

HARTAI ÉVA,

GEOLÓGIA

18



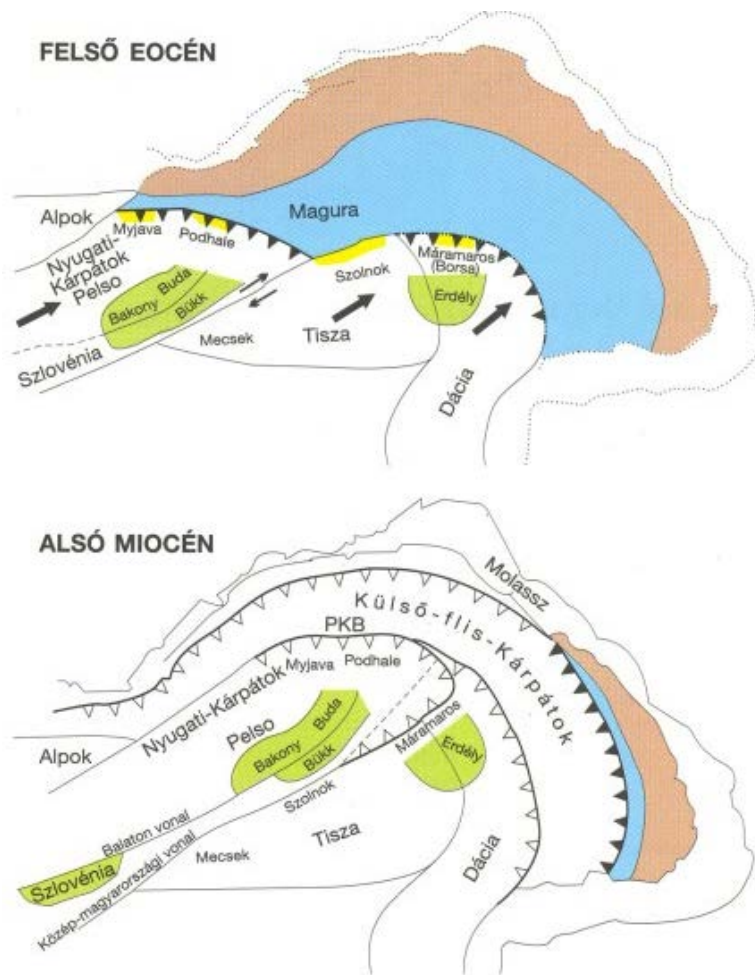
A Műszaki Földtudományi Alapszak tananyagainak kifejlesztése a
TÁMOP 4.1.2-08/1/A-2009-0033 pályázat keretében valósult meg.

A kainozoikum részletesebb felosztását az alábbi táblázat tartalmazza:

millió év	időszak	kor	korszak	
0,01	NEGYED-IDŐSZAK (KVARTER)	holocén	szubatlanti	
			szubboreális	
			atlanti	
			boreális	
			preboreális	
2,4	pleisztocén	felső	pilisium	
		középső	biharium	
		alsó	villányium	
5,4	HARMAD-IDŐSZAK (TERCIER)	pliocén	pannóniai <i>(csak Magyarországon használt beosztás, a Rétegtani Bizottság javaslata)</i>	
12		miocén	felső	
			középső	szarmata bádeni
17		alsó	kárpáti	
			ottnangi	
			eggenburgi	
25		oligocén	felső	egri
alsó			kiscelli	
30		eocén	felső	priabonai
36			középső	bartoni lutéciai
	alsó		yprézi	
40				
49				
55				

2. ŐSFÖLDRAJZ ÉS SZERKEZETALAKULÁS A KAINOZOIKUMBAN

A kréta végére a Vardar- és a Pennini-óceánág bezáródásával a nagyszerkezeti egységek mindegyike szárazulatra került. Északon és délen még a Tethys más óceánágai határolták őket. Az Ausztróalpi, Tátra-vepori és Magyar-középhegységi nagyszerkezeti egységek összeforrásával a paleogénben létrejött az Alcapa lemeztömb, amely a továbbiakban egységként mozgott.



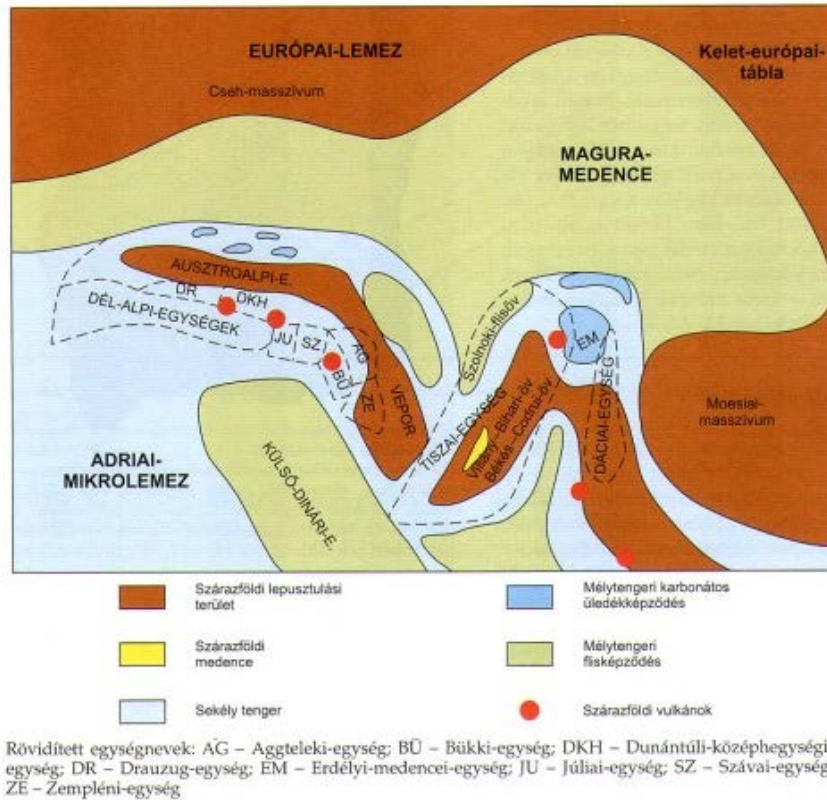
A Kárpát-pannon térség szerkezeti helyzete a felső eocénben és az alsó miocénben [1]
 A Magura-óceán aljzata az alsó miocénre felemésződött.

Az eocén végén és az oligocén elején az Alcapa lemeztömb Déli- és Keleti-Alpok között, a Tisza-Dácia lemeztömb pedig annak közelében helyezkedett el. Jelenlegi területükön a Külső-Kárpátok egykori Tethys-tengeréga (Magura-óceán) húzódott. Ekkorra az alpi térség az erős kompresszió miatt egyre inkább összetörődött, emiatt az Alcapa és Tisza-Dácia lemeztömbök az oligocén végén "kipréselődtek" északkelet felé.

A Magura-óceán aljzata az északkelet felé mozgó, és közben el is forduló lemezek alá szubdukálódott, és felgyűrődött üledékeiből létrejöttek a Külső-kárpáti takarók. Ez a folyamat az alsó miocén végéig tartott. Ekkor a lemeztömbök a stabil Európai lemeznek ütköztek (az Alcapa lemez gyorsabban mozgott, és valamivel hamarabb ütközött).



KÉSŐ-EOCÉN
40–35 millió év



A Kárpát-medence aljzatát alkotó szerkezeti egységek helyzete a késő-eocénben [11]

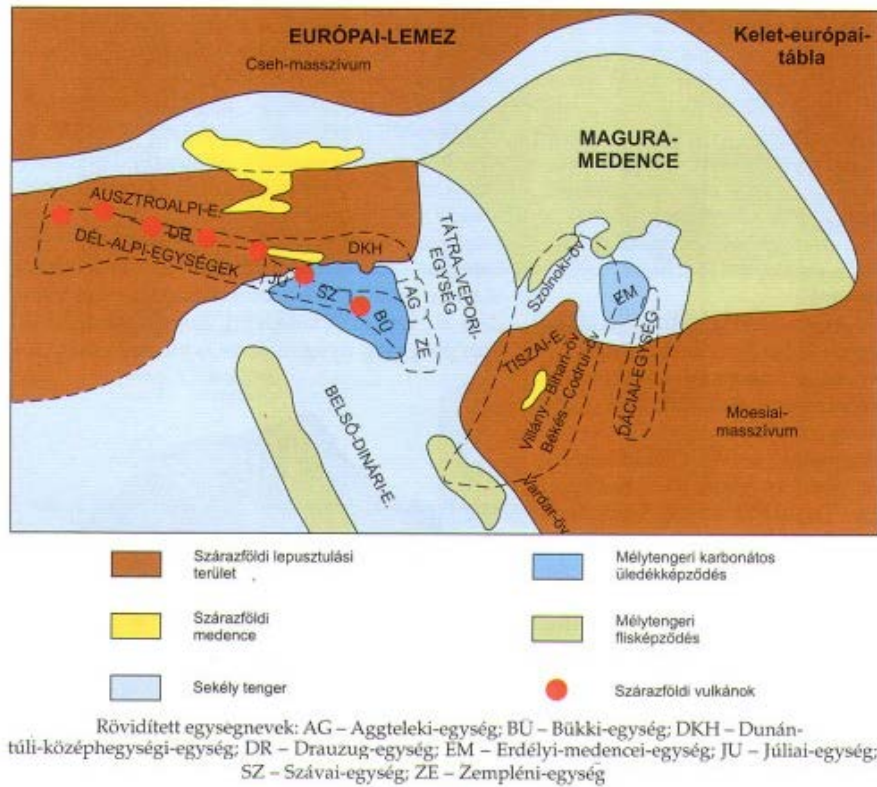
A mozgó lemeztömbök bizonyos részeit a tenger (a Tethys előrenyomuló és visszahúzódó öblei) többször elborította. Az így kialakult epikontinentális tengerrészek az oligocén végéig kapcsolatban álltak a Tethysszel. Ekkor az Alpok és a Dinaridák kiemelkedése miatt ez a kapcsolat megszűnt, és létrejött a Paratethys medencerendszer, amely a Svájci Alpoktól Közép-Ázsiáig húzódott. Ez a paleogén (eocén-oligocén) medencerendszer a beömlő folyóvizek miatt különböző mértékben kiédesedő üledékgyűjtőkből állt, amelyekben sajátos, belső, úgynevezett "endemikus" élővilág alakult ki.

