



FORMATERVEZÉS A TERMÉSZETBEN: FORMÁK ÉS MINTÁZATOK

Hogyan működik hatékonyan a természet
a formák és mintázatok segítségével



Erasmus+



KOROSZTÁLY

12-17



IDŐTARTAM

Előkészítés:

20 perc

Tevékenység:

kb. 180 perc / 4 tanóra

ÖSSZEFOGLALÁS

Ez a modul azt vizsgálja, hogy a természet hogyan használja hatékonyan a formákat, mintákat és szerkezeteket, kiemelve a forma és a funkció közötti kapcsolatot az élő rendszerekben. A diákok felfedezik a természetes formákat, hogy megértsék, milyen előnyökkel járnak ezek mind az élőlények, mind az ökoszisztémák számára. A művészetet és a tudományt ötvöző gyakorlatok és megbeszélések során a diákok elemzik és alkalmazzák ezeket a mintákat a formatervezésben, elősegítve a kritikus gondolkodást, a problémamegoldást és a rendszerben való gondolkodást. A modul a következő kérdést teszi fel: Hogyan segítik elő a természet formái és mintái az optimalizálás megértését? A design, a biológia és a fenntarthatóság iránt érdeklődő diákok számára különösen ajánljuk.

BIOMIMIKRI ALAPELVEK



2 – A természet csak annyi energiát használ, amennyi szükséges

3 – A természet összehangolja a formát a működéssel

6 – A természet létalapja a sokféleség

8 – A természet egyensúlyra törekszik



TANTÁRGYAK

• Természettudomány –
biológia, fizika, kémia

• Matematika

• Tervezés, mérnöki tudomány és technológia

• Művészet

TANULÁSI CÉLOK

- A diákok megértik a természetben és a mintákban felfedezhető a matematikát.
- A diákok képesek azonosítani a funkcióival kapcsolatos formákat és mintákat a természetben.
- A diákok megértik, hogy a természet hogyan használja a matematikai és anyaggal kapcsolatos stratégiákat az optimalizálás érdekében.
- A diákok képesek a biomimikri alapelvek alkalmazására és ezek megfigyelésére a természetben.



KULCSSZAVAK

Optimalizálás, szerkezet és funkció összefüggései, formák, minták, mély elemzés, hatékonyság

TANULÁSI EREDMÉNYEK

- A diákok megismerik a természetben hatékony szerkezeti rendszerek geometriáját.
- A diákok a természet tanulmányozásával felfedezik az ott ismétlődő mintázatokat.
- A diákok analóg gondolkodást alkalmaznak az emberi és a természeti rendszerek összehasonlítására.

- A diákok megtanulják, hogyan építi fel a természet a szerkezeteket.
- A diákok egyénileg és csapatmunkában is kipróbálják az analóg gondolkodást.
- A diákok megtapasztalják a modellalkotás fontosságát.

BIOLEARN KOMPETENCIÁK

- A diákok képesek felfedezni a fenntarthatósági alapelveket a természet működésében.
- A diákok tudatosabban ismerik fel (és egyben el) a természetben megfigyelhető tökéletes formatervezést, valamint azt, hogy a természet egységes rendszerként működik, ahol minden mindennel összefügg.
- A diákok képesek az újítások kapcsán mintaként szemlélni a természetet, a felfedezett ötleteket kreatívan meglátni és alkalmazni.
- A diákok képesek csoportban dolgozni.
- A diákok motiváltabbak a STEAM tantárgyak tanulásában és megtapasztalják, hogy az ismereteket széles körben tudják alkalmazni.

A FOGLALKOZÁSOK ÖSSZEFOGLALÓJA

Tevékenység	Rövid leírás	Módszer	Időtartam	Helyszín	
1. TANÓRA: Megfigyelés					
1	Miről mesél a fenyőtoboz?	A diákok kézbe vesznek egy fenyőtobozt és elemzik a formáját.	<ul style="list-style-type: none"> • Felfedezés • Megbeszélés 	15	bel- vagy kültéri
2	Termés idő!	A diákok több termést is megfigyelnek, majd kiválasztanak egyet és lerajzolják a formáját.	<ul style="list-style-type: none"> • Megfigyelés • Rajzolás • Megbeszélés 	30	bel- vagy kültéri
2. TANÓRA: A természet tulajdonságainak megfigyelése és hasonlóságok felfedezése az anyaghasználatban					
3	Dióhéjban	A diákok lerajzolnak egy diót és csoportokban beszélnek róla.	<ul style="list-style-type: none"> • Megfigyelés • Rajzolás • Összehasonlítás • Megbeszélés 	45	bel- vagy kültéri
3. TANÓRA: Megfigyelések és bemutató					
4	A természet formatervezése	Természeti példák Mintázatok, szerkezetek és folyamatok	<ul style="list-style-type: none"> • Megfigyelés • Bemutató 	45	beltéri
4. TANÓRA: Modellezés és „aha” élmény					
5	Készítsünk háromszöget és gömb formát	A diákok a természet hatékony mintáit vizsgálják az ellenálló struktúrák felépítésére.	• Modellezés	30	beltéri
6	„Aha” élmény és megosztás	A diákok elmesélik, mire csodálkoztak rá a feladatok elvégzése során.		15	bel- vagy kültéri

A MODUL LEÍRÁSA

HÁTTÉR

Ez a modul arra hívja a diákokat, hogy fedezzék fel a természetben található bonyolult mintázatokat, és tárják fel, hogy ezek a minták hogyan szolgálják az élő szervezetek és az ökoszisztémák alapvető funkcióit. A művészetet és a tudományt ötvöző gyakorlati tevékenységeken keresztül a diákok megtanulják értékelni a természetes minták hatékonyságát, és azt, hogy azok hogyan inspirálhatják az ember által készített megoldásokat. Ez a megközelítés elősegíti a kreativitást, a kritikus gondolkodást és az élő rendszerek összefüggéseinek mélyebb megértését.

