

Pécsi Tudományegyetem Művészeti Kar Doktori Iskola

Burkus Judit  
**Rácsok és hálók**  
DLA értekezés

Témavezető:  
Nagy Márta DLA, egyetemi tanár  
2011.

# Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	3
A rácsok geometriája és a kristályok.....	5
A rácsok különböző előfordulási területei, funkciói, szimbolikus jelentései.....	13
Tartó-, merevítőszervezetek a természetben.....	14
Tartószerkezetek az építészetben.....	18
Felületnövelő rácsok.....	27
Szűrők a természetben.....	30
Mesterséges szűrők.....	31
Rácsok a kortárs kerámiaművészetben.....	41
Agyag és rácsok.....	41
Művészek.....	43
Tudomány és művészet.....	52
Rácsok munkáimban.....	61
Összegzés.....	76
Ábrajegyzék.....	78
Bibliográfia.....	85
Curriculum Vitae.....	87

# Bevezetés

Értekezésemben alapvetően olyan kérdésekre keresem a választ, melyek kapcsolódnak művészi munkámhoz. Rácsformájú szobrok készítését doktori tanulmányaim előtt kezdtem, a kezdeti lelkesedés után hamar felmerültek kérdések, melyek a rácsok saját munkáimon kívüli megjelenésére vonatkoztak.

A szabályos mintázatok, szimmetriák a síklefedés és a térkitöltés a matematika és geometria tudományának része. Az első fejezetben ennek a rácsokra vonatkozó részét mutatom be, keresve azokat a törvényszerűségeket, amelyek alapján rácsok tervezhetők, illetve a már meglévők elemezhetők.

A második részben azt vizsgálom, hogyan jelennek meg ezek a formák mesterséges és természetes környezetünkben. Ennek felderítése érdekében gyűjtőmunkába kezdtem, amely a könyvtári kutatáson kívül a hétköznapi környezet megfigyelését is jelenti. Ekkor tudatosult bennem a rácsok előfordulásának gyakorisága, mely további kutatásra ösztönzött. Az érdekelt leginkább, hogy mi tette a rácsokat ilyen elterjedtté, meg akartam ismerni pontosabb működésüket, funkciójukat. Mivel a rács motívum a díszítőművészetekben is gyakran előfordul, ezért feltételezhető, hogy az emberek bizonyos fajta preferenciát mutatnak ez iránt a forma iránt, ugyanakkor negatív érzelmeket is táplálnak vele szemben, mely leginkább a tárgy szimbolikus tartalmaiban nyilvánul meg. Ennek okait is a második fejezetben vizsgálom, illetve bemutatom a témával kapcsolatos gyűjtésemet is.

Művészeti oktatásban résztvevő hallgatóként természetesen a mások által alkotott művek is érdekeltek, ezért az előbb leírt gyűjtéssel egy időben kezdtem a rács motívumot keresni a kortárs művészetben, különösképpen a kerámiaszobrászatban. Ez utóbbi területen találkozhatunk a forma és anyagválasztás kapcsolatának problémájával. Felmerül a kérdés, hogy miért választják a művészek az ilyenfajta formák készítésére éppen a kerámiát, illetve ezt a formavilágot anyagtól függetlenül. Mi készíteti, mi motiválja őket rácsformák készítésére, milyen tartalommal, konceptuális háttérrel ruházzák fel alkotásaikat?

Úgy gondolom a téma nem lenne teljes saját munkáim bemutatása nélkül,

ezért a dolgozat harmadik része a rácsokkal kapcsolatos gondolataimat rácsos szobraimat mutatja be.

# A rácsok geometriája és a kristályok

Az első fejezet azt vizsgálja, hogyan hozhatunk létre szabályos rácsokat egy elem sokszorosításával, mely alapvető geometriai szabályok felhasználásával készíthetünk periodikus rácsokat. Úgy is mondhatnám, ez a rész a rácsok „anatómiájával” foglalkozik.

Három alpművelet: eltolás, tükrözés, elforgatás (Lundy, 2001. 56. o.) felhasználásával a síkban és térben változatos mintázatok hozhatók létre, azonban ezek száma a látszat ellenére korlátozott, mindegyik visszavezethető egy adott alapmintázatra, geometriai alpműveletre. A minták változatosságát valójában az alapformák végtelen sokasága adja.

Legegyszerűbb formája ezeknek a mintázatoknak a „szegélydíz”, vagyis amikor az adott alakzat egy dimenzióban, egy vonal mentén ismétlődik. Ebben az esetben hét szabályos lehetőség van mintázatok képzésére, melyek a következő műveletekkel hozhatók létre: 1. ismétlés 2. vízszintes tükrözés 3. csúsztatott tükrözés 4. függőleges tükrözés 5. 180 fokkal való elforgatás 6. vízszintes és függőleges tükrözés 7. elforgatás és függőleges tükrözés (Barrow, 1998. 129.o.). Az adott műveletekre a táblázatban láthatók példák (1.táblázat).

Egyel több dimenzióban – a síkban – a lehetőségek száma 17-re nő. A különböző műveleteket a kristálytanban használatos jelöléssel, a mintát létrehozó műveletekkel és vizuális példákkal a mellékelt táblázatban mutatom be (2. táblázat). Érdekes módon ezeket a transzformációkat – az egy- és a kétdimenziós mintákat – a legtöbb kultúra alkalmazta egészen a korai időktől. Sormintákat láthatunk éppúgy a neolitikus kori harang alakú kerámia edényeken, mint a modern kori textileken és egyéb tárgyakon. Az ókori Egyiptom művészetében az összes ilyen mintára van példa, bár ebből a korból matematikai leírásuk nem található. Leglátványosabban az olyan kultúrákban bontakoztak ki, ahol valamilyen szabály tiltja a figurális ábrázolást – például az Alhambra díszítésénél is ezt alkalmazták a mórok – azonban egyetemes elterjedésük azt mutatja, hogy az emberiség általában fogékony az effajta elrendezés iránt (Barrow, 1998. 134. o.). Annak ellenére, hogy

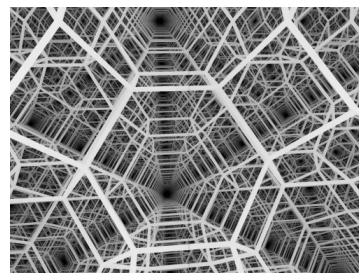
ennyire gyakoriak, ezeknek a mintázatoknak a törvényszerűségeit először csak a 19. században írták le. A szimmetriacsoportok koncepcióját elsőként Camille Jordan vetette fel, végső kidolgozása azonban Arthur Moritz Schönflies és Eugar Fjodorov nevéhez fűződik. Ők eleinte egymástól függetlenül dolgoztak, eredményeiket az 1890-es évek elején publikálták, és ettől fogva levelezésben álltak egymással. (I. Grattan-Guinness, 1994. 1272.o.)

Fjodorov – aki egyébként krisztallográfus volt – dolgozta ki a rácsok térbeli elrendezésének rendszerét. Összesen 230 tércsoportot határozott meg, melyeket a kristálytan a mai napig használ. Mind a 230 változatot itt terjedelmi okokból nem tudom bemutatni, ezért csak néhányat illusztrálok képekkel (1-2. ábra).

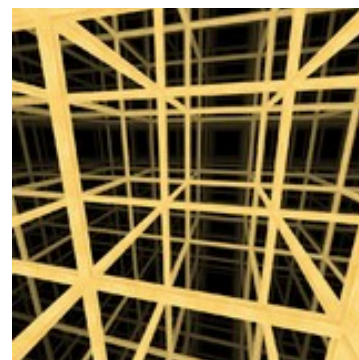
Érdeemes itt szólni a kristálytanról, mivel ez az a tudomány, amely a gyakorlatban leginkább használja az előbb leírt rendszereket, és a kristályok mutatják a legtisztábban az ilyen elrendeződéseket. A természetben a legtöbb anyag kristályos formában van jelen, mivel ez az állapot mind közül a legstabilabb. (Természettudományi Lexikon,

661.o.) Az anyagok atomi szintű elrendeződése alapvetően befolyásolja azok tulajdonságait. Azonos atomokból, ionokból, molekulákból a legkülönbözőbb tulajdonságú testek és vegyületek jöhetnek létre. A legismertebb példa erre a polimorf kristályok közül a grafit és a gyémánt, melyek egyaránt szénatomokból épülnek fel. Alapanyaguk tehát ugyanaz, fizikai és kémiai különbözőségüknek oka pusztán szerkezetükben keresendő. Ez okozza azt, hogy míg az egyik sötét színű, fémesen csillogó, puha, addig a másik inkább áttetsző, néha színes és a természetben előforduló legkeményebb ásvány.

Bizonyos anyagok kétféle alakban kristályosodnak, ezek egymással tükörszimmetrikusak, de fedésbe nem hozhatók. Hasonló ez a szimmetria ahhoz, ahogyan kezeink viszonyulnak egymáshoz. A jelenséget kiralitásnak nevezik, s a

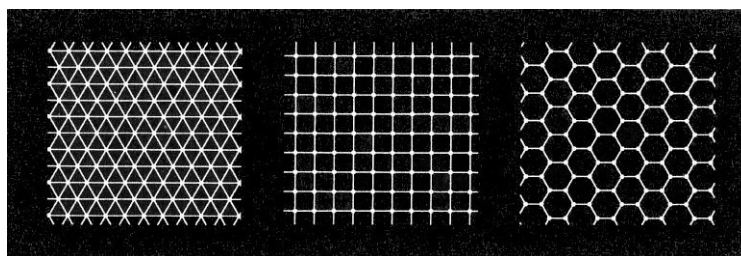


1. ábra Csonkolt kockákból felépülő rács.



2. ábra Térbeli négyzetrácsáló.

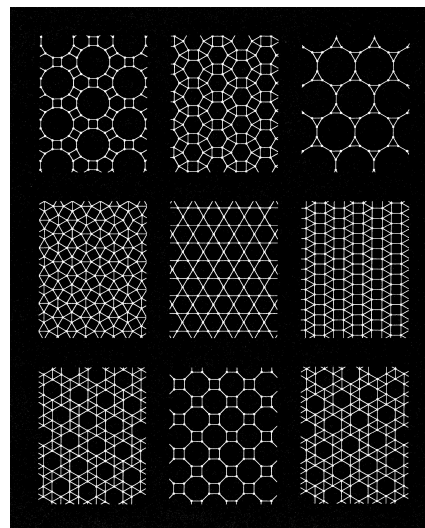
kezek analógiájára a párok tagjait „jobbkezes” és „balkezes” megnevezéssel különböztetik meg. Ez a „kis” különbség az anyagok végső megjelenésében, hatásában, óriási változást okozhatnak. Legszélsőségesebb példa az aszpartám, amelynek „balkezes” enantiomerje édes, míg a „jobbkezes” keserű, de vannak gyógyszerek is, amelyeknek királis párja erősen mérgező. (*Hargittai és Hargittai*, 2005. 41-43. o.).



3. ábra Három szabályos síklefedés.

A rácsszerkesztés egy másik lehetséges módja az úgynevezett csempézés. Ennek eredeti célja a sík maradéktalan lefedése, ha azonban a síkidomok közötti vonalakat vesszük figyelembe, és a felületeket elhagyjuk, ez a módszer is használható háló, rács szerkesztésére.

Mindössze három szabályos változata létezik, ezekben a felületet egy fajta szabályos síkidommal töltjük ki, erre alkalmas a négyzet, az egyenlő oldalú háromszög illetve a hatszög (3. ábra). A többi szabályos síkidom önmagában nem képes lefedni a síkot, azonban más szabályos alakzattal kombinálva félszabályos minták alakíthatók ki velük. A nyolcszöget négyzettel kombinálva, vagy a tizenkészsöget háromszöggel „házasítva” kaphatunk ilyet (4. ábra).

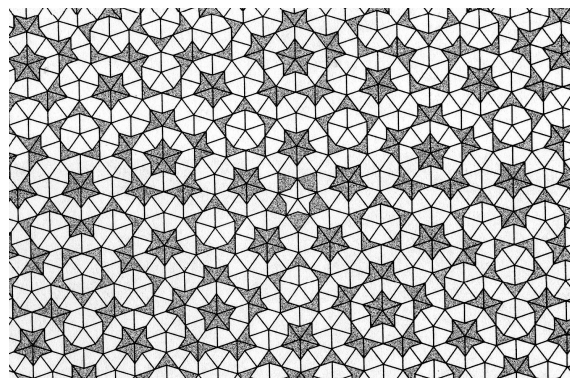


4. ábra Félszabályos síklefedés.

A csempézésnek természetesen térbeli változata is létezik. A platóni szabályos testek közül csupán egy képes önmagában teljesen kitölteni a teret: a kocka. Archimédeszi félszabályos és egyéb kockából, hasábból származtatott

testek több lehetőséget kínálnak (*Wade*, 2006. 14. o.).

A csempézés egy speciális esete a Penrose-csempézés (5. ábra), amikor szabályos alakzatokból aperiodikus rendszert hozunk létre, amely rések nélkül fedile a síkot. Roger



5. ábra Penrose-féle csempézés.


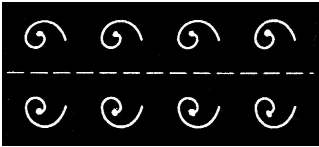



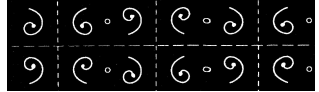
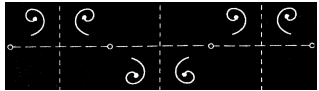
Penrose előtt többen is próbálkoztak már hasonlóval. Az elsőt Berger találta 1966-ban, ő 20426 darab négyzetes alapelemet alkalmazott, amelyeknek éleit úgy manipulálta, hogy a periodicitást elkerülje. Később sikerült az elemek számát 104-re, majd 92-re csökkentenie. 1971-ben Raphael M. Robinson 6-féle négyszögű elemből álló rendszert állított össze. Penrose rendszereinek újdonsága abban állt, hogy elsőként alkalmazott hatszöget, illetve csillag alakzatokat – első alkalommal 6-féle hatszöget és csillagot használt fel – ezzel megtörte a négyzetek egyeduralmát és cáfolta azt a sejtést, amely szerint aperiodikus csempézést csak manipulált négyszögekből lehet létrehozni. Később még két rendszert fejlesztett ki, az egyikben „sovány” és „kövér” rombuszokat alkalmaz, a másodikban kétféle deltoidot.<sup>1</sup>

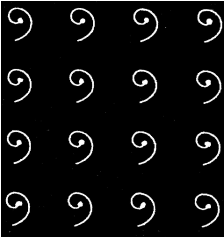
A Penrose-féle csempézés eleinte csupán matematikai játéknak tűnt, később azonban felfedeztek egy anyagot, amely hasonló elven rendeződik a térben. Ez az anyag fizikailag a kristályokhoz hasonló módon viselkedett, de szerkezetében eltért tőlük, mivel nem volt periodikus. Később több ilyen anyagot is felfedeztek, főleg ötvözeteket, ezeket kvázikristályoknak nevezik és megismerésüket nagyban segítették a korábbi geometriai, matematikai kutatások. Szép példája ez annak, amikor az elméleti tudomány a gyakorlattal találkozik (*Wade*, 2006. 36. o.).

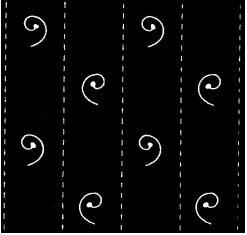
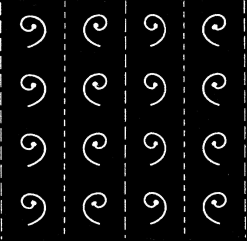
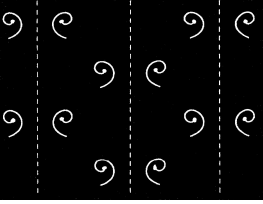
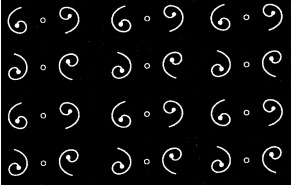
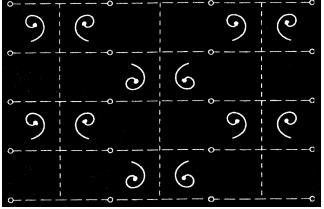
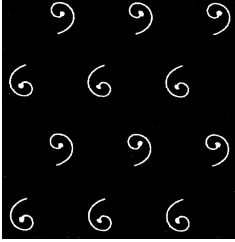
---

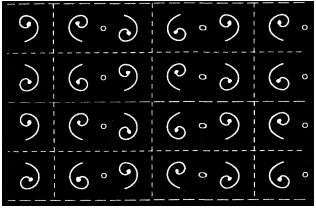
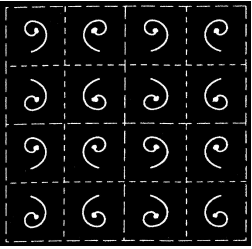
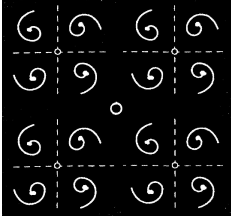
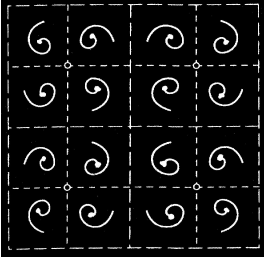
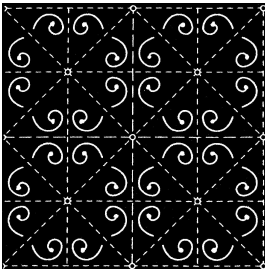
<sup>1</sup> <http://mathworld.wolfram.com/PenroseTiles.html>

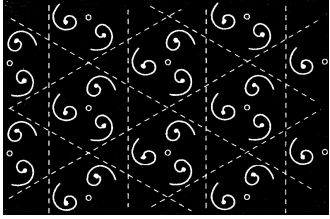
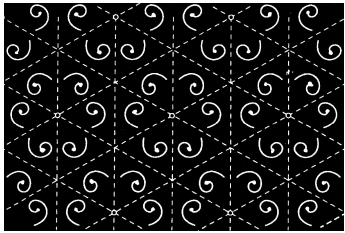
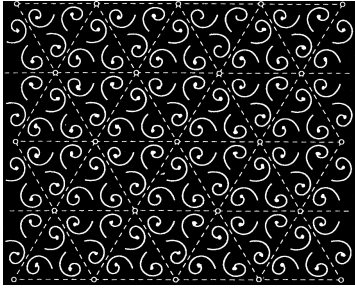
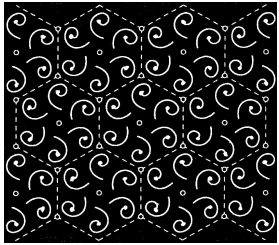
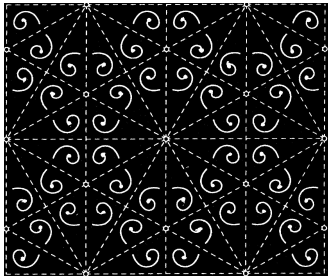


Művelet	Minta
1. ismétlés	
2. vízszintes tükrözés	
3. csúsztatott tükrözés	
4. függőleges tükrözés	
5. 180°-kal való elforgatás	
6. vízszintes és függőleges tükrözés	
7. elforgatás és függőleges tükrözés	

Krisztallográfiai jel és művelet	Minta
<b>p1</b> kép eltolás	

Krisztallográfiai jel és művelet	Minta
<p><b>pg</b> két párhuzamos, csúsztatva tükrözés</p>	
<p><b>pm</b> két tükrözés és egy eltolás</p>	
<p><b>cm</b> tükrözés és két eltolás</p>	
<p><b>pgg</b> két merőleges csúsztatva tükrözés</p>	
<p><b>pmg</b> egy tükrözés és két félfordulat</p>	
<p><b>p2</b> két eltolás és egy fél fordulat</p>	

Krisztallográfiai jel és művelet	Minta
<p><b>cmm</b> két merőleges tükrözés és egy fél fordulat</p>	
<p><b>pmm</b> egy téglalap oldalaira vonatkozó négy tükrözés</p>	
<p><b>p4</b> egy félfordulat és egy negyed fordulat</p>	
<p><b>p4g</b> egy tükrözés és egy negyed fordulat</p>	
<p><b>p4m</b> egy háromszög oldalaira vonatkozó három tükrözés a háromszög szögei: 45°, 45°, 90°</p>	

Krisztallográfiai jel és művelet	Minta
<p><b>p3</b> két 120°-os forgatás</p>	
<p><b>p3m1</b> egy tükrözés és egy 120°-os forgatás</p>	
<p><b>p31m</b> egy egyenlő oldalú háromszög oldalaira vonatkozó tükrözés</p>	
<p><b>p6</b> egy félfordulat és egy 120°-os forgatás</p>	
<p><b>p6m</b> egy háromszög oldalára vonatkozó tükrözés a háromszög szögei: 30°, 60°, 90°</p>	

# A rácsok különböző előfordulási területei, funkciói, szimbolikus jelentései

Természetes és mesterséges környezetünkben számtalan példát találhatunk a sík és térbeli rácsok előfordulására, melyek nagy formai és funkcióbeli változatosságot mutatnak, nem egy közülük ritmikus, periodikus, vagy éppen szabálytalan formákkal, és a legkülönbélebb funkciókkal. Éppen ezért ebben a fejezetben néhány példán keresztül azt próbálom bemutatni, összefoglalni, miért előnyös a rácsforma bizonyos esetekben, mi lehet gyakori előfordulásának, alkalmazásának oka és hogy milyen szimbolikus jelentések tapadtak hozzá különböző kultúrákban.

A különböző tudományterületek számos definícióját adják a rácsnak. A kémiában kiemelkedő szerepe van a kristályrácsoknak, amelyekben az atomok, molekulák, ionok szabályos, periodikus térbeli hálóban helyezkednek el. (*Természettudományi Kislexikon I.*, 1989., 665.o.) Az optikai rács inkább egy két dimenziós jelenség, amelyet átlátszó, vagy tükröző felületre karcolt, szabályosan elrendezett vonalak alkotnak. (*Magyar Értelmező Kéziszótár*, 1975. 1136.o.) A matematikai rácsot a síkban elterülő és azt teljesen kitöltő paralelogrammák alkotják, valamint az azok csúcsain levő ponthálók. (*Természettudományi Kislexikon II.*, 1989., 916.o.) A Magyar Értelmező Kéziszótár meghatározása szerint a rács lécekből vagy huzalokból hézagokat hagyva összeerősített, sík felületet alkotó elrekesztő szerkezet (*Magyar Értelmező Kéziszótár*, 1975. 1136.o.). A következő fejezetben a rácsokat ettől általánosabb értelemben vizsgálom.

A rács alatt olyan sík felületet, vagy térbeli formát értek, amelynek folytonosságát lyukak, az anyagban lévő hiányok törik meg, illetve ahol ilyen formában két, vagy több különböző anyag váltja egymást. Létrejöhet konstruktív módon, amikor elemekből épül fel az adott tárgy, vagy lehet egy formából utólagosan kivágott, perforált. A rácsokkal rokon értelemben használom a háló

fogalmát, amely fonalból csomózással készült nagy likacsú szövedék (*Magyar Értelmező Kéziszótár*, 1975. 72. o.).

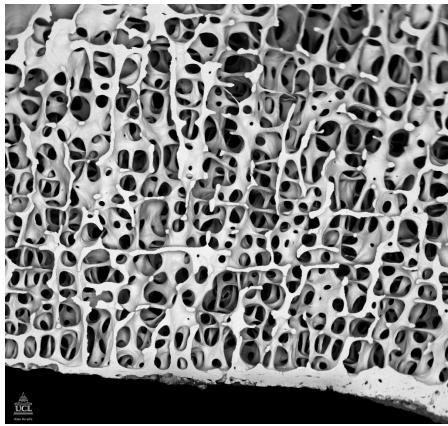
A következő részekben a rácsokat jellemző, alakjukból fakadó tulajdonságaik alapján csoportosítom. Az első alfejezetben olyan tárgyokról illetve élőlényekről írok, amelyekben a rácsoknak az a tulajdonsága hasznosul, hogy szerkezeti kialakításától függően viszonylag könnyű, de ugyanakkor mégis erős, állékony. A második részben leírt tárgyak, jelenségek esetében a rácsok azon tulajdonsága hasznosul, hogy adott térfogatukhoz nagy felület társul. Végül a szűrőket veszem sorra.

### **Tartó-, merevítőszervezetek a természetben**

Egy bizonyos mérettartomány fölött az élőlényeknek szükségük van egy merevítő, szilárdító rendszerre, amely biztosítja testük alakját és védi lágy, belső szerveiket a különböző mechanikai hatásoktól, egyben a mozgásban passzív szervként is részt vesz. Az egészen apró egysejtűek esetében még nem feltétlenül szükséges a belső váz, különösen, ha vizes közegben élnek. Alakjuk megtartásához elegendő a sejtplazma és a sejthártya.

