

POSZET SZILÁRD

A PARTVIDÉKEK – AHOL A TENGEREK ÉS EMBEREK KÖZTI HATÁROK ÖSSZEMOSÓDNAK

A tengerek „végtelen” kiterjedései és ismeretlen mélységei rengeteg felfedezni valót rejtegetnek még napjainkban is kutatók, kalandorok, turisták vagy egyszerű halandók elől. Elég egy futó pillantást vetnünk a Földet ábrázoló térképekre vagy műholdképekre, és azonnal szembeötlik, hogy felszínének legnagyobb részét (71 százalékát) tengerek és óceánok borítják. Akármerre nézünk, minden oldalról körülfogják az általunk benépesített szárazulatokat. Sőt az egykori nyomaik még a jelenlegi partoktól több száz méteres (például a kolozsvári Fellegvár oldalában) vagy akár néhány kilométeres magasságban is (például az Alpok magasabb régióiban) megtalálhatók, különböző kagylók vagy csigák kőületeiben gazdag rétegek formájában.

A végtelennek tűnő távolságok sokáig babonás félelemmel töltötték el az embert, aki csak nagyon nehezen tudott elszakadni a partvidék biztonságos, jól ismert hajózási sávjától. Ezt a rettegést csak fokozták a víz alatt lakó tűzokádó sárkányokról keringő legendák (ezek valószínűleg tenger alatti vulkánkitörések lehettek), a pusztító viharok, vagy csak az ismeretlentől való félelem. Szerencsére a kalandvágy, a kíváncsiság nyomán és természetesen a technika fejlődése által is segítve elődeink mégis elkalandoztak a partvidékről, és bejárták az óceánokat, a vizek széltében-hosszában és mélységeiben egyaránt. Az ismeretek gyarapodásával egyre több apró részletet sikerült feltárnunk, de ezzel párhuzamosan egyre bonyolultabbá válnak az egyes elemek közötti összefüggések.

Valójában nem kifejezetten az emberekről vagy a tengerekről szól ez a könnyed nyári olvasmány-



**A tengerparton
maradunk,
és a partvidékeknek is
elsősorban a változatos
formavilágánál.**

nak szánt eszmefuttatás, mivel ez nagyon tág fogalomköröket ölelne fel, hanem arról a keskeny sávról, ahol ember és tenger találkoznak. A tengerparton maradunk, és a partvidékeknek is elsősorban a változatos formavilágánál. Nem babonás félelemből, hanem azért, mert a partok alakítási, geomorfológiai változatosága az, ami először szembetűnik, és ami meghatározza, hogy milyen mértékben alkalmas az ember letelepedése szempontjából.

Egyes feltételezések szerint az emberek a víz és a szárazföld közötti keskeny partszakasz teremtenyei,¹ mivel itt voltak legkedvezőbbek a létfeltételek. Ezen a kis területtel rendelkező (a szárazföldek 5-6 %-a), nagy hosszanti kiterjedésű és sajátos formakinccsel rendelkező 150 kilométeres keskeny tengerparti sávban tömörül a Föld népességének szinte fele,² és a tíz legnagyobb városa közül nyolc kikötő. Ezek a számadatok az állandóan ott élő népességre vonatkoznak, és ha még ideszámítjuk azokat (magunkat) is, akik hosszabb-rövidebb időre előfordulnak a tengerparton, akkor időszakosan jelentős növekedések tapasztalhatók.

A légkör-vízburrok-kőzetburrok-élőburrok összefonódó és egymást kiegészítő nyílt rendszerekként működik.³ Akármennyire szeretnénk ezeket a folyamatokat egymástól különválasztva és az országhatároktól függetlenül tárgyalni, nem lehet. Abban az esetben, ha ez az egyensúlyi állapot valamilyen természeti (El Niño, La Niña – ezekről akár külön tanulmányokat is lehetne írni) vagy antropogén hatásra megbomlik, annak visszafordíthatatlan környezeti következményei lehetnek, legalábbis emberi léptékben mérve.

A partvidékek nagyon érzékenyek a környezeti változásokra, erőteljesen terhelik őket a szárazföldek belső területei felől érkező hatások, amelyeket főként az antropogén tényezők generálnak: az erősen szennyezett nagy folyamok, az egyre nagyobb méreteket öltő erdőirtások, a part menti hajózás, ipari tevékenységek.

A partvonal helyzete változik vagy a vízszint ingadozik?

■ A part nem egy vonal, hanem egy állandóan változó szélességű sáv, amelynek a szárazföldhöz tartozó, de tengervíz által kialakított szegélyének szélessége területenként és időszakonként nagyon változatos lehet.

A tenger és a szárazföld csatájának frontvonalát alkotó partok helyzete rövidebb ideig kivételesen változatlan maradhat, ellenben hosszabb időn belül a partvonal futásvonala módosul.⁴ Ezeknek a változásoknak a következtében módosulhat a partok alakja (meredek vagy lapos part lesz), illetve kisebb-nagyobb partszakaszok kikerülhetnek a tengervíz felszínalakító tevékenységének a hatása alól. A szintváltozások nagymértékben bonyolítják a parttípusok osztályozásának feltételeit is.

