

AZ IZOVONALAS DOMBORZATÁBRÁZOLÁS ÉS A VERTIKÁLIS GENERALIZÁLÁS (KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A TENGERI TERÜLETEK MÉLYSÉGVISZONYAINAK KISMÉRETARÁNYÚ ÁBRÁZOLÁSÁRA)

MÁRTON MÁTYÁS

Összefoglalás

Az izovonalas domborzatábrázolás a szilárd földfelszín képi megjelenítésének egyik legelterjedtebb módja, és alapja az egyéb ábrázolásmódok zömének (rétegszínezés, summer, pillacsíkozás stb.). Napjainkban új szerephez jutott ez az ábrázolásmód azért is, mert gyakran az izovonalas térképek szolgálnak magasságiadat-forrással a – korábban zömmel térinformatikai célú, de ma egyre inkább a kartográfiai felhasználás irányába is szélesedő felhasználású – ún. digitális terepmodellek létrehozásakor.

A térképek domborzatrajzi pontosságát az izovonalak helyes megszerkesztése döntő módon befolyásolja, ami viszont a helyes generalizálás függvénye. A tengeri területek domborzatábrázolásánál különösen nagy jelentőséggel bír a helyes vertikális generalizálás biztosítása. Vertikális generalizálásnak nevezzük azon izovonalértékek meghatározását, azaz azon szintfelületek (réteg-, magasság- vagy mélységlépcsők) "kiválogatását" matematikai alapon, amelyek jól jellemzik az ábrázolandó domborzatot. Ha a probléma megoldására kísérletet teszünk, alapfeltételként szabható, hogy a megoldás a szárazföldi és a tengeri domborzat egységes ábrázolásához egyaránt megfelelő módszert kínáljon a felhasználó számára.

Eduard Imhof ilyen irányú elméleti elemzéseiből kiindulva egy korábbi munkájában a szerző [16] arra a következtetésre jut, hogy a mértani sorozat szerint növekvő értékű szintfelületek módszere – amelyet Imhof a szárazföldi domborzat ábrázolására alkalmasnak tart –, valamint az egyenlő területű lépcsők módszere – amelyet elvet – megfelelő paraméterválasztás esetén hasonló eredményt ad. Mivel a szerző azt is kimutatta, hogy az utóbbi módszer alkalmas a tengeri mélységlépcsők meghatározására is, egységes tengeri és szárazföldi domborzatábrázolás kidolgozására nyílik mód [16, 18].

A vertikális generalizálás elméleti kérdéseinek egzaktabb tisztázásához az alábbi kérdések megválaszolását tűzi célul a szerző:

- Milyen minimális feltételek kielégítése szükséges az egyenlő területű lépcsők alkalmazásakor ahhoz, hogy a tengerfenék-domborzat valósághoz közel álló képét ábrázolhassuk?
- Függ-e, s ha igen, hogyan függ a kiválasztandó mélységlépcső-sorozat az ábrázolni kívánt területtől?
- Milyen módszer adható a méretarányfüggés levezetésére?

A minimális feltételek megfogalmazását követően, a mélységlépcsőszám és az ábrázolni kívánt különböző tengeri területek közötti kapcsolat kimutatása után a szerző a vertikális generalizálás méretarányfüggését elemzi. Az általa definiált minimális, közepes, optimális és maximális mélységlépcsőszámokhoz – tapasztalati alapokból kiindulva – a Töpfer-féle gyökszabály felhasználásával méretaránytartományokat rendel.

A feltett kérdések ilyen megválaszolása egyben az elsődlegesen kitűzött cél megvalósítását is jelenti: a különböző méretarány-tartományokba eső térképek mélységlépcsőinek (ábrázolandó mélységvonalainak) meghatározását (VII. és IX. táblázat).