A nagyobb mérettartományban lévő állatok általában külső vázzal védik testüket. Az ízeltlábúak például kitinpáncélt viselnek. Ennek egyik hátránya, hogy a test súlyához képest nagyon nehéz, ezért nagyobb mérettartományban jellemzően nincsenek ilyen állatok. A másik, hogy nem tud együtt növekedni a testtel, ezért időről időre le kell azt vedleni, ez idő alatt pedig az állat nagyon kiszolgáltatott. A puhatestűek megoldották ez utóbbi problémát, külső meszes héjuk fokozatosan együtt növekszik testükkel, azonban ez csak nagyon lassú mozgást tesz lehetővé, ami szintén hátrányos.

Az előbb felsorolt problémák megoldásaként az evolúció a gerinces állatoknál a csontvázat fejlesztette ki, mely a testet belülről támogató szerkezet. A testtel együtt növekszik egészen embrionális kortól a halálig, súlya a testhez képest kicsi – a test súlyának mindössze 10%-a – és az ízületi kapcsolatoknak köszönhetően rendkívül mozgékony is. Rendkívüli képességeit



6. ábra Csontszövet.

mikroszerkezetében kell keresnünk. A csontváz egy dinamikusan fejlődő rendszer. A csontszövet csontképző-, csontfaló- és csontsejtekből áll, melyeknek együttes munkája az erőbehatásoknak, terhelésnek megfelelően folyamatosan formálja a csontok alakját (6. ábra). A kevésbé terhelt részeken a csontfaló sejtek folyamatosan építik le a sejteket, miközben a nagyobb igénybevételnek kitett részeken a csontképző sejteknek köszönhetően a szövet folyamatosan erősödik és épül, ennek eredményeként minimális anyagfelhasználással, egy nagyon jól terhelhető, statikus szerkezet jön létre (Donáth, 2008. 51. o.). Ennek a folyamatnak az eredménye például a sarokcsontban az erővonalak küllőszerű elrendeződése, mivel ez a csont járás közben gördülő mozgást végez, így szerkezete a kerékhez hasonlóan alakult ki. A csont tulajdonságait anyagösszetétele is befolyásolja. A csontok 30-40% szerves anyagot és 60-70% szervesetlen anyagot tartalmaznak. A szervesetlen anyagok biztosítják a szilárdságot, ha ezt az állományt salétromsavas oldattal kioldjuk, csak a könnyen hajlítható, rugalmas részek maradnak vissza. Ha a csontot elégetjük, a szerves anyagok távoznak a csontból, a megmaradó részek azonban nagyon törékenyek, könnyen porladóak lesznek. Fiatal korban a szerves részek aránya nagyobb, ez az oka annak, hogy a gyerekek csontjai rendkívül rugalmasak (Donáth, 2008. 50. o.).

Testük szilárdítását ettől eltérő módon oldják meg a növények. Az állattal ellentétben a növényi sejtek rendelkeznek sejtfallal, amely a sejthártyához képest szilárdabb képződmény (7. ábra). A sejtfalat a citoplazma választja ki, feladata a szilárdításon kívül az, hogy szállítsa a

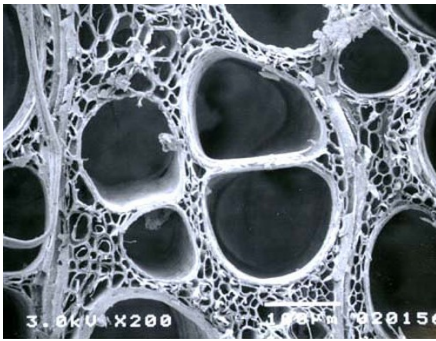


7. ábra Növényi sejt falában található cellulóz elektronmikroszkópos képe.

folyadékot és tápanyagot. Fő alkotóeleme a cellulóz, melynek alapegységei a cellulóz makromolekulák vagy fonalmolekulák. Ezek a makromolekulák láncokba rendeződnek, melyben kristályos szerkezetű micellák és amorf részek váltják egymást. Négy-hat elemi rost az amorf részekenél összekapcsolódva alkot egy mikrofibrillát. A sejtfa réteges felépítésű, kívül egy 0,2-2,0 µm vastagságú, úgynevezett középlemez található, mely főleg pektint és lignint tartalmaz, összeragasztja, együtt tartja a szomszédos sejteket. Az elsődleges, vagy más néven primer sejtfa, mely a sejt fejlődésének első szakaszában alakul ki, csekély mértékben tartalmaz cellulózt, főként hemicellulóz és pektin alkotja, melybe a fejlődés későbbi szakaszában egyre több lignin épül be. Ebben a rétegben a mikrofibrillák rendezetlenül helyezkednek el. A másodlagos, szekunder sejtfa további három részre osztható, három lamellából épül fel. A különböző rétegekben a cellulóz fibrillák elhelyezkedése más és más, amely a növény vagy a faanyag mechanikai tulajdonságait, húzó, szakító szilárdságát, rugalmasságát jelentősen befolyásolják. Az első, vékony rétegben a mikrofibrillák párhuzamosan, egy spirált alkotva helyezkednek el, a sejt hossz tengelyével 50-70°-os szöget zárnak be. A második lamella a sejtfa legvastagabb része, annak 80%-át alkotja, szintén réteges felépítésű, cellulóz tartalma magas. A harmadik egy vékony, de gombákkal és savas hatásokkal szemben ellenálló réteg, melyet többnyire tiszta cellulóz alkot, lefutási szöge 60-90°. Bizonyos fajok sejtjeiben, főleg a fenyőkben kialakulhat egy harmadlagos sejtfa, amely magába foglal egy speciális szemölcsös réteget és minden egyéb sejtre rakódó képződményt. Egyes területeken nem alakul ki a sejtfa második rétege, ez okozza a sejt gödörkészettségét. A gödörkék teszik lehetővé a sejtek közötti anyagforgalmat, a szomszédos sejteken ugyanis párokban fordulnak elő a gödörkék. Ezekben a pontokon a két sejtet csupán egy membrán választja el egymástól.

Talán túlzottan részletesnek tűnhet az előbbi leírás, azonban úgy gondolom, hogy fontos ezen részletek megismerése a növények, különösen a fás növények szilárdító szerkezetének megértéséhez. Az élő, lágy sejteket az imént leírt sejtfa merevíti. A fás növények szilárdító szerkezetét a fás részek adják, mely az elhalt sejtek visszamaradó falából alakul ki. Ezekben a fás részekben futnak a



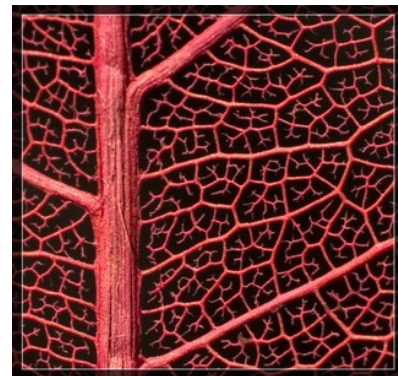


8. ábra Juharfa keresztmetszetének elektronmikroszkópos képe.

víz- és tápanyagszállító edények is (8. ábra). A faanyag tulajdonságait a fentebb leírt mikro- és makrostrukturális különbségek mind befolyásolják. A sejt falban lévő spirális szerkezet például nagy rugalmasságot és szakítószilárdságot biztosít a faanyagnak attól függően, hogy azok milyen szöveget zárnak be a sejt hossz tengelyével. A sejt falon

található gödröcskék mérete, formája a fa vízfelvevő képességét, száradási illetve bizonyos mechanikai tulajdonságait befolyásolja. A vízszállító edények nagysága, elhelyezkedése meghatározza a fa megmunkálhatóságát, szilárdságát, puhaságát (Molnár, Peszlen, Paukó 2007. 25-33. o.). Ennek a szerkezetnek a sikerességét bizonyítja a faóriások létezése – melyek akár a 150 méteres magasságot is elérhetik, és több ezer éves kort is megérhetnek – valamint a faanyagok széleskörű használata.

Ha tovább vizsgáljuk a fákat, nem csak törzsükben, hanem egyéb részeiken is találhatunk jól működő szilárdító megoldásokat. A levelekben található erek – amelyek olyan erősek, hogy az egyéb köztes részek elbomlása után is megmaradnak – a tápanyagszállítás mellett erősítő, merevítő szerepet is betöltenek,

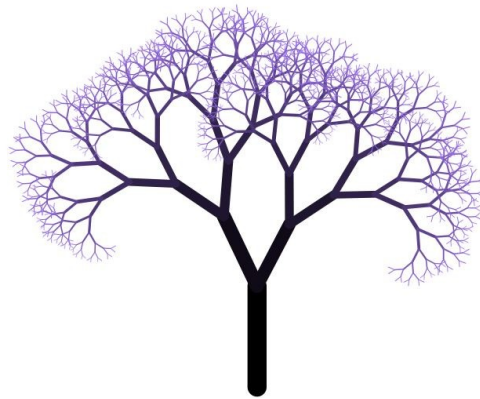


9. ábra Levélerezet.

így védik a leveleket a szél tépő hatásával szemben (9. ábra). A különböző növényfajtákban különféle hálózatokat találhatunk, amelyet a növény genetikai adottságai mellett a környezeti tényezők is befolyásolnak. Szárazabb éghajlaton élő növényekben sűrűbb az érhalózat, mint a nedvesebb éghajlaton előfordulóknál. Egyazon növényen belül is megfigyelhető különbség: egy lomb árnyékos felén lévő levelekben ritkábban helyezkednek el a szállítónyalábok, mint a napos oldalon.

Maga a fa formája is a stabilitást szolgálja. A törzstől az ágcsúcsok felé egyre vékonyabb ágakból álló, ugyanakkor egyre sűrűbb rendszer alkotja a

lombot, mely hasonló a fraktál mintázathoz (10. ábra). Ennek a formának egyik tulajdonsága, hogy kiváló rezgéscsillapító. Amennyiben egy dob széleit fraktál alakzat alkotná, nem lehetne megszólaltatni, mivel a bőrön keletkező rezgések a hangszer peremén elnyelődnének. Ezt a tulajdonságot használják ki a fák is, így a húzó hatásával szemben (*Barrow*, szerkezetekben is megjelenik. A gótikus pillérek, boltozatok – különösen a függélyes stílusban – fölfelé legyező szerűen szétterülve alkotnak fához hasonló formát, amely fölfelé haladva egyre inkább



10. ábra "Fraktálfa."

elágazik. A stuttgarti repülőtér (11. ábra) tetőzetét – amely az erdei lombkoronához hasonlóan csak kevésbé ereszti át a fényt – szintén ágakra bomló pillérek tartják, így utalva a természetre. (*Cerver*, 2003. 40. o.)



11. ábra Stuttgarti repülőtér csarnoka.

### Tartószerkezetek az építészetben

A rácsformák jól használhatóak az építészetben, mivel előnyük a tömör megoldásokkal szemben, hogy sokkal könnyebbek, ezért nagyobb formák alakíthatók ki belőlük, nagyobb fesztávolság hozható létre, miközben kevesebb alátámasztásra van szükség.

A rácsszerkezeteket majd minden kor építésze felhasználta. Sokszor lappangva voltak csak jelen, a funkció, vagy a kor ízlése miatt más anyagokkal elfedve, máskor azonban a felszínre kerültek, olykor a díszítés szerepét is betölthették. Első példáit az arab nádkunyhókban találhatjuk (12. ábra). Ez az

építési mód – amely bizonyos területeken egészen a 20. századig fennmaradt – olyan későbbi építészeti elemek elődje, mint a dongaboltozat, ív, borda, tetőkötés, tetőhéjazat. A tartóvázat ebben az esetben egymással két párhuzamos sorban leásott és páronként összekötött nádkötegből állították



12. ábra Arab nádkunyhó építése.

össze, amelyet a nádkötegekre merőlegesen rögzített nád vagy fa rudakkal erősítettek meg. A szerkezetet végül nádpallóval és agyaggal borították (Müller és Vogel, 1993. 84. o.).

Rácsszerkezet alkotja alapját a nomádok jurtáinak is, akik egy rugalmas, szétszedhető és újra összeállítható fa vázra építették fel sátraikat. Mivel ők az



13. ábra Taposott szalmatető

évszakok váltakozásának megfelelően folyamatos mozgásban voltak, fontos volt számukra, hogy sátraik is költöztethetőek legyenek, azaz szétbontva kis helyet foglaljanak, és súlyuk se legyen nagyon nagy. A jurta oldalsó, alsó részét egy nyitott állapotban négyzettrácsot alkotó, állati inakkal összekötözött fa szerkezet adta, melyet henger formában állítottak fel, ezt egy kupolaszerű építménnyel fedték be. A hőszigetelés, árnyékolás céljából nemez lapokkal borították, melyeknek alját meleg időben felhajtották, így biztosítva egyszerre árnyékot és szellőzést.



14. ábra Lészás nádtető készítése.

Sok esetben a tetők készítésekor is a fentebb leírt módszert követik, azaz a falra, vagy közvetlenül a földre nehezedő vázat borítják valamilyen burkoló anyaggal. A tetőszerkezet formája igen változatos lehet, melyet az épület formája mellett a szerkezetre kerülő tetőfedő

anyag, a héjazat is meghatároz. A magyar népi építészetben egykor alkalmazott könnyű héjazatok, mint például a nád (14. ábra) vagy zsúp nem igényeltek olyan sűrű alátámasztást, így a szarufákat elég volt 120-130 cm távolságban elhelyezni, míg a későbbiekben elterjedt nehezebb anyagok, mint a cserép vagy a természetes pala már megkövetelték a 70-100 centiméterenként lerakott szarufákat. A léctávolságot a fedőanyag hosszúsága határozta meg, így például a nád, hosszúságából fakadóan, kevesebb lécet igényelt, mint mondjuk a rozsszalmából készült zsúp. Különböző tetőfedések esetében a lécek formája is lényeges szempont volt. Cserepet csak fűrészelt lécre lehetett rakni, mivel a cserép kis fülei csak a szabályosan kialakított sarkokon akadtak meg. A zsindeley vagy bádoggal készült tetők is megkövetelték a szabályos kialakítást, mivel ezek pontosan kirajzolták az alattuk lévő szerkezet síkját. Más tetőfedések esetében, például a taposott szalma, nád vagy zsúp, a szabályosság nem volt lényeges, mivel ezek az anyagok elfedték a fedélszék rácsozatának formáját, így a szabálytalanságok nem voltak szembeötlőek. Sőt, bizonyos esetekben a fűrészelt deszkák okoztak problémát, mivel azok élei elvághatták a szalmából vagy egyéb anyagból sodort köteleket, melyekkel a fedőanyagot rögzítették. A tető egészének formájára is hatással vannak a tetőfedő anyagok. Náddal, zsúppal, cseréppel, zsindeleyvel, palával kiválóan fedhetőek a nyeregtetők, taposott szalmából azonban csak kontyolt, vagy csonkakontyos tető rakható. A tetők dőlésszöge általában  $45^\circ$ , a taposott szalma tető azonban építési módjából fakadóan sokkal nagyobb dőlésszöget igényelt (13. ábra). Illetve a zsindeleyes tetőket is magasabbra építették, mert a víz így gyorsabban lefolyt róluk és tartósabbak maradtak (*Sabján, 2007*).

Sok esetben nem csak a tető, hanem a fal is rácsszerkezeten alapul. Az erdők fogyatkozásával több helyen rendeletben tiltották a gerenda- illetve rönkházak építését. A teljes egészében fából készült házak helyett megjelent a gerendavázis házszerkezet, melynek két fajtája ismert. Az egyik a cölöpvázis építési mód (15. ábra), ahol a függőleges nagyobb tartóoszlopokat, ágas fákat ástak egy méter mélyen a földbe, közéjük pedig három méternél kisebb közökben kisebb ágasokat helyeztek el, 70-80 cm mélyen a földbe süllyesztve. Ezek az ágasfák hordozták később a tető súlyát. Az oszlopokat általában az épület sarkain,



15. ábra Cölöpvázás épület függőlegesen font sövényfallal.

a falak találkozásánál, illetve az ajtók, ablakok mellett helyezték el. Az ilyen szerkezet általában kevésbé megmunkált, lombos fából készült, nem igényelt különösebb szakmai tudást, mivel benne speciális fakötések nem fordulnak elő.

A másik módszer a talpas vázszerkezet (16. ábra). Ebben az esetben talpgerendákat fektettek közvetlenül a földre, jobb esetben téglá, vagy kő alapra, de az is előfordult, hogy a gerendák alá árkot ástak, amit kavicsal, kővel, földdel töltöttek meg. Ennek a szerkezetnek az elkészítése nagyobb jártasságot, szakmabeli tudást igényelt, mivel itt a nagyjából négyzetes kereszt-metszetűre bárdolt gerendákat csapolással, lapolással rögzítették egymáshoz, olykor faszegeket is alkalmaztak, melyek helyét cigányfúróval vágták ki. A földön lévő keretbe vésték bele a függőleges oszlopokat, amelyeket alul ferde támaszokkal erősítettek meg, és fönt koszorúval kötötték össze. Bizonyos esetekben a ferde támaszokat felül is alkalmazták, még stabilabb falak létrehozására olykor X alakú merevítést építettek be. Az így készült ház a földtől független volt, így sokkal stabilabb, a földmozgásokra kevésbé érzékeny, mint a cölöpváz, a talpgerendák alá helyezett görgők segítségével pedig mozgatható. Bizonyos esetekben egész templomokat vontattak így el – igavonó állatok segítségével – ha az épület árvíz vagy tűzvész miatt veszélybe került, vagy egyszerűen csak nem a megfelelő helyen volt. Így történt ez 1754-ben Kiscsányban, ahol a falu összes igavonó állatát befogva, a templomot a falu egyik végéről a másikra vontatták el.

A másik módszer a talpas vázszerkezet (16. ábra). Ebben az esetben talpgerendákat



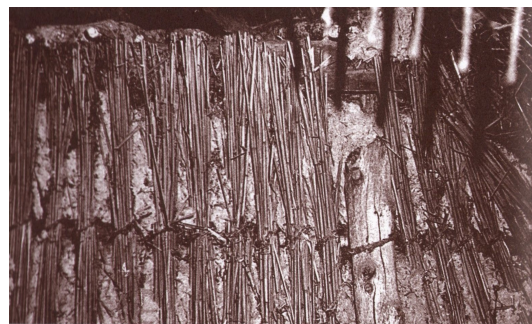
16. ábra Talpas-vázás ház szerkezete.

A vázak azonban önmagukban értelemszerűen nem tölthették be a fal



17. ábra Sövényfalú templom talpas-vázás szerkezettel.

szerepét, szükség volt még további vázkitöltő megoldások alkalmazására. Általában a közöket valamilyen szövedéssel töltötték ki, majd ezt sárral tapasztották be, így hozva létre egy összefüggő falfelületet. Bizonyos esetekben egynemű anyagokat is alkalmaztak, például vályogot, földet vagy téglát, mert ezek önmagukban is megálltak. A leggyakoribb azonban mégis a sövényfal volt (17. ábra). Ez maga is két részből állt, egyrészt az oszlopok, gerendák közé karókat helyeztek, cölöpvázás falak esetében vízszintesen, talpas váz esetében függőlegesen vagy vízszintesen, majd ezek közé a karók közé került a „szövet”. Sövényfalat általában frissen vágott, rugalmas vesszőkből, vagy körülbelül 5-6 cm vastag, több részre hasított ágakból készítették, majd mindkét oldalon pelyvás, agyagos földdel tapasztották be. Kisebb körben alkalmazott eljárás volt a kétrétegű sövényfal, amikor körülbelül 45-50 cm távolságra egymástól két sövényt fontak, majd ennek közét fokozatosan szalmás sárral töltötték ki. Az ilyen falaknak több előnye is volt. Olcsóbbak voltak, mint a téglá vagy a kő, de ugyanakkor tartósabbak, mint a tiszta földházak. Árvíz által gyakran sújtott területeken igen fontos szerepe volt az építkezésben. A víz a vályog házakat teljesen megsemmisítette, sok esetben a téglá és kő épületeket is súlyosan megrongálta, a sövényfalakban azonban nem tett olyan nagy kárt, csupán a tapasztást mosta ki, majd a fal maradék fonott szerkezetén keresztül akadálytalanul áramolhatott tovább. Az ár levonulása után a családnak csupán annyi dolga volt, hogy újra tapassza a falakat. A sövényfal rácsos szerkezetét a gazdasági épületeken is kihasználták. A górékat, pajtákát, csűrőket a jó szellőzés érdekében nem tapasztották be. Hasonlóan rácsos szerkezeten alapulnak a karóközös



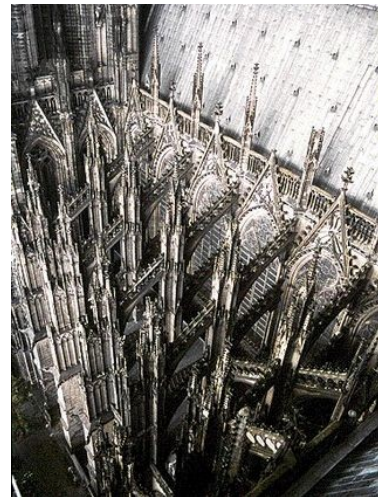
18. ábra Madzaggal kötözött lézás nádval.

falak, ezekből azonban hiányzik a vesszőfonat, csupán sűrűbben elhelyezett karókból állnak, melyeket sárgombócokkal vettek körül. Kicsit bonyolultabb változat a sárhurkákból font falak, amikor a karókat 70-100cm hosszú, karvastagságú, úgynevezett gömlyékkel fonták körbe. A gömlyéket agyagos, pelyvás földből készítették, miközben hurka formájúvá gyúrták, szalmában hempergették meg, majd a karók közé fonták. Vízszintesen elhelyezett karók esetén a gömlyéket a karókon ketté hajtották, alul megcsavarták, és így hozták létre belőle falat. Amikor az összes karót befonták, a falat hígabb sárral tapasztották be és elsimították (*Sabján és Buzás, 2003*).

Vizes területeken gyakran használtak nádat a cölöpvázas épületek falkitöltéséhez. Legegyszerűbb formájában a váz elkészülte után a fal mentén árkot ástak, ebbe tövével lefelé állították a nádat, felül a kívánt magasságra vágták, lécekhez erősítették, majd a tövét visszatemették, körülötte a földet tömörítették. Az ajtók helyét eleve kihagyták, az ablakokat utólag vágták bele, majd két oldalról polyvás sárral betapasztották (*Balassa és Ortutay, 1980. 124. o.*). Vékony nádszövetből is készítettek falkitöltést. Ekkor az oszlopvázra keresztben léceket szögelték fel, erre 3-6 szálanként gyékénnyel kötözték fel a nádat, végül az átlátszó, hálószerű szövetet rétegenként tapasztással „hizlalták” fallá. Bizonyos esetekben a nádból négyzetrácsszerű szerkezetet hoztak létre. Először a fal vonalába karókat vertek, felváltva a koszorú belső és külső oldalára, majd ezekre kerültek vízszintes nádkötegek, végül a már ismert módon a függőlegesek. Az így készült falat aztán sárral tapasztották be (*Sabján és Buzás, 2003*).