Teljes rendszerben való gondolkodás

A teljes rendszerben való gondolkodás kulcsfontosságú a természetes tervek megértéséhez. Arra ösztönzi a diákokat, hogy a rendszereket ne elszigetelt részekként, hanem egészként tekintsék. Azáltal, hogy a diákok megvizsgálják, hogyan működnek a természetes formák az ökoszisztémákban, felfedezik, hogy minden összetevő – legyen az termés, dió vagy fenyőfa – szerepet játszik a tágabb ökológiai kontextusban, és közös tulajdonságokkal rendelkezik. Bátorítjuk a diákokat, hogy gondolják át megfigyeléseik tágabb értelemben vett következményeit, és tegyenek fel olyan kérdéseket, mint például, **hogyan** és **miért** működnek ezek a formák úgy, ahogy működnek.

A természet geometriai mintái és hatékonysága

A természet számos olyan geometriai mintázatot mutat – például spirálokat, fraktálokat és elágazó alakzatokat –, amelyek optimalizálják a hely-, anyag- és energiafelhasználást. Ezek a formák nemcsak esztétikai szépséget nyújtanak, hanem kritikus funkciókat is ellátnak a természetben, elősegítve az ellenálló képességet és az alkalmazkodóképességet. Ezeknek a geometriai elveknek a megértése segít a diákoknak értékelni, hogy a természet hogyan optimalizálja folyamatosan a terveket a túlélés és a hatékonyság érdekében.

Érzékszervi felfedezés

Az érzékszervi felfedezés alapvető fontosságú a diákok bevonása és a tanulás elmélyítése szempontjából. Az érzékszervek kritikus szerepet játszanak az oktatásban, mivel ezek alakítják a diákok érzékelését, feldolgozását és az információk megőrzését. Azáltal, hogy a diákok érzékszerveiket használják a természetes tárgyak megfigyelésére és a velük való interakcióra, mélyebb megértést szereznek a tanult anyagokról. Ez a modul olyan tevékenységeken keresztül segíti elő az érzékszervi felfedezést, mint a termések vizsgálata és vázlatkészítés, valamint a közeli megfigyeléssel történő modellezés.

A MODUL LEÍRÁSA

Agyi korreláció és tanulás

A kutatások azt mutatják, hogy a kezek és az agy bevonása egyaránt fokozza a kognitív folyamatokat és hatékonyabbá teszi a tanulást. Az olyan tevékenységek, mint a vázlatkészítés és a modellezés elősegítik ezt a kéz-agy kapcsolatot, amit tudományos bizonyítékok támasztanak alá. Ezek a tevékenységek:

- Fokozzák a neuroplaszticitást és a finommotoros készségeket.
- Beindítják a vizuális-térbeli feldolgozást, segítve a térbeli összefüggések megértését.
- Javítják az emlékezőtehetséget és a megértést a mélyebb kognitív feldolgozás révén.
- Integrálják mindkét agyféltekét, előnyösen hatva mind a logikai, mind a kreatív feladatokra.

Bátorítsuk a diákokat, hogy a vizsgálatok során jegyzeteljenek és rajzoljanak, mivel ez javítja a emlékezőtehetséget, és segít nekik láthatóvá tenni és el-sajátítani a mintákat és struktúrákat, amelyeket korábban esetleg nem vettek észre. Emellett a tevékenységek során ösztönözzük a diákokat a kulcskérdések átgondolására, ami elősegíti a társaktól való tanulást és a természetes struktúrák mélyebb megismerését. Vezessük őket arra, hogy kapcsolatot teremtsenek a megfigyelések és azok lehetséges alkalmazásai között a fenntartható, ember alkotta konstrukciókban.

FOGLALKOZÁSOK

 1. TANÓRA
Megfigyelés

HELYSZÍN
bel- vagy kültéri

1 | MIRŐL MESÉL A FENYŐTOBOZ?

 » FELFEDEZÉS 

**ESZKÖZÖK ÉS
ANYAGOK**

- fenyőtobozok
- székek vagy párnák


ELŐKÉSZÜLETEK

Bel- vagy kültéri.

Helyezzük el a székeket vagy a párnákat körben.

Leírás:

A tobozok a nyitvatermők virágzatai, megfásodva védelmet nyújtanak a magvaknak pl. a kártevők és kórokozók ellen, mint a zárvatermőknél a termés. E védelmi funkción a toboz a magok növekedéséhez szükséges tápanyagokat is előállítja. A legújabb kutatások szerint a tobozból (illetve a zárvatermőknél a termésből) érkező jelek koordinálhatják a magok töltését és irányíthatják a tartalékok átcsoportosítását a sérült magokból az életképes magokba. A toboz/termés számos formában támogatja a növekedést, a magok megtartását vagy a terjesztését. Az elmélyült vizsgálódás és a megfigyelések segítenek a természetes szerkezetek megértésében. Az alakzatok elemzése során az öt érzékszerv (látás, hallás, szaglás, ízlelés és tapintás) használatával érzékelhetjük a hasonlóságokat és különbségeket. Az érzékszervek kulcsfontosságúak az oktatásban, mert segítenek a diákoknak az információ feldolgozásában és megjegyzésében.


 » KÉRDÉS 

Adjunk az egyik diák kezébe egy fenyőtobozt, és a lenti kérdésekre válaszolva ossza meg gondolatait a fenyőtobozzal kapcsolatban (például: a fenyőtoboz minden termőlevelének a vége trapéz alakú), majd adja át a következő diáknak, ő pedig adja tovább a többieknek, amíg mindenkire sor kerül. A diákok a kezükbe tartott toboz szerkezetét vizsgálják meg, ne az anyagát!