A tengerek olykor előrenyomulnak, előntve a szárazulatok egyes részeit, és egyre nagyobb területeket foglalnak el a szárazföldek rovására. Ezt a transzgresszióknak nevezett jelenséget előidézheti a szárazulatok süllyedése vagy a tengerszint emelkedése (ami például lehet az éghajlat felmelegedésének egyik következménye). Transzgresszióról tanúskodnak a napjainkban tengervízzel borított kontinentális talapzatokon fellelhető egykori folyóvölgyek és medrek (a Kongó, Mississippi, Rajna, Duna völgyei több száz méter mélységig folytatódnak a tengerfenéken), a fjordok (tenger által előntött gleccser vájta teknővölgyek), az emberi telepeket feltáró régészeti leletek, amelyek a jelenlegi tengerparttól jelentős távolságra és változó mélységben arra utalnak, hogy a mai kontinentális talapzatok egykor kedvező szárazföldi létfeltételeket biztosítottak.⁵

A szárazulatok emelkedése vagy a tengerszint glaciális időszakokban történő süllyedése nyomán a tengerek visszahúzódnak (ez a regresszió), és területeket veszítenek. A szárazföldi területek gyarapodását jelzik a jellegzetesen tengerparti környe-

zetre utaló üledékek, amelyek sok száz méterre vagy kilométerre a mai tengerpartoktól, a szárazulatok belső részein található.

A tengerpartok dinamikusan változó környezetként jellemezhetőek, ahol a partszegély domborzati formáinak kialakulásában általános érvényű szerepe van a tengervíz mozgásainak (tengeráramlásoknak, árapálnak, hullámnásznak), illetve ezek hatása erősen függ a partvidékek szakaszonként változó geológiai, szerkezeti és domborzati viszonyaitól. Az emberi beavatkozások felerősíthetik vagy fékezhetik a partalakító folyamatokat.

Az áramlás, árapály, hullámnás hatásai

■ A tengervíz mozgásai közül a tengeráramlásoknak nagyon kevés szerepe van a part menti domborzat formálásában, de hatással lehetnek a hullámnás – vagy tengerjárás – által keltett part menti áramlásokra. A Hold tömegvonzásának következtében kialakuló tengerjárás jelenségének már jelentősebb szerepe van a partalakulás folyamatában. A Hold felé néző oldalon közvetlenül az égi kísérőnk tömegvonzása miatt emelkedik meg a vízszint, míg az átellenes oldalon a centrifugális erő következtében. Ugyanazon a helyen (hatóránként) naponta kétszer van dagály, illetve apály. Egy hónap leforgása alatt ugyanazon helyen kétszer van az átlagosnál magasabb, illetve alacsonyabb vízszint. Attól függően, hogy a Nap és a Hold egymáshoz viszonyítva hol helyezkednek el, felerősödhet vagy lecsökkenhet a szintingadozás mértéke. Szökőár (újholdkor és holdtöltekor) Nap és Hold együttállás (konjunkció) esetén tapasztalható, amikor a tömegvonzásuk hatása összeadódik, és a dagályszint 20 százalékkal is magasabb lehet az átlagosnál. Szökőárkor a hullámnás partalakító (romboló vagy építő) hatása különlegesen erőteljes lehet. Vakár első és utolsó negyedkor alakul ki, mikor a Nap és Hold árkeltő ereje egymást rontja, ilyen helyzetben éri el a tengerjárás a legalacsonyabb szintet, és az apályszint akár 20 százalékkal is az átlag alatt lehet. A kozmikus okok mellett a tengerjárás mértékében tapasztalható egyenlőtlenségeket a földrajzi tényezők is jelentős mértékben befolyásolhatják: a tengerek és óceánok helyzete, a partvonal tagoltságának mértéke – ezért partszakaszonként elég nagy eltérések lehetnek.

A nyílt óceánok (vagy tengerek) esetében nagyobb a szintingadozás (néhány decimétertől akár 10–15 méterig is változhat), és akár szélsőségesen magas dagályhullámok is kialakulhatnak, mint például a Fundy-öbölben (20 méter), a Bristol-i-csatornában (16 méter) vagy a Saint-Malói-öbölben. A folyók torkolata (a Temze, az Elba, a Szajna, a Loire) erőteljesen eltölcésesedik, annak következtében, hogy dagálykor behatol víz a torkolatba, és apálykor a torkolaton keresztül visszaáramló víz kisodorja az ott található hordalékot.

A kontinensek között elhelyezkedő – zárt jellegű – tengerek esetében a vízszintingadozás mértéke sokkal kisebb: a Földközi-tengerben mintegy 20 centiméter; a Balti-tenger esetében átlagosan 14 centiméter; míg a Fekete-tenger partjainál alig éri el a 10–12 centimétert.⁶ Árapály hatására a sekély vizű part menti lagúnák (vagy öblök) csatornákkal behálózott mocsaras (iszapos) területekké válnak. Tulajdonképpen a tengervíz által felhalmozott hordalékon kialakult sós mocsarakról van szó, ahol még ilyen mostoha körülmények között is hosszabb-rövidebb ideig megtelepedhet a növényzet. Ilyenek a mérsékelt övezeti alacsony növényzetű marschvidékek (Hollandia és Németország északi részén) vagy a trópusi mangroveerdők.

