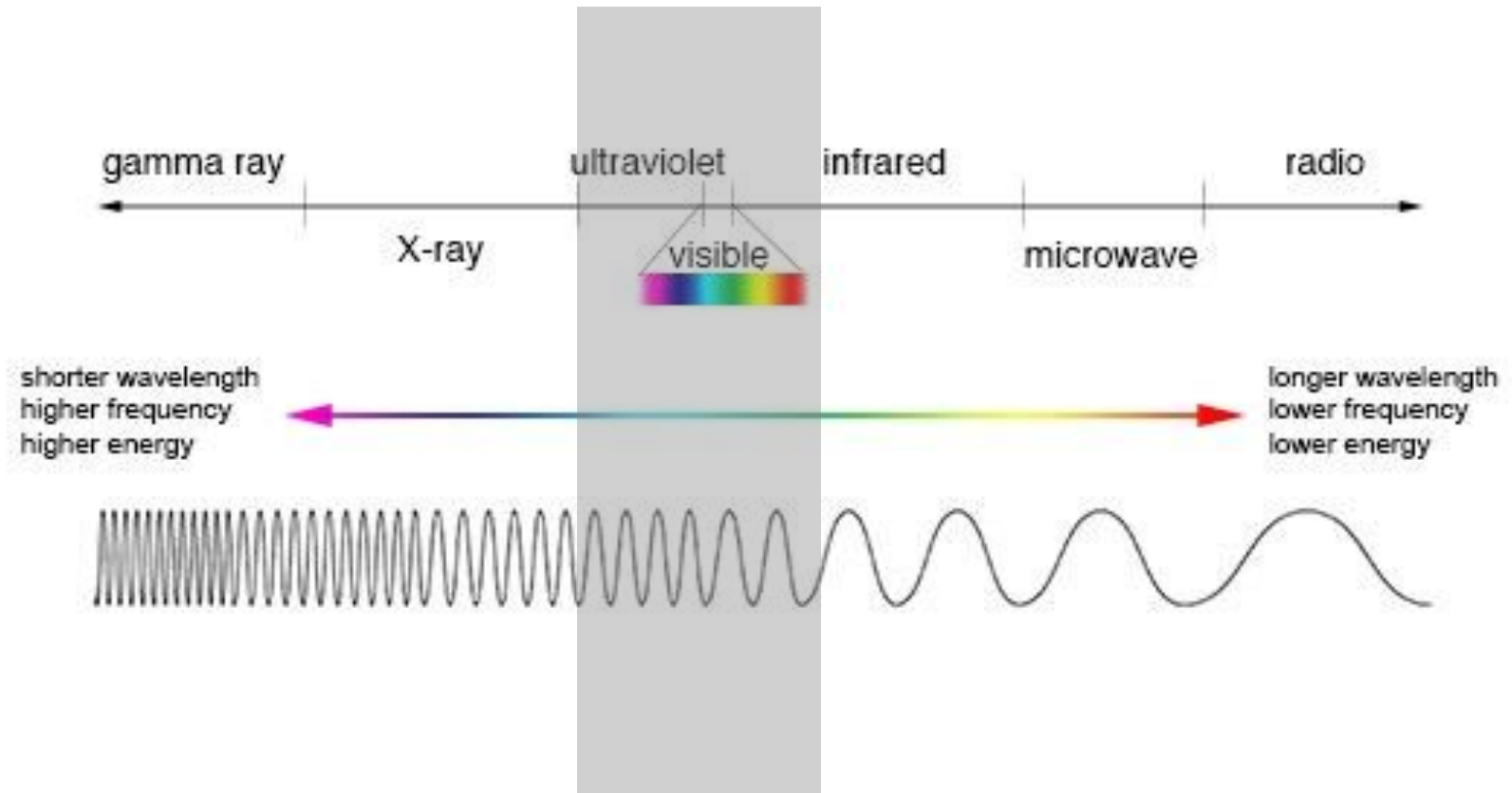


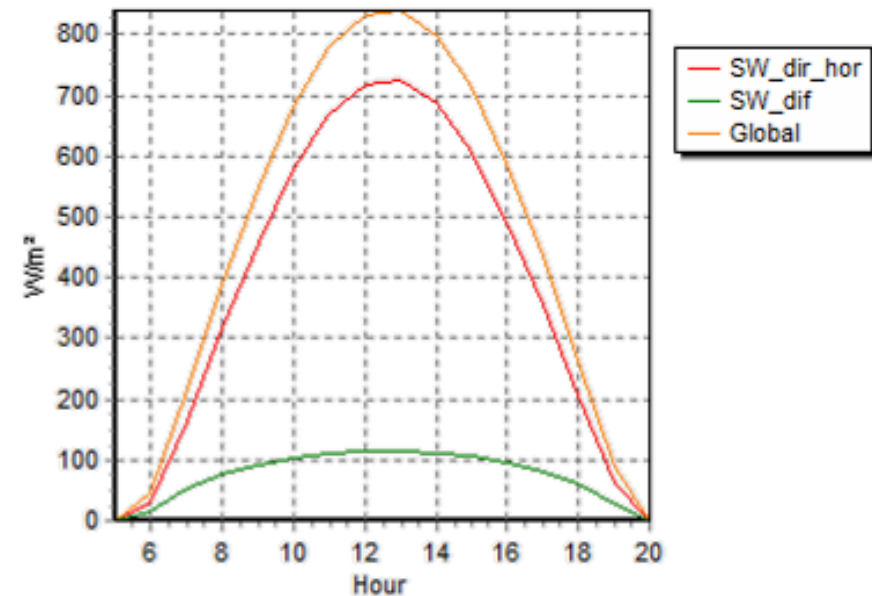
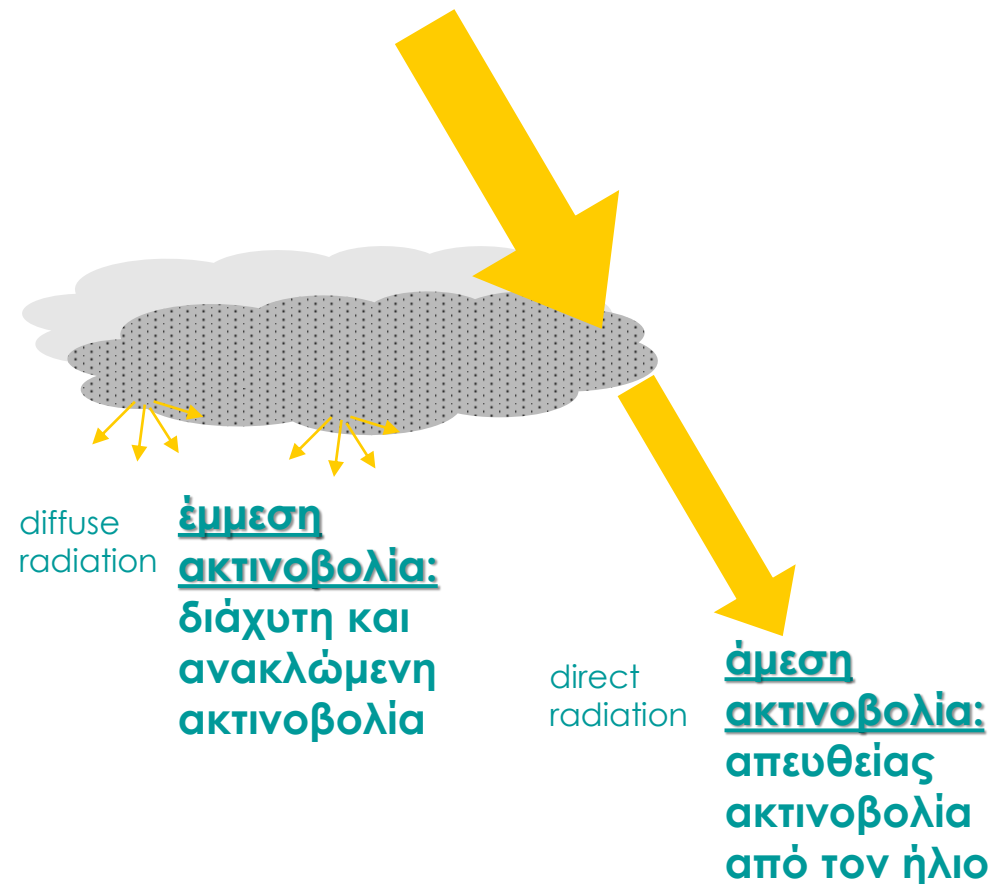
Μήκος κύματος | wavelength
0.3 μ m – 3 μ m



http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/know_11/emspectrum.html

Η ενέργεια από τον ήλιο που λαμβάνεται από μια επιφάνεια στη διάρκεια ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος μετρείται σε Wh/m².