- Milyen formákat láatsz?
- Milyen jellemzői vannak annak az alakzatnak?
- Mit gondolsz, mire való ez az alakzat?
- Mit gondolsz, miben segít az alakzat?
- Stb.

VÁLTOZAT

 Próbáljuk ki a [Tudós tobozok](#) biomimikri történetet!

FOGLALKOZÁSOK



HELYSZÍN
bel- vagy kültéri

2 | TERMÉS IDŐ!

» FELFEDEZÉS 



**ESZKÖZÖK ÉS
ANYAGOK**

- rajzlapok
- grafit és/vagy színes ceruzák
- termések és tálca
- nagyítók, esetleg sztereomikroszkóp
- relaxációs zene



ELŐKÉSZÜLETEK

Bel- vagy kültéri.

Helyezzük el a terméseket a tálcán, az asztalokat és székeket pedig úgy, hogy szabadkézi rajzolásához kényelmes legyen.

Leírás:

Tegyünk a terem közepére egy asztalt, rá egy nagy tálcat, amire helyezzünk el különböző méretű és alakú száraz terméseket és tobozokat, egy-egy fajból akár többet is. Például tobozok (fenyő, tuja, ciprus stb.), makkok, hüvelyek, lependékek stb. Kérjük meg a diákokat, hogy csendben figyeljék meg a tálca tartalmát. Pár perc elteltével a diákok válasszanak ki egy termést, amellyel tovább dolgoznak majd. Üljenek le az asztalhoz, majd készítsenek vázlatot a termésről: az alakjáról, a mintázatról, ívekről, görbületekről az ismétlődő formákról stb. Fontos, hogy mindezt csendben, egyénileg tegyék, csak a termésre összpontosítva. Hallgathatunk közben halk zenét is. Beszéljük meg velük, hogy nem élethű festményt szeretnénk látni, hanem csak vázlatokat vonalakkal, formákkal, nagyított részletekkel, bármivel, amit láttak, felfedeztek, ami megragadta a figyelmüket. Hagyjunk erre a tevékenységre 15 percet, majd kérdezzük meg őket, milyen érdekességet találtak, ezt mutassák is meg a rajzon.



FOGLALKOZÁSOK

2. TANÓRA

A természet tulajdonságainak megfigyelése és hasonlóságok felfedezése az anyaghasználatban


HELYSZÍN
bel- vagy kültéri

3 | DIÓHÉJBAN

» FELFEDEZÉS


ESZKÖZÖK ÉS ANYAGOK

- rajzlap, T.3
- grafit és színes ceruzák
- dió, mandula, mogyoró, földimogyoró
 - nagyítók, esetleg sztereomikroszkóp
 - relaxációs zene


ELŐKÉSZÜLETEK

Bel- vagy kültéri.

Rendezzük el az asztalokat és székeket pedig úgy, hogy szabadkézi rajzolásához kényelmes legyen.

Leírás:

A következőkben olyan terméseket vizsgálunk, amelyeket csonthéj/kemény héj vesz körül.

A diákok megismerik ezeknek a terméseknek a tulajdonságait és jellemzőit, miközben megvizsgálják és összehasonlítják a természet által használt hasonló tulajdonságokat és az egyes termések sajátos igényeit, funkcióit és stratégiáit. Megfigyelik a természet „művészetét” és „tudományát”: milyen céllal és hogyan van becsomagolva a táplálékunk.



Osszuk négy csoportra a diákokat! Minden kiscsoport kap egy termést (ha van elég, akkor a diákok számának megfelelően adjunk): 1. dió, 2. mandula, 3. mogyoró és 4. földimogyoró. Figyeljék meg a külső burok, mintázatát, szimetriáját, súlyát, a rétegeit, színét, görbületeit stb., valamint azt a részt, ahol a növényhez kapcsolódik. Az alapos külső megfigyelés után óvatosan törjék fel/válasszák szét a kemény héjat, hogy a belső részt is megvizsgálhassák: hogyan néz ki a burok belső fele, hogyan kapcsolódik a maghéj és a mag, milyen alakja van a magnak, milyen rétegei vannak stb. Megfigyeléseikből készítsenek vázlatot. Erre hagyjunk nekik 10 percet. Közben ismét szólhat halk zene.

Mindeközben a táblára rajzoljuk fel a T.3-ban található táblázatot, vagy vetítsük ki. Segítségül beírtunk néhány megfigyelni való szempontot, a diákok kiegészíthetik még a vizsgálódásuk közben felmerült szempontokkal.

FOGLALKOZÁSOK

 3. TANÓRA
Megfigyelések és bemutató

HELYSZÍN
beltéri

4 | A TERMÉSZET FORMATERVEZÉSE

» KÉRDÉS


**ESZKÖZÖK ÉS
ANYAGOK**

- számítógép és projektor
- [D.4](#), [T.4](#)

- „A természet formatervezése” című ppt előadás


ELŐKÉSZÜLETEK

Beltéri tevékenység.

Rendezzük be a termet előadáshoz. Nyomtassuk ki a [D.4](#)-t a diákok létszámának megfelelően.

Leírás:

Az előadás során példákat látunk a természeti struktúrákra, a művészi megoldásokra és a természet „tudására”, amik számos tudományág mellett művészeti és ipari megoldásokat is inspirálnak.

A vetítés első képei a kíváncsiság és a nyitottság fontosságával kezdődnek, amely során az érzékszerveinkkel fedezzük fel környezetünket. Képeken és videókon bemutatjuk a természetben előforduló formákat és mintákat, valamint azt, hogyan használja ezeket a természet. Ezek segítségével a diákok megérthetik a matematikai, főleg a geometriai összefüggéseket, amelyeket a természet használ a növényekben, állatokban és az emberben is. Mivel a geometria a kapcsolatok tudománya, ezért a szerkezet és a funkció összefüggése könnyebben érthetővé válik. A természet szerkezeti hatékonyságát, anyagválasztását, önszerveződését, hierarchikus felépítését, alkalmazkodóképességét és erőforrás-hatékonyságát a természet által ihletett technológiákból és a művészetből vett példákkal mutatjuk be.