A tengervíz mozgásjelenségei közül a hullámnásnak van a legfontosabb szerepe a partok alakításában. Számos tényező hozzájárulhat a hullámnás kialakulásához a tenger alatti földrengésektől a vulkánkitörésektől, de a legtöbb esetben a vízfelszín fő-

lött áramló levegő biztosítja a tengervíz hullámzásához szükséges (mozgási) energiát, hatékonysága függ a szél erejétől, tartósságától és irányától.⁷

A nyílt vízi területeken – ahol nagyobb mélységek esetén a fenék még nem gyakorol fékező hatást a hullámok terjedésére – megfigyelhető valamely tetszőlegesen kiválasztott vízrészecske megközelítőleg kör alakú (orbitoidális) pályán történő mozgása. A szomszédos felszíni vízrészecskék egy adott pillanatban saját körpályájuk más-más pontján helyezkednek el. Ezeket a pontokat összekötve kapjuk a felszín jellegzetes hullámvonalát. A felszín alatti részecskék a felszíniekkel azonos fázisban, de kisebb átmérőjű pályákat írnak le, így a felszíni hullámmozgás a mélység felé haladva gyors ütemben kioltódik (a hullámmozgás mélysége körülbelül fél hullámhossz). A részecskék állandó mozgása miatt a hullámvonal végigfut a felszínen, és azt a benyomást kelti a vizet szemlélő emberben, hogy a víz egész tömege elmozdul. Ez azonban csak látszat. A részecskék valójában megmaradnak zárt pályájukon, csak a hullám tűnik tova. Ezért ha egy rumoshordót vagy parafadugót vízbe dobunk, megfigyelhetjük, hogy miként himbálják őket az érkező és továbbvonuló hullámok, felemelik, majd leejtik, de nem viszik magukkal. A hullámok (hullámhegyek és hullámvölgyek) haladnak, de maga a víz és a benne lebegő testek megközelítőleg helyben maradnak.⁸

A sekély vizű területeken, ahol a fenékhatalás kezd érvényesülni, a hullámok haladása fékeződik. Ezzel párhuzamosan magasságuk számottevően megnő, és a vízrészecskék körpályái kezdenek elliptikus pályákká laposodni. A mélységgel egyre erőteljesebb lesz a torzulás mértéke, a fenéken már csak vízszintes irányú mozgás észlelhető.

Ezek a sekély területek már a parti övezetek sávjához taroznak, ahol a hullámok partromboló vagy -építő tevékenysége a legintenzívebb. A különleges hullámjelenségeknek – morajló hullámoknak és a hullámtörésnek – kiemelkedő szerepük van a part alakításában. Az esetek többségében a parti övezetben jól el lehet egymástól különíteni azokat a sávokat, ahol ezek a hullámtípusok dominálnak, de hatásuk a (magas vagy alacsony, meredek vagy lapos) parttípusok függvényében eltérő lehet.

Hullámmorajlásról akkor beszélünk, mikor a sekély part menti sávba érkező hullámok alsó része erősebben fékeződik, ezért magasságuk megnő, és a hullámfrontok meredekebbé válnak. A hullámszörfösök ezeket a partmenti övezeteket szeretik a leginkább. A végső szakaszba érve átbukó és összeomló hullámok dörgő, morajló hang kíséretében futnak ki a partra. A folyamatot kísérő hang miatt nevezik ezt a jelenséget hullámmorajlásnak.

Az alacsony partokra kifutó hullámok tehát fokozatosan lelassulnak, és veszítenek az energiájukból. A kifutó hullámok által a partra juttatott víztömegek gravitációs hatásra a fenéken gyors ütemben visszaáramlanak, erőteljes szívóhatást fejtve ki; ez esetenként annyira erőteljes, hogy kimossa talpunk alól a homokot.

A hullámtörés partromboló tevékenysége, abráziója a mélyebb vizű magas (sziklás) partok esetén a legerőteljesebb. Mivel az ilyen partszakaszokon a fenék fékező hatása kevésbé érvényesül, a hullámzás nem veszít az energiájából. Ezért az akadály nélkül partnak csapódó víztömeg nyomása és ütközési energiája révén a legellenállóbb partfalat is kikezdi.

A tengervíz a magas, sziklás partokat rombolja, és a lapos, homokkal borított partokat építi. Ez a kijelentés általában igaz, de természetesen lehetnek kivételek, és a partvidékek mentén a különböző partszakaszoknak eltérő tulajdonságai lehetnek.

A sziklás partok látványos képződményei

■ A hullámtörés és hullámverés abráziós tevékenysége nagyon erőteljes lehet a magas partok esetén, amelyek csak ideig-óráig tudnak ellenállni a rájuk zúduló víz rom-

boló tevékenységének. A hullámtörés energiája hatszorosa lehet a normál hullámműködésnek, de tevékenysége különböző tényezők hatására fokozódhat. A partfalnak csapódó hullámok nagy mennyiségű levegőt ejtenek csapdába, ami nagy erővel nyomódik össze, így a repedésekbe (hasadékokba) beszorult, illetve bepréselődött levegő szétfeszítheti a sziklatömböket. Ehhez hozzáadódhat még a fagyás vagy a sókristály-növekedés feszítő tevékenysége is. A hullámverés által szállított durva, kavicsos hordalék az ütközések során tördeli és lazítja a kiálló sziklatömböket vagy azok sarkait.