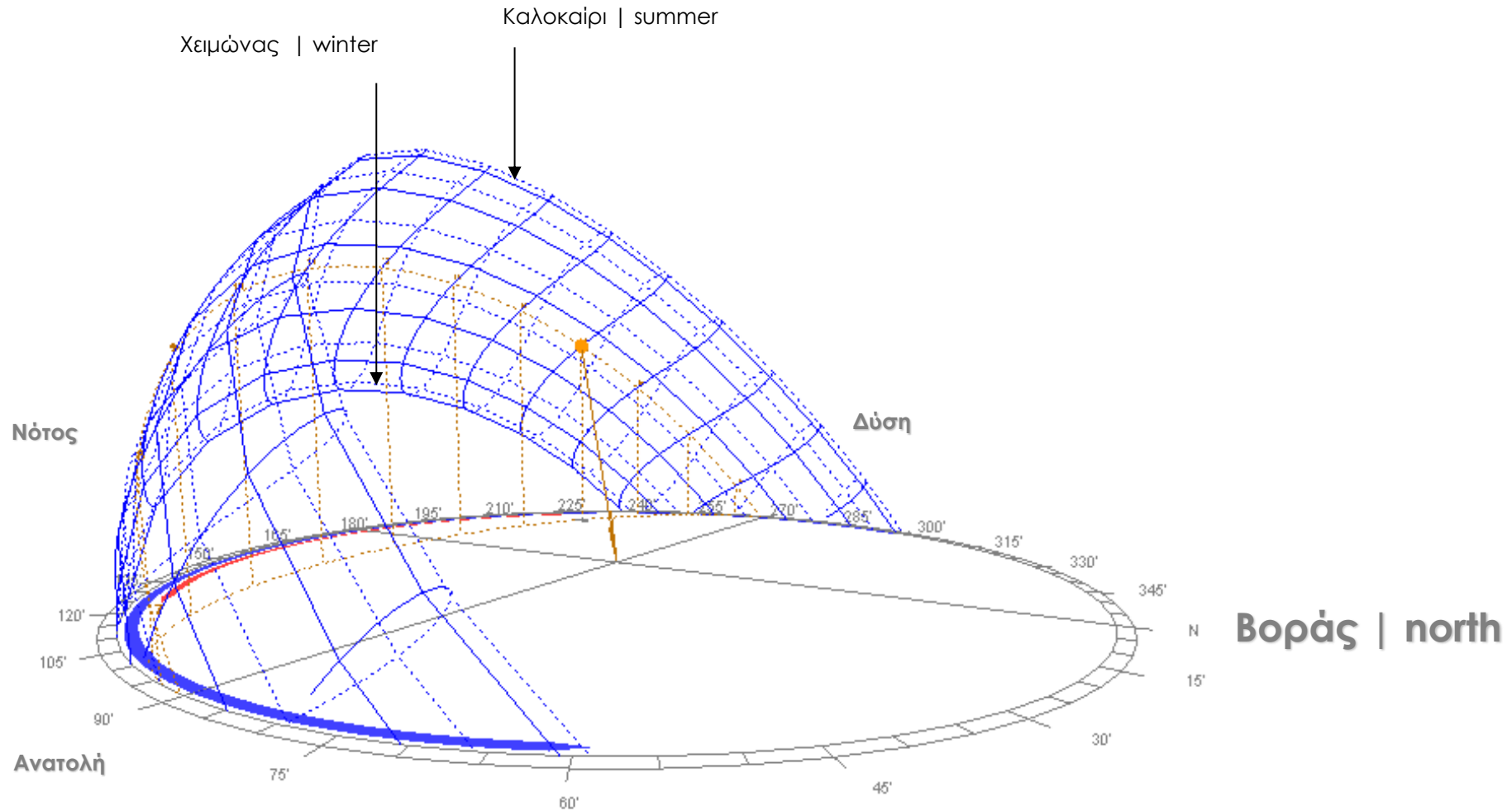
Η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή μετρείται σε W/m² . Power of solar radiation on a surface (W/m²)



ολική ηλιακή ακτινοβολία : το σύνολο άμεσης και έμμεσης ακτινοβολίας

global radiation

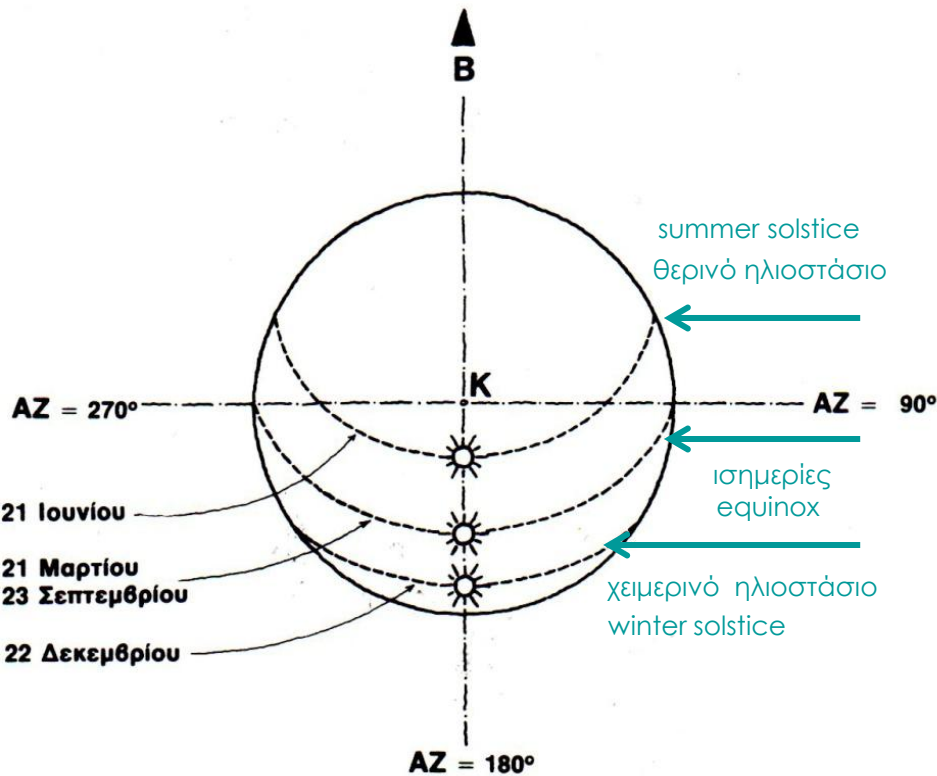
Φαινόμενη πορεία του ήλιου | apparent sunpath



εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση (γεωγραφικό πλάτος)
dependent on geographic location (latitude)

Χαρακτηριστικές ημερομηνίες: ηλιοστάσια και ισημερίες

Characteristic dates : Solstices and equinoxes



μεσουράννηση

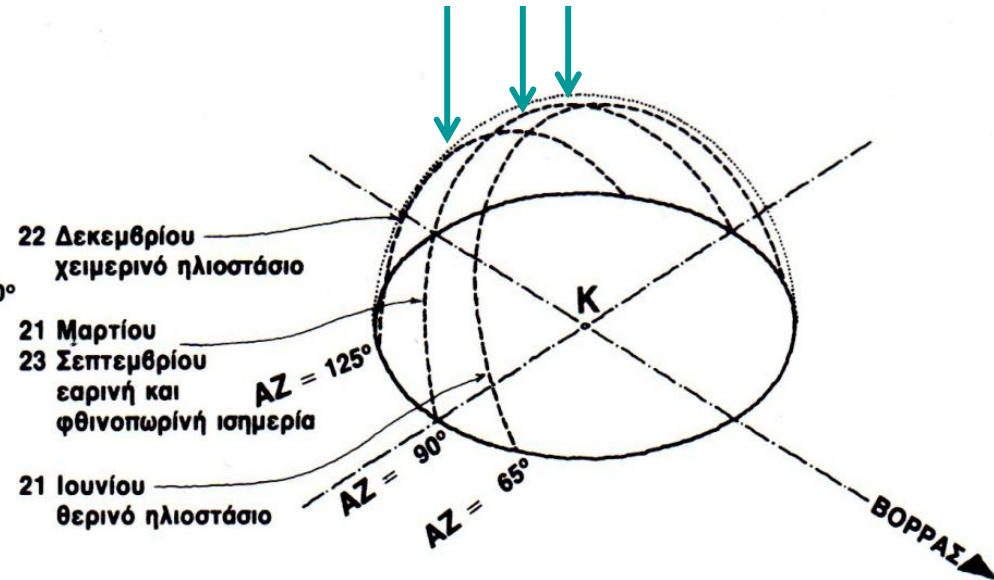
Την ώρα μεσουράννησης
η θέση του ήλιου
βρίσκεται ακριβώς
πάνω στον άξονα
Βορρά - Νότου

solar noon:
sun azimuth
exactly on
north – south
axis

μεσουράννηση

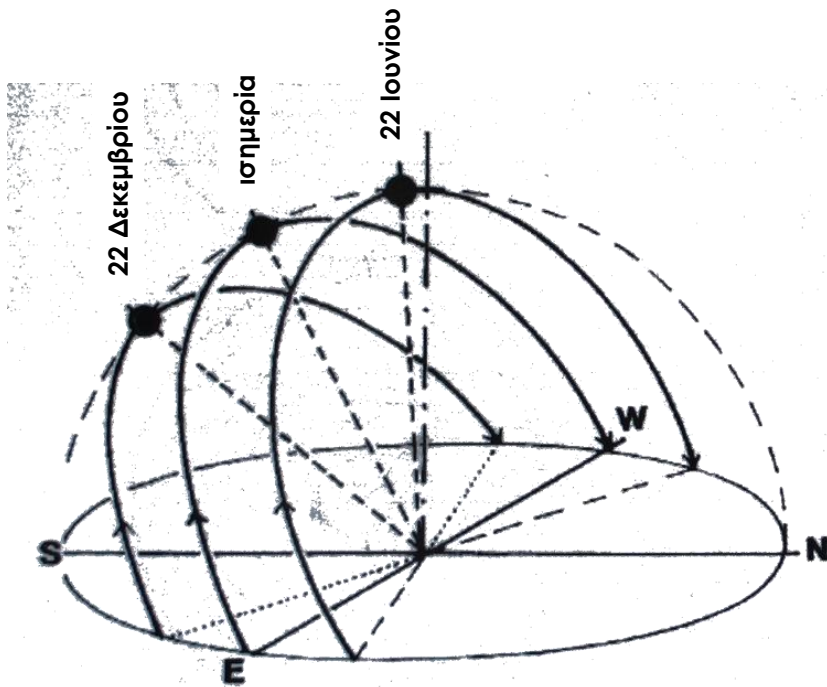
Την ώρα μεσουράννησης
η θέση του ήλιου βρίσκεται
στο υψηλότερο σημείο της
ημερήσιας τροχιάς