A diákon bemutatjuk azokat a stratégiákat, amelyeket a természet a „minimális anyagfelhasználás a maximális hatékonyság mellett” elv értelmében alkalmaz, mint például a természet minimális energiájú struktúrái, vagy a platóni szilárd testek, amelyek számos tudományágot inspirálnak a nanotechnológiától az űrkutatásig. Az előadás a természet számos újítását és azokat a kutatókat mutatja be, akik megpróbálják megérteni a természet által használt elveket. Ezek olyan térbeli mintázatok, amelyeket a természet állandóan használ, mivel ez energetikailag és az anyagfelhasználást tekintve erőforrás-hatékony, önszerveződő a növekedés és fejlődés során, alkalmazkodik a változó körülményekhez, mivel a természet mindig optimalizál.

A vetítéshez fűzött magyarázat a [T.4](#)-ben található.

Osszuk a diákokat párokra! Minden párnak adjunk egy [D.4](#) diák munkalapot! Az előadás során lesznek ún. „összefüggés” diák. Ezeknél adjunk időt a diákoknak, hogy kitöltsék a táblázatot. Az első oszlopba írják be a természeti szerkezet nevét, utána határozzák meg a jellemzőit, lehetséges funkcióit, tulajdonságait, alakját és mintázatát, valamint az adott szerkezet kapcsolódását a többi természeti szerkezethez, és azt, mennyire tetszik nekik ez.

FOGLALKOZÁSOK

 3. TANÓRA
Modellezés és „aha” élmény

HELYSZÍN
beltéri

 5 | KÉSZÍTÜNK HÁROMSZÖGET ÉS GÖMB
FORMÁT

 » ALKOTÁS 

**ESZKÖZÖK ÉS
ANYAGOK**

- Vastag papír (legalább 200 g-os, nyomdai hulladékpapír is jó)
 - olló
 - tűzőgép
 - vonalzó
- ceruza és toll
- kötél

Leírás:

Minden tanuló mérjen ki vonalzóval 3 db 2×15 cm-es csíkot a vastag papírra. Vágják ki a csíkokat, ezzel lesz három egyforma egységük. A papír vastagsága fontos!

Kérjük meg a diákokat, hogy rajzolás és vágás közben gondolkozzanak azon, mit szeretnének megtanulni a természettől. Amikor elkészül a három csík, írják ezeket a gondolatokat néhány szóval a csíkokra. Ezután a három csíkból alkossák meg a lehető legnagyobb, háromdimenziós (térbeli) háromszöget, úgy, hogy három kapcsot használhatnak fel (háromszor tűzhetnek a tűzőgéppel) anélkül, hogy összehajtogatnák a csíkokat. Ehhez gondolkodniuk kell, és ráérezni az anyag (= vastag papír) képességeire.


ELŐKÉSZÜLETEK

 » KÉRDÉS 

Beltéri tevékenység.

Rendezzük a termet gyakorlati foglalkozáshoz, tegyük egymás mellé az asztalokat, hogy 4 vagy 8 fős kiscsoportok elférjenek mellette.

Vajon lehetséges három darab kétdimenziós csíkból háromdimenziós (térbeli) formát létrehozni? Ha igen, hogyan?

Adjunk időt a gondolkodásra, próbálkozásra! Lesznek, akik egyből rájönnek a dolog nyitjára. Ha nem, mutassuk meg a diákoknak a T.5 képei segítségével, hogyan alakíthatjuk ki a térbeli háromszöget.

Amikor mindenki elkészült a feladattal, vizsgálják meg a tulajdonságait: mennyire merev vagy rugalmas, mennyire lehet ki- vagy befördíteni, csavarni stb. Hol találhatóunk ilyen formát a természetben? Akár az emberi testben? Van-e bármilyen más kérdés ezzel a szerkezettel kapcsolatban?

Rendezzük párba a diákokat! Kapcsolják össze a háromszögüket az egyik él mentén! Ezzel egy félgömb felét alkották meg. Két pár alkosson egy négyest, akik ismét kössék össze a negyed gömbjeiket. Így egy félgömböt alakítanak ki. Végül két négyes csoport is üljön össze: kapcsolják össze félgömbjeiket egy egészszé! Ügyeljenek, hogy a szavak olyan oldalra kerüljenek, ami látszik! Milyen szavakat tudnak leolvasni a gömböt alakító csíkokról? Engedjük, hogy játszanak az így elkészített gömbszel, hogy érezzék, mennyire rugalmas szerkezet jött létre az azonos méretű és alakú kis egységekből.

Ez a szerkezet tulajdonképpen egy oktaéder gömb alakú konfigurációja, amely az előadásban ismertetett platóni szilárd testek egyike.

FOGLALKOZÁSOK


HELYSZÍN
bel- vagy kültéri

6 | „AHA” ÉLMÉNY ÉS MEGOSZTÁS

 » FELFEDEZÉS 

ESZKÖZÖK ÉS ANYAGOK

- székek vagy párnák


ELŐKÉSZÜLETEK

Bel- vagy kültéri.

Alakítsunk ki kört a székekből vagy a párnákból.

Leírás:

Ezzel a záró körrel fejezzük be a tevékenységsort, itt beszéljük át az előző feladatok tapasztalatait.

Kérdezzük meg a diákokat, vajon láttak-e az előző feladatban készített szerkezethez hasonlókat az előadásban bemutatott természeti szerkezetek között? Figyeljünk arra, hogy mindenki válaszolja meg a kérdést, mondja el, melyik szerkezet tetszett neki a legjobban. Engedjük, hogy reagáljanak a többiek felvetésére.