A térképész munkája során térképről térképre szerkeszti át az ábrázolni kívánt elemeket, így a domborzatrajzot is. Általában részletesebb, gazdagabb tartalmú és nagyobb méretarányú a forrásmunka, mint az elkészítendő térkép. Minél kisebb azonban a

készítendő térkép méretaránya, annál ritkább távközű és annál „fésültebb”, kisímítotabb izovonalrajznak kell a domborzatnak a valóságot jól megközelítő képét tükröznie. Ezt generalizálási szabályok megalkotásával és következetes alkalmazásával éri el a térkép szerkesztője. A kartográfus tevékenységének így egyik kulcsszava a *generalizálás*.

Tényszerűségei ellenére a generalizálásnak vannak szubjektív vonásai, és ezek feltehetően még hosszú ideig megmaradnak. A generalizálás szubjektív voltának végső oka az ember véges földtudományi – térképészeti, természetföldrajzi, földtani, geofizikai, morfológiai és más – ismeretanyaga. A mélyebb megismerés, az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazása együtt jár a szubjektivitás csökkentésével.

Az *izovonalas domborzatábrázolás* a szilárd földfelszín képi megjelenítésének egyik legelterjedtebb módja, és alapja az egyéb ábrázolásmódok zömének (rétegszínezés, summer, pillacsíkozás stb.). Napjainkban új szerephez jut ez az ábrázolásmód azért is, mert gyakran az izovonalas térképek szolgálnak magasságiadat-forrásul a – korábban zömmel térinformatikai célú, de ma egyre inkább a kartográfiai felhasználás irányába is szélesedő felhasználású – ún. digitális terepmodellek létrehozásakor.

A domborzatábrázolásban alkalmazott *izovonalak* a tengerszinthez viszonyított azonos magasságban, illetve mélységben lévő pontokat összekötő görbék. Ennek megfelelően az izovonalakat két csoportra oszthatjuk: a szárazföldi domborzatot reprezentáló szintvonalakra (izohipszák) és a tengeri (tavi) mélységeket tükröző mélyésvonalakra (izobátok). A térképek domborzatrajzi pontosságát az izovonalak helyes megszerkesztése döntő módon befolyásolja.

A domborzat térbeli alakzatainak vertikális és horizontális összetevői vannak. A generalizálás kérdései így két részre bonthatók. *Vertikális generalizálás*nak nevezzük azon izovonalértékek meghatározását, azaz azon szintfelületek (réteg-, magasság- vagy mélységlépcsők) „kiválogatását” matematikai alapon, amelyek jól jellemzik az ábrázolandó domborzatot. Az így kiválasztott szintfelületeknek a valós térszínnel való metszésvonalai adják az izovonalakat. (Itt az izovonalak *magasságkifejező szerepe* kap hangsúlyt, szemben az izovonalak – mint „síkgörbék” – futásával, mikoris azok *formakifejező szerepe* domináns. A futás egyszerűsítésére, bizonyos részleteinek kiemelésére vagy elhagyására vonatkozó ismeretek a *horizontális generalizálás* témakörébe tartoznak.)

Az izohipszák generalizálási szabályai mind az elméleti kartográfiát, mind a gyakorlati megvalósítást illetően jól kidolgozottak. Nem mondható el ez ilyen határozottan az izobátokkal kapcsolatban, ahol az elméleti háttér éppúgy kevésbé kiforrott, mint amilyen változatos a különböző méretarányú térképeken történő ábrázolás gyakorlati megvalósítása. Ha a probléma megoldására kísérletet teszünk, *alapfeltételként* szabható, hogy a megoldás *a szárazföldi és a tengeri domborzat egységes ábrázolásához* egyaránt megfelelő módszert kínáljon a felhasználó számára.

Előzmények

Eduard Imhof ilyen irányú elméleti elemzéseiből kiindulva egy korábbi munkámban [16] foglalkoztam már e témával. Az akkori – nem túl szigorú matematikai feltételekkel végzett – vizsgálódás eredménye az alábbiak szerint összegezhető:

– Az Imhof [12] által a különböző méretarány-tartományokba sorolt tengeri térképekhez meghatározott mélységlépcsők nem alkalmasak a tengerfenék-domborzat korszerű ábrázolására, mert a mélységvonalak ritkák, így nem is tükrözhetik megfelelően a valóságos viszonyokat.