Az *eocén-oligocén* folyamán előrenyomuló tengerágak az Alcapa lemeztömbön a mai Bakony-Budai-hegység-Bükk területén húzódó, úgynevezett Budai Paleogén medencét hozták létre, mely akkor egységet képezett a Szlovéniai Paleogén medencével. Az oligocén végi kilökődés miatt ez a medence a Balaton-vonal mentén kettészakadt, és a Budai Paleogén medence az Alcapa lemezzel együtt északkelet felé mozgott. Mivel a medencén áthúzódó Balaton-vonal két oldalán lévő lemezrészek eltérően haladtak, az alsó miocénben a Budai Paleogén medence tovább darabolódott.

A Tisza-Dácia lemeztömb Magyarországra eső részén paleogén tengerelöntés nem történt, csak az Erdélyi-medence volt vízzel borított terület.



KÉSŐ-OLIGOCÉN
~25 millió év

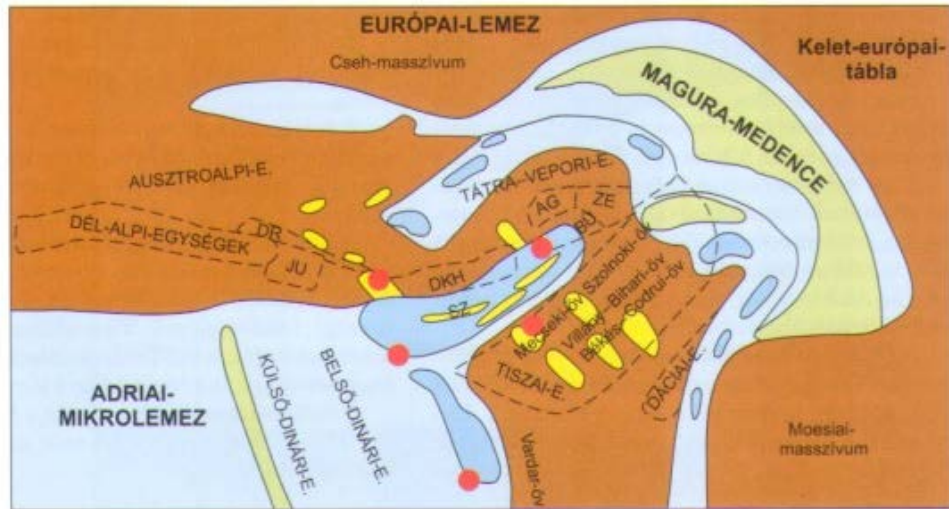


A Kárpát-medence aljátát alkotó szerkezeti egységek helyzete a késő-oligocénben [iii]

A középső miocén kezdetétől az Alpok és Kárpátok által körbefogott, már a jelenlegi helyén lévő, és a jelenlegi aljzattal rendelkező Pannon-medence gyors süllyedésnek indult. Ennek magyarázata, hogy a terület a Magura-óceán szubdukciójával kialakult ívmögötti medencének tekinthető, amely erőteljes szigetív-vulkanizmus kíséretében jött létre. A medence délnyugat felé összeköttetésben volt a Tethys maradványának tekinthető Földközi-tengerrel.



KORA-MIOCÉN
~18 millió év



Röv. egységnevek: AG - Aggteleki-egység; BÜ - Bükki-egység; DKH - Dunántúli-középhegységi-egység; DR - Drauzug-egység; JU - Júliai-egység; SZ - Szávai-egység; ZE - Zempléni-egység

A Kárpát-medence aljzatát alkotó szerkezeti egységek helyzete a késő-miocénben [iv]

A középső miocén végére az összeköttetés megszűnt, és létrejött a kiédesedő vizű Pannon-tó. Ez a tó folyamatosan töltődött fel, és a pannóniai korszak végére eltűnt.

A pleisztocénben a medencén belüli hegységek gyors emelkedése jellemző. Folyóink ekkor már elfoglalták jelenlegi helyüket. A pleisztocén eljegesedés során Magyarország periglaciális terület volt, amit jellegzetes üledékek bizonyítanak. A holocénben folyóvízi feltöltés zajlott.

Mivel a kainozoikumban a nagyszerkezeti egységek egyesültek, és a miocénben elfoglalták jelenlegi helyüket, a hazai földtörténeti eseményeket a továbbiakban nem a nagyszerkezeti egységek szerint tagolva, hanem egységes, időrendi fejlődéstörténetben tárgyaljuk. Magyarország területén paleocén képződményeket nem találunk, ezért az áttekintést az eocéntól kezdve tesszük meg.

3. A KAINOZOIKUM FONTOSABB FÖLDTÖRTÉNETI ESEMÉNYEI

Eocén kor

Az eocén során az Alcapa és Tisza-Dácia lemeztömbök mai helyüknél több száz kilométerrel dényugatabbra helyezkedtek el. A korabeli kőzetekből rekonstruálható események (tengerbenyomulás, üledékképződés, vulkanizmus) tehát nem a kőzetek jelenlegi előfordulási helyén, hanem az akkori környezetben zajlottak.

A mezozoikum és kainozoikum határán lejátszódó kéregmozgások miatt szárazulattá vált mezozóos karbonátfelszíneken a krétában kezdődött **bauxit**képződés helyenként az *alsó eocén*be is áthúzódott. Az eocén közepén indult meg a Zalai-medence felől, Dny-i irányból a paleogén tengerág benyomulása, a Budai Paleogén medence kialakulása. A medencében sekélytengeri üledékek rakódtak le, melyeket a középső eocénből felszínre a Dunántúli-középhegység területén, fúrásban a Zalai medence É-i részén találunk. A tenger a felső eocénben elérte a Bükk-Rudabányai-hegység vonalát.

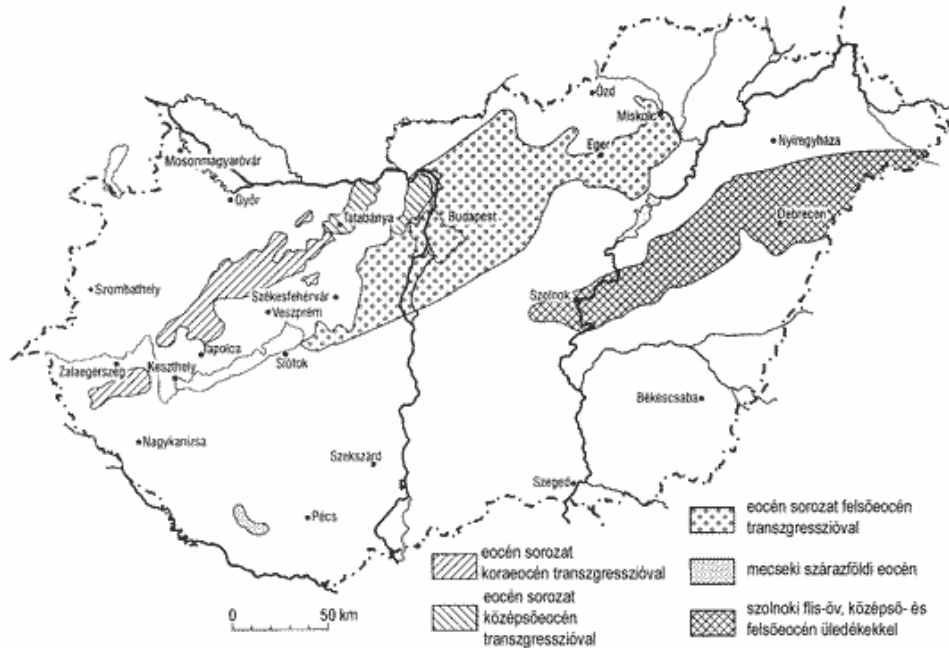
A középső eocén elején, a Dunántúli-középhegység területén az egyenetlen mezozóos térszín mélyedéseit **szárazföldi tarka agyag** tölti ki. A Zalai-medence területét ekkor már sekélytenger borította, melyben mészkő ("**Szőci mészkő formáció**") rakódott le (a Zalai-medencében fúrásban talált kőzetek).

A tenger előrenyomulásával részben paralikus, részben limnikus lágmedencék alakultak ki, melyekben kőszénképződés kezdődött. A **barnakőszén** összlet vastagsága kb. 100 méter. A bányászat főbb központjai Dudar, Balinka, Tatabánya, Oroszlány voltak. Nagyegyháza, Csordakút, Mány

területén egyidejűleg terveztek bányászni a kőszén és a fekvőjében lévő bauxitot.

A területen a fokozódó tengerelöntés miatt a kőszénképződést sekélytengeri üledékképződés váltotta fel, elsősorban márga, alárendeltbben mészkő ("Szóci mészkő") képződött, melyek sok csiga, kagyló- és egysejtű (Foraminifera) maradványt tartalmaznak.

A tenger a *felső eocénben* az Északi-középhegység területére nyomult, sekélytengeri, faunában gazdag üledékes kőzeteket hozva létre. Legelterjedtebb üledéke a "**Szépvolgyi mészkő**", amely tömegesen tartalmaz Nummulites, Discocyclus és Lithothamnium maradványokat. Ez a kőzettípus az egész középhegységi vonulatban megtalálható. Fiatalabb képződmény a "**Budai márga**", mely a Budai-hegységben és attól keletre jellemző. A budai márga képződése az oligocénben is áthúzódott.



Magyarország eocén képződményeinek elterjedése [v]

Az alpi hegységképző mozgások a kréta időszak második felében érték el tetőpontjukat. A takarók egymásra torlódása és a hegyvonulatok kiemelkedése erős lepusztulást és hatalmas mennyiségű flis jellegű üledék képződését eredményezte a kárpát-pannon régióban. A Kárpátok ívét kívülről a nagy kiterjedésű külső-kárpáti flismedence övezte, az ív belső oldalán a belső-kárpáti flis medence alakult ki. Ennek része volt a **Szolnoki flis** medence is, mely Magyarország mai területén Szolnok-Debrecen vonalában nyomozható, és átnyúlik Románia területére, a Gutin hegység. Szélessége 20-30 km. Kizárólag fúrásban, 1-2 km mélységben fordul elő. A sorozatot kőzetanilag agyagmárga (gyakran hieroglifás, vagyis féregnyomos), aleurolit és homokkő alkotja. A flis felhalmozódása a *felső krétától az oligocén végéig* tartott.