Ahol a meredek sziklafalak belemerülnek a tengervízbe, ott érződik leginkább a hullámverés hatása, a kezdeti szakaszban még csak keskeny sávon érvényesül, és kisebb-nagyobb fülkéket alakít ki. A fülke fokozatos mélyülése nyomán a partfal stabilitása megbomolhat, és a felette levő sziklatömeg leomlik. De az is megtörténhet, hogy a fülke tovább mélyül, a partfal viszont nem omlik le, és így abrázációs barlangok alakulhatnak ki. A mészkőből álló magas partok különösen kedvező körülményeket biztosítanak az abrázációs barlangok kialakulásához.

Az abrázációs fülkék folyamatos mélyülése miatt a meredek abrázációs partfal (nevezik még kliffnek is) fokozatosan hátrál, aminek következtében a tenger felé enyhén lejtő sziklafelület keletkezik, amelyet abrázációs teraszoknak nevezünk.

Az abrázációs teraszok között kiugró hegyfokok maradhatnak vissza, ahol a hullámműködés energiája koncentrálódik. Ezeket a hullámverés mindkét oldalról megtámadja, és egymás felé mélyülő abrázációs fülkéket alakít ki. Az egymás felé hátráló abrázációs fülkék a fokozatos mélyülés, tágulás következtében egyesülnek, és létrejönnek abrázációs ívekkel vagy hidakkal fedett kapuk. Az abrázációs sziklahidak leomlása után kisebb abrázációs szirtek jönnek létre, amelyeknek további pusztulásával kialakuló toronyok úgy maradnak vissza a hullámműködésben, mint valami magános ellenállók, de a hullámverés ezeket sem kíméli, minden irányból pusztítja, amíg fokozatosan ezek is elfognak, és összeomlanak.

Az előbbieken vázolt idealizált pusztulási folyamat partszakaszonként változó lehet, ami függ a kőzetminőségtől, a domborzati adottságtól és még számos tényezőtől. A magas, sziklás partok változatos családjának néhány jellegzetes képviselőjét szeretném csak kiemelni, ezekkel találkozhatunk leggyakrabban a utazásaink vagy olvasmányaink során.

A dalmát típusú partszakaszok (klasszikus példa az Adriai-tenger horvát partvidéke) kialakulása döntő módon a szerkezettől függ, mivel csak azokon a helyeken alakul ki, ahol a hegyláncok vonulatai a parttal párhuzamosan haladnak. A partszakasz süllyedése következtében a tengervíz keresztülhatol a hegyvonulatokat keresztirányba szabdaló törései árkokon, és előnti a mögöttük húzódó völgyeket. A parttal párhuzamos hosszanti előntések csatornák módjára szegélyezik a partot, innen származik a „csatornapart” megnevezés. Abban az esetben, ha a hegyvonulatok süllyedése folytatódik a transzgresszió (tengerszint-emelkedés) hatására, a partvidék rendkívül tagolttá válik: szigetek, félszigetek, öblök szegélyezik. Egyes esetekben, mikor a tengervíz áthatol a parti láncok közötti keskeny átjárókon, és a hegységek mögötti terület domborzati feltételei is megengedik, például medenceszerűen kiszélesedő térszín következik, a benyomuló tengervíz nagyobb méretű öblöket is kialakíthat, legismertebbek a Kotori-öböl (Montenegró partvidékén) és a San Franciscói-öböl.

A ria típusú partok estében a hegyláncok csapásiránya a partra merőleges (vagy majdnem merőleges). Nagyon tagolt és változatos partszakaszokat képeznek. Az elnevezés spanyol eredetű, mivel az első részletes tudományos munkák a galíciai partszakaszt tagoló tölcserőrtorkolatokat írták le, Északnyugat-Spanyolországban. A partok süllyedése, illetve az eljegesedést követő tengerszint-emelkedés egyaránt okozhatja a folyótorkolatok előntését. Ennek következtében a folyók (spanyolul: ria) szinklinális völgyeibe mélyen benyomul a tengervíz, és tölcserőrtorkolataik öblökhöz hasonló

bemélyedésekké válnak (riaöblök). Az öblök által közrefogott hegláncok tengerbe nyúló részei szigetek és félszigetek alakjában maradhatnak a víz fölött. Ide sorolható a galíciai, bretagne-i partok vagy Írország és Nagy-Britannia délnyugati partjai.

A fjordos partok kialakulását a kéregszerkezet kevésbé befolyásolja, formálódásuk döntő mértékben a pleisztocén kori gleccserek tevékenységéhez kapcsolódik. Rendkívüli mértékben tagolt (csipkézett), szinte függőleges falú magas partszakaszok jellemzik. A gleccserek által kimélyített teknő alakú völgyek gyakran a mai tengerszintnél mélyebben értek véget. A fjordos partok a pleisztocén jégtakaró olvadását követő tengerszint-emelkedés következtében alakultak ki, miután a tenger benyomult a gleccserek által kivésott völgyekbe; „a fjordok tengerbe fulladt glaciális teknővölgyek”.⁹ A fjordok a szárazföld belsejébe hosszan benyúló – általában U keresztmetszetű –, meredek falú, viszonylag keskeny és mély (gyakran 600 méternél mélyebb) öblök, amelyek szerteágazó öbölrendszereket alkotnak például Norvégia, Izland, Skócia, Grönland, Dél-Chile, Új-Zéland partjai mentén.

