

ÉPÍTÉSZETI KŐANYAGOK ELŐFORDULÁSA ÉS FELHASZNÁLÁSA A MAI MAGYARORSZÁG TERÜLETÉN A XVIII. SZÁZADIG

Török Ákos

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék

E-mail: torokakos@mail.bme.hu

Összefoglaló: Az ország földtani adottságaiból következik, hogy viszonylag kevés építészeti felhasználásra alkalmas kőanyag található meg a területén. Mindezek ellenére néhány kőzet fontos szerepet tölt be a hazai műemlékeknél. Ezek főbb jellemzőit röviden bemutatja a cikk. A legkorábbi emlékek a Római Birodalomhoz köthetők. Pannónia területén elsősorban a durva mészkő, a forrásvízi mészkő, a vörös tardosi mészkő, budai márga és az andezittufa volt a jelentősebb hazánkban kitermelt kőzet. A következő időszakban a XI. századig szinte nem is maradt fenn kőből álló épített emlék. A román, koragótikus emlékek között az általában helyben talált kőanyagból, pl. durva mészkőből épült templomok (Ják, Sopronhorpács, Zsámbék) a legjellegzetesebbek, de ezek mellett a vulkáni tufák, és homokkő felhasználása is jellemző. A tatárjárást követő időszakban a várfalak, városfalak és erődítmények építése kezdődött. Ezek változatos kőanyaga szintén a helyi földtani viszonyokat tükrözi. Ennek eredményeként díszes faragott épületek (paloták) vagy díszítő funkciót betöltő kőszerkezetek születtek (pl. Visegrád, Esztergom). A török hódoltság alatt csak néhány mohamedán kőépület emlékünknél maradt (minaret, fürdő stb.). A török kort követő újjáépítés számtalan barokk palotát, templomot és középületet hozott, amelyeknek csak egy kisebb része kő és a külföldről származó díszítőkövek nagyobb arányú megjelenése jellemző.

Abstract: Largest part of present day Hungary is covered by soft sediments, thus the occurrence of hard workable stones are limited. Nevertheless a few stones especially sedimentary rocks and volcanites are used in the art and construction. The first utilization of stones in the area of Hungary was related to the Roman Empire, when Pleistocene travertine, Jurassic red limestone of Gerecse and Eocene marls were exploited. Limestones form the most extensively used dimension stones of the country. No significant stone structures were constructed till the 11th century, but afterwards Porous limestones (Miocene in age), andesite tuff and rhyolitic rocks provided the raw material for Medieval architectural elements and structures. Various castles and churches were constructed with Miocene volcanic rocks and pyroclastics, and demonstrate the use of these rocks as building stones in Hungary from the Roman period onward. Late Gothic and Renaissance period is characterized by wealthy decorated stone structures (Visegrád, Esztergom) displaying the handworks of Italian artist and native stone workers. During the Turkish occupation mosques, spas were built from reused stones of the previous stone structures. The period after the Turkish siege brought new style, since Baroque Churches and castles were built from local and exported stones.

1. BEVEZETÉS

1.1. A feldolgozás keretei

A kő az egyik legrégebbi építőanyag, hiszen a legidősebb ismert, kőből épült szerkezetek a máltai prehisztórikus szentélyek már Kr. e. 3000-ben is álltak. Hazánkban a kő építészeti felhasználása nem nyúlik vissza ilyen régmúltba, hiszen az ország területének túlnyomó része laza üledékkal fedett, így a természetes kőzet előfordulások aránya a mai Magyarország területén csak kis százalékban jellemző és a Kárpát-medence területén régmúltban élt népek kultúrájában a kő, mint építészeti anyag, nem volt jellemző. Jelen cikk terjedelmi okokból is csak a mai ország területre koncentrál, és nem tér ki a határon túli előfordulásokra. Az építészetben felhasznált egyéb anyagokat és építőanyagként alkalmazott laza üledékeket (pl. homok, kavics, vakolóanyagok, festékek stb.), valamint a zúzottköveket sem érinti a jelen tanulmány. A kor keretét a XVIII. század vége képezi. Az ezt követő időszakból, az egész Kárpát-medencét és az egykori ország teljes területének kőbányáit bemutató Schafarzik 1904-es munkája pontos és alapos képet fest a kőbányászat XIX. században indult fellendüléséről és egykoron létező bányahelyekről.

Viharos történelmünk során számos köépület és egykor létező dokumentum elpusztult, ami megnehezíti a pontos kép felrajzolását. Az egykori bányahelyek nagy része mára már megsemmisült és csak a műemlékekben látható kőzetváltozatok alapján sejthetjük, hogy olyan helyről származik a kőanyag, amely ma már nem hozzáférhető. Mindezek ellenére segítséget nyújthat számos forrás, amely a műemléki kőanyagok, vagy kőtárak anyagának azonosításával foglalkozik, bár a jelen cikk a kőtárak anyagával és a kőből készült műalkotásokkal sem foglalkozik.

1.2. Korábbi munkák

A kőanyagok hazai előfordulása és szakirodalma leginkább a XIX. századot követő időszakból bőséges, hiszen történeti forrásaink is az ezt követő időszakról adnak részletesebben számot. Mindazonáltal az építészeti kőanyagok egykori bányahelyeiről és a kőanyagok XIX. századot megelőző felhasználásáról néhány forrás áll rendelkezésre. Ezeket érdemes tematikájuk szerint csoportosítani. Az egykori bányahelyeket és az onnan nyert műemléki kőanyagok felhasználását legrészletesebben Gesell és Schafarzik (1885), Schafarzik (1904) ismertette, de fontos forrásnak tekinthetők Papp (1938) és Kertész (1982, 1997) művei is. Legújabban pedig Török (2007) ismertette a fontosabb hazai kőanyagokat. Az adott bányahely vagy térség kőbányászatának történetét bemutató művek is fontos támpontként szolgálnak (Hála 1976, 1995a, Németh 1999, Motil 2004, Hála és Mészáros 2006 stb.). Művészettörténeti vagy építészettörténeti oldalról az egyes műalkotások vagy épületek történetét bemutató munkák is utalhatnak a kőzetek jellegére (pl. Csemegi 1955). Műemlék épületek vagy műalkotások kőanyagának elemzését, vagy egyes kőzettípusok felhasználását bemutató tanulmányokban is fontos adatokat találhatunk (Lövei 1992, 2005, Árpás et al. 1993, Pintér et al. 2001, 2004 stb.). A kőtárról (lapidáriumok-ról), valamint az építészeti kőzettöredékek előfordulásáról

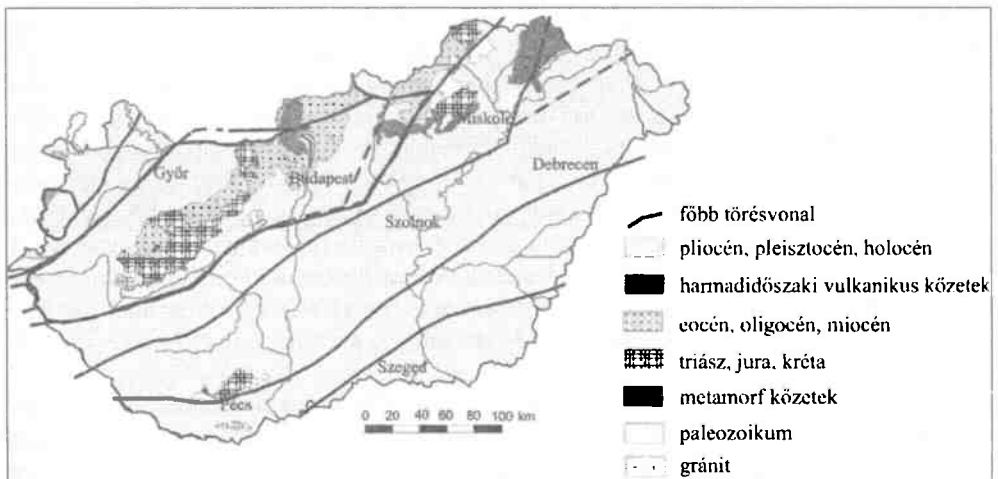
átfogó listát közöl Horler (1976), Gálos és Kertész (1981). A kőtárak anyagának részletes feldolgozását pedig a Lapidarium Hungaricum könyvsorozat eddig megjelent kötetei mutatják be, az első kötet az általános helyzetképet adja meg (Horler 1988).