A *középső eocéntól* kezdve az Alcapa lemez tömb területén a Déli-Alpoktól az Északi-középhegységig húzódó andezites sztratovulkáni ív alakult ki. A kitörések a felső eocénben teljesedtek ki. Magyarország területén fúrásokban a Zalai-medencétől a Mátráig nyomozható a vulkáni vonulat, felszínén a Velencei-hegységben (**Nadapi andezit**) és Recskén találhatjuk. A Velencei-hegységben az andezit a gránittestet törte át, hidrotermái a Polgárdi mészkőben galenites ércesedést hoztak létre. A **recski andezit**hez kapcsolódóan szkarnos, porfirós, illetve epitermális ércetek keletkeztek. Újabb eredmények szerint a recski andezit kora alsó oligocén.

Oligocén kor

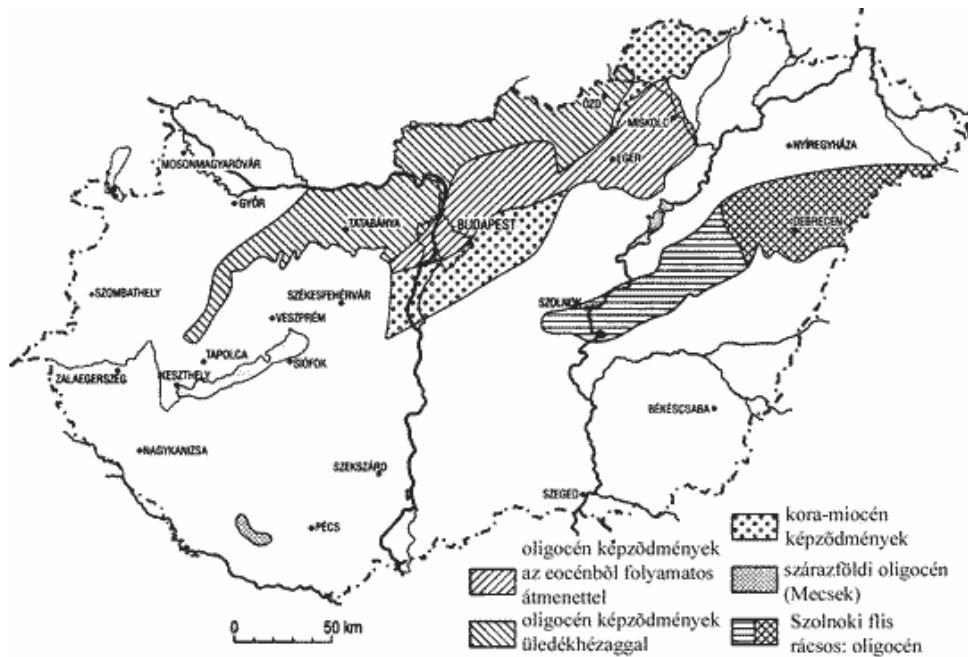
Az eocén - oligocén határon zajlott kéregmozgások következtében a Dunántúli-középhegység nagy része szárazulattá vált, az üledékképződés súlypontja Észak-Magyarországra tevődött át. A kiemelt dunántúli területeken erős denudáció zajlott, több helyen a teljes eocén sorozat lepusztult, egészen a mezozoos alaphegységig. A lepusztulás által érintett és a folyamatos eocén-oligocén üledékképződéssel jellemezhető területet a Budai-vonal választja el.

Az *alsó oligocén* tengerágból – a nyílt óceántól való elzáródás miatt – redukív viszonyok alakultak ki, így keletkezett a bitumentartalmú "**Tardi agyag**", mely folyamatosan fejlődik ki az eocén-oligocén határon áhúzódó Budai márgából. A kőzetet a bükk-széki olajtelepek anyakőzetének tekintik. Gyakoriak benne a hallenyomatok, halpikkelyek, szenesedett növényi maradványok. Egyéb ősmaradványokban szegény az oxigénhiányos környezet miatt. Elterjedése a Budai-hegység, Cserhát, Dél-Mátra és Dél-Bükk területére esik.

A Tardi agyag képződését követően valószínűleg az északkeleti részek teljes kiemelkedése (üledékhézag) következett be, amit még az alsó oligocén folyamán újabb transzgresszió követett. A partszegélyi, litorális övben rakódott le a "**Hárshegyi homokkő**", amely a Budai-hegységben és Vác környékén található. Utólagos, a paleogén vulkanizmushoz kapcsolódó hidrotermális hatásra létrejött kovás kötőanyaga miatt kemény, ellenálló kőzet. Építőköként Pilisborosjenő és Esztergom mellett bányászták.

A hárshegyi homokkővel egyidőben, a medence belsejében képződött az oligocén legelterjedtebb üledéke, a "**Kiscelli agyag**", amit a római idők óta kezdve a téglagyártás alapanyagaként használtak. A magas szerves anyag tartalmú agyag az alföldi szénhidrogén mezők anyakőzete lehet.

Európában az oligocén kőzetek egyik legfontosabb összehasonlító szintje, mivel igen nagy mennyiségű foraminiferát tartalmaz. Kiterjedése jóval nagyobb, mint a Tardi agyagé, a Budai-hegység, Esztergomi-medence és Észak-Magyarország területén (a Bükkig) fordul elő. Vastagsága a 800 métert is eléri.



Magyarország oligocén képződményeinek elterjedése [vi]

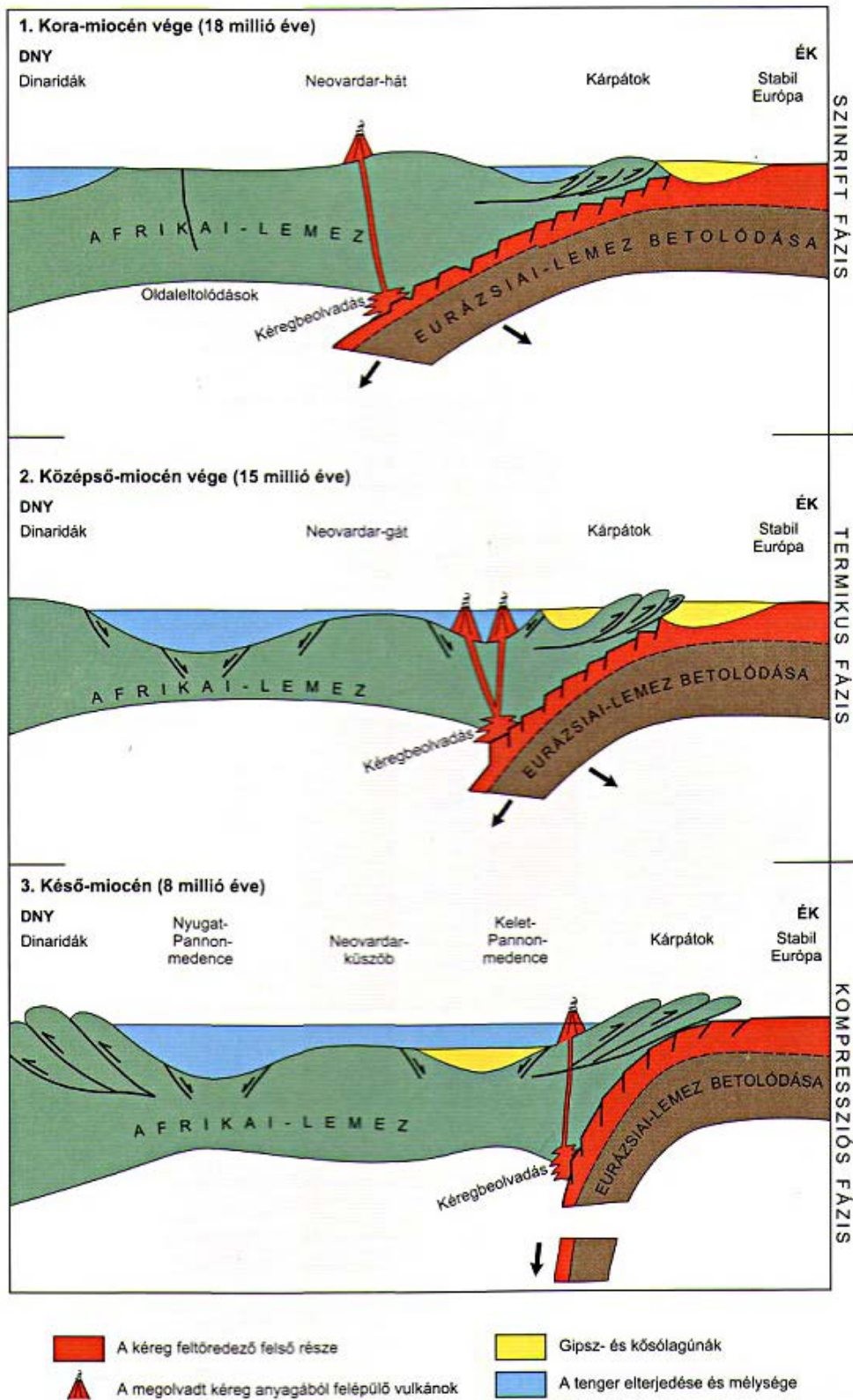
A Bakony és a Vértes hegységben az alsó oligocénben lepusztulás zajlott. Az erodált felszínre a felső oligocénben szárazföldi, folyóvízi-tavi üledéksorozat (tarka agyag, kavics, homok) települ ("Csatkai Formáció"). Jásd és Szápár környékén kisebb barnakőszéntelepek is kialakultak.

A felső oligocénben a medenceterületeken regresszió kezdődött, ami sekélyebb tengeri üledékek ("Törökbálinti homokkő") lerakódását eredményezte. Az Északi-Bükk területén sekélytengeri, gyakran glaukonitos, finomhomokos, agyagos aleurolit ("Szécsényi slír") képződött, mely sok ősmaradványt tartalmaz. A Bükk déli és keleti szegélyén az "Egri formáció" alakult ki. Az egri formáció folyamatos regressziós rétegsort képvisel, a viszonylag mélytengeri környezettől a sekélytengeri viszonyokon és a csökkentsósvízi lagúnán át az édesvízi körülményeket jelző rétegek egymásra településével.