Homokszemekből összerakott tengerparti világ

■ A kellemes-napozós, sekély vizű, lapos partok épített formaelemeinek létrehozásában általában a kis energiájú hullámzás tevékenysége játszik fontos szerepet, amely ebben az esetben nem pusztítja, hanem építi a partokat. Különleges feltételek mellett a partok építéséhez hozzájárulhat még az árapály jelensége, illetve a növény- és állatvilág is. A felhalmozódási formák kialakulásának egyik alapfeltétele a bőséges hordalék-utánpótlás. Minél több a hordalék, annál kevésbé tud vele a hullámzás megbirkózni. Az építőanyag minősége partszakaszonként változik – homok, iszap, kavics –, és eredetét tekintve is többféle lehet, származhat helyi aprózódásból vagy folyóvízi szállításból is.

Az épülő lapos partok felszínformálásában lényeges szerepe van a hullámmorajlásos övezetben megvalósuló törmelékfelhalmozásnak. A fenéksúrlódás miatt lefékeződő és átbukó hullámok a szállított hordalékot kisodorják a parti övezetbe, ahol ennek egy része lerakódik és felhalmozódik. A fövényen (strandon) felhalmozott homokszemcsék a parttal párhuzamosan mozdulnak el. A lapos partszegélyen felhalmozódott homok, kavics, iszap, illetve kagylóhéjdarabok törmelékátakat, turzásokat építenek fel.

A partra merőlegesen vagy kis szögeltéréssel érkező hullámok parti (szegély-) turzásokat, illetve lidókat építenek fel. Az említett két turzástípus kialakulási módja hasonló, abban különböznek, hogy a parttól milyen távolságra képződnek.

A parti vagy szegélyturzások akkor alakulnak ki, ha a tenger mélysége csak a part előterében, a partszegélyen csökken annyira, hogy a fenéksúrlódás következtében lefékeződhetnek a közeledő hullámok. Ebben az esetben a turzás közvetlenül a parthoz kapcsolódik. Építőanyagát az abráziós törmelék mellett folyóvízi szállítású szárazföldi hordalék képezi. A hordalékmennyiség és a hullámzás energiájának függvényében magasságuk folyamatosan növekedhet, de ritkán haladja meg a 2-3 métert. Ez a magasság nagyjából megegyezik a kifutó hullámok dagály idején elért magasságával (kb. 2 méter). A partok előterében kialakult képződmények helyzete évszaktól függően ciklikusan változik. Nagyon eltérő képpel találkozunk, ha ugyanazon a partszakaszon teletünk vagy nyaralunk. Télen gyakoriak az erős viharok, a hullámzásnak nagyobb az energiája, és az anyagmozgás a parttól a mélyebb részek felé történik. Ilyen esetekben a turzások a partoktól kicsit távolabb épülnek. Még a durvább anyagok is a tenger felé vándorolnak, és a pusztuló homokos part egyre keskenyebb lesz, nincs is hova kitenni a napernyőt. Nyáron a hullámzás energiája kisebb, és az anyagáthalmozás iránya is megváltozik, a partok felé történik. A partok a hozzájuk

kapcsolódó turzásrendszerek révén a nyári évszakban épülnek, és szélesebb homokos főveny (ún. strand) képződik.

A lidók közepes tengerszint fölé emelkedő part előtti turzások. A parttól nagyobb távolságra elhelyezkedő lidók futásvonala a parttal párhuzamos. Fejlődési menetük a szállított anyagmennyiség függvényében változó lehet, és nem minden esetben alkotnak összefüggő turzágátat, mivel a fejlődési menetük szakaszonként eltérő lehet, egyes helyeken lassabban képződnek, máshol pedig gyorsabban. A gyorsabban fejlődő részek turzásszigetek alakjában vízszint fölé magasodnak és szigetláncot alkotnak. Olaszország Adriai partvidékén nagyon sok ilyen lidó sorakozik: Lido de Jesolo, Lido Pelestrina, Lido di Dante, Lido Adriano.

A lagúnák a lidók (vagy rekesztőturzások) által leválasztott tengerrészek. Az elzáródás nem azonnal történik, hanem fokozatosan. Így a turzás növekedésével a lagúnáknak egyre inkább megszakad a nyílt vízzel való kapcsolata. Amíg ezek a kapuk léteznek, addig sós vizű „élő” lagúnáról (laguna viva) beszélhetünk, mivel a lagúna és a nyílt tenger összeköttetésben van. Nyereséges vízháztartású területeken az élő lagúna is kiédesedhet. Azokon a szakaszokon, ahol a lidókapuk eltűnnek, és megszűnik a lagúna nyílt tengeri összeköttetése, a teljesen elzárt „holt” lagúna – éghajlat és vízellátás függvényében – sajátos fejlődési folyamaton megy keresztül. A lassanként félsós vizűvé (brakkvíz) váló, majd kiédesedő lagúna elmocsarasodik, és területén megjelennek a sajátos körülményekhez alkalmazkodó növények.

