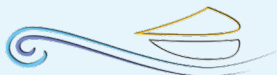


Erős Levente és Méder Áron

CSILLAGÁSZATI NAVIGÁCIÓ

INTERCEPT METHOD



OCEAN SAILING SE
WWW.OCEANSAILING.MEDER.HU

Mielőtt nekilátunk...

Pár szó arról, hogy hogyan használd ezt a kiadványt. Célom, hogy könnyen áttekinthetően, tömören és lényegretörően mutassam be a témakört. A részletesebb információkért használd az interaktív linkeket, melyeket így jelölünk: „[szöveg](#)”. A linkek használatához, **használatukhoz internetelérés szükséges**. Felhívom a figyelmeteket arra, hogy a vastagon szedett (bold) „szöveg” jelöléssel jelzett linkek a tananyag részét képezik. Ezek megtekintése, elolvasása elengedhetetlen a tananyag elsajátításához.

A hajózás nyelve az ANGOL

Az angol nyelv ismerete elengedhetetlen a tengeri hajózás során. Ebben a jegyzetben elmagyarázzuk az angol kifejezések jelentését, ezeket így (angolul) tanuld meg.

JELMAGYARÁZAT

Pár szó arról, hogy hogyan használd ezt a kiadványt.
A linkek jelentése a következő, rájuk kattintva eljuthatsz a szükséges anyagokhoz:



– mérési feladat



– a pontos idő



– keresd ki a táblázatból az értékhez tartozó adatot



– töltsd ki a táblázatot



– rajzold be a térképbe



– további információkat itt találsz



– nézd meg a videót



– a kép forrása

TEXT – az így jelzett szöveg hivatkozást tartalmaz

A fontos részeket így jelöljük

BEVEZETÉS

Ez a kiadvány elmagyarázza a csillagászati navigációval kapcsolatos fogalmakat, és végigvezet egy példán keresztül egy látszólag bonyolult matematikai számításon.

Látni fogod, hogy ez nem is annyira komplikált feladat. Nem kell ismerned a háttérben rejlő matekot (de ha érdekel ennek is utánaolvashatsz a hivatkozásokban). Elég pár adatot beszerezned, meghatároznod, majd ezek alapján meghatároznod a korrekciós értékeket, majd mindezeket a mellékelt űrlapba helyettesítened. Az így kapott navigációs helyzetvonalak meghatározzák a tartózkodási helyedet. Ugye nem is olyan bonyolult?



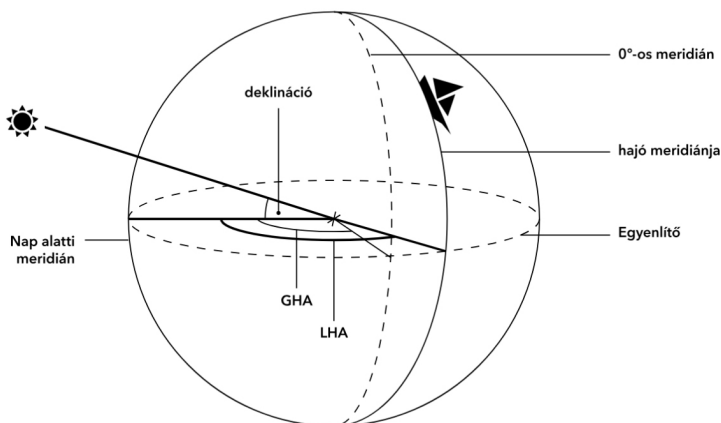
Az egész folyamatot videón is megnézheted az ikonra vagy a képre kattintva.



FOGALMAK

GHA

Az égitest GHA (Greenwich Hour Angle) értéke az a szög, amelyet a Föld tengelyét és az égitestet is tartalmazó félsík és a 0°-os (greenwichi) meridián félsíkja egymással bezár. A félsíkokat a Föld tengelye határolja. A GHA 0° és 360° közé esik, mindig pozitív érték, a greenwichi félsíktól nyugati irányba mérendő. Az ábrán a félsíkok felülnézetből, piros vonalként látszanak.



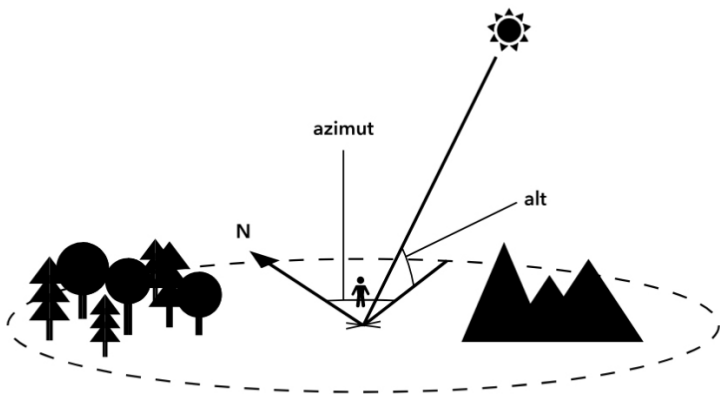
LHA

Az LHA (Local Hour Angle) az égitest a hajó földrajzi hosszúságához viszonyított relatív állásszöge. Pontosabban fogalmazva az LHA a Föld tengelye által határolt és a hajót (hajó meridiánját) tartalmazó félsík, valamint a Föld tengelye által határolt és az égitestet tartalmazó félsíkok által bezárt, hajóhoz képesti nyugati irányban mért szög. Az LHA a következő képlettel számolható ki: $LHA = GHA \pm \text{földrajzi hosszúság}$

ahol a keleti hosszúságot hozzáadjuk a GHA-hoz, a nyugati hosszúságot pedig levonjuk a GHA-ból az LHA megkapásához.

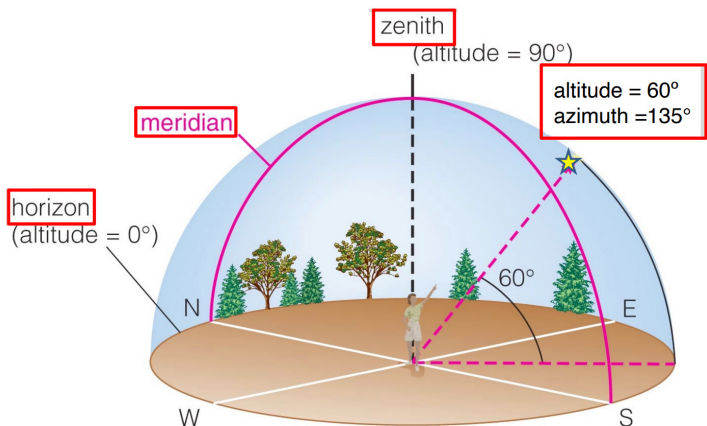
Deklináció

Az égitest deklinációja az Egyenlítő síkja és a Föld középpontját az égitesttel összekötő félegyenes által bezárt szög. Lehet északi és déli irányú. Az almanach ezt vagy az érték előjelével, vagy az irány explicit megjelölésével jelöli.