A műemléki kőanyagok rendszeres kutatását és modern szemléletű vizsgálatát hazánkban a BME és azon belül is a korábbi Ásvány- és Földtani Tanszék kutatócsoportja kezdte meg. Papp Ferencet követően Kertész Pál, Gálos Miklós és Marek István neve fémjelezte a megindult kutatásokat.

2. FÖLDTANI ADOTTSÁGOK

Az ország földtani-földrajzi viszonyaira jellemző, hogy a síkvidéki területek uralkodnak, amelyek nagy része fiatal üledékekkel fedett. A síkvidéki területek mellett további kissé kiemeltebb területeket borítanak laza üledékek, így mindösszesen hazánk területének csak kb. 7%-át borítja szilárd, építészeti szempontból is felhasználható kőzet. Ez a geológiai adottság alapvetően befolyásolta a kőanyagok elterjedését, hiszen a nagy mennyiségben felhasznált kőzeteket nagy távolságra nem lehetett vagy nem volt érdemes elszállítani, csak egyes különösen értékes és kisebb térfogatú kőzetblokkot vagy művészetileg értékes kőanyagot jutattak el nagyobb távolságra a múltban.

A „szilárd” kőzetek felszíni elterjedését leegyszerűsítve az 1. ábra mutatja be. Az ábrán jól megfigyelhető hogy az építésre alkalmas kőanyagok potenciális előfordulásai az ország területének felső egyharmadán koncentrálódnak, kivélt ez alól a Kisalföldi régió és Zala vidéke képvisel, ahol fiatal üledékeket találunk. Kisebb szigetként Dél-Magyarországon, a Mecsek-Mórággy és Villány térségének szilárd, faragható kőzetei bukkannak még elő a laza üledékek alól.



1. ábra. Magyarország nagymértékben leegyszerűsített földtani térképe a laza és szilárd kőzetek elterjedésével (Haas 2001 nyomán egyszerűsítve)

3. KÖZETEK ÉS JELLEMZŐ TULAJDONSÁGAIK

A hazai kőzeteket genetikájuk szerint csoportosítva uralkodóan az üledékes kőzetek jelennek meg az építészetben. Az üledékes kőzeteken belül elsősorban három mészkő változat, a tömött, a durva és a forrásvízi mészkő a jellemző, de a homokkő építészeti felhasználása is jelentős egyes régiókban. A magmás kőzeteken belül a vulkáni törmelékes kőzetek (tufák és egyéb piroklastikumok) uralkodóak, a vulkanikus kőzetek, mint az andezit, vagy a bazalt ritkábban jelennek meg a műemlékekben. A hazai előfordulású mélységi magmás és ezen belül gránitos kőzetek csak helyi jelentőségűek és korlátozott felhasználásúak. Ugyanez még fokozottabban igaz a metamorf kőzetekre, hiszen ezek csak egész kicsiny területeken jelennek meg és ott sem gyakoriak. Mind a mélységi magmás kőzetekre, mind a metamorf kőzetek közé tartozó márványokra igaz, hogy a hazánk területén beépített vagy művészeti alkotásoknál a római kortól a XVII. század végéig felhasznált kőanyagot nem a mai Magyarország területéről kell eredeztetni. Ezek származási helye koronként és uralkodónként változhatott, azzal összefüggésben, hogy az egyes uralkodók által behívott kőfaragók és kőszobrászok szülőhazájukból milyen megismert és kedvelt kőzeteikkel találkoztak.

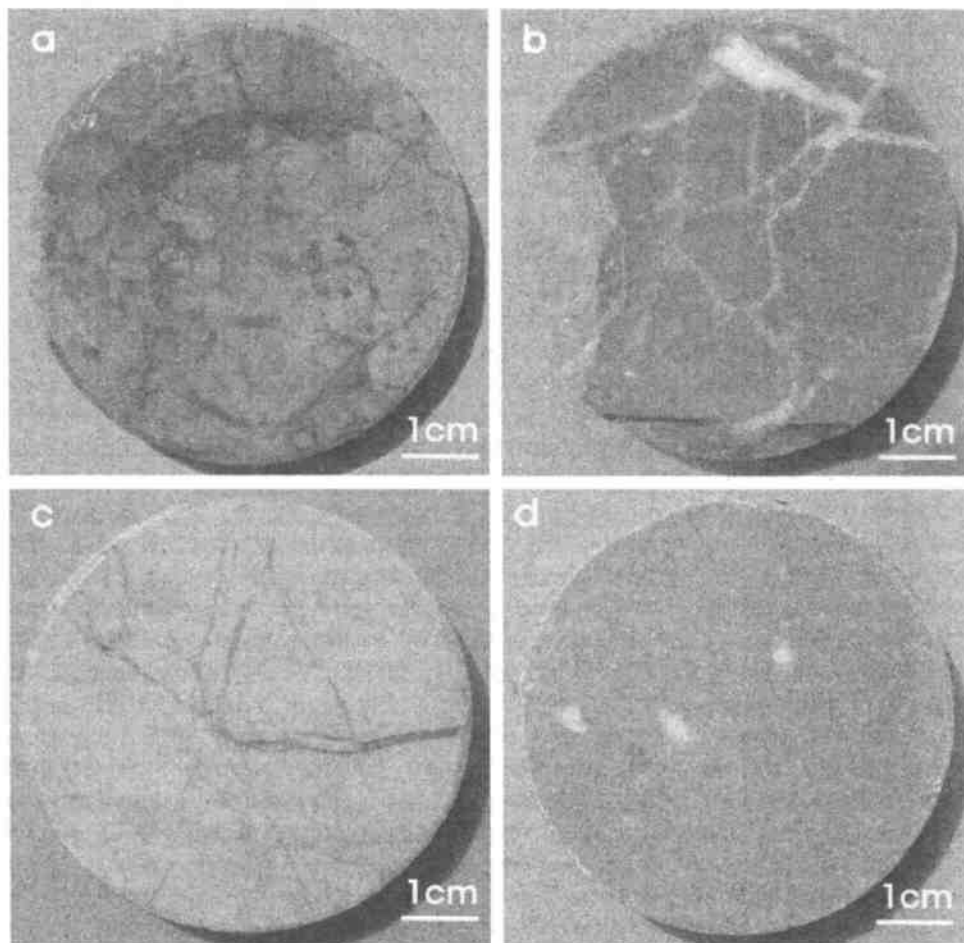
3.1. Mészkövek és mészmárga

A mészkövek közül elterjedésüket tekintve a mérnöki elnevezés alapján az ún. tömött mészkövek dominálnak. Tömött mészkövekre jellemző a finom kristályos szövet, a kis porozitás (1–2% körüli vagy kisebb), viszonylag jelentős szilárdság (nyomószilárdságuk általában 50MPa feletti, de meghaladhatja a 100MPa is), kagylós törés, és a polírozhatóság. Paleozoikumban, a mezozoikumban és kainozoikumon belül az eocén korban keletkezett változatait találjuk meg hazánkban. Legismertebb előfordulásait az alábbi hegységekben ismerjük: Bakony, a Balaton-felvidék egy része, Vértes, Gerecse, Pilis, Budai-hegység, Bükk, Szendrő, Aggtelek-Rudabánya-hegység, Mecsek és Villány területe.

