Bevezetés

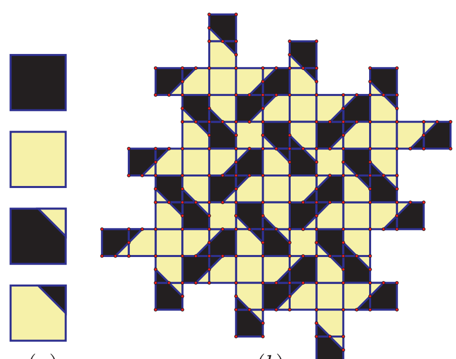
A középkori perzsa mozaiktervezők elsősorban körzővel és vonalzóval geometrikusan szerkesztett, sokszöges segédrácsokat alkalmaztak, erről részletes szakirodalom is a rendelkezésre áll [1]. A módszer széles körben elterjedt, s ez arra is utalhat, hogy a művészek és a kézművesek magas szintű geometriai ismeretekkel rendelkeztek. Tévedés volna azonban azt feltételezni, hogy a teljes perzsa díszítő és csempeművészet hátterében csupán egyetlenegy módszer állhat. A vágott csempék színeinek kontrasztján alapuló úgynevezett *moduláris* eljárások képezték valószínűleg ezeknek a díszítéseknek az alapját. Mindez arra is felhívja a figyelmet, hogy a körzővel és vonalzóval készült rekonstrukciók előtt, a fényképeken bemutatottnál több száz évvel régebbi, eredeti mintázatok megalkotásakor is talán a moduláris eljárásokat alkalmazták.

A cikk következő részében egy konkrét példán keresztül mutatjuk be a moduláris eljárást. A harmadik részben néhány mintázat körzővel és vonalzóval történő megszerkesztését is megadjuk, a negyedik fejezetben pedig a négyzetes csempék *oktagram és kereszt* alakú mintázatok készítéséhez alkalmazott feldarabolásáról lesz szó.

A modularitásról röviden

A moduláris megközelítés esetünkben azt jelenti, hogy két különböző színű csempét felvágunk, hogy alkalmas összeillesztésükkel kétféle színű modulokat kapjunk. A csempéket egyetlen egyenes szakasz mentén vágjuk ketté.

Vágjunk szét például egy fekete és egy sárga csempét egy-egy olyan szakasz mentén, amely a csempék két szomszédos oldalának a felezőpontját köti össze, majd cseréljük fel a darabokat. Kétféle színű modulokat kapunk, amelyek egymás „negatívjainak" felelnek meg. A két eredeti, egyszínű négyzetes csempét is beleértve így már négy olyan modul áll a rendelkezésünkre, amellyel új síklefedéseket hozhatunk létre (*1.*(a) *ábra*). Az *1.*(b) *ábra* egy olyan síklefedést mutat, amelyet ezekkel a modulokkal készítettünk. A modularitással kapcsolatban további információkat találunk a hivatkozott irodalomban [2, 3].


(a) (b)

1. ábra. (a) *Két különböző színű, egybevágó négyzetlapból kialakított négy különböző modul;* (b) *A modulokból alkotott mozaik mintázat*

Süveg, juharlevél és egyéb mintázatok

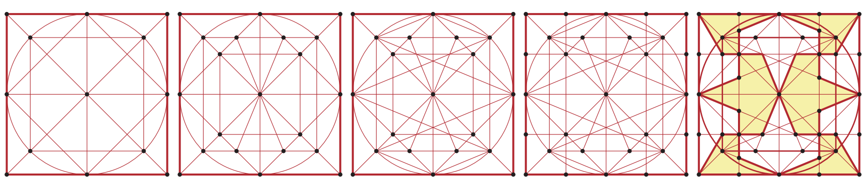
Egyes szakirodalmi hivatkozások süveg mintázatnak nevezik azt a rajzolatot, amely a *2.*(a) *ábrán* szereplő XIV. századi iráni edényen látható [4]. Ennek a mintázatnak egy korábbi változata a nyugat-iráni *Kharraqan* városban álló XI. századi páros sírtorony nyugati darabján is megtalálható (*2.*(b) *ábra*). A tornyok legérdekesebb jellegzetessége, hogy teljes felületüket geometrikus mintázat borítja, amelyet kizárólag formára vágott és habarccsal rögzített téglából alakítottak ki [5] (sajnos az egyik torony a közelmúltban részben összedőlt).

