruktúra érzékenyen reagál a felhasználói igényekre. Mind a külső formaképzés, mind a belső téralakítás, mind az anyag- és szerkezet használat, illetve az infrastruktúra az olvashatóság, az összetettség és a komplexitás harmóniájára törekedett. Izgalmas lett volna, ha tervezett elgondolások a megépült épületen is vizsgálhatók lettek volna, de sajnos a megvalósításra már nem maradt lehetőség. Szintén kimaradt az épület automatizálásának leprogramozása, ami a kutatás egyik kezdeti gondolata volt és ahol az érzékelők segítségével mérhető lett volna az épületfizikai működés és az emberi mozgás, térhasználat. Nagy fájdalom, hogy idáig már nem jutott el a fejlesztés.

Mégis az elkészített kutatások eredményeit figyelembe véve kijelenthető, hogy a tervezett térstruktúra megfelelhet a kezdetben megfogalmazott elvárásoknak, a fejlesztés folytatásával és az épület megvalósításával pedig méltó eleme lenne a Soproni Egyetem Kertjének, a Selmecsi hagyományoknak és a folyamatosan változó térhasználóknak.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni:

Konzulenseim munkáját:	Horváth Péter Györgynek és Alpár Tibornak.	
Doktorandusz társaim segítségét:	K. M. Faridul Hasannak	a kompozit táblák elkészítését, illetve a receptúra és a vizsgálatok meghatározásában, és az angol nyelvben nyújtott segítségét.
	Le Duong Hung Ahnnak	a hővezetési értékek mérését.
	Horváth Kundnak	a statisztikai segítséget.
Egyetem tanárainak és munkatársainak iránymutatását:	Kováts Zsoltnak	a statisztikai és épületfizikai segítséget.
	Markó Balázsnak	a formai véleményalkotást.
	Kósa Balázsnak	a publikálási lehetőségeket.
	Péterfalvi Ágnesnek	a növényállomány ismertetését.
	Brolly Gábornak	a növényállomány felmérést.
	Molnár Lászlónak	a publikálási lehetőségeket.
	Bejó Lászlónak	a konzultációt.
	Bak Miklósnak	az elektromikroszkópos felvételek elkészítését.
	Kóczán Zsófiának	az FTIR, a TGA és DTG vizsgálatok elkészítését (az utóbbi kettő már túlmutatott a dolgozat keretien, de a publikációkba bekerültek).
	Kun Gábornak	a fizikai és mechanikai tulajdonságok méréseit.
Tolvaj Verának	a technikai segítségeket.	

Családom a tapintatát és biztatásukat.

A Soproni Egyetem támogatását.

Tézisek

A kutatások alapján a következő építészeti- és tudományos megállapítások tehetők:

1. Tézis_helyszín és rendeltetés: a Soproni Egyetem Botanikus Kertjéből hiányoznak az egész évben használható közösségi mikroterek és a mindenki számára kényelmes fizikai kapcsolatok az oktatási épületek és a kollégiumok között. A helyszín új térszerkezete egyértelműen javíthatná a Gyűjteményes Kert közösségi használhatóságát [P4].
2. Tézis_használhatóság és formaalkotás: Az emberi használat optimalizálása („design for all”) a fizikai interfészek: kinezetikus-, vizuális-, auditorikus-, és haptikus felületek, illetve a kognitív- és érzelmi interfészek mentén történt. Megállapítható, hogy a tervezett térstruktúra valamennyi érintkezési felületen optimálisan lefedi az egész éves használati igényt [P1-P5].
3. Tézis_anyag és szerkezet: Az egészséges belső állapotok létrehozása érdekében, valamint a környezettudatos és ökológikus építés jegyében természetes alapanyagú hőszigetelés alkalmazhatósága került megvizsgálásra. A – nád-kókusz-cement és nád-kókusz-methyléndifenil-diizocianát panelek előkezelés nélkül, félszáraz/hőpréses eljárással készültek. A vizsgálatok eredményei egyértelműen megerősítik a nád-kókusz-kompozitok fenntartható hőszigetelő-anyagként való alkalmazhatóságának lehetőségét 0,08-0,15 W/mK hővezetési ellenállással [P6-P13].
4. Tézis_térhasználat és jelentéstartalom: A térstruktúra fejlesztése a kognitív és érzelmi interfészek felületein, a „teljes megismerés élmény” elősegítésének szándékával folytatódott kérdőíves kutatás segítségével. Az eredmények megvilágították, hogy a felhasználók a tér paramétereinek 37%-t észlelik és 60%-át idézik fel helyesen, a térélmény pedig stabilan rögzül. A kérdőívekből kirajzolódott, hogy térhasználat során a funkció, a hőmérséklet, a színek és a térelemek szerepe jelentős, a kontrollhatóság hiánya pedig egyértelműen a komfortérzet csökkenését jelenti. Megállapítható, hogy a tervezett térstruktúra kialakításával és infrastruktúrájával megfelelően a válaszol ezekre az elvárásokra, megvalósítása pedig egyértelműen javítaná a Soproni Egyetem és a Botanikus Kert közösségi térhasználatát és komfortos működését [P1-P5].

Publikációk

Cím – szerző – folyóirat

P1 – Térjátékok – Játék a térben és időben

Mucsi Zsuzsanna – Molnár László

KGy Neveléstudományi Konferencia, Évf. 20 Szám 3-4, 2022: Képzés és Gyakorlat, 36-42.

<https://doi.org/10.17165/tp.2022.3-4.36-42>

P2 – A térészlelés és térhasználat kognitív működése

Mucsi Zsuzsanna – Horváth Péter György

In: Márfa, Molnár László; Pásztory, Zoltán (szerk.) Az alkalmazott művészet létmódjai és a kreatív ipar kihívásai napjainkban: Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar tudományos kiadványa, Sopron, Magyarország: Soproni Egyetem Kiadó (2023) 348 p. pp. 145-151., 8 p.

https://doi.org/10.35511/978-963-334-453-8.Mucsi_Zs-Horvath_P

P3 – A környezet és ember közötti interakció összefüggéseinek vizsgálata

Mucsi Zsuzsanna – Horváth Péter György

In: Molnár, Dániel; Molnár, Dóra (szerk.) Tavaszi Szél 2024 / Spring Wind 2024.

Tanulmánykötet II. Budapest, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) (2024) pp. 55-68., 14 p.

<https://dosz.hu/fil/a5ea64c3e36cad90f2465f4f00dd651abf367ec885d7cf22c16ed8ebc6109b0d>

P4 – Mikrotér mozgásban: Adaptív építészet a Soproni Egyetem Botanikus Kertjében

Mucsi Zsuzsanna

Tervlap – <https://tervlap.hu/cikk-nezet/mikroter-mozgasban-adaptiv-epiteszet-a-soproni-egyetem-botanikus-kertjeben> (megjelenés: 2025.09.25)

P5 – Épített tér – alkalmazkodás és tér-tárgy összefüggés óvodai környezetben

Mucsi Zsuzsanna – Molnár László

KÉPZÉS ÉS GYAKORLAT: TRAINING AND PRACTICE 20:3-4 pp. 36-42., 7 p.(2022)

Pedagógiai Tudományos Bizottság II. FTO PedTB [1901-]

P6 – Ellenállásra tervezve, Kókusz az építőiparban?

Magyar Építéstechnika 2022/3-4., 26-27 o. – Mucsi Zsuzsanna

P7 – Egységben az erő (Nád)

Magyar Építéstechnika 2022/8-9., 48-49 o. – Mucsi Zsuzsanna

P8 – Kössük össze! Ívelt és bordás merevítésű héjak és kötött kábelháló erősítésű zsaluzat felhasználási lehetőségei

Magyar Építéstechnika 2022/6-7. – Mucsi Zsuzsanna

Cím – szerző – folyóirat

P9 – Semi-dry technology mediated coconut fibre and energy reed straw reinforced cementitious Insulation panels

Faridul Hasan – Miklós Bak – Zsófia Kóczán – Zsuzsanna Mucsi – Péter György Horváth – Tibor Alpár

Journal of Building Engineering, Volume 57, 1 October 2022, 104825

<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104825>

P10 – Fabrication and characterization of lignocellulosic coconut and energy reed straw-reinforced methylene diphenyl diisocyanate-bonded sustainable insulation panels

Faridul Hasan – Miklós Bak – Le Duong Hung Anh – Zsófia Kóczán – László Bejő – Zsuzsanna Mucsi – Péter György Horváth – Tibor Alpár

Construction and Building Materials, Volume 414, 2 February 2024, 134992

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.134992>

P 11 – Methylene Diphenyl Diisocyanate and Cement-Bonded Insulation Panels Reinforced With Coconut Fiber And Energy Reed Straw Mediated By Semi-Dry Technology

Faridul Hasan – Le Duong Hung Anh – Zsuzsanna Mucsi – Péter György Horváth – Tibor Alpár

Molnár, Dániel; Molnár, Dóra (szerk.) Tavaszi Szél 2022 / Spring Wind 2022.

Tanulmánykötet II. Budapest, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége

Conference: XXV. SPRING WIND CONFERENCEA: Pécs, Hungary

<https://dosz.hu/fil/13de2f285938c0288c59ef46f14b6e4da7682572f00faf0a96ee7de7766229ab>

P12 – Energy reed fiber reinforce thermosetting polymeric biocomposite

Faridul Hasan – Zsuzsanna Mucsi – Péter György Horváth – Tibor Alpár

Molnár, Dániel; Molnár, Dóra (szerk.) Tavaszi Szél 2021 / Spring Wind 2021.

Tanulmánykötet I. Budapest, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) (2021) 813 p. pp. 551-555., 5 p.

Conference: 10th INTERDISCIPLINARY DOCTORAL CONFERENCE 2021At: Pécs

<https://dosz.hu/fil/6a891de174fbedb6d91acc40ced663638c13d6010b5aa030d21e13131d1260>

P13 – Rice straw and energy reed fibres reinforced phenol formaldehyde resin polymeric biocomposites

Faridul Hasan – Le Duong Hung Anh – Bak Miklós – Zsuzsanna Mucsi – Péter György Horváth – Tibor Alpár

Cellulose, August 2021, 28(12)

<https://doi.org/10.1007/s10570-021-04029-9>

Irodalom és képjegyzék

1. P. Frigyes P. Jolán, A szép emberi környezet. 1976: Gondolat.
2. J. Finta, Tervek, gondok, gondolatok: mai építészetünk. 1979: Műszaki Könyvkiadó.
3. B. Kósa B. Markó, Tér (más) kép (pen)-adalékok a kortárs építészeti ábrázolás eszköztárának áttekintéséhez, (2023).
4. A. Dúll, A környezetpszichológia alapkérdései - Helyek, tárgyak, viselkedés. First ed. ed. 2010, Budapest: L'Harmattan Kiadó.
5. L. Bánhidi L. Kajtár, Válogatott fejezetek a komfortelmélet témaköréből. First ed. ed. 2017, Budapest: Akadémiai Kiadó.
6. G. Becker G. Kaucsek, Termékergonómia és termékpszichológia. First ed. ed. 1998, Budapest: Tölgyfa Kiadó.
7. P. M. Bluysen, The indoor environment handbook: How to make buildings healthy and comfortable. First ed. ed. 2014, London, New York: Routledge.
8. P. M. Bluysen, M. A. Oostra, D. Meertins. Understanding the indoor environment: How to assess and improve indoor environmental quality of people. in Proceedings of the CLIMA. 2013. Delft: Citeseer.
9. P. O. Fanger, Thermal Comfort: Analysis and Applications in environmental Engineering. First ed. ed. 1970, USA: Danish Technical Press.
10. Z. Gereben, Épületfizika gyakorló építészek számára. First ed. ed. 1981, Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
11. K. Hercegfí L. Izsó, Ergonómia. 2008, Budapest: Típotex Kiadó.
12. S. Balasubramanian, C. Irulappan, J. L. Kitchley, Aesthetics of urban commercial streets from the perspective of cognitive memory and user behavior in urban environments, Front. Archit. Res. **11** (2022) 949-962. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2022.03.003>.
13. C. Blakemore, The baffled brain, in: R.L. Gregory, E.H. Gombrich (Eds.), Illusion in nature and art, Duckworth, London, 1973, pp. 8-47.
14. M. Losada E. Heaphy, The role of positivity and connectivity in the performance of business teams: A nonlinear dynamics model, Am. Behav. Sci. **47** (2004) 740-765. <https://doi.org/10.1177/0002764203260208>.
15. K. Lynch, The image of the city. Twentieth ed. ed. Vol. 11. 1960, USA: Massachusetts Institute of Technology. 1-13.
16. K. Lynch, The Image of the Environment, in: K. Lynch (Eds.), The Image of the City, Massachusetts Institute of Technology, USA, 1960, pp. 50.
17. S. Lyubomirsky, 11 hedonic adaptation to positive and negative experiences. First ed. ed. 2010, New York: Oxford University Press.
18. E. C. Tolman, Cognitive maps in rats and men, Psychol. Rev. **55** (1948) 189. <https://doi.org/10.1037/h0061626>.
19. G. Fischl A. Pandula, Akadálymentes építészet-Akadálymentesítés és adaptáció. 2000, Budapest: Ybl Miklós Polytechnic.
20. P. G. Horváth, Épített és bútorozott környezet ergonómiájának elemzése, ergonómia gyakorlati alkalmazása. 2010, University of Sopron: Sopron.
21. K. C. Parsons, Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models, Applied ergonomics **31** (2000) 581-594.
22. S. Pheasant, Bodyspace Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work. Second ed. ed. Vol. 177. 2003, London: Taylor & Francis.
23. L. Corbusier, Modulor and Modulor 2. Vol. 1. 2000, Basel, Switzerland: Birkhäuser. 579.

24. P. Zumthor, *Thinking architecture*. 1988, Basel, Switzerland: Birkhauser.
25. P. Zumthor, *Atmospheres: Architectural environments. surrounding objects*, in: (Eds.), *Atmospheres*, Birkhäuser 2006.
26. J. Nemes Nagy, *A tér a társadalomkutatásban*. 1998, Budapest: Hilscher Rezső Szociálpolitikai Egyesület.
27. E. T. Hall, *The hidden dimension*. 1966, New York: Anchor Books Doubleday
28. V. Csépe, M. Győri, A. Ragó, *Általános pszichológia: Észlelés és figyelem*. First ed. ed. Vol. 1. 2007, Budapest: Osiris Kiadó Kft.
29. H. Østby Y. Østby, *Diving for seahorses: The science and secrets of memory*. First ed. ed. 2020, USA: NewSouth.
30. E. T. Hall Jr G. L. Trager, *The Analysis of Culture*. 1953, Washington: American Council of Learned Societies.
31. W. H. Ittelson, *Environment and cognition*. 1973, United Kingdom: Seminar Press.
32. W. H. Ittelson, et al., *An introduction to environmental psychology*. 1974, New York: Holt, Rinehart & Winston.
33. H. M. Proshansky, W. H. Ittelson, L. G. Rivlin, *Environmental psychology: Man and his physical setting*. 1970, New York: Holt, Rinehart and Winston.
34. S. Augustin, N. Frankel, C. Coleman, *Place advantage: Applied psychology for interior architecture*. 2009, New Jersey USA: John Wiley & Sons. 314.
35. R. J. Johnston, *On human geography*. 1986, Oxford: Basil Blackwell.
36. D. A. Norman, *Design for a better world: Meaningful, sustainable, humanity centered*. 2023, USA: MIT Press.
37. J. Piaget, *Child's Conception of Space: Selected Works vol 4*. First ed. ed. Vol. 4. 1998, London: Routledge.
38. B. Inhelder J. Piaget, *The growth of logical thinking from childhood to adolescence: An essay on the construction of formal operational structures*. Vol. 22. 1958, London: Routledge.
39. N. Newcombe J. Huttenlocher, *Children's early ability to solve perspective-taking problems*, *Dev. Psychol.* **28** (1992) 635. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.28.4.635>.
40. K. Hercegfı L. Izsó, *Ergonómia*. 2007, Budapest: Typotex Kiadó.
41. B. L. Fredrickson M. A. Cohn, *Positive emotions*, in: M. Lewis, J.M. Haviland-Jones, L.F. Barrett (Eds.), *Handbook of Emotions*, The Guilford Press, London, 2008, pp. 777-796.
42. H. Gray, *Anatomy of the human body*. Twentieth ed. ed. 1918, New York: Lea & Febiger.
43. E. Neufert, *Architect's Data*. Sixth ed. ed. 2023, Oxford: Blackwell Publ.
44. K. H. Murrell, *The Human Body III. Body Size. Limits of Movements and Functioning of Limbs*, in: K.H. Murrell (Eds.), *Ergonomics: Man in His Working Environment*, Springer Science & Business Media, Dordrecht, 2012, pp. 36-70.
45. M. M. Degen G. Rose, *The sensory experiencing of urban design: The role of walking and perceptual memory*, *Urban Stud.* **49** (2012) 3271-3287. <http://doi.org/10.1177/0042098012440463>.
46. R. Kitchin S. Freundschuh, *Cognitive mapping: Past, present, and future*. First ed. ed. 2000, London: Routledge.
47. T. Gärling, *Human information processing in sequential spatial choice*, in: R.G. Golledge (Eds.), *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*, The Jones Hopkins University of Press, Baltimore, 1999, pp. 81-98.