Végző fejlődési szakaszában a lagúna szárazulattá válhat, mivel teljesen feltöltődik szerves anyagokkal (pusztuló növényzettel) és a part felől érkező hordalékkal (főként iszapfelhalmozódás esetén). Az így létrejött laza, iszapos üledékkel feltöltött, süllyedő, mocsaras parti síkságokat nevezik marsznak.

Lagúnák képződnek abban az esetben is, amikor a rekesztőturzások sekély vizű öblök bejáratát zárják el részlegesen vagy teljesen. Amikor a rekesztőturzás mindkét vége a parthoz kapcsolódik, a lagúnák vize teljesen kiédesedhet. A rekesztőturzások előfordulása nagyon gyakori a Balti-tenger déli partvidékén (pl. a Gdanski- és Kalinyingrádi-öböl rekesztőturzásai), az Amerikai Egyesült Államok keleti partjai mentén (Bostontól Florida déli részéig), a Fekete-tenger ukrainai és romániai partvidékén.

Itt említhetjük meg a limánokat, azokat a tóyszerű képződményeket, amelyek olyan süllyedő, pusztuló partszakaszok esetében alakulnak ki, ahol a folyó által kivésett völgy torkolati szakaszába benyomul a tenger, és ennek következtében a szárazföld belseje felé szűkülő öblök alakulnak ki. A limánokat keskeny, hosszan elnyúló rekesztőturzás zárja el a nyílt tengertől. A turzások építőanyaga döntő mértékben szárazföldi eredetű hordalék. Esetenként teljesen el is zárhatják a limánokat. Ukrajna fekete-tengeri partvidékén, a Duna-deltától a Don torkolatáig számos kisebb-nagyobb folyónak van limános öble, például a Dnyeszternek, Dnyepernek, Bugnak, hogy csupán a jelentősebbeket említsük.

A Fekete-tenger Romániához tartozó partszakasza, annak ellenére, hogy rövid (244 km), nagyon változatos. A déli részén, ahol a mészkő-homokkő táblákat csapkodják a tenger hullámai, egy viszonylag keskeny fővennyel szegélyezett magasabb partszakasz húzódik. Itt találhatóak a legismertebb, de napjainkban talán nem a leglátogatottabb tengerparti üdülők. Északi része az alacsony parttípusba sorolható, ennek legjellegzetesebb alakzatai a különböző nagyságú rekesztőturzásokkal elzárt lagúnák, a limánok és a Duna deltája. A Duna-delta fokozatosan fejlődő és épülő képződménye fokozatosan nyomul előre a tenger rovására, így történhetett meg az is, hogy az egykori tengerparti város, Sulina már nem pontosan a parton, hanem attól 3-4 kilométerre található. Tökéletes helyszín arra, hogy alakulás közben figyeljünk meg egy állandóan változó természetes környezetet.

Sekély vízü iszapos mocsárvidékek Európa és Afrika partvidékein

■ A hullámzástól védett sekély vízü, csendes partszakaszok különleges formáinak képződése és fejlődése a tengerjárás szabályos ritmusához igazodik. Az iszapsíkságok kialakulásának feltételei olyan partszakaszok esetében a legkedvezőbbek, ahol erős a tengerjárás, a part lassan süllyed, és nagy mennyiségű finom szemcséjű folyóvízi hordalék érkezik a szárazföld felől. Ha mindezek a feltételek teljesülnek, és a növényzet is elősegíti a feltöltődést, feliszapolódást, iszapsíkságok alakulhatnak ki. Földrajzi helyzetétől és megjelenési formától függően az iszapsíkságoknak több típusát különböztethetjük meg, a legjellegzetesebbek a mérsékelt éghajlati övezet watt-tengere és a trópusi mangrove mocsárerdők.

A watt-tengerek az Északi-tenger déli partvidékének Flandriától Dániáig tartó szakaszára jellemzők. Változó szélességű sávban kísérik a tengerpartot. A Flandriai-alföldön még viszonylag keskeny, a Holland-síkságon éri el a legnagyobb szélességet (a 20 kilométert is meghaladhatja) és mélységet (–6,7 méter). Ezt követően a Német-síkság területén fokozatosan elkeskenyedik, és az Elba torkolatán túl végződik.¹⁰ A wattok a sekély tengerpartok időszakosan vízzel borított iszapos síkságai, amelyeket a tengerjárás folyamata alakít. A wattok (jelentése: gázló) gyakran a marschföldek előterében helyezkednek el, amelyek átmenetet képeznek a magasabb partrészek – geestperemek – felé. Megnevezése a holland partvidéken található Watt-tengertől származik. Az európai wattvidék különlegessége és egyedi jellege a páratlan élővilágnak köszönhető, illetve a kialakulását és fennmaradását szabályozó kényes dinamikai egyensúlyi állapotnak.¹¹ A szigetsor – ami tulajdonképpen a vihardagályok által feldarabolt turzásrendszer maradványa – védelme mögött kialakult változó szélességű (5-40 kilométer) és fokozatosan mélyülő tengerszakasz övezetét dagálykor víz borítja, apálykor pedig részben szárazra kerül. Ennek következtében a sík wattfelületen iszap rakódik le, aminek anyaga fokozatosan finomodik a szárazföld felé. Az iszapos aljzaton megtelepedő alacsony sótartalmú vagy brakkvízü környezetet kedvelő növényzet szintén hozzájárul a feltöltődéshez. A wattok területén zajló tenger-szárazföld párharcban az ember a szárazföld védelme és saját érdekében gátakat épít területnyerés céljából. A gátak mögötti területek kiszárítása és feltöltése nyomán létrejött, művelhető területeket poldereknek nevezik.