A díszítőköként is felhasznált típusai közül a gerecsei Tardos-bányából származó vörös gumós ammoniteszes mészkő (pisznicei mészkő, vörös márvány stb.) talán a legismertebb és legértékesebb (2. ábra). Szövetét és kémiai összetételét tekintve a legalaposabban vizsgált díszítőköveink egyike (Pintér et al. 2001), amely megjelenésében sok hasonlóságot mutat a mai Ausztria területéről ismert adneti vörös gumós mészkőhöz, de a Verona környéki, ún. „rosso amonitico”-hoz is. Azonban kémiai összetételét tekintve (pl. stabilizotóp és nyomelem) eltér azoktól (Pintér et al. 2004). Ez a jura korban keletkezett mészkő a középkor óta népszerű kőzet, amelyet járólapként, konzolként, díszítőelemként (pl. esztergomi bazilika Bakócz-kápolnája, a Visegrádi vár reneszánsz oroszlános kútja), valamint szobrok és műalkotások anyagaként is láthatunk.

A Villányi-hegység számtalan díszítőköként is alkalmas és a műemlékekben megtalálható tömött mészkövet rejt. A Siklós környéki bányákból került elő a kiváló fizikai tulajdonságokkal rendelkező (Török 1999) „siklói zöld” néven ismert kávébarna és zöldes árnyalatú, foltos jellegű, középső triász korú kőzet (mai előfordulás pl. Zuhánya-bánya). A jura korban keletkezett mészkövek, a siklói vörös, sárga és fehér egyaránt vékony vörös

sztilolitos ereket tartalmazó kőzetek, amelyek már a középkor óta ismert díszítőkövek (mai előfordulás pl. Rózsa-bánya) (2. ábra).



2. ábra. Magyarország néhány fontosabb díszítőköként használt tömött mészkőve:
a) tardosi vörös (jura), b) siklósi zöld (triász), c) siklósi sárga(vörös) (jura),
d) villányi szürke (kréta)

A Dunántúli-középhegységben sok helyen, változatos megjelenésű tömött mészkő fordul elő, melyek közül kiemelendő a Bakonyban a Sümeg környékén előforduló kréta mészkő, a Balaton-felvidéken található triász mészkövek és a Zirc környékén ismert kréta korú tömött mészkövek. Budapest térségében és a Budai-hegység területén megjelenő eocén

tömött mészkövek szélesebb körű felhasználása leginkább a bemutatott időszakot követően a XIX. századtól kezdve jelentősebb.

Az Északi-középhegységben elsősorban a Bükk és az Aggtelek-Rudabányai térségből ismerünk paleozoós és mezozoós tömött mészköveket, amelyek helyi építőanyagként szolgáltak elsősorban középkori emlékeknél.

A durva mészkő jó megmunkálhatósága, könnyű faraghatósága miatt már a római kortól kedvelt építő- és díszítőkö volt. A miocén korban keletkezett, tengeri eredetű, sárgásfehér-fehér, porózus, viszonylag könnyű kőzet számtalan típusa ismert, amelyek közül az egyik legelterjedtebb az ooidos mészkő. Ez jól kerekített szemcséket (ooidokat) tartalmaz, amelyek halikrához hasonló 0,2–2 mm-es gömb jellegű mészanyagú szemcsék, de genetikájukat tekintve inkább mikroonkoidok. Az „ooidos” típus mellett még finomszemű mikritesebb változat és durvább szemű héjtöredékes „szarmata mészkő” változat, valamint vörösalgákban gazdag változatai is ismertek a műemlékekből (Török 2004). A kőzet szöveti jellegei alapján sok esetben elkülöníthetők az egyes előfordulások. A Budapest környéki, kőbányai, budafoki, biai és sóskúti kőzetváltozatok porozitása jelentősebb, elérheti a 37%-ot is (Pápay és Török 2006), de bányásztak olyan rétegeket itt is, amelyek jóval kisebb porozitású és jelentősebb szilárdságú kőzeteket adtak. A Fertőrákos térségében és a Lajta-hegységben található kőzetek többsége idősebb miocén korú (bádeni), és kőzetalkotóikban is eltérnek, hiszen a vörösalgák (Lithothamniumok), foraminiferák és héjtöredékek, egész kagylók gyakoriak. Átlagos porozitásuk is kisebb inkább 20% körüli vagy az alatti értéket ad. A durva mészkő általában kis szilárdságú (többnyire 10 MPa alatti nyomószilárdság). Nagymértékű közlekedő porozitása miatt a kőzet vízfelvétele magas, és ezért vízerzékeny kőzetnek tekinthető, így víz hatására szilárdsága jelentősen lecsökken (gyakran 50%-nál jobban, akár harmadára is). Ezt a tulajdonságát már korán felismerték így építészeti felhasználásakor már a római időktől kezdve figyelembe vették.

A forrásvízi mészkő, édesvízi mészkő, travertin vagy travertino, a római birodalom kedvelt építő- és díszítőköve volt, ezért nem meglepő, hogy a Pannónia területén fellelhető előfordulásokat már felhasználták. A krémszínű, barnássárga, változó pórusméretű kőzet uralkodóan édesvízi forrásokban vagy források által táplált tavakból, vízfolyásokban keletkezik. Keletkezési környezetétől függően is változatos makroszkóposan és mikroszkópos megjelenésű formái ismerhetők fel a hazai műemlékekben (Török 2005). A forrásvízi mészkövek látszólagos porozitása (2–11%) és nyomószilárdsága (~30–120 MPa) is szélsőségesen változó, a kőzettípustól függ. A felhasználásakor, már a kezdetektől, figyelembe vették hogy rétegzést, laminációt mutató típusok terhelhetősége a rétegzésre merőlegesen jelentősebb.

Az édesvízi mészkövek egy különleges változata az ún. „réti mészkő”, vagy népi nevén darázkő, amely az alföldi területekre jellemző, talajosodási folyamatokkal összefüggésben kialakult kemény, de sok esetben porózus mészkő, amely vékony padokat alkot. Más kőanyag hiányában ezt a kőzetet találták meg a sikvidéken, ezért már a XI. századtól kezdve templomok alapozásához és a népi építészetben is használták (Juhász 1982, Sztrinko 1982).

A márgák agyagtartalmuknál fogva az időjárás hatásaira érzékenyebben reagáló kőzetek, ezért az építészetben és a művészetekben leginkább a magas kalciumtartalmú mészmárgákat használták fel. A Buda környéki márgák már a Római Birodalom idején ismertek voltak. Ebben a térségben előforduló eocén mészmárgák 2% körüli porozitással rendelkező viszonylag szilárd kőzetek (nyomószilárdságuk meghaladhatja a 30–40 MPa-t is), amelyek szintén meglehetősen változatos szöveti bélyegeik alapján több kőzettípusra oszthatók: a tipikus budai márgára, az ún. bryozoás márgára és ezek átmeneti típusaira (Kertész és Szabó-Balog 1988). A Buda környéki márgák építészeti-művészeti felhasználása is sokrétű (Árpás et al. 1993).