48. T. Gärling G. W. Evans, *Environment, cognition, and action: An integrated approach*. 1991: Oxford University Press, USA.
49. G. Fischl A. Pandula, *Akadálymentes építészet*. 2002, Budapest: Ybl Miklós Polytechnic.
50. C. M. Schneck, Visual perception, in: C.S. O'Brien (Eds.), *Occupational Therapy for Children*, Mosby Inc., USA, 2013, pp. 373-403.
51. M. P. White, et al., Spending at least 120 minutes a week in nature is associated with good health and wellbeing, *Scientific reports* **9** (2019) 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44097-3>.
52. J. Porter, et al., Mechanisms of scent-tracking in humans, *Nature neuroscience* **10** (2007) 27-29. <https://doi.org/10.1038/nn1819>.
53. M. A. Allen G. J. Fischer, Ambient temperature effects on paired associate learning, *Ergonomics* **21** (1978) 95-101. <https://doi.org/10.1080/00140137808931700>.
54. A. J. Bremner, N. P. Holmes, C. Spence, The development of multisensory representations of the body and of the space around the body, in: A.J. Bremner, D.J. Lewkowicz, C. Spence (Eds.), *Multisensory Development*, Oxford 2012, pp. 113-136.
55. A. J. Bremner, D. J. Lewkowicz, C. Spence, *Multisensory development*. First ed. ed. 2012, United Kingdom: Oxford University Press.
56. K. H. Murrell, *Ergonomics: Man in his working environment*. First ed. ed. 2012, Dordrecht: Springer Science & Business Media.
57. P. Šujanová, et al., A healthy, energy-efficient and comfortable indoor environment, a review, *Energies* **12** (2019) 1414. <https://doi.org/10.3390/en12081414>.
58. L. Viktória, A nád (*Phragmites australis*) genetikai diverzitásának vizsgálata pcr-rapid technikával).
59. F. Asdrubali. Survey on the acoustical properties of new sustainable materials for noise control. in *Proceedings of Euronoise*. 2006. European Acoustics Association Tampere.
60. S.-V. Georgescu, et al., Experimental thermal characterization of timber frame exterior wall using reed straws as heat insulation materials, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* **138** (2019) 2505-2513.
61. A. Wohler-Geske, et al., Provenances and properties of thatching reed (*Phragmites australis*)/Provenienzen und eigenschaften des dachdeckmaterials reet (*Phragmites australis*), *Landbauforschung* **66** (2016) 1-11.
62. E. Magoss, A. Vityi, Z. Richter, Közönséges nád (*Phragmites australis*) pelletálási technológiájának vizsgálata–I. rész: Az alapanyag tulajdonságai, *Faipar* **63** (2015) 21-26.
63. H. Gao, et al., Biomimetic metal surfaces inspired by lotus and reed leaves for manipulation of microdroplets or fluids, *Applied Surface Science* **519** (2020) 146052.
64. K. Fabbri, L. Tronchin, F. Barbieri, Coconut fibre insulators: the hygrothermal behaviour in the case of green roofs, *Construction and Building Materials* **266** (2021) 121026.
65. K. F. Hasan, et al., Semi-dry technology-mediated coir fiber and Scots pine particle-reinforced sustainable cementitious composite panels, *Constr. Build. Mater.* **305** (2021) 124816. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124816>.
66. J. E. Van Dam, et al., Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk: Part 1: Lignin as intrinsic thermosetting binder resin, *Industrial Crops and products* **19** (2004) 207-216.

67. M. Ali, Coconut fibre: A versatile material and its applications in engineering, *J. Civ. Eng.* **2** (2011) 189-197. <https://doi.org/10.5897/JCECT.9000009>.
68. Z. Li, L. Wang, X. Wang, Flexural characteristics of coir fiber reinforced cementitious composites, *Fibers and Polymers* **7** (2006) 286-294.
69. P. Cao, X. Guo, R. Li, Architectural (decorative) natural fiber composites for construction, in: M. Fan, F. Fu (Eds.), *Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction*, Elsevier, Duxford, United Kingdom, 2017, pp. 425-445.
70. H. Dahy, Biocomposite materials based on annual natural fibres and biopolymers – Design, fabrication and customized applications in architecture, *Constr. Build. Mater.* **147** (2017) 212-220. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.079>.
71. M. Fan, Future scope and intelligence of natural fibre based construction composites, in: M. Fan, F. Fu (Eds.), *Advanced high strength natural fibre composites in construction*, Elsevier, London, United Kingdom, 2017, pp. 545-556.
72. N. Saba, et al., Green biocomposites for structural applications, in: M. Jawaid, M.S. Salit, O.Y. Allothman (Eds.), *Green Biocomposites*, Springer, Cham, 2017, pp. 1-27.
73. A. Mohanty, M. a. Misra, G. Hinrichsen, Biofibres, biodegradable polymers and biocomposites: An overview, *Macromolecular materials and Engineering* **276** (2000) 1-24.
74. S. Mahmud, et al., Comprehensive review on plant fiber-reinforced polymeric biocomposites, *J. Mater. Sci.* **56** (2021) 7231–7264. <https://doi.org/10.1007/s10853-021-05774-9>.
75. A. Merzoug, et al., Quasi-static and dynamic mechanical thermal performance of date palm/glass fiber hybrid composites, *J. Ind. Text.* (2020) 1528083720958036.
76. M. Yildirim, et al., Development and characterization of hybrid composites from sustainable green materials, *Green Mater.* **9** (2020) 182-191.
77. J. Damfeu, P. Meukam, Y. Jannot, Modeling and measuring of the thermal properties of insulating vegetable fibers by the asymmetrical hot plate method and the radial flux method: Kapok, coconut, groundnut shell fiber and rattan, *Thermochimica Acta* **630** (2016) 64-77.
78. M. Dovjak, et al. Environmental impact of thermal insulations: How do natural insulation products differ from synthetic ones? in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2017. IOP Publishing.
79. K. F. Hasan, P. G. Horváth, T. Alpár, Nanotechnology for waste wood recycling, in: (Eds.), *Nanotechnology in Paper and Wood Engineering*, Woodhead Publ., Duxford, United Kingdom, 2022, pp. 61-80.
80. L. A. Tibor, G. H. Péter, K. M. F. Hasan, Introduction to biomass and biocomposites, in: (Eds.), *Toward the value-added biocomposites: technology, innovation and opportunity*, CRC Press, Boca Raton, USA, 2021.
81. R. Pal, P. Goyal, S. Sehgal, Thermal Performance of Natural Insulation Materials for Energy Efficient Buildings, in: (Eds.), *Artificial Intelligence, Machine Learning, and Data Science Technologies*, CRC Press 2021, pp. 173-192.
82. L. Aggarwal, et al., Cement-bonded composite boards with arhar stalks, *Cem Concr Compos* **30** (2008) 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2007.07.004>.
83. E. Avci, et al., Manufacturing biocomposites using black pine bark and oak bark, *BioResources* **13** (2018) 15-26.
84. T. Hamouda, et al., Evaluation of mechanical and physical properties of hybrid composites from food packaging and textiles wastes, *J Polym Environ* **27** (2019) 489-497.

85. K. Hasan, P. G. Horváth, T. Alpár, Potential Natural Fiber Polymeric Nanobiocomposites: A Review, *Polymers* **12** (2020) 1072. <https://doi.org/10.3390/polym12051072>.
86. K. Hasan, et al., Colorful and facile in situ nanosilver coating on sisal/cotton interwoven fabrics mediated from European larch heartwood, *Sci Rep* **11** (2021) 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01914-y>.
87. K. F. Hasan, et al., A state-of-the-art review on coir fiber-reinforced biocomposites, *RSC Adv.* **11** (2021) 10548-10571. <https://doi.org/10.1039/D1RA00231G>.
88. K. F. Hasan, et al., Rice straw and energy reed fibers reinforced phenol formaldehyde resin polymeric biocomposites, *Cellulose* **28** (2021) 7859–7875. <https://doi.org/10.1007/s10570-021-04029-9>.
89. K. F. Hasan, et al., Enhancing mechanical and antibacterial performances of organic cotton materials with greenly synthesized colored silver nanoparticles, *Int J Cloth Sci Technol* (2022). <https://doi.org/10.1108/IJCST-05-2021-0071>.
90. K. M. F. Hasan, P. G. Horváth, T. Alpár. Effects of alkaline treatments on coconut fiber reinforced biocomposites in 9th Interdisciplinary Doctoral Conference. 2020. Pecs, Hungary: Doctoral Student Association of the University of Pécs.
91. A. H. Hassanin, et al., Developing high-performance hybrid green composites, *Composites Part B: Engineering* **92** (2016) 384-394.
92. D. Nath Barman, et al., Effect of mild alkali pretreatment on structural changes of reed (*Phragmites communis Trinus*) straw, *Environ. Technol.* **35** (2014) 232-241. <https://doi.org/10.1080/09593330.2013.824009>.
93. T. Cardinale, et al., Investigations on thermal and mechanical properties of cement mortar with reed and straw fibers, *Int. J. Heat Technol.* **35** (2017) S375-S382. <https://doi.org/10.18280/ijht.35Sp0151>.
94. M. Dahmardeh Ghalehno, et al., The manufacture of particleboards using mixture of reed (surface layer) and commercial species (middle layer), *European Journal of Wood and Wood Products* **69** (2011) 341-344.
95. K. F. Hasan, P. G. Horváth, T. Alpár, Development of lignocellulosic fiber reinforced cement composite panels using semi-dry technology, *Cellulose* **28** (2021) 3631–3645. <https://doi.org/10.1007/s10570-021-03755-4>.
96. A. Majid, Coconut fibre: A versatile material and its applications in engineering, *Journal of Civil engineering and construction Technology* **2** (2011) 189-197.
97. C.-S. Shon, et al., Can common reed fiber become an effective construction material? Physical, mechanical, and thermal properties of mortar mixture containing common reed fiber, *Sustainability* **11** (2019) 903.
98. C. Asasutjarit, et al., Development of coconut coir-based lightweight cement board, *Constr. Build. Mater.* **21** (2007) 277-288. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.08.028>.
99. N. Md Sadiqu, et al., The use of coconut fibre in the production of structural lightweight concrete, *Res. J. Appl. Sci.* **12** (2012) 831-839. <https://doi.org/10.3923/jas.2012.831.839>.
100. K. Hasan, et al., Novel insulation panels development from multilayered coir short and long fiber reinforced phenol formaldehyde polymeric biocomposites, *J Polym Res.* **28** (2021) 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10965-021-02818-1>.
101. V. K. Singh S. Mukhopadhyay, Studies on the effect of hybridization on sound insulation of coir-banana-polypropylene hybrid biocomposites, *J. Nat. Fibers* (2020) 1-10. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1745116>.

102. K. Manohar, et al., Biodegradable fibrous thermal insulation, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* **28** (2006) 45-47.
103. C. Narciso, et al., Potential for the use of coconut husk in the production of medium density particleboard, *Waste and Biomass Valorization* **12** (2021) 1647-1658.
104. E. Avci, Z. Candan, O. Gonultas, Performance properties of biocomposites from renewable natural resource, *J. Compos. Mater.* **48** (2014) 3237-3242.
105. K. F. Hasan, et al., Design and fabrication technology in biocomposites manufacturing, in: M. Sriariyanun, et al. (Eds.), *Value-added biocomposites: technology, innovation, and opportunity*, CRC Press, Boca Raton, USA, 2021, pp. 158-183.
106. K. F. Hasan, P. t. G. r. Horváth, T. Alpár, Nanotechnology for waste wood recycling, in: (Eds.), *Nanotechnology in Paper and Wood Engineering*, Woodhead Publishing, Duxford, United Kingdom, 2022, pp. 61-80.
107. J. Khedari, et al., New low-cost insulation particleboards from mixture of durian peel and coconut coir, *Build Environ* **39** (2004) 59-65. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.08.001>.
108. N. Ayrilmis, et al., Effect of boron and phosphate compounds on physical, mechanical, and fire properties of wood–polypropylene composites, *Constr. Build. Mater.* **33** (2012) 63-69.
109. K. Kochova, et al., Using alternative waste coir fibres as a reinforcement in cement-fibre composites, *Constr. Build. Mater.* **231** (2020) 117121. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117121>.
110. V. Mathur, Composite materials from local resources, *Constr. Build. Mater.* **20** (2006) 470-477. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.01.031>.
111. A. Akhavan, J. Catchmark, F. Rajabipour, Ductility enhancement of autoclaved cellulose fiber reinforced cement boards manufactured using a laboratory method simulating the Hatschek process, *Constr. Build. Mater.* **135** (2017) 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.001>.
112. A. Moslemi, Emerging technologies in mineral-bonded wood and fiber composites, *Adv. Perform. Mater.* **6** (1999) 161-179. <https://doi.org/10.1023/A:1008777812842>.
113. V. Ezerskiy, N. V. Kuznetsova, A. D. Seleznev, Evaluation of the use of the CBPB production waste products for cement composites, *Constr. Build. Mater.* **190** (2018) 1117-1123. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.148>.
114. N. Defoirdt, et al., Assessment of the tensile properties of coir, bamboo and jute fibre, *Composites Part A: applied science and manufacturing* **41** (2010) 588-595.
115. T. Luamkanchanaphan, S. Chotikaprakhan, S. Jarusombati, A study of physical, mechanical and thermal properties for thermal insulation from narrow-leaved cattail fibers, *APCBEE Procedia* **1** (2012) 46-52.
116. Z. Pasztory, et al., Investigation of thermal insulation panels made of wood shavings, *Drewno* **63** (2021) 56-69.
117. R. Malkapuram, V. Kumar, Y. S. Negi, Recent development in natural fiber reinforced polypropylene composites, *J. Reinf. Plast. Compos.* **28** (2009) 1169-1189.
118. X. Liu, et al., Mild alkaline pretreatment for isolation of native-like lignin and lignin-containing cellulose nanofibers (LCNF) from crop waste, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* **7** (2019) 14135-14142.

119. S. Ferreiro, D. Herfort, J. Damtoft, Effect of raw clay type, fineness, water-to-cement ratio and fly ash addition on workability and strength performance of calcined clay–limestone Portland cements, *Cem. Concr. Res.* **101** (2017) 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.08.003>.
120. T. Hamouda, et al., Hybrid composites from coir fibers reinforced with woven glass fabrics: Physical and mechanical evaluation, *Polym. Compos.* **38** (2017) 2212-2220.
121. J. Wei C. Meyer, Degradation mechanisms of natural fiber in the matrix of cement composites, *Cem. Concr. Res.* **73** (2015) 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.02.019>.
122. X. Kuang, et al., Mechanical properties and size stability of wheat straw and recycled LDPE composites coupled by waterborne coupling agents, *Carbohydrate Polymers* **80** (2010) 927-933.
123. J. Liu, C. Jia, C. He, Rice straw and cornstarch biodegradable composites, *AASRI Procedia* **3** (2012) 83-88.
124. P. He, C. S. Poon, D. C. Tsang, Water resistance of magnesium oxychloride cement wood board with the incorporation of supplementary cementitious materials, *Constr. Build. Mater.* **255** (2020) 119145. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119145>.
125. M. Ismail, A. A. Yassen, M. Afify, Mechanical properties of rice straw fiber-reinforced polymer composites, *Fibers and Polymers* **12** (2011) 648-656.
126. P. Lertwattanaruk A. Suntijitto, Properties of natural fiber cement materials containing coconut coir and oil palm fibers for residential building applications, *Constr. Build. Mater.* **94** (2015) 664-669. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.07.154>.
127. L. Yan, et al., Effect of alkali treatment on microstructure and mechanical properties of coir fibres, coir fibre reinforced-polymer composites and reinforced-cementitious composites, *Constr. Build. Mater.* **112** (2016) 168-182. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.182>.
128. A. Ashori, T. Tabarsa, S. Sepahvand, Cement-bonded composite boards made from poplar strands, *Constr. Build. Mater.* **26** (2012) 131-134. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.06.001>.
129. M. Ghofrani, et al., Fiber-cement composite using rice stalk fiber and rice husk ash: Mechanical and physical properties, *J Compos Mater.* **49** (2015) 3317-3322. <https://doi.org/10.1177%2F0021998314561813>.
130. P. Fu, et al., FTIR study of pyrolysis products evolving from typical agricultural residues, *Journal of analytical and applied pyrolysis* **88** (2010) 117-123.
131. K. F. Hasan, et al., Thermo-mechanical properties of pretreated coir fiber and fibrous chips reinforced multilayered composites, *Scientific Reports* **11** (2021) 3618.
132. A. H. Hassanin, et al., Thermal insulation properties of hybrid textile reinforced biocomposites from food packaging waste, *J. Ind. Text.* **47** (2018) 1024-1037.
133. X. Chen, et al., Sensory Perception Mechanism for Preparing the Combinations of Stimuli Operation in the Architectural Experience, *Sustainability* **14** (2022) 7885. <https://doi.org/10.3390/su14137885>.
134. Z. Djebbara, et al., Contemplative neuroaesthetics and architecture: A sensorimotor exploration, *Front. Archit. Res.* **13** (2024) 97-111. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2023.10.005>.
135. J. P. Eberhard, *Brain landscape the coexistence of neuroscience and architecture*. First ed. ed. 2009, Oxford: Oxford University Press.

136. S. Ergan, Z. Shi, X. Yu, Towards quantifying human experience in the built environment: A crowdsourcing based experiment to identify influential architectural design features, *Journal of Building Engineering* **20** (2018) 51-59.
137. A. D. Baddeley, *Human memory: Theory and practice*. 1997, UK Somerset: Psychology Press.
138. A. D. Baddeley, Working memory, in: J. Andrade (Eds.), *Memory*, Routledge 2020, pp. 71-111.
139. D. Berntsen D. C. Rubin, *Understanding autobiographical memory: Theories and approaches*. First ed. ed. 2012, USA: Cambridge University Press.
140. N. Burgess, E. A. Maguire, J. O'Keefe, The human hippocampus and spatial and episodic memory, *Neuron* **35** (2002) 625-641. [http://doi.org/10.1016/s0896-6273\(02\)00830-9](http://doi.org/10.1016/s0896-6273(02)00830-9).
141. V. Csépe, M. Győri, A. Ragó, *Általános pszichológia: Tanulás, emlékezés, tudás*. First ed. ed. Vol. 2. 2007, Budapest: Osiris Kiadó Kft.
142. H. Ebbinghaus, *Memory*. First ed. ed. 1913, New York: Columbia University.
143. G. S. Goodman, et al., Memory illusions and false memories in the real world, in: S. Magnussen, T. Helstrup (Eds.), *Everyday memory*, Psychology Press 2007, pp. 157-182.
144. E. F. Loftus, Memory distortion and false memory creation, *J Am Acad Psychiatry Law*. **24** (1996) 281-295.
145. T. Suddendorf M. C. Corballis, Memory, time and language, in: C. Pasternak (Eds.), *What makes us human*, Oneworld Publications, United Kingdom, 2007, pp. 17-36.
146. D. A. Norman, *The design of everyday things*. Revised and expanded ed. ed. 2013, USA: Basic Books.
147. J. P. Peter J. C. Olson, *Consumer behavior & marketing strategy*. Ninth ed. ed. 2010, New York: McGraw-hill.
148. J. Forgács, *Az érzelmek szerepe a gondolkozásban és a társas érintkezésben*. First ed. ed. 2015, Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.
149. W. James, *The principles of psychology*. First ed. ed. Vol. 1. 2007, New York: Cosimo, Inc.
150. C. G. Lange, The mechanism of the emotions, in *Classics in the History of Psychology*, C.D. Green, Editor. 1885, York University: Toronto. p. 672-684.
151. N. H. Frijda, A. S. Manstead, S. Bem, The Influence of Emotions on Beliefs, in: N.H. Frijda, A.S. Manstead, S. Bem (Eds.), *Emotions and beliefs: How feelings influence thoughts*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
152. B. L. Fredrickson M. F. Losada, Positive affect and the complex dynamics of human flourishing, *Am. Psychol.* **60** (2005) 678. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.60.7.678>.
153. A. Damasio H. Damasio, Minding the body, *Daedalus* **135** (2006) 15-22. <http://doi.org/10.1162/daed.2006.135.3.15>.
154. A. Damasio. Emotions and feelings. in *Feelings and emotions: The Amsterdam Symposium*. 2004. Cambridge: Cambridge University Press.
155. M. Frontczak, et al., Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design, *Indoor air* **22** (2012) 119-131. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2011.00745.x>.
156. M. Frontczak P. Wargocki, Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments, *Building and environment* **46** (2011) 922-937. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.021>.
157. J. Selye, *Életünk és a stress*. First ed. ed. 1965, Budapest: Akadémiai Kiadó.