A mangrove mocsárerdők kizárólag a trópusi területek hullámzástól védett, erős tengerjárású partszakaszain alakulnak ki. Hiányoznak az olyan lapos partok esetében, ahol kicsi az árapály ingadozás – például zárt tengereknél. Sűrű mocsárerdők alakulnak ki azokon a partszakaszokon is, ahol a bőséges hordalékot szállító folyók torkolatait turzások vagy korallgátak védik. Másik jellemzője az ilyen típusú sekély vízü partszegélyeknek, hogy mocsaras öblök és lagúnák tagolják. A mangrovetársulások sűrű és kusza támasztó- és légyökér hálózatuk révén nagy mennyiségű iszapot képesek megkötni. Ennek következtében a szárazföld felőli rész egyre jobban feltöltődik, ugyanakkor a mocsárerdő fokozatosan előrenyomul a tenger rovására. Szélességük esetenként elérheti a 20 kilométert is – például a Fülöp-szigetek partvidékén vagy Borneó északi részén. Nem alkotnak ilyen széles sávot, de jellemzőek Afrika nyugati partján Alsó- és Felső-Guineában; Észak-Ausztráliában vagy Florida partjain. A mocsárerdőket a fák változatos fajgazdagsága jellemzi, amelyek a parttól távolodva sávonként váltakoznak vízmélységtől és sótartalomtól függően. A legnagyobb változatosság Délkelet-Ázsiára jellemző. A kis vízborítású sávban a nagy szívóerejű fehér mangrove (*Avicennia*) fajok jellemzőek; a nagyobb mélységű sávban élnek az erőteljes támasztógyökérrel rendelkező vörös mangrove (*Rhizophora*, *Sonneratia*) fajok. Az élővilág szerepét szükséges erőteljesen kiemelni, mivel meghatározó szerepe van a part épülési folyamatában, és azt sem szabad elfelejteni, hogy

a mangrovéknak nemcsak az üledékmegkötésben, hanem a partvédelemben is fontos szerepük van.

A korallok – szorgalmas és igényes tenger alatti építészek

■ A korallzátonyok a trópusi területek¹² sekély vizű partszakaszainak jellegzetes képződményei, amelyek a kontinensek vagy szigetek peremén egyaránt létrejöhetnek. Kialakulásukban meghatározó szerepet játszik a telepese korallok építő tevékenysége. Az általuk kiválasztott meszes zátonyok felépítéséhez különféle feltételek együttes megléte szükséges, mivel a zátonyépítő korallok nagyon érzékenyek a környezeti hatásokra.

A képződési feltételek ismerete szükséges a korallépítmények sajátosságainak jobb megismeréséhez, ezért ezt részletesebben ismertetjük.

A korallok képződése elsősorban a trópusi meleg tengerek partvidékén lehetséges (a 30^o északi és déli szélességek között), ahol a magas hőmérséklet következtében a tengervíz CaCO₃-ban túltelítetté válik. A korallnövekedés optimális hőmérséklete 25-29 °C, a hőmérsékleti alsó határ 18 °C, a felső 30 °C körül van (ezeken túl a zátonyképződés nem lehetséges). Az alsó határértéknél hűvösebb vízben már csak néhány korallfaj képes megélni, ezek nem telepese, hanem magányos korallok. A telepese korallok csak a tiszta vizet kedvelik. Azokon a partszakaszokon, ahová nagy mennyiségű szárazföldi hordalék érkezik, nincs korallzátony-képződés. Lényeges tényező a tengervíz sótartalma. Tűréshatáruk általában 30–40‰ között ingadozik (optimum 34–36‰), tehát az átlagos sótartalmú tengervíz esetében kedvezőek a képződési feltételek.

A tengermélység meghatározó tényezője a zátonyépítésnek. A napsugárzás nem képes túlságosan mélyre hatolni, ezért az intenzív növekedés maximum 30 m mélységig lehetséges.¹³ A mélységgel fokozatosan csökken a korallfajok száma, és ezzel együtt a zátonyépítés is megszűnik, 100 m alatt egyáltalán nincs.

A korallzátonyok optimális növekedésének másik alapvető követelménye a tengervíz oxigén- és táplálékellátottsága, ezeket a friss tengeráramlás és az élénk hullámtevékenység biztosíthatja.

A koralltelepek kialakulási feltételeinek ismeretében röviden felvázoljuk a zátonyok fejlődési menetére vonatkozó elképzeléseket, amelyek két elmélet köré csoportosultak. Charles Darwin 1842-ben úgy gondolta, hogy a szárazulatok süllyedése készítette növekedésre a koralltelepeket, elméletét aztán W. M. Davis, neves geomorfológus fejlesztette tovább 1928-ban. R. A. Daly 1934-ben megfogalmazott elmélete szerint a korallzátonyok fejlődésének egyik alapvető feltétele az volt, hogy igyekeztek lépést tartani a – pleisztocén kori glaciális időszakot követő – holocén tengerszint-emelkedéssel, ami többek között a gyorsabb növekedést is elősegítette.