[1] *Fenyvesi Kristóf* és *Kabai Sándor* fordítása nyomán.

2.(a) ábra. XIV. századi iráni edény

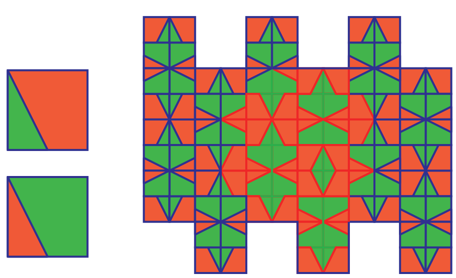
2.(b) ábra. XI. századi nyugati sírtorony az iráni Kharraqan városában. Ann Gunter fotója

A *3. ábra* azokat a lépéseket mutatja be, amelyekkel a süvegrácsozatot körzővel és vonalzóval megszerkeszthetjük. Az érdeklődő olvasó további hasonló szerkesztéseket találhat a [6, 7] művekben.



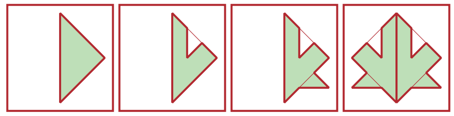
3. ábra. A süveg mintázat rácsszerkezetének előállítása sokszög szerkesztéssel

A *4. ábra* egy olyan módszert mutat be, amellyel a süveg mintázat csupán két ellentétes modul használatával is létrehozható (az egyszínű, eredeti csempék felhasználása nélkül). A csempe vágása itt az egyik oldal felezőpontjától a szemben levő oldal végpontjáig halad.



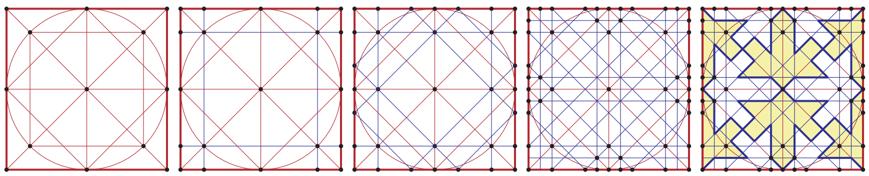
4. ábra. A süveg modulok és ezek síklefedései

A motívumot alkotó mintázat előállítása során egy egyenlő szárú derékszögű háromszöget használunk a síklefedés megszerkesztéséhez. A motívum kialakításakor a következő egybevágósági transzformációkat alkalmazzuk: az egyik befogó átforgatása a másikba negyed fordulattal és az alakzat tükrözése az átfogóra (*5. ábra*). Az így kapott mintázatot a továbbiakban jelölje *p4m* (*az ún. kristálytani csoport-besorolás szerint*). Ez a négyzetes rácsú tapétamintákhoz tartozik, ahol a legmagasabb rendű forgatás negyedrendű. Ha egy négyzetnek megrajzoljuk az átlóit és a középvonalait, akkor a négyzetet 8 egybevágó egyenlőszárú derékszögű háromszögre bontottuk, s ezek bármelyike tekinthető a minta alaptartományának. Ha az így nyert mintát kétféle színnel színezzük ki, akkor a mintázat a szimmetriái szerint $p4'g'm$ *típusú* lesz (másodrendű forgásszimmetria, két egymásra merőleges tengelyű tükörszimmetria).



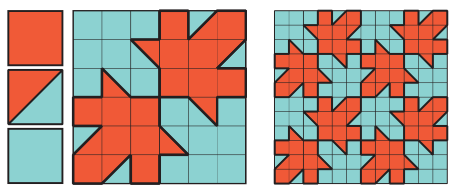
5. ábra (balról jobbra). Egyenlő szárú derékszögű háromszög; az egyik oldal módosítása a „kis" háromszög kivágásával; a kivágott háromszög 90°-os elforgatása a derékszögű csúcs körül; tükrözés az átfogóra

A *6. ábra* a körzővel és vonalzóval történő szerkesztést mutatja be.



