Dr. Róka András

Az építészet rövid történetének kémiai háttere

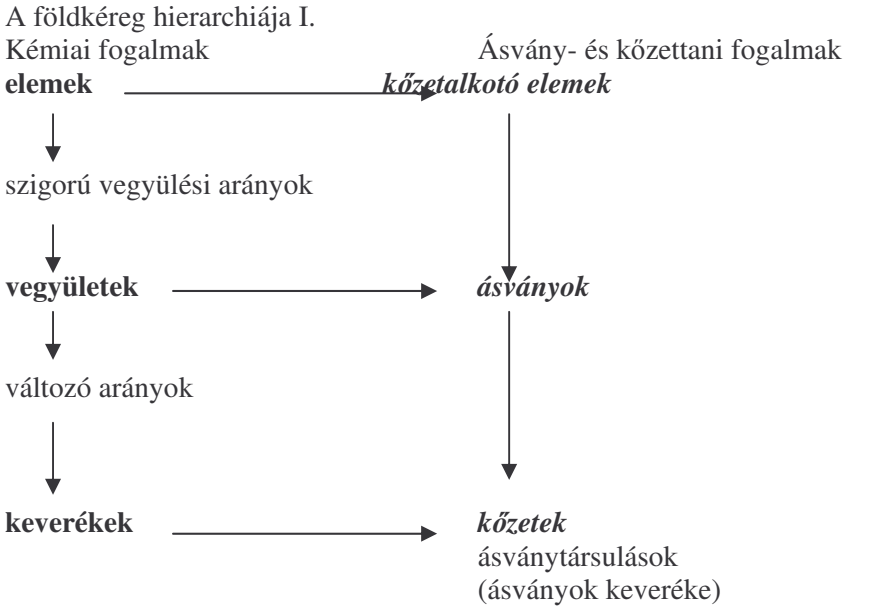
A házakat, középületeket, templomokat, palotákat, várakat (gyermekkori játékaidhoz hasonlóan) kisebb egységekből, **építő elemekből** illesztették össze. Az első próbálkozások után hamar rájöhettek, hogy az összetartáshoz **kötőanyag** is szükséges. Egészen a XVIII -XIX. századig, a vas, a cement nagyüzemi előállításáig, a beton és a vasbeton alkalmazásáig, az emberiség a természetben található anyagokat használta fel az építészetben. Az ember elbontotta és elhordta a hegyeket, hogy máshol és másképpen rakja össze.

Úgy 4.5 milliárd éve, a Föld kialakulása kezdetén az anyagok olvadás- és forráspontjuk, valamint sűrűségük alapján elkülönültek egymástól. A nagyon alacsony olvadás- és forráspontú, szerkezetüket tekintve molekularácsos elemek és vegyületek gáz fázisban maradtak. Ezek alkották az ősi légkört. (Feltételezések szerint szén-dioxid, metán, ammónia, kén-hidrogén, vízgőz, nitrogén és a nemesgázok.) Az ősi Föld akkoriban egy izzó, kőolvadék bolygó volt. Anyaga leginkább a vulkánkitörések alkalmával felszínre kerülő lávához hasonlított. A magreakciók által termelt hő folyamatosan melegen tartja a Föld belsejét. Ennek köszönhetően a kéreg alatt elhelyezkedő magmaköpeny ma is olvadék. A hideg világűr azonban elnyelte a felszín által kisugárzott hőt. Ezért a felszín hőmérséklete fokozatosan csökkent. A kis sűrűségük miatt a felszínre szoruló, többnyire ionrácsos vegyületek az olvadáspontjuknak megfelelő hőmérsékleten elkezdtek kikristályosodni, sőt összekristályosodni. Így alakult ki az az elsődleges ásványtársulás (vagy primer kőzet), ami a kéreg legöregebb röghegységeit alkotja.