Miocén kor

Az oligocén végi regresszió miatt a miocén elejére véget ért az az üledékciklus, amely a középső eocénben kezdődött. Így az egész Budai Paleogén medence feltöltődött, és kiemelt szárazulattá vált. A miocén elején ugyancsak szárazulat volt az alföldi és dunántúli területek túlnyomó része, melyeken egyáltalán nem voltak paleogén üledékek. Ekkor érkeztek meg jelenlegi helyükre az Alcapa és Tisza-Dácia lemeztömbök egységei. A lemeztömbök összeforrásával a terület süllyedése az alsó miocén közepén indult meg, ami a Magura-óceán szubdukciójának következményeként intenzív szigetív-vulkanizmussal járt együtt. Ekkor vette kezdetét a Pannon-medence fejlődéstörténete.

A süllyedés eredményeképpen a miocén kor végére – mai hegységeink és kisebb alföldi területek kivételével – az ország vízzel borítottá vált ("Pannon-tenger"), mint a Paratethys egyik részmedencéje. A miocénben kizárólag partszegélyi és sekélytengeri (gyakran csökkent sósvízi) üledékek képződtek, de az üledékanyag mennyisége a vulkáni anyagtömeghez képest alárendelt.



A szubdukció, a vulkanizmus és a medencefejlődés kapcsolata a Kárpát-medencében a miocén idején [vii]

Magyarországon a miocén felosztása eltér a nemzetközileg használatostól. A Magyar Rétegtani Bizottság javaslata alapján a tagolás a következő: az alsó miocént eggenburgi, ottngangi és kárpáti korszakokra osztjuk. A középső miocént a badeni és szarmata korszakok alkotják, a felső miocént és a külföldön használatos pliocén kort pedig Magyarországon együttesen pannon korszak néven foglaljuk össze. A nemzetközi beosztástól való eltérés a Pannon-medence sajátos fejlődéstörténetéhez való igazodás miatt szükséges.



Magyarország ősföldrajzi képe a miocén elején [viii]

Az alsó miocén elején a Cserhát-Bükk vidékén még folytatódott a Szécsényi slír (eggenburgi slír) képződése, a Dunántúl területén viszont csak szárazföldi üledékképződés volt. A transzgresszió az alsó miocén közepén indult meg, vulkanizmussal egyidejűleg.

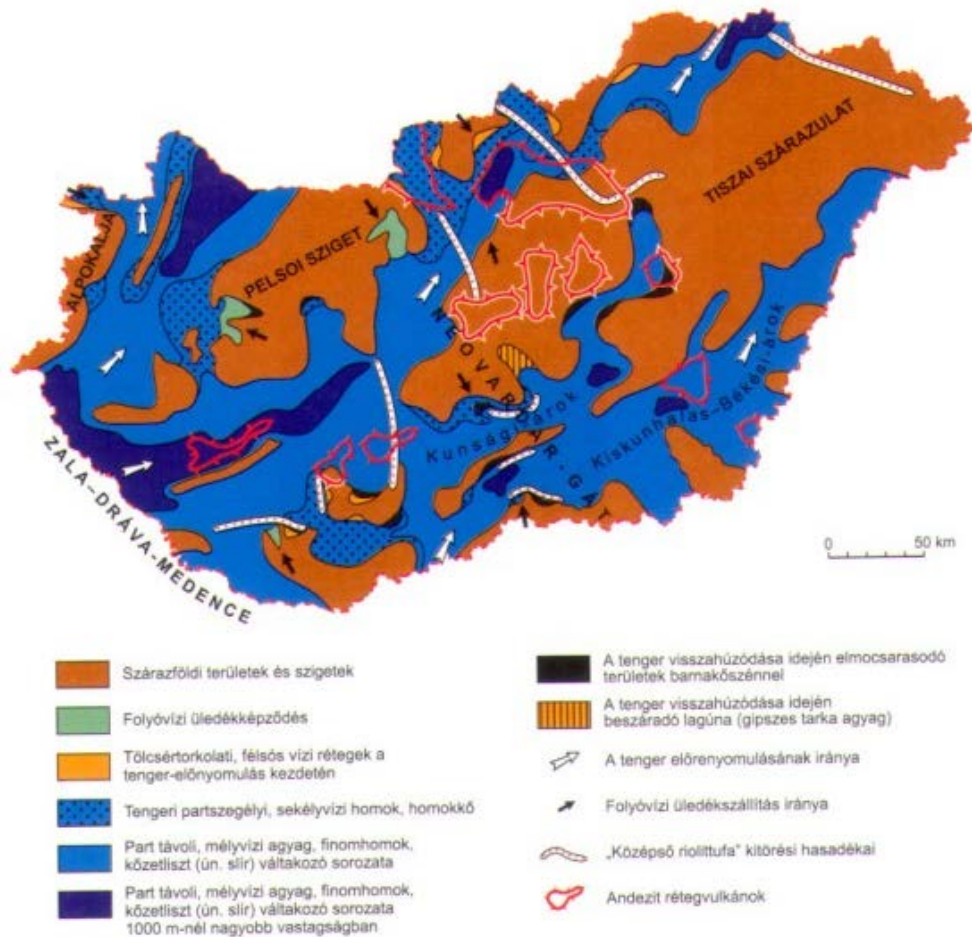
A miocén korban három szakaszban erősödött fel a robbanásos vulkanizmushoz kötött riolittufa-szórás (régőbbi elnevezéssel "alsó riolittufa", "középső riolittufa" és "felső riolittufa"). Ezek a riolittufa szintek minden hegységünk területén megtalálhatók, ezért már régóta használják őket különböző rétegsorok korrelációjára.

A vulkáni tevékenység az otnangi korszakban az "alsó riolittufa" (mai nevén Gyulakeszi riolittufa, kora 21-22 millió év) kitérésével kezdődött, melyet a Mecsekben, a Dunántúli-középhegységben és az Északi-középhegységben is követhetünk. A Mecsek hegységben a tufaszórással egyidejűleg andezit vulkanizmus is zajlott ("komlói andezit"). Az alsó riolittufa fedte le és őrizte meg a híres "ipolytarnóci lábnyomos homokkővet", amely korabeli folyóparti környezet volt. Az ide inni járó állatok lábnyomait a vulkáni hamu betérítette és átkovácsította, ilyen módon körülbelül kétezer nyom maradt meg.

Az otnangi korszak későbbi szakaszában az Ausztriával szomszédos Brennbergbánya területén, a Mecsekben Szászvár, illetve É-Magyarországon a Salgótarjáni-medencében, valamint az Egercsehi-Ózd-Borsod (Sajóvölgy) területen mocsári viszonyok között barnaköszén-telepek és törmelékeny üledékek jöttek létre. Utóbbi telepek részben limnikusak, részben paralikusak. A szénbányászat napjainkra szinte teljesen megszűnt, csak néhány bánya üzemel.

A köszenképződéssel egyidejűleg a litorális-sekélytengeri területeken homokkő és sekélytengeri molluszkák mészkő rakódott le.

A kárpáti korszakban ismét kiterjedt riolittufa-szórás zajlott ("középső riolittufa") (mai nevén Tari dácittufa, kora 17 millió év).



Magyarország ösföldrajzi képe a középső miocénben [ix]

Ez vezette be a *középső miocén*, *badeni* andezit vulkanizmust, melynek nyomai a Kárpátok belső íve mentén végig követhető ("belső-kárpáti vulkáni koszorú"). A badeni korszakban a Magura-óceán szubdukciója miatt felerősödő vulkáni tevékenység a tengeri környezetből szigetivként kiemelkedő andezit sztratóvulkáni láncot épített fel. Magyarországon ennek hegységei a Börzsöny, Visegrádi-hegység, a Cserhát egy része, a Mátra és a Tokaji-hegység. Ezeket a vulkanitokat, valamint az alföldi fúrásokban megtalált hasonló korú andeziteket "**Mátrai andezit**" néven foglalják össze. A vulkanizmus kelet felé időben eltolódott.

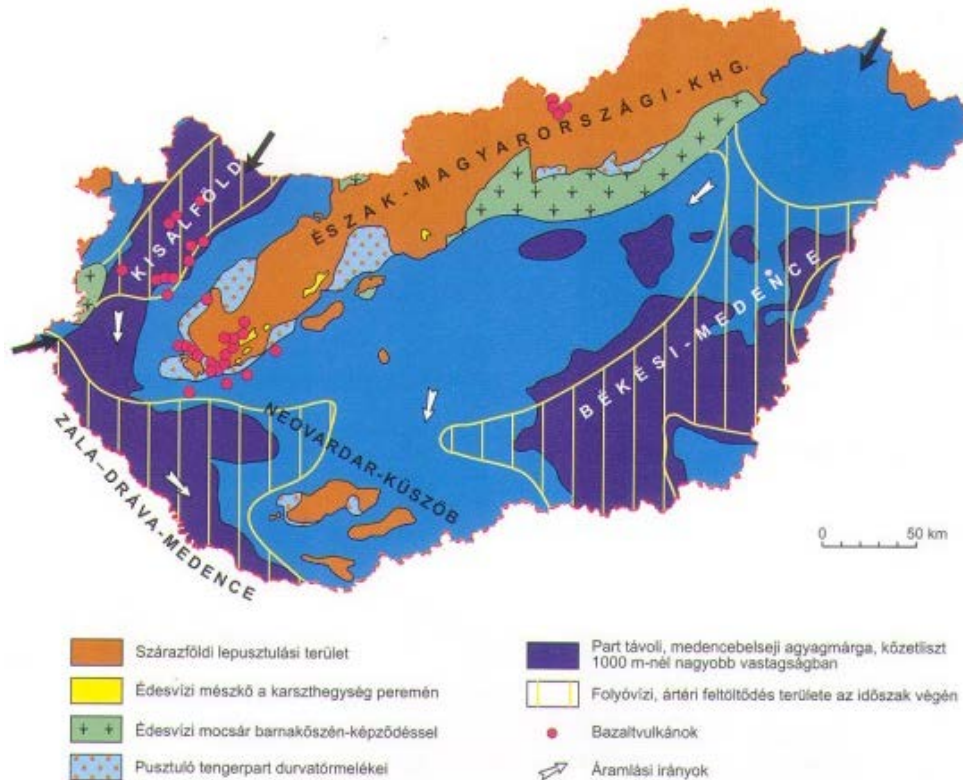
A *badeni korszakban* a Kárpát-medencét elborító, szigetekkel tagolt tenger a Földközi-tengeren át még kapcsolatban volt a világóceánokkal. Üledékei nagyon változatosak. A nyílt, sekélytengeri részeken homokkő, agyag, márga, illetve gazdag élővilág (vörösalgák, kagylók, csigák) maradványait megőrző mészkő ("**lajtamészkő**" vagy "**Rákosi formáció**") képződött. Ez a kőzet a Soproni-hegység peremén, Fertőrákos környékén, a Bakony nyugati részén, a Mecsekben, a Tétényi-fennsíkban és a Cserhátban is megtalálható.