3.2. Homokkövek és konglomerátum

A törmelékes üledékek közül a homokkő a legelterjedtebben használt műemléki kőanyag. Változatos ásványi összetételű, de uralkodóan kvarcból álló kőzetváltozatai a legismertebbek. Szemcse méretében a 2–0,06 mm közötti frakció dominál, de számos esetben megfigyelhetünk 2 mm-nél nagyobb, kavics szemcséket is a beépített kőanyagban. A kvarc homokkövek minőségét és felhasználhatóságát elsősorban a kötőanyaguk befolyásolja, a kovás kötőanyagú kvarc homokkövek szilárdsága vetekszik a legszilárdabb magmás kőzetekével. Nyomószilárdságuk szélsőségesen változó, néhány tíz MPa-tól egészen a 100 MPa-t is meghaladó mértéket ölthet. A homokkövek porozitása is változó, 1–2%-tól akár a 10–20%-ot is elérheti a beépített kőzetváltozatoknál. A kőzet színét elsősorban kötőanyaga és a kis mennyiségben megjelenő vasoxid-ásványok befolyásolják, hiszen megkülönböztethetünk vöröses-barnás hematitos, limonitos homokköveket, de szürke, szinte vas-oxidmentes változatai is ismertek. A múlt művészeti és építészeti emlékei közül a legismertebb példája a „permi vörös homokkő”, amely a Balaton-felvidéken és a Mecsekben található. Ezek a területeken még a triász korban is képződött vörös homokkő, így a műemlékvédelemben, a hagyományok alapján a beépített változatainál csak „vörös homokkő” néven ismert, kor megjelölése nélkül. A földtani újkorban, az oligocénben is képződött az építészeti emlékekből jól ismert homokkő, az ún. hárshegyi homokkő. Ez Budapest környékén és attól É-ra (Hárshegy, Ezüsthely, Budakeszi) is megtalálható rozsdabarnás és szürke, helyenként barnászöld színű, jellegzetes, sok esetben apró kvarc kavicsokat is tartalmazó kőzet. Jelentős előfordulása ismert még a Duna bal partjáról is (Vác és Romhány vidéke). A legfiatalabb pannon korban keletkezett homokkövek két olyan régió építészeti emlékeiben jelentősebbek, ahol a felszínen is megjelennek: a Keszthelyi-hegységben és a Mecsekben.

Konglomerátumok, a 2 mm-nél nagyobb lekerekített szemcsékből álló cementált üledékes kőzetek közül a vörös változatok a Balaton-felvidék és a Mecsek térségében a homokkövekkel együtt jelennek meg. A barnás árnyalatú oligocén változatok a hárshegyi homokkövekkel együtt fordulnak elő. Nyugat-Magyarországról egy jellegzetes sötétszürke konglomerátum, a cáki konglomerátum ismert, de kis területre korlátozódó előfordulása miatt inkább érdekességnek, semmint jelentős építészeti kőanyagként kell tekintenünk.

3.3. Mélységi magmás és metamorf kőzetek

Mélységi magmás kőzetek nagyon korlátozott elterjedésüknél fogva sem jelentősek az épített emlékeinkben. A Bükk térségében található gabbroid kőzetek (diabáz) nem tekinthetők a múltban, nagymértékben és széles körben használt építészeti kőanyagnak. A Mórági térség gránitos kőzetei erősen tektonizáltak, repedezettek, így felhasználásuk nem jelentős. Hasonló mondható el a Velencei-hegység granitoidjairól is. A műemlékekben vagy művészeti alkotásokban fellelhető gránitos kőzetek mindegyike az ország mai területén kívülről származik. Erre szemléletes példát közöl Kertész (1997) megemlítve, hogy a Szombathelyen feltárt római kori gránitoszlopok (Iseum), vagy a székesfehérvári bazilikában másodlagosan beépített római kori, és a Jákon található egykori római kori, de ma már újkori emlékműnek használt gránit oszlopok kőanyaga valószínűsíthetően a mai Olaszország területéről kerülhetett Pannóniába.

A metamorf kőzetek hazánk mai területén leginkább a nyugati határszélen jellemzőek, ahol az alacsony metamorf fokú agyagpaláktól egészen a magas metamorf fokú gneiszig változatos formáik találhatók. Fizikai tulajdonságaik általában nem kedvezőek (irányított szövetük miatt) ezért kevés kivételtől eltekintve nem jelentős az előfordulásuk a hazai műemléki kőanyagok között. A Bükk és a Balaton térségében előforduló palákra is igaz ez a megállapítás.

A mai Magyarország területén bányászati módszerekkel gazdaságosan kitermelhető márványok nem ismertek. A legjelentősebb előfordulás az ÉK-magyarországi régióból ismert szürkésen sávozott ún. „rakacai márvány” Magas kristályos fokú, már a márvány felé átmenetet mutató mészköveket ismerünk Szabadbattyán-Polgárdi térségből is. A hazai XVIII. század előtti építészeti-művészeti emlékekben található márványok többsége ausztriai (Zöldföldi et al. 2004), de a műalkotásokban itáliai és görög márványok is megjelennek. Az erdélyi és felvidéki márványok szélesebb körű építészeti alkalmazása inkább már a XVIII. századtól kezdve jelentősebb, és főképpen a XIX. század és XX. század elején jellemző, mint teherhordó szerkezetek (pl. oszlopok, lépcsők), burkolatok vagy díszítőkövek.

3.4. Vulkanikus kőzetek és ezek piroklasztikumai

A Pannon-medence nagyobb és építészeti leg felhasználható vulkanikus kőzetei meghatározott korokhoz köthetők, így az eocén, uralkodóan andezites vulkanizmus mellett a miocén riolitos-andezites vulkanitok és a legfiatalabb bazaltos vulkáni sorozatok szolgáltatnak megfelelő építő és díszítő anyagot. Jellemző, hogy a vulkanitok mellett inkább a piroklasztikumok dominálnak az épített emlékek között, hiszen a tufák jobban faragható és könnyebben megmunkálható kőzetek, mint a nekik megfelelő vulkanitok.

Az idősebb andezites összetételű kőzetek a Mátra és Velencei-hegység területén jellemzőek. A nagyobb kiterjedésű andezites sorozatok, általában fiatalabb andezit vulkánosságához köthetően a Visegrádi-hegység, a Börzsöny, a Cserhát, a Mátra és a Tokaji-hegység területén jellemzőek. Az andezitet manapság zúzottkőnek használják, de ez a felhasználási mód az útpépítési technológiák XX. századi elterjedése előtt nem volt jellemző.

Így andezitet tömbkőként, vagy esetleg áthalmazott görgeteg formájában (pl. Kisanai Vár) használták fel, de andezitből álló középkori sírköveket is ismerünk. Az andezittufa és agglomerátum kedvelt falazóblokk és terméskő, esetenként díszítőkö volt már a római kortól. de leginkább a várépítések fellendülésével a XIII–XIV. századtól jellemzőbb kőanyag.

A riolitos vulkanitok földrajzilag jól elkülöníthető régiókra jellemzők, így a Mátra- és Bükkaljánál valamint a Tokaji-hegységben gyakoriak. A Börzsönyben is megjelennek savanyú, inkább dácitos összetételű vulkáni kőzetek. Kevés riolittufa ismert még a Mecsekből is. A leginkább a tufás változatait (riolittufa, dácittufa és lapilli tufáik) találjuk meg a magyarországi műemlékekben (pl. Eger, Sárospatak). A savanyú tufák nem csak mint kőanyag, hanem mint barlanglakások és pincerendszerek befogadó kőzetei is jelentősek. Eger pincerendszerét is riolittufába vájták (Kleb 1978). Jellemző riolit változatok még az uralkodóan kőzetüvegből álló formáik, mint amilyen az obszidián, a horzsakő, szurokkő. Az éles szilánkos törésű ilyen üveges riolit változatokat (pl. obszidián) pattintott kőeszközként használhatták fel (T. Biró 2008). A Tokaji-hegység vulkanizmusához is köthető az uralkodóan SiO₂-tartalmú hidrokvarcit, amelynek nagy szilárdságú érdes változatait malomkőként is használták (Hála 1995b).