– A szárazföldi domborzat kisméretarányú ábrázolásakor a gyakorlatban jól alkalmazható módszer – a magasság függvényében (közel) mértani sorozat szerint növekvő értékű szintfelületek módszere [12] – a tengeri területekre nem alkalmazható, mert a magasság- és mélységgyakorisági görbén jól látható, hogy a tengeri területeken a különböző mélységek eloszlása más, mint a szárazföldi magasságoké.

– A mértani sorozat szerint növekvő értékű szintfelületek módszere és az egyenlő területű lépcsők módszere megfelelő paraméterválasztás esetén hasonló eredményt ad. Mivel az utóbbi módszer alkalmas a tengeri mélységlépcsők meghatározására is, egységes tengeri és szárazföldi domborzatábrázolás kidolgozására nyílik mód [16, 18].

A vertikális generalizálás elméleti kérdéseinek egzaktabb tisztázásához azonban még az alábbi kérdések megválaszolása is szükséges:

– Milyen minimális feltételek kielégítése szükséges az „egyenlő területű lépcsők” alkalmazásakor ahhoz, hogy a tengerfenék-domborzat valósághoz közel álló képét ábrázolhassuk?

– Független-e, s ha igen, hogyan függ a kiválasztandó mélységlépcső-sorozat az ábrázolni kívánt területtől? (Azaz: megfelel-e a már idézett tanulmányban [16] önkényesen választott 3%-nyi földfelszínarányhoz tartozó szintfelület egy mélységlépcsőnek; egyrészt a Világtengerre, másrészt a jelentősebb tengeri területekre külön-külön? – Ez utóbbi a különböző tengerekre a „megfelelő” ábrázoláshoz szükséges minimális réteglépcsőszám meghatározását jelenti.)

– Milyen módszer adható a méretarányfüggés levezetésére?

Mindezek megválaszolása a kitűzött *cél* megvalósítását jelenti: *a különböző méretarány-tartományokba eső térképek mélységlépcsőinek (ábrázolandó mélységvonalainak) meghatározását.*

Minimális feltételek

Mivel a selfperem – kartográfiai gyakorlatban ábrázolt – mélysége -200 m, még kisméretarányú térképeken is ábrázolni kell a -200 m-es mélységvonalat.

Az idézett tanulmányban [16] a Kárpát- és az Ibériai-medence összehasonlításakor láthattuk már, hogy a Kárpátok domborzati viszonyainak ábrázolásához a (tengeri területek kisméretarányú térképein általában használt) 2000 m-es réteglépcsőket alkalmazva éppen a legfontosabb földrajzi jellegzetesség – a medencét övező hegykoszorú – tűnik el. Az 1000 m-es réteglépcsők segítségével valamelyest már kifejezhetjük a hegyvonulat jellegét is. Azaz: a legnagyobb réteglépcső-távolság nem lehet 1000 m-nél nagyobb.

E két feltételnek mindenképpen teljesülnie kell tehát, amikor az egyenlő területű lépcsők elvét alkalmazva a mélységlépcsősört meghatározzuk. (A pontos fogalmazás azt kívánná, hogy „közel” egyenlő területű lépcsők módszeréről beszéljünk, mert ha a lépcsők területi egyenlőségét szigorúan kezelnénk, akkor egyrészt: igen sok mélységlépcső adódna, ha a fenti feltételeket maradéktalanul ki akarjuk elégíteni, másrészt: a mélységlépcsőkhöz

tartozó mélységvonalak törtértékek lennének, amelyek alkalmazása a gyakorlati térképszerkesztés során sem, de a térképolvasók szempontjából sem kívánatos.)