solar noon:
highest
daily sun
elevation

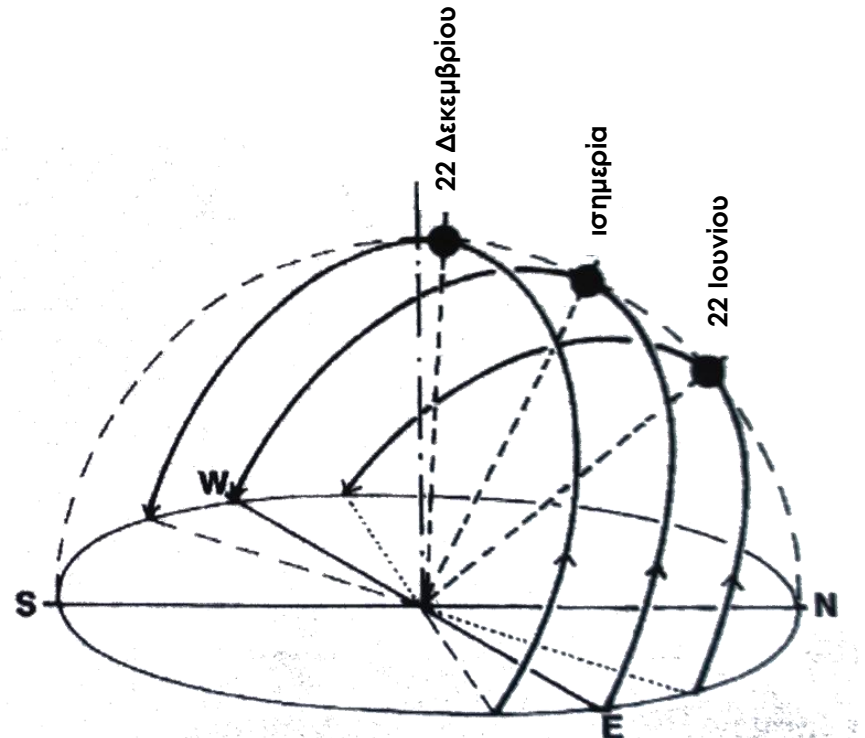


ευνοϊκός προσανατολισμός

favourable orientation



ΒΟΡΕΙΟ ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ
North hemisphere



ΝΟΤΙΟ ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ
south hemisphere

"Solar geometry" PLEA NOTES 1996 S.V.Szokolay

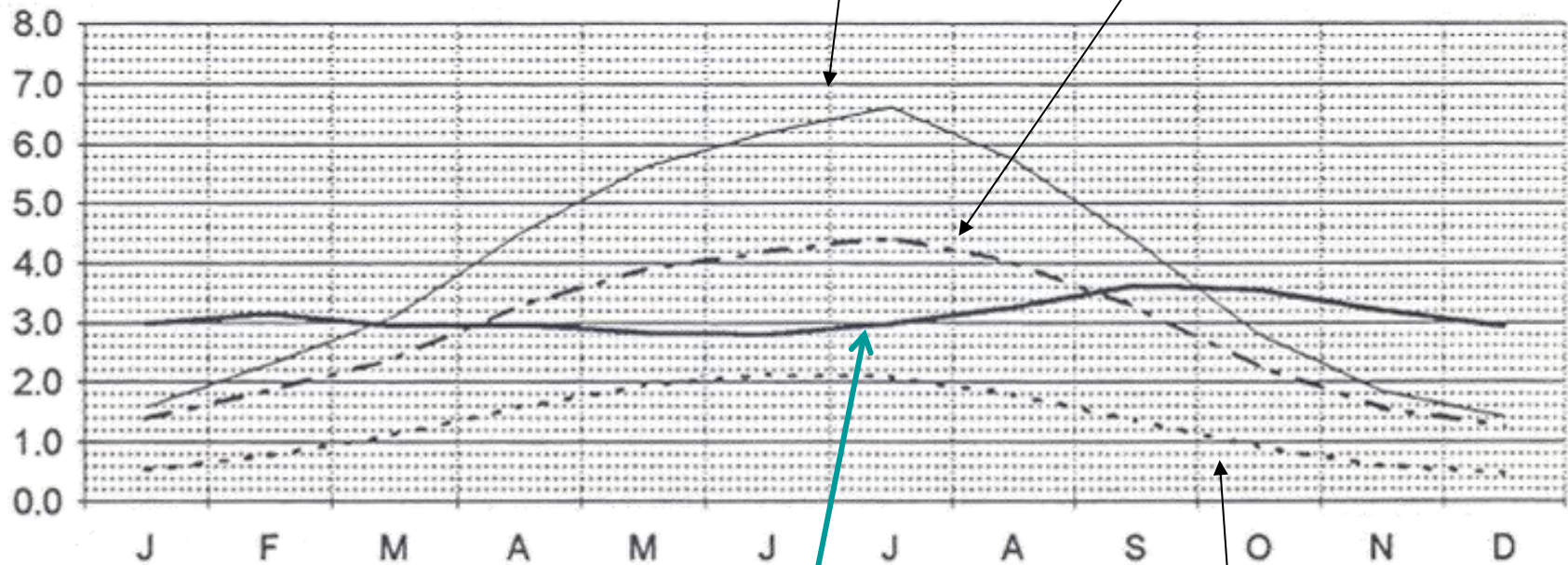
η επίδραση του προσανατολισμού

Effects of surface orientation

ηλιακή ακτινοβολία
kWh/m² την ημέρα

Οριζόντια
horizontal

Ανατολική ή Δυτική
east or west



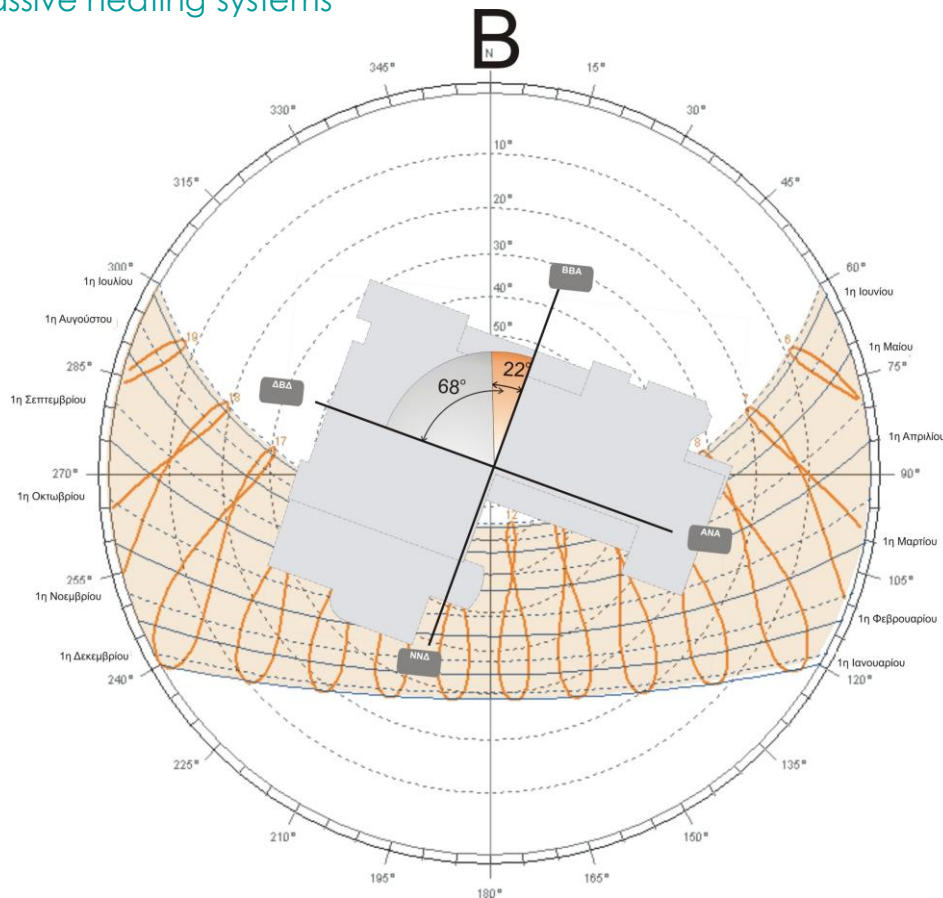
Solar radiation
kWh/m²/day

Νότια
south

Βόρεια
north

Ηλιακά κέρδη και παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Solar gains and solar passive heating systems

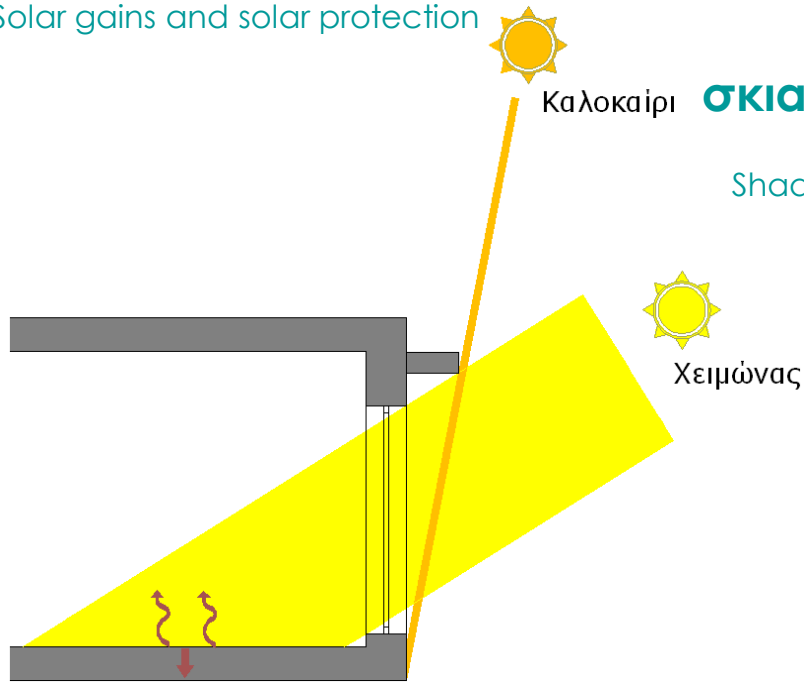


In order to be able to utilise solar radiation from the southern windows, the deviation from the south orientation is considered tolerable up to 22° to the west or east. (or 30°)