Képjegyzék_ (utolsó elérés dátuma: 2025.01.30)

A: nádfedés, The Dune House / Archispektras, Pape, Latvia, 2015, foto: Juozas Kamenskis:

<https://i.pinimg.com/originals/b6/f3/6e/b6f36e5119954abcd6dd1fbbb1171e6.jpg>

B: nádkéve tartószerkezet, Mudif, Irak, Al Kuthra, tradicionális építés, foto: ismeretlen:

<https://preview.redd.it/zq9tv6yer8i51.jpg?width=640&crop=smart&auto=webp&s=add4ba5ecabd0b0003c264e1eab6e78e81e9101d>

C: nádszövet: foto: ismeretlen:

https://sc04.alicdn.com/kf/HTB1x_LibifrK1RjSspbq6A4pFXaS.jpg

D: nád szerkezete, szerző saját rajza az alábbi forrás alapján:

https://openherbarium.org/imglib/openmuseum/Poaceae/201807/Phragmites_australis_1532283012.jpg

E: kókusz-kompozit fal, forrás: A Case Study On The Spatial Practices Of Construction Site Workers' Quarters In Klang Valley, Malaysia, 2017, foto: Veronica Ng:

<https://www.researchgate.net/profile/Veronica-Ng-2/publication/328143228/figure/fig2/AS:679447921451011@1539004416913/fig-4-Coir-SGFA-2017.png>

F: kókusz-parafa szigetelés: University co-op materials resource center, materials lab:

<https://materials.soa.utexas.edu/search/materials/details/t/product/id/5252>

https://materials.soa.utexas.edu/search/images/product/IMG_5261_modified.jpg

G: dekorpanel kókuszból, Bangkok, Thailand, Chulalongkorn Egyetem, professzorok: Cheryl Wing-Zi Wong és Devan Harlan, hallgatói segítséggel:

https://www.with-with.xyz/wp-content/uploads/2019/09/04_COIR-1500x1004.jpg

H: kókusz szerkezete, szerző saját rajza az alábbi forrás alapján:

<https://ars.els-cdn.com/content/image/3-s2.0-B9781856174411500196-f04-17-9781856174411.jpg>

Melléklet

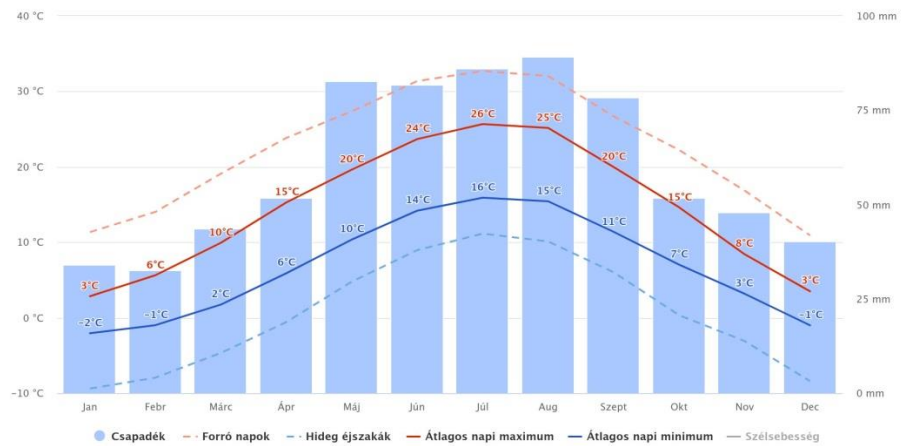
A Melléklet – Sopron időjárás adatai

B Melléklet – Ember-tér interakció kérdőívei

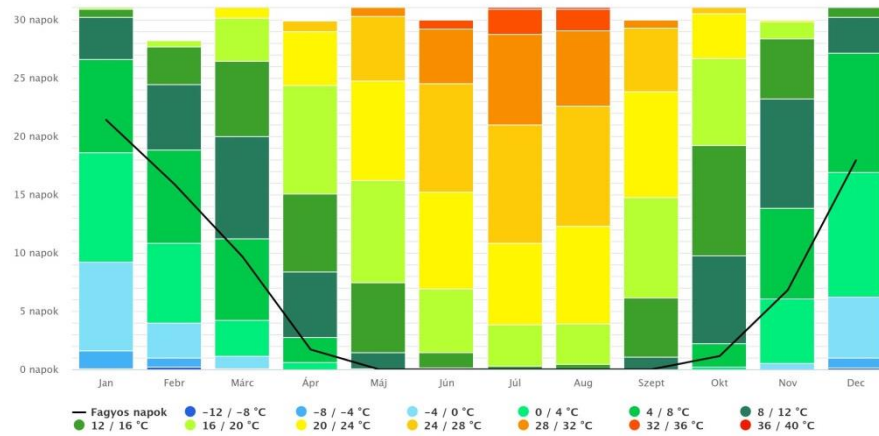
C Melléklet – Térstruktúra tervdokumentáció M=1:100; Látványok; M=1:25

A_Melléklet_Sopron időjárás adatai 47,69°N, 16,59°E (217m tszl).⁷

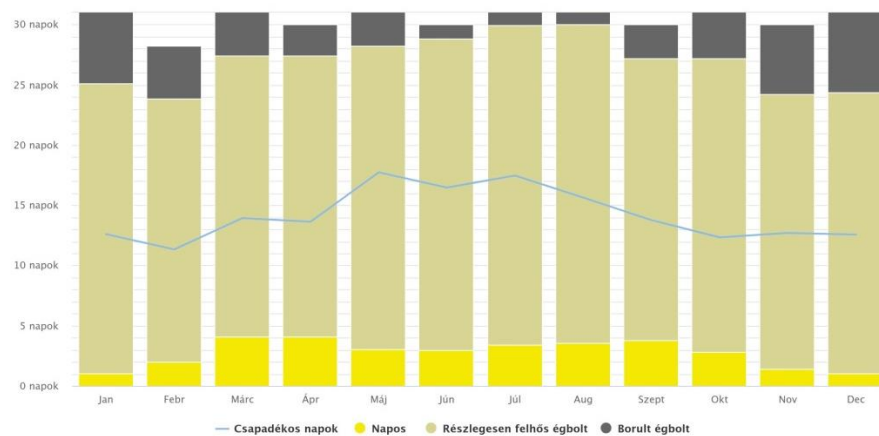
Átlagos napi hőmérsékleti maximum



Maximális hőmérsékleti diagram
Egy hőmérséklet hány napig tart.

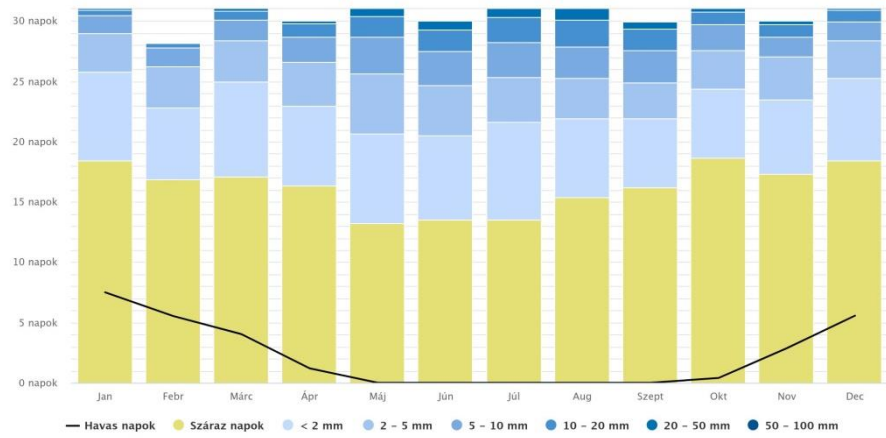


Csapadékos és felhős napok száma
napos: felhőzet < 20%;
részben felhős: 20-80% között;
felhős: > 80%.

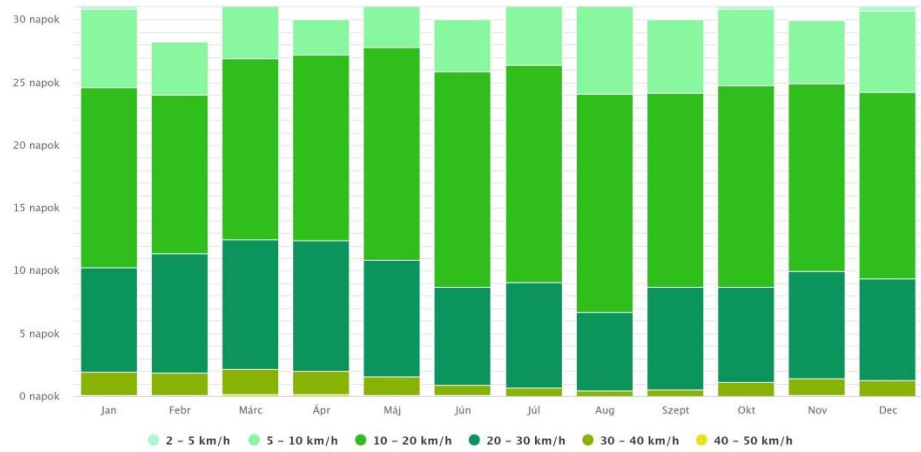


⁷ Forrás: Meteoblue, 30 éves, óránkénti időjárás modellszimulációk alapján jelzik a tipikus éghajlati mintákat: https://www.meteoblue.com/hu/id%C5%91j%C3%A1r%C3%A1s/historyclimate/climatemodelled/sopron_magyarorsz%C3%A1g_3045190

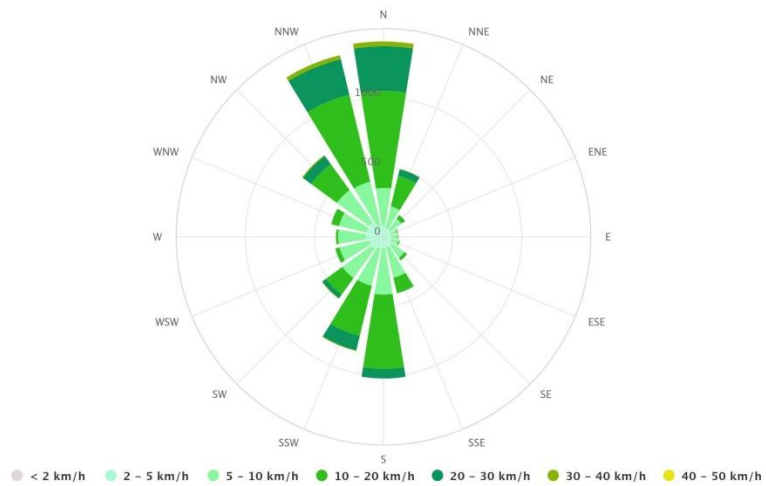
Csapadékdiagram
Egy bizonyos csapadékmennyiség hány napig tart.



Széli diagram
Hány napig tart az adott szélesebesség.



Szélirózsza
Egy évben hány órában keresztül fúj a szél egy adott irányból.



B_Mellékelt_Ember – tér interakció kérdőív I.

dátum: 2023. 09. 07.

terem: P ép. NAE

Életkor:	Nem: férfi / nő	Magasság:	Tömeg:
Foglalkozás:			
Segédeszköz: állandóan / időszakosan pl.: sétabot, kerekesszék, hallókészülék, szemüveg egyéb:			

Értékelje személyiségét – általában ilyen vagyok. Húzza alá a legilleszkedőbb állítást!

Introvertált / extrovertált
Optimista / mérsékelten optimista / semleges / mérsékelten pesszimista / pesszimista
* Rendkívül boldog / nagyon boldog / elég boldog / mérsékelten boldog / némiképp boldog / semleges / némiképp boldogtalan / mérsékelten boldogtalan / elég boldogtalan / nagyon boldogtalan / rendkívül boldogtalan (*Fordyce érzelmi kérdőív)

1-5-ig terjedő skálán értékelje pillanatnyi állapotát (0 = egyáltalán nem, 5 = teljes mértékben)!

Érez valamilyen fizikai fájdalmat? (pl.: fejfájás, hátfájás)	igen / nem					
Ha igen, milyen intenzíven?	0	1	2	3	4	5
Mennyire érzi magát fáradtnak?	0	1	2	3	4	5
Van e valamilyen egyéb fizikai érzete (pl.: éhség)	igen / nem					
Mennyire intenzív ez az érzés?	0	1	2	3	4	5
Érzelmi állapota jelenleg mennyire pozitív?	0	1	2	3	4	5
Érzelmi állapota jelenleg mennyire negatív?	0	1	2	3	4	5
Érte a közelmúltban valamilyen <i>erős pozitív</i> érzelmi hatás (pl.: jutalom)?	igen / nem					
Milyen intenzíven hat ez a jelenére?	0	1	2	3	4	5
Érte a közelmúltban <i>erős negatív</i> érzelmi megrázkódtatás (pl.: veszteség)	igen / nem					
Milyen intenzíven hat ez a jelenére?	0	1	2	3	4	5
Mennyire érzi stresszesnek most magát?	0	1	2	3	4	5
Foglalkoztatja most valami, amin sokat gondolkodik?	igen / nem					
Ha igen mennyire tereli el a figyelmét?	0	1	2	3	4	5
	néha eszembe jut – állandóan ezen jár az eszem					

Használó és tér interakciója. Húzza alá a megfelelő választ / válaszokat!

Mi a tér funkciója?	tanterem	mozi	auditórium
Mekkora a tér belmagasság?	~6 – 4 m	~10 – 12 m	~7 – 9 m
Mekkora a tér legkisebb szélessége?	~5 m	~7 m	~10 m
Mekkora a tér mélysége?	~20 m	~13 m	~17 m
Merre vannak tájolva az ablakok?	nyugat	dél	kelet
Mennyire érzi világosnak a teret?	sötét	semleges	világos
Hány Lux a világossági érték, ha ~30 Lux alatt túl kevés, ~400 Lux fölött erős a fény?	< 30 Lux	40-60 Lux	> 100 Lux
Mi adja a megvilágítás jelentősebb részét?	természetes	mesterséges	a kettő együtt
Milyen a mesterséges megvilágítás?	kapcsolt	dimmelhető	színes
Hol lehet elindítani a mesterséges világítást?	ajtó mellett	más teremben	ablak mellett
Mivel lehet fűteni a térben?	radiátor	elektromos	kp-i szellőző
Mivel lehet hűteni a térben?	nem lehet	elektromos	szellőztetés
Milyennek érzi a tér hőmérsékletét?	hideg/hűvös	megfelelő	meleg
Hány fok van a térben?	15-22 °C	22-28 °C	28-35 °C
Milyen párás a levegő?	száraz	megfelelő	párás
Mekkora a páratartalom a térben?	~20%	~80%	~60%
Érez huzatot?	nem	enyhén	erősen
Milyen a levegő minősége?	elhasznált	semleges	friss
Van e folyamatos zavaró jelenség a térben?	zaj	rezgés	por
Mennyire érzi zsúfoltnak a teret?	üres	kényelmes	zsúfolt
Hány ember fér el kényelmesen a térben?	~300	~100	~160
Hogyan érzi magát a térben?	rosszul	semleges	jól
Szépnek találja a teret?	nem szép	semleges	szép
Van valami oda nem illő a térben, ha igen mi az?	van / nincs	

Ember – tér interakció kérdőív II.

Emlék (múlt) dátuma:
Emlék (múlt) helyszíne:

Jelen dátuma:
Jelen helyszíne:

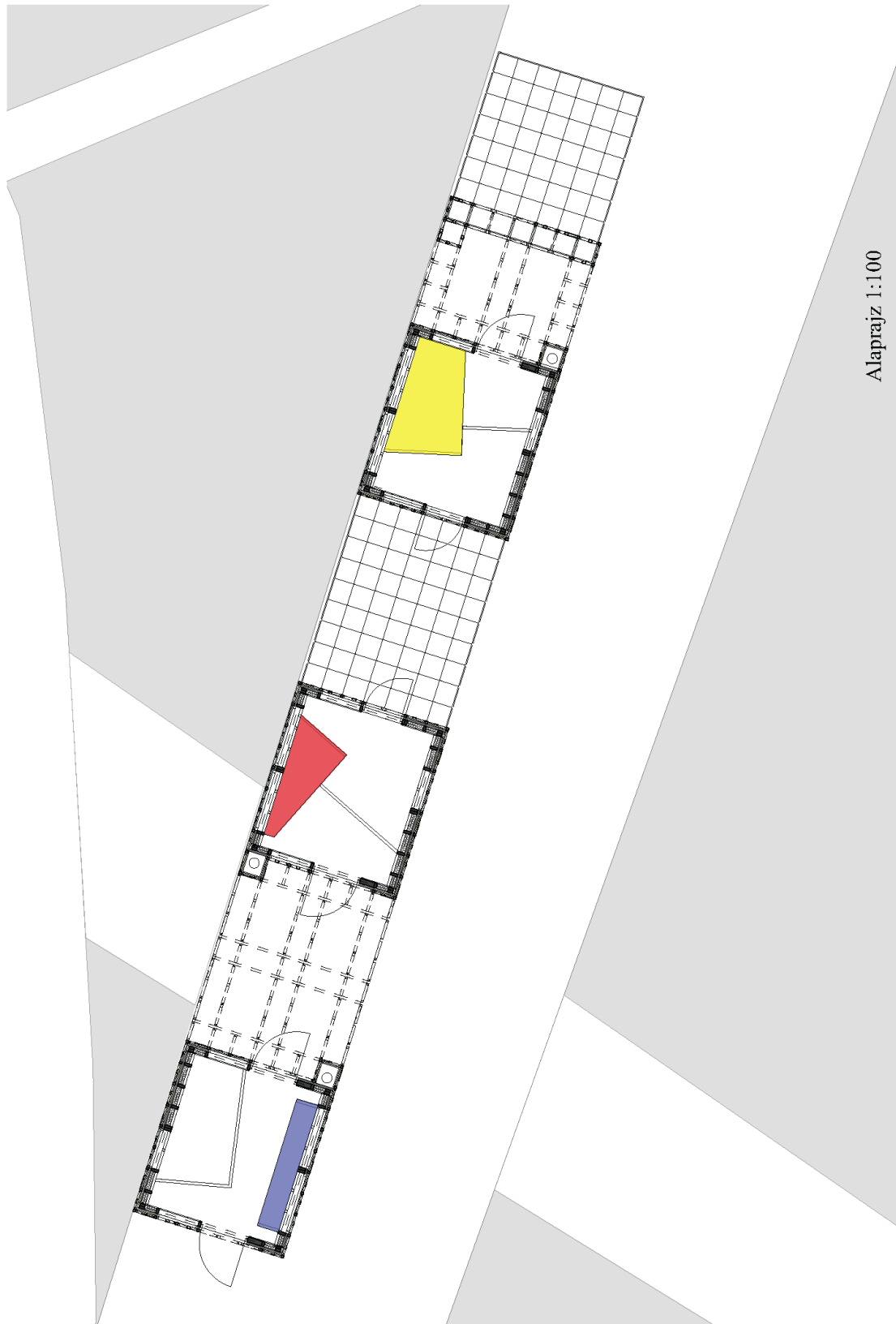
Mire emlékszik? Húzza alá a megfelelő választ, válaszokat!