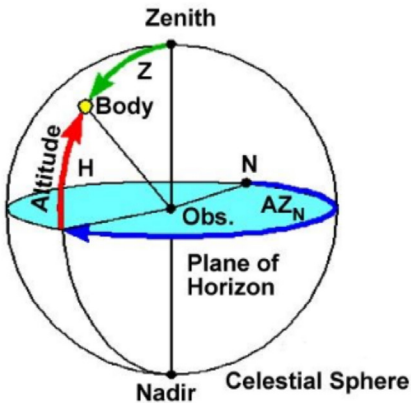
Horizont feletti magasság

Angolul altitude. A Föld felszínét a nézőpontban érintő sík valamint a nézőpontot az égitesttel összekötő szakasz által bezárt szög.



Azimut

Angolul azimuth. Az a szög, amelyet az északi irány (azaz a nézőpont meridiánja) valamint a nézőpontot és az égitestet is tartalmazó (megfigyelő számára) vertikális sík egymással bezár. Az ábrán AZ_N jelöli, a kék terület pedig a Föld felszínét a megfigyelő helyzetében érintő sík része.



GMT

Greenwichi középido



Indexhiba

A szextáns mérési hibája, amely abból adódik, hogy a szextáns két tükre nem párhuzamos egymással.

Nautical Almanac

A [tengerészeti almanach](#) egy olyan kiadvány, amely leírja kiválasztott égitestek helyzetét, hogy lehetővé tegye a navigátorok számára, hogy az égi navigáció segítségével meghatározzák hajójuk helyzetét a tengeren. Az Almanach az év minden egyes órájára meghatározza a Nap, a Hold, a bolygók, az Aries deklínációját és GHA-ját. Emellett az 57 kiválasztott csillag Deklínációját és SHA-ját is megadja az Aries-hez (Kos első csillaga) képest. Az almanac emellett nagyon sok egyéb információt is tartalmaz: twilight (civil, nautical), naplemente ideje, napfelkelte ideje, Holdfelkelte ideje, Hold lemenete ideje, Nap delelés ideje stb.

A példánkban felhasznált (2024-es) almanachot [itt](#) találod:

The Nautical Almanac 2024 For the Sun



TheNauticalAlmanac.com

LÉPÉSEK NAGYVONALAKBAN

1. Szextáns segítségével megmérjük az égitest horizon fölötti magasságát.
2. A tengerészeti almanach segítségével kikeresjük a helymeghatározáshoz használt égitest pozícióját, azaz a GHA értékét és deklinációját (ezek függetlenek a mi pozíciónktól).
3. Kiszámoljuk, hogy mi lenne az égitest horizont feletti magassága és azimutja a feltételezett (durván – a valós pozíciónktól legfeljebb 50-100 tengerimérföldön belülre – becsült) pozíciónkból nézve, így megkapjuk az égitest becsült pozícióját.
4. A mért értékeken korrekciót végzünk, így megkapjuk az égitest korrigált pozícióját.
5. Meghatározzuk az égitest pozícióját a hajó becsült pozíciójából nézve.
6. Megrajzoljuk a helyzetvonalat, majd több helyzetvonal alapján meghatározzuk a hajó pozícióját.

A következőkben ezen 6 lépést részletezzük egy példán keresztül. A navigációhoz használt égitest a Nap lesz.

...kezdjük neki

A következőkben a fenti 5 lépésből álló számítási folyamatot részletezzük egy példán keresztül. A navigációhoz használt égitest a Nap lesz. Az adatokat táblázatba írjuk, melyet az alábbi ikonra kattintva tudsz letölteni:



Astro Sight Pro-Forma



Object

--

Date

Day	Month

Log

.

D. R. Latitude

°	'	N
		S

Course

°	T
---	---

D. R. Longitude

°	'	E
		W

TIME

h	m	s
---	---	---

Slow +
Fast -

h	m	s
---	---	---

Corrected Time
GMT/UTC

Sextant Corrections

Index error	Off + On -	°	'
-------------	---------------	---	---

Height of eye		°	'
---------------	--	---	---

Dip

Sextant obs. alt.

°	'
---	---

+	°	'
---	---	---

-	°	'
---	---	---

+	°	'
---	---	---

°	'
---	---

True Altitude

Nautical Almanac

GHA

h	°	'
---	---	---

Dec

h	°	'	N
			S

Incr.
for

m	s	°	'
---	---	---	---

'd'

+	°	'
-	°	'

Total GHA

°	'
---	---

Total Dec

°	'	N
		S

Sight Reduction Tables

Chosen
Longitude

°	'	+ E - W
---	---	------------

LHA

°

Chosen
Latitude

°	N
	S

Dec

°	'	N
		S

Hc

°	'
---	---

'd'

+	°	'	+
-	°	'	-

Calc. Alt

°	'
---	---

True Alt.

°	'
---	---

To.
AW.

N. Latitude
If LHA > 180° Zn = Z
If LHA < 180° Zn = 360 - Z

S. Latitude
If LHA > 180° Zn = 180 - Z
If LHA < 180° Zn = 180 + Z

Z

Azimuth (Zn)

°
°
°

Intercept

If true > calc. Alt then
intercept is towards

AZ ÉGITEST GHA-JÁNAK ÉS DEKLINÁCIÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A folyamat kiindulási adatai:

- pontos idő a mérés időpontjában (UTC)
- az égitest horizont feletti magassága (szektánsal mérjük)
- feltételezett pozíciónk az adott időpontban



Első lépésben töltjük ki a mellékelt űrlap ábrán látható részeit. Az idő rubrikáiba a szextánssal elvégzett mérés időpontjában aktuális greenwichi dátumot és időt írjuk. Ez a példánkban 2024 január 11., 18 óra 50 perc 0 másodperc lesz.

Object

SUN

Date

11

01/24

Day

Month

TIME

h

m

s

m

s

Slow +
Fast -

h

m

s

18

50

00

Corrected Time
GMT/UTC



A D. R. Latitude és D. R. Longitude a hajó becsült helyzete, amelyet a legutóbbi mért pozíciónkból és az azóta tartott irányunkból és sebességünkől számolunk ki.

D. R. Latitude	21 [°]	7,34'	N S
D. R. Longitude	156 [°]	49,9'	E W

A helyzetmeghatározás akkor lesz pontos, ha ez a becsült helyzet a valós pozíciótól 50-100 tengeri-mérföldön belül van



A Sextant obs. alt. alatti felső rubrikába a Nap szextánszal mért horizont fölötti magassága kerüljön. Azt a mért értéket írjuk ide, amelyet úgy kapunk, hogy a napkorong épphogy érinti a horizontot a szextáns képen. A részletes mérési folyamatot nézd meg a [itt](#).

Sextant obs. alt.			
	37 [°]	5 + 0'	
	+	+	
	-		
Ref.	-	+	
	+		
	-		
Limb			UL LL
True Altitude		+	

Az égitest mért pozíciójának korrekciója

Ebben a lépésben a sextánszal mért magasságértéken különböző korrekciókat végzünk. Ezek a következők:

- a sextáns indexhibája miatti korrekció
- a mérést végző szemmagassága miatti korrekció
- a légkör fénytörése miatti korrekció
- az égitest kiterjedése miatti korrekció

A sextáns indexhibáját írjuk a Index error sorba. A mi esetünkben 1.0 perc.