Για να είναι δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τα νότια ανοίγματα θεωρείται ανεκτή η απόκλιση από τον καθαρά νότιο προσανατολισμό μέχρι **22°** προς τα δυτικά ή ανατολικά. (ή μέχρι 30°)

Ηλιακά κέρδη και ηλιοπροστασία

Solar gains and solar protection



Καλοκαίρι

σκιασμός για αποφυγή υπερθέρμανσης

Shading to avoid overheating



Χειμώνας

άμεσο ηλιακό κέρδος

Direct solar gain

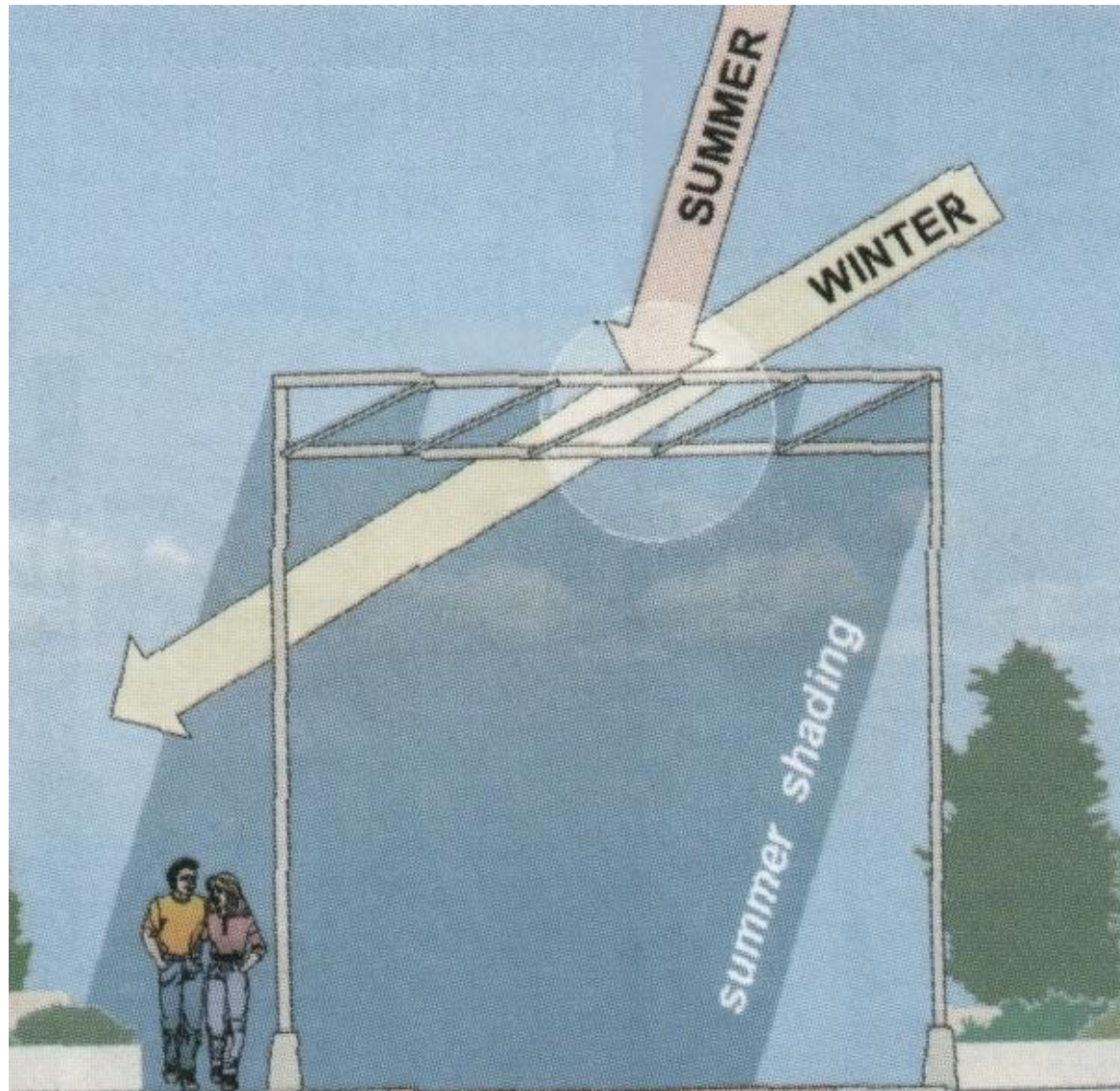
The knowledge of solar geometry allows the precise determination of the geometric characteristics of

- the windows (size, position, etc.) for utilising solar gain in winter and
- the solar control systems to avoid overheating in summer.

Θερμική μάζα για αποθήκευση θερμότητας

Thermal mass for heat storage

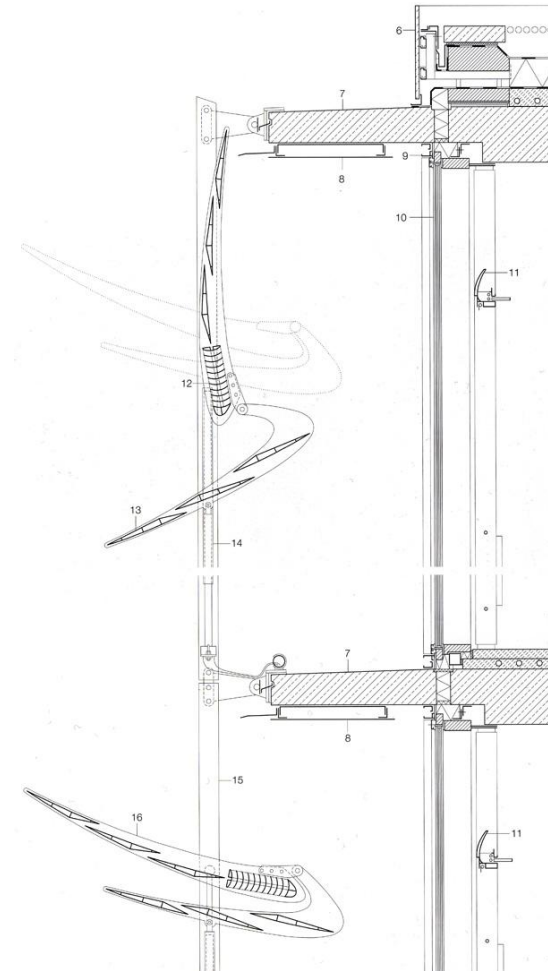
Η γνώση της ηλιακής γεωμετρίας επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των ανοιγμάτων (μέγεθος, θέση κ.τ.λ.) για την αξιοποίηση του ηλιακού κέρδους τον χειμώνα και των συστημάτων σκίασης για την αποφυγή υπερθέρμανσης το καλοκαίρι.



Κινητά συστήματα σκίασης ανοιγμάτων | movable shading devices

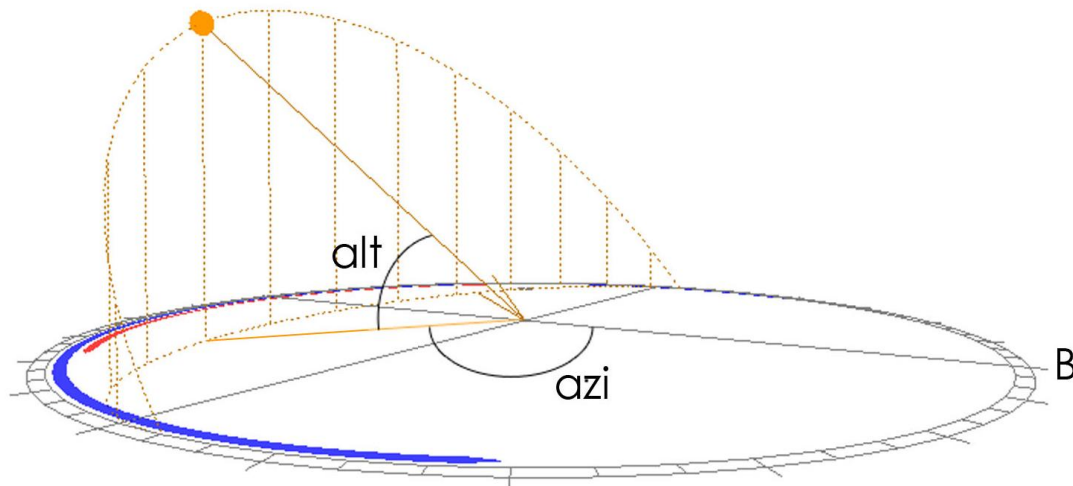


Thomas Herzog
κτίριο γραφείων
Wiesbaden, Hessen Germany

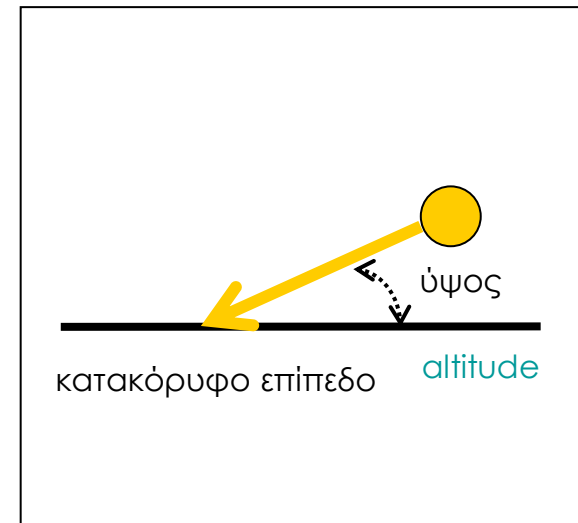
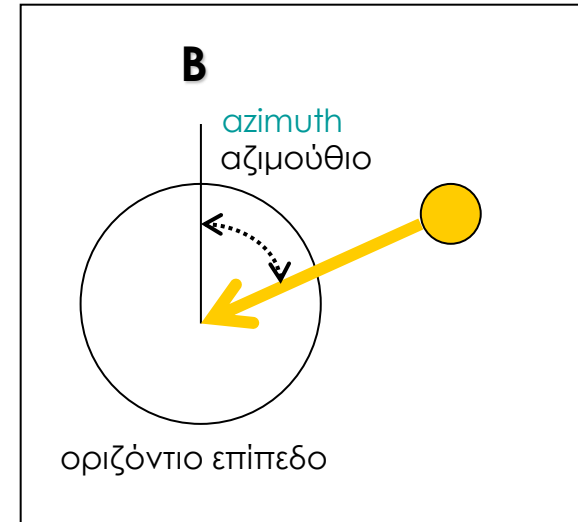