Milyen volt a falak színe?	fehér	színes	nem tudom
Milyen anyagból volt a padló?	műanyag	fa	nem tudom
Hány kép volt a falakon?	néhány	egy se	nem tudom
Hány fix asztal volt a teremben?	14 sor	8 sor	nem tudom
Hány fix szék volt a teremben?	~160	~ 100	nem tudom
Hány konnektor volt a térben?	< 15	> 15	nem tudom
Volt kommunikációs berendezés?	projektor	mikrofon	nem tudom
Volt valamilyen jelzőberendezés?	sprinkler	jelzőfény	nem tudom
Milyen irányba nyílt az ajtó?	kifelé	befelé	nem tudom
Milyen állapotban a volt a tér?	gondozott	elhanyagolt	nem tudom
Mennyire volt tiszta a tér?	koszos	tiszta	nem tudom
Mennyi volt a hőmérséklet?	hideg/hűvös	megfelelő	meleg
Mennyire volt világos a tér?	sötét	semleges	világos
Mennyire volt párás a levegő?	száraz	megfelelő	párás
Merre voltak tájolva az ablakok?	nyugat	dél	kelet
Mi volt a tér funkciója?	kiállító tér	mozi	előadó tér
Mekkora volt a tér belmagasság?	~6 – 4 m	~10 – 12 m	~7 – 9 m
Mekkora volt a tér legkisebb szélessége?	~5 m	~7 m	~10 m
Mekkora volt a tér mélysége?	~20 m	~13 m	~17 m

Hol tölti a legtöbb időt az egyetemen?

Rajzoljon egy „térképet” a külső bejáratától a teremig, minél részletesebben.

C_Melléklet_Tervdokumentációk_M=1:100_Látványok_M=1:25



Alaprajz 1:100



Keleti homlokzat 1:100

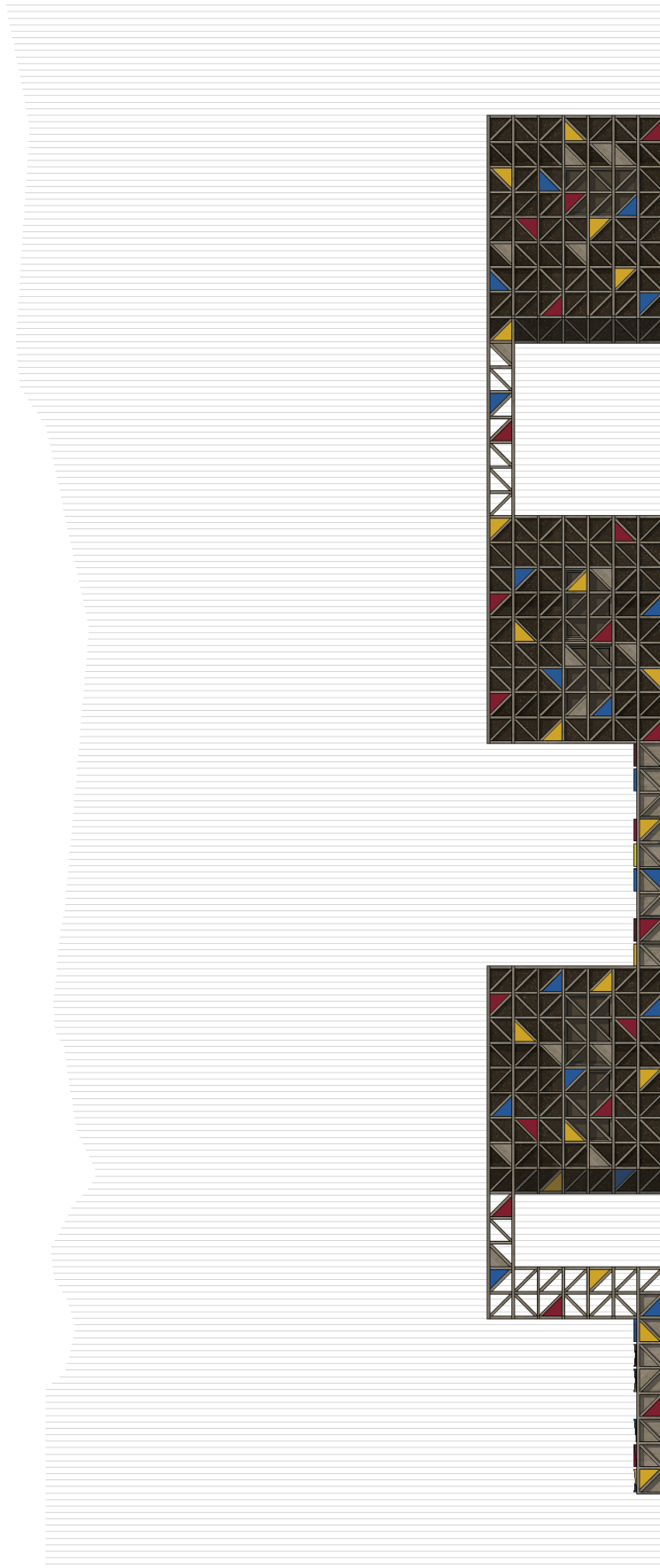


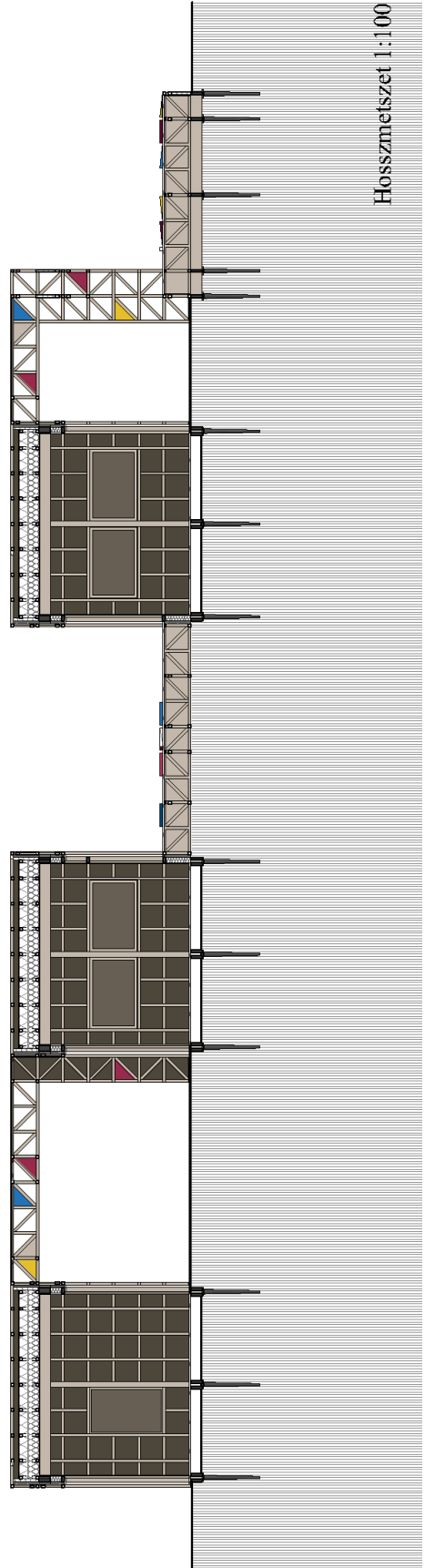
Északi homlokzat 1:100

Déli homlokzat 1:100



Nyugati homlokzat 1:100

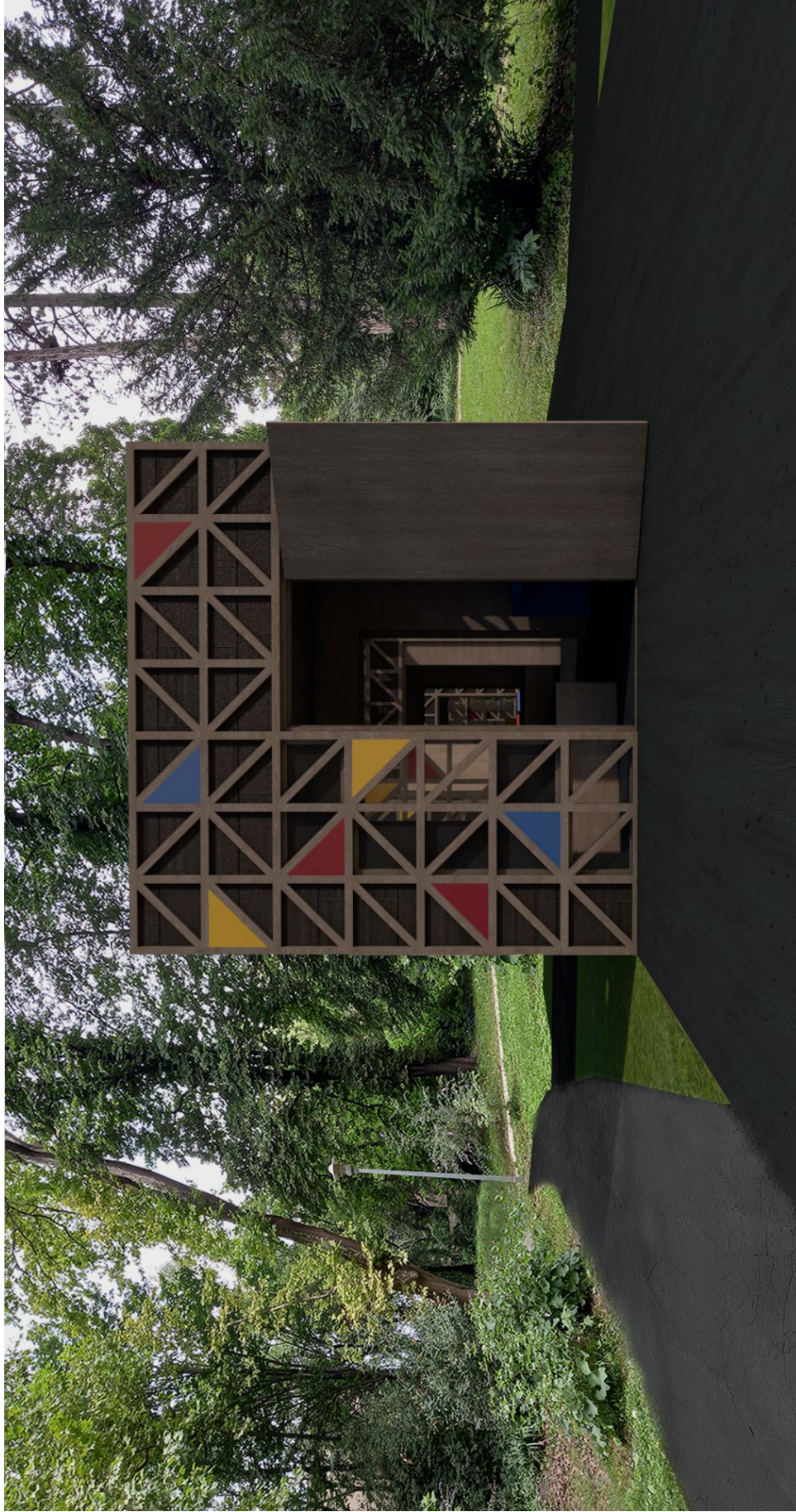




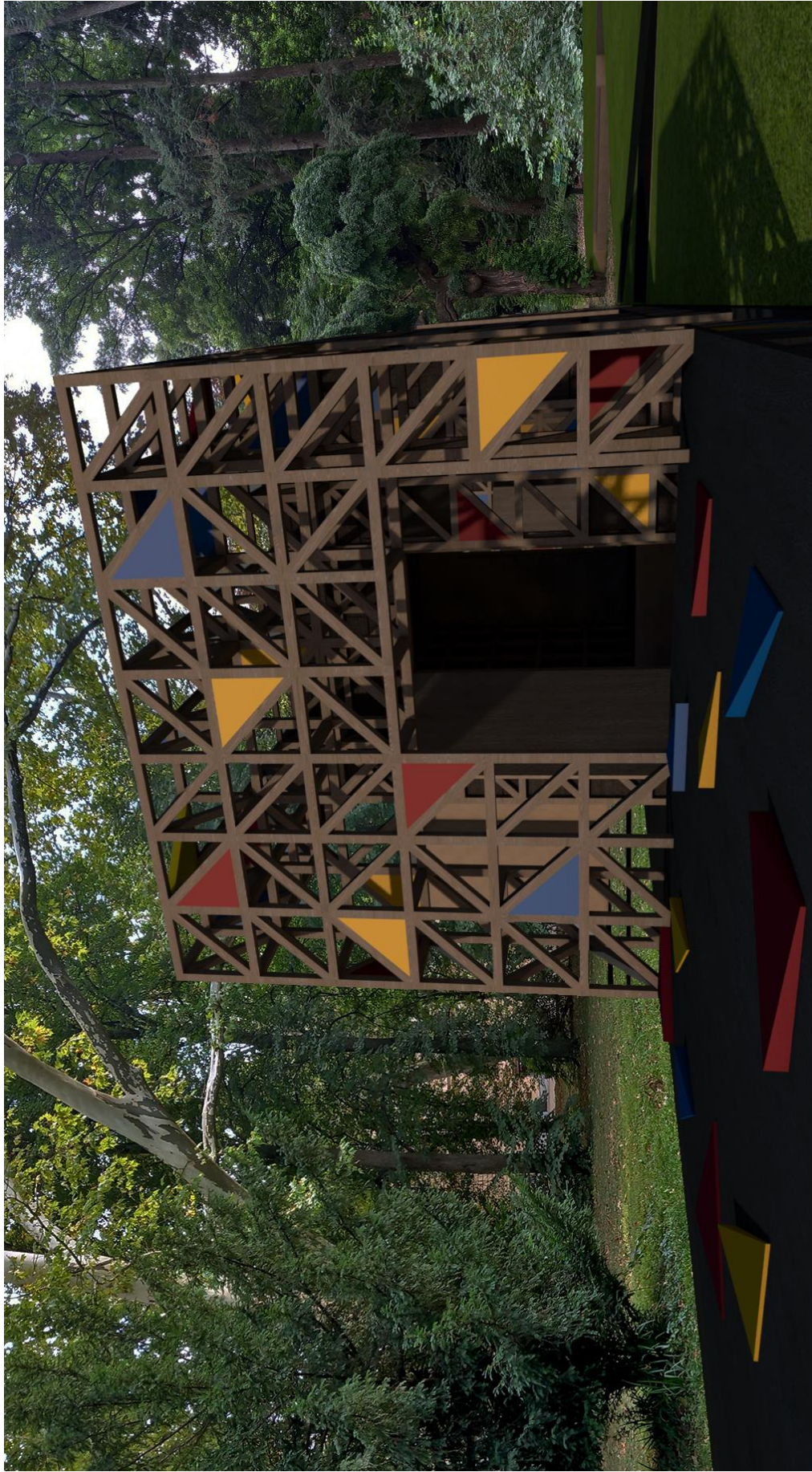
C_Melléklet_Tervdokumentációk_M=1:100_Látványok_M=1:25



Déli és keleti homlokzatok délután.



Déli homlokzat – megérkezés a B-épület felől.



Északi homlokzat kora reggel



Nyugati homlokzat a délutáni napfényben



Nyugati homlokzat a kollégium épületei felől érkező.



Fedett-nyitott tér a Déli és Középső épületek között. (Háttérben az A-épület.)



Nyugati homlokzat kora reggeli napfényben. Árvékminták a járófűlleteken.



Napozó-pad a Középső és Északi épületek között.



Északi épület belső látványa a kollégium épületek felé.