Magyarázzuk el a diákoknak, hogy mi az „aha” élmény: olyan időpont, esemény vagy élmény, amikor valaki intuíció (beleérzés) segítségével egy addig nem értett problémát, helyzetet hirtelen megért. Ez a pillanat azonnal megold egy problémát, vagy tisztáz egy elképzelést. Ez az, amikor minden a helyére kerül. Ezt a pillanatot jellemzően az elégedettség, a csodálkozás, a kíváncsiság és az izgalom érzése kíséri, mivel tisztánlátást vagy kreatív áttörést biztosít.

Amikor a természetet vizsgáljuk, sokszor átélhetünk „aha” élményeket. Ezeket érdemes megosztani egymással, hiszen ezek a felismerések nagyon inspirálók lehetnek, sokat tanulhatunk egymás felfedezéseiből, felismeréseiből. Bátorítsuk a diákokat, hogy a záró kör során osszák meg „aha” pillanataikat szavakkal, gesztusokkal, vagy valamilyen művészeti tevékenységgel (pl. rajz, festmény, pantomim). Ha nekünk is van „aha” élményünk, osszuk meg a gyerekekkel!

VÁLTOZAT

Nézzük meg a következő filmet: BIOMIMIKRI: Bevezetés Janine Benyus-sal. <https://www.youtube.com/watch?v=wwAXzIHpSs8>.

„A biomimikri – a természetet mélyen megfigyelő gyakorlat a mérnöki, tervezési és egyéb kihívások megoldása érdekében – inspirált egy filmet a hosszú távú, fenntartható világ megteremtésének úttörő víziójáról. Ez a film azt mutatja be, hogy a természet utánzása hogyan oldja meg a legégetőbb problémáinkat, a szén-dioxid-kibocsátás csökkentésétől a víztakarékosságig. A „Biomimicry” című filmben Janine Benyus a narrátor, Leonardo DiCaprio, Oliver Stanton ügyvezető producerek, Leila Connors rendezte, Mathew Schmid és Bryony Schwan producerek, a Tree Media készítette Roee Sharon Peled és George DiCaprio ügyvezető producerekkel. További információ a biomimikriről: <http://www.biomimicry.org> További információk a filmről: <http://www.treemedia.com>”

FOGLALKOZÁSOK

IRODALOM, TOVÁBBI INFORMÁCIÓ

Angolul:

HONLAPOK

Ask Nature – <https://asknature.org/>

Kulcsfontosságú forrás a biomimikri példák megismeréséhez, elmélyedéshez a témában. Ezen a linken (https://asknature.org/?s=&p=0&hFR%5Bpost_type_label%5D%5B0%5D=Resources) oktatási segédletek találhatóak: tananyag, videók és cikkek.

Genius of Place – <https://synapse.bio/blog/ultimate-guide-to-genius-of-place>

A Genius of Place segít abban, hogy hogyan tervezzünk konkrét helyszínre úgy, hogy figyelembe vesszük a hely sajátosságait, élőlényeit is.

KÖNYVEK ÉS ÚJSÁGCIKKEK

Baumeister, Dayna (2014). Biomimicry Resource Handbook 2014: A Seed Bank of Best Practices. Biomimicry 3.8.

Benyus, Janine (2002). Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. HarperCollins.

Edmondson, Amy C. (2007). A Fuller Explanation, EmergentWorld LLC.

Fuller, R. Buckminster (in collaboration with E.J. Applewhite), Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking, originally published by Macmillan, Vol. 1 in 1975 (with a preface and contribution by Arthur L. Loeb; ISBN 0-02-541870-X), and Vol. 2 in 1979 (ISBN 0025418807).

T.3 DIÓHÉJBAN

Tulajdonságok	Dió	Földimogyoró	Mogyoró	Mandula
Jellemzők				
Külső burok				
A burok rétegei				
Maghéj				
A dió belseje				
– szimmetria				
– alak				
– szín				
– érdekesség				
A rétegek állaga/textúrája				
Különleges tulajdonságok				

T.4 A TERMÉSZET FORMATERVEZÉSE

Formák és mintázatok

1. dia: Kezdődia

„A természet formatervezése: formák és mintázatok” című előadás számos, a természetben található szerkezeti példát tartalmaz, amelyek több tudományágon keresztül segítenek megérteni az alakzatokat és mintákat. Adjunk kb. 3 percet a diákoknak az 5., 7., 8., 16. és 18. diáknál (kékkel jelölve; a diákon kapcsoljel látható), hogy kitölthessék a D.4. táblázatot, illetve a lap hátára is jegyzetelhetnek. A videónál kapcsoljuk be a magyar nyelvű feliratozást.

2. dia: Nyitottság a felfedezésre

Az idézet Janine Benyus-tól származik, aki a „Biomimikri: A természet által ihletett innováció” című könyvben hangsúlyozza, hogy „amint a mentorként tekintünk a természetre, megváltozik a kapcsolatunk a körülöttünk lévő világgal”. Tehát az a nyitottság, amellyel felfedezzük a természetet és tanulunk tőle, feltétele az élettől való kapcsolatunk megértéséhez.

3. dia: Nyitottság a felfedezésre

„Hogyan csináljuk a dolgokat? Alakítsuk a formát a működéshez: fonjunk fonalat, mint a pók.”
A természet az életre ártalmatlan eljárásokkal és alacsony hőmérsékleten készíti a „termékeket”.