A mélységlépcsőszám függése az ábrázolni kívánt területtől

Az előzőek figyelembevételével vizsgálom a továbbiakban a Világtenger, az egyes óceánok és a jelentősebb tengerek területét külön-külön. Az ehhez szükséges adatrendszer Gierloff-Emden, H.G. [9] nyomán az I. táblázat tartalmazza. (Az eredeti táblázat 11. sora 6. oszlopában szereplő hibás adatot helyesbítettem: 20,2 helyett 0,2.)

A vizsgálathoz az egyes óceánok melléktengerekkel együtt vett adataira is szükségem volt. Ezek az I. táblázat oszlopainak egyszerű összeadásával nem számíthatók ki. E táblázat adatait úgy kellett átszámítanom, hogy az egyes értékek a Világtenger összfelületéhez viszonyított adatok legyenek. Az utóbbiakat a II. táblázatban foglaltam össze. A táblázat f)-fel jelölt soraiban a részadatok a Világtenger, míg a g)-vel jelölt sorok részadatai a tárgyaló óceán összfelületéhez viszonyított, mélységövenként számított %-os eloszlásról adnak tájékoztatást.

A vizsgálati módszer a következőképpen fogalmazható meg:

a

$$z_i \quad (i = 1, \dots, 12)$$

km-ben megadott mélységintervallumokhoz, ahol

$$z_1 = [0-0,2), z_2 = [0,2-1), z_3 = [1-2), \dots, z_{12} = [10-11),$$

az

$$f_i\text{-vel jelölt} \quad (i = 1, \dots, 12),$$

%-ban kifejezett felületek tartoznak, külön-külön minden egyes tengeri, illetve óceáni területre. A későbbi számítások során végzett kerekítésekből adódó hibák kiküszöbölésére képezzük az

$$F_i = \sum_{k=1}^i f_k$$

részletösszegeket a következő módon: rendeljük

$$\begin{aligned} z_1\text{-hez} & F_1 = f_1\text{-et} \\ z_2\text{-höz} & F_2 = f_1 + f_2 = F_1 + f_2\text{-t} \\ z_3\text{-hoz} & F_3 = f_1 + f_2 + f_3 = F_2 + f_3\text{-at} \end{aligned}$$

és így tovább, azaz legyen

$$F_i = F_{i-1} + f_i.$$

Legyen a mélységlépcső egységül választott részterülete E, ami azt jelenti, hogy egy-egy tenger vagy óceán 100%-nak tekintett területének ábrázolásához $100/E$ számú mélységlépcsőt használunk fel. A mélységlépcsőszámok értelemszerűen csak pozitív egész számok lehetnek. Így E lehetséges értékei a

$$100/E = \text{pozitív egész}$$

kifejezésből adódnak. (Ezeket a III. táblázat tartalmazza.)

E-nek olyannak kell lennie, hogy egy-egy óceánra vagy tengerre a számítások és a kerekítések elvégzése után egy bizonyos – előre meghatározott – mélységig minden egyes mélységintervallumba jusson területegység. Ezt a feltételt kielégítő E-t E_{\max} -nak nevezzük.

E_{\max} tehát az a legnagyobb területegység a lehetséges E-k közül, amelynél még *teljesülnek* a minimálisan kielégítendő feltételek (vagyis ábrázolandó a 200 m-es és minden 1000 m-es mélységvonal) egy előre meghatározott mélységértékgig.

Az egyes óceánok, illetve tengerek legmélyebb medenceszintje más és más. Az tehát, hogy a különböző vizsgált nagy tengeri egységekre mely mélységig kell a minimumfeltételeknek teljesülniük, az adott egység legmélyebb zónájának függvénye. Az értékeket a IV. táblázat adatai alapján az V. táblázat tartalmazza. Utóbbi meghatározásánál a fő szempont az volt, hogy a vizsgált tengeri terület 3,5%-ot meg nem haladó része hanyagolható el a számításoknál. (Ez egy általam megadott „önkéntes” érték, amely „nem túl nagy” – vö.: V. táblázat.)