Az eddig leírt falak esetében a szerkezet – néhány kivételtől eltekintve – a fal kész állapotában rejtve maradt. Van azonban példa az építészet történetében arra, amikor a fal maga is rácsos jellegűvé válik, és a támasztó szerkezetek is láthatóak lesznek. A gótikában nem csak a tetőt tartó szerkezet volt rács, hanem – különösen a kor legjellegzetesebb épületei, a katedrálisok esetében – a falak is elvesztették tömegüket, térhatároló lapszerűségüket, és maguk is egy áttört, kő vázszerkezetté váltak, amelynek nyílásait hatalmas köcsipkékkal és ólompántokkal osztott színes üveglapok töltötték ki. Érdeemes megfigyelni a

kontrasztot az ezt megelőző kor, a romanika épületeivel, amely jóformán ugyanazokat az építőanyagokat, követ, fát, esetleg téglát használta fel (Szentkirályi és Détszy, 2004. 131. o.). A gótikus katedrálisok építését elsősorban a statikai erőviszonyok megismerése és ennek a tudásnak az alkalmazása tette lehetővé. A cél egy légies, ég felé törő, már-már anyagtalan tér létrehozása volt, melyet a lehető legjobban átjár a fény. Ennek érdekében a falak egyre vékonyabbak, a terek egyre magasabbak lettek, ezzel egy időben az

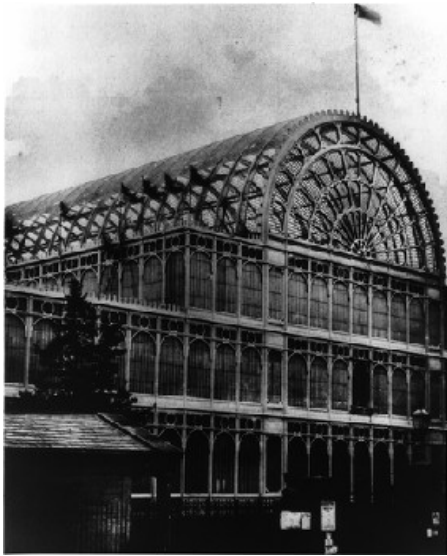


19. ábra A kölni dóm támívrendszere.

ablakok mérete is növekedett. Mindezt különböző szerkezeti megoldások alkalmazásával érték el, melyek a román korban gyökereznek, azonban a gótikában teljesebben ki. A román korban használt íveket felváltotta a csúcsív, melynek köszönhetően a falak oldalirányú terhelése kisebb lett, ami lehetővé tette a vékonyabb falak és nagyobb ablakok alkalmazását, egyúttal a térarányok megváltozásához is vezetett – a román kori épületek félköríves elemeinek magassága nem lehetett több a fesztávolság felénél (szerk. Tóth, 1994/2000. 249.o.), addig a gótikus francia katedrálisokban a főhajó magassága gyakran kétháromszorosa a szélességnek. Az ilyen fal önmagában nem volt elég erős, nem lett volna képes ellenállni a ráható erőknek, a szél szívó, illetve nyomó hatásának, a belső boltozat ránehezülő súlyának, illetve az önsúlyából eredő terhelésnek (Müller és Vogel, 1993. 65. o.). Ezek összessége tette szükségessé a külső támrendszerek alkalmazását, amely már a római korban is ismert volt, illetve a román korban is alkalmazták rejtett módon. A gótikában azonban egységes vázzá kapcsolódnak össze a támfalak, támpillérek és támívek, amelyek az épületen kívül, meghatározó, látványos elemként jelennek meg (19. ábra).

Az építészeti tartórácsok egyik leglátványosabb korszaka a 19. században kezdődött. Kialakulását és elterjedését az öntött- és kovácsoltvas, majd később a nagy mennyiségben, sorozatban gyártott acél tette lehetővé. A technológia megjelenéséhez az üvegipar is hozzájárult, amely ekkorra egyre nagyobb,





20. ábra A londoni Kristálypalota.

a világkiállítások csarnokait, például a Joseph Paxton által 1851-ben a londoni világkiállításra tervezett Kristálypalotát (20. ábra). Ez a teljes egészében vázas épület – amely egyébként a könnyűszerkezetes melegházak építési módját követi és mintaképe lett több későbbi kiállítási csarnoknak és árkádnak – nagy sorozatban előre legyártott elemekből épült fel, s ezzel megnyitotta a moduláris épületek korszakát. Érdekessége, hogy az épület szétszerelhető és újra összerakható egy másik helyszínen, így lehetővé vált az épület többszöri felhasználása más terepeken is, valamint a különböző rendezvényekhez való igazodása az épület átépítésével, újrafelosztásával. Paxton ezzel az épülettel megelőlegezte a tisztán szerkezeti építészetet, ami azonban a historizmus ellenében lassan bontakozott ki. A vas szerkezetek megjelenését követően még több esetben azt láthatjuk, hogy az ilyen fajta elemeket a szokványos építészeti elemekkel, tagozatokkal, díszítésekkel rejtik el, illetve magukon a vas öntvényeken is ilyen jellegű motívumok jelennek meg, amint azt Viollet-le-Ducnél láthatjuk, aki a célszerű szerkezetet a megfelelő díszítéssel próbálja elfogadhatóvá

egybefüggő sík üvegfelületek előállítására volt alkalmas. A szerkezetek fejlődését az egyre növekvő városok, az ipar, a gyárak, üzemek terjeszkedése is ösztönözte, melyeknek nagy, szabad területű csarnokokra volt szükségük a termeléshez, raktározáshoz. A szerkezeteket több építmény, így például hidak, vásárcsarnokok, pályaudvarok, tornyok, melegházak építésére is felhasználták. A akkori technika csúcspontjának tekinthetjük

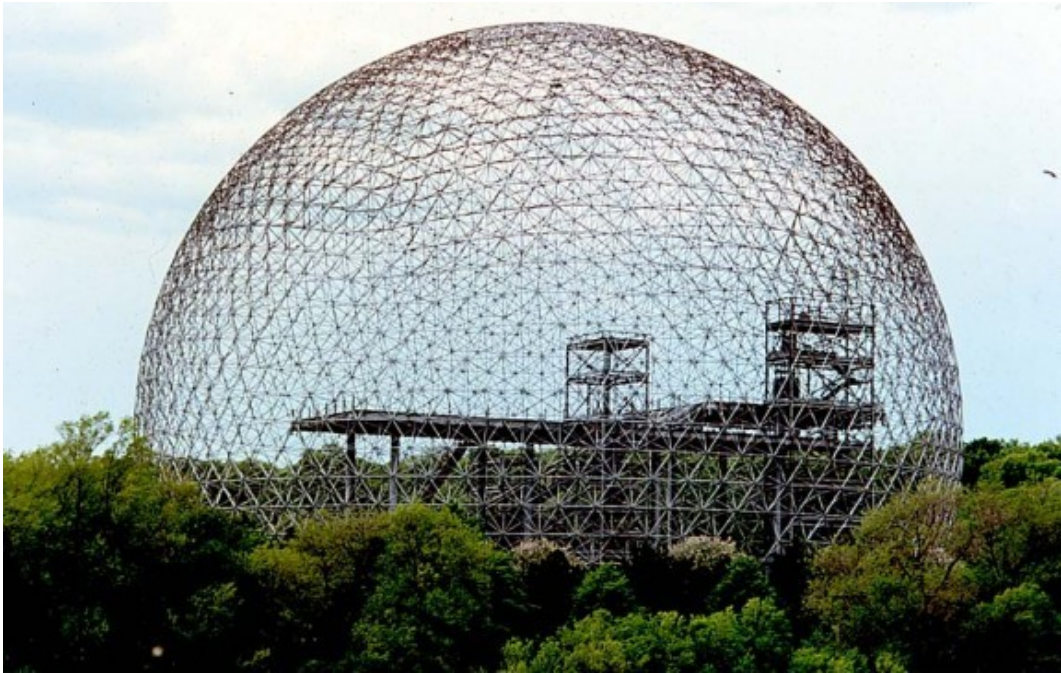


21. ábra Az Eiffel-torony építése, amely a későbbi adótoronyok előképe lett.

tenni az adott kor ízlése számára. Nagyobb változást, formai letisztulást a szabványszerű, hengerelt acél gyártása hozta meg, melyet méterárúként, kevés alapformában, viszont változatos méretben került forgalomba az egészen vékony, ceruzavastagságú szelvényektől a fatörzsnyi oszlopokig. Az ebből kialakított épületek ornamentikáját maga a szerkezet adta meg, ritmikusan ismétlődő csomópontjaival. Az ilyen épület szerkezetét jóformán a funkció határozza meg: az emeletek száma és a kívánt igénybevétel (*Müller és Vogel*, 1993. 490. o.).

A térbeli rácsszerkezeteket a technika is felhasználta saját céljaira. Az egyenes vonalban terjedő hullámok, például a rádióhullámok közvetítéséhez egyre több adótoronyra volt szükség, melyek elég magasak voltak egy adott terület „belátására”, ugyanakkor viszonylag egyszerűen és olcsón megvalósíthatóak ahhoz, hogy nagy számban el tudjanak terjedni. Ezeknek a rácsos adótoronyoknak előképe az 1889-es párizsi világkiállításra épült Eiffel-torony (21. ábra). Korábbi történeti korokban a tornyok emelése, néhány kivételtől eltekintve, általában valamilyen jelképes esemény volt, inkább szimbolikus vagy vallási tartalmú, itt azonban a torony funkciót kapott. Az Eiffel-torony meghaladja a középkori tornyok magasságát, ugyanakkor szerkezetének köszönhetően nagyon könnyű, a 9700 tonnás vasszerkezet (*Tóth*, 1994. 2000. 97. o.) talajnyomása mindössze 4kg/cm<sup>2</sup>, amely nagyjából megegyezik egy széken ülő ember talajra nehezedő nyomásával. A torony természeti előképe a fa, törzsét rácsszerkezetű oszlopok építik fel, amely a talpa felé kiszélesedik, így egyensúlyozva ki a szél nyomásából adódó fokozatos terhelést. A torony elemeit az építkezés helyszínétől távol gyártották le, amely módszert már korábban is alkalmazták hidak, csarnokok építéséhez, azonban a magasépítészetben itt fordult elő erre példa először (*Tóth*, 1994. 2000. 98. o.). Hasonló elven épülnek napjainkban is az adótoronyok és magasfeszültségű vezetékek tartóoszlopai (*Müller és Vogel*, 1993. 531. o.).

A tartószerkezetek egy érdekes példája a geodéziai rács, melynek megalkotása Richard Backminster Fuller nevéhez fűződik, ez négy-, hat-, vagy nyolcszögé formált, könnyű, műanyaggal burkolt fém vagy műanyag szerkezeti elemből épül fel. Többször alkalmazta ipari csarnokok, pavilonok építésénél. Legismertebb az 1967-es montreali világkiállításra épült 20 emelet magas,



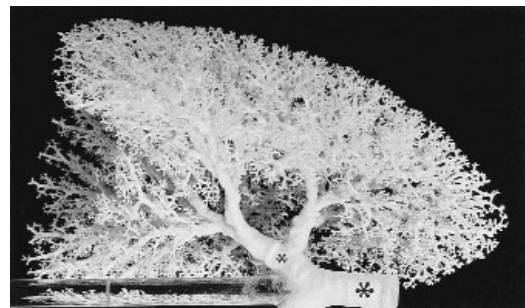
22. ábra A Richard Backminster Fuller által tervezett háromszögekből felépülő geodéziai kupola.

félgömb alakú pavilonja, melynek átmérője 76 m (22. ábra). Ennek szerkezetéhez hasonló a világ egyetlen teljes geodéziai gömbje – a Föld Űrhajó – amely Floridában található, tervezése Ray Bradbury science fiction íróhoz kapcsolódik. Az épületet tulajdonképpen két egymásba illesztett gömb alkotja. A felszínen gyémánt felület-kiképzésű alumínium lapok tükrözik a környezet fényeit, ez alatt pedig egy vízálló acél vázszerkezet helyezkedik el (Tóth, 1994. 2000. 172. o.).

### Felületnövelő rácsok

Általában igaz, hogy a nagyobb dolgok felülete a térfogatukhoz képest arányaiban kisebb, mint a kisebbeké.

Ez bizonyos esetekben előnyös, például hideg területen élő állatok esetében, ahol a nagy testtömeghez tartozó kisebb felület segít a hőmérséklet megtartásában. Sok helyzetben azonban, bizonyos okokból szükség lehet egy adott térfogathoz



23. ábra A hörgők, hörgőcskék, léghólyagocskák rendszere a tüdőben.

tartozó nagyobb felületre. Ilyen esetekben jelenthetnek megoldást a rácok, illetve fraktálok, mivel ezek felülete általában sokszorosa egy azonos térfogatú tömör tárgyénak. A természetben számtalan példát találhatunk erre (*Barrow*, 1998. 80. o.). Ilyen elven épül fel például a tüdő (23. ábra) felülete, ahol a térfogatot a mellkas mérete határozza meg, a hatékony működés szempontjából azonban szükség van a nagy légzőfelületre. A tüdő szerkezete leginkább egy fejjel lefelé függő fához hasonlít. Legfölül a légcső található, amely a jobb és baloldali hörgőre ágazik el, melyek faágszerűen tovább ágaznak, ezek a kisebb „gallyak” a hörgőcskék, melyeknek végén a léghólyagok, azaz az alveolusok találhatók. Ezek vékony fala erekkel gazdagon behálózott, a belélegzett oxigén főként itt kerül a véráramba (*Donáth*, 2008. 186. o.).

Hasonló elven működik a legtöbb vízi állat légzőszerve, a kopolytú is. Ez kis lemezekből áll, amelynek segítségével megvalósul a vízben a gázcsere. A kopolytúk a hal feje mögötti üregben helyezkednek el, amikor a hal vizet vesz a szájába, a víz elhalad a kopolytúk mellett és annak oxigéntartalma a hal vérébe diffundál. Ugyanezen az úton távozik a szén-dioxid is. Bizonyos állatok kopolytúi kinyúlnak testükből, és olyan fajok is előfordulnak, például a kékkagylók, osztrigák és rablócápák, amelyek táplálékgyűjtésre is használják kopolytúikat (*Burnie*, 1994. 122. o.).

Az állatok testét fedő anyagok szerepe az állatok védelme a környezeti hatásokkal szemben, amely különböző tájakon, éghajlaton meglehetősen eltérő lehet. Egyesek a nagy hideg, míg mások a hőség, erős napsütés vagy kiszáradás ellen védik gazdájukat. Egyes állatok ezen célokra érdekes és olykor speciális, a fajra jellemző „szerkezeteket” vetnek be.



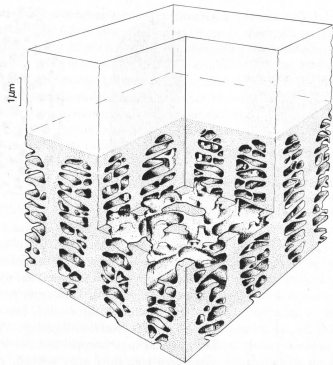
24. ábra Róka bundájának elektronmikroszkópos képe.

Az emlősökre jellemző a szőr, amely a bőr irha rétegéből nő ki, és keratinnal teli sejtekből áll. Mechanikai behatásokkal szemben, súrlódás, dörzsölés ellen is véd, de jelentősége elsősorban a hőszigetelésben van, a szálak

között megrekedő levegő ugyanis szigeteli a bőrt, így védi a hideg, vagy a meleg ellen.

Szintén a bőr felszínén keletkezik a bőrt védelmező lemezke, a pikkely, mely főleg halak és hüllők testét borítja. Ez is keratinból, ritkábban csontos anyagból épül fel. Az egyes lemezek tetőcserépszerűen borítják egymást, így

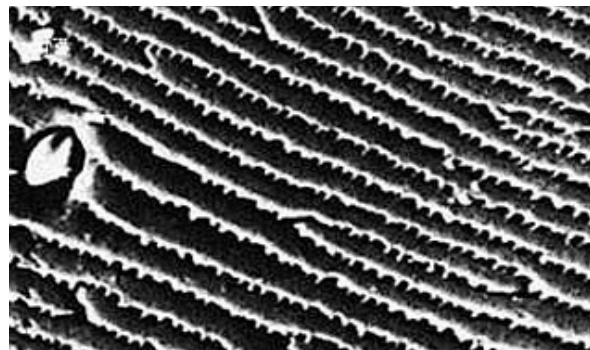
óvják meg az alattuk lévő finom bőrt a sérülésektől.



25. ábra Herkulesbogár szárnyfedőiben található szivacsos réteg rajza.

0,0005 mm vastag, szivacsos réteget visel (25. ábra). Ennek rései, ha levegővel teltek, optikailag heterogén és sárga fényt ver vissza, azonban ha nedvességgel telik meg, optikai szempontból homogénné, átlátszóvá válik, így az alatta lévő fekete kutikula réteg lesz látható. A bogár színének változása általában a levegő páratartalmától függ, ennek köszönhetően éjszaka a párás levegőben fekete, nappal a szárazabb környezetben sárga. Ez a színváltozás segíti a bogarat a ragadozók előli rejtőzésben. Hasonló módszerrel – a hátukon lévő vékony, interferáló rétegek nedvességtartalmának változtatásával – képesek a teknőcbogarak is vízcsepphez hasonlatossá válni. Álcázásra, ragadozók

megtévesztésére szolgálnak az úgynevezett diffrakciós rácsok is, melyek szintén mikroszkopikus méretűek (26. ábra). Ezek a parányi barázdák a visszaverődő fény torzításával egyrészt megnehezítik a távolságbecslést, másrészt



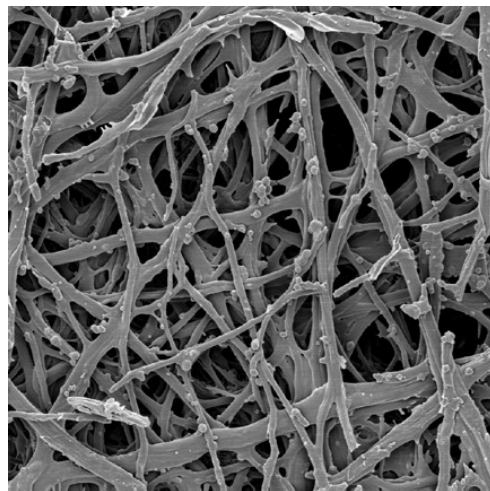
26. ábra Bogár szárnyfedőin található optikai rács elektronmikroszkópos képe.

ragyogó, élénk színeket is produkálnak, amely a természetben elijesztésként, figyelmeztetésként szolgálnak, általában mérgező vagy rossz ízű prédát jeleznek, amelyet jobb a ragadozóknak elkerülniük. Az ilyen rácsok egyenes, párhuzamosan elhelyezkedő barázdákból, élékből állnak. Az ilyen felületen tükröződő fény minden egyes barázdán, minden irányban szétszórva tükröződik, a barázdák szabályosságától függően fényesebben, vagy tompábban. Az ilyen fajta színképzés leginkább párhuzamos fénysugarak, például napsütés hatására bontakozik ki, ezért az ilyen rácsot viselő állatok mindaddig semleges, rejtő színt viselnek, ameddig félárnyékos zugokban, homályban vannak, vagy az ég borult; riasztó színük csak nyílt terepen, napfényben lép működésbe, amikor a látási viszonyok egyébként is jók és a bogár nem tudna rejtőzködni (*Gregory és Gombrich, 1982. 138-145. o.*).

### **Szűrők a természetben**

A rácsok egy csoportja a szűrők, melyeknek funkciója, hogy bizonyos dolgokat ki vagy bezárjanak, vagy hogy bizonyos élőlényeket, tárgyakat átengedjenek, míg másokat nem. A szelekciót a szűrőn lévő lyukak formája vagy mérete teszi lehetővé.

A sejteket a lipidekből, fehérjéből és szénhidrátokból felépülő sejthártya határolja, ugyanakkor össze is köti a



27. ábra Tojáshéj szerkezetéről készült elektronmikroszkópos felvétel.

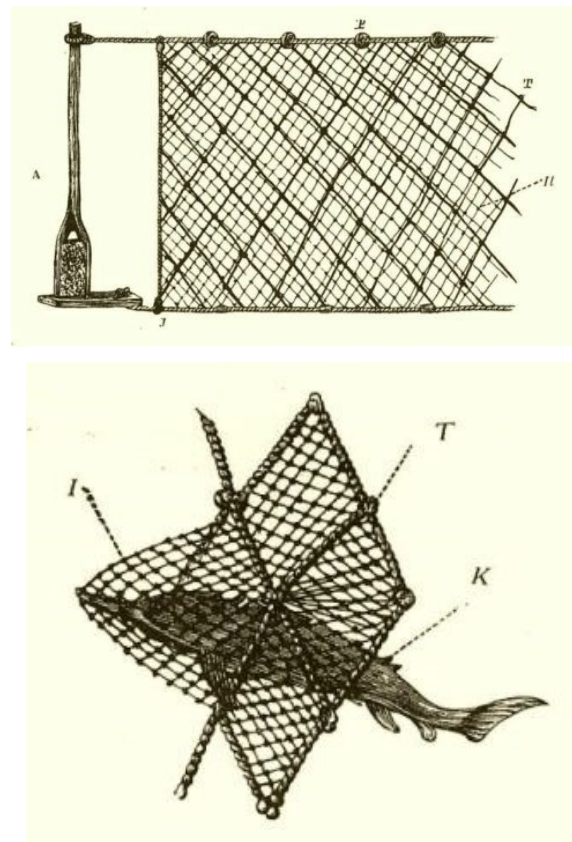
külvilággal. Passzív transzportfolyamatokban, amikor magasabb koncentrációjú hely felől a kisebb felé történik áramlás, míg a nyomás ki nem egyenlítődik, kisméretű, töltés nélküli anyagok haladnak keresztül rajta. Ozmózis közben gátként működik, a nagyobb anyagokat visszatartja. Apoláros molekulák ideiglenesen keletkező csatornákon lépnek be a sejtmembránba, majd egy véletlenszerűen megnyíló résen keresztül lépnek ki a túloldalra.

A tojás hárttyákkal összenőtt meszes héja is szűrő funkciót tölt be, amellet, hogy gondoskodik a sejt mechanikus védelméről, rétegezett, oszlopos, pórusos szerkezetének köszönhetően lehetővé teszi a gázcsere folyamatok lezajlását is (27. ábra). Érdekességként említem meg, hogy a héj kialakulása – amely 21 napon át őrzi a fejlődő csirkeembriót – mintegy 20 órát vesz igénybe és mindössze 2 g kalciumot tartalmaz (Zboray, 2001. 158. o.). Statikailag stabil formája – mely az építészeket is megihlette – a mechanikus védelmet szolgálja.

Nagyobb mérettartományban szűrőként működő jelenségként a bálnák szilái említhetők meg. Ezek a szaruból álló képződmények a szájban két sorban helyezkednek el és a táplálék megsűrítésére szolgálnak. A bálna a táplálékkal együtt nagy mennyiségű vizet is bekebelez, amelyet azonban nem nyel le, hanem szilái között kipréseli és csak az azon fennakadó apróbb élőlényeket, krilleket, halakat fogyasztja el.

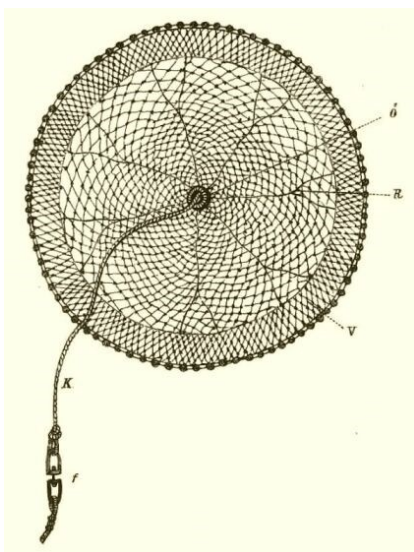
### Mesterséges szűrők

A halászháló, amely a vizet átterszi, míg a halakat és egyéb tengeri, vagy édesvízi élőlényeket kiszűri. Ehhez a tárgyhoz meglehetősen negatív tartalmak kapcsolódnak a jelképek világában, mivel sok esetben a foglyul ejtéssel és a halállal hozhatók összefüggésbe. Erre való utalást a szó etimológiai elemzésében is találhatunk. A finnugor eredetű hal, halál, halott, háló szavak között nem csak alaki, de tartalmi összefüggés is van, melyre egy manysi mítoszból



28. ábra Kecsegeháló szerkezete és működési elve.

következtethetünk, mely szerint a madár alakú léleknek az alvilág vas hálójához érve hal képében kell azon átkelnie, hogy ilyen formában kerülhessen az alvilág ura elé (Hoppál, Jankovics, Nagy, 2004. 114. o.). Halászhálók egyébként változatos formákban jelennek meg, érdekes azonban, hogy egymástól teljesen független kultúrákban találhatunk egyformákat. A halászat, a hálók különböző fajtái külön irodalom témája, én itt formai érdekessége miatt két fajtát emelnék ki. Az egyik a kecsgeháló (28. ábra), mely a kerítőhálók csoportjába tartozik. Érdekessége három rétegű szerkezete, amelynek köszönhetően a halak beleakadnak. A két külső réteg a tükörháló – vagy ahogy a Tisza mentén mondják, „regyina” – nagy szemű, ritkán szőtt. A két külső részt egymással fedésben helyezik el. A belső háló az úgynevezett inléhés, finomabb fonalból készül, apróbb szemű, ebbe ütközik bele a hal. Miközben menekülni próbál, a tükörháló nagy szemén keresztül az inléhés finomabb, rugalmasabb anyagát maga előtt tolvá egy zsákot képez abból, amely aztán már nem engedi menekülni, visszaúszni, különösen, ha mellúszói már átbújtak a tükörhálón. Az ilyen szerkezetű hálót mintegy 70 méter hosszan, két méter mélyen feszítik ki a vízben. Elsősorban – mint neve is mutatja – kecsge halászatára használják. Alkalmassá teszi erre a hal „furakodó természete” (Herman, 2008. 282. o.) , amely ha csapdába kerül, hánykolódik, furakodik, ennél fogva egyre inkább belegabalyodik a háló egy szemébe. Másik hálófajta a vetőháló, más néven pendely-, pöndöly-, pöntő-,



29. ábra Vetőháló rajza.

szoknya- vagy rokolyaháló, elnevezése igen beszédes, használatára, alakjára utal (29. ábra). A kör alakú, szélein ólomsúlyokkal nehezített hálót egy bonyolult, sok gyakorlatot igénylő mozdulattal úgy dobják a vízre, hogy az a lendülettől a levegőben kör alakúra nyílik szét, így éri el a víz színét, majd a széleken lévő súlyoknak köszönhetően a víz alatt gyorsan összezárul, így ejtve foglyul az alatta lévő állatot (Herman, 2008. 331. o.). Bár a halászat egyfelől sok ember megélhetését,



egészséges étellel való ellátását biztosítja, az imént leírt példák azt is mutatják, hogy a háló használata általában az étellemszerzés céljából elfogott állat halálával jár, amely sokszor meglehetősen hosszú és nem egy esetben fájdalmas, így érthetővé válnak a fentebb leírt, hozzá kapcsolódó negatív tartalmak.