Így ír erről J. Benyus a könyvében: „A természet olyan összetett és működőképes anyagokat tud készíteni, amelyeket csak irigyelni tudunk. A tengeri fülcsiga (abalone) belső héja kétszer olyan kemény, mint a mi csúcstechnológiai kerámiáink. A pókselyem minden grammja ötször erősebb, mint az acél. A kagyló ragasztója víz alatt is működik, és bármihez hozzátapad, még alapozó nélkül is. Az orrszarvú szarva, bár nem tartalmaz élő sejteket, mégis sikeresen kijavítja a sérüléseket. A csontok, a fa, a bőr, az agyarak, az agancsok és a szívizom – egytől-egyig csodálatos anyagok – arra készültek, hogy elvégezzék hasznos feladatukat, majd molekuláikra hullva újra bekerüljenek egy másik élőlénybe a halál és a megújulás nagy körforgása során.”

„Biomimikri: a természet által ihletett innováció” 4. fejezet, 97. o.

4. dia: 5 érzékszerv használata

Kulcsfontosságú, hogy minden érzékszervünket használjuk a természeti környezet felfedezéséhez. Ez a leghatékonyabb módja az új információk feldolgozásának és tárolásának. Érzékszerveinken keresztül (szem, fül, orr, nyelv és bőr) a körülöttünk lévő világ megtapasztalása hatékonyá, tartalmassá és emlékezetessé válik.

Az embernek öt alapvető érzéke van: tapintás, látás, hallás, szaglás és ízlelés. Az ezekkel az érzékekkel kapcsolatos szervek információt küldenek az agynak, segítve a világ észlelését. Ezekon kívül vannak további érzékek, mint például a térbeli tudatosság és az egyensúly.

5. dia: Formák a természetben

Az ezen a dián látható különböző alakzatok a Google keresés képeiből származnak (pattern in nature). A természeti világban látható törvényszerűségeket mintáknak nevezzük. Ezt a természetben látható rendet és harmóniát a tudósok évszázadok, évezredek óta próbálják a matematika nyelvén megfogalmazni. Ilyen minták a szimmetria, elágazások, spirálok, görbék, hullámok, körök, kristályformák, tesszellációk stb. A korai görög filozófusok, mint Platón, Pythagoras és Empedoklész a természet rendjét kutatták. Jelenlegi ismereteink ezekről a mintákról az idők során fokozatosan fejlődtek. Például az 1200-as évek legelején egy pisai matematikus felfedezett egy számsort (róla nevezték el Fibonacci-sorozatnak), ami alkalmas a természetben található spirálok és arányok leírására.

(Ezekről szó van a <https://biolearn.eu/en/hungary> oldalon az Épületek modulban is.)

Kérjük meg a diákokat, hogy válasszanak ki egyet a képek közül, és töltsék ki a D.4 táblázatának következő sorát. Hagyjunk nekik időt, hogy átgondolják azokat a tulajdonságokat, jellemzőket és funkciókat, amelyeket a 2. és 3. foglalkozásban megbeszéltek.

6. dia: Formák a természetben

Ebben a videóban a karolinai Természettudományi Múzeum bemutatja, miért és hogyan használja a természet a formákat és a mintákat. Megismerjük a természetes szerkezetek görbületének és a hajtogatásának fontosságát, valamint azt, ahogyan ezt a stratégiát a mindennapi életünkben használhatjuk, mint például a hullámkartonnál.

A bemutatót készítette: Michael Pawlyn. <https://www.youtube.com/watch?v=pTLAngap820>

7. dia: Matematika és geometria a természetben

A Google keresés eredményeként ember alkotta és természetes struktúrák képeit nézegethetjük.

Kérdezzük meg a diákokat, vajon látnak-e közös formákat, amelyek megmutatják a matematikát és geometriát a természetben?

Hagyjunk időt a D.4 munkalap kitöltésére.

8. dia: Matematika és geometria a természetben

Nézzük meg geometriai példaként a madárfajokat: a madár csőrének formája információt ad arról, mit eszik, sőt, arról is, milyen élőhelyen él. (Ld.: <https://biolearn.eu/en/a-biomimikri-9-alapelve> 2. foglalkozás, 6. oldal, 7. alapelv: A természet helyi adottságokra épít.)

A madarak csőre az idők során fejlődött ki, hogy segítsen a különböző fajoknak táplálékhoz jutni és életben maradni a környezetükben. A kinézet, a csőr mérete, alakja és jellemzői a madár étrendjéhez, táplálkozási szokásaihoz és életmódjához igazodnak. Mindezek a formák megfelelnek a funkciójuknak:

- a ragadozó madarak erős hajlított csőrt használnak zsákmányaik megfogására és széttépésére;
- a magvakkal táplálkozó verebek rövid, hegyes és erőteljes csőrrel szedik fel és aprítják a magokat;
- az apró férgekkel táplálkozó vörösbegyek csőre alkalmasak a talaj forgatására;
- a fák kérgében élő rovarokkal táplálkozó harkály csőre vésőként működik, amikor lyukat vág a fába;
- a kolibrinak hosszú, vékony csőre van, amellyel kiszívja a virágok nektárját.

A madár csőr kialakítása nem csak egy, hanem több fontos funkció ellátására is alkalmas:

- Evés, etetés – A madarak a csőrüket használják a táplálék megragadására, megölésére és elfogyasztására.
- Ápolás – A csőrök segítenek a tollak impregnálásában (zsírozásában).
- Tollászzkodás – A csőrök segítenek a tollak ápolásában és karbantartásában, hogy megőrizzék aerodinamikus formájukat.
- Védekezés – A madarak csőrök segítségével fenyegetőzhetnek, harcolhatnak és védekezhetnek a ragadozók vagy versenytársak ellen.
- Udvarlás – A színes csőrök segítik a társakat odavonzani.
- Fészeképítés – Egyes csőrök alkalmasak kalapácsként, vésőként, fonással, varrással és egymásba illesztéssel a fészkek építésére.
- Hőszabályozás – A csőrökön keresztül bocsátják ki a felesleges hőt a testhőmérséklet szabályozása érdekében.
- Érzékelés tapintással – A gémekek és a parti madarak csőrükkel táplálékot keresnek a zavaros vízben.