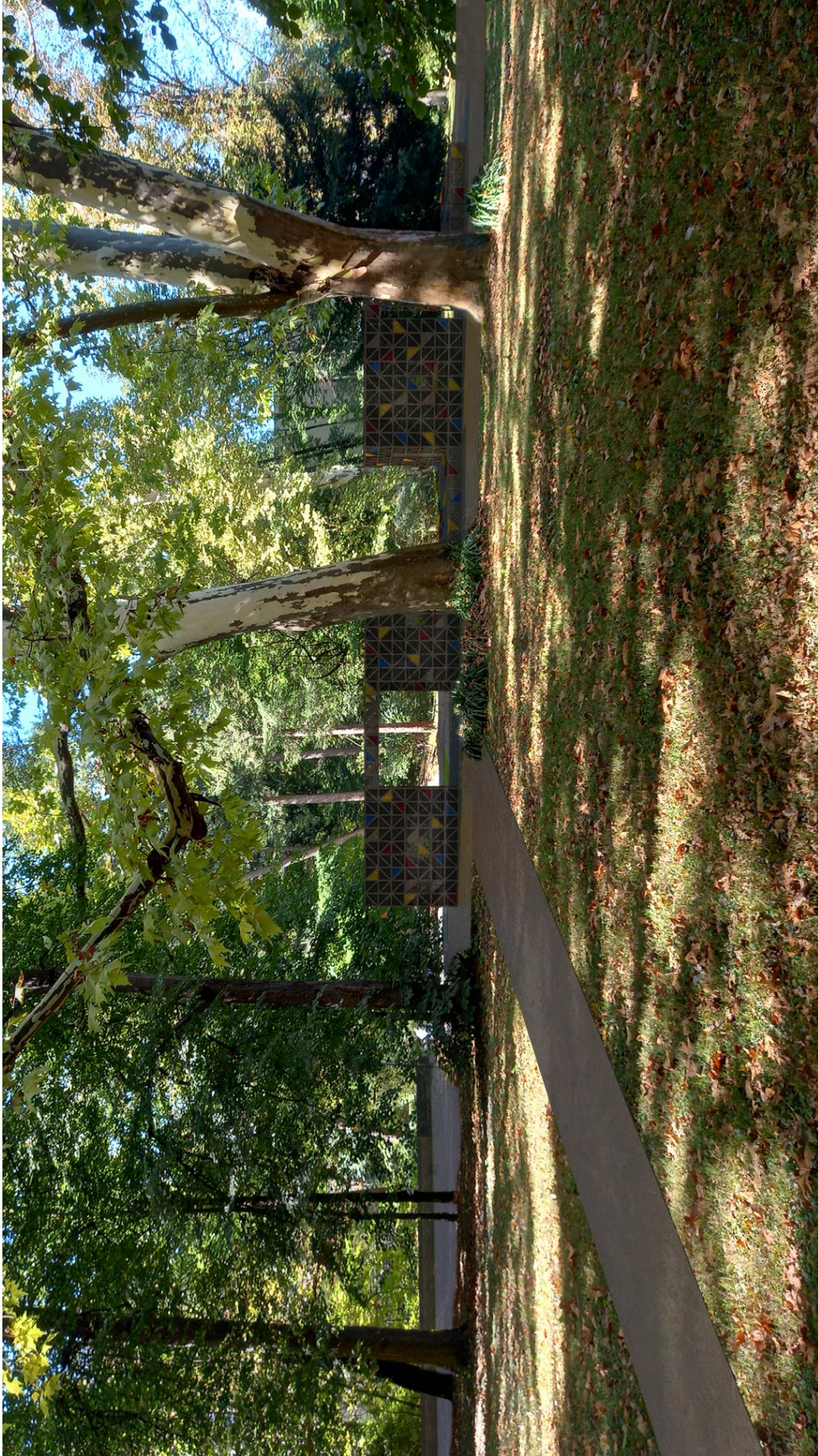
Északi épület belső látványa a Középső épület felé.



Középső épület belső látványja.

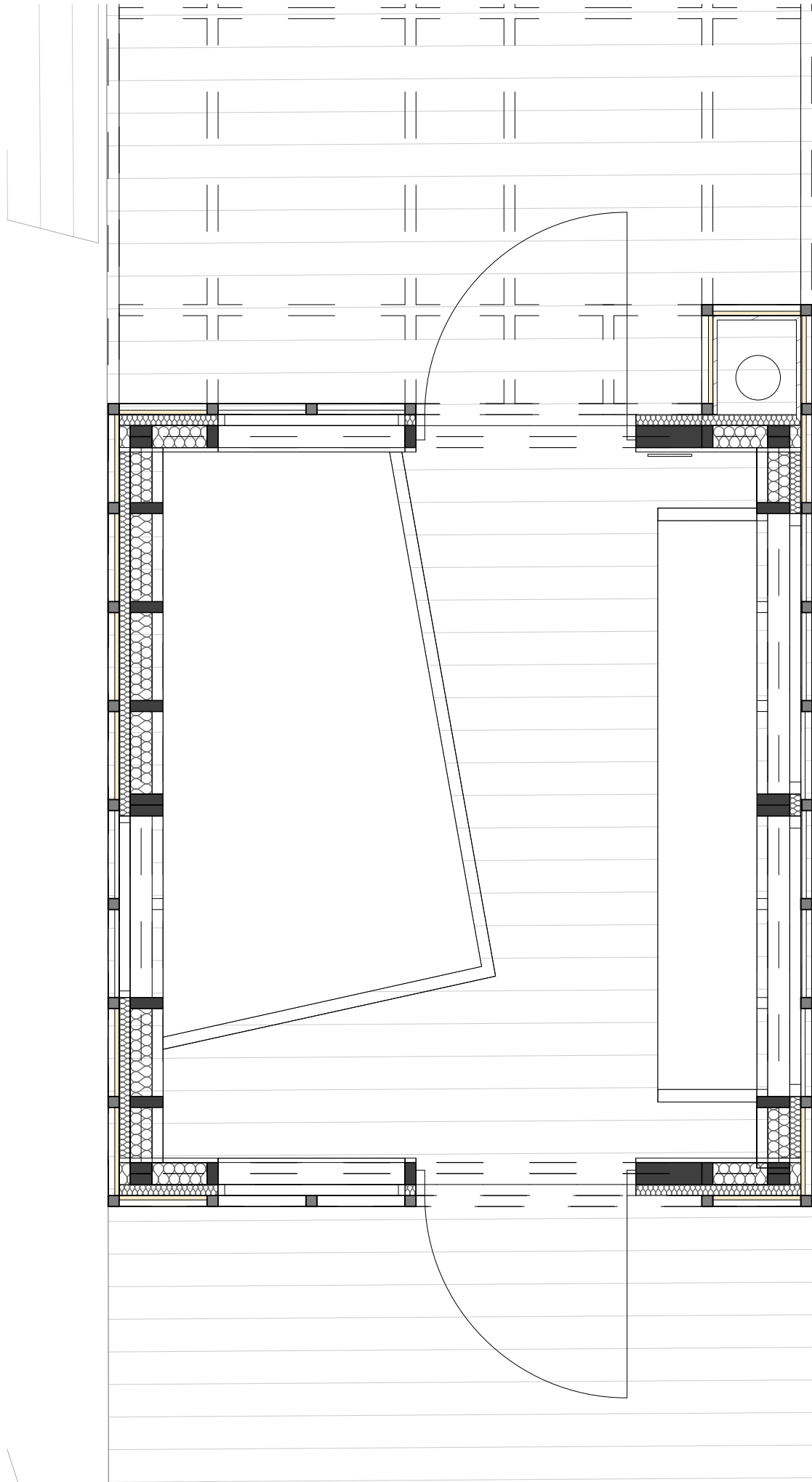


Déli épület belső látványa.

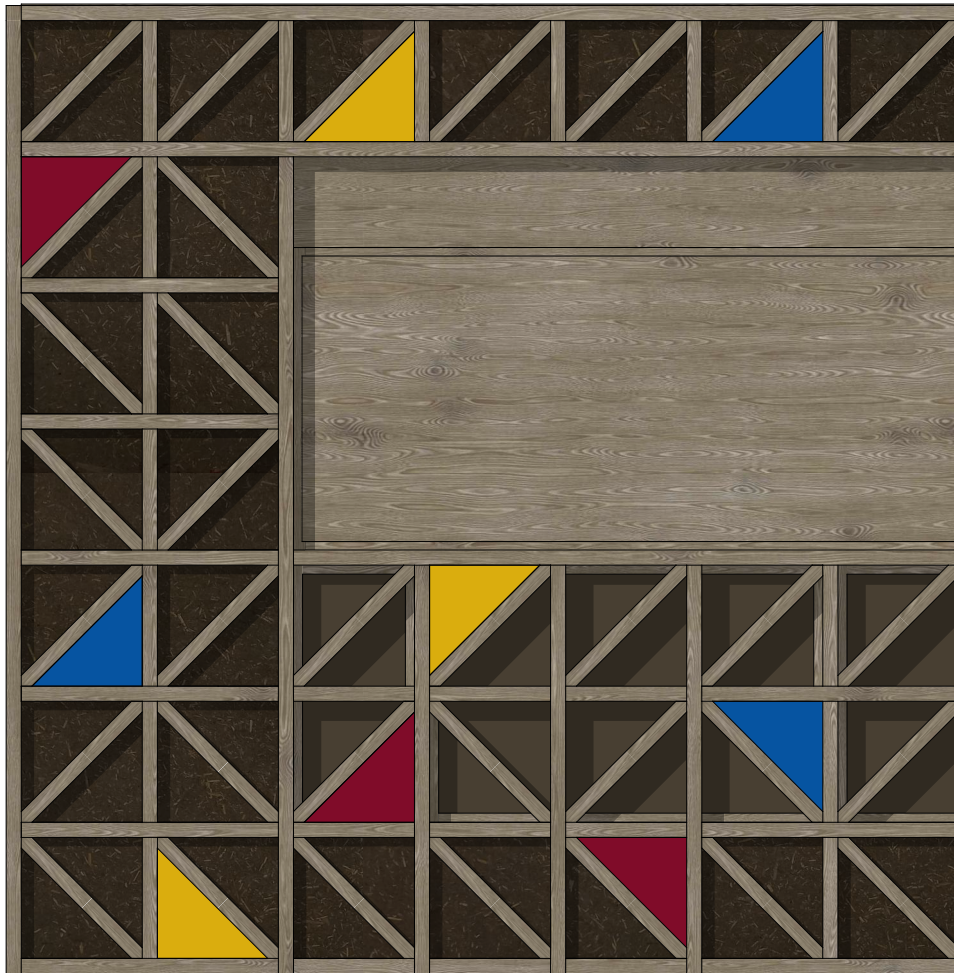


Selmei Pavilon távlati képe az A-épület felől.

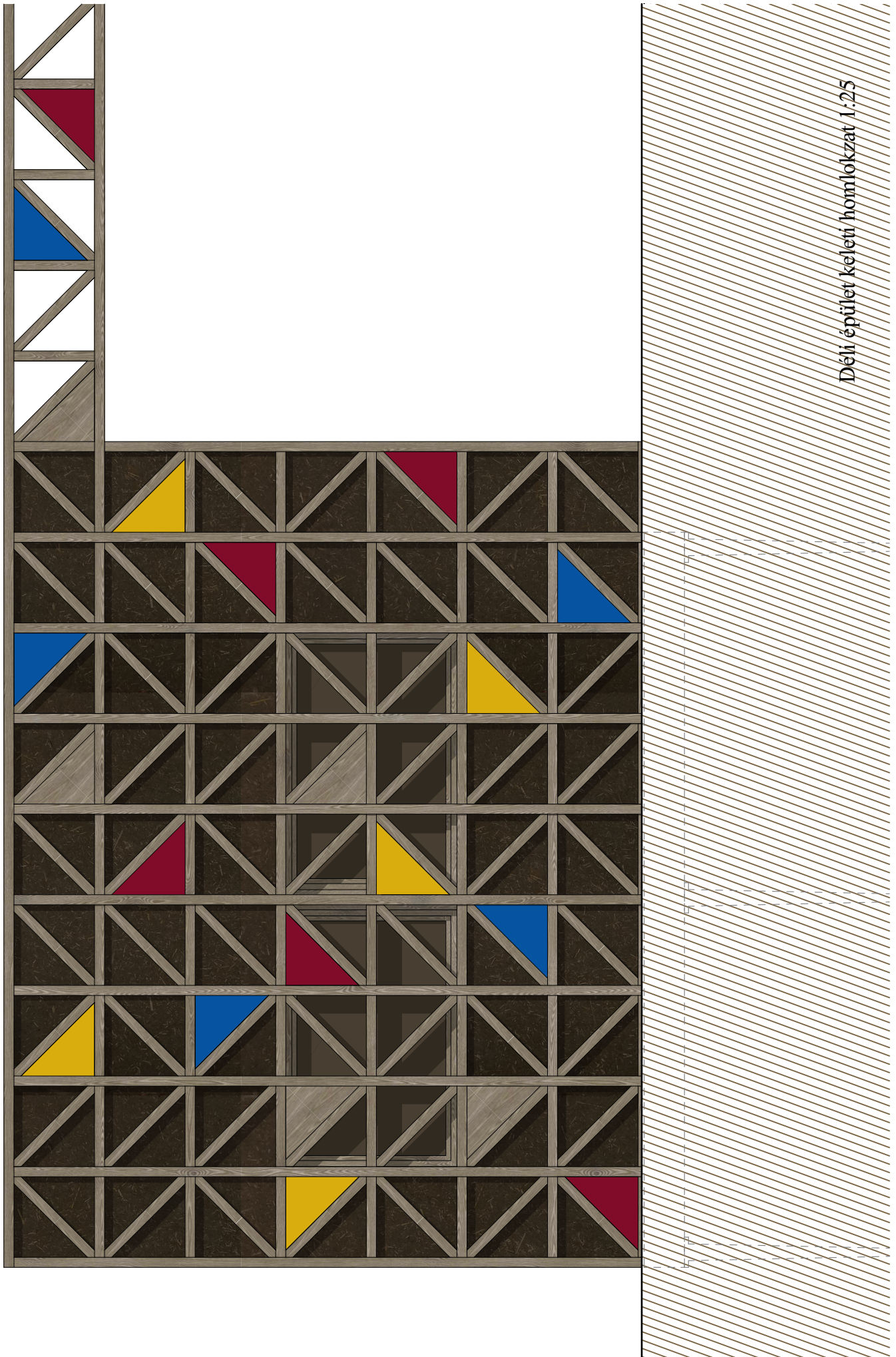
C_Melléklet_Tervdokumentációk_M=1:100_Látványok_M=1:25



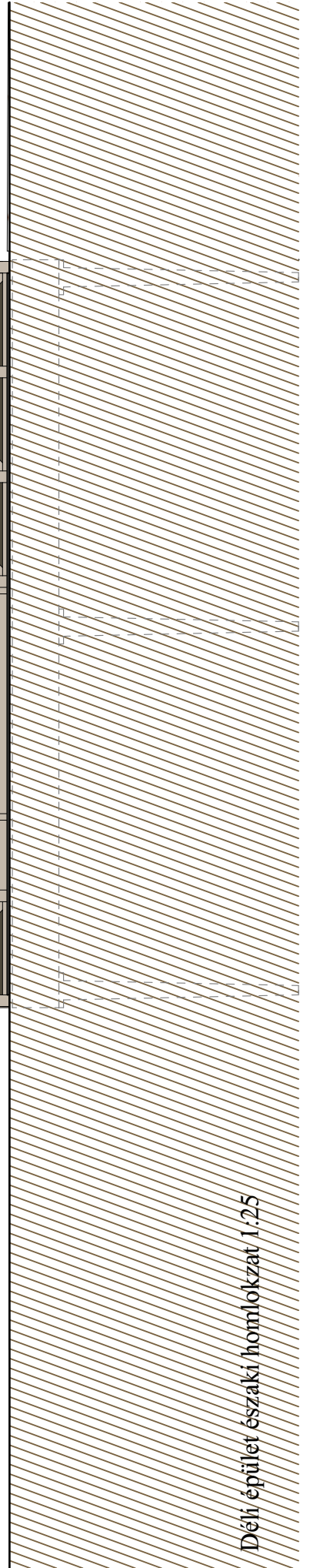
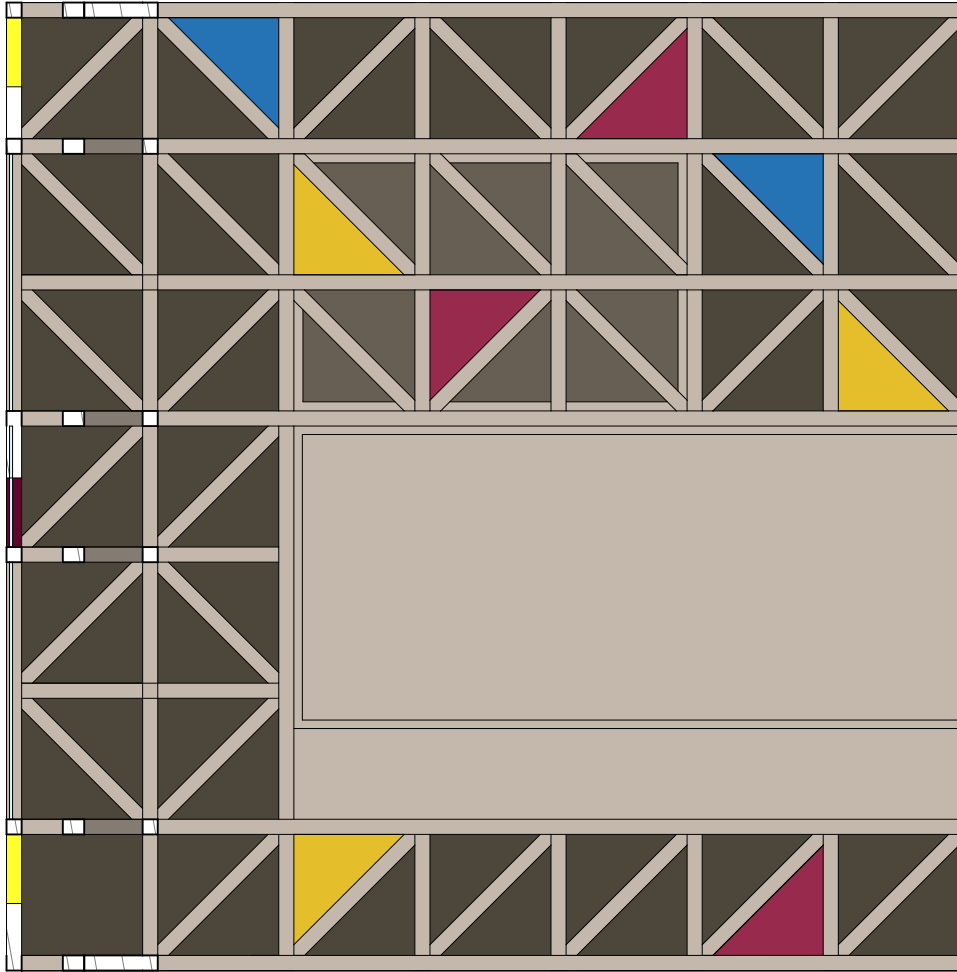
Alaprajz déli épület 1:25