Ehhez a témakörhöz kapcsolható a csomók készítése is, amely sok kultúrában szorosan összefonódott a varázslás képzetével. A magyar kötés, oldás szavak a csomók fizikai manipulálásán kívül mágikus tevékenységet is jelentenek. A hiedelem szerint egy varázserővel bíró személy csomók készítésével megakadályozhatja az ember vagy állat valamely testrészének működését, illetve ennek a gátlásnak, „görcsnek” a feloldása, kioldása, meggyógyíthatja azt (*Hoppál és mtsai*, 2004. 61.o.). „Csíkban, ha a ló vizelete *megfogani*, cérnával, vagy spárgával az egész állat köré egy bonyolult szerkezetű csomót kötnek, amit egyetlen mozdulattal kell kioldani. Ha ez sikerül, az analógiás mágia elve alapján az állat vizelete ismét megindul.” (*Tánczos*, 2007. 101.o.) Általánosan elterjedt hiedelem, hogy a halotton lévő csomók megakadályozzák a lélek távozását, ezért például Jobbágytelkén nem fonták be a halott nők haját, kendőjüket sem kötötték meg a koporsóban, a ruhán lévő csomókat és gombokat is megoldották. A csomók tehát egyszerre a gyógyítás és a rontás eszközei lehetnek, alkalmasak megbetegítésre és gyógyításra egyaránt (*Hoppál és mtsai*, 2004. 61.o.).

Ebben a témakörben találhatunk pozitív tartalmú tárgyakat is. Szép példája ennek a szita, mely a lukain átszűrődő fény és kerek formája miatt a csillagos égbolt jelképe lett. A Plejádok csillagképet sűrűn elhelyezkedő csillagai miatt nevezik szitacsillagzatnak vagy égszítának, szitáslyuknak, szitakötőnek is (*Hoppál és mtsai*, 2004. 283.o.). Szibériai sámánok a szitát dobként gyógyításra használták, ilyenkor dobnak is nevezték. Lapp és szibériai sámánok gyakran kiluggatták dobjaikat és így azt felfelé tartva, a réseken keresztül vizsgálták az eget. Egy másik elképzelés szerint a szita a nőiességgel is összefügg. A két jelentés az egyiptomi hiedelemvilágban fonódik össze, ahol egyfelől a csillagos égboltot szítának, illetve Nut istennő hasának is tekintették (*Hoppál és mtsai*, 2004. 283. o.).

A szűrők csoportjába sorolhatók az építészetben alkalmazott különböző

árnyékoló szerkezetek. Ezekre számtalan példát találhatunk, legegyszerűbbek az ablakokra szerelt spaletták, rolók. Két példát mutatnék itt be a kortárs építészet köréből, ahol különböző kerámia elemek felhasználásával oldották meg az adott épületek klímájának kellemesebbé tételét. Olaszországban található a nembrói városi könyvtár (30. ábra). Az épület 1897-ben épült, eredetileg mint általános iskola. Azóta több funkcióváltáson és módosításon esett át, míg végül elnyerte mostani alakját. Az épület jelenleg könyvtárként működik. Az eredetileg U alaprajzú épületet egy újabb, üvegfalú szárnyal egészítették ki, az alaprajz ezáltal egy négyzetté zárult be. Az új, üveges szárny az erős napsütés enyhítése és megszűrése céljából egy érdekes, mozgatható kerámia burkolatot kapott. A 36 x 36 cm-es vörös mázas terrakotta lapokat egy vas rács szerkezeten helyezték el a homlokzat előtt. A kerámia táblák ajtószerűen elforgathatók az állványzaton, pozíciójuk szabadon változtatható az adott fényviszonyoknak, időjárásnak, napszaknak megfelelően. A másik, Patxi Mangado által tervezett épület Zaragozában található (31. ábra). Az üveg falú épület körül található pillérerdő egy vízben álló nyárfa- vagy bambuszültetvényt imitál. A pillérek magját egy fém cső alkotja, melyekre finoman bordázott kerámia burkolatot erősítettek. Az így létrehozott konstrukció, esztétikai értéke mellett, az épület belső klímáját



30. ábra A nembrói városi könyvtár homlokzata, valamint a rajta lévő, mozgatható terrakotta lapok részlete.



31. ábra A Patxi Mangado által tervezett spanyol pavilon.

hivatott javítani. A pillérek belsejében víz kering, amely így nagyobb felületen hűti a levegőt, segíti a légáramlást, ugyanakkor a pillérek árnyékukkal is enyhítik az erős napsütést úgy, hogy közben a belső tér kellemesen világos marad (Delbene, 2008).

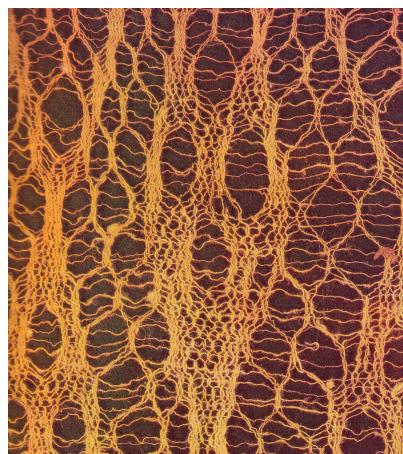


32. ábra Fonott sövénykerítés.

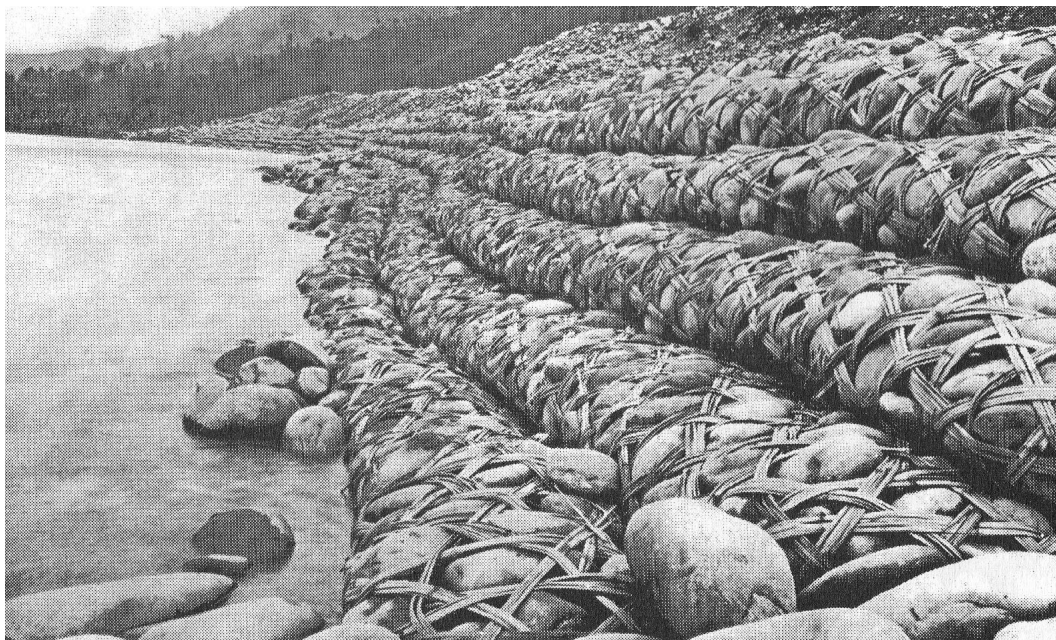
A kirekesztés, bezárás, takarás funkcióját töltik be a kerítések bizonyos területek határain. A magyar népi építészetben eredetileg azért épültek, hogy az állatoktól megvédjék a vetést. Kerítés helyett gyakran alkalmaztak árkokat, föld, vagy trágya dombokat, úgynevezett garágya dombot, amelyre líceum bokrot ültettek, amely akkor sem engedte az állatokat elkószálni, ha őrzője egy időre magára hagyta őket. Sokszor az egész falut sövénykerítés vette körül, amelyből csak az utcák végén lehetett kijutni, ezeket a részeket vetéskapu zárta, amely szintén az állatok kijutását akadályozta meg. A középkortól kezdve a telkeket egyenként is bekerítették. Az erdőben gazdag területeken, például Székelyföldön, általában fából készítették a kerítéseket. A földbe ásott oszlopokra három, párhuzamos lécezt erősítettek, melynek közét 2-3 m magas fenyőhusángokkal töltötték meg. Az Alföldön a letűzött karók között fűzfavesszőkkel szőtték be (32. ábra). A szegényebbek egyéb növényi anyagokat, nádat, napraforgó-, kukoricaszárat is felhasználtak (Balassa és Ortutay, 1980. 124. o.). Napjainkban az állattartás megszűnésével a kerítés elvesztette ilyen fajta funkcióját és a felhasznált anyagok és módszerek is jelentősen megváltoztak. Szűkebb és tágabb környezetünkben a legváltozatosabb formai megoldásokkal találkozhatunk, amelyek általában a magánterület védelmét szolgálják.

A rácsok egy nagy csoportja a textilek,

A kirekesztés, bezárás, takarás funkcióját töltik be a kerítések bizonyos területek határain. A magyar népi építészetben eredetileg azért épültek, hogy az állatoktól megvédjék a vetést. Kerítés helyett gyakran alkalmaztak árkokat, föld, vagy trágya dombokat, úgynevezett garágya dombot, amelyre líceum bokrot



33. ábra Sprang technikával készült textil.



34. ábra A víz okozta erózió ellen triaxiális szövessel védik a folyópartot Kínában.

melyek nagyon sok funkcióval rendelkeznek. Legalapvetőbb szerepük a ruházkozásban van, védenek a hideg ellen, eltakarnak, ugyanakkor, ha jó anyagból készülnek, jól szellőznek is, egészséges viseletet biztosítva. Ugyanilyen fontos szerepet töltenek be életünkben a lakástextilek, melyeknek gyakorlati haszna mellett, akárcsak a ruházatnak, fontos esztétikai szerepe is van. A textilek egy nagyobb csoportja az úgynevezett műszaki textileké, amely a legváltozatosabb dolgokat foglalja magába, úgy mint zsákok, vitorlavásznak, műbőr, szálerősítéses gumibroncs, vagy üvegszállal erősített műgyanta termékek.

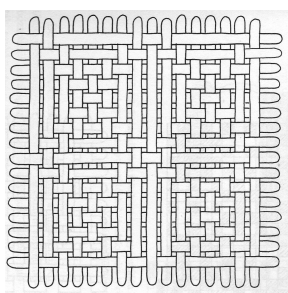
Struktúrák végtelen variációját találhatjuk meg körükben, készítésük alapján három nagy csoportra oszthatjuk a textileket: szövött, kötött, vagy hurkolt és nemezelt textilekre. Ezek a kategóriák nem válnak szét minden esetben egyértelműen, találhatunk tárgyakat határterületeken, ilyen például a szövés és kötés kombinálásával létrehozott perui sprang (33. ábra), vagy a szövés és nemezelés együttes alkalmazásával előállított posztószövet.

A textilek szálas anyagokból épülnek fel, növényi rostokból, fonalakból, szőrből, alapvetően ebből adódik rácsos szerkezetük. A struktúra formáját az adott technika illetve az alkalmazott anyagok tulajdonságai adják meg, melyeket természetesen az alkotó a tárgy funkciójának megfelelően válogat meg. A szövés



35. ábra Vászonszővésű lenszövet elektronmikroszkópos képe.

legegyszerűbb formájában két egymásra merőleges fonalrendszer – a lánc és a vetülék – kereszteződik, a bonyolultabb szövések esetében három, vagy akár négy irányúak is lehetnek a szálak. Már a legalapvetőbb szövésnek is sok variánsa létezik. A legrégebbi és legkisebb mintaelemű változat a vászonkötés, mely a legerősebb a szövések között, mivel benne a szálak sűrűn kereszteződnek. Több célra is készítik, különböző anyagokból, pamutból, lenből, kenderből, selyemből – ebben az esetben taftkötés a neve – gyapjúból készült változata a posztókötés. Sima, fénylő felületek létrehozására alkalmas az atlaszkötés, ezért gyakran szőtték selyemből. Ebben a szerkezetben csak az egyik irányú szálrendszer érvényesül,

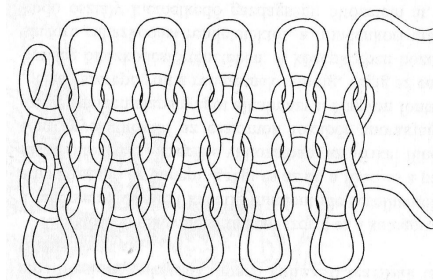


36. ábra Darázskötés szerkezeti rajza.

vagy a lánc, vagy a vetülék, ennek köszönheti fényes felületét. Kéztörölőket, törölközőket szemcsés vagy árpaszemes kötésben szőtték. Ez a szövés mód lazítja a vásznat, amelynek ezáltal megnövekedett felülete jó dörzsölőképességgel rendelkezik, illetve jó nedvszívó. Szintén törölőket készítettek darázskötéssel, mely nevét a darázsfészekszerű felületéről kapta, amit négyzetes bemélyedések alkotnak, általában laza sodratú, vastag pamut vetülékfonalokból szőtték, ezzel is növelve nedvszívó képességét. (Landgráf, Penkala, Szittner, 2001. 34-49. o.)

A hurkolt anyagok (37. ábra) egy, elvileg végtelen szálból készülnek úgy, hogy a szál szemeket alkot, melyek kapcsolódnak az előző sorban lévő és a szomszédos szemekhez is. Az így készült anyagok rugalmasabbak, mint a legtöbb szőtt textil, ezért sok esetben alkalmasabbak ruha készítésre, mivel könnyebben felveszik a test alakját. Mivel a hurkolás szemenként épül fel, nem soronként, mint a szövés, ezért a technikából fakadóan – a szemek szaporításával, fogyasztásával – könnyebb létrehozni térbeli alakzatokat, ami megint csak előnyös a ruhák kialakításánál. Szőtt kelmékből készült ruhákat szabással lehet

a test formájához igazítani, ami anyagvesztéssel jár, míg a horgolt, kötött anyagokat eleve a kívánt alakban lehet elkészíteni. Méretük sem annyira meghatározott, mivel ebben az esetben a szövészek nem szab határt a textil növekedésének, így alkalmasak olyan nagy



37. ábra Kötött textil szerkezeti rajza.

méretű tárgyak elkészítésére is, mint például a halászhálók, függönyök. (Kozma, 2004. 11. o.)

A nemezelés különbözik az előző két technikától abban, hogy a textilt nem egy szabályos rendszer alkotja, hanem állati szőrök kusza szövevénye. Nemezelésre legalkalmasabb anyag a gyapjú, amelynek pikkelyes felszínű szálai (38. ábra) a tömörítés, sulykolás során kapcsolódnak össze, lehetővé téve ezzel a fonás, szövés munkájának kihagyását. Más állatok szőréből is lehet nemezeln, ezekből azonban nem lehet olyan nagy, egységes felületet kialakítani.

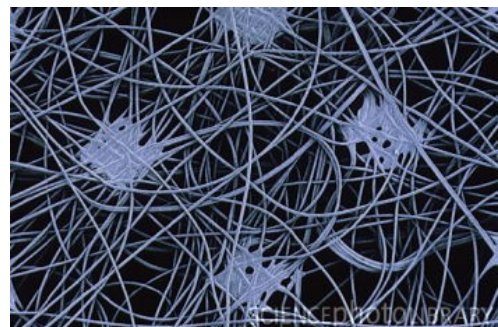


38. ábra Gyapjú pikkelyes felszínének elektronmikroszkópos képe.

Nemezt elsősorban a nomád népek használtak sátraik borítására jó hőszigetelő képessége miatt és azért, mert életmódjukból fakadóan ez az alapanyag nagy mennyiségben állt rendelkezésükre (Landgráf és mtsai, 2004. 11. o.).

A textilek tulajdonságait természetesen nem csak szerkezetük, hanem a készítésükhöz felhasznált anyagok sajátosságai is meghatározzák. Az alapanyagoknak három nagy csoportja különböztethető meg: növényi, állati és mesterséges eredetű. Ez utóbbi csoport az elmúlt 100 évben nagy változáson ment keresztül. A kezdetben alkalmazott műszálak még nem vehették fel a versenyt természetes társaikkal, azok néhány tulajdonságban – például nedvszívóképesség – elmaradtak tőlük. A helyzet azonban a mikroszálak megjelenésével változott. Ezeket textilipari szakemberek fejlesztették ki a természeti mikrostruktúrák alapos tanulmányozásával. Mikroszálnak az egy deniernél kisebb, tehát az olyan szálak

nevezzük, amelyből egy 9000 m hosszú darab nem nehezebb, mint egy gramm. Finomságukkal felülmúlják a természetes szálakat és lehetőséget adnak a legkülönbözőbb kinézetű és funkciójú anyagok elkészítésére. A vékonyságuknak köszönhetően létrehozható belőlük olyan finom szövet, amely egyszerre szélálló, de ugyanakkor „lélegzik” is, a legkisebb vízcseppet sem ereszti át, viszont a párákat átengedni magán. A mikroszálak szövet képes megtartani a testhőmérsékletet melegben és hidegben egyaránt. Erős, könnyű, gyűrődésálló és jó a tapintása,



39. ábra Hagyományos gyapjából készült nemez és műszálak "nemszövött" anyag elektronmikroszkópos képe.

ugyanakkor könnyen kezelhető, gépben mosható és tartós. Mikroszálakból a hagyományos textilekhez hasonlóan szövással, kötéssel alakítanak ki textileket, illetve egy, a nemezeléshez hasonló technikával készülnek az úgynevezett „nemszövött” anyagok (39. ábra). Ez utóbbiakat kémiai alapú módszerekkel, vagy a szálak hőérzékenységét kihasználva, hőkötéssel készülnek (*Braddock és O'Mahony, 2000*).

A második rész alfejezeteiben számos példát láthattunk különböző anyagú, formájú, rendeltetésű rácsokra, hálókra. A leírt jelenségek sokfélesége rávilágít a funkció-forma-anyag egység működésére. Egy tárgy használhatóságát, minőségét nem csak a benne felhasznált anyagok kvalitása határozza meg, hanem alapvető belső szerkezete is. Molekuláris szinten a legnyilvánvalóbb a különbség, amikor az elemi részecskék pusztán elrendeződése radikális változást tud előidézni az anyag végső megjelenésében. A különbségek nagyobb léptékben is jól érzékelhetők. Jól látható ez a textilek esetében, ahol az azonos anyagú, de más technikával készült szövetek egész másképp képesek viselkedni, vagy az építészetben, ahol egy jól megválasztott szerkezet segíti az anyagtakarékosságot,

vagy nagyobb épületek létrehozását teszi lehetővé.



# Rácsok a kortárs kerámiaművészetben

## Agyag és rácsok

Az agyag természetének látszólag ellentmond az, hogy belőle rácsszerkezetet hozzanak létre. Ez a földszerű, sárszerű anyag, amely vulkanikus kőzetek mállásával jön létre, a természetben általában üledékként, málladékként, a földön elterülve alkot telepeket. Egyáltalán nem úgy fest, mint ami dacolva a gravitációval, növekedésbe kezd és finom, könnyed szerkezeteket alkot, mint az élő anyagok, esetleg a kristályok. Ennek ellenére a kortárs kerámiaművészetben sok alkotó készít rácsformákat ebből az ősi anyagból. Több oka is lehet ennek. Első ránézésre talán lehetetlennek tűnik ezt a képlékeny, puha, jóformán tartás nélküli anyagot geometrikus formába hozni, azonban sok módszer létezik, amellyel ez mégis megoldható a legegyszerűbb kézzel való építéstől kezdve, a gipszformák használatán át egészen a legmodernebb ipari technikákig. A döntés persze az alkotóé. Az adott szerkezet formája és az anyag mellett az ő hozzáállása és az alkotás koncepciója határozza meg az adott metódust. Egyesek a legkezdetlegesebb, ősi technikával, a felrakással is képesek az anyag lehetőségeihez képest hatalmas, ugyanakkor nagyon érzékeny, finom formák létrehozására. Mások agyafűrt szerkezetek közbeiktatásával dolgoznak, néha bevonva az alkotás folyamatába a kor vívmányait, számítógépet, 3D-s nyomtatót és különleges anyagokat. Azonban úgy gondolom, hogy minden esetben szükséges az agyag és az egyéb segédanyagok ismerete a jó végeredményhez, akkor is, ha az alkotó tulajdonképpen nem is kerül fizikai kapcsolatba az agyaggal a munkafolyamat során.

Van azonban a agyagnak néhány tulajdonsága, amely nem mond ellent a rácsszerű kialakításnak – ilyen például az, amely a legtöbb kerámia tárgy jellemzője: az üregesség. A kisebb méretű szobrocskáktól és egyéb apró tárgyaktól eltekintve minden kerámia tárgy üreges. Szükséges ez egyrészt praktikus okból, mivel így kevesebb anyag felhasználásával, takarékosabban alakítható ki a tárgy,

amely ezáltal könnyebb lesz, könnyebben mozgatható, szállítható. Égetésnél a hevítés kevesebb energiát igényel, mivel az üregben lévő levegő könnyebben fűthető, mint a tömör anyag. Technikai szempontból is szükséges az ilyen kialakítás, mivel a tömör tárgy nehezebben szárad, nagyobb valószínűséggel reped meg, illetve robban fel égetés közben a benne maradó levegőzárványok miatt. Az edények esetében az üregesség a funkció miatt is fontos.

Az agyag tárgyak tehát üregesek, és ha ezt tovább fokozzuk, például egy edényt kilyuggatunk, perforálunk, különböző formájú lyukakat vágunk rá, máris egy rácsot kapunk. Ha ezt az adott forma statikai tulajdonságainak megfelelően tesszük, akkor a tárgyunk



40. ábra Billa Reitzner: áttört tál.

„életképes” lesz, azaz nem fog eltörni, összeomlani. Rácskészítéskor kiindulhatunk egy másik, hagyományosnak mondható módszerből is. A legtöbb nagy méretű szobrot belülről egy támaszrendszerrel erősítik meg. Ha ezt a szerkezetet láthatóvá tesszük, például a falak részleges, vagy teljes elhagyásával, az eredmény szintén egy rács.

Még egy dolog van, amely lehetővé teszi a kerámiarácsok megvalósítását, ez azonban nem az agyag, hanem a forma sajátossága, amelyről az előző fejezetben már sokat írtam. Ez pedig stabilitásuk, erősségük, amely az építés módjának megfelelően változik és amely sok esetben lehetővé teszi, hogy a gyengébb anyagokból erősebb konstrukciót hozzunk létre, mint más formával, de erősebb anyagból. Így hát, ha az agyag massa elér egy bizonyos minimális szilárdságot, melyet akár mesterséges adalék anyagokkal – úgy mint samott vagy papírost – tovább fokozhatunk, lehetővé válik rácsok készítése. A kész munka még szilárdabb lesz, hiszen égetés után a kerámia még ellenállóbb lesz, hiszen a magas hőfokon égetett masszák keménysége a kövekével vetekszik.

Az eddig leírtak alapján látható, hogy agyag rácsok készítése nem lehetetlen, sőt, egy kis gyakorlattal, anyagismerettel nem is nehéz feladat, az eredmény pedig sok esetben igen csak anyagszerű.

## Művészek

A kortárs kerámiaművészetben van a művészeknek egy csoportja, akik rácsokkal dolgoznak. Ezek az alkotók egymástól függetlenül alkotnak, sokszor a világ távoli pontjain. Ebben a részben arra keresem a választ, hogy mi lehet ennek a jelenségnek az oka. Mi készíteti ezeket az alkotókat az ilyen fajta törékeny formák létrehozására, mi inspirálja őket.