A bazaltos kőzetek legnagyobb előfordulása a Balaton-felvidéki és bakonyi területeken jellemző, ezen felül még kisebb kiterjedésű bazalt vulkanitok jelennek meg az északi határszélen is (Somoskő). Az épített emlékeinkben előforduló bazaltos kőzetek uralkodóan az előbbi térségből származnak. Tömbkőként inkább bazalttufát találunk meg a helyi műemlékekben, de felismerhetők a tágabb térségből származó bazalttufa darabok távolabbi vidékek épületeiben is (pl. Jáki templom egyes falazóelemei bazalttufából vannak).

4. KŐBÁNYÁK ÉS KŐZETEK A MŰEMLEKEKBEN

4.1. Korabeli kőbányák

A XVII. század vége előtti kőbányászatról nagyon minimális írott forrással rendelkezünk, a legjobb összefoglalást Domokos et al. (1988) adja meg. A bányászati tevékenységet, ha korokhoz kívánjuk kötni, akkor a legkorábbi emlékek a római provinciához, Pannóniához köthetők (Kr. e. I–IV. század). Ekkor több fontosabb kőzetanyag bányászata valószínűsíthető: a porózus, ún. durva mészkőé, a forrásvízi mészkőé, a vörös tardosi tömött mészkőé, valamint a budai márgáé. Római kori bányahelyek közül durva mészkő bánya lehetett Sós-kút térségében, Öskü mellett, és igazoltan a Lajta-hegységben Szent Margita mellett. Forrásvízi mészkövet bányászhattak már a rómaiak Süttő-Dunaalmás térségében és a tágabb értelemben vett mai budapesti régióban (pl. Gellért-hegy, Kiscelli fennsík, Budakalász). A gereszei Tardos-bánya térségében a vörös tömött mészköveket már a rómaiak is fejthették. A vörös kőzet, a méltóságot jelképezte és értékes anyagnak számított, ezért hogy ezt a provincia távolabbi területeire is eljuttathassák olyan utat építettek egészen a Duna partján található Lepavistáig, amely a helyben bányászott kőzet szállítására is alkalmas (Hála 1995a). A római korban már művelt andezittufa fejtőkből származhattak az Aquincum területén talált kőzetek. Az egykori Gorsium térségében előforduló kristályos mészköveket is ismerték és bányászhatták

(Szabadbattyán térsége). Szombathelyre (Savaria) szállított palákat használtak az egykori római út anyagául, amelynek bányahelye is a tágabb térségben lehetett.

A Római Birodalom bukását követően, az elkövetkező hét századból (V–X. század) a bányászati tevékenységre utaló nyomokat nem ismerünk.

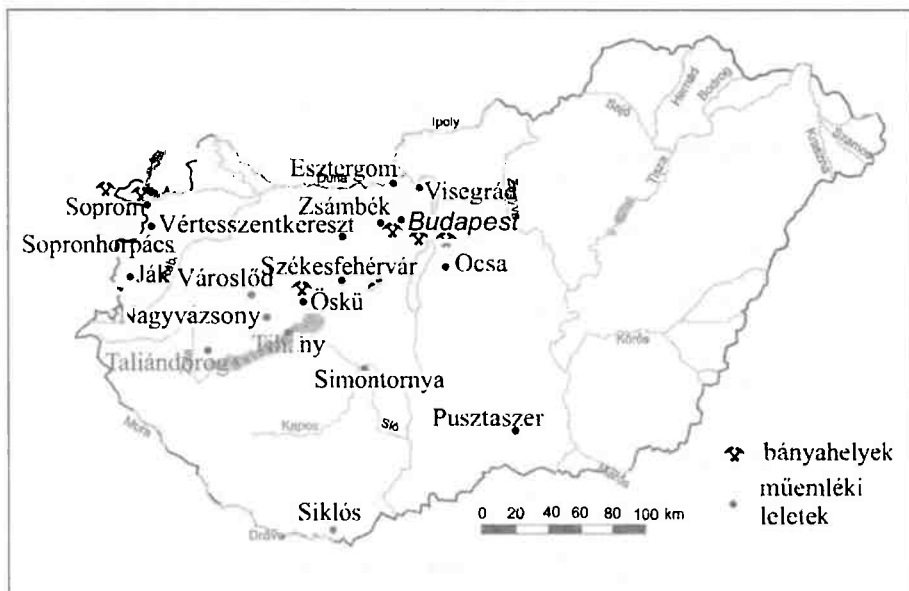
A román periódustól (XI–XIII. század) már viszonylag intenzív bányászat folyhatott, de elsősorban az egyházi és egyúttal védelmi jellegű épületek anyagához nyithattak bányákat. Ekkor már ismert és használt kőanyag volt a durva mészkő (3. ábra), a forrásvízi mészkő (4. ábra), a tömött mészkő, a homokkő, az andezittufa, a bazalttufa. A bányahelyek kialakításánál a hagyományosan már ismert és művelt területeken kívül a kőzet minősége mellett döntő szempont volt a lelőhely közelsége, hiszen az akkori viszonyok között nagyobb mennyiségű kőanyag elszállítása különösen nehéz és időigényes feladatnak számított. Ennek megfelelően az egykori bányahelyek az épületek-építmények térségében, közelében helyezkedtek el. Az Árpád-korban már számos kőfaragó műhely működhetett. Ismert és történeti dokumentumokkal bizonyított az esztergomi a pécsi és a piliszentkereszti kőfaragó műhely (Domokos et al. 1988). Az Árpád-korból származó kőfaragványok hazánk nagy területéről ismertek (5. ábra).

A gótikát (XIII. század végétől) és a reneszánsz periódust is a jelentős kőbányászat és építési tevékenység jellemezte, széleskörű és változatos kőfelhasználással. A királyi paloták, a várak sok esetben az egykori bánya területen és magán a „bányateleken” épületek fel. Ez jól megfigyelhető többek között a visegrádi vár vagy a visegrádi királyi palota esetében. Több helységnevünk utal arra, hogy a településen már a XIV. század első felétől kőbányászat folyhatott (pl. Kőkút, Köveskál, Kővágóórs) (Domokos et al. 1988).

A török uralom idején sok esetben a korábbi épületek anyagát bontották el és használták fel, intenzív kőbányászati tevékenység nem volt jellemző.

A török birodalom bukását követően (XVII. század vége) megindult újjáépítés miatt a kőbányászat újból fellendült. Ehhez még az is hozzájárult, hogy a városokban, így Pesten is a XVIII. század közepétől megindult az utak nagyobb arányú lekövezése, amelyhez helyi kőanyagot is használtak (Hála 1995c). Az egykori Buda és Pest tágabb térségében a XVIII. században triász dolomitot, eocén mészkövet és márgát, oligocén homokkövet, miocén durva mészkövet, valamint pleisztocén édesvízi mészkövet bányásztak. A kőfaragás és kőbányászat nem csak az utak kiváltsága volt, hiszen valószínűsíthetően a helyi lakosság házépítésre is fejthetett kőzetet, mint ahogy azt példák is mutatják (Szakáll és Viga 1984, Viga 1985), de helyben bányászott kőzetet más helyen is felhasználták a tehetősebb családok házépítésre (pl. Hegyalja).