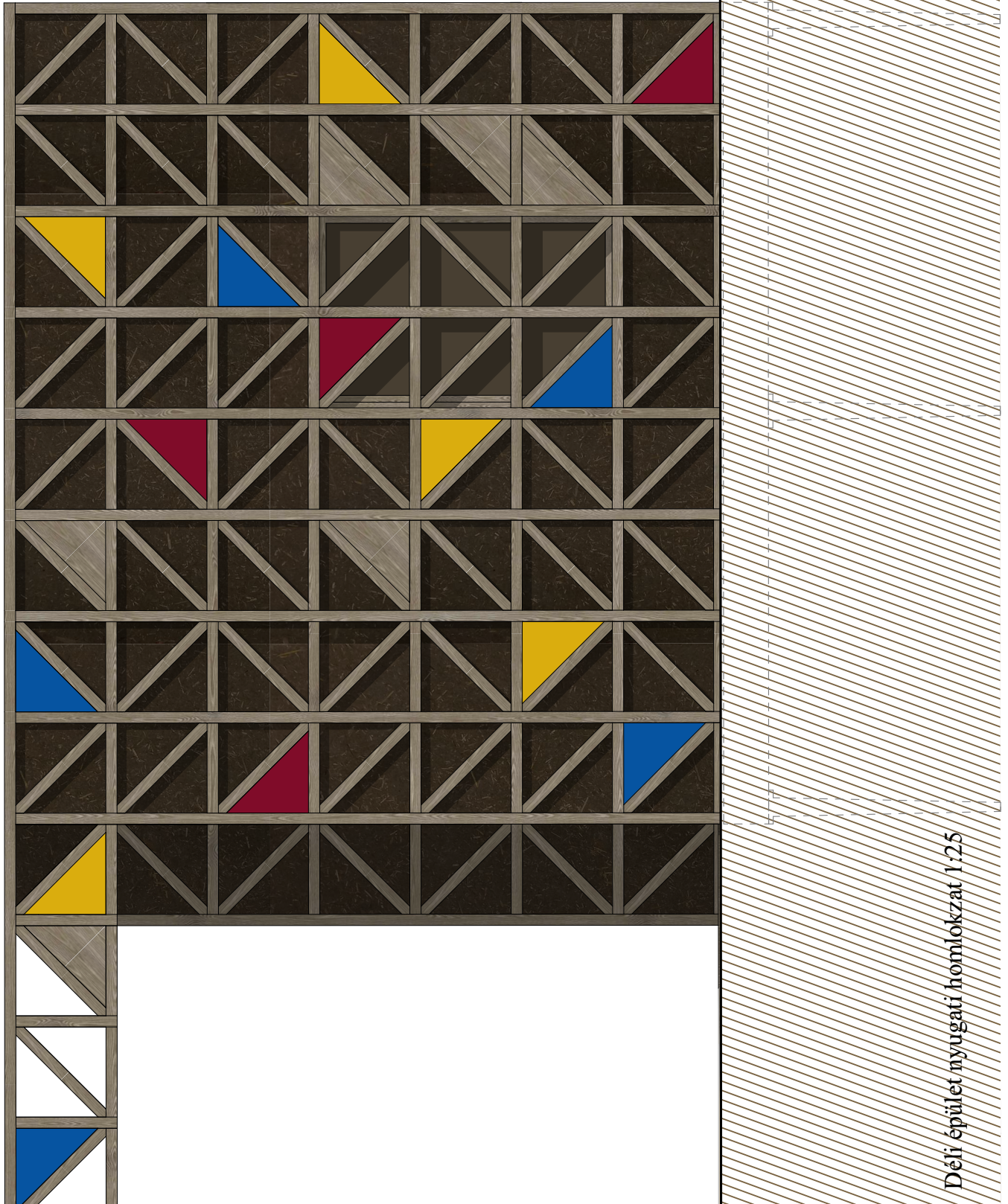
Déli épület déli homlokzat 1:25



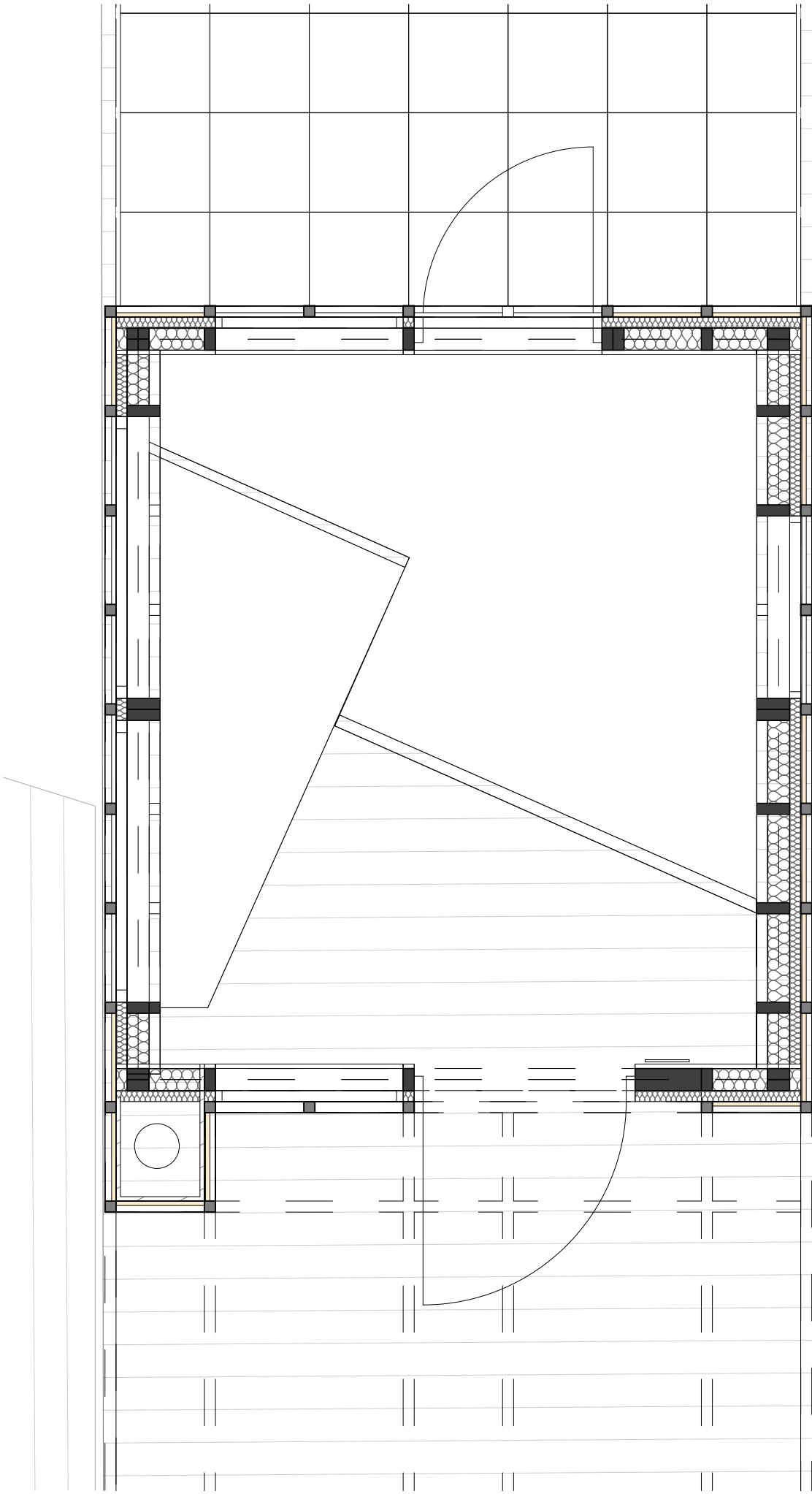
Déli épület keleti homlokzat 1:25



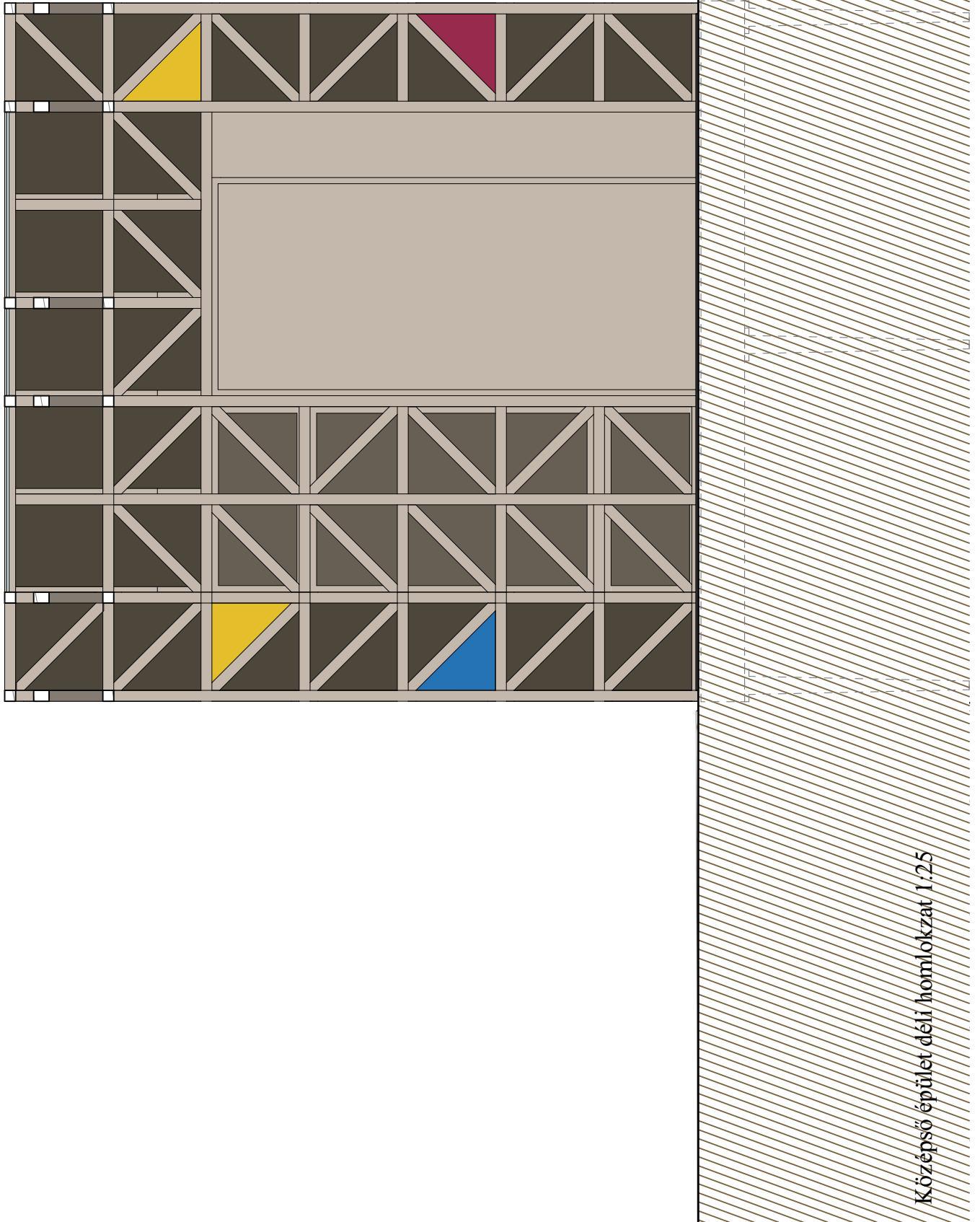
Déli épület északi homlokzat 1:25



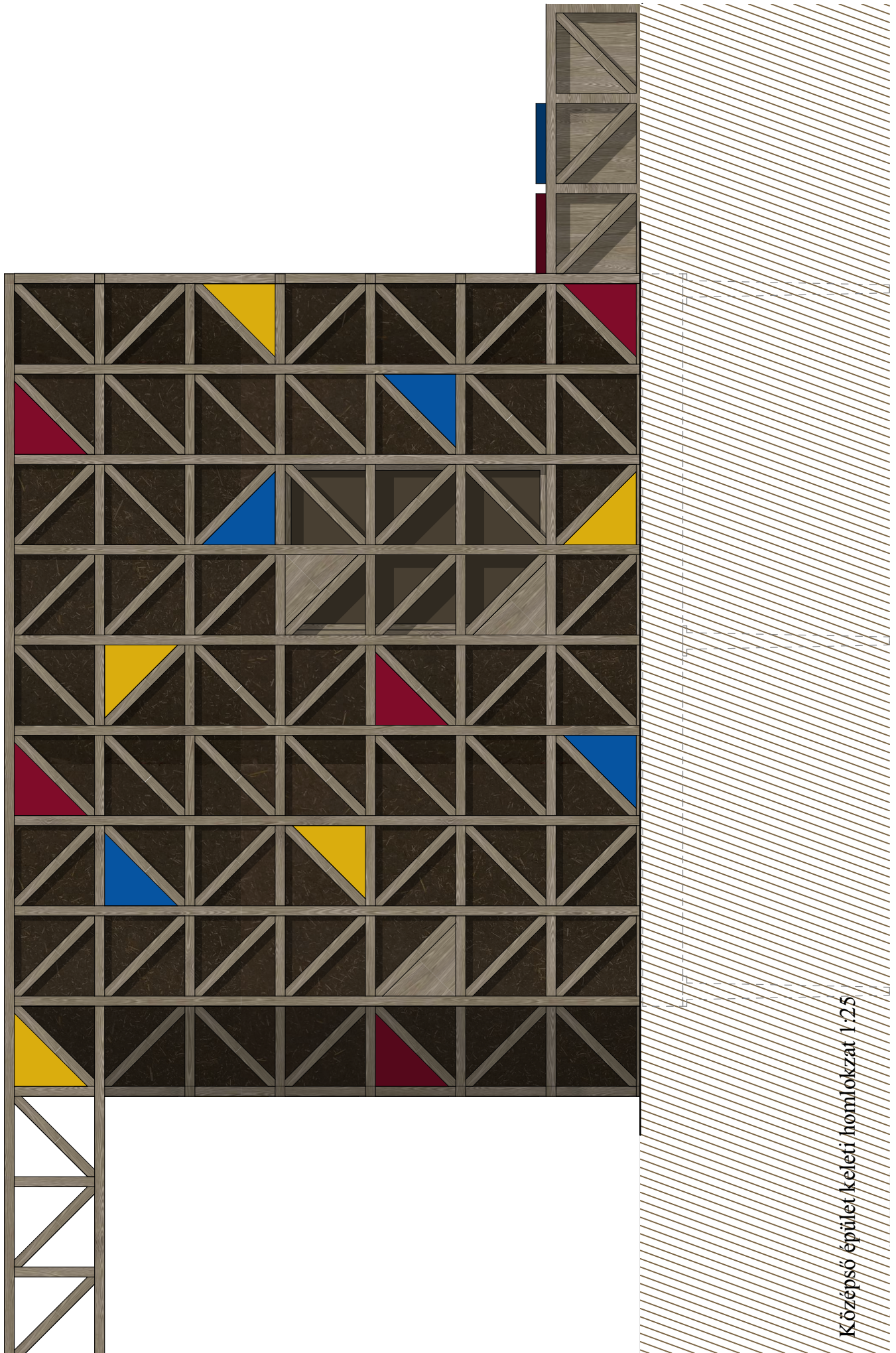
Déli épület nyugati homlokzat 1:25



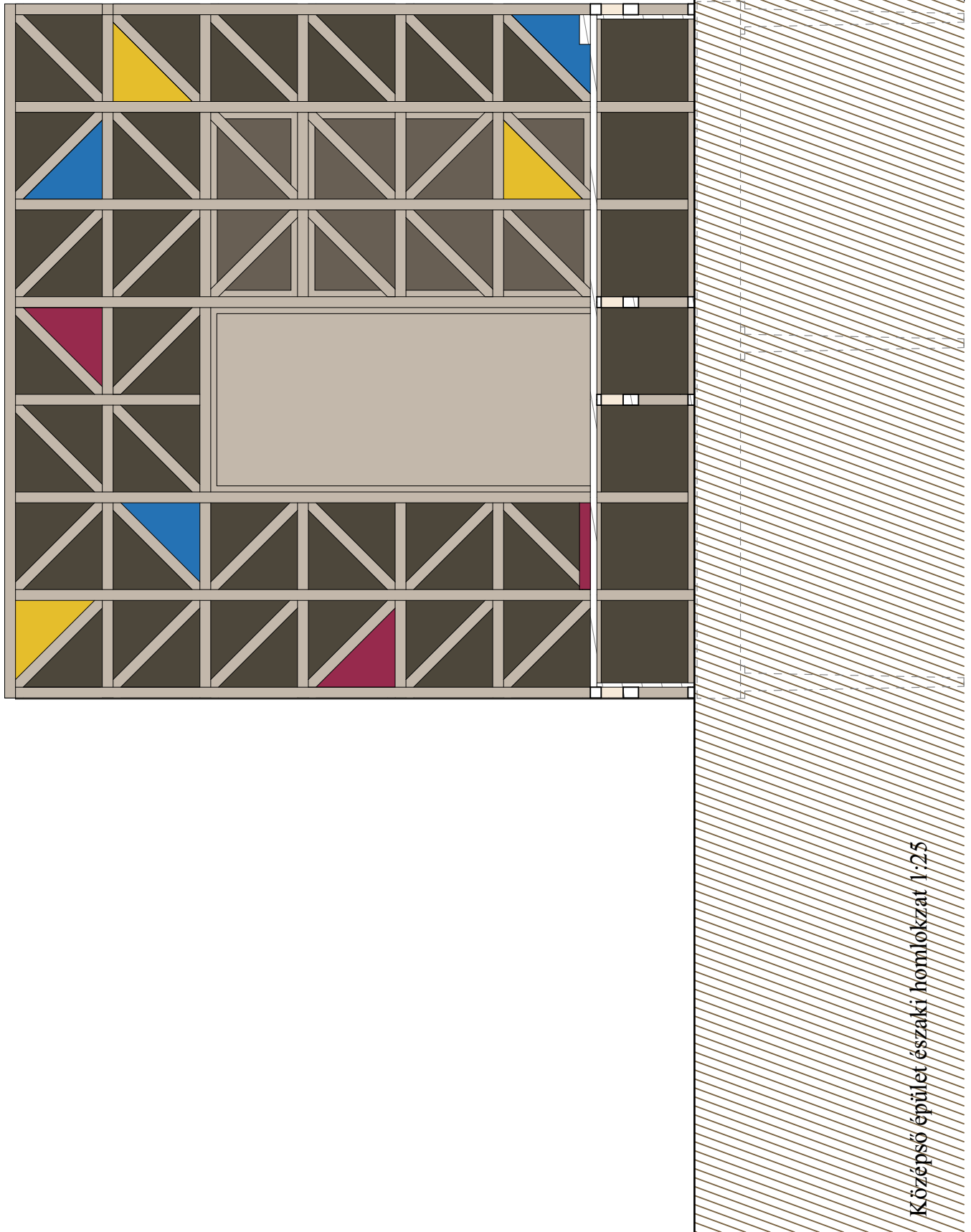
Alaprajz középső épület 1:25



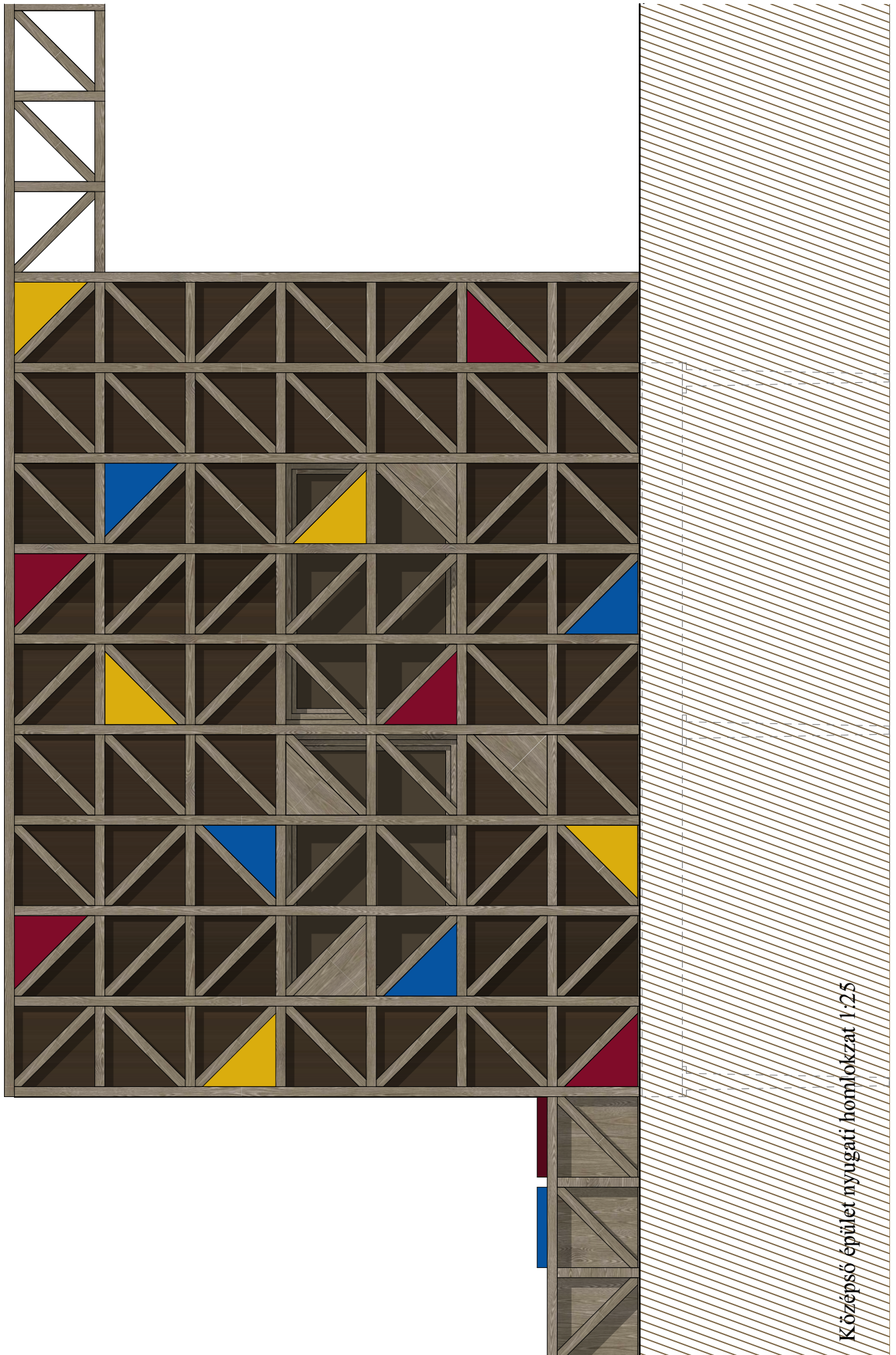