A Height of eye rubrikába a szemünk tengerszint feletti magasságát írjuk. Minél magasabban végezzük a mérést, annál inkább nő az égitest mért horizont fölötti magassága a valós, Föld felszínén tapasztalt horizont fölötti magasságához képest. Ez a mi esetünkben nagyjából 3 méter. Ebből adódik a DIP korrekció értéke, amit a tengerészeti almanachból (282. oldal DIP táblázat) olvashatunk ki. Ezen magassághoz tartozó korekciós érték -3.0 perc. A táblázat alsó sorába a két korrekció összegét írjuk.

Hs	
Ht. of Eye	Corr
meters	'
1.0	-1.8
1.5	-2.2
2.0	-2.5
2.5	-2.8
3.0	-3.0

Sextant Corrections		
Index error	Off +	1,0
	On -	
Height of eye	3m	- 3,0
		- 2,0

Dip

Ezt az értéket (-2 perc) átvezetjük a következő táblázatba.

Sextant obs. alt.

Sextant Corrections					
Index error	Off +	1,0	Dip	Ref.	Limb
	On -				
Height of eye	3m	- 3,0			
		- 2,0			

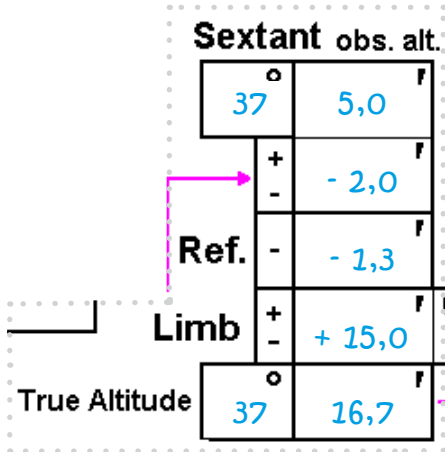
További két korrekciós értékre van szükségünk, melyet szintén a tengerészeti almanach 55. oldalán találunk:

- **Ref.** - fénytörési korrekció - a táblázat az égitest mért horizont feletti magasságához adja meg a szükséges korrekciót. A mi esetünkben $37^{\circ}5'$ Olvassuk ki a hozzá tartozó korrekciót. A mi esetünkben -1.3 perc.
- **Limb** - a napkorong kiterjedése miatti korrekció. Az égitest felső és alsó szélé, rendre „upper limb” (UL) valamint „lower limb” (LL) szerint végezhetünk korrekciót. Mivel mi a Nap alsó szélének horizont fölötti magasságát mértük ki a szextánnal, a LL korrekció lesz releváns számunkra, amely a példánkban 15' perc.

Refraction	
App. Alt.	Corr
°	'
35.0	- 1.4
36.0	- 1.4
37.0	- 1.3
38.0	- 1.3
39.0	- 1.2

SUN		
October – March		
App. Alt.	Lower Limb	Upper Limb
°	'	
34 15		
36 17	+14.9	-17.4
38 34	+15.0	-17.3
41 06	+15.1	-17.2
43 56	+15.2	-17.1

A kiolvasott értékeket írjuk a táblázatba, majd adjuk össze. Az eredmény az általunk mért valós korrigált horizont feletti napmagasság, azaz 37°16.7'.



A [tengerészeti almanachból](#) (9. oldal) olvassuk ki, hogy az adott nap aktuális órájában mennyi a Nap GHA-ja és deklinációja:

DUT1 = UT1-UTC = +0.0891 sec ΔT = TT-UT1 = +69.0949 sec

2024 January 01 to Jan. 15 UT

02	GHA	Dec	05	GHA	Dec	08	GHA	Dec	11	GHA	Dec	14	GHA	Dec
0	179°06.7	S22°58.7	0	178°46.0	S22°41.4	0	178°26.1	S22°20.1	0	178°07.3	S21°54.9	0	177°49.8	S21°25.8
1	194°06.4	58.5	1	193°45.7	41.2	1	193°25.8	19.8	1	193°07.1	54.5	1	192°49.6	25.3
2	209°06.1	58.2	2	208°45.4	40.9	2	208°25.6	19.5	2	208°06.8	54.1	2	207°49.3	24.9
3	224°05.9	58.0	3	223°45.1	40.6	3	223°25.3	19.2	3	223°06.5	53.7	3	222°49.1	24.5
4	239°05.6	57.8	4	238°44.8	40.3	4	238°25.0	18.8	4	238°06.3	53.3	4	237°48.9	24.0
5	254°05.3	57.6	5	253°44.6	40.1	5	253°24.8	18.5	5	253°06.0	53.0	5	252°48.6	23.6
6	269°05.0	S22°57.4	6	268°44.3	S22°39.8	6	268°24.5	S22°18.2	6	268°05.8	S21°52.6	6	267°48.4	S21°23.2
7	284°04.7	57.2	7	283°44.0	39.5	7	283°24.2	17.8	7	283°05.5	52.2	7	282°48.2	22.7
8	299°04.4	57.0	8	298°43.7	39.3	8	298°23.9	17.5	8	298°05.3	51.8	8	297°47.9	22.3
9	314°04.1	56.7	9	313°43.4	39.0	9	313°23.7	17.2	9	313°05.0	51.4	9	312°47.7	21.9
10	329°03.8	56.5	10	328°43.2	38.7	10	328°23.4	16.9	10	328°04.8	51.1	10	327°47.5	21.4
11	344°03.5	56.3	11	343°42.9	38.4	11	343°23.1	16.5	11	343°04.5	50.7	11	342°47.2	21.0
12	359°03.2	S22°56.1	12	358°42.6	S22°38.2	12	358°22.9	S22°16.2	12	358°04.3	S21°50.3	12	357°47.0	S21°20.5
13	14°02.9	55.9	13	13°42.3	37.9	13	13°22.6	15.9	13	13°04.0	49.9	13	12°46.8	20.1
14	29°02.6	55.6	14	28°42.0	37.6	14	28°22.3	15.5	14	28°03.8	49.5	14	27°46.6	19.7
15	44°02.3	55.4	15	43°41.7	37.3	15	43°22.1	15.2	15	43°03.5	49.1	15	42°46.3	19.2
16	59°02.1	55.2	16	58°41.5	37.0	16	58°21.8	14.9	16	58°03.3	48.7	16	57°46.1	18.8
17	74°01.8	55.0	17	73°41.2	36.8	17	73°21.6	14.5	17	73°03.0	48.3	17	72°45.9	18.3
18	89°01.5	S22°54.7	18	88°40.9	S22°36.5	18	88°21.3	S22°14.2	18	88°02.8	S21°47.9	18	87°45.6	S21°17.9
19	104°01.2	54.5	19	103°40.6	36.2	19	103°21.0	13.8	19	103°02.5	47.6	19	102°45.4	17.4
20	119°00.9	54.3	20	118°40.4	35.9	20	118°20.8	13.5	20	118°02.3	47.2	20	117°45.2	17.0
21	134°00.6	54.1	21	133°40.1	35.6	21	133°20.5	13.2	21	133°02.1	46.8	21	132°45.0	16.6
22	149°00.3	53.8	22	148°39.8	35.3	22	148°20.2	12.8	22	148°01.8	46.4	22	147°44.7	16.1
23	164°00.0	53.6	23	163°39.5	35.1	23	163°20.0	12.5	23	163°01.6	46.0	23	162°44.5	15.7
SD=16.3'		d=-0.2'	SD=16.3'		d=-0.3'	SD=16.3'		d=-0.3'	SD=16.3'		d=-0.4'	SD=16.3'		d=-0.4'