Képezzük ezek után az F_i/E_{\max} értékeket, amelyek azt fejezik ki, hogy a tengerszinttől a vizsgált z_i mélységintervallum alsó határáig terjedő összes területhez hány mélységlépcső tartozik (IV. táblázat). Ezek törtértékek, melyeket a matematikai kerekítés szabályai szerint egészértékekké alakítunk.

Az egyes z_i mélységintervallumokba eső M_i mélységlépcsőszámot az

$$M_i = (F_{i+1}/E_{\max}) - (F_i/E_{\max})$$

különbségek adják, ahol az F_i -k kerekített értékével számolunk.

A fenti elvek szerinti vizsgálatot az alábbi területekre végeztem el (IV. táblázat):

1. Atlanti-óceán az összes melléktengerekkel
2. Atlanti-óceán a Jeges-tengert kivéve az összes melléktengerekkel
3. Atlanti-óceán a Jeges-tenger és az Európai-középtenger (Földközi- és Fekete-tenger) kivételével az összes melléktengerekkel
4. Jeges-tenger
5. Európai-középtenger (Földközi- és Fekete-tenger)
6. Amerikai-középtenger
7. Csendes-óceán az összes melléktengerekkel
8. Kaliforniai-öböl
9. Indiai-óceán az összes melléktengerekkel
10. Indiai-óceán a Vörös-tenger nélkül
11. Vörös-tenger
12. Világtenger

(Ezek ugyanis a gyakorlati térképszerkesztés során önálló térképként leginkább előforduló olyan óceáni és tengeri területek, amelyekre a rendelkezésre álló adatokból a számítások elvégezhetők.)

Láthatjuk, hogy a különböző nagy területi egységeken belüli mélységövekre különböző mélységlépcsőszámok adódnak. Ha ezt figyelembe véve állapítunk meg mélységvonalértékeket, akkor az adott tengeri terület domborzati viszonyaihoz – mélységeloszlásához – legjobban illeszkedő mélységvonal-sorozatot használunk az ábrázolásakor, amely a terület jó megjelenítését eredményezi. Ezeket kizárólag *csak akkor* használhatjuk, ha egy-egy óceán vagy tenger *önálló* térképének elkészítése a feladat. Hangsúlyozni kell, hogy *térképművekben* (atlaszokban, térképsorozatoknál) *egységes* jelkulcsot, így *minden területre azonos mélységvonalértékű sorozatot* kell alkalmazni, mert csak így biztosítható a különböző területek korrekt összehasonlíthatósága.

A minimális, a közepes, az optimális és a maximális mélységlépcsőszám A vertikális generalizálás méretarányfüggése

Részletesebb adatok birtokában külön-külön az egyes nagyobb egységekre is, jelen adatokkal azonban csak a Világtengerre, lehetőség adódik az egyes z_i mélységintervallumokra vonatkozó minimális, közepes, optimális és maximális mélységlépcsőszámok definiálására. A Világtengerre ezeket az alábbiak szerint határoztam meg:

a) *Minimális mélységlépcsőszámok:* a Világtenger adataiból az előzőek szerint számított mélységlépcsőszámok.

b) *Közepes mélységlépcsőszámok:* az egyes óceánokra (melléktengerekkel együtt) kiszámított minimális mélységlépcsőszámok értékeiből az egyes z_i mélységintervallumokban előforduló legnagyobb értékek sorozata.

c) *Optimális mélységlépcsőszámok:* a legmagasabb minimális mélységvonalszámot megkívánó óceán (Indiai-óceán) E_{\max} felületegységével minden óceánra (melléktengerekkel együtt) kiszámított mélységlépcsőszámokból az egyes z_i mélységintervallumokban előforduló legmagasabb értékek sorozata.

d) *Maximális mélységlépcsőszámok:* az optimális mélységlépcsőszámok szerinti értékek módosítva a Jeges-tenger adatainak figyelembevételével.
(Lásd: a IV., a VI. és a VII. táblázatot!)