A badeni korszakban elterjedtek voltak a korallzátonyok, ami a tengervíz viszonylag magas (20°C körüli) hőmérsékletét jelzi. A korszak ősmaradványai ugyancsak meleg, szubtrópusi körülményekre utalnak.

Az elmocsarasodó lagúnákban kisebb **kőszéntelepek** jöttek létre, ezeket a Hidasnál (Mecsek hg.), Várpalotán és Herend (Bakony hg.) mellett találjuk. Várpalotánál a lignittelep kialakulását követően, lagunáris körülmények között alginít is képződött (ugyancsak tengerszegélyi területeken, Dél-Lengyelországban és Erdélyben lagúnák beparlódásával sótelepek keletkeztek).

A középső miocén végén, a *szarmata korszakban* újabb kiterjedt riolittufa szórás játszódott le ("**felső riolittufa**") (mai nevén **Galgavölgyi riolittufa**, 13-14 millió éve). Ezek a riolittufák képződésüket tekintve főleg ignimbritek. A badeni emeletben megindult andezit vulkanizmus időben kelet felé terjedt, így a Tokaji-hegység tömege, melyet riolit vulkánok is növeltek, a szarmatában keletkezett.

A badeni-szarmata vulkanizmushoz kapcsolódó hidrotermális olatok Nagy-Börzsöny és Gyöngyösorsoszi környékén *mezotermális*, Telkibánya térségében *epitermális ércesedést* hoztak létre. A szarmata vulkáni tevékenység játszott szerepet a tokaji-hegységi *kaolin*, *illit*, *perlit*, *tűzálló kvarcit* és *diatomit* telepek létrejöttében is. Diatomit a Mátrában, Szurdokpüspökinél is képződött.

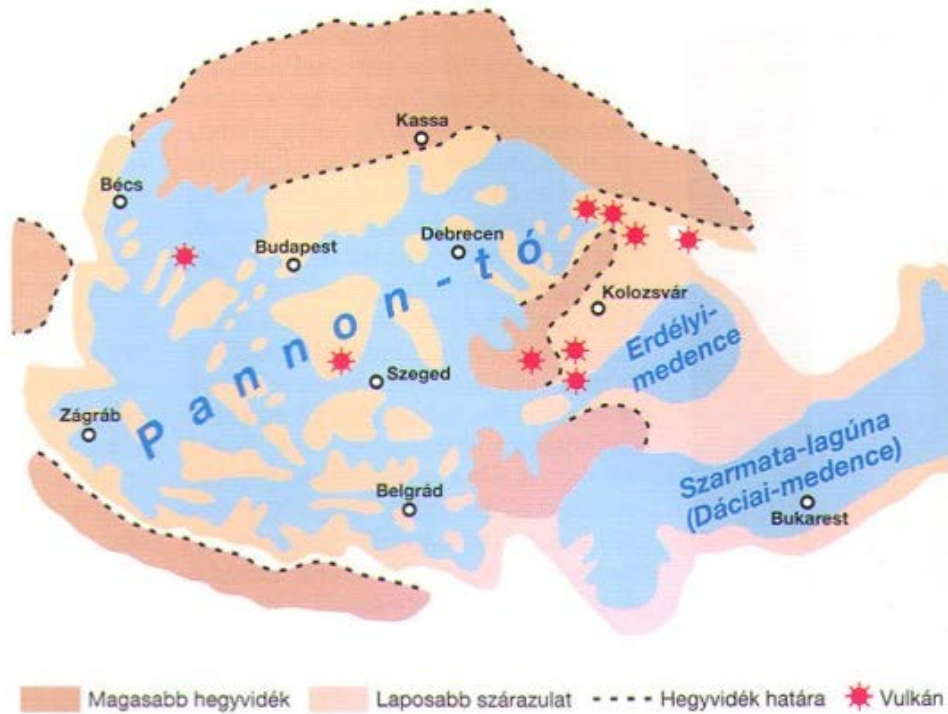


Magyarország ősföldrajzi képe a késő miocénben [x]
 A nyilak a tengerelöntés irányát jelzik.

Az Alpok, Kárpátok és Dinaridák emelkedésével már a badeni korszak végén szűkült a nyílt tengerek felé vezető kapcsolat, a szarmata korszakban pedig teljesen el is záródott. Az elzárt szarmata tenger a Bécsi-medencétől az Aral-tó vidékéig terjedt. A beömlő édesvizek miatt a beltenger sótartalma egyre csökkent, és sajátos, a megváltozott feltételekhez alkalmazkodó (*endemikus*) tengeri élővilág alakult ki. A brakk vizű segélytengeri üledékek fossziliákban igen gazdagok (homokkő, "cerithiumos mészkő", szarmata durvamészkő). A szarmata durvamészkövet Sós-kút mellett építőköként ma is bányásszák. A szarmata korszakban, a badenihez hasonlóan – az ívmögötti medence jellegből adódóan – a gyors süllyedés miatt jellemző volt a medence erős, tektonikai eredetű feldarabolódása. A széttöredezés miatt korábban keletkezett árkos süllyedések tovább mélyültek, és új árkok, mélymedencék keletkeztek.

Pannóniai korszak

A korábbi földtörténeti tagolásban a miocén kort a pliocén kor követte, melynek alsó korszaka a pannóniai volt. A Kárpát-medencét elfoglaló "Pannon-tó" fejlődése azonban már a miocén végén elkezdődött. Ezért Magyarországon – a külföldi használattól eltérően – a pannóniai korszakot kiszélesítik, és az alsó részét a felső miocén korba helyezik, a pannóniai korszak felső részét pedig azonosítják a pliocén korral. A pannóniai korszak 12 millió évvel ezelőtt, a felső részét alkotó pliocén kor 5,4 millió évvel ezelőtt kezdődött. A pannóniai korszak határainak pontosítása sok vitára adott okot, mivel a Pannon-medencében kialakult endemikus fauna a környező üledékképződési területek eltérő faunájával nem korrelálható egyértelműen.

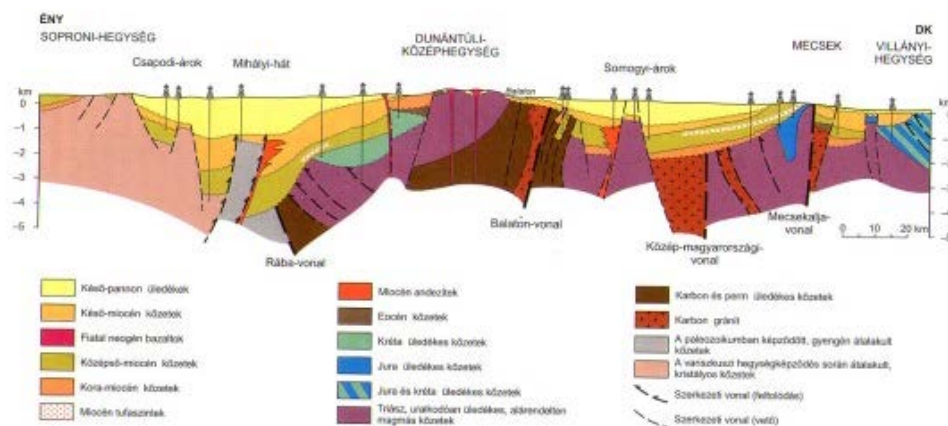


A Pannon-tó kiterjedése a pannon időszak első felében [xi]

A tokaji-hegységi szarmata vulkanizmus a pannon elején ért véget. Az ekkor már létező, tengerméretű, kiédesedett vizű Pannon-beltő aljzata árkos süllyedékekkel tagolt, bonyolult rendszer volt. Maga a beltő így szigetekkel, félszigetekkel, szorosokkal váltakozó víztömeg lehetett. Ekkor indult meg a medence intenzív "termikus" süllyedése, amit a megelőzőleg elvékonyodott, meleg litoszféra hülése idézett elő.

A környező hegyvonulatokból induló folyók hatalmas deltarendszereket alakítottak ki, melyekben a kiemelt területekről szállított törmelékanyag rakódott le.

A mélymedence-részek területén (az Alföld délkeleti és keleti területein) a vízmélység elérte az 1000 métert is, de egyébként sekély környezet volt jellemző. A süllyedő medencét a beömlő folyók folyamatosan töltötték, így nagy vastagságú üledéktömeg (4000 - 5000 m) halmozódott fel. A sekélyebb medencebelső területeken **agyagmárga, mészmárga, homokkő**, a mélyebb részeken **kőzetliszt** és **agyag**, a szegélyi területeken **homok, kavics, konglomerátum** képződött. A pannonban uralkodóan törmelékes üledékek keletkeztek, de általánosságban az alsó pannon üledékek meszeesebbek és egyhangúbbak, a felső pannonból származók homokosabbak és változatosabb kifejlődésűek.

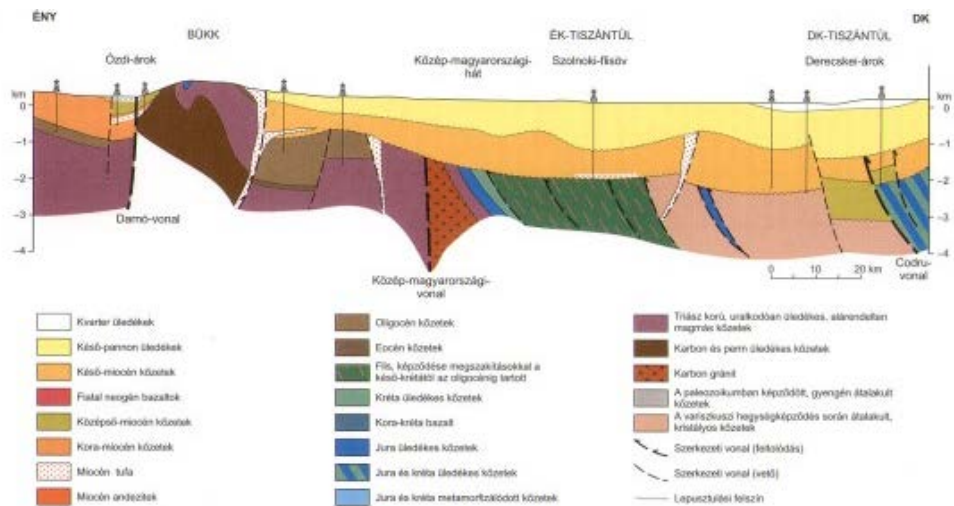


Földtani szelvény a Soproni-hegység és a Villányi hegység között [xii]

A szelvényben követhető a harmadkori üledékes kőzettestek vastagsága a medencetereületeken.