Η θέση του ήλιου καθορίζεται κάθε χρονική στιγμή με δυο γωνίες:

τη γωνία αζιμουθίου (azi)
τη γωνία ύψους ηλίου (alt)

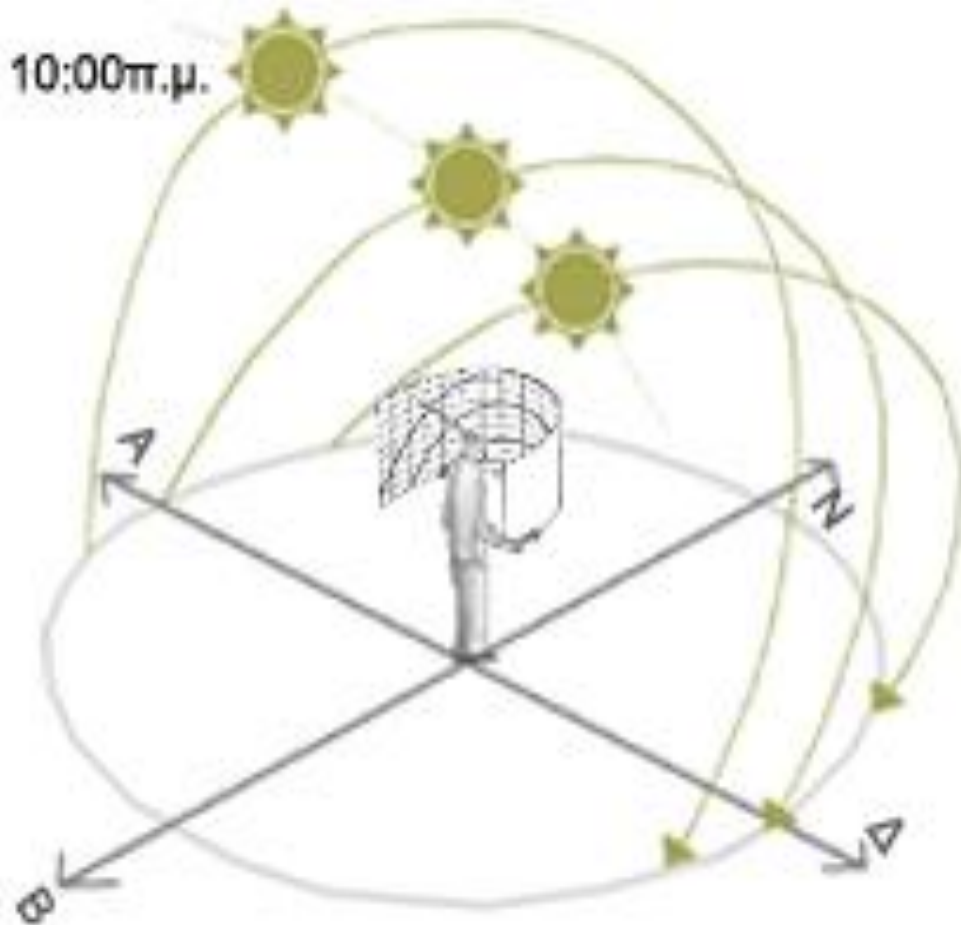


Solar position is determined each time of the year by two angles:
azimuth (azi) and altitude (alt)

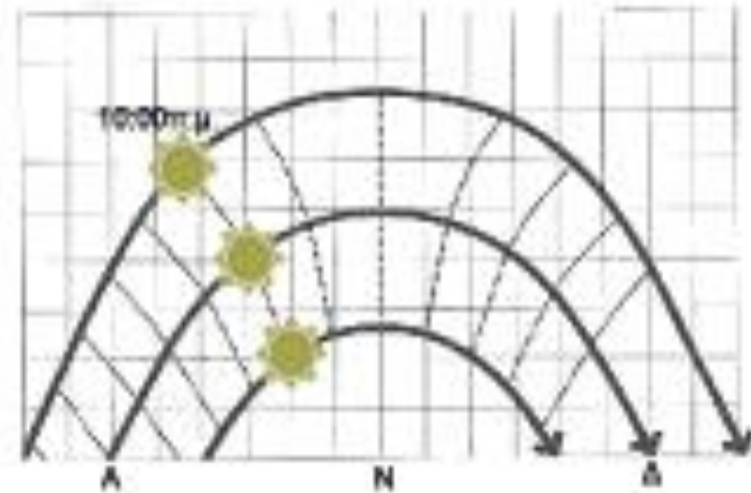


Κυλινδρικό διάγραμμα

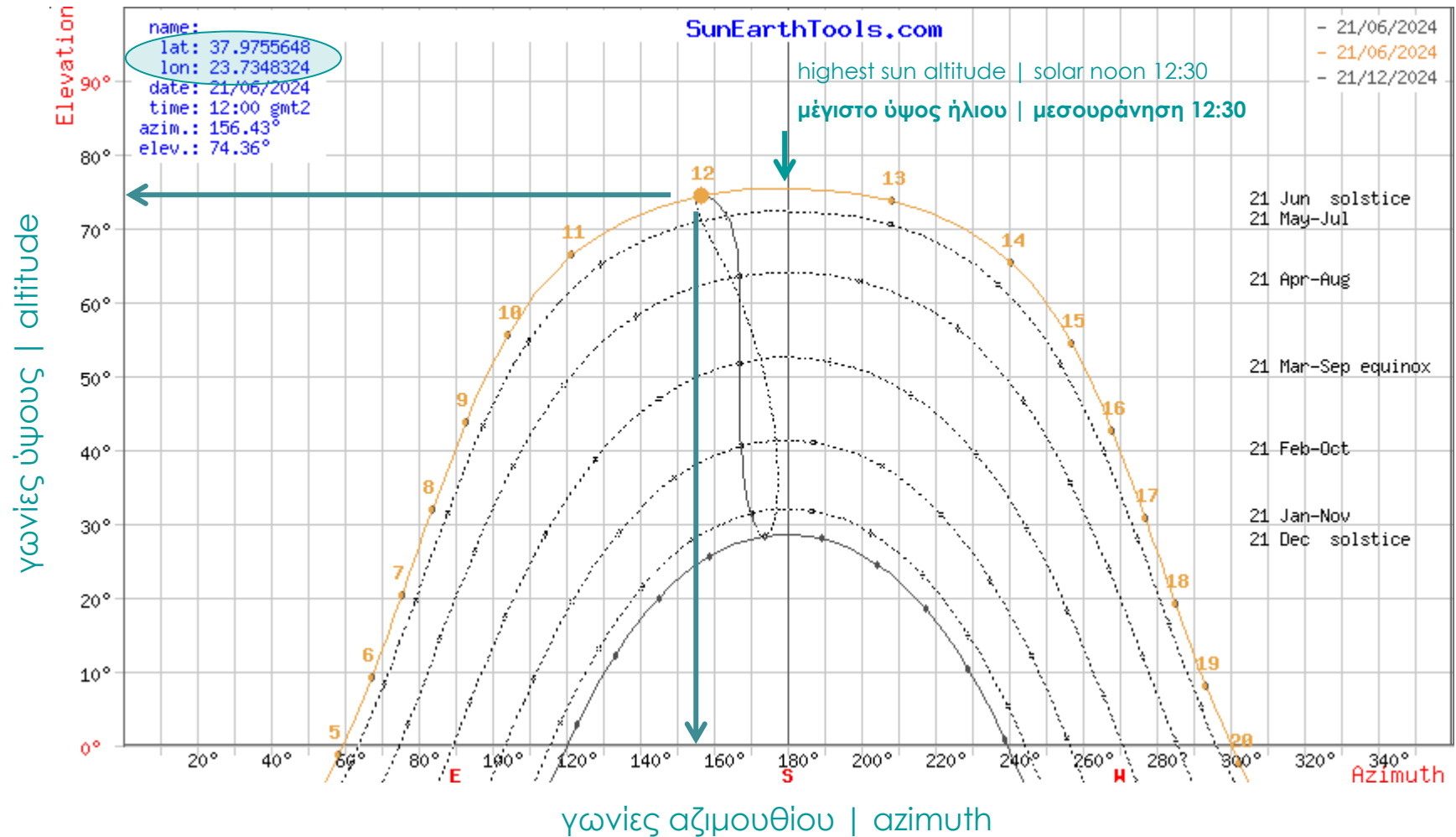
ορθή προβολή των φαινόμενων τροχιών του ήλιου στον ηλιακό χάρτη



Cartesian diagram | Orthographic projection of apparent sunpaths on a «solar map»