Középső épület déli homlokzat 1:25



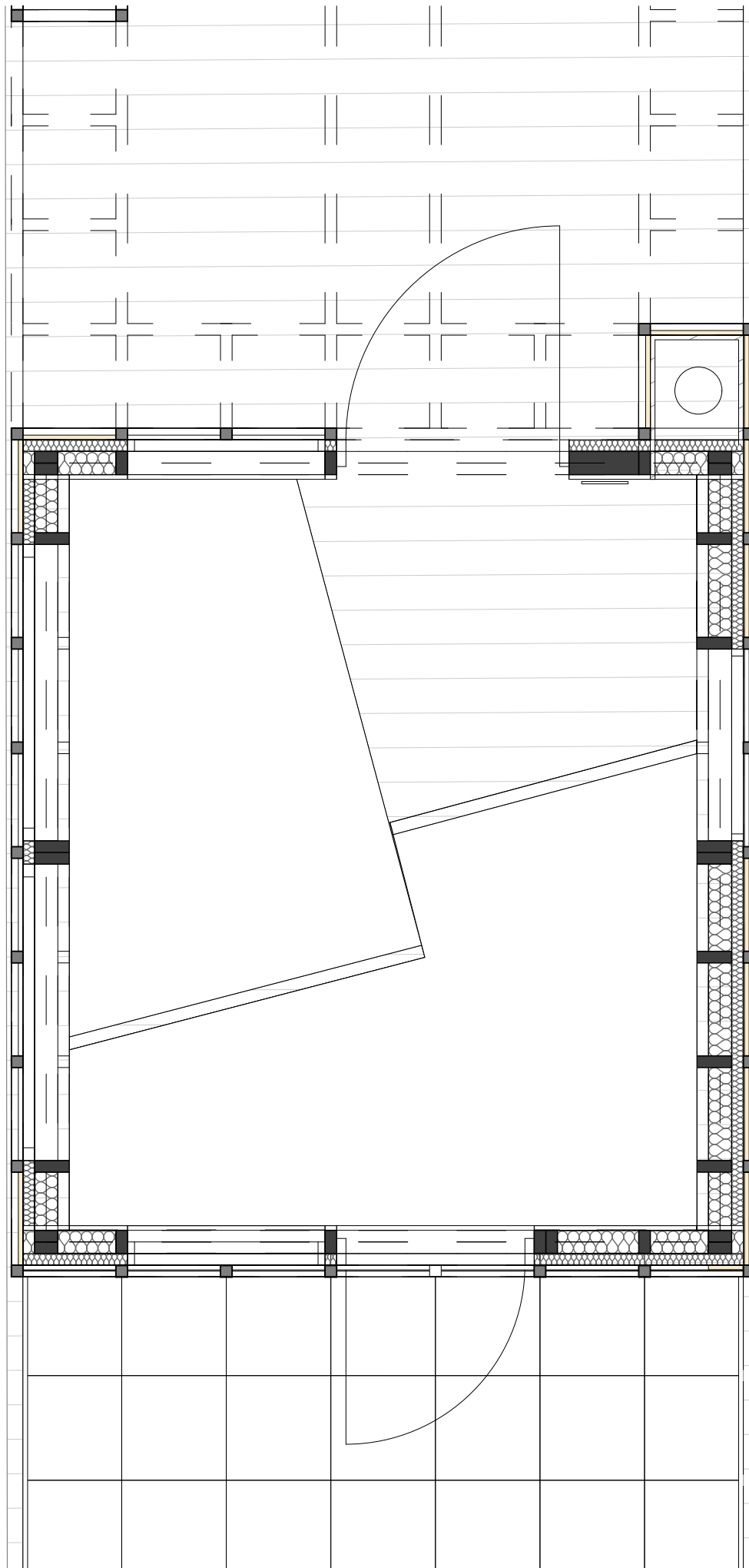
Középső épület keleti homlokzat 1:25



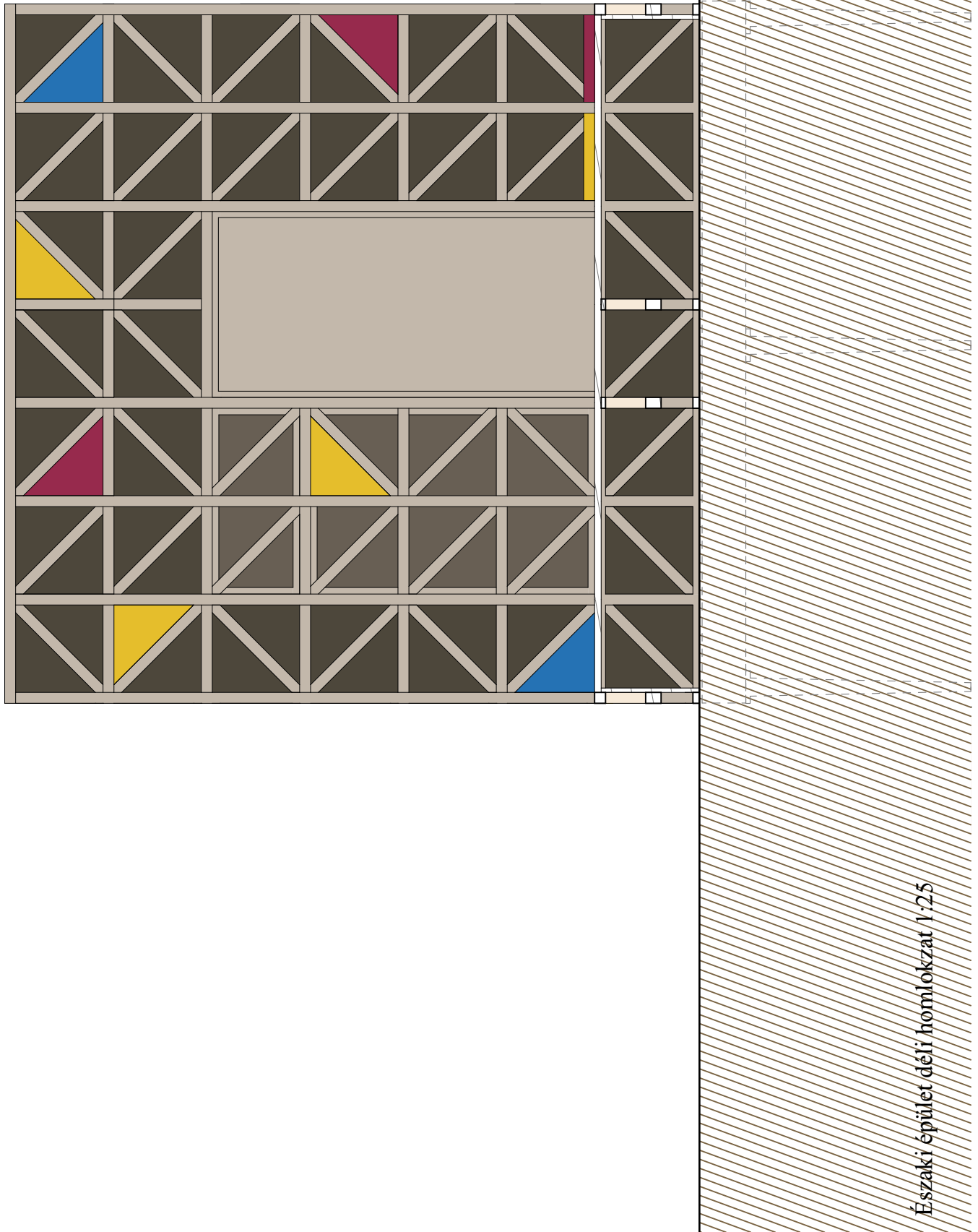
Középső épület északi homlokzat 1:25



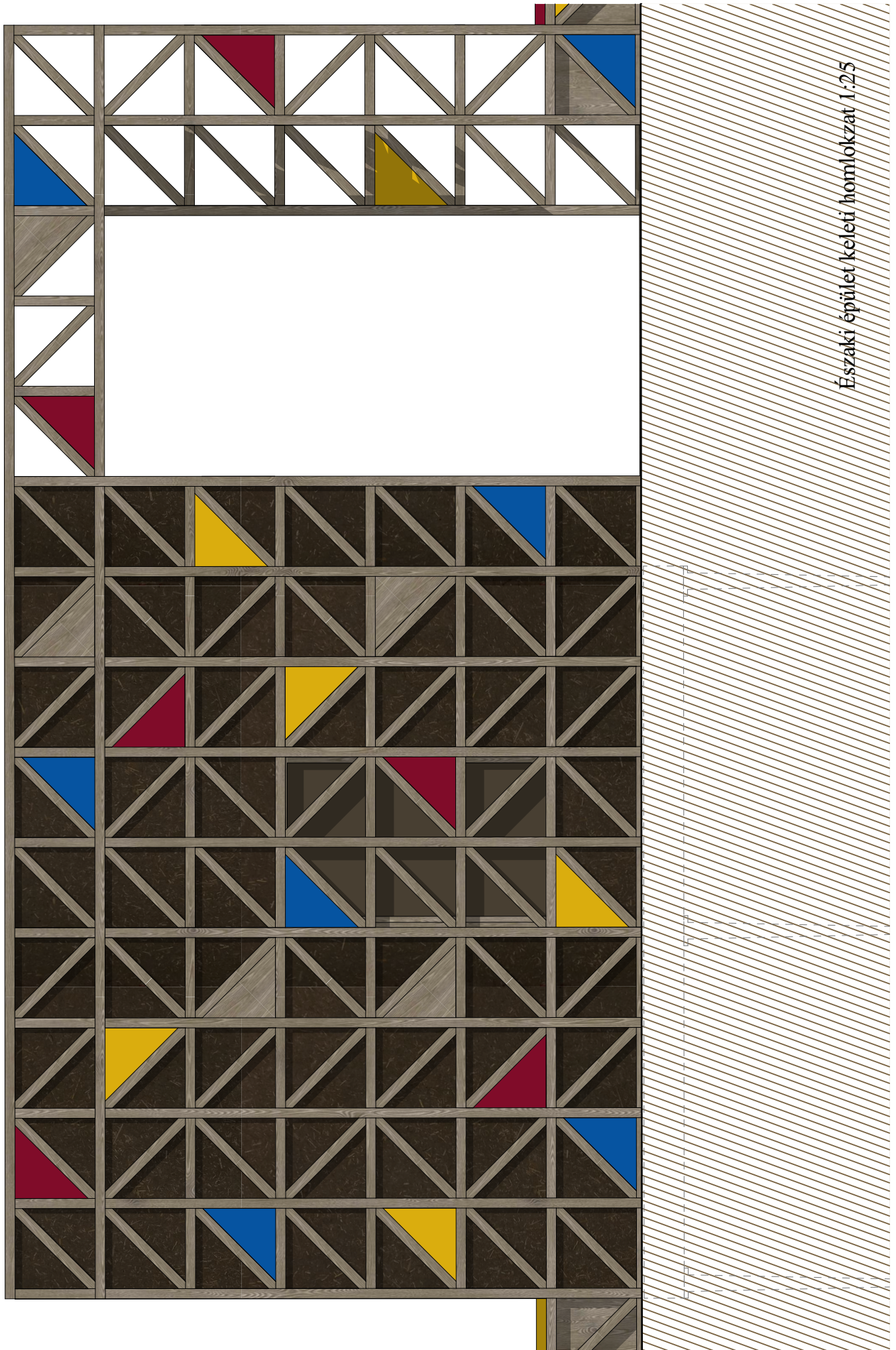
Középső épület nyugati homlokzat 1:25



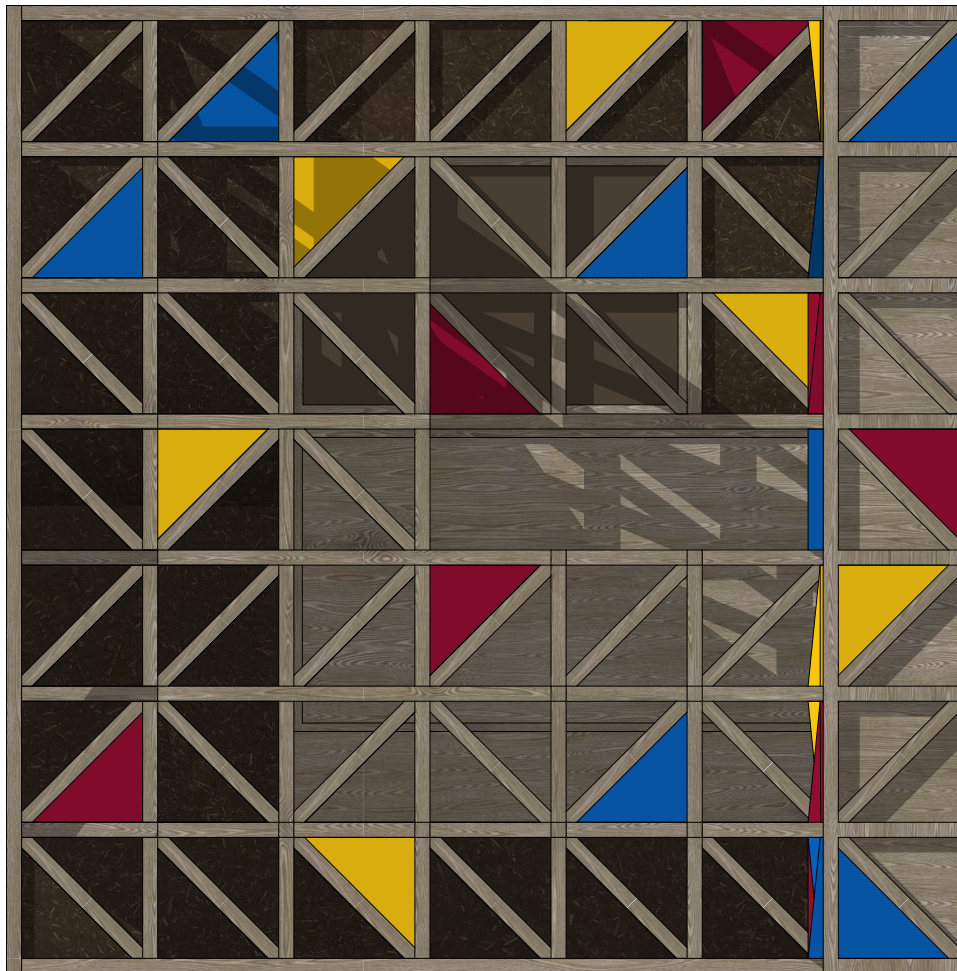
Alaprajz északi épület 1:25



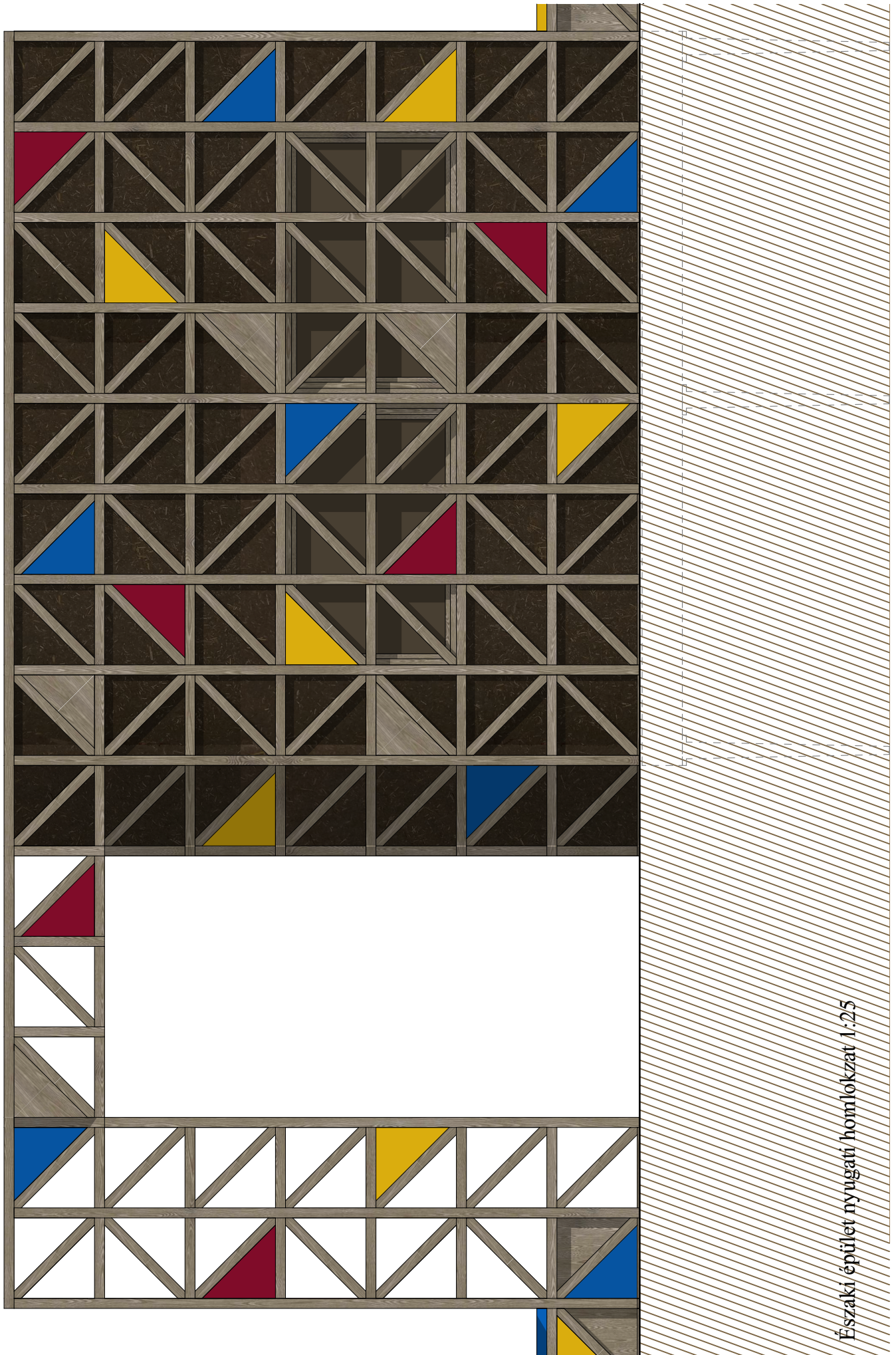
Északi épület déli homlokzat 1:25