Stanton Hunter korai munkáiban a hagyományos kerámiaművészet és szobrászat formáival dolgozott, leginkább használati tárgyakat, edényeket, teáskannákat készített, amelyeket sokszorosítva és különleges kontextusba helyezve helyspecifikus installációk elemeiként használt fel (41. ábra).

Ezt követő munkáiban továbbra is alkalmazta az edény formát, mint önálló, szobrászi alakzatot, ezekben a munkákban a kerámia és a természet kapcsolatait kereste. Ettől kezdve figyelme egyre inkább a természet felé fordul. Elsősorban

erekhez, faágakhoz, folyók rajzolatához hasonló formák ragadták meg, így következő sorozata különböző repedések gyűjteménye volt. Az olyan természetes anyagokban – mint a föld – keletkezett rések mellett az ember által készült mesterséges dolgok sérüléseivel is foglalkozott. Ebben az időben a természetes és mesterséges kontrasztja, illetve a méretekben megfigyelhető különbségek érdekelték, az, hogy a természetben kis méretben megjelenő formák a nagyobb jelenségekben is megtalálhatók. Ebben a periódusban Hunter talált repedéseket manipulált (42. ábra), ezzel hangsúlyozva ki őket. 2000-ben



41. ábra Stanton Hunter 108 darab kerámia edény felhasználásával készült, *Pot Field* című munkája.



42. ábra Stanton Hunter *Floor Fault* című munkája, melyben egy talált repedést töltött fel arany festéssel.

készült *Floor Fault* című munkájában egy talált repedést töltött fel arany festékekkel. Egy másik munkájában egy cementtábla öntvénytáblát készített talált repedésekről, melyek összerakva egy folyószerű alakzatot adnak ki.



43. ábra Stanton Hunter fogpiszkálók és egy edény felhasználásával készült munkája.

A repedések elhelyezkedése az épületen belül sokszor ösztönözte Huntert architekturális formák alkalmazására. 2003-as kiállításán – melynek a Consuming Art Bistro adott helyet – csonkolt, megbontott formájú tálakat, tányérok, vázak, csészéket és csészealjkat készített, melyeket egy finom, fogpiszkálóból épült, állványzathoz hasonló formával kombinált. A tárgyakat az ételek színéhez hasonló mázakkal vonta be (43. ábra).

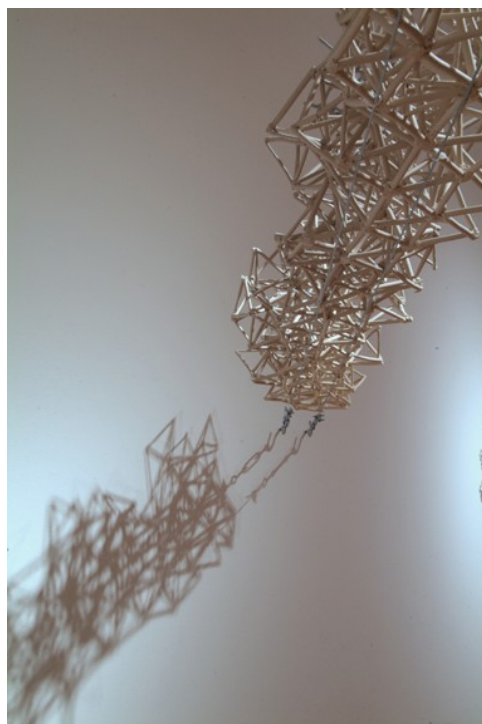
A pálcikákat a későbbiekben is alkalmazta. A 2004-ben megvalósított *Growing Project*-ben (4. ábra) elszáradt mustár palánták köré emelt a már edényeknél is látható támrendszereket. A rácsok és a növény színe közel azonos volt, így a két forma, az



44. ábra Stanton Hunter: *Growing Project*.

ember által készített mesterséges, és a természetes, növényi forma érdekes kontrasztot alkot egymással. Fontos fordulópontra volt ez Hunter munkásságában, ekkor döntötte el, hogy agyag felhasználásával rácsszerű szobrokat készít, melyet következő projektjében valósított meg.

A 2006-os *Migration Grid* sorozatában (45. ábra) korábbi munkáinak több sajátossága is egyesül; a sokszorosított formák együttes használata, a rács alapú formák alkalmazása, a természeti formák iránti érdeklődés, az anyagszerűség vizsgálata, valamint a helyspecifikusság. Az agyagra úgy tekint, mint elbomlott, szétmállott kőre, vagy tájra, amelyet munkáiban újra konstruál, egy új tájképet hozva létre belőle. A *Migration Grid* sorozat gondolati alapját egy természeti jelenség adja. A *Danida* lepkék minden évben 3500-5000 km-es vándorutat tesznek



45. ábra Részlet Stanton Hunter *Migration Grids* című kiállításából.

meg Észak-Amerikától Mexikóig. Útjuk során a tájékozódásban a napból jövő ultraibolya sugarak segítik őket, mely az emberek számára láthatatlan, a lepkék azonban egy polarizált fényrács formában látják őket. Hunter munkái ezáltal új tartalommal telítődnek. Az eddigi állványzathoz hasonló munkák szerepe megváltozik, már nem támasztékként működnek, mint az építészeti formák mellett, hanem az eget és földet összekötő törekeny szerkezetként. Sorozatában az agyag mellett más anyagokat, például fát is felhasznál, valamint nagy gondot fordít a színezésre, mázak és más festékanyagok segítségével az ég színeit jeleníti meg munkáiban. Alkotásaiban az egyik leginkább földi anyagból valósít meg valami jóformán anyagtalant, égi fényrácsokat (McGrew, 2007. 65-68. o.).

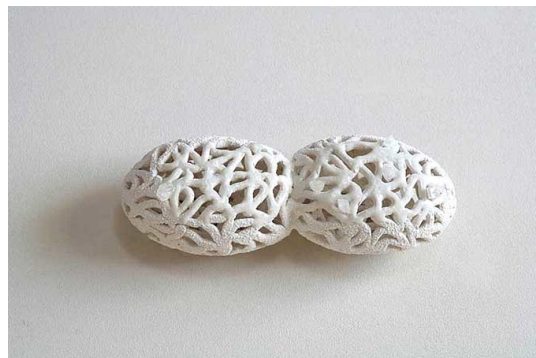
Netty van den Heuvel holland keramikus művész gondosan megmunkált, precíz, ovális formájú tárgyaival vált ismertté. Pályája kezdeti szakaszában még



46. ábra Netty van den Heuvel munkája.

inkább a holland geometrikus absztrakt hagyományhoz kapcsolódott. 2008-tól munkáinak karaktere megváltozott. A gondosan megtervezett, kiegyensúlyozott formák helyett sokkal szabadabb, organikusabb elemekkel dolgozik. Egy tárgy készítésének kezdetén meghatározza a tárgy alapvető formáját és főbb irányait, ezt leszámítva szabadon dolgozik. Munkái inkább kísérleti jellegűek lettek, eltávolodott a hagyományos kerámia módszereitől. Alkotásainak alapanyaga kőcserép, amelyből bonyolult és komplex formákat hoz létre. Alapvetően kétféle módszerrel dolgozik. Az egyik esetben vízszintes felületen hoz létre egy geometrikus rajzolatot, amelyet aztán fölfelé tovább épít, nem feltétlenül tartva meg az eredeti formát. A másik esetben gipszformába építi hálóját, így egy üreges belső teret kap, amelyet egy porózus külső héj borít (47. ábra). Az alakzatok kitalálásakor leginkább természeti formák, tengeri állatok, miniatűr vízi élőlények hatnak rá, különösen a tengeri rózsa, a korallok és a diatómák. Munkáit is ennek megfelelően szokta installálni, nem túl közel egymáshoz, a padlón, némelyiket a falon helyezi el, így a plasztikák is a tengerben lebegő állatokhoz hasonlóan helyezkednek el a térben. Legkedveltebb színe a fehér, mivel ez tisztaságot fejez ki, és mert munkája fontos részének tartja a fényt, de emellett korallvörös és fekete pigmenteket is használ. Mivel az általa használt anyag, a kerámia jelentős fizikai korlátokkal rendelkezik, ezért néhány alkotásában egyéb anyagokat, például félig transzparens szilikonragasztó fonalakat is felhasznál. Munkáit mint térbeli rajzokat írja le (46. ábra), melyeknek fontos része a bennük lévő tér, amely méreteinél fogva a

inkább a holland geometrikus absztrakt hagyományhoz kapcsolódott. 2008-tól munkáinak karaktere megváltozott. A gondosan megtervezett, kiegyensúlyozott formák helyett sokkal szabadabb, organikusabb elemekkel dolgozik. Egy tárgy készítésének kezdetén meghatározza a tárgy alapvető



47. ábra Netty van den Heuvel munkája.

szemlélő számára látható marad, de nem tapintható (Wall, 2008. 14-16. o.).



48.ábra Beatrijs van Rheeden: *Shadow I*.

Beatrijs van Rheeden általában porcelán sorozatokat készít, melyekben két alapminőséget alkalmaz egymás mellett, zárt falakat és nyitott struktúrákat (48. ábra). Ez utóbbiakat kis, nyújtott porcelán darabkák ügyes összedolgozásával hozza létre. Munkáit ezeknek a rácsszerkezeteknek a megépítésével

kezdi, majd ezekhez építi hozzá a tömör falakat, vékony agyaghurkákból, melyeket azután finoman összedolgoz. Saját bevallása szerint – annak ellenére, hogy némelyik munkája természeti formákat idéz – nem merít ebből a forrásból. Munkái sokkal inkább lelki eredetű, belső dolgokra utalnak, úgy működnek, mint egy héj, amely utal a benne zajló belső folyamatra. Formailag technikai jellegű dolgokkal állnak kapcsolatban, mint például egy ventilátor, egy régimódi lámpabura, vagy a szellőzőrendszer rácsai. Beatrijs van Rheeden munkái egyszerre ismerősek, ugyanakkor furcsának is hatnak, idegennek, azt az érzést keltik bennünk, amit akkor éreztünk, „amikor gyermekkorunkban valamilyen ismeretlen tárgyat találtunk egy titkos helyen” (Wall, 2006. 23.o.). Van Rheeden legtöbbször tiszta fehér porcelánnal dolgozik, amit magas hőmérsékleten éget ki, ennek köszönhetően tárgyai annak ellenére, hogy nagyon sérülékenynek néznek ki, valójában elég kemények. A nagy hőfoknak köszönhetően a szobrok a tűzben enyhén deformálódnak, amely a művész szerint fontos szerepet tölt be a tárgyak megjelenésében, enélkül ugyanis túlságosan merevek lennének. Mázakat általában nem használ, kék sorozatának tárgyait



49.ábra Beatrijs van Rheeden: *Fusion XI*.



50. ábra Eva Hild: *Spine*.

ellenére nem ábrázolnak semmilyen konkrét természeti formát. Hild kézzel építi viszonylag nagy méretű formáit (50. ábra). A tárgy „növekedése” a technikából fakadóan lassú, így az alkotónak van ideje a munkafolyamat során a forma változásaira reagálni, újabb kapcsolatokat, felszíneket létrehozni. Ezek a munkák inkább spontán módon alakulnak, mintsem egy előzetes konkrét terv alapján. A munka kezdetét csupán néhány vázlatos rajz előzi meg. A formázás befejeztével, a száradás után alakul ki a végleges, sima, csiszolt felszín. Akárcsak a korábban leírt művészek munkáiban, úgy Eva Hild munkáiban is fontos szerep jut a térnek, amit az anyaggal egyenrangú tényezőként kezel. A szobrokban a vékony, bonyolult Möbius-szalagokra emlékeztető agyagfalak képviselik az anyagot, a tömeget, ezek határolják a belső üres, de a külvilággal is érintkező tereket. A szobrokban a külső és belső, a hiány és jelenlét kettőssége jut kifejezésre (Koplos, 2005. 98-102. o.).

Neil Forrest különböző rendszereket épít, változatos kapcsolódási pontok kialakításával, amelyek rácsokba rendeződnek. Munkássága szoros kapcsolatban van az építészettel és a tudománnyal. Építészeti kerámiái porcelán támaszrendszerek, amelyek leginkább a korallzátonyok világát idézik (51. ábra), illetve hasonlóságot mutatnak a csontokkal, csigolyákkal is. Műveiben



51. ábra Neil Forrest: *Scaff*.

(49. ábra) anyagukban színezi (Wall, 2006).

Széles körben vált ismertté kézzel épített, a folyékonyság, áramlás hatását keltő tárgyairól Eva Hild svéd művész. A tárgyak folyamatosan áramló, önmagukba visszatérő íves vonalai organikus képződmények látszatát keltik, ennek



különböző anyagokat, porcelánt, mágnest, műanyagokat kombinál.

Öntött porcelán karikák százaiból építi fel szobrait Ruth Borgenicht (52. ábra). A karikákat nagy mennyiségben sokszorosítja és még égetés előtt egymásba fűzi őket a kívánt alakban, amelyek így kötődnek, egymáshoz kapcsolódnak, de



52. ábra Ruth Borgenicht munkáit különböző méretű gyűrűkből építi fel, akárcsak a képen látható *Ring of Rings* című alkotását is.

ugyanakkor meg is őrzik önállóságukat, tehát egy bizonyos mértékben egymástól függetlenül is tudnak mozogni. A szobroknak így tulajdonképpen nincs végleges formája, minden mozgatas során más-más alakot vesznek fel; különösen szembeötlő ez az egyszerű geometrikus formák esetében. Érdekes módon érvényesül ez falon installált munkáiban, ahol a gravitáció hatására

láncai megnyúlnak, deformálódnak. A gyűrűknek öt „generációját” használja fel munkáiban. Az első modelljét egy függönykarika adta, az erről készül, kiégetett öntvényeket tovább használva modellként egyre kisebb és kisebb darabokat kapott. Ezek felhasználásával, a szemek méretének csökkenésével képes szükülő-táguló formák létrehozására. Munkájának alapja és hajtóereje a kísérletező kedv, mely eredeti, matematikus végzettségéből fakad. Munkái alap gondolatát a középkori láncingek adták, és struktúrájukból fakadóan közel állnak a textil világhoz. Érdekes, hogy a mozgatas közben keletkező csörömpölő hangot a művész a munkák fontos részének tekinti, annak ellenére, hogy ez a kiállítóterekben nem érvényesülhet. Munkáinak két csoportját különböztethetjük meg, a



53. ábra Anita Manshanden: *Loasia*.

geometrikus – dobozok és fánk-formák – valamint az emberi figurára utaló ruha formájú darabokat (Clark, 2006. 90-93. o.).

Konkáv és konvex gipsznegatívokba préseli munkáit Anita Manshanden. Csipkeszerű tárgyait 1-2 cm átmérőjű, extrudált, üreges csövekből építi fel. A tárgyak felszínét színes, bársonyos hatású engobokkal festi meg. Formái ornamentika jellegűek, szimmetrikus, szabályosan ismétlődő elemekből állnak össze, leginkább építészeti elemeket idéznek, kovácsoltvas kapuk részleteit és természeti formákat, virágokat, terméseket, kristályszerkezeteket. Befoglaló formájuk miatt egyszerre robusztusak, nehézkesek, de ugyanakkor struktúrájuknak köszönhetően könnyedek, csipkeszerűek is (53. ábra).<sup>2</sup>

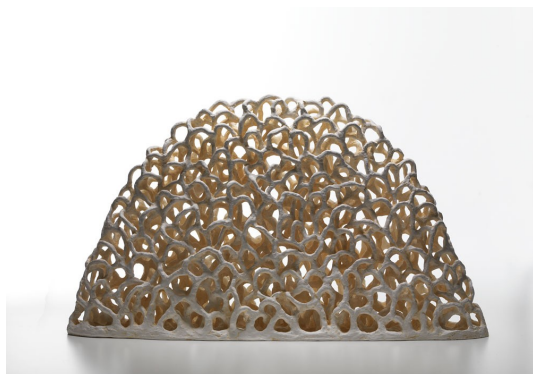
Chunbok Lee japán művész papírporelán felhasználásával készíti szobrait. Leginkább a tér és a természet foglalkoztatja. Munkája során a erdőkben tett hosszú séták inspirálják, bár szobrai nem feleltethetők meg egyértelműen egyetlen természeti formának sem. Az organikus dolgokkal való kapcsolat inkább a tárgyak jellegében keresendő. Lee tudatosan kerül a szigorúan geometrikus formákat, az egyenes vonalakat. Formái absztraktak, de a felhasznált anyagnak, a



54. ábra Chunbok Lee: *Forest Hoehr-grenzhausen*.

2 [http://www.anitamanshanden.nl/cv\\_en.html](http://www.anitamanshanden.nl/cv_en.html)

porcelánnak köszönhetően finoman szabálytalanok, ebből fakad organikus jellegük. Lee szobrai általában fehér színűek, mázatlanok, ezzel a formát, az anyag transzparenciáját hangsúlyozza. Véleménye szerint a színek „összetörik” a formát, a pigmentek hatására a tárgy elveszti áttetszőségét, mely által a fény már nem olyan jelentős része a munkának. A képen látható munkája a hőrgrenzhauseeni erdőkből tett séták hatására jött létre (54. ábra).<sup>3</sup>



55. ábra Barbro Aberg: *The Space Between The Thoughts*.

A súlyos agyag és a könnyed levegő kontrasztjával játszik munkáiban Barbro Aberg. Pályafutását – oly sok keramikushoz hasonlóan – használati tárgyak, korongozott kőcserép edények készítésével kezdte, később lapokból épített héjakkal, mintázott szobrokkal kísérletezett. Tanulmányai befejezése után színezett, mázazott formákat is készített. A hagyományos technikák azonban nem tették lehetővé bonyolult konstrukciók készítését. Munkásságában a Bob Shay-vel való találkozás hozott jelentős változást. Ekkor ismerkedett meg a perlittel kevert agyag alkalmazásával, valamint akkoriban kezdett terjedni a cellulózzal erősített massa is a keramikusok körében. E kettő alkalmazása segítette saját művészi nyelvének megtalálásában. Ezeknek az anyagoknak az alkalmazása sok nehézséget, problémát kiküszöbölt a munka folyamatában, ezáltal szabadabb utat adott a gondolatok kifejezéséhez. A technikára azonban csak mint eszközre tekint, mely segít ötletei láthatóvá tételében, megvalósításában, de nem jelenti önmagában az alkotó folyamat célját. Formái egyszerre utalnak nagy léptékű geológiai jelenségekre (55. ábra) és parányi sejtekben felhalmozódó

A súlyos agyag és a könnyed levegő kontrasztjával játszik munkáiban Barbro Aberg. Pályafutását – oly sok keramikushoz hasonlóan – használati tárgyak, korongozott kőcserép edények készítésével kezdte, később lapokból épített héjakkal, mintázott szobrokkal kísérletezett. Tanulmányai befejezése



56. ábra Barbro Aberg: *White Geological Vessel*.

<sup>3</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=OixMSILVioY>

ásványi anyagok mintázatára, melyek a növekedés érzetét keltik. Munkáinak egy része egyszerre szobor és edény, azonban ezeknek a tárgyaknak nincs praktikus funkciója. Aberg inkább archetipikus jellegük miatt tér vissza újra és újra ezekhez a formákhoz, melyek a kezdetektől kísérik az emberiséget és információkat hordoznak róla és múltjáról. Munkáinak színezésük, felületkezelésük miatt archaikus hatásuk van, mintha földbe ástott, majd újra felfedezett leletek lennének. (Golley, 2010. 52-55. o.).

## Tudomány és művészet

Az előző fejezetben bemutatott művészek munkáiban több közös tulajdonság fedezhető fel. Az egyik a legtöbbször munkájában megfigyelhető, bizonyos fajta szabályosság. Ez más más alakban mutatkozik meg a különböző munkákban. Van, ahol maga a rendszer aperiodikus, a szabályosság csupán az építőelemek azonosságában nyilvánul meg – ez látható Hunter esetében. Van Rheeden alkotásaiban maga a rendszer is szabályos elrendeződést mutat, mely leginkább a 2009-es westerwaldi kerámia biennálén kiállított munkájában nyilvánul meg, ahol az öntött elemek egy precíz rendszert alkotnak. Borgenicht alkotásai mind elrendezésükben, mind a felhasznált elemek tekintetében egyaránt rendezettek. Manshanden tárgyai legtöbbször sugaras, középpontos vagy tükör szimmetriát mutatnak.

A szabályos elrendezés, a geometrikus formák iránti érdeklődés végig kíséri az emberiség történetét. A számos állat- és emberábrázolás mellett a barlangrajzok között



57. ábra Kőre vésett geometrikus jelek Dél-Afrikából..

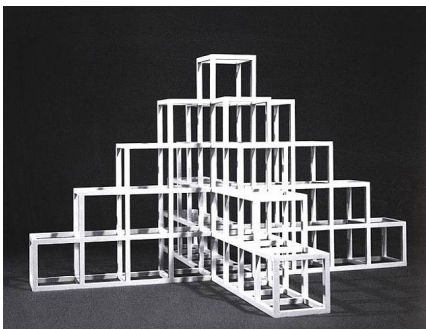
26-féle geometrikus jel is felbukkan, amelyek a világ egymástól távoli barlangjaiban találhatók (57. ábra). Ezek valószínűleg szimbolikus tartalommal bírtak, de pontos jelentésük nem ismert. Széles körű elterjedésük azonban arra

utal, hogy már az emberiség korai időszakában kialakult az ilyen jelekkel való kommunikáció.<sup>4</sup>

A geometrikus formák preferenciájának legmonumentálisabb emlékei a piramisok. Nem lehet véletlen, hogy egy ilyen fontossággal bíró – különösen az adott kor technikai körülményeihez képest – sok áldozatot és energiát követelő építménynek éppen ilyen formája van. Felmerül a kérdés, hogy egy ilyen hatalmas, a fáraó halhatatlanságát hirdető síremlék miért éppen gúla alakú, hiszen az egyiptomi kultúrában az ábrázoló művészetnek számos megjelenési formájával találkozhatunk. Bizonyos értelmezések szerint ez a forma hivatott a napfényt a fáraóhoz vezetni, összeköti a piramis talapzatát a kozmosszal, az emberi és isteni lét közötti átmenetet szimbolizálja (Munoz, 2000. 94. o.). Bár egyértelmű magyarázat nem található, az az egy biztos, hogy ezek a síreépítményeknek nagy

jelentőséggel bírtak, így feltételezhetjük, hogy választott formájuk is kiemelkedő szerepe volt.

Szabályos formák alkalmazása a modern kori művekben is megjelenik. A minimal art művészei a semleges geometriai alapformákat (58. ábra) érzelmektől mentes műalkotások létrehozására használták fel, melyek az alkotó



58. ábra Sol le Witt

egyéni kézjegyétől megfosztva, ipari technológiák felhasználásával készültek.

Hasonló alapformákkal dolgozik a land art is, mintha csak ez a kontraszt segítené egy, a környezetből kiemelkedő, attól elütő dolog létrehozását. Az ősművészetből jól ismert alapformák jelennek itt is meg. Körök, vonalak, spirálok, földbe ásott négyzetek szabdalják fel a tájat, melyek később a természet tevékenysége révén újra visszaolvadnak a tájba. A land art-ban művész és természet együtt dolgozik. Hasonló ez a



59. ábra Michael Heizer: Dissipate

<sup>4</sup> [http://www.bradshawfoundation.com/geometric\\_signs/geometric\\_signs.php](http://www.bradshawfoundation.com/geometric_signs/geometric_signs.php)

preferencia minták	teszt	kapucinus majom	cerkóf majom	csóka	varjú
1		+	+	+	=
2		+	=	+	+
3		+	+	=	+
4		+	=	+	+
5		+	+	+	+
6		+	=	+	+
7		+	+	-	=
8		+	+	+	+

60. ábra Rensch kísérletének eredménye. A + jel azt jelöli, hogy az állat a bal oldali szabályos mintát választotta.

keramikusok által is használt irányított véletlenekhez, amelyben az alkotó a mű befejezését az anyagra, technikára bízta.