Pannon-tó élővilága – a tavak élővilágára általában nem jellemző módon – rendkívül gazdag volt. Kevés földtörténeti példa van olyan gyors endemikus evolúcióra, mint ami ebben az elzárt környezetben a tengeri eredetű fajokból kiindult fejlődéssel édesvízi környezetben kialakult.

A pannon üledékek fő gazdasági jelentőségét az adja, hogy **szénhidrogén** készleteink nagy részének **tárolókőzetei**. Fontosak abból a szempontból is, hogy a pannon homokrétegek adják ivóvíz készleteink és hévizeink nagy részét is. A pannon agyagokat **téglagyártási** alapanyagként széles körben használják.

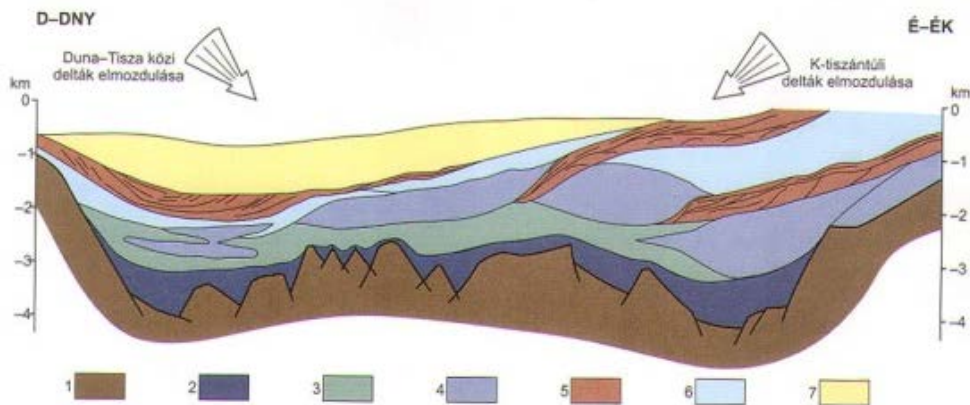


Földtani szelvény a Bükk hegység és Dk-Tiszántúl között [xiii]

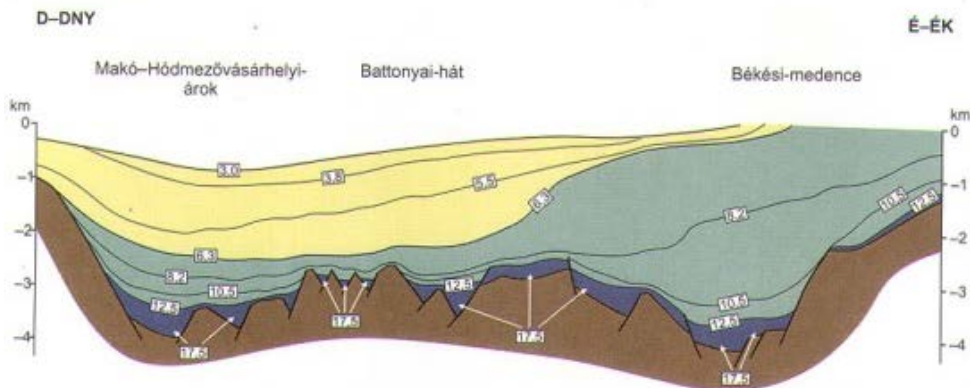
A negyedkori üledékek mindenütt beborítják a pannon felszín, de csak ott vannak feltüntetve, ahol jelentősebb vastagságot érnek el (Derecskei-árok)

A Pannon-tó körülbelül 6 millió éven át létezett, végül 5,4 millió évvel ezelőttre, a miocén-pliocén határra (vagyis az alsó és felső pannóniai korszak határára) teljesen feltöltődött. A feltöltődés miatt az ősföldrajzi viszonyok alapvetően megváltoztak. A terület folyami síksággá alakult, csak kisebb tavak maradtak meg. Az egykori tó elmocsarasodott, peremi területein jöttek létre a Mátra- és Bükkaljai lignittelepek ("**Bükkaljai lignit**"). Hasonló kifejlődésben jelennek meg a kisebb jelentőségű Szombathely-környéki és D-Somogyi lignitek ("**Toronyi lignit**").

Az erős hullámveréses parti zónákban kimosott, fehér "**üveghomok**" keletkezett, mely az üvegyártás alapanyaga (Fehérvárcsurgó mellett bányásszák). A mai Dunántúli-középhegység DK-i részén fekvő egykori tavakban **édesvízi mészkő** képződött.



Mikor történt?



A Pannon-medence üledékei [xiv]

A felső szelvény az üledéktípusokat, az alsó a képződésük időtartamát mutatja. Az alsó szelvényen a keretbe írt számok milliói évet jelentenek. 1: paleozóos-mezozóos medencealjzat, 2: pannonnál idősebb miocén üledék, 3: pannon mélyvízi üledék, 4: iszapcsúszásokkal létrejött vegyes üledék, 5: durvaszemcsés deltaüledék, 6: finomszemcsés partszegélyi üledék, 7: szárazföldi tavi-mocsári üledék.

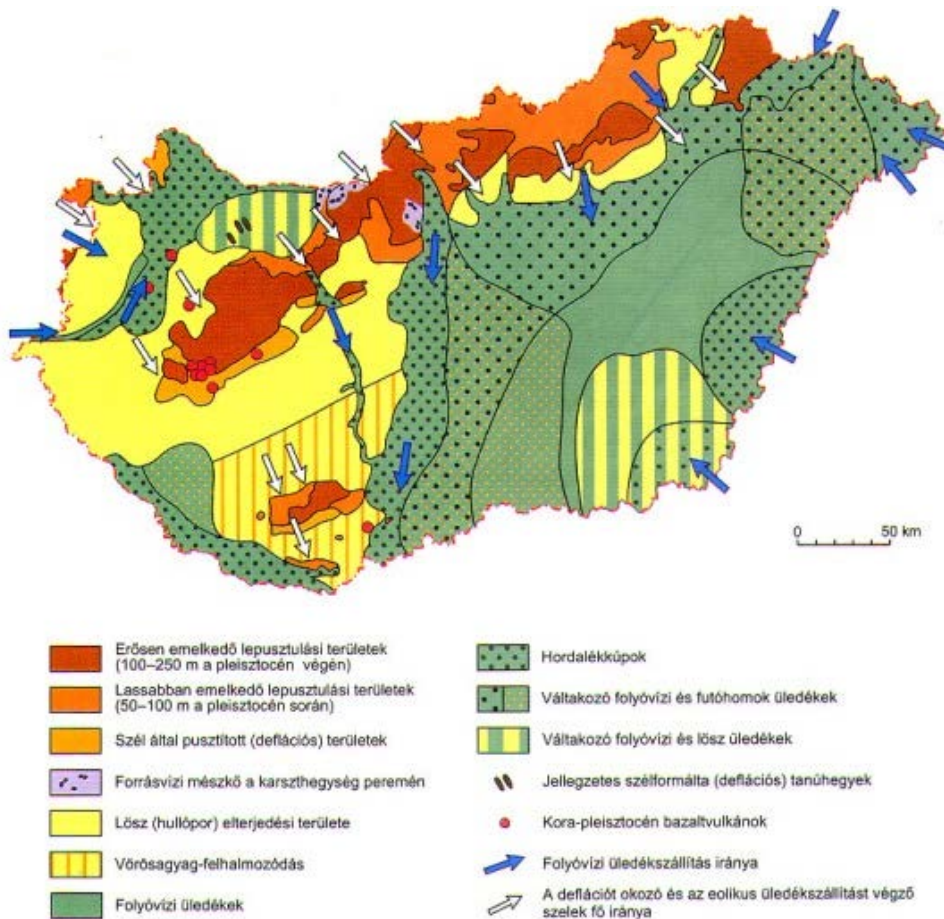
A pannon korszak második felében a Tapolcai-medencében, a Dél-Bakonyban és a Kisalföldön többfázisú **bazaltvulkanizmus** játszódott le. A pannon üledékeken áttört és azokat lefedő bazalttakaró a lepusztulást megakadályozva vulkáni "tanúhegyeket" hozott létre, míg a lefedetlen pannóniai üledékek gyorsan pusztultak. Ma tehát magasabba emelkednek ki környezetükből a bazalthegyek, mint az egykori lapos pajzsvulkánok. A vulkánok krátermedencéjében, illetve a tufa-gyűrűk által körbefogott mélyedésekben megtelepedett algákból olajpala vagyis alginit ("Pulai alginit") képződött, melyet talajjavítási célra bányásznak. Salgótarján környékén is volt bazalt vulkanizmus, de ez később, a pannon végén indult meg, és áthúzódott a pleisztocénbe.

A bazaltvulkánok keletkezése több tényező eredménye. Szerepet játszott benne, hogy a terület ívmögötti medence volt. A Magura-óceán szubdukciója miatt létrejött andezit sztratonvulkánok kiemelkedtek, ez húzóhatást fejtett ki az ívmögötti medencére, amely alatt ennek következtében a litoszféra elvékonyodott. Másik tényező lehetett, hogy Európa alatt nagy kiterjedésű, az asztenoszféra átlagos hőmérsékleténél nagyobb hőmérsékletű köpeny-tartomány húzódik. Az asztenoszféra részleges megolvadásával keletkezett bazaltláva ilyen módon a felszínre juthatott. Útépítési célra kialakított bazaltbányáink nagy része természetvédelmi területre esik, ezért nagy részüket már bezárták.

Pleisztocén kor

A pleisztocén kor kezdete vitatott kérdés. Nemzetközileg elfogadott az 1,8 millió év, de vannak olyan álláspontok, melyek szerint az alsó határt 2,4, illetve 3 millió évvel ezelőtt kell meghúzni. Magyarországon a 2,4 millió évet tekintik a pleisztocén kezdetének. Felső határa, a holocén kezdete 10 ezer év.

