ÚJ TÍPUSÚ ERÓZIÓS FOLYAMAT

FELSZAGGATOTT FELSZÍNEK

Iskolai emlékeinkből felrémlik, hogy a gleccserek kétféle módszerrel erodálják a kőzeteket: vagy lecsiszolják, vagy felaprózzák azokat, e két folyamathoz a gleccserek olvadékvize is hozzátesz még kicsit. A Stockholmi Egyetem és a Lundi Egyetem munkatársai a lehető legjobb helyen voltak a gleccserek hatásainak vizsgálatához, hisz Skandináviát a jégkorszakban meglehetősen vaskos jégborítás fedte, és a jég eróziós hatásainak iskolapéldáit szolgáltatta eddig is a térség; a svéd kutatókat a Brit Geológiai Szolgálat szakemberei is segítették a feltáró munkájukban.

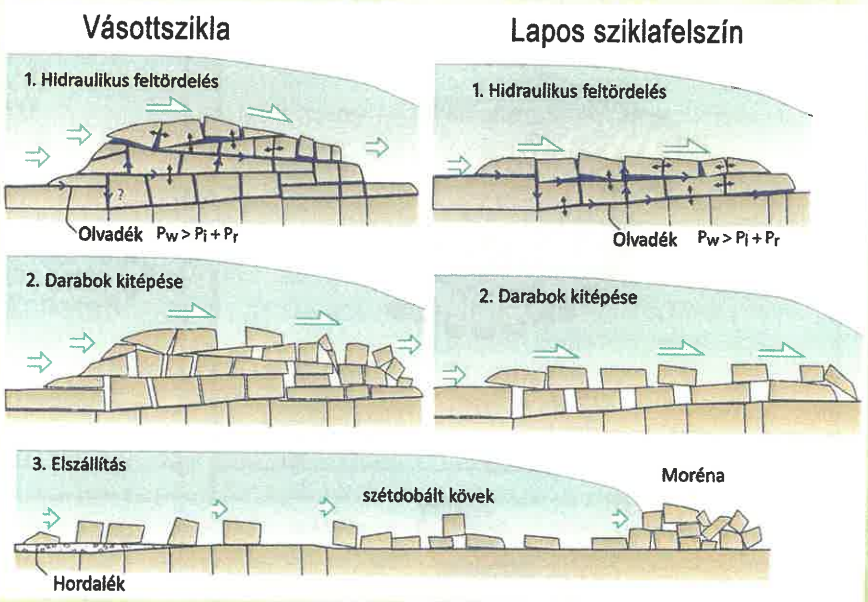
Svédország keleti részének geológiai térképein számtalan olyan felszínt találhatunk, amelyet nagy, szögletes, egymásra halmozott kövek borítanak. A régió, ahol ezek megtalálhatóak, mintegy ezer kilométer hosszúságban terjed, egészen Lappföldig. A bokatörő terep nem alkalmas sem földművelésre, sem állattartásra, így igen gyéren lakott, s sok helyen erdők borítják a sziklás terepet, ezért légifotókon rejtve marad a felszínük. Emellett a törmelékes kőzeten a távérzékelésben használt lézer jele is szóródik, így a legmodernebb lidaros mérések se mutatják ki tisztességgel a hasonló felszíneket. Így nem maradt más hátra, mint a helyszíni felmérés, vizsgálat – ez persze cseppet sem volt ellenére a kutatócsoportnak.

A kövek közt járva feltárulnak a szinte érintetlen részek, ahol csak hasadékok és repedések tagolják a gneisz alapkőzetet, de a legtöbb helyen széttöredezett, áthelyeződött felületeket lehet látni. A kutatók Iggesund környékén, a jól ismert Bodagrottorna közelében végeztek részletes felméréseket, itt a sziklák alatt sötét barlangrendszer húzódik, amely rövidke hasadékszakaszokból álló, a ferdén egymásra hányt kövek alatt kialakult útvesztő. A barlangrendszer környezetében mintegy 50 km^2 területen található a szétszaggatott és szétszórt kövekből álló, a kutatás tárgyát képező terep.