Érdekes módon a szabályos formák, elrendezések iránti érdeklődés nem csupán az emberekre jellemző. Egy kísérletben, ahol cébus- és apácamajmokat, valamint csókákat és varjakat vizsgáltak, a kutatók azt tapasztalták, hogy az állatok is előnyben részesítik a valamilyen szempontból szabályos – sugaras vagy kétoldalúan szimmetrikus, egyenletes – elrendezést (60. ábra). A tesztek során az

alanyoknak fehér kártyalapra rajzolt fekete ábrákat mutattak. A kíváncsi természetű lények mindig felkaptak egy-egy kártyát és vizsgálni, nézegetni kezdtek. A tudósok lejegyezték az elsőként felvett kártyát. Száz teszt után azt a szignifikáns eredményt kapták, mely szerint mind a négy faj leginkább a szabályos sémákra reagált és kevésbé a rendezetlenekre (Halász, 1983. 270.o.). „Valószínű, hogy a preferenciát a jobb *komplexitás* okozza, vagyis az azonos komponensek szimmetrikus és ritmikus ismétlődésének könnyebb érthetősége” (Halász, 1983. 271.o.). Természetes körülmények között is megtalálható ez a jelenség. A lugasépítő madarak építményei mutatnak hasonló szabályos rendezettséget. Az első pillantásra leginkább Goldsworthy alkotásaira emlékeztető, hímek által épített, ágakból összerótt lugasokat csinosan elrendezett „installációk” veszik körül, melyekhez a legváltozatosabb anyagokat használják fel (61. ábra). A természetes anyagok mellett szívesen használnak ember által készített tárgyakat is,



61. ábra Lugasépítő madár szívszálakkal és műanyag kupakkal díszített lugasa.

mint például ruhacsipeszt, kólás dobozt vagy iratkapcsokat. A különböző elrendezésekben egy dolog közös, mindegyik egynemű valamilyen szempontból, általában egyszínű. Az építmények célja pedig nem más, mint elnyerni egy tojótetszését. Az udvarlás után az alkotás nem szolgál semmi egyéb funkciót, tehát nem laknak benne, vagy költenek ott tojást, pusztán „esztétikai” szerepe van (Morell, 2010. 68. o.).

Az előbb leírt példákból látható, hogy a rendezettség, szabályosság előnyben részesítése az emberi kultúrában és a természetben is nagy számban megtalálható. Egyértelmű okát ennek nehéz lenne megmondani, talán nem is lehet, de a bemutatott jelenségek rávilágítanak fontosságára, gyakoriságára.

Sokak munkájában fontos tényező a tér, a térről való gondolkodás, az üregek, negatív formák, építészeti jellegű alakzatok megjelenése a tárgyakban, amelyet sok esetben az agyaggal azonos rangú alkotóelemnek tekintenek. Ez a fajta szemlélet alapvetően a keleti kultúrákban jellemző, ahol a térre mint „valamire” tekintenek, ellentétben a nyugattal, ahol űrnek, semminek tartják. Az európai szobrászatban a plasztikák hangsúlyos részeként az 50-es években jelent meg. Bevezetése elsősorban Henry Moore és Barbara Hepworth nevéhez fűződik, akik először vájtak üreget szobraikba az „üregek kedvéért” (Moore és James, 1966. 39. o.). Az előző fejezetben ez kifejezetten Eva Hild munkáiban jelenik meg, akinél a külső és a belső kapcsolata, a kettő közötti áramlás kapott fontos szerepet, illetve az is megfigyelhető, hogy az anyagi részek minimálisra csökkentek. Netty van den Heuvel térbeli rajzokként értelmezi munkáit, amiben az üregek, az átláthatóság és a belátás fontos szerepet játszanak. Chunbok Lee szintén a teret tartja tárgyai egyik fontos komponensének.

A legtöbb alkotónál a természet vagy a tudomány élővilággal foglalkozó területe jelenik meg, mint az inspiráció forrása. Ez bizonyos esetekben tudatosan alkalmazott módszerekkel párosul, más esetekben utólagos asszociációk kapcsolják össze az élővilág formáit a szobrokkal. Stanton Hunter esetében azt láthattuk, hogy a korábban már használt rácsformák egy természeti jelenség megismerése után telítődtek új tartalommal. Netty van den Heuvel a vízi élőlényeket tanulmányozza, de munkáiba nem veszi át egy az egyben,

felismerhetően formáikat. Chunbok Lee munkáira nagy hatással van a természetben eltöltött idő, de az ő tárgyaiban sem ismerhető fel egyértelműen az eredeti „modell”. Beatrijs van Rheeden és Eva Hild munkái belső lelki folyamatokból táplálkoznak, azonban a végeredmény az ő esetükben is sokszor természeti formákhoz hasonlít. Tudományos felfedezések és jelenségek foglalkoztatnak több alkotót is. Ruth Borgenicht például matematikai tanulmányaiból merít, amikor elemekből felépülő tárgyait alkotja. Neil Forrest építészekkel együttműködve dolgozik. Stanton Hunter a *Danaida* lepkéket kutató tudósokkal rendezte *Butterfly Migration* című kiállítását.

Felmerül a kérdés, hogy miért vonzóak az emberek számára ezek a formák. Lehetséges, hogy a természetből már jól ismert alakzatok köszönnek vissza bennük, virágfejek, faágak, kagylóhéjak, ez teszi őket barátságossá, vonzóvá. Az is lehet, hogy épp ellenkezőleg, az ismeretlen formákra való utalás miatt válnak izgalmassá, hiszen több közülük olyan alakzatokra hasonlít, amely szabad szemmel nem látható, vagy az emberek által nehezen megközelíthető helyeken található.

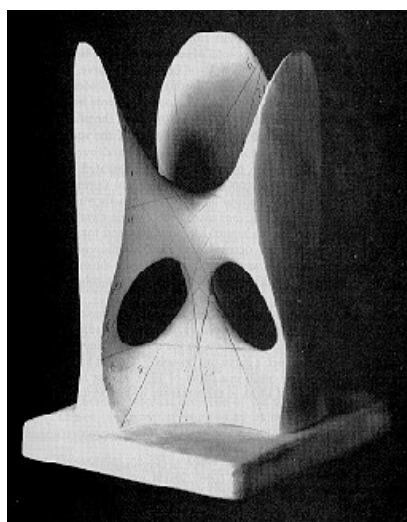
A technika fejlődésével, a mikroszkóp, a csillagászati távcső feltalálásával az emberiség előtt egy új, addig ismeretlen formavilág tárult fel. Feltehetően mindkét eszközt holland szemüvegkészítők fejlesztették ki elsőként, a 16.-17. század fordulóján, pontos adatot azonban ezzel kapcsolatban nem ismerünk. Valószínű, hogy az akkoriban látott információk még nem voltak széles rétegek számára elérhetőek, inkább a tudóstársadalom, a tanultabb emberek körében terjedtek. A technika, a média és a távközlés fejlődésével egyre több és több információhoz jutottunk, amely egyre szélesebb körben és egyre könnyebben volt elérhető. Az űrhajózás fejlődésével az emberiség megismerhette a körülötte lévő kozmosz világát és jelenségeit, ezzel egy időben folyt a tengerek, óceánok mélyének felderítése is, ahol ugyancsak szokatlan formákkal, élőlényekkel találkoztak. Közben az információáramlás is meggyorsult. Az ezekhez a felfedezésekhez tartozó képek kikerültek a laboratóriumok falai közül, az ismeretterjesztő könyvek és az internet segítségével széles körben lettek ismertek, elérhetőek. Felmerül a kérdés, hogy ezek a jelenségek hogyan befolyásolták a



közízlést. Biztos válasz nem adható, de feltételezem, hogy bizonyos szempontból még mindig az újdonság erejével hatnak, mivel az eltelt néhány száz év az emberiség történetéhez mérten rövid volt ahhoz, hogy ezek a formák mélyebben beivódjanak az emberek tudatába. Feltételezem, még mindig ez adja az ilyen formák iránti érdeklődés alapját, ez teszi őket izgalmassá sok művész számára, amely arra sarkallja őket, hogy ehhez hasonló formákkal dolgozzanak.

A természettudomány és művészet kapcsolata hosszú múltra tekint vissza. Rembrandt egykori lakóházában járva megcsodálhatjuk a festő fáradtságos munkával és nagy anyagi befektetéssel létrehozott gyűjteményét, mely az ókori szobormásolatok mellett olyan ritkaságokat is tartalmaz, mint korallok és egyéb tengeri állatok váza, megkövesedett csontok, kristályok és ásványok.<sup>5</sup> Természetesen nem ő az egyetlen a művészet története során, aki a természetet és tudományokat tanulmányozta. Meg lehet itt említeni több alkotót is például Leonardo da Vinci anatómiai és egyéb tanulmányait, vagy Dürer rajzait nyulakról, amelyek akár egy természettudományos könyv lapjain is megjelenhetnének.

Matematika és művészet kapcsolatának kezdete talán a 17. századra tehető, amikor René Descartes és Pierre Fermat megalkotta a koordináta-geometriát, melynek segítségével a sík alakzatok matematikailag leírhatóak lettek, valamint a matematikai egyenletek vizuálisan ábrázolhatóak. Az 18. században a



62. ábra Matematikai gipszmodell.

kutatások tovább folytatódtak és kiterjedtek a térbeli formákra, felületekre. Olyan egyszerű formákat, mint a gömb, könnyű volt kétdimenzióban, papíron is ábrázolni, ám az összetettebb alakzatok kutatásánál szükségessé vált a térbeli papír, gipsz, drót modellek készítése (62. ábra). A 19. században egészen a 20. század elejéig a matematikában nagy változások történtek. Ebben az időszakban kezdtek részletesen foglalkozni a nem-euklidészi geometriával, mely nem csak a

5 [http://www.rembrandthuis.nl/cms\\_pages/index\\_sub.php?url=/2004/tour\\_sydelcaemer.html&path=2,1,1&nav\\_lang=nl](http://www.rembrandthuis.nl/cms_pages/index_sub.php?url=/2004/tour_sydelcaemer.html&path=2,1,1&nav_lang=nl)

tudományos életben hozott változást, de a művészetre is nagy hatással volt. A szürrealista mozgalom számára a nem-euklidészi geometria bevezetése a bevett szokások zsarnoksága alól való szabadulást jelentette.<sup>6</sup> Sok művész azonban nem ilyen elvi megfontolásból választotta munkája témájaként ezeket a modelleket, hanem esztétikai értékük miatt. Legtöbbjük nem is volt tisztában a tárgyak elméleti háttérével, csupán megjelenésük miatt foglalkoztak vele. Naum Gabonál találhatunk szoborterveket, melyek hasonlatosak az Encyclopedia Britannica 14. kiadásában látható rajzokhoz. Testvére, Antoine Pevsner pedig egy sorozatában „síkra fejthető felületű” plasztikákat készített, ez az egyenesekkel kifesthető felületre utal és a matematikában használatos fogalom. Henry Moore a londoni Természettudományi múzeumban látott matematikai modellek hatására készítette húros szobrait. Mint már említettem, annak ellenére, hogy a szobrászok feldolgozták ezeket a formákat, a matematikához nem értettek, a művészek nem tartottak kapcsolatot a matematikusokkal, a formákat inkább csak az inspiráció forrásaként használták, különlegességük miatt, mert egyszerre voltak racionálisak – hiszen a tudományhoz kapcsolódnak – és irracionálisak, mivel funkcióval nem rendelkező, a hétköznapi élethez kevésbé kapcsolódó formákról van szó.

Érdekes módon napjainkra kialakult egy „ellenáramlat” is. Matematikusok készítenek szobrokat és tudósok rendeznek kiállításokat, bemutatva az általuk művelt tudományterület vizuális szépségeit. Ilyen például Rinus Roelofs, aki matematikusból képezte át magát szobrászá és munkáit számítógépek, 3D-s nyomtatók segítségével valósítja meg, de olyan hagyományos technikákkal is kapcsolatban van, mint például a textil, amelyet matematikai módszerekkel, új nézőpontokat követve elemez és dolgoz fel újra, majd jelenít meg vizuálisan.<sup>7</sup> 2011 februárjában nyílt egy kiállítás a rotterdami Museum Boijmansban, ahol Schoonheid in de Wetenschap<sup>8</sup> címmel mutatták be két év gyűjtését. A kiállítás kurátora Dr. Hans Galjaard orvos professzor, aki számos tudományterület kutatóit kérte fel, gyűjtsenek szakterületükről olyan képeket, melyek a tudományban megmutatózó szépséget mutatják be. A kiállításon egyébként semmilyen

6 <http://members.iif.hu/visontay/ponticulus/rovatok/hidverok/matekmuveszet.html>

7 <http://www.rinusroelofs.nl/projects/h-holes/pr-h-holes-00.html>

8 Szépség a tudományban

művészeti alkotás nem volt látható, csupán a tudomány képei (63. ábra), apró vízi élőlények, spórák, sejtek a falakra vetítve, mindez egy művészeti múzeumban.



63. ábra Egy kép a *Schoonheid in de Wetenshaap* című kiállításról.

Több művésznél megfigyelhető összefüggés a szobrok és a használati tárgyak között. Barbro Aberg egy időben készít edényeket és szobrokat, tárgyait összekapcsolja, hogy a tálakon, vázákon ugyanazok az elemek jelennek meg, mint plasztikáin. Stanton Hunter pályája kezdetén még edényekkel foglalkozott; nála a tálak, kannák helyspecifikus installációkba való rendezésével, valamint az építészeti formákat idéző edények rácsokkal való kombinálásával folyamatosan vezetett az út a rácsplasztikáig. Netty van den Heuvel eleinte szintén öblös tárgyakat készített, később ezeket váltották fel a szabadabb, organikus formák. A jelenség egyik magyarázatát talán az anyag története, hétköznapi használata adhatja. A kerámia hosszú időn át szorosan összefonódott az edénykészítéssel, kézművességgel, amely kapcsolat napjainkban is szoros. Bár a technológia sokat változott, illetve újabb és újabb anyagok jelennek meg évről évre, a használati edények egy jelentős része még mindig kerámiából készül. A másik ok talán az edények tartalmi jelentőségében kereshető, mivel gyakran töltöttek be kultikus szerepet, használták őket halotti urnának, áldozati edénynek, ami inkább a képzőművészethez közelíti őket.

Az anyagválasztás szempontjából vizsgálva a műveket, felmerül a kérdés, hogy miért éppen kerámiából készítik szobraikat ezek az alkotók. A felsoroltak közül több művész hoz létre így kontrasztot a „földi” agyag és az „anyagtalan”, levegővel telt üregek közt. Nem egy esetben, különösen a porcelánból készült tárgyak esetén az alkotásoknak fontos része a fény, amely szintén az anyagtalanság és a tér koncepcióját erősíti.

# Rácsok munkáimban

A tér iránti érdeklődésem alapját többek között egy irodalmi élmény adja. Évekkel ezelőtt találkoztam Rakovszky Zsuzsa *Város, este* című versében az alábbi idézettel:

Aztán az ég, az ég mögött is ég  
jeges fénnel beszórva.  
Törékeny tetőszerkezet, a lég  
fekete gerendáival aládúcolva.  
(*Rakovszky, 1998. 31.o.*)

Megragadott ennek a pár sornak az erős képisége, ahogyan néhány szóban mutatja be az eget, vagyis a felettünk elterülő végtelen teret. Az élmény eleinte grafikai munkáimban mutatkozott meg, s a térélmény ekkor fonódott össze a tetőszerkezetekkel, padlásokkal, absztraktabb formában a rácsokkal, mint a tér látható megtestesítőivel.

A szobrászat és a téri problémák összefüggése egyetemi tanulmányaim kezdetén vált számomra világossá, ekkor döntöttem úgy, hogy ennek a területnek az eszközeit választom gondolataim megvalósítására. Alapvető témám tehát a tér, annak három dimenziós valójában. Nyilvánvaló azonban, hogy önmagában térrel dolgozni nem lehet. Hiszen „A kapu attól kapu, hogy ház van körülötte, különben csak egy lyuk volna, vagyis hát még az sem, hiszen az üresség sem üresség, ha nem környezi valamiféle teljesség.” (*Eco, 2006. 117. o.*). A kezdeti időkben negatív-pozitív geometrikus formák készítésével jelenítettem meg gondolataimat, főleg a térre koncentrálnak, azt a plasztikák elemi részévé téve, a szobor formáival hangsúlyozva, az anyagnak másodlagos szerepet hagyva. A rácsok ekkor még nem jelentek meg explicit módon az alkotásokban, inkább tetőgerendák részleteire emlékeztető töredékek bukkantak fel a domborműveken, kisplasztikákon. Az olyan alternatív anyagok, mint a víz vagy árnyék mellett elsősorban gipszből,



64. ábra Fűzött kerámia rács.

papírból készítettem munkáimat, amelyek nagyfokú precizitást engedtek meg, amelyre ekkoriban törekedtem is.

A kerámiával való találkozás azonban megváltoztatta mind tárgyaim formavilágát, mind a munkafolyamathoz való hozzáállásomat. A kezdeti időkben

egy természeti formát próbáltam leképezni, egy zárt buborékhalmoz absztrakt modelljét kívántam elkészíteni. Megragadott a buborékok találkozásánál kialakult metszévonalak feszes rendszere, amely az átláthatósággal párosulva jól kifejezte a térbeliség ideáját. Ez az élmény volt a kiindulási pontja a rácsok készítésének. Ez adta annak ötletét, hogy a tömbös, építészetire emlékeztető formák helyett terek meghatározására használhatnék rácsokat, hálókat is. Ezek a formák utalnak olyan dolgokra, melyek a helymeghatározással, illetve a térérzettel, térérzékeléssel vannak kapcsolatban. Ilyen például a koordináta rendszer – amely segít egy síkban, vagy három dimenzióban pontokat kijelölni – vagy a perspektivikus vonalháló. A térben elhelyezett, szabályos közökben ismétlődő formák segítik a tér méreteinek megítélését, valamint ezek manipulálásával módosítható az ezzel kapcsolatos észlelés is.

A kerámiával való megismerkedés után a technikához és anyaghoz való viszonyom megváltozott. A korábban alkalmazott anyagok, a gipsz, papír és a kő,



65. ábra Homoköntéssel készült rács.

viszonylag semlegesesen, „engedelmesen” működtek, megengedték a szabályos geometrikus formák kialakítását és meg is tartották azt. Ezzel szemben a kerámia úgymond önálló életet élt. Nedvesen lágy volt, sok esetben nem tartotta meg formáját, száradás

közben változtatta alakját, repedt, égetés közben deformálódott. A kezdeti kudarcok elmúltával azonban megtanultam az agyaghoz idomulni, illetve felhasználni azt saját céljaimra, kihasználva sajátos tulajdonságait. Megkezdődött a sok keramikus által ismert és emlegetett „párbeszéd az anyaggal”. A kezdetben tudattalanul elkövetett hibákat sikerült irányított véletlenekké alakítani, amelyek fellazították a korábbi merev rendszereket. Az alkotás kéttényezősé vált. Egyrészt én folytattam a szabályos mintázatok kialakítását (64-65. ábra), amelyek aztán a kemencében nyerték el végső alakjukat az anyag tűzben való viselkedésének hatására, utalva ezzel a gondolat és megvalósulás dualizmusára. A repedések, elhajlások, deformálódások alapvetően változtatták meg a tárgyak végső megjelenését és értelmezését. Sok esetben a tárgyak más anyagban el is vesztették volna értelmüket. Hasonlatos ez ahhoz, ahogyan a természetben megtestesül a tiszta geometria. A legtöbb élőlény növekedését, fejlődését szigorú szabályok irányítják, melyek legtöbbször szimmetrikus, geometrikus formák alakulását írják elő, amely azonban a különböző környezeti hatásokra nem tud tökéletesen kifejlődni (Wade, 2006. 22., 38. o.). Az élettelen anyagokra is igaz ez, a kristályrácsok elvileg tökéletes, szabályosan ismétlődő periodikus rendszerek, melyeket egy egységnyi résszel az elemi cellával lehet jellemezni, mivel az annak „klónjaiból” áll. Ez az ideális kristály azonban a valóságban sohasem jön létre (Természettudományi Kislexikon I., 1989. 664.o.).

Eleinte kisebb méretű, kb 30-40 cm nagyságú plasztikákat készítettem, azonban már a kezdetektől szerettem volna nagyobb léptékben is dolgozni, mert úgy gondolom, az ember nagyságú, vagy az annál nagyobb, az embert fizikailag befogadni képes művek erősítik a térbeliséget, mivel a szemlélőnek több érzékszervére is hatnak. A látás mellett a mozgás szerveinek bevonásával a kinesztétikus érzékelésre gyakorolt hatásukkal a tér erőteljesebb megélését teszik lehetővé.

Az anyaggal való kísérletezés tovább folytatódott, azonban szükségessé vált a technika alaposabb átgondolása, a méretek növelése céljából, amely szükségessé tette stabilabb, erősebb anyagok, konkrét formák alkalmazását, amelyek alaktartóak. A méretnövelés magával hozott egy sor technikai problémát.



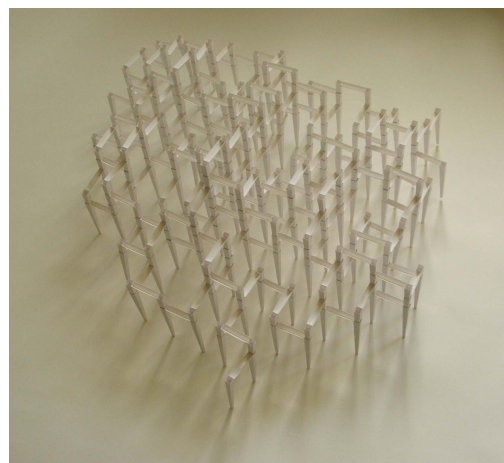
66. ábra Porcelán struktúra kétlábú elemekből.

A kemence méretének behatároltsága, az anyag törékenysége nyers állapotban, a szállítási nehézségei nem tették lehetővé az installáció egy darabban való elkészítését. Először ezért döntöttem az elemekből való építkezés mellett, de nem ez volt az egyetlen és legfontosabb szempont. Korábbi munkáim is repetitív jellegűek voltak, így a forma elemekre bontása, pontosabban azokból való felépítése illeszkedett a koncepcióba, továbbá egy új

minőséget hozott az alkotásba: a mobilitást. Ez lehetővé tette az installáció különböző helyeken való elhelyezését az adott tér tulajdonságaihoz igazítva.

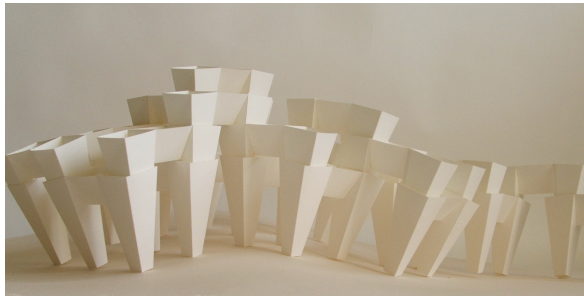
Egy egyszerű – de hosszas tervezés eredményeként létrejövő – kétlábú, üreges formát alkalmaztam. Az elem tervezésekor először a téglapítéskészítést kezdtem vizsgálni, abból szerettem volna kiindulni, de hamar el is vettem ezt az ötletet, mivel a tömör, habarccsal összekapcsolt építőelemek egyáltalán nem feleltek meg a koncepciónak. Így a tömegeket elhagyva egy összekötő, vízszintes és egy a részeket összekapcsoló függőleges formából álló elemet alkottam, először egy négy-, majd kétlábú egységet. A kapcsolódáshoz az ötletet egy nagyon egyszerű, hétköznapi dolog adta, az egymásba halmozott, tornyozott bögrék; talán ezért is volt az első terv hengeres.

Az eredeti terv szerint porcelánból akartam elkészíteni az elemeket, azonban ez nagyobb méretben nem működött, így kerámiából csak egy kisebb változat készült (66. ábra). Papírból viszont több méretben is elkészítettem (67-69. ábra) ezt a munkát, tovább kísérletezve az arányokkal. Sokat bíbelődtem az elem megtervezésével, rajzokat, maketteket készítettem, a



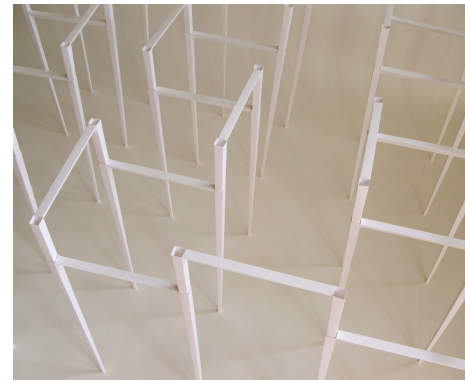
67. ábra Változó struktúra I.





68. ábra Változó struktúra II.

kapcsolódó elemek falvastagságával, dőlésszögével kísérleteztem. Leginkább az érdekelt, hogyan hat a rendszer egészére az alapelem tulajdonságainak megváltoztatása. Az első változat 10 cm magas, 1 cm széles elemekből készült, amely végül kecses, gótikus támívrendszerhez hasonló összhatást eredményezett. A következő változatokban ehhez képest változtattam az arányokat. Az egyikben négyszeresére növeltem a magasságot, ami egy légies, kissé rideg, szűrős rácsot eredményezett, mely leginkább valamilyen anyagtalán, elméleti konstrukcióra, például koordináta rendszerre emlékeztet. A másik változatban az elem szélességét növeltem szintén négyszeresére, miközben egyéb méretein nem változtattam. Ez egy kissé organikusabb rendszert eredményezett, mely tulajdonságainál fogva rugalmas, így képes alkalmazkodni az alatta lévő talaj egyenetlenségeihez.