	GHA	Dec
17	73°03.0	48.3
18	88°02.8	S21°47.9
19	103°02.5	47.6
20	118°02.3	47.2
21	133°02.1	46.8
22	148°01.8	46.4
23	163°01.6	46.0
	SD=16.3'	d=-0.4'

Ahogy látható, a „mai” dátumon (2024 január 11-én) a Nap GHA-ja a GMT szerinti 18 órakor $88^{\circ}02,8'$ a deklinációja pedig $21^{\circ}47,9'$ dél. Ezen adatok mellett olvaszuk ki a Nap adott naphoz tartozó d értékét ($d = -0,4'$). A d érték az égitest adott napra vonatkozó óránkénti átlagos deklinációváltozása, amely egyébként az adott nap egyes óráinak deklinációi különbségeként is megjelenik az egymás után következő sorokban. A deklinációváltozás irányát is fel kell jegyeznünk. Ezt a mérés órájának és a rákövetkező órának deklinációértékeiből deríthetjük ki. Esetünkben a deklináció csökken (-), hiszen 19 órakor alacsonyabb, mint 18 órakor.

A táblázatból kiolvasott, 18 óra 0 perc 0 másodpercre vonatkozó GHA és deklinációs értéket korrigálnunk kell a méréskor aktuális percre és másodpercre. Ehhez az [almanach](#) (50. oldal) korrekciós táblázatai közül keressük ki az 50. percre vonatkozó táblát (. Ilyenből egy létezik, tehát az év bármelyik napjának bármelyik óráján belül ugyanaz a korrekciós tábla használandó az 50. percre. E korrekciós táblának két része van, amelyek – nagyon fontos – függetlenek egymástól, még ha soraik egyvonalban is vannak.

m	Sun Plan.	Aries	Moon	v and d corr		
50						
0	12°30.0	12°32.1	11°55.8	0.0 - 0.0	6.0 - 5.0	12.0 - 10.1
1	12°30.2	12°32.3	11°56.1	0.1 - 0.1	6.1 - 5.1	12.1 - 10.2
2	12°30.5	12°32.6	11°56.3	0.2 - 0.2	6.2 - 5.2	12.2 - 10.3
3	12°30.7	12°32.8	11°56.5	0.3 - 0.3	6.3 - 5.3	12.3 - 10.4
4	12°31.0	12°33.1	11°56.8	0.4 - 0.3	6.4 - 5.4	12.4 - 10.4
5	12°31.3	12°33.3	11°57.0	0.5 - 0.4	6.5 - 5.5	12.5 - 10.5

A táblázat bal fele azt adja meg, hogy az adott perc különböző másodperceiben mennyivel szükséges korrigálnunk a korábbi táblázatból adott órára kiolvasott GHA értéket, hogy megkapjuk az égitest adott órában, percben és másodpercben aktuális, pontos GHA értékét. Belátható, hogy függetlenül attól, hogy mi a dátum és óra, ez a korrekciós érték az adott perc adott másodpercére mindig ugyanaz lesz, hiszen a Föld

egyenletes sebességgel forog. Esetünkben a Nap GHA értéke $12^{\circ}30,0'$ -et változott 50 perc alatt.

A táblázat jobb fele ezzel szemben azt mondja meg, hogy az égitest adott napra és órára ismert óránkénti átlagos deklinációváltozásának (d) ismeretében az adott percben mennyivel kell korrigálnunk az égitest pontos órára vonatkozó deklinációját. Esetünkben az óránkénti deklinációváltozás átlagosan 0,4 perc az adott napon, bármely óra 50. percében ezért 0,3 percel kell korrigálni a 18:50-re vonatkozó deklinációt. Ez logikus, hiszen ha az óránkénti deklinációváltozás $0,4'$, akkor 50 perc, azaz $50/60$ óra alatt körülbelül $0,4 \times 50 / 60 = 0,33'$ -et változik a deklináció.

Nautical Almanac									
GHA	18 ^h	88 ^o	02,8 [']						
	Incr. for	50 ^m	0 ^s	12 ^o	30,0 [']				
Total GHA	100 ^o	32,8 [']							
Dec	18 ^h	21 ^o	47,9 [']	N ^S					
	'd'	0,4	- 0,3 [']						
Total Dec	21 ^o	47,6 [']	N ^S						

A fenti táblázatban az égitest mérésének időpontjában érvényes pontos GHA és deklinációértékének kiszámolása látható. Ehhez a napra vonatkozó táblázatból, majd a percre vonatkozó korrekciós táblázatból kiolvasott értékeket vigyük fel az űrlapra. A GHA rubrikái a következőt jelentik: 18 órakor a Nap GHA-ja $88^{\circ}02,8'$. 50 perc 00 másodperckor ezt $12^{\circ}30,0'$ -cel kell korrigálni, így a Nap GHA-ja a mérés napján 18 óra 50 perc 00 másodperckor $100^{\circ}32,8'$. A fenti ábra deklinációra vonatkozó rubrikáinak jelentése a következő: 18 órakor a Nap deklinációja $21^{\circ}47,9'$ déli irányban. Az óránkénti deklinációváltozás $-0,4$, hiszen a deklináció csökken, az 50. percben ez az órás deklinációhoz képest 0,3 szögperces deklinációváltozást jelent negatív irányban. Így a Nap deklinációja a mérés időpontjában, 18 óra 50 perckor 21 fok, 47,6 szögperc.

AZ ÉGITEST BECSÜLT POZÍCIÓBAN ÉRVÉNYES HORIZONT FELETTI MAGASSÁGÁNAK ÉS AZIMUTJÁNAK KISZÁMÍTÁSA – SIGHT REDUCTION

Ebben a lépésben az égitest pontos (méréskor érvényes) GHA-ja és deklinációja alapján azt számoljuk ki, hogy amennyiben a becsült pozíciónkon lennénk, onnan mennyinek érzékelnénk az égitest horizont feletti magasságát és azimutját. Ehhez az ún. sight reduction (a továbbiakban redukciós) táblázatokat fogjuk használni, amelyekkel tehát egy GHA-t és deklinációt transzformálunk horizont feletti magasságra és azimutra.