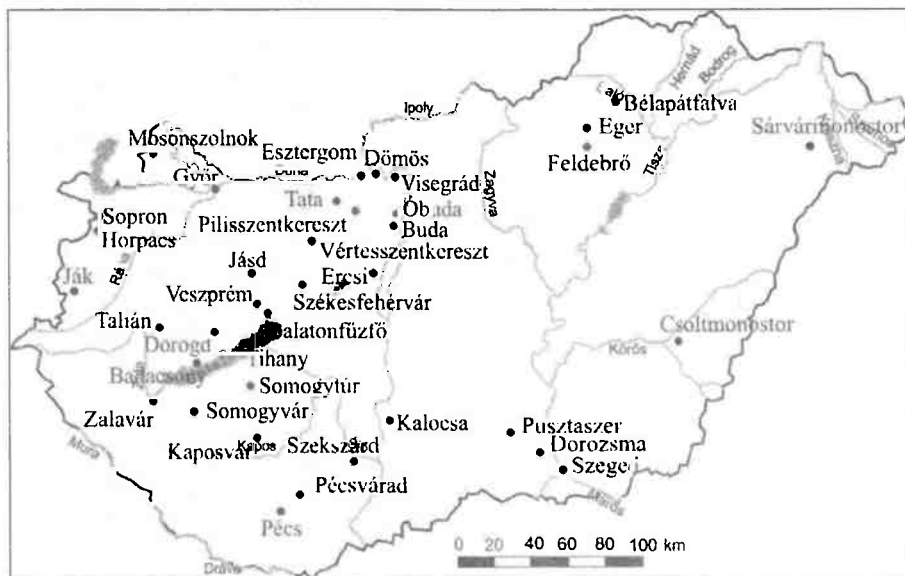
A kőbányászat különleges formája, amikor nem csak a kőzetanyag kitermelése a cél, hanem a kialakított üregek lakóhelyül is szolgálnak. A legismertebb ilyen területek a Bükkalján (pl. Eger térsége) és Hegyalján találhatók. Itt a könnyen faragható és megmunkálható tufákba (leginkább riolitos-dácitos összetételű) alakítottak ki barlanglakásokat, de istállókat és szálláshelyeket is. A Tihanyi-félszigeten az ún. barátlakások, vagy a Bükkalja riolittufába vájt kaptárkövei (Kleb 1978) már vallásos, de köbe vájt emlékeknek tekinthetők.



3. ábra. A durva mészkő fontosabb középkori bányahelyei és előfordulása a XI. századtól épült műemlékekben és régészeti lelőhelyeken (Kertész 1982 nyomán kiegészítve)



4. ábra. A forrsvízi mészkő fontosabb középkori bányahelyei és előfordulása a XI. századtól épült műemlékekben és régészeti lelőhelyeken (Kertész 1982 nyomán kiegészítve)



5. ábra. Árpád kori kőfaragványok műemléki lelőhelyei a székesfehérvári 1978-as kiállítás anyaga alapján (Kertész 1982 nyomán)

4.2. Néhány műemlék és kőanyaga

Hazánk kőből épült műemlékeinek a felsorolása jelentősen meghaladná a jelen tanulmány kereteit, ezért inkább a jelentősebb műemlékekből szemelvényesen mutat be néhányat ez a fejezet.

A Római Birodalom részét képező Pannonia provinciában csakúgy, mint a birodalom többi részében a kő fontos szerepet töltött be. Ennek megfelelően a máig megőrződött épített emlékeink nagy része kőből van. A római korra jellemző, hogy alapos ismeretüknek megfelelően az építési helyszínekhez legközelebb fekvő, vagy esetleg vízi úton szállítható kőanyagot termelték ki.

Ki kell emelni Pannonia fővárosaként számon tartott Carnuntum-ot, amely a mai Ausztria területére esik (Bad Deutsch-Altenberg). Itt egy amfiteátrum és városfal, valamint torony őrzi az egykori gazdagságot. Ezek vegyes kőzetanyagúak, de uralkodóan a Lajta-hegységből származó durva mészkőből és a mai Ausztria területéről származó tömött mészkővekből állnak. A későbbi Pannonia Inferior (Alsó Pannónia) székhelye pedig Budapest mai területén, Óbudán található Aquincum volt. Itt a kőanyag szintén a település közeléből származott, főképpen forrásvízi mészkő, de megtaláljuk a budai márga meszes padjait és egyéb karbonátos kőzeteket is. A megőrződött vízvezeték és polgárvárosi Amfiteátrum uralkodóan jó teherbírású és fagyálló forrásvízi mészkőből épült (6. ábra). Különleges emlékek még a római korból származó lakóépületek, amelyek közül például a város szívében (Budapest, I. kerület, Medve u.) feltárt településen a budai márga meszes padjait használták



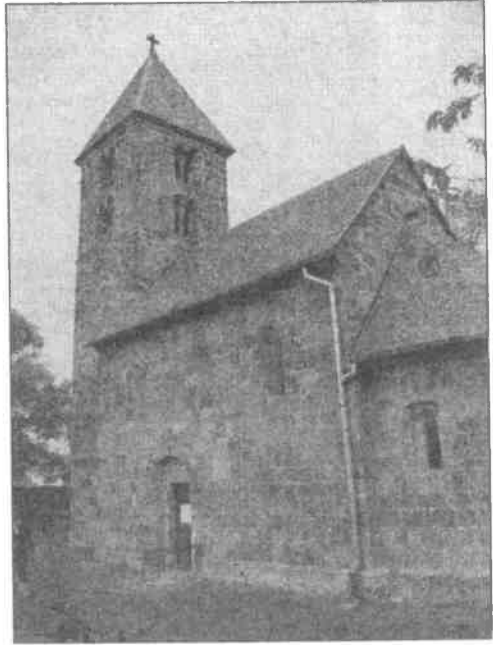
6. ábra. *A római korban épült aquincumi amfiteátrum kőanyaga uralkodóan forrásvízi mészkő*

fel építőanyagként. A helyi kőanyag felhasználása jellemző többek között Pécs (Sophiane), Székesfehérvár (Alba Regia), Nagytétény (Campona), Szöny (Brigetio), Esztergom (Solva) és Tác (Gorsium) területén feltárt római emlékeknél is.

Hosszú évszázadokat átívelő szünet után a XI. századtól kezdve ismét találkozhatunk kőből álló műemlékkel. A XI. század elején felszentelt zalavári bencés apátság faragványai a mai Ausztria területéről (Salzburg) származó márványból állnak (Domokos et al. 1988), de a nagyobb mennyiségű kőanyagot igénylő épületeknél már helyi vagy közelben található kőzeteket használtak fel. Így a XI. századra datálható visegrádi Szent András monostornál helyi andezittufát, vagy az esztergomi várhegyről ismert falmaradványokból szintén andezittufát találhatunk. Az épségben megőrződött XI. századi tehető altemplomok (pl. Tihany, Feldebrő) is részben helyi kőanyagból állnak. A román stílusjegyeket felmutató épületek közül a legszebb állapotban lévő és viszonylag épen megőrződött erőd templomokat kell kiemelni. A jáki templom elsősorban miocén durva mészkőből áll, amelyet a mai Magyarország területén található Fertőrákos környéki kőfejtők mellett az Ausztria területére eső kőfejtőkből (Szent Margit) is származtathatunk (7. ábra). A durva mészkő mellett homokkő és bazalttufa is megtalálható a templom kőanyaga között (Kertész 1982). A jáki templomhoz hasonló korú (XIII. század) sopronhorpácsi templom is főként durva mészkőből, de emellett még homokkőből is áll. A román stílusjegyeket mutató zsámbéki templomrom szintén uralkodóan miocén durva mészkőből épült, amelyet a Sós-kút és Bia környéki bányákból fejthettek. Ez a durva mészkő változat anyagában és korában is eltér a jáki templomnál talált kőzetváltozatoktól (ld. részletesebben Török 2004). A Bükkben a közelben található



7. ábra. A jáki templom (XIII. sz.) kőanyaga a miocén korban képződött durva mészkő, de kis mennyiségben homokkő és bazalttufa is található itt



8. ábra. A nagybörzsönyi román kori templom (XIII. sz.) kőanyaga andezittufa

triász korú tömött mészkőből áll a bélapátfalvi ciszterci kolostorának romja. A pannonhalmi apátság XIII. században felszentelt harmadik apátsági templomának (Lövei 1998) építéséhez már távolabbról származó kőzeteket is használtak, így a tardosi vörös tömött mészkövet ismerhetjük fel az oszlopok és lépcsők anyagában.