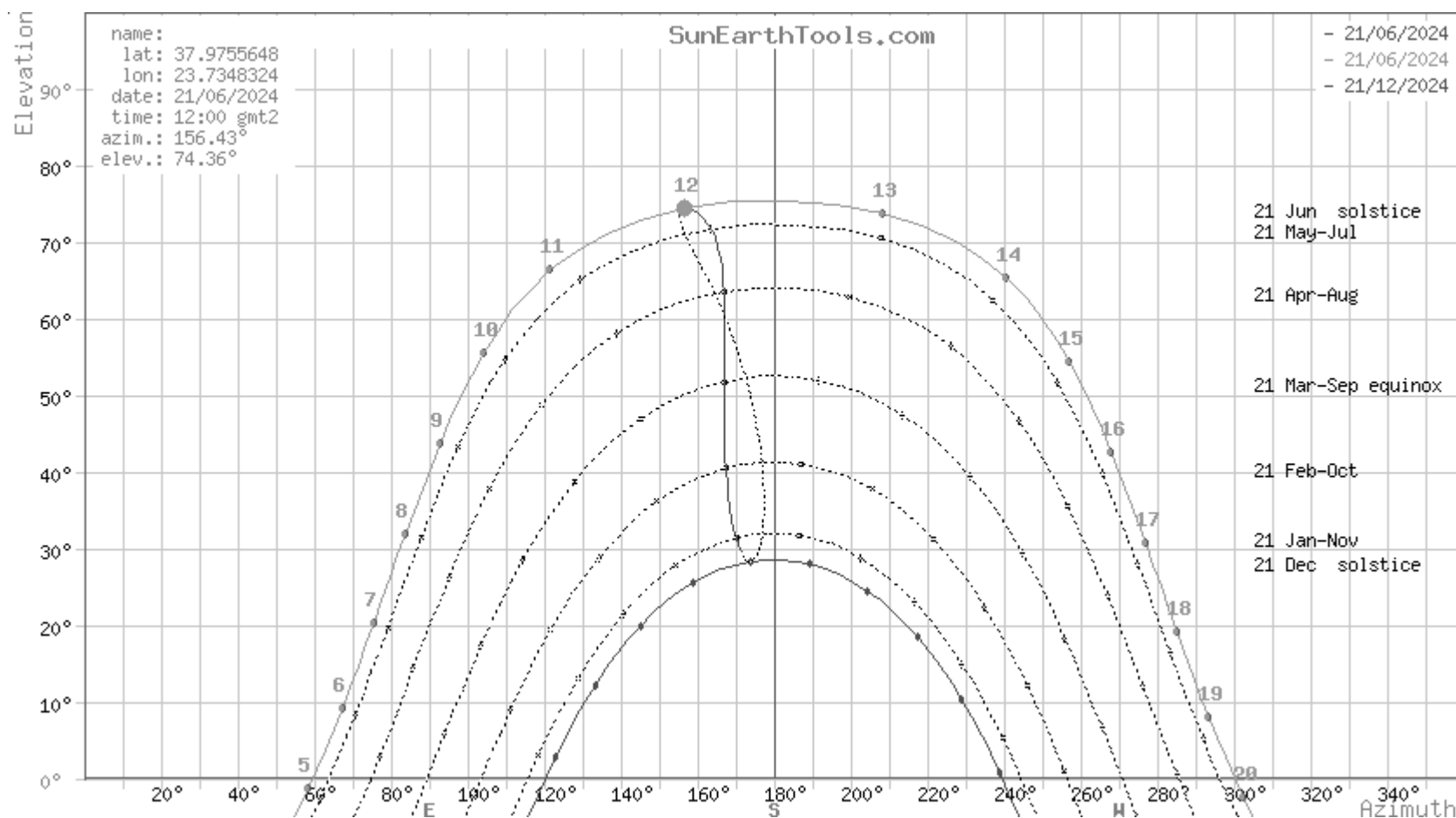


Κυλινδρικό διάγραμμα



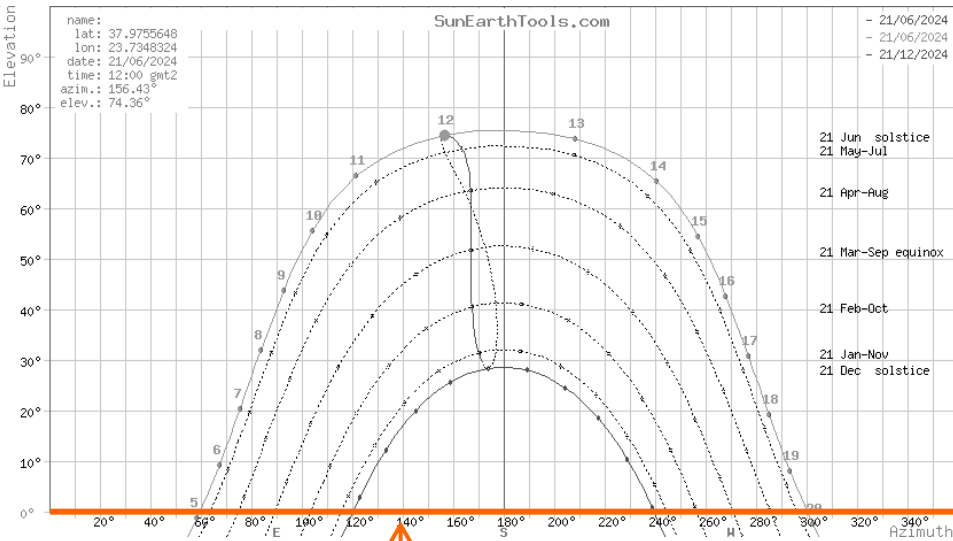
Υπολογισμός αζιμουθίου και ύψους ηλίου με κυλινδρικό ηλιακό διάγραμμα

Calculation of sun azimuth and sun altitude angles on a cartesian diagram

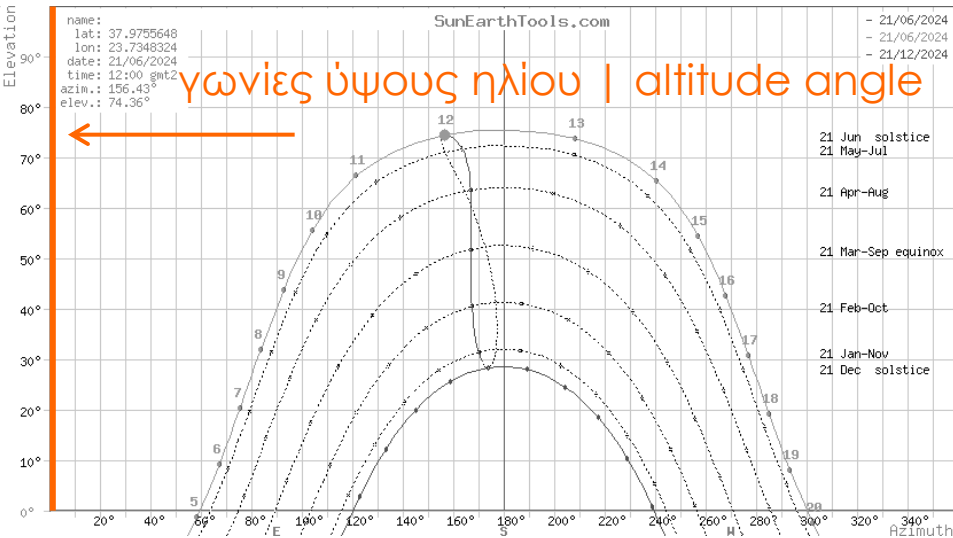


Υπολογισμός αζιμουθίου και ύψους ηλίου με κυλινδρικό ηλιακό διάγραμμα

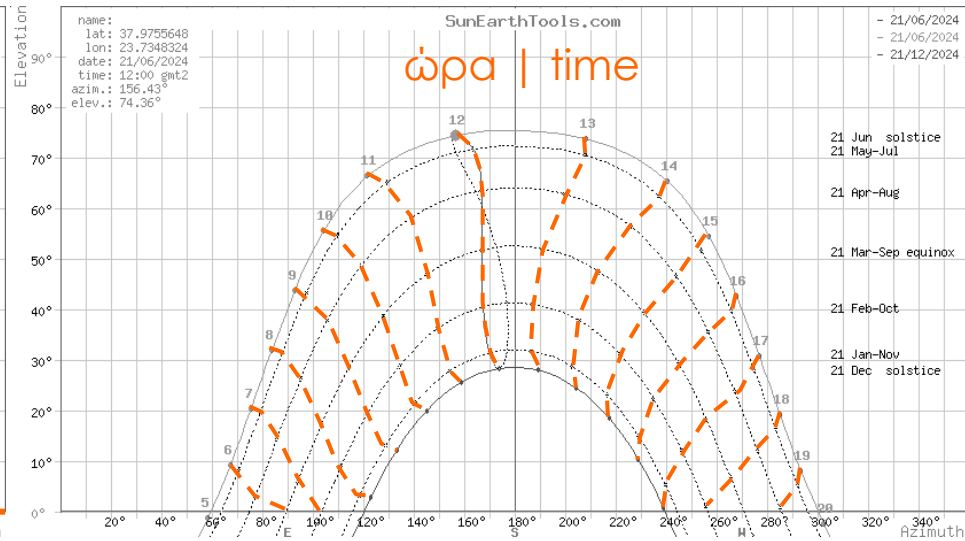
Calculation of sun azimuth and sun altitude angles on a cartesian diagram