Mire az ember építkezni kezdett, a felszínt formáló folyamatok sok helyen átalakították az ősi kőzetet. A **kontinentális lemezek vándorlása**, a **vulkanizmus**, a hőmérsékletingadozás, a szél és a víz okozta **erózió**, a vízben oldott anyagok okozta **mállás**, majd a **terjeszkedő élővilág** szinte együtt és egyszerre fejtette ki romboló és építő hatását. Ennek megfelelően a kőzeteket három típusba soroljuk: a vulkáni vagy magma eredetűek a **magmás kőzetek**. Az erózió és a mállás során keletkező szemcsék, továbbá az elpusztult élőlények meszes vázának kiülepedésével és elkövülésével képződnek az **üledékes kőzetek**. E két

fajta kőzettípus összetétele és szerkezete nagymértékben változhat a hőmérséklet és/vagy a nyomás változásának hatására. Az ilyen átalakulást szenvedő kőzeteket nevezzük **metamorf kőzeteknek**. Az építőanyagot kereső ember ezekkel a kőzetekkel találkozott, megmunkálhatóságuk szerint ezekből válogathatott.

A földkéreg hierarchiája I.



A Föld ősi kérge nagy valószínűséggel a periódusos rendszer összes elemét tartalmazta. Az építészet szempontjából természetesen a legnagyobb mennyiségben található ásványi anyagok jöhettek számításba. A kéreg leggyakoribb kőzetalkotó elemei a következők: oxigén, szilícium, alumínium, kalcium, magnézium, nátrium, kálium, vas, titán, szén.
A kéreg igen eltérő tulajdonságú kőzetalkotó elemei többnyire ionrácsos vegyületeket alkotnak. Ezek közül a leggyakoribbak az oxidok és a sók. A sók közül csak a vízoldhatatlan karbonátok és szilikátok jöhetnek számításba.

A földkéreg hierarchiája II.

Kőzetalkotó **elemek**	fémes	Al, Ca, Mg, Na, K, Fe, Ti
	félfém	Si
	nemfémes	O, C
Kőzetalkotó vegyületek **ásványok**	**oxidok**	pl.: kvarc (SiO_2), korund (Al_2O_3) magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3)
	szilikátok	pl.: káliföldpát ($KAlSi_3O_8$)
	karbonátok	pl.:mészkő, márvány ($CaCO_3$) dolomit ($CaCO_3.MgCO_3$)
kőzetek ásványtársulások	magmából	***magmás***, pl.: gránit, diorit
	üledékből	***üledékes*** pl.: homokkő, mészkő pala
	átalakulást szenvedett	***metamorf***, pl.: márvány, palafélék

*A többnyire ionrácsos vegyületek képletei csak a vegyülési arányokat fejezik ki.

Az építészet fejlődését a mérnöki találékonyság mellett a fizikai és kémiai ismeretek fejlődése tette lehetővé. Amíg az építmény felállítása statikai ismereteket kívánt, az építés technológiája mögött anyagismeret, szerszámkészítés és néhány egyszerű kémiai folyamat ismerete húzódik. Az építészet alapjait, kötőanyagait tulajdonképpen már az ókoriak jól ismerték. A szerszámok tökéletesedése, egy-egy anyag újszerű alkalmazása, vagy újabb építőanyagok megismerése inkább a stílusjegyekben ismerhető fel.
Megalit építészetben nem volt szükség kötőanyagra. A több tonnás kőépítőkockákat többnyire a súlyukból eredő **tapadás** tartja össze, de a pontos illeszkedést olykor (a LEGO-ból ismert) **csapokkal** biztosították. Stonehenge egyenetlen köveihez képest a gizai piramisok szinte szabályosra vágott kőhasábjai, vagy a karnaki Ámon-templom hengeresre csiszolt óriásoszlopai árulkodnak a szerszámok és a kőmegmunkálás fejlődéséről. A megalit építészetben viszonylag könnyen hasadó, vágható,

csiszolható köveket kerestek, mint például **az üledékes homokkő, mészkő, valamint a magmás eredetű gránit**.
Érdekes, hogy a döngöléssel, tapasztással készült sárkunyhók esetében az agyagszemcséket éppúgy a tapadás tartja össze, mint a megalit építményeket. Ezek az erők azonban a mikroszkopikus méretű szilikát-kristályok **felületi kölcsönhatásának**, a felületén elhelyezkedő részecskék vonzásának köszönhető. A kőben szegény helyeken, mint például Mezopotámiában és Mexikóban, a mikrokristályok kölcsönhatásán alapult az építészet. Agyagból kis méretű „építőkockákat”, téglákat készítettek, melyeket kezdetben a napon szárítottak, később ki is égettek. A téglák kötéséhez már i.e. 2500 körül (oltott mészből és homokból álló) habarcsot használtak. A fazekas mesterség fejlődésével az építészetben is megjelentek a kiégetett, majd **mázas** agyagcserepek, téglák, melyeket tetőfedésre és a falak díszítésére használtak. A díszítőelemekkel megjelent a **burkolás**. Kötőanyagként bitument, vagy habarcsot használtak.