A tatárjárást csak néhány kőfallal körülvett település tudta kivédeni, így Veszprém, Sopron, valamint Buda Vára, amelyek mindegyike helyi építőköből, többségében mészkőből álltak. A XIII. század második felétől a tatárjárást követően megindult a várépítés és a városokat is kezdték várfallal körülvenni (Lövei 1998). Ezekből az időkől már több épület falmaradványai is megőrződtek, így a budavári Nagyboldogasszony templom (Mátyás-templom) forrásvízi mészkőből álló falmaradványai, a veszprémi Gizella kápolna, de viszonylag épen maradt templomokat is ismerünk. Ilyen többek között a nagybörzsönyi templom, amely andezittufából áll (8. ábra). A várak közül a sümegi, a cseszneki, a tatai, a várgesztesi és a diósgyőri várak tömött mészkőből, a sziglieti vár bazaltból és bazalttufából álló falai, vagy a visegrádi Salamon-torony és alsó vár andezittufa falai készültek ekkor. A középkori várépítés szép emlékei még a Villányi-hegységi triász és jura tömött mészkövet felvonultató Siklói Vár, az andezit és andezittufa falakból álló hollókői vár és Szanda vára. Bazaltból áll a valószínűsíthetően XIV. században épült Somló Vára (9. ábra). Azokon a



9. ábra. Somló várának uralkodó kőanyaga a bazalt, de emellett néhány forrásvízi mészkő tömb is megfigyelhető a romos várfalban

területeken, ahol kőanyag nem állt rendelkezésre igen változatos és akár távolabbi régiókból származó kőzetet is találhatunk. Kiváló példával szolgál erre a Simontornyai vár, amelyben riolittufa, durva mészkő, forrásvízi mészkő, budai márga és pannon homokkő kőanyagokat sikerült azonosítani (Kertész 1982).

A késő gótikus és reneszánsz stílus elterjedését számos neves kőépületünk és műemlékegyüttesünk jelzi (Farbaky 1998a). A nagyszabású építkezések közül a visegrádi palota késő gótikus emlékei, a díszudvar a tardosi vörös mészkőből álló kúttal (10. ábra). Az esztergomi Bakócz kápolna szintén tardosi vörös mészkő együttese az egyik legkorábbi és legszebb kőből épült reneszánsz emlékünk (XVI. század eleje).

A török hódoltságot megelőzően és a török hódoltság idején a törökök által nem elfoglalt területeken intenzív várépítés folyt. Az egi vár riolittufa-dácittufa falait ekkor erősítették meg. A XVI. századra tehető többek között a sárospataki vár kibővítése, amelyhez helyi riolittufát használtak. A további munkálatok már áthúzódtak a XVII. századra (Farbaky 1998b).

A török hódoltság alatt a mohamedán építészet emlékei közül ki kell emelni a helyi dácit és riolittufából álló egi minaretet, a pécsi tömött mészkőből álló dzsámit, a budai oldalon található, általában vegyes kőzetanyagú (márga, homokkő, tömött mészkő) fürdőket (pl. Rudas, Király).



10. ábra. A visegrádi királyi nyaralópalota (XV. sz.) díszudvarán található kút, a Hunyadi család címerével: anyaga tardosi vörös tömött mészkő

A török időket átvészelő országban meginduló újjáépítés a XVII–XVIII. század barokk építészeti emlékeiben csúcsonylik ki. Ekkor számtalan kőből álló vagy változatos kőanyagot is befogadó egyházi épület és kastély épül. Ezen felül gazdagabb családok kúriái és a meginduló városiasodás is újabb általában csak részben kőből álló emlékeket hagyott ránk. A fertői kastélynál durva mészkövet láthatunk, hasonlóan a nagytétényi kastélyhoz. A gödöllői Grassalkovich és a keszthelyi Festetics-kastélyban változatos kőanyagot találunk, elsősorban díszítőelemként. A legnagyobb szabású építkezés talán a budai királyi palota építése volt, amely a török időben nagyrészt elpusztult korábbi középkori vár helyére épült. Itt a felhasznált kőanyag szintén tükrözi a környék geológiai felépítését, hiszen a Vár-hegyet alkotó forrásvízi mészkő fontos szerepet kap az épületegyüttesnél. A templomokat és az ekkor épült egyéb épületeket szinte felsorolni is lehetetlen, de legtöbbszörre jellemző, hogy a barokk pompának megfelelően kőanyaguk változatos és leginkább belső díszítésként látható, vagy dúsan faragott kőkapuzatként

jelenik meg. A kőzetek között sok a távoli vidékről származó változat a helyi kőanyag szerepe már nem olyan jelentős, mint a korábbi időkben.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Műemlékeink és művészeti alkotásaink között kiemelkedő szerep jut a kőből álló emlékeknek. A kő felhasználása periódusonként változó intenzitású volt és a koroknak megfelelően változott a „kő divatja” is. A római korban a forrásvízi mészkő (travertin) jellemző, hiszen a Római Birodalom akkori központját jelentő Rómában is kedvelt kőanyag volt. A durva mészkövet könnyű megmunkálhatósága miatt kedvelték, és bányászták, de találunk márgából, tömött mészkövekből (tardosi) álló emlékeket is, hiszen a kő kiemelkedő szerepet töltött be a római kultúrában. A római birodalmat követően több évszázadon át nem volt jellemző a kő építészeti felhasználása hazánk területén. A kereszténység hódításával és az egyházi építészeti igény megnövekedésével a követ újra felfedezték, így a román periódustól (XI–XIII. század) kezdve már viszonylag intenzív kőbányászat folyt hazánk több területén, műemlékek és faragványok nagy száma jelzi, hogy a kő fontos részét képezte az akkori

kultúrának. A gótika szintén a kőfelhasználás jegyében telt el, de igazi változatosságot és a kőzetek még szélesebb körű felhasználását a reneszánsz periódusra tehetjük. Ekkor az itáliai kőfaragó mesterek beáramlásával virágzott a kőipar és a kőfaragás kultúrája. A török hódoltság ezt a virágzást visszavetette, a kőbányászat is lecsökkent és az egykori építmények kőanyagát újra felhasználva építkeztek. A török birodalom bukását követően újból kialakult a kőzetek felhasználásnak kultúrája. Ekkor azonban már nem az itáliai hatás, hanem a Habsburg uralkodóháznak köszönhetően bajor mesterek érkeztek hazánkban újjá teremtve az egykori kőkultúrát. Az újjáépítés, a kereskedelem fejlődésével és a meginduló építkezéseknek köszönhetően újabb bányákat nyitottak és a városokban egyre újabb épületek készültek el. A kőbányászat és a kőfelhasználás igazi virágkora és volumenének ipari méretekre történő fejlődése már a tárgyalt periódust követő időszakra, a XIX. századra és a XX. század elejére tehető.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány elkészüléséhez támogatást nyújtott az OTKA K63399 sz. kutatási projektje. Adatokat és értékes információkat kaptam Dr. Kleb Bélától, Dr. Kertész Páltól és Dr. Szakáll Sándortól. Az anyaggyűjtésben segített Emszt Gyula és Árpás Endre László, akiknek hálával tartozom.