69. ábra Változó struktúra III.

A következő időszakban is jelentős szerepet játszott ez a kétlábú forma, ekkor egy ember nagyságtól nagyobb változatot készítettem (70. ábra). Egy időre felhagytam egy kicsit a kerámiával való kísérletezéssel és „küzdelemmel”, és ezt a nagy méretű munkát kartonból készítettem el, mely lehetőséget adott a nagyobb méretben való szabad építkezésre. Ebben a munkában sikerült megvalósítani egy bejárható, ember nagyságnál nagyobb méretű installációt. Az alapelem megtervezésére itt is nagy gondot fordítottam. Első ötletem az volt, hogy az imént említett elemek közül egyet felnagyítok, de a tenyérnyi méretben kecses forma 170 cm magasan ormóttanul hatott, így újra kellett gondolnom a lábak arányait. Érdekes tapasztalat volt, hogyan változtatja meg érzékelésünket, egy alakról alkotott ítéletünket a nagyítás. A méret növelésével párhuzamosan a formát egyre



70. ábra Embernyi terek.

saját méreteinkhez viszonyítunk, és más méretekre való reakcióinkat az ember átlag magassága a saját méretünk is befolyásolja (*James és Moore*, 1985. 15. o.). Mint már említettem, azért is tartom fontosnak, az installáció nagyobb méretben való elkészítését, mert ezek erősítik a térérzetet azáltal, hogy a közvetlen térérzékelő szervekre, a bőrre és az izmokra is hatnak, szemben a kisebb tárgyakkal, képekkel, amelyek inkább csak a látást, esetleg – amennyiben az műtárgyak esetében engedélyezett – a tapintást veszik igénybe (*Hall*, 1987. 88.o.). A kinesztétikus térérzékelés és tapintási tér fogalmáról Edward T. Hall *Rejtett Dimenziók* című könyvében ír részletesen, amelyben sorra veszi a különböző érzékszerveket, aszerint, hogyan érzékeljük velük a teret (*Hall*, 1987. 76-113.o.). Izgalmasnak találtam a gondolatot, mely szerint a térérzékelésben minden érzékszervünk részt vesz, nem csupán az oly sokat hangsúlyozott és alapértelmezett látás. Hall példaként a japán kereteket hozza, melyről így ír: „A japán kert nem csak a szemet gyönyörködteti, szokatlanul nagymértékben foglalkoztatja az izomérzékelést is. A sétáló ismételten arra kényszerül, hogy a lába alá nézzen, miközben a medencékbe helyezett, szabálytalanul elrendezett köveken lépeget. Minden kövön meg kell állnia, hogy körülnézzen, hová léphet azután. A kertépítők még nyakizmainkról sem feledkeztek meg. Fölnézünk, egy pillanatra megragad egy látvány, aminek máris vége szakad, amint tovább kell lépnünk.” (*Hall*, 1987. 89. o.). Szintén Hall ír könyvében arról a minimális térről, amelyet még nem érzünk szűksnek. Ezt az amerikai hivatali terek kapcsán vizsgálta. Az ott dolgozókkal végzett kötetlen, szubjektív beszélgetésekből

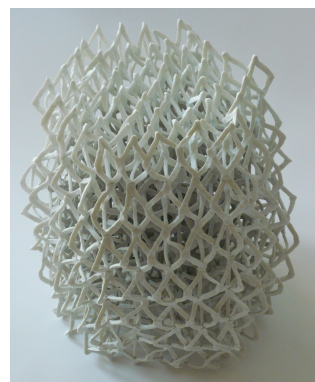
karcsúbbá kellett tennem ahhoz, hogy az elsőhöz hasonló hatást érjem el.

Itt szeretnék visszatérni egy kicsit az előbb említett méretnövelés, léptékváltás témájához. Henry Moore szerint a valóságos fizikai méretek érzelmi jelentőséggel bírnak. Mindent a

kiderült, hogy a centiméterre lemérhető, fizikai szükségletek szempontjából minimális tér pszichésen egyáltalán nem kielégítő (Hall, 1987. 90. o.). Az olyan helyiség, amelyben használója folyamatosan bútorokba botlik és érinti azokat, meglehetősen frusztrálóan hat.

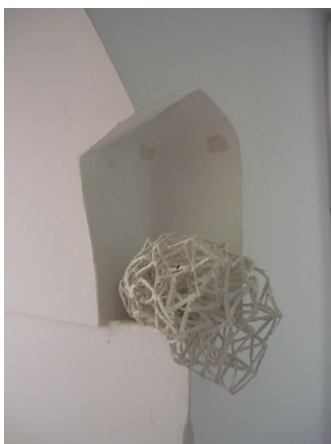
Az előbb leírt, *Embernyi terek* című installációban ezzel a két tényezővel dolgoztam. A szerkezet alapegységét alkotó „kaput” saját testem méreteihez igazítottam, pontosan akkora befoglaló formát hozva létre, amely alatt állva elférek, vállaim, fejem érintik a lábakat és az összekötő részt. Ez a fizikailag abszolút minimális tér adja az egész rendszer alapját, ez a legkisebb egysége. Ha ezeket az elemeket összeépítem, nagyobb terek is létrejönnek, mivel ekkor az elemek magassága a rendszer sajátjaiból fakadóan összeadódik. Az elemek ritkíthatóak, így horizontálisan is létrejöhetnek szabad felületek. Az így felépülő szerkezet tehát alkalmas a bejárásra, de ugyanakkor a kapuk minimális mérete miatt korlátozzák is a benne sétáló ember mozgását, aki nyilván igyekszik elkerülni az elemekkel való közvetlen érintkezést. A magasabb egyéneket olykor lehajlásra, főhajításra kényszeríti, esetleg oldalt kell fordulniuk, hogy átférjenek egy egy kapu alatt, majd egy tágasabb térbe érve újra felegyenesednek, körültekintenek, keresik a további utat. Így a munkának a látványon kívül egy újabb, konkrét fizikai hatása van a nézőre azzal, hogy változtat a mozgásán. Ilyen szempontból úgy vélem, a japán kertek kapcsán leírt hatást sikerült elérnem. Ugyanakkor a szemlélő és köztem egy közvetett kapcsolat is létrejön azáltal, hogy a saját méreteimre szabott rendszerben mozog.

Következő műtermi munkáimban visszatértem a kerámiához. Különböző anyagok keverékével kísérleteztem, melyek égetés közben meglágyulnak, ezek manipulálásával igyekeztem befolyásolni az egyébként meglehetősen zárt befoglaló formájú tárgyakat, melyek tetraéderszerű alakzatokból épültek fel (71. ábra). A hengeres tetraéder halmaz belseje felé egyre növeltem a tűzben lágyuló anyag koncentrációját. A munkák alapötletét a papírporcelánnal végzett kísérleti darabok



71. ábra Belső történet

adták, ezeknél figyeltem meg azt, hogy a növekvő papírmennyiség növeli a mintadarabok zsugorodását. Az első tetraéderhalmazokat más-más koncentrációjú papírporcelánból készítettem, azt remélve, hogy a különböző összetételű részek égetés során elválnak egymástól, illetve a bennük létrejövő feszültség révén alakítják egymást. Ennek a hatásnak az eléréséhez azonban radikálisan meg kellett volna növelnem a papír mennyiségét, ami viszont az alakítás rovására ment volna, ezért az egyéb anyagokkal, fazekasagyaggal, alacsony tűzű mázzal, illetve oxidokkal készült munkákkal értem el ezt a hatást. Égetés közben a belső



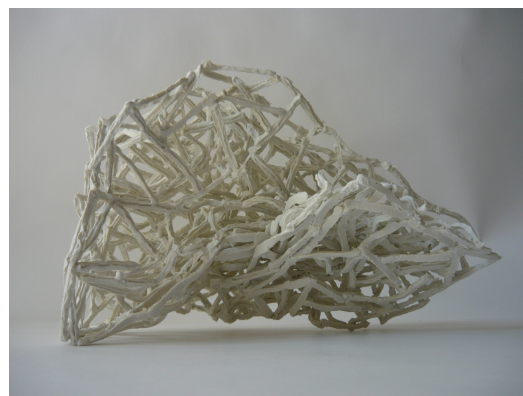
72. ábra "Fülke" égetés előtt és égetés után.

struktúra meglágyult, így a forma kissé kihasasodott.

Hasonló szerkezetet alkalmaztam eleinte az ugyanabban az évben rendezett siklósi alkotótelepen. Ide határozott tervekkel érkeztem, az alkotóházban és környékén található negatív terekkel akartam foglalkozni, fülkével, sarkokkal, ablakpárkányokkal szerettem volna dolgozni. Tervem az volt, hogy ezeknek a kis tereknek veszem le a negatívját a rácsok segítségével. A műteremben alkalmazott struktúra azonban „terepen” nem működött jól, ezért

egy újabb szerkezetet kellett kitalálnom, amely a nagy melegben, huzatos zugokban is alkalmazható és nem okoz gondot a gyors száradás.

Először az alkalmazott massa összetételét változtattam meg. Már korábban is használtam papírporcelánt munkáim megvalósításához, azonban akkor csak kis mennyiségben kevertem papírrostot a porcelán masszához, hogy szilárdságát és plasztikusságát növeljem. Ebben az esetben nagy százalékban alkalmaztam ezt az adalékanyagot, amely így jelentősen megváltoztatta a massa tulajdonságait és megjelenését. Mivel az ilyen porcelán kézzel nehezen formázható, kevésbé plasztikus, egy fa



73. ábra "Fülke" égetés után.



74. ábra „Korlát”

keret segítségével készítettem pálcikákat, amelyeket száradás után saját anyagukkal összeragasztva használtam fel. Hasonló ez a vályogvetés módszeréhez. Több struktúrakísérletet is készítettem, kisebb tárgyakat, szabályos és szabálytalan elrendezéssel egyaránt.

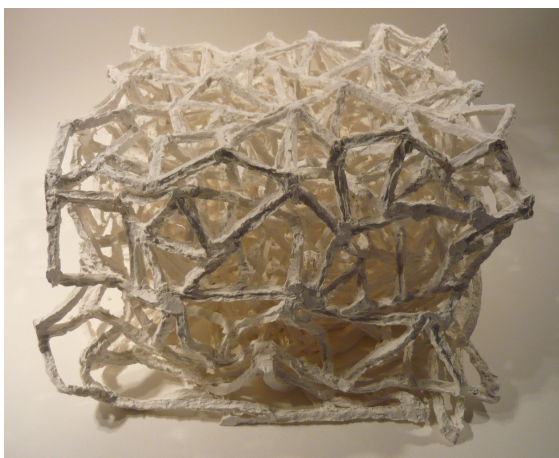
Az üregeket, közöket végül egy szabálytalan struktúrával töltöttem meg, amelynek elrendezése leginkább egy halom véletlenszerűen összekevert gyufaszálhoz hasonlít. Ezzel a szabad, aperiodikus szerkezettel könnyen terjeszkedhettem a tér bármelyik irányába, így könnyen követhettem a negatív terek szabálytalan vagy íves formáját. Ezzel a technikával négy munka készült. Az első az egykori kolostor folyosóján lévő szoborfülke (72-73. ábra), amelynek terét igyekeztem a falak vonalát követve mintegy kipótolni a falban lévő hiányt. A második munka a Perényi-kert korlátjának két bábja közé készült (74-75. ábra), a harmadik és negyedik munka a lépcsőfordulóba, illetve egy sarokba került. Ezekkel a munkákkal az volt a célom, hogy megragadjam a „hely szellemét”. A szárazon hófehérre fakuló pálcikák szintelenségükkel elütnek a hétköznapi környezettől – ez alól kivételt képez a fehérre meszelt fal – ezáltal valami olyat mondanak el a zugokról, ami bennük van kimondatlanul, de csak a szellemszerű struktúrák által válnak nyilvánvalóvá. Száradás után aztán a tárgyak elválnak a helytől, ahol létrejöttek, és megkezdik saját életüket. Némelyik már a kivételkor sérül, mások a kemencében veszítik el



75. ábra „Korlát”

alakjukat, zsugorodnak, hajlanak, összerogynak. Ezek a torzulások azzal is járhatnak, hogy a tárgy többé nem helyezhető vissza eredeti helyére, mégis őrzi annak nyomait, mivel eredeti formáját születési helye határozza meg. Első ötletem az volt, hogy a porcelánt közvetlenül építem be a terekbe, így felszedhetett volna az anyag némi szennyeződést, például téglaport a környezetéből, ami szintén az eredeti helyére, a vele való valódi fizikai kontaktusra is utalt volna, azonban alátét fólia nélkül a tárgy hozzátapadt volna a falhoz. Érdekes probléma, hogy az így elkészült tárgy a továbbiakban hogyan állja meg a helyét a kiindulási ponttól függetlenül, hogyan értelmezhető, mint önálló alkotás. Úgy vélem, kontextusukból kiemelve ezek a rácsok nagyon furán hatnak. A szemlélőben felmerülhet a kérdés, hogy tulajdonképpen mi is az, amit lát, és hogy miért éppen ilyen. Ezek a tárgyak hasonlóan hatnak az olyan talált dolgokhoz, amelyeknek nem ismerjük a funkcióját. A munkáknak a tervezésekor tudatosan törekedtem ennek a hatásnak az elérésére.

Az alkotótelepről a műhelybe való visszatérés után még készítettem néhány kísérleti jellegű tárgyat, amely ezeknek a struktúráknak a statikai tulajdonságait vizsgálja, így előkészítve a mestermunka készítését. Két plasztikám



77. ábra „Felfelé”



76. ábra „Lefelé”

*Lefelé* és a *Felfelé* (76-77. ábra) – foglalkozik szerkezeti problémákkal az egyikben a már ismert pálcika struktúra lefelé haladva egyre rövidebb elemekből áll, ennek következtében egyre sűrűbb, a másik tárgy ennek éppen a fordítottja. Égetés közben a hosszú, kevés alátámasztással rendelkező szálak jelentősen deformálódtak, elhajlottak, összeestek, míg a sűrűbb szerkezet nagyobb önsúlya

ellenére sem lapult úgy össze. Ezeket a tapasztalatokat később a mestermunka alapelemeinek tervezésekor használtam fel. Mivel a műhelyben nem állt rendelkezésemre olyan izgalmas környezet, mint Siklóson, ezért a negatív formákat magam készítettem el. Üveglapok felhasználásával egy egyszerű kockát hoztam létre.

Az előbb leírt munkákhoz kapcsolódik, azok alap gondolatát viszi tovább mestermunkám is. Folyamatosan alakult ki a két rácsmező koncepciója. Ezek a fülkékhez hasonlóan egy tér határolását, kijelölését célozták meg, ebben az esetben nem egy konkrét helyhez kötöttem a munkát, hanem a két rácsmező maga hozza létre saját absztrakt terét. Az alsó mező az előző munkáknál is alkalmazott öntött, papírporcelán elemekből készült, míg a felső öntött papír felhasználásával. Az elemek kialakításában egy olyan mérettartományt, alakzatot kerestem, amely többé-kevésbé megőrzi formáját. Korábbi munkáimhoz képest, ahol az anyag



78. ábra Porcelán rúd öntésének folyamata: egy száraz, egy frissen öntött rúd illetve a nyers massa az öntőkeretben.

jelentősen beleszólt a formaalakításba, itt szerettem volna, ha a szerkezet a nyers állapotához hasonló formában marad meg, megtartja térbeliségét, nem lapul össze. Ennek érdekében több próbadarabot is készítettem, eleinte inkább hosszúkás, oszlopszerű formákat, majd kockákat. A pálcikák méretét, arányát is változtattam.

Eleinte nagyobb, 50 cm-es rudakat öntöttem (78. ábra), majd egyre kisebb hasábokat próbáltam ki. Végül egy viszonylag stabil, arasznyi pálcikákból álló, megközelítőleg kocka befoglaló formájú alapelemet alkottam. Természetesen a porcelán itt is „dolgozott”, égetés közben zsugorodott, torzult, de nem olyan nagy mértékben. Az installáció anyagszerűsége inkább az öntési technikából adódó felületekben mutatkozik meg.

Egy kisebb kamrányi rácsot építettem (79-80. ábra). A porcelán elemekből összesen 60 darabot készítettem, ezek alkotják az installáció alsó, földön lévő



79.ábra Rácsmezők részlete.

részét. Ennek a rácsmezőnek a tükörképét készítettem el papírból a mennyezetre. A papír rész hasonló a porcelánhoz, de fontos részletekben el is tér tőle. Alapanyagként újrahasznosított papírt használtam, azaz újságot, irodai papírhulladékot, melyet helyenként 30% porcelán hozzáadásával fehérittem, erősítettem, valamint 5%-nyi tapétaragasztóval tettem rugalmasabbá és ellenállóbbá. A papírpálcikákat a porcelánéval azonos technikával készítettem, egy kis keretbe öntögetve. Ezek a rudacsák sötétebb, szürkés színűek lettek, így kontrasztot alkotnak a földön lévő fehér porcelánmezővel. Méretükben is eltérnek, kissé nagyobbak, mivel csak száradás közben zsugorodnak. A papírrészt nagyobb egységekből állítottam össze, mivel ez az anyag sokkal könnyebb, így a nagyobb darabok sem túl súlyosak, könnyen felemelhetők, felfüggeszthetők, a formálásban is nagyobb szabadságot adnak. Érdekes a két anyag kontrasztja. A vizuálisan könnyebbnek gondolható hófehér porcelán a földön, és az optikailag nehezebb, sötétebb, de valójában csekély súlyú papír „lebeg” a levegőben. Érdekes a két anyag rokonsága is. A ragasztót leszámítva tulajdonképpen ugyanannak az anyagnak a különböző arányú keverékéről van szó, különbség köztük, hogy a kerámia részből aztán kiég a rost, míg a papírban megmarad minden alkotóelem a víz kivételével. Ebből adódóan a velük való munka is nagyjából hasonló volt, részleteiben azonban nagyon finom különbségek fedezhetők fel. Izgalmas volt megtapasztalni az évek folyamán az átmenetet a porcelántól a papírporelánon át a papírig, minden fázisban látva, hogyan befolyásolja a kész massa tulajdonságait a hozzáadott adalék. Ebben a legutóbbi munkámban elértem a „túloldalra”, a

részét. Ennek a rácsmezőnek a tükörképét készítettem el papírból a mennyezetre. A papír rész hasonló a porcelánhoz, de fontos részletekben el is tér tőle. Alapanyagként újrahasznosított papírt használtam, azaz újságot, irodai papírhulladékot, melyet helyenként 30% porcelán hozzáadásával fehérittem, erősítettem, valamint 5%-nyi



80.ábra Rácsmezők részlete.

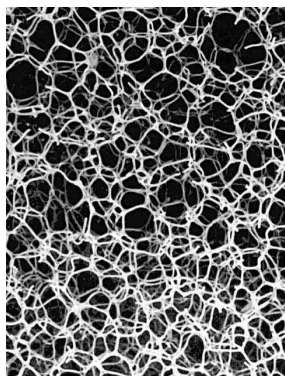


tiszta papírhoz.

A két anyag kontrasztja felveti az időbeliség problémáját is. Habár a munkának alapvetően nem célja az anyagok időbeli viselkedésének vizsgálata, mégis felmerül a kérdés, hogyan fog megváltozni az alsó és a felső mező viszonya, az installáció egésze a kevésbé ellenálló papír öregedésével. Ennek a kontrasztnak a kiélezése későbbi munkák témája lehet, vizsgálata több időt igényel.



81. ábra Az Óriás útja.



82. ábra Nyitott buborékhalmoz.



83. ábra Rácsmezők részlete.

A *Rácsmezők* (83. ábra) formavilága mikroszkopikus képződményekre (82. ábra) vagy ember által elhagyott sivár vidékekre utal. A természetben előforduló, valamilyen szempontból szabályos tájak mindig is nagy hatással voltak az emberre, megmozgatták képzeletét. Ezekhez a helyekhez gyakran kapcsolódtak legendák. Ilyen hely például az Észak-Írország partjainál található Óriás útja (81. ábra), mely 150 m mélyen nyúlik be az Atlanti-óceánba, s amelyet mintegy 40 000 szabályos, sokszög alapú bazalt hasáb alkot. A képződmény vulkáni tevékenység hatására jött létre, a kiömlő láva felső rétege hűlés közben zsugorodni kezdett és vegyi összetételének köszönhetően egyenletes, általában hatszög alakban repedezett meg. Szabályosságából fakadóan az Óriás útja azt az érzetet kelti, mintha valaki szándékosan, tervezve, valamilyen céllal hozta volna létre, ugyanakkor méreteinél fogva valamilyen emberfeletti beavatkozást sugall – ami tulajdonképpen igaz is – valószínűleg ezen alapul a monda, mely szerint az utat egy óriás építette, hogy átkelve rajta megküzdjön ellenfelével (*Különös helyek elbűvölő tájak*, 317-318.o.). Ilyen helyek még a barlangok is, melyeknek kultikus jelentőségét a bennük található paleolit kori

festmények, illetve az egyéb, hozzájuk kapcsolódó vallások, szertartások jelzik. A barlang motívuma fontos szerepet játszik a napvallásokban, mivel a megfigyelés szerint az égitestek a földben térnek nyugovóra és onnan is kelnek új életre, ugyanakkor a kereszténységnek, valamint a Mithrász-kultusznak is fontos szimbóluma (Hoppál, Jankovics, Nagy, 2004 39. o.). Számos példát lehetne még itt megemlíteni, különös geometriájú helyeket, természeti képződményeket, melyek egyben kultikus, vallásos helyszínek is voltak, amelyből arra következtethetünk, hogy az emberek számára ezek fontos, kiemelt jelentőséggel bíró területek voltak.

Az emberek hozzáállása az ilyen fajta tájakhoz, helyekhez meglehetősen ambivalens. Számos pszichológus végzett kísérleteket, melyeknek célja az volt, hogy kiderítsék, a felnőttek és gyerekek mely tájakat preferálják. A kísérleti alanyoknak különböző fényképeket mutattak, eredményül pedig azt kapták, hogy a kisgyermek leginkább a szavanna képét részesítik előnyben, a sivatagot pedig legkevésbé. A kamaszoknak egyéb, például lombhullató erdőt, esőerdőt ábrázoló képek ugyanúgy tetszettek. Ítéletüket személyes tapasztalataik is befolyásolták. A kutatók ebből arra következtetnek, hogy a szavanna illetve az ahhoz hasonló tájak, kertek, parkok szeretete velünk született tulajdonság, mely befolyásolja esztétikai ítéleteinket, hacsak nincs valamilyen ezt felülíró tapasztalatunk. (Barrow, 1998., 112.o.) Az előbb példaként felsorolt, repetitív elemeket tartalmazó, valamilyen szempontból kopár, monoton területek szeretete, tisztelete tehát tanult dolog, esetleg éppen furcsaságukkal, különlegességükkel váltanak ki egyfajta félelemmel vegyes tiszteletet, keltik fel az érdeklődést, kalandvágyat, s ezért válhattak emberi szertartások helyszínévé.

Mestermunkámmal, a *Rácsmezőkkel* a fentebb leírthoz hasonló hatást szerettem volna elérni, létrehozni egy, a hétköznapiaktól eltérő teret, mely monotonitásával, fehérségével elüt környezetétől és amely teret enged a meditációra, elgondolkodásra, s amely ezzel egy időben kaotikusságával bizonyos természeti formákra enged következtetni, így sokféle asszociációt hív elő.

A korábbi nagy méretű munkával ellentétben ebbe az installációba nem lehet belemenni. A rücskös, áttört, földön lévő felületen sétálni, mászni, mozogni

lehetetlen. A felső elemek szintén akadályozzák az átjutást, beléjük kapaszkodni nem lehet, így védik, elérhetetlenné teszik az általuk határolt teret. Bár a szemlélő nem kerül olyan közvetlen fizikai kapcsolatba a tárggyal, mint az *Embernyi terek* esetében, mégis befolyásolják a néző saját testképét azáltal, hogy formája mikroszkopikus jelenségekre utal, mely a szemlélővel való viszonyban megkérdőjelezi annak abszolút méretét.

## Összegzés

A dolgozat első fejezeteiben a rácsoakat általánosságban vizsgáltam. A rácsoak geometriája és a kristályok című részben a rácsoak geometriai felosztásáról, szerkesztési elveiről szól, valamint a kristálytannal való kapcsolatáról.