Az így meghatározott mélységlépcsőszámokhoz méterben megadott szintfelület-értékeket (mélységvonalértékeket) rendelünk (VII. táblázat). (Részletesebb adatok birtokában az előbb felsorolt nagyobb tengeri területi egységekre a fenti módon meghatározott számításokkal az eredmények tovább finomíthatók.)

A minimális, a közepes, az optimális és a maximális mélységlépcsőszámok csoportjához tapasztalati alapokból kiindulva, a Töpfer-féle gyökszabály felhasználásával méretarány-tartományokat rendelhetünk.

A módosított Töpfer-szabály a mélységvonalszám meghatározására különböző méretarányú térképekhez

Töpfer 1961-ben kiválasztási szabályt alkotott [13] – a térképi generalizálás egyik lehetséges matematikai megfogalmazását adta –, amely összefüggést állapít meg két térkép méretaránya és az azokon ábrázolt objektumok száma között:

$$n_F = n_A (M_F/M_A)^{1/2}, \text{ pontosabban } n_F \approx n_A (M_F/M_A)^{1/2}$$

(mivel az objektumok száma csak nem negatív egész lehet),

ahol:

n_F az objektumok száma a levezetett méretarányban,

n_A az objektumok száma az alaptérképen,

M_F a levezetett térkép méretaránya és

M_A az alaptérkép méretaránya.

A szabály közepes és nagyméretarányú térképekre vonatkozik.

Ezt a szabályt a térképi nevekre alkalmazva és a kis méretarányokra kiterjesztve, bizonyos konstansok meghatározásával 1979-ben úgy találtam, hogy a szabály nem csak a „klasszikus objektumokra” alkalmazható [15].

Ezért tûnt számomra most is kézenfekvőnek a következő eljárás:

Néhány térkép anyagát elemezve – az általam leginkább vizsgált, de talán szélesebb körben a legkevésbé ismert Jeges-tenger térképeiből kiindulva –, a Töpfer-szabály felhasználásával, annak konstansértékeit meghatározva egzakt matematikai összefüggés állapítható meg a (jeges-tengeri) mélységlépcsős szám méretarányfüggésére vonatkozóan [18].

Az állítás: a réteglépcsők száma a méretarány négyzetgyökének lineáris függvénye, azaz általános alakban felírva:

$$n \approx a \cdot M^{1/2} + b, \quad (1)$$

ahol:

n az adott méretarányhoz tartozó réteglépcsők száma,
 M a méretarány,
 a és b pedig később meghatározandó konstansok.

A lineáris függvény együtthatóit a legkisebb négyzetek módszerével határoztam meg.

Ekkor:

$$a = [k \cdot \sum M_i^{1/2} \cdot n_i - \sum M_i^{1/2} \cdot \sum n_i] / (k \cdot \sum M_i - \sum M_i^{1/2} \cdot \sum M_i^{1/2}),$$

$$b = [\sum M_i \cdot \sum n_i - \sum M_i^{1/2} \cdot \sum M_i^{1/2} \cdot n_i] / (k \cdot \sum M_i - \sum M_i^{1/2} \cdot \sum M_i^{1/2}),$$

ahol:

k a vizsgált térképek száma,
 n_i a réteglépcsők száma,
 M_i pedig az n_i -nek megfelelő méretarány.

Megoldva (a bemenő adatokat a VIII. táblázat tartalmazza):

$$a = 1,204E+05,$$

$$b = -1,593E+01 \quad (k = 14),$$

egyenletünk pedig:

$$n \approx 1,204 \cdot 10^5 \cdot M^{1/2} - 15,93$$

alakú. Az adatok alapján számított lineáris korrelációs együttható $r = 0,9987$.