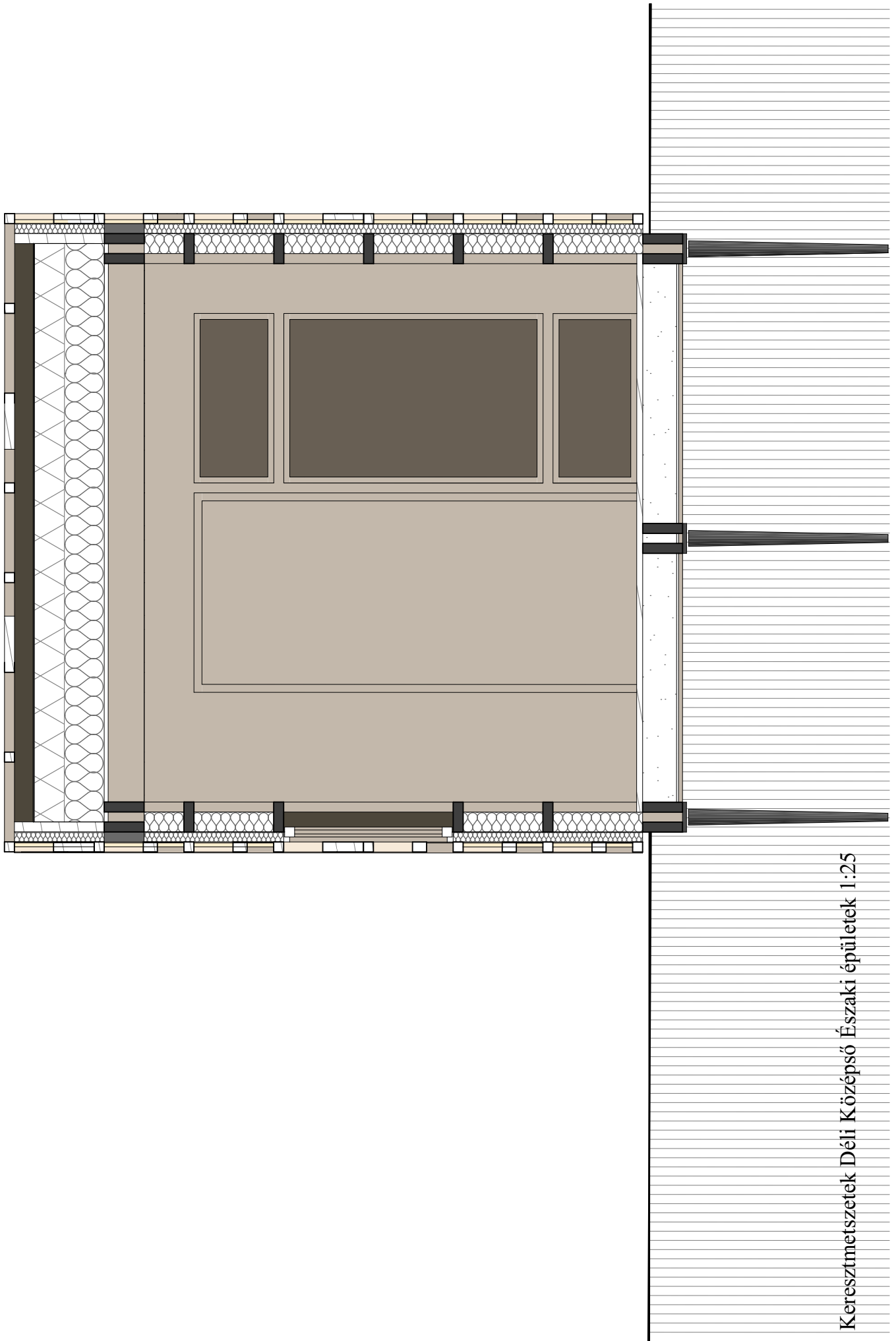
Északi épület keleti homlokzat 1:25



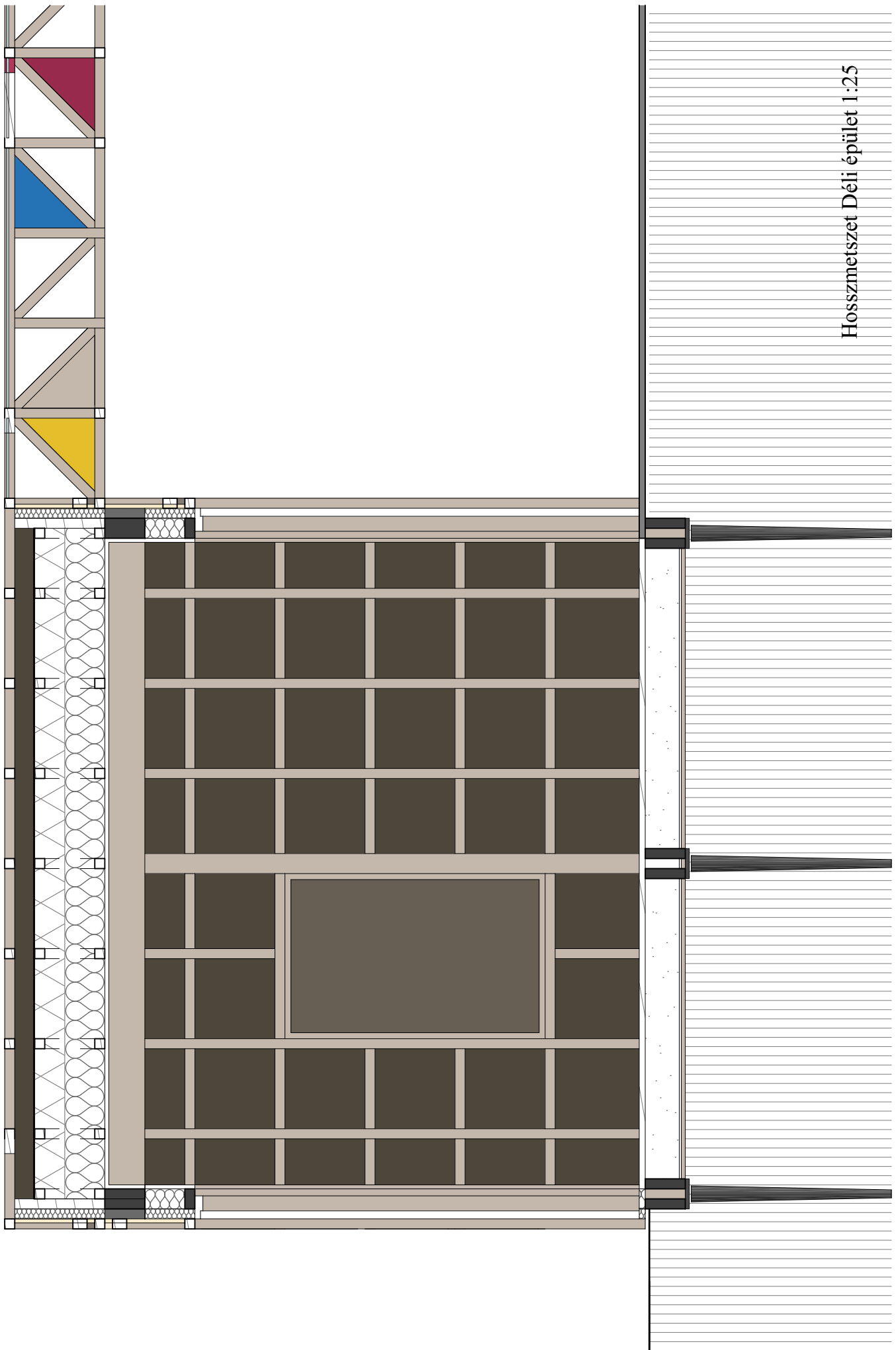
Északi épület északi homlokzat 1:25



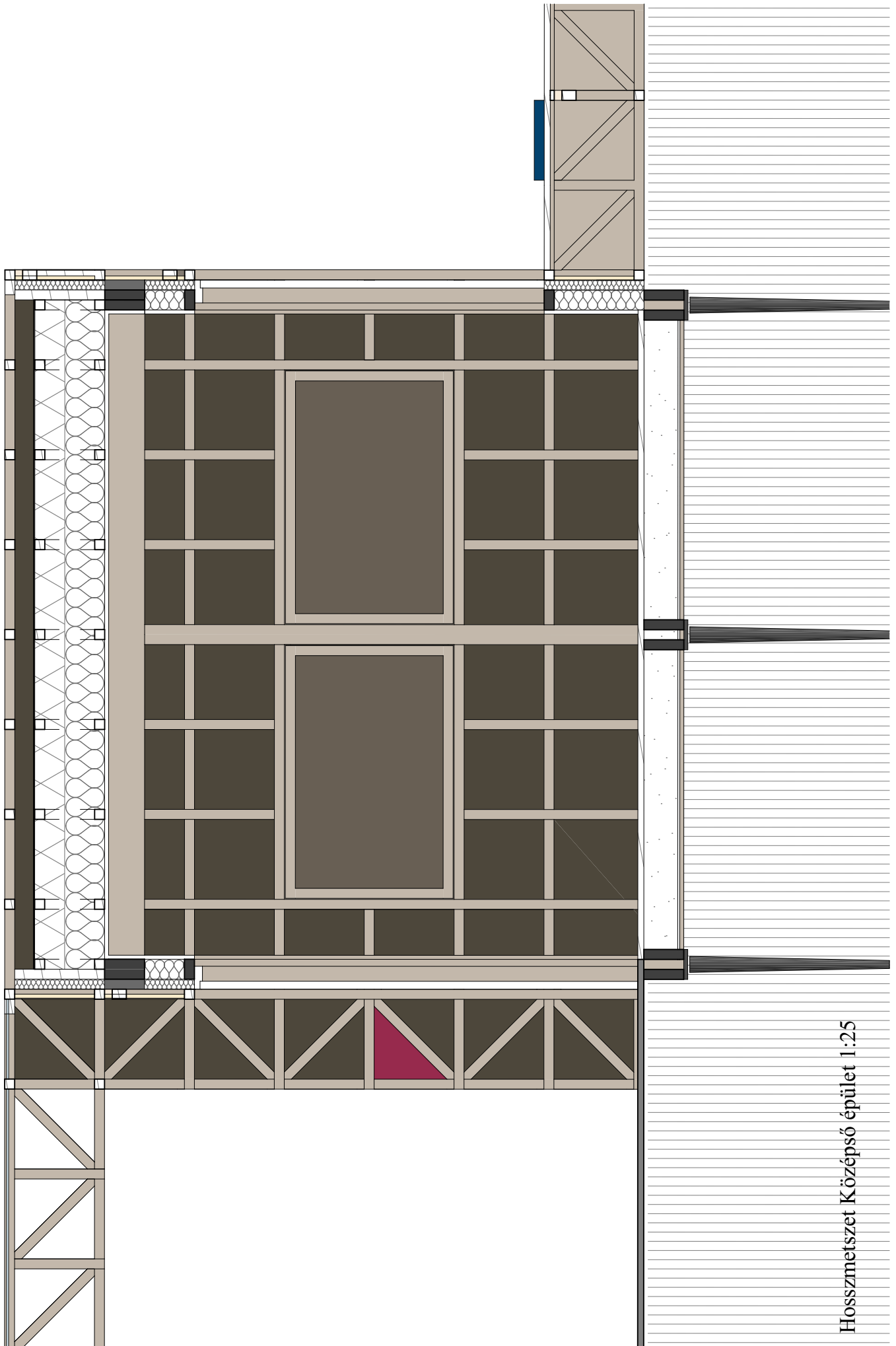
Északi épület nyugati homlokzat 1:25



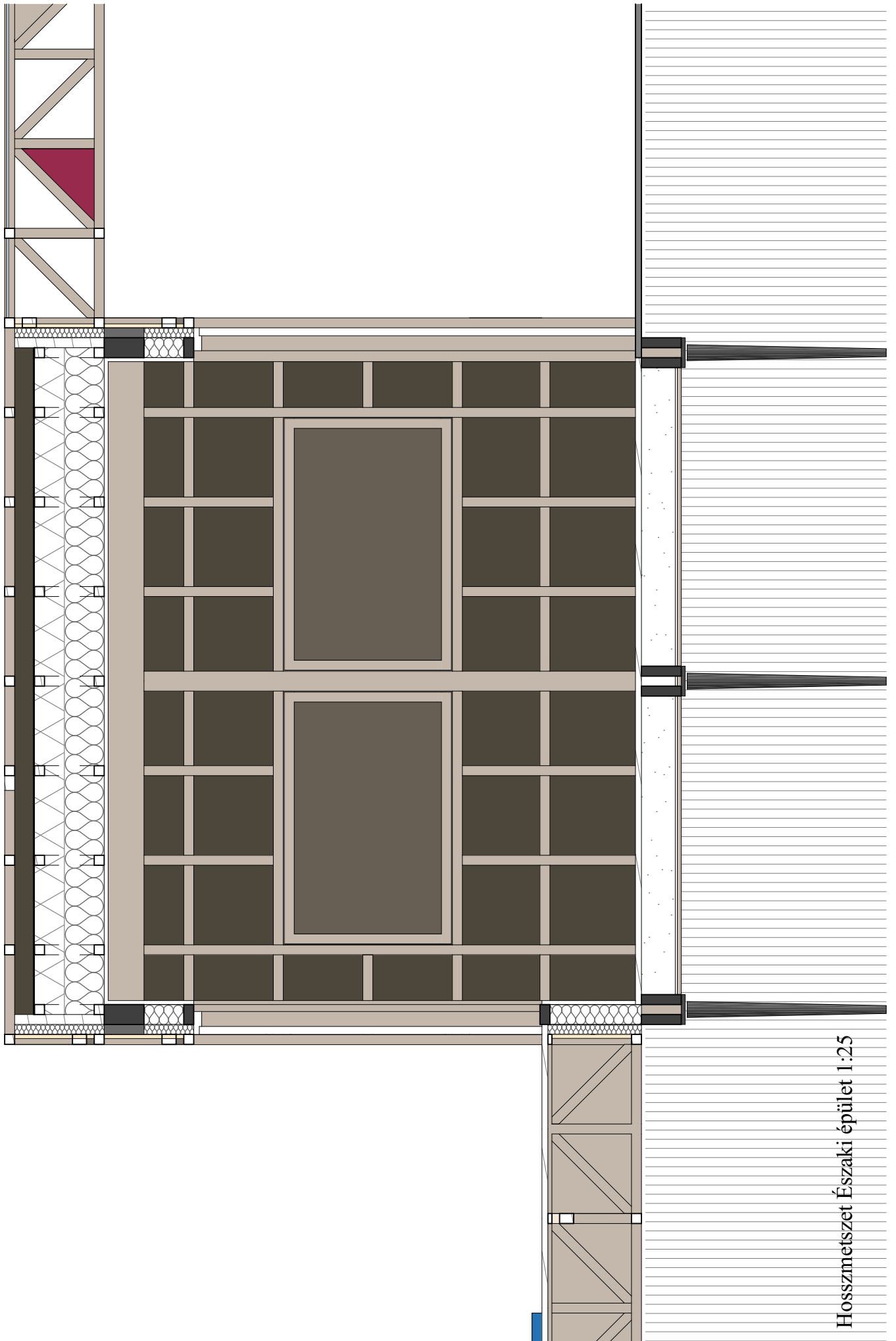
Keresztmetszetek Déli Középső Északi épületek 1:25



Hosszmetszet Déli épület 1:25



Hosszmetszet Középső épület 1:25



Hosszmetízet Északi épület 1:25