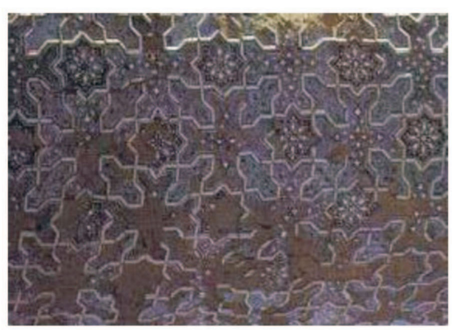
6. ábra. A juharlevél mintázat szerkesztése

A modulok elemeit kétféle színű csempe átlós kivágásával hozzuk létre (*7. ábra*).

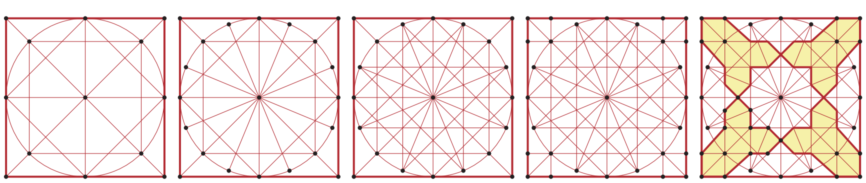


7. ábra. Juharlevél síklefedés létrehozása három modul felhasználásával

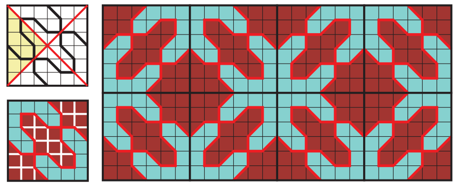
A *8. ábrán* egy a Mossalâ falán (Her257;t, Afganisztán) levő mintázat látható. A mintázat motívumának körzővel és vonalzóval történő szerkesztését a *9. ábra* mutatja be. A mintázatnak a moduláris eljárással való elkészítését a *10. ábrán* láthatjuk.



8. ábra. Mintázat a Mossalâ falán Afganisztánban (Her257;t)



9. ábra. A 8. ábrán látható mintázat megszerkesztése körzővel és vonalzóval

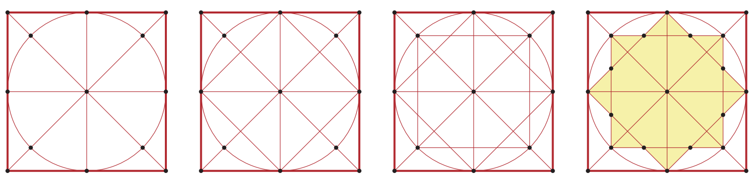


10. ábra. A 8. ábrán látható mozaik terv moduláris eljárással

Összetett négyzet-felosztásokkal képezett további modulok

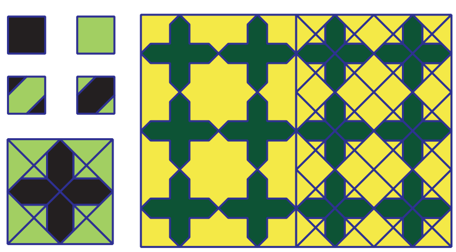
A *11. ábra* az iráni Shirazban található *Arge Karim Khani* erőd falának csempemintázatáról készült fotó. A díszítés geometriai alapmintázatának körzővel és vonalzóval történő megszerkesztését a *12. ábra* mutatja.