A redukciós táblázatok kizárólag egész szögértékű földrajzi szélesség és LHA értékekkel használhatók. Becsült földrajzi szélességünk $21^{\circ}7.34'$ dél, a Nap LHA-ját a becsült hosszúságunkon pedig a következőképpen számolhatjuk ki (mivel becsült hosszúságunk nyugati, ezt ki kell vonnunk a GHA-ból):

$$\text{LHA} = \text{GHA} - \text{becsült hosszúság}$$

A redukciós táblázatok használata érdekében becsült földrajzi szélességünket 21 fokra kerekítjük, becsült hosszúságunkat pedig $156^{\circ}49.9'$ -ről $156^{\circ}32.8'$ -re változtatjuk annak érdekében, hogy a Nap LHA-ja kerek legyen.

$$\text{LHA} = 100^{\circ}32.8' - 156^{\circ}32.8' = -56^{\circ} = 304^{\circ}$$

A módosított becsült hosszúságot mostantól választott hosszúságnak, a módosított becsült szélességet

pedig választott szélességnek fogjuk hívni, a félreértéseket elkerülendő. A választott szélességgel és hosszúsággal immáron kitölthetjük az űrlap Sight Reduction részlegének alábbi részét:

Sight Reduction Tables

Chosen Longitude	156° 32,8'	+ W			
LHA	304°				
Chosen Latitude	21°	N			
Dec	21° 47,6'	S			

• N. Latitude

• If LHA > 180° Zn = Z

• If LHA < 180° Zn = 360 - Z

• S. Latitude

• If LHA > 180° Zn = 180 - Z

• If LHA < 180° Zn = 180 + Z

Hc					
'd'	+				
Calc. Alt					
True Alt.					
					To. AW.

If true > calc. Alt then intercept is towards

Z

Azimuth (Zn)

Intercept

A kitöltött rubrikák jelentése a következő. A Chosen Longitude-hoz vesszük fel az LHA-t kerekké tévő választott földrajzi hosszúságunkat (156°32.8'), és bejelöljük azt, hogy keleti vagy nyugati hosszúságról van-e szó (a táblázat az égtájak melletti előjelekkel segít az LHA kiszámításában). Az LHA rubrikába az égitest fent ismertetett módon, választott hosszúságból és GHA-ból kiszámolt LHA értékét írjuk (304). A Chosen Latitude rubrikába kerül az egésze kerekített (21°7,3' ~ 21°) választott földrajzi szélességünk, a Dec rubrikáiba pedig az égitest korábban kiszámolt, másodpercre korrigált deklinációja (21°47.6').

Következő lépésként a redukciós táblázatból kiolvassuk, hogy a választott helyzetünkben tartózkodva mennyi lenne az égitest horizont feletti magassága (Hc) és az a Z érték, amely az égitest azimutjának kiszámításához kell. E lépésben tehát azt határozzuk meg, hogy a választott hosszúságon és szélességen tartózkodva milyen magasan és milyen irányban látnánk az

égitestet. A [redukciós táblázatból](#) (146.oldal) Hc és Z mellett kiolvasható egy d érték is, amely azt mutatja meg, hogy az égitest deklinációjának 1 fokos változása mellett hány szögpercet változik Hc a választott pozícióból nézve.

Minden földrajzi szélességhez kétféle redukciós táblázat tartozik. Az egyik fejlécében a „LATITUDE SAME NAME AS DECLINATION”, a másik fejlécében a „LATITUDE CONTRARY NAME TO DECLINATION” szöveg található. Előbbit akkor használjuk, ha a földrajzi szélességünknek és az égitest deklinációjának iránya (északi vagy déli) azonos, utóbbit pedig ellenkező esetben. Ezen túl is több táblázat tartozhat adott földrajzi szélességhez, amelyek egész szögértékű deklinációkhoz tartozó táblázatrészekre tagolódnak.

Ebben a példában a választott szélesség déli, és a Nap deklinációja déli irányú, így a 21 fokos szélességhez tartozó, „LATITUDE SAME NAME AS DECLINATION” fejlécű redukciós táblázatot kell használnunk, ezek közül is azt, amelyikben megtaláljuk a 304 fokos deklinációhoz tartozó táblázatrészt.

Az értékek a két táblázatban dátumtól és évtől függetlenek, hiszen csupán ugyanazon értékek (LHA, deklináció) matematikai transzformációinak eredményeit tartalmazzák.

A redukciós táblázatból kiolvasott értékeket következő lépésben felvesztjük az űrlapra:

56°, 304° L.H.A.