Régebben ezt a kaotikus felszínt rendkívül erős földrengések hatásával, esetleg metán kitöréseivel magyarázták, azonban a *Maarten Krabbendam*, a *Brit Geológiai Szolgálat* geológusa által készített felmérések kimutatták, hogy a sziklák minden esetben azonos irányba mozdultak el, s ez megegyezett az utolsó eljegesedés jégtömegének mozgásirányával. Ebből világossá vált, hogy az egymás hegyén-hátán heverő sziklákért maga a jég lehet a felelős.

Robert Lagerbäck, a *Svéd Geológiai Szolgálat* egykori szakembere mutatott rá először arra, hogy miként szaggathatja szét a jég az alapkőzet szikláit. Még az 1970-es években Forsmarkban egy atomerőmű építése során készültek a sziklákról a tereprendezés során felvételek, amelyek megmutatták a különös formavilágokat. A fotókon látható volt, hogy a gneiszben vízszintes hasadékok nyíltak fel, s ezeket homokos-iszapos törmelék töltötte meg. A képek arra szolgáltattak bizonyítékot, hogy az utolsó fennos-kandináv jégtakaró alatt hatalmas víznyomás alakult ki, amely nemcsak a sziklafelszínt volt képes felszaggatni, hanem a felette lévő több száz méter vastag jégtakarót is megemelhette.

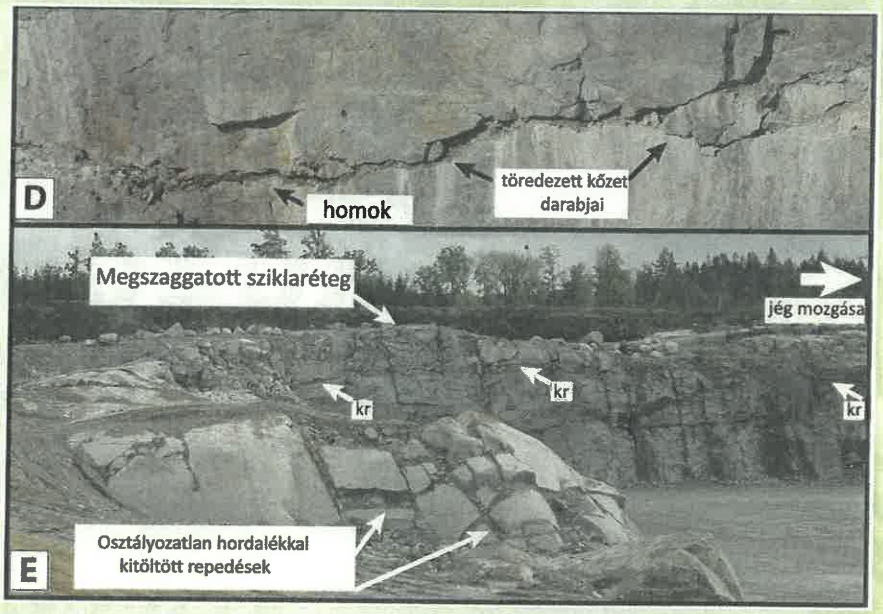
A kiindulási pont tehát az volt, hogy felszaggatott felszíneket találjanak, ehhez kőfejtőket vizsgáltak át, ahol a megbontott sziklafalakon jól felismerhetővé váltak az egykori jégtakaró alatt keletkezett hasadékok,



A folyamat azonos, ha akár vásottszikla (roche moutonnée), akár sík sziklafelület az erózió tárgya. A repedésekbe hatoló, túlnyomás alatt lévő víz tovább nagyítja a repedéseket és kimozdítja a szikladarabokat, amelyeket azután a fenncsúszó jégréteg magával ragad, majd elszállít a hely-

és a környékükön a széthordott, kimozdított sziklák is előkerültek. A Bodagrottorna területén zajló terepi munka során a kutatók precíz méréseket végeztek az érintetlen alapkőzet és a belőle kiszaggatott sziklatömbök összehasonlítására. Volt, ahol a szikla konkrét mintázatát is illeszteni tudták az alapkőzetéhez, amelyből kitépte a jég. Ahol többféle szikla is hevert, ott jól megkülönböztethető volt a felszaggatásban született, közelről eredő, erősen szögletes szikladarabok tömege a jóval lekerekítettebb, és jóval nagyobb távolságokból szállított sziklatömbökével, amelyek görgetegkőként, tillként kerültek a helyszínre.