Hagyjunk időt a [D.4](#) munkalap kitöltésére.

9. dia: Matematika és geometria a természetben

A jégmadár csőrének alakja inspirálta a Shinkansen expressz megújítását (ahogy azt az [Csendes csőrök](#) biomimikri történetben is bemutattuk), és számos egyéb hatékony megoldást ihletett.

Nézzük meg az egyik videót: <https://www.youtube.com/watch?v=YVU6YBPaaB8> vagy <https://www.youtube.com/watch?v=poNUij7x2CE>

Emlékezzünk a forma és a hatékonyság összefüggésére: „*Ez a forma lehetővé tette az új 500-as sorozat számára, hogy 30%-kal csökkentse a légnyomást, és 15%-kal csökkentse a villamosenergia-felhasználást, bár a sebesség 10%-kal nőtt az előző sorozathoz képest. Egy másik előnyt igazolt az ügyfelek körében kialakult jó hírnév, hogy ezek a vonatok kényelmes utazást biztosítanak. Ez annak köszönhető, hogy a nyomásváltozások kisebbek, amikor a vonatok belépnek az alagutakba.*” (Kobayashi: 2005) <https://asknature.org/strategy/beak-provides-streamlining/>

10. dia: Matematika és geometria a természetben

A természet mintáit, formáit és mozgásait tanulmányozták a CalTech cég munkatársai, akik hatékony szél-turbina-farmokat fejlesztettek ki a halak, halrajok mozgását megfigyelve. Ez jó példa arra, hogyan inspirálják a tudósokat a természetes minták és formák matematikai megközelítései.

A videó forrása: BIOMIMICRY: An Introduction with Janine Benyus. <https://www.youtube.com/watch?v=wwAXzIHpSs8>. Érdemes megnézni a teljes videót is.

11-12. dia: Matematika és geometria a növényekben és az emberi testben

Keith Crithlow „A virágok rejtett geometriája” és „A tér rendje” című könyveiben fejti ki a természeti rendszerek matematikai, geometriai összefüggéseit.

Például a virágról ezt írja könyvében: „Van egy másik tényező, amit fel kell ismerni: minden virág mindig 'folyamatban van'. Ez azt jelenti, hogy általában spirálszerű elrendezésből keletkezik, egy ideig fenntart egy teljesen kinyílt formát, majd 'visszavonja' az életet ebből a formából, ahogy hervadozik és lehullik, hogy anyagai visszakerüljenek a talajba.”

A képen tanulmányozott virág lapos, sík arcát látjuk. Ennek ellenére tisztában vagyunk vele, hogy bármilyen laposnak is tűnik a virág, a valóságban háromdimenziós a felépítése.

Mintákat láthatunk magunk körül. A virágok a napszaknak, sőt az évszaknak megfelelően fejlődnek. Egyes virágok gyümölcsökké és zöldegékké alakulnak át, amelyek energiát biztosítanak szervezetünk számára.

A 12. dián azt is láthatjuk, hogy az emberi test hogyan zár be egy gömb alakú teret, és hogyan határozható meg körökkel.

Geometriát használunk a természet terveinek meghatározására.

Kérdezzük meg a tanulókat, hogy milyen alakzatokat látnak a 11. és 12. dián! Túlnyomórészt köröket, és hangsúlyozzuk a kör 3-dimenziósságából adódó gömbök fontosságát.

13 dia: Matematika és geometria a természetben

Mi a geometria? A matematikának az az ága, amely az alakzatokkal foglalkozik. A matematikán belül elsőként fejlődött ki még az ókorban. A szó jelentése: földmérés. Alakzat minden, ami körülvesz bennünket: a különböző testek, síkidomok, vonalak. Az alakzatokat három csoportba soroljuk: 1. térbeli alakzatok, 2. síkbeli alakzatok, 3. vonalmenti alakzatok.

A geometria a rendszerek tudománya – amelyeket önmagukban is kapcsolatok határoznak meg. A geometria tehát a kapcsolatok tanulmányozása.

A geometria kulcsfontosságú a hatékonyság és a térkitöltés megértésében, és fontos eszköze a rendszer-sezmléletű gondolkodásnak.

Figyeljük meg a képet! Az itt látható testek az ún. platonikus szilárd testek: olyan konvex testek, melyek oldalait egybevágó szabályos sokszögek határolják, minden lapszögük egyenlő és a csúcsalakzataik is egybevágók. Ezek a tetraéder, hexaéder (kocka), oktaéder, dodekaéder és ikozaéder. A tetraédert 4 db szabályos háromszög lap, a hexaédert (kocka) 6 db négyzet, az oktaédert 8 db szabályos háromszög lap, a dodekaédert 12 db szabályos ötszög lap és az ikozaédert 20 db szabályos háromszög határolja. Az öt fő poliéder a természetben is megtalálható, ezeket Kepler, Leonardo da Vinci, sok mérnök és művész évszázadok óta tanulmányozza.

A geometria kulcsfontosságú a hatékonyság és a térkitöltés megértéséhez. A „térkitöltés” egy adott területen vagy térfogaton belüli tér hatékony elfoglalásának vagy kihasználásának fogalmára utal.