Az elfogadott elméletek igyekeznek a fent említett elképzeléseket összevonni és egységes magyarázatot adni a zátonyfejlődés menetére. Ez azért is szükséges, mivel a két elmélet nem zárja ki egymást. A két tényező együttes hatására bekövetkező tengerszint-emelkedést követő zátonymagasodás a legelfogadhatóbb és több szempontot is kielégítő magyarázat. A korallképződményeknek három alaptípusát különböztethetjük meg, amelyek egyúttal a fejlődési stádiumra is utalnak: szegélyzátony; sánczátony; atoll. A szegélyzátony közvetlenül a szárazföld szomszédságában épül fel, amitől egy legfeljebb száz méternyi csatorna választja el (ez a zátonyfejlődés első szakasza). A sánczátonnyá fejlődött korallépítmények a parttól nagyobb távolságra helyezkednek el, a szárazulattól ezeket több száz méter széles lagúna választja el. Ennek a típusnak legismertebb képviselője a Nagy-korallgát (Ausztrália keleti partvidékén) –, hossza majdnem 2000 kilométer, és helyenként akár 250 kilométerre is

eltávolodhat a parttól. A Nagy-korallgát futásvonala híven mutatja, hogy hol húzódtott hajdan a kontinens széle.

Az atollok (korallgyűrűk) a nyílt tengeri – sok esetben vulkáni – trópusi szigeteket övező, különböző méretű és nem teljesen zárt (hézagos), kör alakú korallszigetek. A korallgyűrűk lagúnát ölelnek körül. A süllyedő alapzatú vulkáni szigetek szegélyén megtelepedő korallok zátonyépítő tevékenysége igyekszik lépést tartani a süllyedés ütemével. Első szakaszban szegélyzátonyok alakulnak ki. Abban az esetben, ha az izosztatikus süllyedés folytatódik (második szakasz), sánczátony képződésről beszélünk, ami a parttól egyre nagyobb távolságban történik. Az utolsó szakaszban, miután a kúp alakú sziget teljesen víz alá kerül, a zátony növekedése tovább folytatódik, atollokat képezve. A titokzatos korallgyűrűk kialakulásának süllyedő alapú vulkáni szigetekkel történő magyarázata Darwintól származik (1842), de az elmélet (hipotézis) egyértelmű bizonyítására több mint száz évet kellett várni (1953). Az Eniwetok-atollon (Marshall-szigetek, Csendes-óceán) végzett két mélyfúrás igazolta a fokozatos süllyedés elméletét, ugyanis a fúrások csak 1500 méter mélységben érték el a bazaltos aljzatot, addig végig korallmészköben haladtak. A zátony alját képező eocén kori korallok képződési feltételei a maihoz hasonló környezeti adottságokat igényeltek (csak egyet említenénk: 100 m alatt nincs zátonyépítés). Azóta a sziget fokozatosan süllyed, amivel az atoll épülése napjainkig képes lépést tartani. A csendes-óceáni atollok közül a legismertebbek: a Bikini-, Eniwetok-atoll (Marshall-szigetek); Bora Bora-, Mururoa-atoll (Francia Polinézia).

■ JEGYZETEK

1. Peter Hagget: *Geográfia. Globális szintézis*. Typotex Kiadó, Bp., 2006.
2. www.oceansatlas.org
3. Kerényi Attila: *Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások*. Mozaik Kiadó, Szeged, 2006.
4. Poszet Szilárd – Pál Zoltán: *A felszínformák ismeretének alapjai*. Ábel Kiadó, Kvár, 2011.
5. Báldi Tamás: *A történeti földtan alapjai*. Tankönyvkiadó, Bp., 1991.
6. Szabó Lajos (szerk.): *Tengerek és óceánok földrajza*. Dialóg Campus Kiadó, Bp.–Pécs, 2009.
7. Czelnai Rudolf: *A világóceán*. Vince Kiadó, Bp., 1999.
8. Dale Ingmanson – William Wallace: *Oceanography. An Introduction*. Wadsworth Publishing Company, Belmont-California, 1979.
9. Szabó László (szerk.): *Általános természetföldrajz*. Tankönyvkiadó, Bp., 1968.
10. Gábris Gyula (szerk.): *Európa regionális földrajza. Természetföldrajz*. ELTE Eötvös Kiadó, Bp., 2007.
11. Szabó József: *Egy különleges árapály övezet – a Watt-tenger vidéke*. Földrajzi Közlemények 1983/1. 23-39
12. Itt álljunk meg egy gondolat erejéig. A korallok tipikusan trópusi élőlények. Ebben az esetben a Kolozsvártól két kilométerre levő Plecska-völgyében található megkövült koralltelepek is csak trópusi körülmények között képződhettek millió évekkel ezelőtt. Globális felmelegedés?
13. Charles Sheppard: *Coral Reefs. A Very Short Introduction*. Oxford University Press, Oxford, 2014.