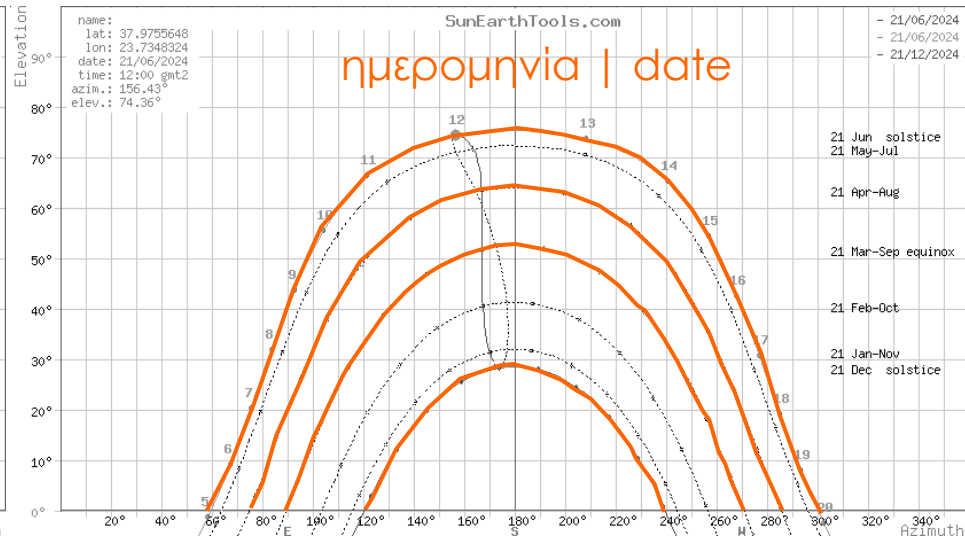
γωνίες αζιμουθίου | azimuth angle



γωνίες ύψους ηλίου | altitude angle



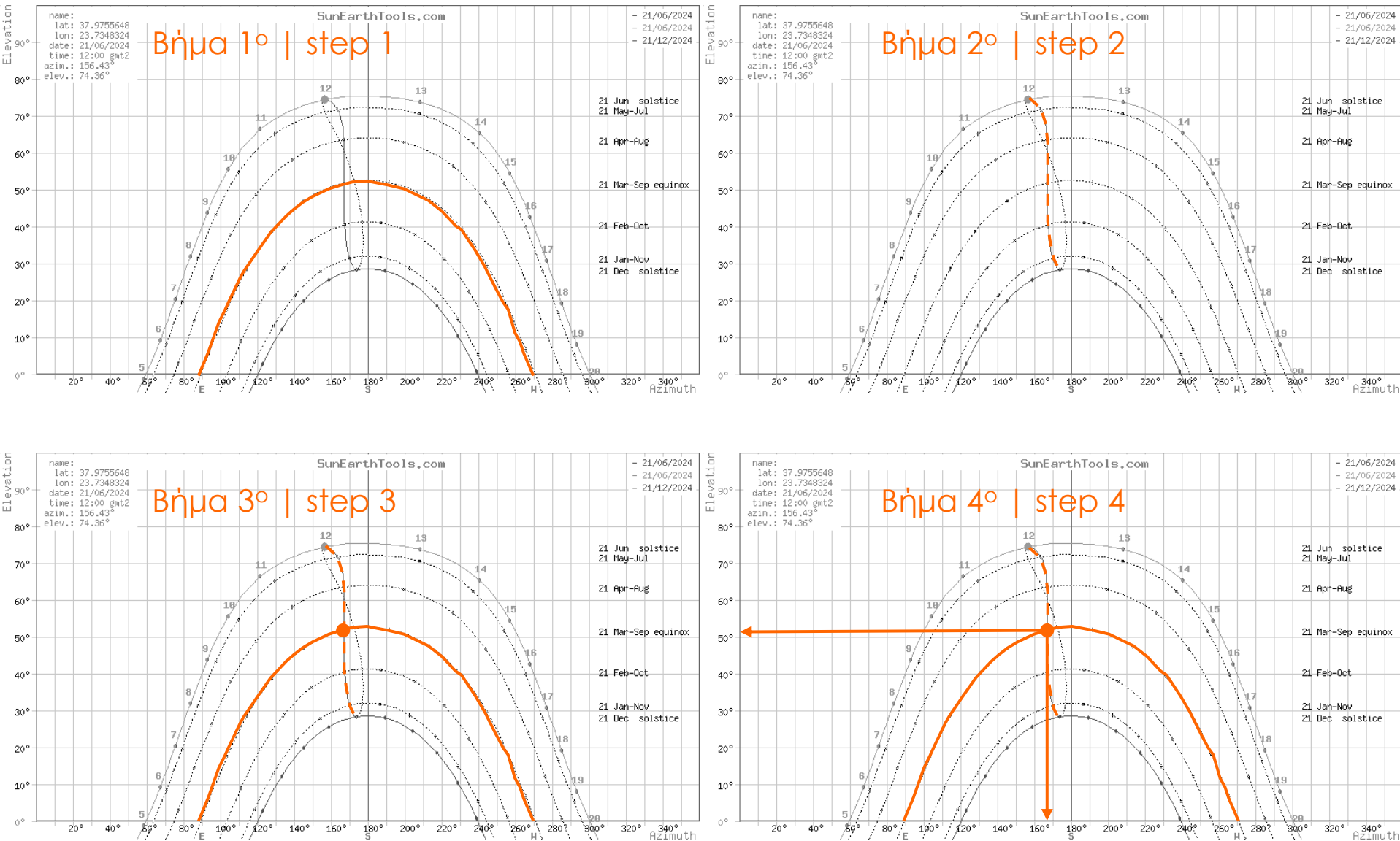
ώρα | time



ημερομηνία | date

Υπολογισμός αζιμουθίου και ύψους ηλίου με κυλινδρικό ηλιακό διάγραμμα

Calculation of sun azimuth and sun altitude angles on a cartesian diagram



Στερεογραφικό διάγραμμα

προβολή του ημισφαιρικού θόλου σε οριζόντιο επίπεδο

Stereographic diagram :
projection of a
hemispheric dome on a
horizontal plane

το διάγραμμα ισχύει για
γεωγραφικό πλάτος 40.5° B
the diagram is valid for
geographic latitude 40.5 North

γωνίες ύψους | altitude

γωνίες αζιμουθίου | azimuth

παράσταση τροχιάς
του ήλιου για μια ημέρα
για κάθε μήνα | daily
sunpath projection

τοπική ώρα | local time

Θέση ηλίου | Sun position
1^η Απριλίου | at April 1st
12:00 | 12:00

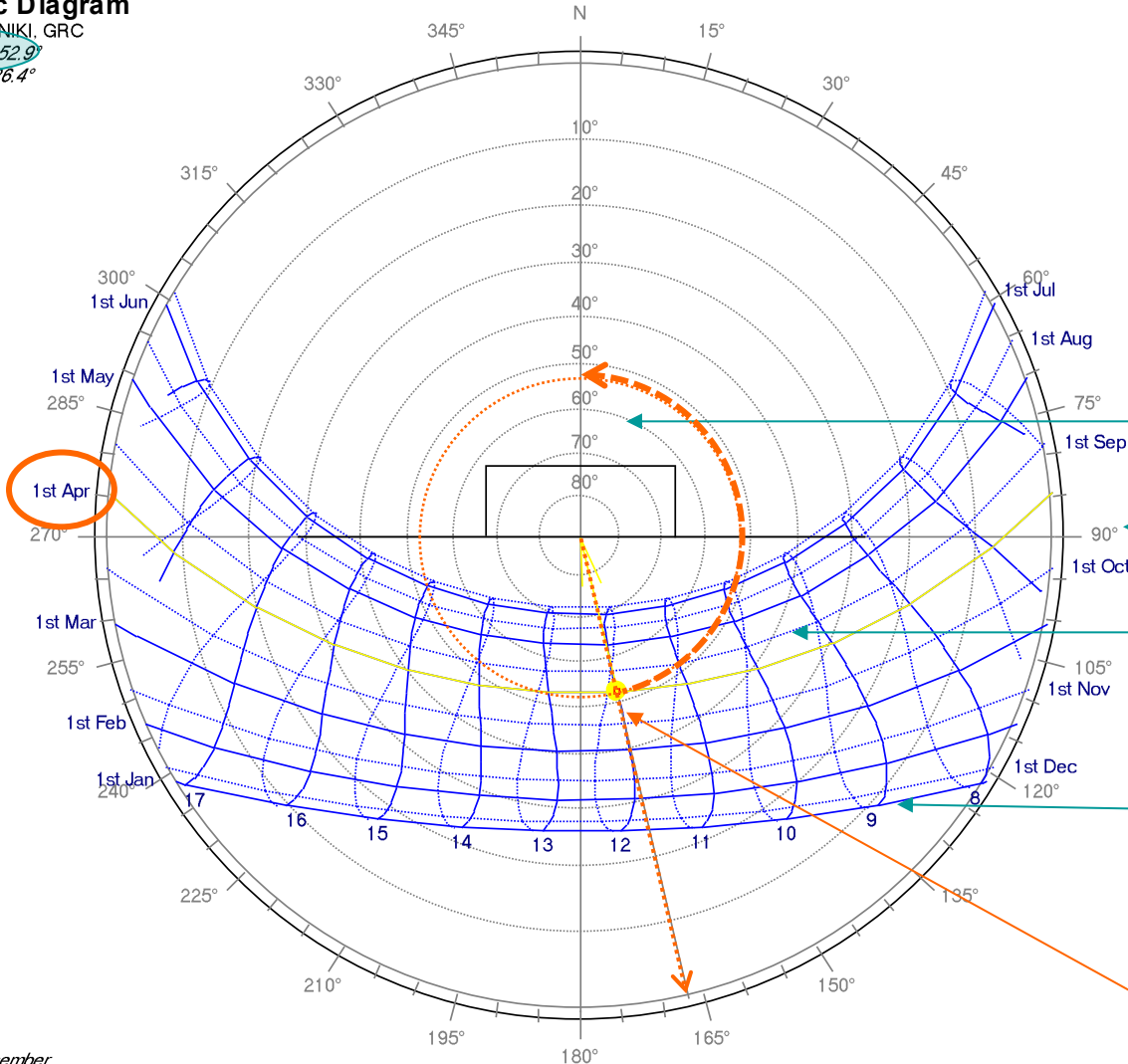
Stereographic Diagram

Location: THESSALONIKI, GRC

Sun Position: 166.8°, 52.9°

HSA: 166.8° VSA: 126.4°

© Weather Tool



Time: 12:00
Date: 1st April
Dotted lines: July-December.