Figyeljünk fel azonban arra, hogy az elemzett térképek között olyanok is szerepeltek, amelyek a minimálisan kielégítendő feltételeknek [két ilyen térkép van: (3) és (4)], illetve az ebből a Jeges-tengerre adódó, minimálisan 8 mélységlépcsős számnak (vö. IV. táblázat) nem felelnek meg, tehát nem vehetők figyelembe a számításoknál. [A vizsgált térképek fele ilyen. Ezek: (2), (3), (4), (6), (7), (8) és (9).] A feltételeknek megfelelő többi térkép alapján meghatározott konstansok a következők:

$$a = 1,187E+05,$$

$$b = -7,287E+00 \quad (k = 7),$$

egyenletünk:

$$n \approx 1,187 \cdot 10^5 \cdot M^{1/2} - 7,287,$$

a korrelációs együttható pedig $r = 0,9999...$

(1)-et átrendezve

$$M \approx [(n - b)/a]^2, \quad (2)$$

azaz

$$M \approx [(n+7,287)/1,187 \cdot 10^5]^2.$$

Ezt használjuk fel a további számításoknál.

Figyelembe véve, hogy n értéke 0 vagy pozitív egész lehet, két esetet is érdemes megvizsgálni:

a) Az $n=0$ -ból az adódik, hogy kb. 1 : 265 000 000-nál kisebb méretarányú térképeken elméletileg nem valósítható meg mélységvonalas domborzatábrázolás.

b) Az előzőek alapján már tudjuk, hogy e terület helyes ábrázolásához legalább 8 mélységlépcső kell. $n=8$ -cal számolva kb. 1 : 60 000 000 méretarány adódik határként a gyakorlatban megvalósítható mélységvonalas domborzatábrázoláshoz.

A korábban a Világtengerre meghatározott minimális, közepes, optimális és maximális mélységlépcsőszámok, valamint a fenti egyenlet alapján az előzőekhez hasonlóan definiálhatunk méretarányhatárokat.

A minimális mélységlépcsőszám 16.

Az $n=16$ -ból számított méretarány kb. 1 : 26 000 000.

A közepes mélységlépcsőszám 28.

Az $n=28$ -ból számított méretarány kb. 1 : 11 000 000.

Az optimális mélységlépcsőszám 31.

Az $n=31$ -ből számított méretarány kb. 1 : 9 600 000.

A maximális mélységlépcsőszám 45.

Az $n=45$ -ből számított méretarány kb. 1 : 5 200 000.

Ugyanakkor még két „kitüntetett” méretarányhoz tartozó mélységlépcsők számát is érdemes meghatározni, mivel ilyen méretarányú világtérképművek a gyakorlatban is előfordulnak:

1 : 2 500 000 $n = 68$

1 : 1 000 000 $n = 111$

Összefoglalva azt mondhatjuk, hogy

1 : 25 000 000 és annál kisebb méretarányú térképeken 16,

1 : 25 000 000 – 1 : 10 000 000 méretarányú térképeken 28,

1 : 10 000 000 – 1 : 7 500 000 méretarányú térképeken 31,

1 : 7 500 000 – 1 : 5 000 000 méretarányú térképeken 45,

1 : 5 000 000 – 1 : 2 500 000 méretarányú térképeken 68,

1 : 2 500 000 – 1 : 1 000 000 méretarányú térképeken 111

a minimális mélységlépcsőszám, amellyel a méretaránynak megfelelő részletességű domborzatábrázolás elérhető. A mélységlépcsőknek az egyes mélységintervallumokra való „leosztása” és az ezekhez rendelt mélységvonalértékek – az utolsó két méretarány-tartományt kivéve – a VII. táblázatban található. Az utóbbiak adatait pedig a IX. táblázat tartalmazza.

Általános következtetések

Megfelelő részletességű tengermélységi adatok hiányában az elvégzett számítások szerinti eredmények – különösen az 1 : 10 000 000 – 1 : 1 000 000 méretaránytartományba eső térképekre és számos tengeri terület esetében – jobbra csak elméleti jelentőségűek. Mégis fontosak, mert rámutatnak, hogy a közelmúlt térképein – s még napjainkban is – a tengerfenék csak azért olyan tagolatlan, sima, mert az ábrázolt szintfelületek ritkák. Egyben megmutatják, hogy milyen legyen a tengerfenék-domborzat helyes ábrázolása, ha már elegendő mélységadattal rendelkezünk.