IRODALOMJEGYZÉK

- Árpás E., Emszt Gy. Gálos M., Kertész P. Marek I. 1993: Az úgynevezett Budakörményi márga és jelentősége a magyar építészettörténetben. In: Lövei P. (szerk.) *Művészettörténet-Műemlékvédelem IV.*. Horler Miklós hetvenedik születésnapjára, 239–258.
- Csemegi J. 1955: *A Budavári főtemplom középkori építéstörténete*. Budapest: Képzőművészeti Alap Kiadóvállalata.
- Domokos O. (szerk). 1988: *Magyar Néprajz II. Anyagi kultúra. Kézművesség*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Farbaky P. 1998a: Késő gótika és kora reneszánsz. In: Sisa J., Wiebenson, D. (szerk.) *Magyarország építészetének története*. Budapest: Vince Kiadó, 63–83.
- Farbaky P. 1998b: Török építészet Magyarországon. Késő reneszánsz. In: Sisa J., Wiebenson, D. (szerk.) *Magyarország építészetének története*. Budapest: Vince Kiadó, 84–107.
- Gálos M., Kertész P. 1981: Műemlékeink építészeti kőanyagkatasztere. *Műemlékvédelem*, **25**, 241–245.
- Gesell S., Schafarzik F. 1885: *Mű- és építőipari tekintetben fontosabb magyarországi kőzetek részletes katalógusa*. Budapest: Franklin-Társulat Könyvnyomdája.
- Haas J. 2001: *Geography and outline of geologic framework*. In: Haas, J. (ed.): *Geology of Hungary*. Budapest: Eötvös Kiadó.
- Hála J. 1976: Adatok a csák-hegyi kőbányászat történetéhez. *MÁFI Évi Jel.* 1974-ről, 103–114.
- Hála J. 1995a: Kőbányászat és kőfaragás a Gerecse hegységben, különös tekintettel a tardosbányai kőfejtők barlanglakásaira. In: Hála J. (szerk.) *Ásványok, kőzetek hagyományok. Életmód és tradíció 7*. Budapest: MTA Néprajzi Kutatóintézet, 308–334.

- Hála J. 1995b: A sárospataki „francia malomkő”. In: Hála J. (szerk.) Ásványok, kőzetek hagyományok. Életmód és tradíció 7. Budapest: MTA Néprajzi Kutatóintézet, 127–155.
- Hála J. 1995c: Útépítőkő-bányászat és -készítés Magyarországon. In: Hála J. (szerk.) Ásványok, kőzetek hagyományok. Életmód és tradíció 7. Budapest: MTA Néprajzi Kutatóintézet, 16–72.
- Hála J., Mészáros B. 2006: A budafoki barlanglakások. In: Hála J. (szerk.) Ásványok, kőzetek hagyományok. Életmód és tradíció 9. Budapest: MTA Néprajzi Kutatóintézet, 90–126.
- Horler M. 1976: Magyarország építészeti kőtöredékeinek helyzetfelmérése. *Építés- és Építéstudomány*, 8/3–4, 453–468.
- Horler M. (szerk.) 1988: Lapidarium Hungaricum, Magyarország építészeti töredékeinek gyűjteménye, 1. Általános helyzetkép. Budapest: Országos Műemlékvédelmi Felügyelőség.
- Juhász A. 1982: A réti mészkö kitermelése és felhasználása a Duna–Tisza köze déli részén. In: Zsámboki L. (szerk.) *Közlemények a magyarországi ásványi nyersanyagok történetéből I.* 145–166. Miskolc: Nehézipari Műszaki Egyetem.
- Kertész P. 1982: A műemléki kőanyagok bányahelyeinek kutatása. *Építés- és Építéstudomány*, 1–2, 193–228.
- Kertész P., Szabó-Balog A. 1988: Provenance and petrographical problems of the building and ornamental stone materials of Hungarian Renaissance architecture. *Periodica Polytechnica*, 32/3–4, 169–193.
- Kertész P. 1997: Műemléki kőanyagok földtani-közettani elemzésének eredményei. <http://www.kfki.hu/chemonet/hun/olvaso/geochem/muemlek.html>. 1–12.
- Kleb B. 1978: Eger múltja a jelenben. Budapest: KözDok Kiadó.
- Lövei P. 1992: A tömött vörös mészkö (vörös márvány) a középkori magyarországi művészetekben. *Ars Hungaria*, 20/1–3, 28
- Lövei P. 1998: Romantika és gótika. In: Sisa J., Wiebenson, D. (szerk.) Magyarország építészetének története. Budapest: Vince Kiadó, 21–61.
- Lövei P. 2005: Kőanyagvizsgálat. művészettörténet, műemlékvédelem. *Archeometriai Műhely* 2005/3, 1–6.
- Motil L. 2004: A tardosi (gerecsei) kövejtés történeti emlékei. Tardos: Tardos Községi Önkormányzat Kiadványa.
- Németh J.-né 1999: A sóskúti kőbányászat. *Kő*, 1999/3, 18–19.
- Papp F. 1938: Szent István korabeli építőkövek a Dunántúlról. *Technika*, 19, 359–363.
- Pintér F., Szakmány Gy., Demény A., Tóth M. 2001: „Vörös márvány” műemléki kőanyagok eredetének kutatása. *Földtani Kutatás*, 38/2, 21–23.
- Pintér F., Szakmány Gy., Demény A., Tóth M. 2004: The Provenance of „Red Marble” Monuments from the 12–18th Centuries in Hungary. *European Journal of Mineralogy*, 16, 619–630.
- Schafarzik F. 1904: A magyar szent korona országainak területén létező kőbányák. Budapest: Franklin-Társulat Könyvnyomdája.
- Szakáll S., Viga Gy. 1984: A Bükkalja kőbányászatához és kőfaragásához I. Bogács. In: Zsámboki L. (szerk.) *Közlemények a magyarországi ásványi nyersanyagok történetéből II.* 93–121. Miskolc: Nehézipari Műszaki Egyetem.
- Sztrinko I. 1982: A réti mészkö a Duna–Tisza közti építészetben. In: Néprajzi tanulmányok Dankó Imre tiszteletére. 159–171. Debrecen: Déri Múzeum.
- T. Biró K. 2008: Kőeszköz-nyersanyagok Magyarország területén. – In: (Szakáll S. szerk.) Az ásványok és az ember a mai Magyarország területén a XVIII. század végéig. Fókuszban az ásványi anyag. *A Miskolci Egyetem Közleményei A sorozat, Bányászat*, 74. kötet 11–37.

- Török Á. 2004: Leithakalk-type limestones in Hungary: an overview of lithologies and weathering features. In: Prikryl, R. Siegel, P. (eds): Architectural and sculptural stone in cultural landscape. Prague: The Karolinum Press. 157–172.
- Török Á. 2005: Travertinó a műemlékekben: fácies jellegek, fizikai tulajdonságok és kőzetdiagnosztika. *Földtani Közöny*, **135/4**, 571–584.
- Török Á. 2007: Hungarian dimensional stones: an overview. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*. **158/3**, 361–374.
- Viga Gy. 1985: Kőmunkák egy bükkaljai faluban. *Studia Folkloristica et Ethnographica 17* Debrecen: Kossuth Lajos Tudományegyetem.
- Zöldföldi J., Pintér F., Székely B., Taubald, H., T. Biró K., Nráv Zs., Tóth M., Satir, M., Kasztovszky Zs., Szakmány Gy. 2004: Római márványtöredékek vizsgálata a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményéből. *Archeometriai Műhely*, **2004/1**, 40–46.