A mérések és modellezések alapján megszületett az elmélet arról, hogy miként is jöhettek létre a jég alatt a széttépett-széthordott sziklatömbökből álló felszínek. Három egyszerű lépésből áll a folyamat: feltörés, kimozdítás, elszállítás. Az első lépés során hidrosztatikus túlnyomás alakul ki a jég alatt, ekkor a teljes jégréteg tömege ránehezedik arra a kis olvadékvízre, ami a jég és az alapkőzet között vagy éppen annak hajszálrepedéseiben van. Ez a nagy nyomás tágítja a meglévő hézagokat, s valószínűleg növeli a méretüket is, itt gyakorlatilag az általunk a szénhidrogének kinyerése során alkalmazott hidraulikus repesztés (fracking) zajlik, csak épp természetes formában. Az így meggyengített kőzet felszínén elcsúszó jég azután könnyen bele tud kapaszkodni a meglazult és kissé kiemelkedett tömbökbe, s ki tudja azokat fordítani, majd elhordani a helyükről. Ez a folyamat vezet el a jég mozgásirányában szétpakolt sziklatömbökhöz.



Runtorp kőfejtője (Páryd), ahol a sziklákban keletkezett repedéseket s az azokba beszivárgott hordalékok példáit figyelhetjük meg (KÉPEK FORRÁSA: PHYSICAL GEOGRAPHY)

Alapvetően fontos volt a vizsgálatok során, hogy egyes, a szirtekből kiszaggatott szikladarabokat jól felismerhetően „vissza lehetett illeszteni" a szirtbe, amelytől átlag 1-100 méterre hevertek. Mivel ilyen kis távolságra jutottak csak el a sziklatömbök, ez azt is jelentette, hogy rövid volt az az időszak, amelynek során fennálltak a megfelelő körülmények. Ebből arra következtettek a kutatók, hogy a jégtakaró peremén játszódhattak le ezek az események, kimondottan a jég visszahúzódásakor; Uppland régiójában ez mintegy 10 ezer éve volt. Jelenleg a grönlandi jégtakaró peremén állnak fenn hasonló körülmények a klímaváltozásnak köszönhetően, s nemrégiben mélyfúrások során végzett nyomásmérések eredménye alapján kiderült, hogy igen gyakran túlnyomás alakul ki a jég alatti olvadékvízben, néhány perces vagy több órás időszakokra a fő olvadási szezonban.

Vajon mennyire lényeges ez a most feltárt eróziós forma? A svéd példából tudjuk, hogy nagy területen, de nem mindenütt játszódtak le ezek a folyamatok, és ahol igen, ott átlag 1-4 méteres szikladarabok borítják a tájat. Ez a vastagság azt is tükrözi, milyen mélyről volt képes felszaggatni a jég a köveket. Egy nemrégiben elvégzett kozmikus sugárzás alapú vizsgálattal azt mutatta ki egy göteborgi kutató, hogy a „klasszikus" csiszolás és felaprózás eróziós módszereivel csupán 0,6-1,6 méternyi követ koptatott el a teljes utolsó eljegesedés Uppland területén. Ebből kiderül, hogy a most leírt felszaggatásos erózió a feltételezett igen rövid időszak alatt is képes akkora, sőt, nagyobb mértékben lekoptatni a kőzeteket, mint a teljes eljegesedési időszak egyéb eróziós tevékenysége összesen. Vajon hol lehetnek még hasonló felszíni nyomai a világon ennek az újonnan felfedezett eróziós folyamatnak?

LANDY-GYEBNÁR MÓNIKA

A részletes felmérések helyszínéül szolgáló Bodagrottorna, ahol az egyes, kitépett és elragadott sziklákat éppúgy vizsgálni lehetett, mint a még a helyükön lévő, de már kissé kimozgatottakat, gyakorlatilag az egész eróziós folyamat lépései megfigyelhetőek voltak egy helyszínen.