LATITUDE SAME NAME AS DECLINATION

N. Lat. {L.H.A. greater than 180° Zn=Z
{L.H.A. less than 180° Zn=360°-Z

	15°			16°			17°			18°			19°			20°			21°			22°			
Dec.	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Dec.
0	32 41.6	+10.1	99.9	32 30.9	+10.4	100.5	32 19.7	+10.4	101.2	32 07.7	+10.6	101.8	31 55.2	+10.7	102.4	31 42.0	+10.8	103.0	31 28.2	+10.9	103.6	31 13.8	+11.0	104.2	0
1	32 59.7	+10.6	98.8	32 50.3	+10.7	99.4	32 40.1	+10.9	100.0	32 29.3	+11.1	100.7	32 17.9	+11.2	101.3	32 05.8	+11.3	101.9	31 53.1	+11.4	102.5	31 38.8	+11.5	103.1	1
2	33 17.3	+10.9	97.6	33 09.0	+10.8	98.3	33 00.0	+10.9	98.9	32 50.4	+11.0	99.6	32 40.1	+11.1	100.2	32 29.1	+11.2	100.8	32 17.5	+11.3	101.4	32 05.3	+11.4	102.0	2
3	33 34.2	+10.2	96.5	33 27.0	+10.5	97.1	33 19.3	+10.6	97.8	33 10.8	+10.8	98.4	33 01.7	+10.9	99.1	32 51.9	+11.0	99.7	32 41.4	+11.1	100.4	32 30.3	+11.2	101.0	3
4	33 50.4	+10.6	95.3	33 44.5	+10.8	96.0	33 37.9	+10.9	96.6	33 30.6	+11.0	97.3	33 22.6	+11.1	98.0	33 14.0	+11.2	98.6	33 04.7	+11.3	99.3	32 54.7	+11.4	99.9	4
5	34 06.0	+10.9	94.2	34 01.3	+10.6	94.8	33 55.9	+10.4	95.5	33 49.8	+10.6	96.2	33 43.0	+10.8	96.8	33 35.5	+11.0	97.5	33 27.4	+11.1	98.1	33 18.5	+11.2	98.8	5
6	34 20.9	+10.3	93.0	34 17.5	+10.5	93.7	34 13.3	+10.7	94.3	34 08.4	+10.9	95.0	34 02.8	+11.1	95.7	33 56.5	+11.2	96.4	33 49.5	+11.3	97.0	33 41.8	+11.4	97.7	6
7	34 35.2	+10.6	91.8	34 33.0	+10.8	92.5	34 30.0	+10.9	93.2	34 26.3	+11.1	93.9	34 21.9	+11.2	94.5	34 16.8	+11.3	95.2	34 11.0	+11.4	95.9	34 04.4	+11.5	96.6	7
8	34 48.8	+10.9	90.6	34 47.8	+11.1	91.3	34 46.0	+11.2	92.0	34 43.6	+11.3	92.7	34 40.4	+11.4	93.4	34 36.5	+11.5	94.1	34 31.8	+11.6	94.8	34 26.5	+11.7	95.5	8
9	35 01.7	+12.2	89.4	35 01.9	+13.5	90.1	35 01.4	+14.7	90.8	35 00.2	+15.9	91.5	34 58.2	+17.2	92.2	34 55.5	+18.4	92.9	34 52.1	+19.6	93.6	34 47.9	+20.8	94.3	9
10	35 13.9	+11.4	88.2	35 15.4	+12.7	88.9	35 16.1	+14.0	89.6	35 16.1	+15.2	90.4	35 15.4	+16.4	91.1	35 13.9	+17.7	91.8	35 11.7	+18.9	92.5	35 08.7	+20.1	93.2	10
11	35 25.3	+10.8	87.0	35 28.1	+12.0	87.7	35 30.1	+13.3	88.5	35 31.3	+14.6	89.2	35 31.8	+15.8	89.9	35 31.6	+17.0	90.6	35 30.6	+18.2	91.3	35 28.8	+19.5	92.0	11
12	35 36.1	+10.0	85.8	35 40.1	+11.3	86.5	35 43.4	+12.5	87.3	35 45.9	+13.8	88.0	35 47.6	+15.1	88.7	35 48.6	+16.3	89.4	35 48.8	+17.6	90.1	35 48.3	+18.8	90.9	12
13	35 46.1	+9.3	84.6	35 51.4	+10.6	85.3	35 55.9	+11.8	86.0	35 59.7	+13.1	86.8	36 02.7	+14.3	87.5	36 04.9	+15.6	88.2	36 06.4	+16.8	88.9	36 07.1	+18.1	89.7	13
14	35 55.4	+8.6	83.4	36 02.0	+9.8	84.1	36 07.7	+11.1	84.8	36 12.8	+12.3	85.6	36 17.0	+13.6	86.3	36 20.5	+14.9	87.0	36 23.2	+16.2	87.8	36 25.2	+17.4	88.5	14
15	36 04.0	+7.8	82.2	36 11.8	+9.1	82.9	36 18.8	+10.4	83.6	36 25.1	+11.6	84.3	36 30.6	+12.9	85.1	36 35.4	+14.2	85.8	36 39.4	+15.4	86.6	36 42.6	+16.7	87.3	15
16	36 11.8	+7.0	80.9	36 20.9	+8.3	81.7	36 29.2	+9.6	82.4	36 36.7	+10.9	83.1	36 43.5	+12.2	83.9	36 49.6	+13.4	84.6	36 54.8	+14.7	85.4	36 59.3	+15.9	86.1	16
17	36 18.8	+6.3	79.7	36 29.2	+7.5	80.4	36 38.8	+8.8	81.2	36 47.6	+10.1	81.8	36 55.7	+11.4	82.6	37 03.0	+12.6	83.4	37 09.5	+13.9	84.1	37 15.2	+15.2	84.8	17
18	36 25.1	+5.5	78.5	36 36.7	+6.8	79.2	36 47.6	+8.1	79.9	36 57.7	+9.4	80.7	37 07.1	+10.6	81.4	37 15.6	+11.9	82.2	37 23.4	+13.2	82.9	37 30.4	+14.5	83.7	18
19	36 30.8	+4.8	77.2	36 43.5	+6.1	78.0	36 55.7	+7.3	78.7	37 07.1	+8.5	79.4	37 17.7	+9.8	80.2	37 27.5	+11.2	80.9	37 36.6	+12.4	81.7	37 44.9	+13.7	82.5	19
20	36 35.4	+4.0	76.0	36 49.6	+5.2	76.7	37 03.0	+6.5	77.4	37 15.6	+7.8	78.2	37 27.5	+9.1	78.9	37 38.7	+10.3	79.7	37 49.0	+11.6	80.5	37 58.8	+12.9	81.2	20
21	36 39.4	+3.2	74.7	36 54.8	+4.5	75.5	37 09.5	+5.7	76.2	37 23.4	+7.0	76.9	37 36.6	+8.3	77.7	37 49.0	+9.6	78.4	38 00.6	+10.9	79.2	38 11.5	+12.1	80.0	21
22	36 42.6	+2.4	73.5	36 59.3	+3.6	74.2	37 15.2	+5.0	75.0	37 30.4	+6.2	75.7	37 44.9	+7.4	76.4	37 58.6	+8.7	77.2	38 11.5	+10.0	78.0	38 23.6	+11.3	78.7	22
23	36 45.0	+1.7	72.3	37 02.9	+2.9	73.0	37 20.2	+4.1	73.7	37 36.6	+5.4	74.4	37 52.3	+6.7	75.2	38 07.3	+8.0	75.9	38 21.5	+9.2	76.7	38 34.9	+10.5	77.5	23
24	36 46.7	+1.0	71.0	37 05.8	+2.1	71.7	37 24.3	+3.3	72.4	37 42.0	+4.6	73.2	37 59.0	+5.9	73.9	38 15.3	+7.1	74.7	38 30.7	+8.4	75.4	38 45.4	+9.7	76.2	24

21°					
Hc	d	Z	Dec.		
37 49.0	+ 11.6	80.5	20		
38 00.6	+ 10.9	79.2	21		
38 11.5	+ 10.0	78.0	22		
38 21.5	+ 9.2	76.7	23		
38 30.7	+ 8.4	75.4	24		

Esetünkben Hc rubrikájába beírjuk a redukciós táblázatból kiolvasott 38°0.6' értéket valamint a +10.9 perc d értéket és a 79.2 Z értéket.

Sight Reduction Tables

Chosen Longitude	156° 32.8' E - W
LHA	304°
Chosen Latitude	21° N S
Dec	21° 47.6' N S

Hc	38° 0.6'
'd'	10.9
Calc. Alt.	
True Alt.	
	To. AW.

- N. Latitude
- If LHA > 180° Zn=Z
- If LHA < 180° Zn=360-Z

- S. Latitude
- If LHA > 180° Zn=180-Z
- If LHA < 180° Zn=180+Z

Azimuth (Zn)

Z 79.2°

Intercept

If true > calc. Alt then intercept is towards

Az azimut (Zn) kiszámolásához a következő szabályt kell követnünk:

- Ha az északi féltekén vagyunk, és
 - o $LHA \geq 180$, akkor $Zn = Z$
 - o $LHA < 180$, akkor $Zn = 360 - Z$
- Ha a déli féltekén vagyunk, és
 - o $LHA \geq 180$, akkor $Zn = 180 - Z$
 - o $LHA < 180$, akkor $Zn = 180 + Z$

Mivel a Z érték 79.2° és a déli féltekén vagyunk, az azimut kiszámításához 180° -ból ki kell vonnunk a Z-t. A választott pozíciókban tehát 100.8° a Nap azimutja (tehát Északhoz képesti iránya).

Sight Reduction Tables

Chosen Longitude	156° 32,8'	+E -W
LHA	304°	
Chosen Latitude	21° N S	
Dec	21° 47,6'	N S

Hc	38° 0,6'		
'd'	10,9	+	-
Calc. Alt			
True Alt.			
			To. AW.