A görögök és a rómaiak építészetében megjelent a nagy teherbírású, mégis könnyen megmunkálható mészkő-módosulat, a **metamorf típusú márvány**. Így az oszlopok kecsesebbekké és díszesebbekké válhattak. (Parthenon, Athén, i.e. 447-438, habarcs nélkül illesztett márványtömbök)

A római építészetben az etruszkok nyomán igénnyé válik a belső építészet. A csiszolt kő és márványburkolat mellet megjelenik a belső vakolás (a falazó habarcshoz képest finomabb szemcseméretű mész- vagy gipszhabarcs). A római építészet másik fontos jellemzője a vulkáni eredetű építőanyagok alkalmazása. A kőépítészetben a vulkáni gázok által habosított, porózus szerkezetű **tufa.** Egészen a XIX. századig egyedül álló újításnak számított a **betonozás** elődje, a **természetes cement** (puccolán) alkalmazása. A víz hatására fokozatosan megszilárduló massza (kő vagy téglatörmelékkel kevert vulkáni hamu) lehetővé tette például a kupola építését. Ezzel először született meg az osztatlan, tágas belső tér (Róma, Pantheon).

A középkori várakhoz hasonlóan védelmi jelleget sugalló, robosztus román (római) stílushoz képest a magasba törő gótika „könnyűszerkezetes” kőépítészetnek tekinthető. A nagy teherbírású márvány alkalmazásával kecsesebbé váltak a tartó pillérek, nemcsak nagyobbra, hanem magasabbra épültek a templomok. A simára csiszolt, olykor színes márvány nem igényelt vakolást. A pillérek tehermentesítették a falakat, így azokra ablakot vághattak. Így a

monumentális gótikus katedrálisokba már beengedhették a fényt. A kisméretű, színezett üveglapokat ólomkerettel vagy kőcsipkével nagyméretű mozaikokká, rózsaablakokká fogták össze.

A reneszánsz inkább az építészeti technikák szintézise. Követ, téglát, márványt, üveget, kötőanyagot, vakolást és burkolást egyszerre alkalmazott. Mesteri szintre emelkedett a belső vakolás. A több rétegű, rétegenként különböző összetételű vakolaton megjelentek az óriási falfestmények, a freskók vagy a seccók. (Michelangelo: Szent-Péter székesegyház, Vatikán).

A barokk építészet újdonsága a **gipsz** belsőépítészeti alkalmazása. Az időigényes kőszobrászatot felváltotta a gyors, formába öntő sokszorosítás, a **gipszstukkók** készítése. Általánossá válik az üvegezés.
A klasszicizmus és a romantika egyúttal a nagyüzemi vas-és üveggyártás kora. Ezért egyre nagyobb szerephez jut az öntött- és kovácsoltvas, és az üveg. Az összefüggő sík üvegfelületen keresztül még több fény áradt az építményekbe. A fény számára szinte teljesen átjárható építmények sokáig egyedül álló változata a londoni Kristálypalota volt. A vasvázat 83610 m^2 síküveg fedte. (Joseph Paxton, 1850-51). Hasonló méretű, kutató üvegházat csak 1987-90 között építettek Arizonában (Bioszféra II. USA Arizona, Tucson).

Az építészek szabadsága, fantáziájuk szárnyalása a cement nagyüzemi előállításával, a beton, majd a vasbeton felfedezésével valósulhatott meg. A vasbeton alkalmazása tette lehetővé a magasság legyőzését, a felhőkarcolók és TV tornyok versengő építését, továbbá az olyan egzotikus formák megjelenését, mint Gaudi befejezetlen szimbolikus katedrálisa, a Sagrada Familia Barcelonában, vagy Jorn Utzon vitorlás hajók ihlette, kagylóhéjakra emlékeztető operaháza Sydneyben.