

Európa hófödte teteje

Ezekben a kánikulai napokban, amikor pilledezünk a hőségtől, nehéz elképzelni, hogy tőlünk nem is olyan messze van olyan hely, ahol a hideggel kell megküzdeni, vagy – ha másik szemszögből nézzük – a havas-jeges tájak áldásait élvezhetjük. Ebben a hónapban felüldülésként egy ilyen hűvös helyre repüljünk el gondolatban a svájci geológiai bizottság 1908-ban kiadott térképe segítségével.

Az Alpok egyik legmagasabb csúcsa a Svájcban található Dent Blanche. A környék örök hóval fedett, gleccserekkel tagolt hegyei a magashegyi túrázók és a síelők paradicsoma télenyáron. Magassága körülbelül 4357 méter, de ez a hóesés, az időjárás, illetve a jégsapka mozgásának függvényében évről évre néhány métert változik. A környék földtani felépítését mutatja be a svájci geológiai bizottság 1908-ban kiadott, 1:50 000-es méretarányú, a Dent Blanche masszívum földtani felépítése című térkép.

A terület felmérését *Emile Argand* svájci geológus végezte 1905–1907 között. Argand Genfben járt iskolába, majd rajzolóként dolgozott. Később anatómiát tanult Párizsban, de felhagyott az orvostudománnyal azért, hogy geológiai tanulmányokat folytathasson. Évekkel később ő alapította meg a svájci Neuchâtel Geológiai Intézetet.

Argand volt Alfred Wegener kontinensvándorlás elméletének egyik legkorábbi támogatója, ugyanis a lemeztektonikát és a kontinensütközéseket tekintette a legjobb magyarázatnak az Alpok kialakulására. És megérzései, magyarázatai helyesek voltak! Az Alpok ugyanis az Afrikai- és az Eurázsiai-közetlemezek ütközésének eredményeként emelkedett ki. A hegyek nagy része mészkőből áll, amely az ősi Tethys-óceán medencéjében, mintegy 200 millió évvel ezelőtt, a dinoszauruszok uralmának idején lerakódott üledékekből alakult ki.

A Tethys választotta el az ősi Laurázsia szuperkontinent (amely magában foglalta a mai Európát) és a mai Afrikát egykor magában foglaló Gondwanát. Körülbelül 100 millió évvel ezelőtt e két hatalmas közetlemez, az Afrikai- és az Eurázsiai-lemez közeledésének hatására kezdett el kiemelkedni az Alpok. Az emberi ésszel szinte felfoghatatlan tektonikus erők hatalmas fekvő redőket, más szóval takarókat hoztak létre a mészkőben. Az elmúlt 2 millió évben, a jég felszínformáló munkájának köszönhetően alakultak ki a ma látható, a takarók belső felépítését feltáró meredek csúcsok és a köztük húzódó völgyek is.

Az aljzat kristályos kőzetei, a gránitok és gneiszek az Alpok magasabb, középső régióiban tárnak fel – például a Mont Blanc-t, a Matterhornt, valamint a Pennini Alpok és a Tauern magas csúcsait alkotják. A térkép alsó részén látható Matterhorn csúcsa gyakorlatilag az egész Alpok történetét magában foglalja: két óriási közetlemezről áll, amelyek egy majdnem függőleges vetősík mentén érintkeznek. Északi része sekélytengeri képződésű dolomit, déli fele viszont mélytengeri zöldpala és ezeken sapkaként ül egy hatalmas gneisztömb, amely a csúcsot alkotja. A két közettömb között húzódó törésvonal pedig nem más, mint az Afrikai-lemez és az Eurázsiai-lemez határa: a déli rétegek földtanilag Afrikához, az északiak pedig Európához tartoznak!



Az Alpok kialakulásának teljes történetét magában foglaló Matternhorn (Babinszki Edit felvétele)

A térképre pillantva is ezek a kristályos kőzetek tűnnek fel elsőre: a pirossal jelzett, mezozoikumnál idősebb (*Prétriasique*, azaz triász előtti) metamorf kőzetek – gránitok és gneiszek. Ezt veszik körbe a kézzel, sárgával, barnával és zölddel jelzett, a mezozoikum folyamán kialakult kőzetek. A negyedidőszakot pedig alapvetően a gleccserek és a hozzájuk kapcsolódó felszínalakzatok, például morénák jellemzik. A „jelenkori”, azaz az 1905–1907-es felmérés idejére jellemző eljegesedési határt – melyet a morénák gerincénél húztak meg – piros, pöttyözött vonal jelzi. Most, több mint 100 évvel később ez a térkép jól használható arra, hogy az Alpok gleccsereinek visszahúzódását tanulmányozzuk, vajon melyik milyen ütemben olvad a felmelegedés hatására.

A kutatók szerint már korábban is megfigyelhető volt a klímaváltozás romboló hatása az Alpokban: az olvadás miatt évről évre kienged a permafroszt a hegyekben. Ennek következtében például Európa legmagasabb csúcsának, a Mont Blanc-nak több túraútvonala is járhatatlanná vált a francia oldalon. 1900 és 2012 között a gleccserek fele eltűnt, a folyamat a nyolcvanas évek óta pedig egyre gyorsul. Egy 1970-es útmutatóban felsorolt 100 legjobb túraútvonalból például mára mind használhatatlanná vált. Ez persze nem jelenti a hegymászás végét, viszont világosan jelzi a klímaváltozás hatását a hegyre.

A Mont Blanc legnagyobb gleccsere a Chamonix fölött húzódó *Mer de Glace*, melynek jelenléte 'jégtenger'. A csúcstól északkeleti irányba elnyúló gleccser jelenleg 14 kilométer hosszú, 40 négyzetkilométer területű és 200 méter vastag. Legnagyobb hosszúságát feltehetően a XVII. század közepén érte el. A jég visszavonulását világosan mutatják az elhagyatott hegyi kunyhók, amelyek a meredek lejtőkön állnak. A ma csak létrán elérhető kunyhókat egykor könnyebben meg lehetett közelíteni a jég felszínéről.



A Matternhorn közelében húzódó Gorner-gleccser (Babinszki Edit felvétele)

A 18. század óta a Mer de Glace több mint 2,5 km-rel visszahúzódott felfelé, 2002 óta ráadásul a folyamat jelentősen felgyorsult. Csak az elmúlt 20 évben 400 métert húzódott vissza. A klímakutatók szerint, ha a felmelegedés üteme nem változik, Franciaország két legnagyobb kiterjedésű gleccsere pusztulásra van ítélve: a XX. század eleje óta az Argentière-gleccser és a Mer de Glace átlagos jégvastagságából rendre 38, illetve 50 métert veszített. Ha a folyamat nem változik, akkor 2080-ra az Argentière, a század végére pedig a Mer de Glace is elolvadhat.

Babinszki Edit

(Megjelent az *Élet és Tudomány* 2024/33. számában.)