11. ábra. Mozaik mintázat az iráni Shiraz város Arge Karim Khani erődjének falán

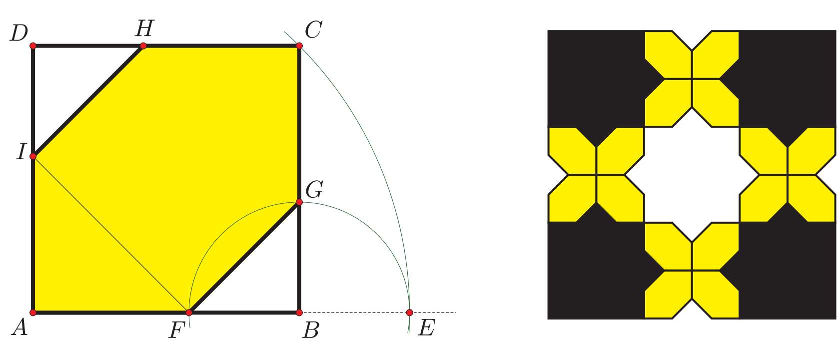


12. ábra. A 11. ábrán látható mintázat szerkesztése körzővel és vonalzóval

A *13. ábrán* látható modulok úgy keletkeztek, hogy a csempét az egyik oldal felezőpontjától a szomszédos oldal felezőpontjáig vágtuk el. Ezzel a készlettel *oktagram-kereszt* csempézést is létrehozhatunk, viszont nem tudunk vele egyenlő oldalú oktagramot készíteni. A *13. ábra* tehát nem felel meg a *11. ábrán* látható csempézés pontos vázlatának. Az ezekkel a modulokkal készített oktagram oldalainak hossza $1/2$ és $\sqrt{2}/2$. A négyzetes csempéket másképpen kell kivágni ahhoz, hogy az *„oktagram es kereszt”* mintázatot pontos méretekkel is el tudjuk készíteni.



13. ábra. A 11. ábrán látható csempézés moduláris kivitelezése



14. ábra. Egy tökéletes „pentagram és kereszt” csempézés szerkesztése a modularitás módszerével és a síklefedések

Ezt a következőképpen tehetjük meg: Legyen $ABCD$ egy egységnyi oldalú négyzet alakú csempe (*14. ábra*). Egy egyenlő oldalú oktagram moduláris létrehozásához a négyzetet úgy vágjuk fel, hogy az $AFGCHI$ (nem szabályos) hatszög egyenlő oldalú legyen. Tegyük fel, hogy a hatszög oldala a egység. Legyen $\overline{FB} = b$. Ekkor

$$a + b = 1. \tag{1}$$

A $BGF\triangle$ egyenlő szárú derékszögű háromszög, ezért

$$a^2 = 2b^2. \tag{2}$$

A fenti (1) és (2) egyenletekből $b = \sqrt{2} - 1$. Így a helyes kivágáshoz rajzoljunk egy A középpontú körívet AC sugárral, és messük el az AB szakasz meghosszabbítását az E pontban ($AC = AE = \sqrt{2}$). Rajzoljunk egy másik körívet B körül BE sugárral, és messük el vele a négyzet oldalait az F és G pontokban. A modul többi részének megszerkesztése innen már egyszerűen adódik.

Hivatkozások

[1] Jazbi, S. A., *Applied Geometry,* Soroush Press (Tehran, 1997).

[2] Sarhangi, R., Modules and Modularity in Mosaic Patterns, *The Journal of the Symmetrion,* Raymond Tennant and György Darvas, editors, Volume 19, Numbers 2–3 (2008), pp. 153–163.

[3] Sarhangi, R., Jablan, S. and Sazdanovic, R., Modularity in Medieval Persian Mosaics: *Textual, Empirical, Analytical, and Theoretical Considerations,* 2004 Bridges Proceedings, Central Plain Book Manufacturing (Kansas, 2004), pp. 281–292.

[4] Broug, Eric, `www.broug.com`.

[5] Bier, Carol, *Geometric Patterns and the Interpretation of Meaning: Two Monuments in Iran,* 2002 Bridges Proceedings, Central Plain Book Manufacturing (Kansas, 2002), pp. 67–78.

[6] El-Said, Issam and Ayse Parman, *Geometric Concepts in Islamic Art,* WIFT (1976).

[7] Broug, Eric, *Islamic Geometric Patterns* (Iszlám geometriai mintázatok), Thames and Hudson (2008).