N. Latitude

If $LHA > 180^\circ$ $Zn = Z$

If $LHA < 180^\circ$ $Zn = 360 - Z$

S. Latitude

If $LHA > 180^\circ$ $Zn = 180 - Z$

If $LHA < 180^\circ$ $Zn = 180 + Z$

180°

Z 79.2°

Azimuth (Zn) 100.8°

If true > calc. Alt then intercept is towards

Intercept

Az égitest választott pozícióban észlelt horizont feletti magasságának kiszámításához még korrigálnunk kell a Hc értéket a redukciós táblázatból kiolvasott d érték segítségével, amely tehát azt adja meg, hogy a deklináció 1 fokos változása esetén hány szögpercet módosul az égitest horizont feletti magassága. Ehhez az [interpolációs táblázatot](#) használjuk.

INTERPOLATION TABLE

Dec. Inc.	Altitude Difference (d)																	
	Tens					Decimals					Units							
	10'	20'	30'	40'	50'	↓	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'		
47.0	7.8	15.6	23.5	31.3	39.1	.0	0.0	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.7	5.5	6.3	7.1		
47.1	7.8	15.7	23.5	31.4	39.2	.1	0.1	0.9	1.7	2.5	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2		
47.2	7.8	15.7	23.6	31.4	39.3	.2	0.2	0.9	1.7	2.5	3.3	4.1	4.9	5.7	6.5	7.3		
47.3	7.9	15.8	23.6	31.5	39.4	.3	0.2	1.0	1.8	2.6	3.4	4.2	5.0	5.8	6.6	7.4		
47.4	7.9	15.8	23.7	31.6	39.5	.4	0.3	1.1	1.9	2.7	3.5	4.3	5.1	5.9	6.6	7.4		
47.5	7.9	15.8	23.8	31.7	39.6	.5	0.4	1.2	2.0	2.8	3.6	4.4	5.1	5.9	6.7	7.5		
47.6	7.9	15.9	23.8	31.7	39.7	.6	0.5	1.3	2.1	2.8	3.6	4.4	5.2	6.0	6.8	7.6		
47.7	8.0	15.9	23.9	31.8	39.8	.7	0.6	1.3	2.1	2.9	3.7	4.5	5.3	6.1	6.9	7.7		
47.8	8.0	16.0	23.9	31.9	39.9	.8	0.6	1.4	2.2	3.0	3.8	4.6	5.4	6.2	7.0	7.8		
47.9	8.0	16.0	24.0	32.0	40.0	.9	0.7	1.5	2.3	3.1	3.9	4.7	5.5	6.3	7.0	7.8		

A fenti táblázat a d érték tízes és egyes valamint első tizedes helyértékeihez tartozó korrekciókat külön-külön kell kiolvasnunk, majd összeadnunk. Itt a fenti d (10,9) és deklináció-törtrész értékekre $7.9 + 0.7 = 8.6$ szögperc adódik, mint korrekció.

Hc korrekciójának ismeretében immáron hiánytalanul kitölthetjük a táblázatot. A d érték sorába felvesszük a pozitív előjelet (hiszen d +10.9 volt), majd az interpolációs táblázatból kiolvasott 8.6 prcet beírjuk a rákövetkező rubrikába. A Calc. Alt, azaz számított horizont feletti magasság értéket a felső két sorban szereplő Hc érték és korrekció összeadásával kapjuk, esetünkben $38^{\circ}06' + 8.6' = 38^{\circ}9.2'$

Sight Reduction Tables

Chosen Longitude	156° 32.8'	+ E - W
LHA	304°	
Chosen Latitude	21° N S	
Dec	21° 47.6'	N S

Hc	38° 0.6'	
'd'	10.9° +	8.6' +
Calc. Alt	38° 9.2'	
True Alt.		
		To. AW.

- N. Latitude
- If LHA > 180° Zn = Z
- If LHA < 180° Zn = 360 - Z
- S. Latitude
- If LHA > 180° Zn = 180 - Z
- If LHA < 180° Zn = 180 + Z

Azimuth (Zn) 180°
 79.2°
 100.8°
 Intercept

If true > calc. Alt then intercept is towards

A VALÓS POZÍCIÓ MEGHATÁROZÁSA

Utolsó lépésben az égitest (almanach alapján, a becsült pozícióra) számított horizont feletti magassága és a korrigált (mért) magassága segítségével kiszámítjuk a valós pozíciónkat. Ehhez első lépésben vonjuk ki a korrigált horizont feletti magasságot (True Alt.) a számított horizont feletti magasságból (Calc. Alt.).

$$38^{\circ}9.2' - 37^{\circ}16.7' = 0^{\circ}52.5' = 52.5 \text{ nm.}$$

Amennyiben a különbség negatív, a becsült pozíciónktól az égitest felé (To.), ellenkező esetben a becsült pozíciónktól és az égitesttől elfelé (Aw.) lesz a valós pozíciónk. Esetünkben $0^{\circ}52.5'$ az eredmény, tehát az égitest felé vagyunk a becsült pozíciónktól.

Sight Reduction Tables

Chosen Longitude	156° 32,8'	+ E - W
LHA	304°	
Chosen Latitude	21° N S	
Dec	21° 47,6'	N S

Hc	38° 0,6'	
'd'	10.9	+ -
Calc. Alt	38° 9.2'	
True Alt.	37° 16.7'	
	0 52.5'	To. Aw.

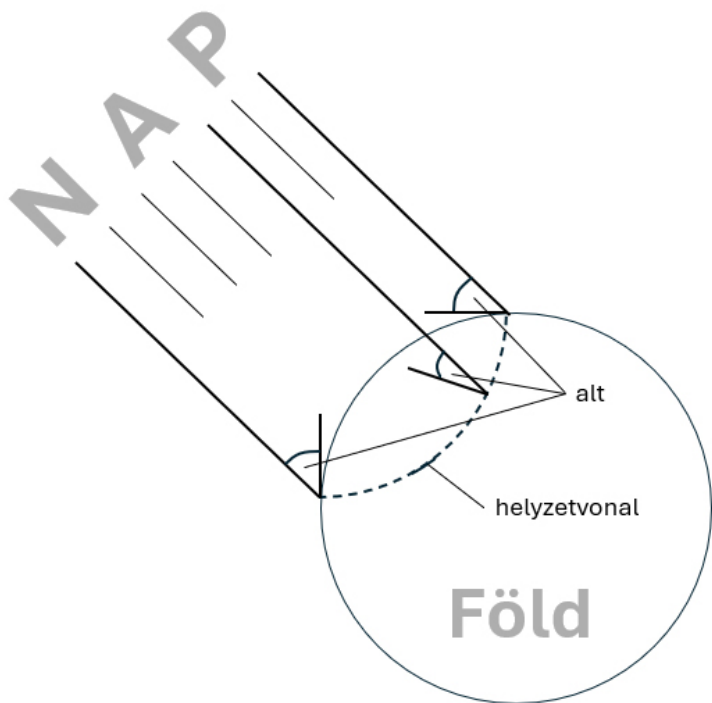
- N. Latitude
- If LHA > 180° Zn = Z
- If LHA < 180° Zn = 360 - Z
- S. Latitude
- If LHA > 180° Zn = 180 - Z
- If LHA < 180° Zn = 180 + Z