Az eredményekből az is következik, hogy csupán mélységiréteg-színezéssel nem alakítható ki megfelelő minőségű tengerfenékdomborzat-ábrázolás (a kék szín megkülönböztethető számú árnyalata kevésnek bizonyulhat): egy-egy önálló színnel jelölt „mélységrétegen” belül további segédmélységvonalakat kell alkalmazni a domborzati formák pontosabb kifejezésének érdekében. Ez a megállapítás a szárazföldek 0 és 200 m közé eső területeire is érvényes, ahol már ma is rendelkezésünkre állnak a szükséges adatok (s ahol csupán a zöld szín árnyalataival ugyancsak körülményessé válhat az ábrázolás).

Olyan ábrázolási rendszer javasolható tehát, amely kiténteti a jelenlegi általános gyakorlatban alkalmazott, meghonosodott szint- és mélységvonalakat, színhatárként használva azokat, és szükség szerint segédizovonalként használja a VII. táblázatban szereplő izovonalakat is.

Ismét hangsúlyozni kell azonban, hogy térképművekben egységes jelkulcsot, így minden területre azonos mélységvonalértékű sorozatot kell alkalmazni.

Irodalom

- [1] *A Jeges-tenger fenékdomborzata (1 : 25 000 000)*, in: [17]
- [2] *Atlas FAMOUS*, Bordas, Paris, 1978
- [3] *Atlasz Mira*, Glavnoje Upravlenyije Geodeziji i Kartografiji MVD SzSzSzR, Moszkva, 1954
- [4] *Atlasz Oficera*, Vojenno-topograficeszkoje Upravlenyije, Moszkva, 1974
- [5] *Atlasz okeanov: Severnij Ledovitij okean*, Voенno-morskoj flot SzSzSzR, 1980
- [6] *Atlas zur Ozeanographie*, Bibliographisches Institut AG., Mannheim, 1968
- [7] *Fiziko-geograficeszkij Atlasz Mira*, Akagyemija Nauk SzSzSzR i Glavnoje Upravlenyije Geodeziji i Kartografiji GGK SzSzSzR, Moszkva, 1964
- [8] *General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)*, Canadian Hydrographic Service, Ottawa, Canada, 1975–1982
- [9] Gierloff-Emden, H.G.: *Geographie des Meeres*, Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1980
- [10] *Haack Weltatlas*, VEB Hermann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt, Gotha, 1980, 1982, 1984
- [11] *25 cm átmérőjű domborzati földgömb (1 : 50 000 000)*, Kartográfiai Vállalat, Budapest, 1986
- [12] Imhof, E.: *Kartographische Geländedarstellung*. Walter de Gruyter and Co., Berlin, 1965
- [13] Klinghammer I.–Papp-Váry Á.: *Földünk tükre a térkép*. Gondolat, Budapest, 1983
- [14] *Map of the Arctic Region (1 : 5 000 000)*. American Geographical Society, New York, 1975
- [15] Márton M.: *Földrajzinév-tárak Magyarországon*. MÉM OFTH tanulmány, Budapest, 1979
- [16] Márton M.: *Izovonalas domborzatábrázolás kisméretarányú térképeken*, Geodézia és Kartográfia, 40. évf. 5. szám, 1989
- [17] Márton M.: *A Jeges-tenger földrajzinév-tára*, Kutatási feladat, Kartográfiai Vállalat, Budapest, 1988–1991
- [18] Márton M.: *Tengervízzel fedett felszínének ábrázolása kisméretarányú térképeken* Kézirat (Kandidátusi értekezés), Budapest, 1991
- [19] *Morszkoj atlasz: Navigacionno-geograficeszkij*, Izdanie Glavnogo staba Voенno-morszkih szil, 1950
- [20] *Nagy világotlasz*. Kartográfiai Vállalat, Budapest, 1985
- [21] *The Mitchell Beazley Atlas of the Oceans*, Mitchell Beazley Publishers Limited, London, 1977