A pleisztocén a földtörténet utolsó jégkorszaka. Az eljegesedés négy fázisban (glaciálisok) zajlott le. A négy lehülési szakasz elnevezése günz, mindel, riss és würm. A glaciálisokat az enyhébb, melegebb interglaciálisok választották el. A jégtakaró előrenyomulása és visszahúzódása alapvetően meghatározta a felszínalakulást és az üledékképződést.



Magyarország negyedidőszaki képződményeinek ösföldrajzi és fáciestérképe [XV]
 Jelenleg az emelkedő területek (hegyvidékek) kivételével az egész ország területét negyedkori képződmények borítják.

Magyarország területének 80 %-át negyedidőszaki képződmények borítják. Ezek vastagsága a 800 m-t is eléri. A legnagyobb negyedidőszaki üledékvastagságot a Békési-süllyedésben mérték.

A pleisztocént az erős klímaváltozáshoz kötött üledékek és az ismétlődő, élénk, függőleges kéregmozgások alapján jól el lehet különíteni a pliocéntól. A pleisztocén folyamán, vagyis az utolsó 2,4 millió évben hegységeink 200-300 métert, dombvidégeink 50-200 métert emelkedtek, alföldjeink pedig 150-700 métert süllyedtek. Ilyen módon a felső pannon képződmények kb. 1000 m-es szintkülönbséggel jelennek meg az Alföld peremi területein, illetve közepén, míg a Kisalföldön a szintkülönbség maximum 400 méter. A pleisztocénben már nagyjából kialakult a jelenlegi vízhalózati.

A Kárpát-medence a pleisztocénben szárazföldi, periglaciális terület volt, amire a felszíni formák és az üledékek jellege is utal. A periglaciális jelenségekhez tartoznak a fagyzsákok, fagyékek és jégékek. A pleisztocén fő képződményei a lösz, futóhomok és a folyóvízi üledékek. A melegebb

interglaciálisokban a löszfelületeken talaj képződött.

A paleoklimatológiai, biosztratigráfiai és geomorfológiai változások alapján a Pannon-medencében (eltérően a nemzetközileg használt beosztástól) a pleisztocént három szakaszra tagoljuk: alsó pleisztocén (*villányium*), középső pleisztocén (*biharium*) és felső pleisztocén (*pisilium*).

A *villányiumban* száraz éghajlat uralkodott, ennek megfelelően jelentős területeken, elsősorban a Dél-Dunántúlon **vörös agyag** képződött. Ebbe a szintbe tartoznak a Dunántúli-középhegységéből eredő hordalékkúpok is. A villányiumban fejeződött be a **bazalt** vulkanizmus, melynek utolsó tagjait a Dunántúl délkeleti részén, *Bár* mellett, valamint *Salgótarján* környékén találjuk. A Tihanyi-félszigeten a vulkanizmushoz kapcsolódóan **gejzirit** képződött.

A *bihariumban* a medence gyors süllyedésnek indul, és megkezdődik az első jelentősebb lehülési folyamat. Ez az egység magába foglalja a gүнz és mindel glaciálist és interglaciálist. A bihariumban képződtek a Paksi-összlet néven ismert idősebb **löszök**, valamint a vértesszőlősi **édesvízi mészkő**. Az édesvízi mészkövek a karbonátos középhegységi területeken, főleg azok peremi törései mentén, karsztforrásokból váltak ki.

A *pisilium* a mindel-riss, illetve riss-würm interglaciálist, valamint a riss és würm glaciálisokat foglalja magába. Ebben az egységben alakul ki a mai domborzat. Jellemző a fiatalabb **homokos löszök**, az **édesvízi mészkő** és a pilisium vége felé a **futóhomok** képződése.

A fenti három szakaszban folytonosan, az egész pleisztocén folyamán jellemző a **folyóvízi üledékek** képződése. A mederüledékek a kereszttrétegzett kavics és homok, az ártéri üledékek aleurit és agyag.



Magyarország kavics- és homokbányái [xvi]

A pleisztocén gazdasági jelentősége elsősorban abból adódik, hogy ivóvizeink nagy részét a folyóvízi kavicssteraszokból termelik. A **kavics** és **homok** az építőipar számára is fontos nyersanyag. A kavicsbányászat fő területei a Duna, Sajó és a Rába folyók környezetében vannak, Csepel-Délegyháza, Nyékládháza és Hegyeshalom központokkal.

Holocén

A holocén a földtörténet utolsó, 10 ezer évvel ezelőtt kezdődött, és napjainkig tartó kora. Kezdetét a szárazföldi jégtakaró elolvadásától számítják. A holocént növénymaradványok (pollenek) alapján rekonstruálható éghajlatváltozások szerint tagolják a következő szakaszokra: preboreális, boreális, atlanti, szubboreális és szubatlati. Az alábbiakban az egyes korszakok jellemző éghajlatát és növénytakaróját ismertetjük.

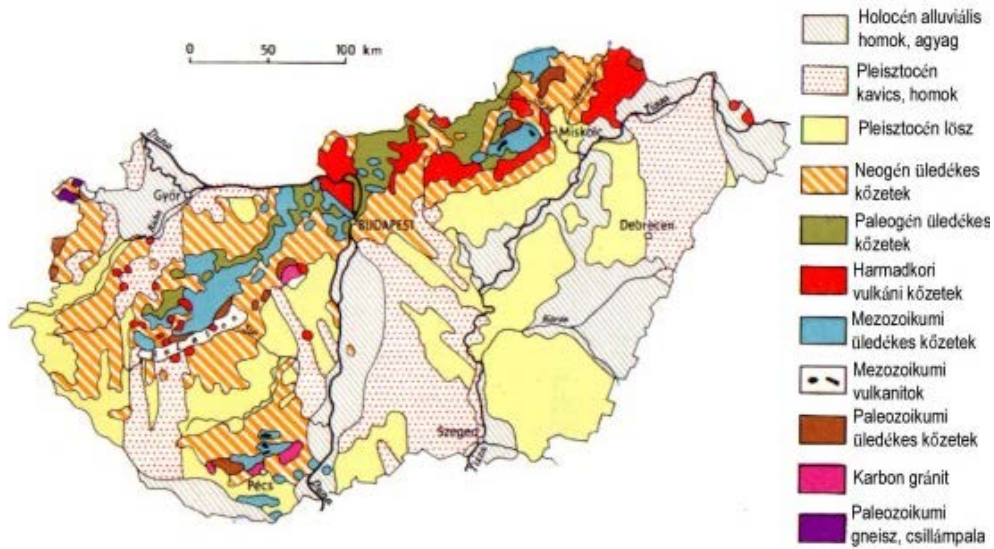
A 10 000 évvel ezelőtt kezdődött *preboreális* korszakban az éghajlat gyors, nagymértékű melegedése jellemző. Az ország területét fenyő- és nyírerdők borították. A szakasz végére az évi középhőmérséklet 8-9 °C lehetett.

A 9000 évvel ezelőtt kezdődött *boreális* korszakban a felmelegedés még mindig tartott, de lelassult, és az éghajlat szárazabbá vált. Emiatt a lombos fák eltűntek, szárazsztyepp alakult ki. Előterbe került a deflációs tevékenység, a Duna-Tisza közén futóhomok halmozódott fel.

A 8000 évvel ezelőtt kezdődött *atlanti* korszak hosszú, meleg, nedves időszak volt. Az évi középhőmérséklet 2-3°C-kal meghaladta a jelenlegi 9-12 °C-ot. Az Alföld területét ismét tölgyesek hódították meg. A lápok és folyók mentén fűz-nyár ligeterdők alakultak ki.

Az 5000 évvel ezelőtt kezdődött *szubboreális* korszakra a hűvösebb és csapadékosabb időjárás jellemző. Egyre inkább tért hódítanak a bükkösök, illetve nagy kiterjedésű lápok alakulnak ki.

A 2500 évvel ezelőtt kezdődött *szubatlati* korszakban az éghajlat tovább hűvösödik, végül eléri a jelenlegi viszonyokat. A bükk és gyertyán az Alföldről felhúzóódik a hegyvidékekre. Az Alföldön egyre nagyobb területeket vonnak be a földművelésbe. Az érintetlen területeken erdősztyepp alakul ki.



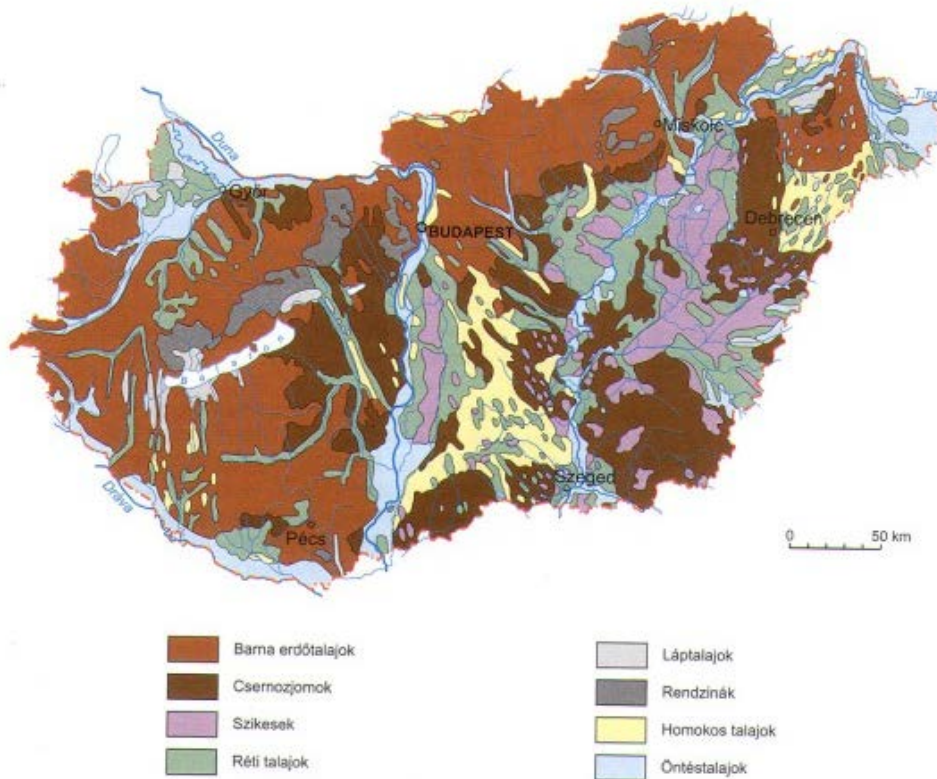
Magyarország földtani térképe

A földtani térkép a talajtakaró alatt található felszíni kőzetek elterjedését mutatja. A felszínen neogénnél idősebb kőzeteket csak a hegységek területén találunk. Neogén kőzetek a hegységperemi területeken vannak, és az ország nagy részét, a síkvidéki területeket pleisztocén és holocén üledékek borítják

A holocénben folyóink gyakran változtatták medrüket, tavaink pedig vízszintjüket. A folyók változását az elhagyott folyóágak, morotvák alapján követhetjük. Állóvizeink közül a Balaton esetében vizsgálhatók legjobban a vízszint és a kiterjedés változásai. A Balaton nyugati és keleti része nem egy időben jött létre. A nyugati medence a pleisztocén végén, kb. 12 ezer évvel ezelőtt, a keleti medence pedig a holocén elején alakult ki. A nyugati rész vízszintje kialakulásakor, a keleti részé pedig a szubboreális második felében volt a legmagasabb. A Fertő-tó és a Velencei-tó vízszintváltozásai szélsőségesebbek voltak, több alkalommal teljesen ki is száradtak.