A második részben a rácsoak gyakori előfordulásának okát kerestem. Az összegyűjtött példákon keresztül mutatom be a természetes és mesterséges környezetünkben előforduló rácsoak formáit, funkcióit. Természetesen az összegyűjtött anyag csak egy szelete a valóságban megtalálható összes rácsoaknak. A példák jól mutatják azt, miért előnyös, sőt sok esetben szükségszerű és pótolhatatlan ennek a formának a megjelenése. Bizonyos természeti jelenségek – például egyes szervek, mint a nagyobb testű élőlények, a tüdő vagy a csontváz – esetében azt láthatjuk, hogy ezek nem alakíthatók ki más megoldással. A mesterséges környezetünkben való megjelenése nem minden esetben ilyen egyértelműen szükségszerű, azonban sokszor hasznos és más formáknál előnyösebb. Ez lehet az oka például gyakori építészeti alkalmazásának is. A mesterséges környezetben előforduló rácsoak esetében figyelembe kell venni még egy tényezőt a hasznosságon kívül; ez pedig a környezetét kialakító, manipuláló ember esztétikai ítélete. Több esetben látható, hogy bizonyos tárgyak létrejötté a díszítőkedv vagy bizonyos ideológiai törekvések által befolyásolt. Mivel a rácsoak a könnyedség, légiesség hatását keltik, így gyakran találkozhatunk velük például textileken csipke formájában, vagy az építészetben díszítőelemként is.

A harmadik fejezetben a kortárs kerámiaművészetben fellelhető rácsmotívumokkal foglalkozom. Ennek első alfejezetében az agyag és rácsoforma ellentmondásos kapcsolatáról írok, majd a következő részben néhány alkotót mutatok be, akik ezzel a formával foglalkoznak. A pályaművekben megfigyelhetőek bizonyos azonosságok. Jellemzően visszatérő elem a tér, az építészeti jellegű alakzatok megjelenése a tárgyakban, amelyeket sok esetben az agyaggal azonos rangú alkotóelemnek tekintenek. A legtöbb alkotónál a természet vagy a tudomány élővilággal foglalkozó területe az inspiráció forrása. Ez bizonyos esetekben tudatosan alkalmazott módszerekkel párosul, más esetekben

utólagos asszociációk kapcsolják össze az élővilág formáit a szobrokkal. Számos művésznél figyelhető meg összefüggés a szobrok és a használati tárgyak között, többen is edények készítésével kezdték pályafutásukat, amely formából később szobraik is kifejlődtek. A második rész harmadik alfejezete, a Tudomány és művészet tárgyalja ezeket az összefüggéseket.

A harmadik nagy fejezet saját munkáimat illetve az azokhoz fűződő gondolataimat mutatja be, különös tekintettel a térrel, az anyagszerúséggel kapcsolatos dolgokra, kitekintve az adott témához kapcsolódó elméletekre.

Összefoglalásként elmondható, hogy a rácsok gyakori előfordulásának oka gyakorlati hasznosságukban, sajátágaiban keresendő mind a természeti, mind az ember alkotta környezetben. Ez utóbbi körben a praktikus jellemzőkön túl, a hozzá tapadó esztétikai, tartalmi ítéletek is jelentőséggel bírnak. Különösen jól látható ez a művészet területén, ahol a tárgyaknak elsősorban a mondanivalója és a szimbolikus jelentése fontos.

# Ábrajegyzék

1. ábra *Csonkolt kockákból felépülő rács.*  
Forrás: [http://www.search.com/reference/Bitruncated\\_cubic\\_honeycomb](http://www.search.com/reference/Bitruncated_cubic_honeycomb)
2. ábra *Térbeli négyzetrácsáló.*  
Forrás: [http://en.wikipedia.org/wiki/Regular\\_polytope](http://en.wikipedia.org/wiki/Regular_polytope)
3. ábra *Három szabályos síklefedés.*  
Forrás: Lundy, M. (2001) *Sacred Geometry*. Walker&Company, New York
4. ábra *Félszabályos síklefedés.*  
Forrás: Lundy, M. (2001) *Sacred Geometry*. Walker&Company, New York
5. ábra *Penrose-féle csempézés.*  
Forrás: Lundy, M. (2001) *Sacred Geometry*. Walker&Company, New York
6. ábra *Csontszövet.*  
Forrás: <http://www.brsoc.org.uk/gallery/images/31.jpg>
7. ábra *Növényi sejt falában található cellulóz elektronmikroszkópos képe.*  
Forrás: [http://www.sciencephoto.com/images/download\\_lo\\_res.html?id=660650007](http://www.sciencephoto.com/images/download_lo_res.html?id=660650007)
8. ábra *Juharfa keresztmetszetének elektronmikroszkópos képe.*  
Forrás: <http://www.probelog.com/2007/07/maple-root-wood.htm>
9. ábra *Levélerezet.*  
Forrás: [http://fotozz.hu/fotot\\_megmutat?Foto\\_ID=6348](http://fotozz.hu/fotot_megmutat?Foto_ID=6348)
10. ábra *"Fraktálfa."*  
Forrás: <http://www.themarketoracle.biz/Article23852.html>
11. ábra *Stuttgarti repülőtér csarnoka.*  
Forrás: <http://www.panoramio/photo/228345>
12. ábra *Arab nádkunyhó építése.*  
Forrás: Müller, W., Vogel, G. (1993): *SH Atlasz Építőművészet*. Springer Hungarica Kiadó Kft.

13. ábra *Taposott szalmatető készítése.*  
Forrás: Sabján Tibor (2007) Tetőfedések. Terc Kft. Budapest
14. ábra *Lészás nádtető készítése.*  
Forrás: Sabján Tibor (2007) Tetőfedések. Terc Kft. Budapest
15. ábra *Cölöpvázas épület függőlegesen font sövényfallal.*  
Forrás: Sabján Tibor, Buzás Miklós (2003) Hagyományos falak. Terc Kft. Budapest
16. ábra *Talpas-vázás ház szerkezete.*  
Forrás: Sabján Tibor, Buzás Miklós (2003) Hagyományos falak. Terc Kft. Budapest
17. ábra *Sövényfalú templom talpas-vázás szerkezettel.*  
Forrás: Sabján Tibor, Buzás Miklós (2003) Hagyományos falak. Terc Kft. Budapest
18. ábra *Madzaggal kötözött lészás nádfal.*  
Forrás: Sabján Tibor, Buzás Miklós (2003) Hagyományos falak. Terc Kft. Budapest
19. ábra *A kölni dóm támív rendszere.*  
Forrás: <http://www.koelner-dom.de/17313.html?&L=1>
20. ábra *A londoni Kristálypalota.*  
Forrás: <http://knol.google.com/k/crystal-palace#>
21. ábra *Az Eiffel-torony építése, amely a későbbi adótoronyok előképe lett.*  
Forrás: <http://adventure.howstuffworks.com/eiffel-tower-landmark.htm>
22. ábra *A Richard Buckminster Fuller által tervezett háromszögekből felépülő geodéziai kupola.*  
Forrás: <http://carlacapeto.wordpress.com/2010/11/05/buck-fuller/>
23. ábra *A hörgők, hörgőcskék, léghólyagocskák rendszere a tüdőben.*  
Forrás: <http://ehp.niehs.nih.gov/realfiles/members/1997/105-2/brown.html>
24. ábra *Róka bundájának elektronmikroszkópos képe.*  
Forrás: [http://www.sciencephoto.com/images/download\\_lo\\_res.html?id=909320251](http://www.sciencephoto.com/images/download_lo_res.html?id=909320251)

25. *ábra Herkulesbogár szárnyfedőiben található szivacsos réteg rajza.*  
Forrás: Gregory, R.L., Gombrich, E.R. (1982, szerk.) *Illúzió a természetben és a művészetben.* Gondolat Kiadó, Budapest
26. *ábra Bogár szárnyfedőin található optikai rács elektronmikroszkópos képe.*  
Forrás: <http://www.mozaweb.hu/course.php?md=lesson&cid=121&lid=9>
27. *ábra Tojáshéj szerkezetéről készült elektronmikroszkópos felvétel.*  
Forrás: <http://www.uiowa.edu/~cemrf/archive/sem/large/Eggshell.gif>
28. *ábra Kecsegeháló szerkezete és működési elve.*  
Forrás: <http://mek.niif.hu/03100/03104/html/mhk2a1b2.htm>
29. *ábra Vetőháló rajza.*  
Forrás: <http://mek.niif.hu/03100/03104/html/mhk2a2a.htm>
30. *ábra A nembrói városi könyvtár homlokzata, valamint a rajta lévő, mozgatható terrakotta lapok részlete.*  
Forrás: <http://2modern.blogs.com/2modern/2007/09/page/3/>
31. *ábra A Patxi Mangado által tervezett spanyol pavilon.*  
Forrás: <http://www.designstores.gr/tag/patxi-mangado/>
32. *ábra Fonott sövénykerítés.*  
Forrás: [http://www.orszagalbum.hu/az-egyszeru-is-lehet-szep-iii-p\\_19211](http://www.orszagalbum.hu/az-egyszeru-is-lehet-szep-iii-p_19211)
33. *ábra Sprang technikával készült textil.*  
Forrás: Kozma Vera (2004) *A kézikötés története.* József Műhely, Budapest
34. *ábra A víz okozta erózió ellen triaxiális szövessel védik a folyópartot Kínában.*  
Forrás: Landgráf Katalin, Penkala Éva, Szittner Andrea (2001) *Nagy szövés* könyv 1. Mezőgazda Kiadó, Planétás Kiadó, Budapest
35. *ábra Vászonnötésű lencsövet elektronmikroszkópos képe.*  
Forrás: [http://www.sciencephoto.com/images/download\\_lo\\_res.html?id=721200048](http://www.sciencephoto.com/images/download_lo_res.html?id=721200048)
36. *ábra Darázkötés szerkezeti rajza.*  
Forrás: Landgráf Katalin, Penkala Éva, Szittner Andrea (2001) *Nagy szövés* könyv 1. Mezőgazda Kiadó, Planétás Kiadó, Budapest



37. ábra *Kötött textil szerkezeti rajza.*  
Forrás: Landgráf Katalin, Penkala Éva, Szittner Andrea (2001) Nagy szövéskönyv 1. Mezőgazda Kiadó, Planétás Kiadó, Budapest
38. ábra *Gyapjú pikkelyes felszínének elektronmikroszkópos képe.*  
Forrás: <http://www.csiro.au/science/WoolFibres.html>
39. ábra *Hagyományos gyapjúból készült nemez és műszálás "nemszövött" anyag elektronmikroszkópos képe.*  
Forrás: [http://www.sciencephoto.com/images/download\\_lo\\_res.html?id=721200115](http://www.sciencephoto.com/images/download_lo_res.html?id=721200115)
40. ábra *Billa Reitzner: áttört tál.*  
Forrás: <http://www.cibasimpasti.com/New20Ceramics/english/magazine/reitzner-e.htm>
41. ábra *Stanton Hunter 108 darab kerámia edény felhasználásával készült, Pot Field című munkája.*  
Forrás: <http://www.stantonthunter.com/pages/gallery/Vessel/?potfield.jpg>
42. ábra *Stanton Hunter Floor Fault című munkája, melyben egy talált repedést töltött fel arany festékkel.*  
Forrás: [http://www.stantonthunter.com/pages/gallery/Indoor/?floor\\_fault.jpg](http://www.stantonthunter.com/pages/gallery/Indoor/?floor_fault.jpg)
43. ábra *Stanton Hunter fogpiszkálók és egy edény felhasználásával készült munkája.*  
Forrás: <http://www.stantonthunter.com/pages/gallery/Vessel/?toothpicks.jpg>
44. ábra *Stanton Hunter: Growing Project.*  
Forrás: <http://www.stantonthunter.com/pages/gallery/Outdoor/?growing-project.jpg>
45. ábra *Részlet Stanton Hunter Migration Grids című kiállításából.*  
Forrás: <http://www.stantonthunter.com/pages/gallery/Migration/?mg6-detail.jpg>
46. ábra *Netty van den Heuvel munkája.*  
Forrás: <http://www.nettyvandenheuvel.nl/foto1.htm>

47. ábra *Netty van den Heuvel munkája.*  
Forrás: <http://www.nettyvandenheuvel.nl/foto1.htm>
48. ábra *Beatrijs van Rheeden: ShadowI.*  
Forrás: <http://www.galleries.nl/mnkunstenaar.asp?artistnr=1129&vane=1&em=&meer=&sessionti=858134188>
49. ábra *Beatrijs van Rheeden: Fusion XI.*  
Forrás: <http://www.cibasimpasti.com/New%20Ceramics/english/magazine/rheeden-e.htm>
50. ábra *Eva Hild: Spine.*  
Forrás: <http://evahild.com/ceramic-sculptures/2009-2010/index.htm>
51. ábra *Neil Forrest: Scaff.*  
Forrás: <http://nceca.net/app/applications/showimage/185>
52. ábra *Ruth Borgenicht munkáit különböző méretű gyűrűkből építi fel, akárcsak a képen látható Ring of Rings című alkotását is.*  
Forrás: <http://www.ruthborgenicht.com/gallery.php/circular/ringofrings/>
53. ábra *Anita Manshanden: Loasia.*  
Forrás: [http://www.anitamanshanden.nl/objecten\\_008.html](http://www.anitamanshanden.nl/objecten_008.html)
54. ábra *Chunbok Lee: Forest Hoehr-grenzhausen.*  
Forrás: <http://gicb.kocef.org/aspx/english/selected/SelectedViewSlide.aspx?selSeq=329&competition=-1>
55. ábra *Barbro Aberg: The Space Between The Thoughts.*  
Forrás: <http://www.barbroaberg.dk/>
56. ábra *Barbro Aberg: White Geological Vessel.*  
Forrás: <http://www.barbroaberg.dk/>
57. ábra *Kõre vésett geometrikus jelek Dél-Afrikából.*  
Forrás: [http://www.bradshawfoundation.com/geometric\\_signs/open\\_angle.php](http://www.bradshawfoundation.com/geometric_signs/open_angle.php)
58. ábra *Sol le Witt*  
Forrás: <http://architecturalgrammar.blogspot.com/2011/06/sol-lewitt-master-of-conceptualism.h>
59. ábra *Michael Heizer: Dissipate*

Forrás: <http://sleepingunderstatues.tumblr.com/post/6943350206/michael-heizer-dissipate-i-kinda-dig-michael>

60. ábra Rensch kísérletének eredménye. *A + jel azt jelöli, hogy az állat a bal oldali szabályos mintát választotta.*

Forrás: Halász László (1983, szerk.) *Művészetpszichológia*. Gondolat Kiadó, Budapest

61. ábra *Lugasépitő madár szívószálakkal és műanyag kupakkal díszített lugasa.*

Forrás: <http://www.flickr.com/photos/cuttlefishlove/galleries/72157623190971692>

62. ábra *Matematikai gipszmodell.*

Forrás: <http://www.wmueller.com/home/papers/wund.html>

63. ábra *Egy kép a Schoonheid in de Wetenshaap című kiállításról.*

Forrás: <http://www.kennislink.nl/publicaties/schoonheid-in-de-wetenschap>

64. ábra *Fűzött kerámia rács.*

Cím nélkül, 2006., kőcserep, 24x22x17 cm (a szerző fotója).

65. ábra *Homoköntéssel készült rács.*

Cím nélkül, 2007. színezett porcelán, 12x23x15cm (a szerző fotója).

66. ábra *Porcelán struktúra kétlábú elemekből.*

Porcelán struktúra, 2008, öntött porcelán, változó méret (a szerző fotója).

67. ábra *Változó struktúra I.*

Változó struktúra I., 2008. papír, változó méret (a szerző fotója).

68. ábra *Változó struktúra II.*

Változó struktúra II., 2008. papír, változó méret (a szerző fotója).

69. ábra *Változó struktúra III.*

Változó struktúra III., 2008. papír, változó méret (a szerző fotója).

70. ábra *Embernyi terek.*

Embernyi terek, 2009. papír, változó méret (a szerző fotója).

71. ábra *Belső történések*

Belső történések, 2009. porcelán, fazekas agyag, 37x28x32 cm (a szerző

fotója).

72. ábra "Fülke" égetés előtt és égetés után.

„Fülke”, 2009., porcelán, 23x39x30 cm (a szerző fotója).

73. ábra "Fülke" égetés után.

„Fülke”, 2009., porcelán, 23x39x30 cm (a szerző fotója).

74. ábra „Korlát”

„Korlát”, 2009. porcelán, 47x16x12 cm (a szerző fotója).

75. ábra „Korlát”

„Korlát”, 2009. porcelán, 47x16x12 cm (a szerző fotója).

76. ábra „Felfelé”

„Felfelé”, 2009. porcelán, 20x31x31 cm (a szerző fotója).

77. ábra „Lefelé”

„Lefelé”, 2009. porcelán, 20x33x33 cm (a szerző fotója).

78. ábra Porcelán rúd öntésének folyamata: egy száraz, egy frissen öntött rúd  
illetve a nyers massa az öntőkeretben (a szerző fotója).

79. ábra Rácsmezők részlete.

Rácsmezők, 2010., porcelán, változó méret (a szerző fotója).

80. ábra Rácsmezők részlete.

Rácsmezők, 2010., porcelán, papír, változó méret (a szerző fotója).

81. ábra Az Óriás útja.

Forrás: <http://www.danheller.com/images/Europe/Ireland/Bw/img6.html>

82. ábra Nyitott buborékalmaz.

Forrás: <http://www.doodoowoodoo.com/faq.htm>

83. ábra Rácsmezők részlete.

Rácsmezők, 2010., porcelán, változó méret (a szerző fotója).

# Bibliográfia

- Balassa Iván, Ortutay Gyula (1980) *Magyar néprajz*. Corvina Kiadó
- Barrow, J. D. (1998) *A művészi világegyetem*. Kulturtrade Kiadó, Budapest
- Braddock, S. E., O'Mahony, M. (2000) *Techno Textiles, Revolutionary Fabrics for Fashion*. Thames & Hudson, London
- Brown, G. R. (2006) Engaging Science, Generating a Genre in Ceramic Sculpture. *Ceramics: Art and Perception*, 65. 14-16.
- Burnie, D. (1994) *A természet kisenciklopédiája*. Dorling Kindersley, London
- Cerver, F. A. (2003) *Kortárs építészet*. Vince Kiadó
- Clark, J. (2006) Ruth Borgenicht, Articulated Spaces. *Ceramics: Art and Perception*, 66. 90-93.
- Delbene, G. (2008, szerk.): *Public Private Ephemeral*. Tile of Spain
- Donáth Tibor (2008) *Anatómia-élettan*. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest
- Eco, Umberto (2006) *Baudolino*. Európa Könyvkiadó, Budapest
- Golley, T. (2010) Traces of Time, The Work of Barbro Aberg. *Ceramics: Art and Perception*, 81. 52-55.
- Gregory, R.L., Gombrich, E.R. (1982, szerk.) *Illúzió a természetben és a művészetben*. Gondolat Kiadó, Budapest
- Halász László (1983, szerk.) *Művészetpszichológia*. Gondolat Kiadó, Budapest
- Hall, Edward T. (1980) *Rejtett dimenziók*. Gondolat kiadó, Budapest
- Dr. Haraszty Árpád (1978, szerk.) *Növény szervezettan és növényélettan*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Hargittai Magdolna, Hargittai István (2005) *Képes szimmetria*. Galenus kiadó, Budapest
- Herman Ottó (2008) *A magyar halászat könyve I-II. Kötet*. Homonnai Kiadó, Nyíregyháza
- Hoppál Mihály, Jankovics Marcell, Nagy András, Szemadám György (2004): *Jelképtár*. Helikon Kiadó
- James, P., Moore, H. (1985) *Henry Moore/A szobrászatról*. Helikon Kiadó
- Koplos, J. (2005) Eva Hild Dark Matter at Nancy Margolis, New York. *Ceramics:*

- Art and Perception*, 55. 98-102.
- Kozma Vera (2004) *A kézikötés története*. József Műhely, Budapest
- Landgráf Katalin, Penkala Éva, Szittner Andrea (2001) *Nagy szövéskönyv 1*.  
Mezőgazda Kiadó, Planétás Kiadó, Budapest
- Landgráf Katalin, Penkala Éva, Szittner Andrea (2004) *Nagy szövéskönyv 2*.  
Mezőgazda Kiadó, Planétás Kiadó, Budapest
- Lundy, M. (2001) *Sacred Geometry*. Walker & Company, New York
- McGrew, R. (2007) Butterfly Migration Grids. *Ceramics: Art and Perceptions*, 69.  
65-68.
- Molnár Sándor, Peszlen Ilona, Paukó Andrea (2007) *Faanatómia*. Szaktudás  
Kiadó Ház, Budapest
- Morell, V. (2010) Build It. *National Geographic*, Július, 68-81.
- Munoz, P. M. (2000) *A korai civilizációk*. Magyar Könyvklub, Budapest
- Müller, W., Vogel, G. (1993): *SH Atlasz Építőművészet*. Springer Hungarica Kiadó  
Kft.
- Rakovszky Zsuzsa (1998) *Egyirányú utca*. Magvető Kiadó, Budapest
- Sabján Tibor, Buzás Miklós (2003) *Hagyományos falak*. Terc Kft. Budapest
- Sabján Tibor (2007) *Tetőfedések*. Terc Kft. Budapest
- Szentkirályi Zoltán, Détszy Mihály (2004) *Az építészet rövid története*. Műszaki  
Könyvkiadó, Budapest
- Tánczos Vilmos (2007) *Szimbolikus formák a folklórban*. Kairosz Kiadó
- Tóth Emese (1994, 2000) *Az építészet csodái*. Kossuth Kiadó
- Van der Stelt, G. (2007) Puls Gallery, Barbro Aberg & Jonathan Keep,  
*Contemporary Ceramics*. *Ceramics: Art and Perception*, 67. 91-94.
- Végh János (1997, szerk.) *Művészeti szótár*. Corvina
- Wade, D. (2006) *Symmetry the Ordering Principle*. Walker & Company, New  
York
- Wall, S. (2006) Beatrijs van Rheeden. *New Ceramics*, 9/10. 22-23.
- Wall, S. (2008) Netty van den Heuvel. *New Ceramics*, 5/6. 14-16.
- Zboray Géza (2001, szerk.) *Összehasonlító anatómiai praktikum II*. Nemzeti  
Tankönyvkiadó, Budapest

# Curriculum Vitae

## Személyes adatok

Név: Burkus Judit

Születési hely, idő: Miskolc, 1983. április 6.

## Munkahely

2010- Pécsi Tudományegyetem, Művészeti Kar, Média- és Alkalmazott Művészeti Intézet, tanársegéd

## Tanulmányok

2002-2007 Pécsi Tudományegyetem, Művészeti Kar, Vizuális Nevelőtanár Szak

mesterek: Nagy Márta, Colin Foster

Szakdolgozat címe: *Térérzékelés, térszemlélet*

2005 Jan Evangelista Purkyně Egyetem, Ústí nad Labem, Alkalmazott Művészetek Tanszéke, Üveg Szak

tanár: Ílja Bílek

2007-2010 Pécsi Tudományegyetem, Művészeti Kar, DLA képzés, Szobrászat III. program

témavezető: Nagy Márta

## Kiállítások

2005 Kísérleti Rajz, Naiv Kávézó, Pécs

2005 Cukor Szobrok, Coffein Kávézó, Pécs

2007 „Törékeny Mozgás”, 1. Posta, Pécs

2007 Diploma 2007., Hattyúház, Pécs

- 2008 DLA 2008., Pécsi Galéria
- 2008 Színerő 3., Zsolnay Porcelánmanufaktúra Zrt., Pécs
- 2008 20. Magyar Kerámia Biennálé, Vasarely Múzeum, Pécs
- 2009 DLA 2009., Pécsi Galéria
- 2009 Válogatás a Pécsi Képzőművészeti Mesteriskola Gyűjteményéből, Nádor Galéria, Pécs
- 2010 „Bizalom”, Kortárs Művészeti Intézet, Dunaújváros
- 2010 Paralel Realities, Hattyúház, Pécs
- 2010 Mozgásban, Nádor Galéria, Pécs
- 2010 Kiállítás a Pécsi Tudományegyetem Művészeti Kar Gyűjteményéből, Római Magyar Akadémia, Róma
- 2010 Márta választása, 10 magyar keramikusművész Delftben, Museum Nusantara, Delft

### **Alkotótelepek**

- 2005 Homoköntés - Szakmai hét, Pécsi Tudományegyetem
- 2005 Pirogránit - szakmai gyakorlat, Zsolnay Porcelánmanufaktúra ZRT.
- 2006 Raku égetés - szakmai hét, Pécsi Tudományegyetem
- 2006 Fás kemence égetés- szakmai gyakorlat, Siklói Kerámia Alkotóház
- 2009 „Szabadon” kerámia szimpozion, Siklói Kerámia Alkotóház
- 2011 Cadcam program, [ekwc@sundaymorning](mailto:ekwc@sundaymorning) (European Keramik Work Center) Hertogenbosch, Hollandia