14. dia: A szerkezet és a funkció összefüggései

A természet az evolúciós folyamatok során optimalizálja a felhasznált anyagot és a formát. Íme néhány kulcsfontosságú szempont:

1. Hierarchikus felépítés: Sok természetes anyag hierarchikusan van elrendezve, ami azt jelenti, hogy több léptékű szerkezettel rendelkeznek (nanótól a makroig), amelyek hozzájárulnak általános tulajdonságaikhoz. Ez a hierarchia optimalizálja az erőt, a rugalmasságot és egyéb jellemzőket.
2. Erőforrás-hatékonyság: A természet hatékonyan használja fel az erőforrásokat.
3. Anyagválasztás: A természetes szelekció azokat az anyagokat részesíti előnyben, amelyek túlélési előnyt biztosítanak. Például a pókselyem hihetetlenül erős és rugalmas, ami segít a pókoknak zsákmányt fogni és hálót építeni.
4. Szerkezeti hatékonyság: Az élőlényekben gyakran találunk olyan szerkezeteket, amelyek specifikus funkcióikra vannak optimalizálva. Például az állatok csontjai hierarchikus szerkezetüknek köszönhetően könnyűek, mégis erősek.
5. Önszerveződés: Egyes biológiai anyagok külső beavatkozás nélkül, maguktól összeállnak komplex szerkezetekké. Ilyen például a puhatestűek héjának kialakulása.
6. Alkalmazkodóképesség: A biológiai anyagok gyakran képesek alkalmazkodni a változó körülményekhez. Például a csontok képesek helyreállítani magukat a károsodás hatására.

Ezen elvek tanulmányozásával a tudósok és mérnökök a természet stratégiáit próbálják utánozni, hogy a különböző alkalmazásokhoz egyre jobb tulajdonságokkal rendelkező új anyagokat fejlesszenek ki.

15. dia: Szerkezeti hatékonyság

Az öt platóni test: ezek a stabil szerkezetek a természetben. A videóban a geodéziai kupola ötletét mutatják be, amelynek kialakítása Buckminster Fuller nevéhez fűződik. Ő az ikozaédert vette alapul a tervek elkészítése során. <https://www.youtube.com/watch?v=zpfql-Be5rA>

16. dia: Szerkezeti hatékonyság

A természet térkialakítási módja: szerkezeti hatékonysággal, gazdaságos anyagfelhasználással, önszerveződéssel, hierarchikus szerveződéssel, alkalmazkodóképességgel és erőforrás-hatékonysággal, kör- és gömb alakú formációt eredményez, amely minimális anyagfelhasználás mellett (felszín területe), maximális térfogatot ad. A platóni testek segítenek ezt megérteni az azonos hosszúságú éllel, gömbbé záródó szögekkel és minimális anyagfelhasználással. Ezeknek a geometriai formáknak a megértése lehetővé teszi a térkeret-szerkezetek létrehozását nagy területek befedéséhez és rugalmas geodéziai kupolákhoz. A természetes szerkezetek, például a pollen, vizsgálata új eredményekhez vezet sok tudományágban, ahogy a kémiában a fullerén molekulák esetében láthatjuk.

Hagyjunk időt a [D.4](#) munkalap kitöltésére.

17. dia: Minimális anyagfelhasználás – maximális hatékonyság

Az óceán fenekéhez tapadó Vénusz kosara szivacs erős, összetett szerkezetű üvegvázzal rendelkezik, amely lehetővé teszi, hogy ellenálljon az óceáni áramlatoknak. Ez a természetes kialakítás minimális anyagot használ a maximális szilárdság érdekében. A természet ihlette az embereket olyan hatékony építmények létrehozására, mint az Eiffel-torony. A Metavoxel Technologies nevű cég pl. olyan meta-anyagokat fejleszt (3D-s sejtszerkezeteket), amelyek kevesebb nyersanyagot használnak fel, miközben megőrzik szilárdságukat. Ezek a fejlesztések, a természet hatékonyságából tanulva, forradalmasíthatják az építészetet az erőforrások hatékony felhasználásával és a környezeti hatások csökkentésével.

A videóban példákat láthatunk néhány biomimikri alapelvre: 2. A természet csak annyi energiát használ, amennyi szükséges; 3. A természet összehangolja a formát a működéssel; 6. A természet létalapja a sokféleség; 8. A természet egyensúlyra törekszik. https://www.youtube.com/watch?v=5b4uSdqcbX0&list=PLRmMq_ZoYzty7ypSNAvnElde9nG-2z3kZ&index=16

18. dia: Tér és mintázat jelentősége

Michael Pawlyn elmagyarázza, milyen megközelítést használ a tér megértésre és hogyan használja fel a természet zsenialitását (biomimikri) építészeti tervezése során. Felhívja a figyelmet a mesterséges struktúrák és a környezeti fenntarthatóság fontosságára, valamint lábnyomainkra a világban. <https://www.youtube.com/watch?v=3QGCU5XpOZk>

Hagyjunk időt a D.4 munkalap kitöltésére.

19. dia: Tér és mintázat jelentősége a művészetben

A struktúrákat, a térbeli elrendeződéseket számos művész, például Escher és még sokan mások is vizsgálták. Olafur Eliasson művész kiállítása az Isztambuli Modern Múzeumban látható.

Itt megszakítjuk a vetítést, következik a 5. feladat, utána a zárókör a következő diával, amely az „aha” pillanatot mutatja be.

20. dia: „Aha” pillanat

Az „aha” pillanat az az időpont, esemény vagy élmény, amikor az ember hirtelen felismer vagy megért valamit.. Az „aha” pillanat a kíváncsiság és a csodálkozás pillanata, amikor új információval találkozunk. Ilyenkor minden a helyére kerül, ami gyakran megértés vagy inspiráció érzését kelti. Ezt a pillanatot jellemzően az elégedettség, a csoda, a kíváncsiság és az izgalom érzése kíséri, hiszen tisztánlátást vagy kreatív áttörést ad. A természet tele van „aha” pillanatokkal, és ezeket a pillanatokot érdemes megosztani, mivel inspirálóak. Sokat tudunk tanulni egymás felfedezéseiből a természetben.

T.5 KÉSZÍTSÜNK HÁROMSZÖGET ÉS OKTAÉDERT (NYOLCSZÖGET)!