Az üledékeket tekintve a holocénben a **futóhomok** áthalmozása zajlott. Az Alföld szikes tavaiban **primer dolomit** képződése is előfordul, ami löszre vagy futóhomokra települ. A folyóteraszokon **édesvízi mészkő** rakódott le (Budai Várhegy, Süttő, Dunaalmás). A Nyírségben helyenként **gyepvasérc** képződött. A lárterületeken **tőzeg** képződött (Hanság, Ecsedi-láp).

A felszínen lévő kőzeteket néhány cm-től néhány m vastagságig terjedő talajtakaró fedi. A talajtípusok elterjedését az alábbi ábra mutatja:



Magyarország főbb talajtípusai [xvii]

4. MAGYARORSZÁG FÖLDTANI KÉPZŐDMÉNYEINEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Az előbbi fejezetekben részletezett kőzettípusok szerkezeti egységek szerinti összefoglalását az alábbi három táblázat tartalmazza:

Magyarország paleozoós kőzetei

KOR	AUSZTROALPI NAGYSZ. E.		KÖZÉPHEGYSÉGI NAGYSZERKEZETI E.			TÁTRA-VEPORI NAGYSZ. E.	TISZAI NAGYSZERKEZETI EGYSÉG		
	Soproni és fertőrákosi m.	Rábamenti metamorfítok	Dunántúli Középg. sz.e.	Szávai sz. e.	Borsodi szerk. egység		Zempléni szerkezeti e.	Dél-dunántúli szerk. egység	Alföldi krist. aljzat
Perm			Balaton felv. Vörös hkő	Bitumenes dol. Teng. agy., hkő (fúrásban)	Nagyvisnyói bitumenes mkő Szentléleki F. (hkő, al.p. dol.)	Perkupai anhidrit, szerp. báz. magmás kőzettestekkel (Aggtelek-Rudabányai egység)	Zempléni permokarbon (folyóvízi kongl., antracit csíkok)	Kövágószőlősi homokkő Vörös kongl, aleurolit Gyűrűfői riolit	Békési kristályospala komplexum, benne Gyűrűfői riolit, Battonyai gránit
Karbon			Velencei gránit Fülei kongl. Szabadbattyáni agyagpala		Mályinkai F. (agy. p+mkő) Szilvásv. Al. P. Lázberci Form. (mkő, agyagp.) Szendrői fillit			Tésenyi hkő, antracit csíkok (fúrásban) Mórágai gránit	
Devon	Csillámpala, gneisz, leukofillit	Gyengén metamorfizált kőzetek (fúrásban)	Polgárdi mészkő		Szendrői- és Upponyi hg. Rakacai mvány Agyagp., mkő,	Ipolymenti kristályospalák (Vepor egység)(fúrásban)	Vilyvitányi kristályospala (csillámpala, gneisz)	Ófalui fillit	
Szilur			Lovasi aleuroitpala		Tapolcsányi kovapala (Upponyi hg)			Mórágai migmatit komplexum	
Ordovicium			Balatonfőkajári kvarcfillit		Upponyi hegys. Homokkő				Közép-alföldi migmatit komplexum
Kambrium									
Proterozoikum							Görgetegi és görcsönyi kristályospalák (fúrásban)		

Magyarország mezozoós kőzetei

KOR		AUSZTOA.NSZ. E.	KÖZÉPHEGYSÉGINAGYSZERKEZETI EGYSÉG			TÁTRA-VEPORI NAGYSZ. E.	TISZAI NAGYSZERKEZETI EGYSÉG			
		Pennini e.	Dunántúli khg. egység	Szávai sz. e.	Bükk egység	Aggtelek-Rudab. e.	Mecseki egység	Villány-Bihari e.	Békés-Kodru e.	Zempléni egység
KRÉTA	felső		Hippurit. mkő Inocer. mga Bauxit, Ajkai barnakőszén,	Mészkő, dolomit, márga (D-Alpi-Didári rokonság)	Nekézsenyi konglomerátum rudistás mkő blokkokkal		márga	homok, aleurolit		
	középső	dolomit, szepentinit, talk	Bauxit, mészkő, márga				Nagyharsányi mészkő			
	alsó		Bakony: mkő Gerecse: Berseki mga, Lábatl. hkő				bazalt, trachit, fonolit	bauxit		
JURA	malm	Cáki kongl, mészfillit	Gumós, amm. mészkő	Mónosbéli agyagpala (Mn gumók)		gumós, vörös mkő	Villányi mészkő gazdag ammonitesz faunával		mészkő (fúrásban)	
	dogger		Radiolarit, Mn-érc, vörös tűzk. mkő	gab. whe. baz. Lökvölgyi pala Bányaha. rad.	Telekesvölgyi pala, mészkő, riolit	vörös, tűzköves mkő				
	liász	Kőszegi kvarcfillit	Gumós, amm. mészkő	Répáshutai mkő		feketekőszén				
TRIÁSZ	felső		Fődolomit, Dachsteini mkő	Felsőtárk. mkő Fennsíki mkő Vesszősi pala	mészkő	dolomit, mészkő				
	középső		Dol., tufit, tűzk. mkő	Fehérkői mkő Szentist.h. porf. Hámori dol.	mészkő, szerp. gabbró (anhidritben)	homokkő, aleurolit, evaporit				
	alsó		Homokkő, dol., mkő	Ablakosköv. F. Gerennavári mkő	Hkő, aleu, mga (gipsz-	Jakabhegyi konglomerátum, hkő				

Magyarország kainozoikumi kőzetei

KOR		KÉPZŐDMÉNY	ELŐFORDULÁS
PLEISZTOCÉN		Lösz, futóhomok, folyóvízi üledékek	Az egész ország területén
PANNON	Felső	Pulai alginít Bazalt Édesvízi mészkő Agyag, homok, üveghomok Bükkaljai Lignit F., Toronyi Lignit F.	Balaton-felvidék Balaton-felvidék, Nógrád Dunánt.-középg. D-i része Az egész ország területén Mátra- és Bükkalja, D-Somogy
	Alsó	Agyagmárga, mészmárga, homokkő	
MIOCÉN	Felső (szarmata em.)	Homokkő, Cerithiumos mészkő, szarmata durvamészkő Felső riolittufa Mátrai Andezit Formáció	Az egész ország területén Zempléni-hegység
	Középső (kárpáti-badeni em.)	Barnakőszén Lithothamniumos lajtamészkő Mátrai andezit Formáció Középső riolittufa Kárpáti slír, kavics, homokkő	Hidas (Mecsek) Mecsek, Soproni-hg., Dunántúli-és Északi kg. Északi-középg., Alföldi fúrások Az egész ország területén Északi-középg.
	Alsó (eggenburgi-ottnangi em.)	Homokkő, molluszkás mészkő barnakőszén Alsó riolittufa, Komlói andezit Szécsényi slír	Pilistől-Bükkig Brennberg, Szászvár, Nógrád, Borsod Mecsek, Dunántúli- és Északi középg. Cserhát-Bükk
OLIGOCÉN	Felső (egeri em.)	Csatkai Formáció (szárazföldi) Szécsényi slír Pectunculuszos homok, Cyrenás márga	Bakony Cserhát-Bükk környéke D-Mátra, D-Bükk
	Alsó (kiscelli em.)	Kiscelli agyag Hárshegyi homokkő Tardi agyag	Budai-hegység, Esztergomi-med., D-Bükk Budai-hegység, Vác Budai-hg., Cserhát, D-Mátra, D-Bükk
EOCÉN	Felső	Andezit (ércesedéssel) Budai márga Briozoás márga Nummuliteszes mészkő	Velencei-hegység, Recsk Budai-hegység Budai hegység Bakonytól-Bükkaljáig
	Középső	Szóci Mészkő Formáció, márga Barnakőszén Mészkő Szárazföldi tarka agyag	Dunántúli-középg. Tatabánya, Dudar, Nagygyháza stb. Zalai-medence (fúrásban) Dunántúli-középg.
	Alsó	Felsőkréta-paleogén flis Bauxit	Szolnok-Debrecen-Nyírség (fúrásban) Dunántúli -középhegység

BIBLIOGRÁFIA:

- [i] Nagymarosi in Karátson, 2002
- [ii] Csontos et al. in Mészáros & Schweitzer, 2002
- [iii] Csontos et al. in Mészáros & Schweitzer, 2002
- [iv] Csontos et al. in Mészáros & Schweitzer, 2002
- [v] Haas, 2001
- [vi] Haas, 2001
- [vii] Hámor in Mészáros & Schweitzer, 2002
- [viii] Hámor in Mészáros c Schweitzer, 2002
- [ix] Hámor in Mészáros c Schweitzer, 2002

- [x] Hámor in Mészáros c Schweitzer, 2002
- [xi] Hámor in Karátson, 1997
- [xii] Hámor és Haas in Mészáros & Schweitzer, 2002
- [xiii] Hámor és Haas in Mészáros & Schweitzer, 2002
- [xiv] Mészáros c Schweitzer, 2002
- [xv] Jámor in Mészáros c Schweitzer, 2002
- [xvi] Mészáros & Schweitzer, 2002
- [xvii] Stefanovits in Mészáros & Schweitzer, 2002