180°
 Z 79.2°
 Azimuth (Zn) 100.8° Intercept

If true > calc. Alt then
intercept is towards

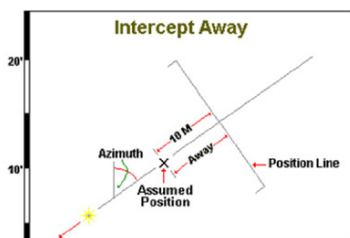
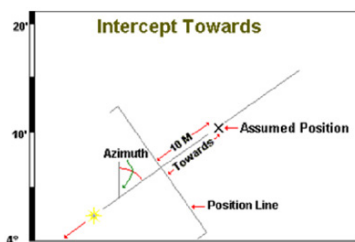
A HELYZETVONAL MEGRAJZOLÁSA

Gondoljunk bele, mit jelent a pozíciónk szempontjából az, hogy az égitestet valamilyen horizont feletti szög alatt látjuk: Ha ez a horizont feletti szög 90° , a Föld felszínén egyetlen pontban lehetünk, méghozzá az égitest adott pillanatbani deklinációja és GHA-ja által meghatározott pontban (pontosaban az égitest alatt). Ha a horizont feletti szög 89° , már nem egyértelmű a pozíciónk, de kijelenthető, hogy azon az 1 tmf sugarú körvonalon vagyunk, amely minden pontjáról 89° alatt látszik az égitest. Ha a horizont feletti szög 45° , akkor pedig egy, a földfelszínen lévő, több ezer tmf átmérőjű körön vagyunk, amely bármely pontjáról ilyen magasan látszik az égitest.



A fent említett körvonal egy kis szakaszát egyenesnek tekintjük, és felrajzoljuk a térképre. Ezt az egyenes vonalat nevezzük helyzetvonalnak.

A helyzetvonal felrajzolásához a választott pozícióból az égitest azimutjának irányában vonalat húzunk (ez még nem a helyzetvonal), majd ezen vonalra felmérjük a mért és választott pozícióbani valós horizont feletti magasságok közötti különbséget tengerimérföldben (a példában 87,7 tmf), a különbség előjelének függvényében az égitest felé vagy attól elfelé (a példában az égitest felé). Az így kijelölt ponton állítsunk merőlegest az azimutirányú vonalra. Ez lesz a helyzetvonal:

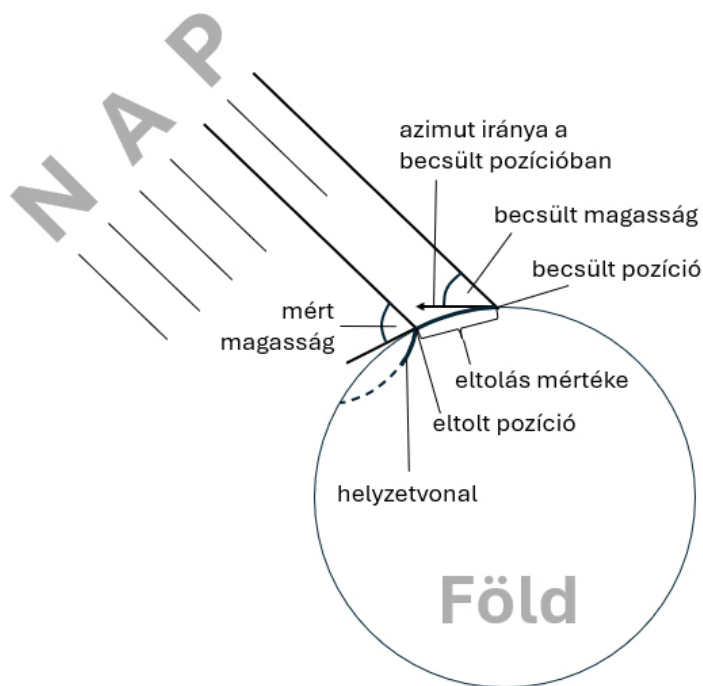
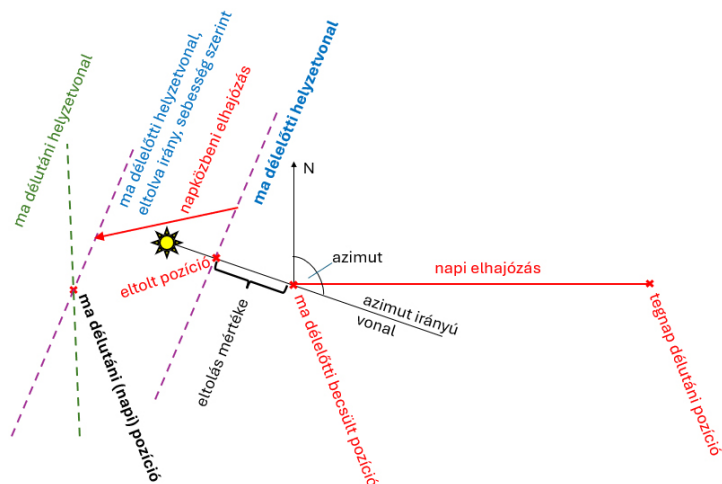


Egy helyzetvonal még nem definiálja a pozíciókat egyértelműen, ezért a következőt kell tennünk:

A mérést követő pár óra elmúltával végezzünk újabb mérést, és a fent leírt módszerrel húzzunk egy új helyzetvonalat. Az égitest ekkorra elmozdul, így más lesz az azimutja, tehát az új helyzetvonal a régi helyzetvonallal szöget fog bezárni. Ezen új helyzetvonal sem definiálja egyértelműen, hogy az új mérés időpontjában hol vagyunk, csupán azt tudjuk, hogy az új mérés időpontjában valahol az új helyzetvonalon vagyunk.

Az új mérés időpontjában érvényes pozíciónk meghatározásához tehát fogjuk a régi helyzetvonalat, és toljuk azt el a két mérés közti átlagos irányunkba annyi mérfölddel, amennyit a két mérés között hajóztunk (az átlagsebességünkből ítélve).

Az eltolt régi helyzetvonal és az új helyzetvonal metszéspontja az új mérés időpontjában érvényes pozíciónk.



AJÁNLOTT IRODALOM

A szöveg a videóhoz szintén csatolt „Astro Navigation with Tables” c. anyag alapján, annak kibővítésével készült. Ezen anyagból származnak a forrásmegjelölés nélküli ábrák is. A további forrásokat a megfelelő ábrák alatt és a szövegben jeleztük.

- valós pozi, amit meg akarunk határozni:
<https://www.suncalc.org/#/-21.289,-156.9984,5/2024.12.11/08:50/1/3>
- DR <https://coordinates-converter.com/en/decimal/-21.122290,-156.831691?karte=OpenStreetMap&zoom=7>

Az ábrákért köszönet
Erős Leventének és Passa Tamásnak.