Στερεογραφικό διάγραμμα σε διάφορα γεωγραφικά πλάτη

Stereographic diagrams in different geographic latitudes

γεωγραφικό
πλάτος
 60° B

γεωγραφικό
πλάτος
 40° B

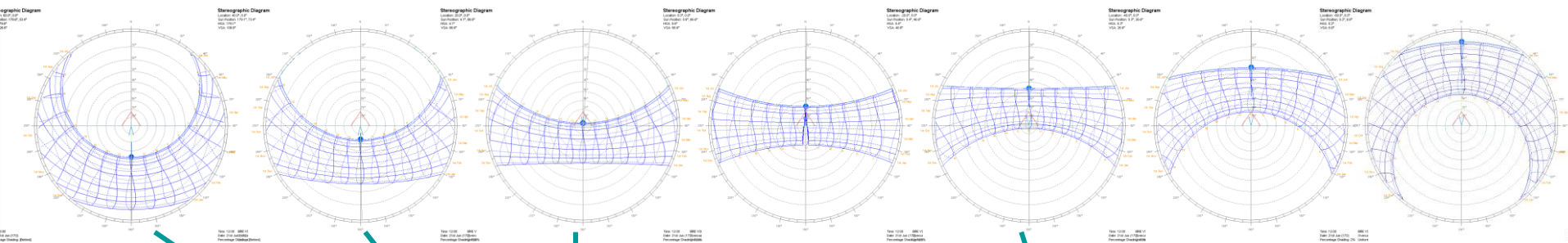
γεωγραφικό
πλάτος
 20° B

γεωγραφικό
πλάτος
 0°

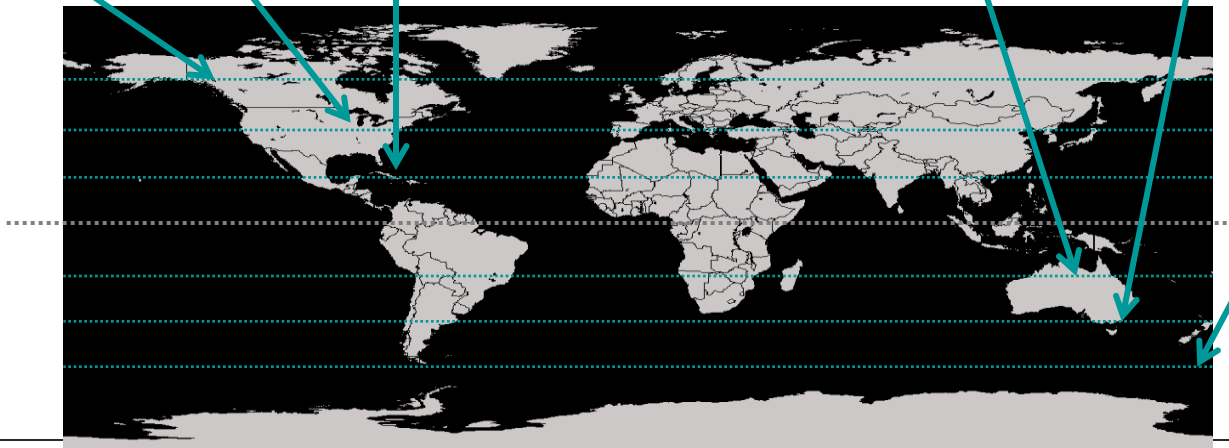
γεωγραφικό
πλάτος
 20° N

γεωγραφικό
πλάτος
 40° N

γεωγραφικό
πλάτος
 60° N



ισημερινός
equator

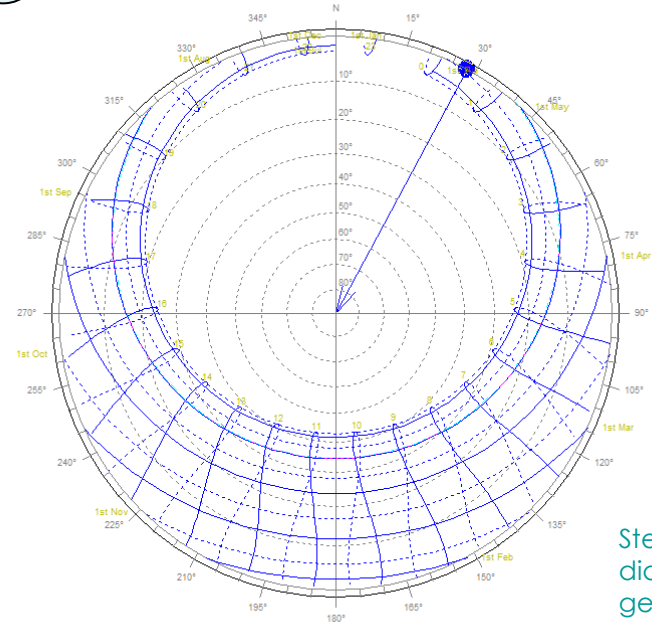


Ηλιακά διαγράμματα | sunpath diagrams

Stereographic Diagram

Location: 70.0°, 23.1°
Sun Position: 28.3°/-2.6°
HSA: 28.3°
VSA: -3.0°

γεωγραφικό πλάτος 70°



Stereographic diagram in geographic latitude 70°

Time: 00:30
Date: 13th Aug (225)
Dotted lines: July-December.



Η φωτογραφία και η τεχνική της (1976). Time Life; Αθήνα.

Sunpath diagrams with computational tools

[illegible]

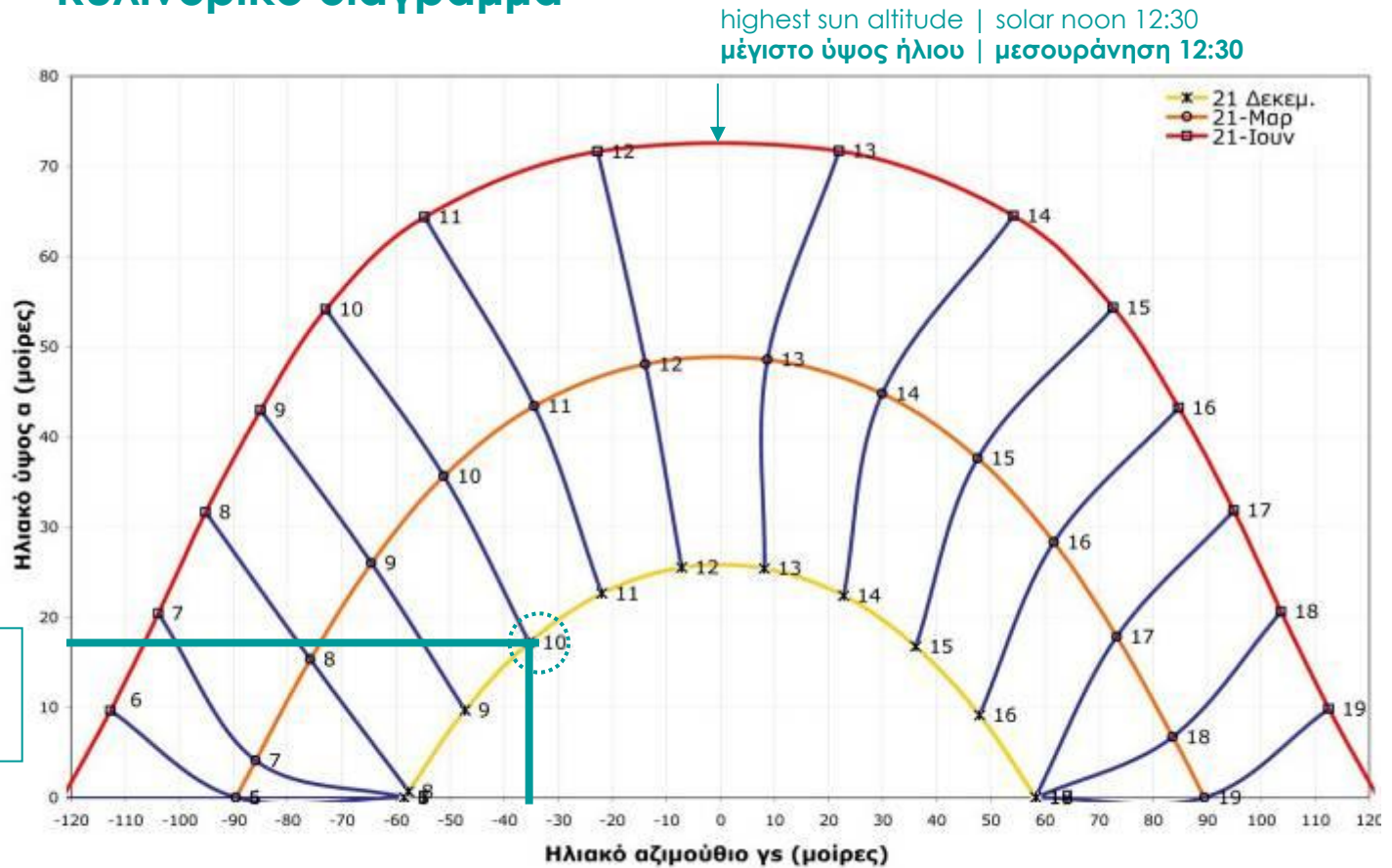
https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en

Πίνακας : Γωνίες αζιμουθίου και ύψους ηλίου για κάθε μήνα (Γ.Π. Β38°)

ημερομηνία	ώρα	6.00'	7.00'	8.00'	9.00'	10.00'	11.00'	12.00'	ώρα μεινόμενα	13.00'	14.00'	15.00'	16.00'	17.00'	18.00'	19.00'
21 Ιανουαρίου	H			3,0	13,0	21,5	28,0	31,5	32,0	12,36	32,0	29,0	23,0	15,0	5,5	
	AZ			118,5	128,5	140,5	154,0	170,0	180,0		186,5	202,5	217,0	229,0	239,5	
21 Φεβρουαρίου	H			9,0	19,5	29,0	36,0	40,5	41,5	12,38	41,0	38,0	31,5	22,5	12,0	1,0
	AZ			111,0	121,5	134,0	149,5	167,5	180,0		187,0	205,5	221,5	235,0	246,0	256,0
21 Μαρτίου	H		5,5	17,0	28,5	38,5	46,5	51,5	52,0	12,32	51,5	47,0	39,5	29,5	18,0	6,5
	AZ		94,0	103,5	114,5	128,0	145,0	167,0	180,0		191,0	213,5	231,0	244,5	255,5	265,5
21 Απριλίου	H	2,5	14,5	26,0	37,5	48,5	58,0	63,5	64,0	12,23	62,5	56,0	46,5	35,5	24,0	12,0
	AZ	17,0	86,0	95,5	106,0	119,5	139,0	167,0	180,0		199,5	226,0	243,5	256,5	266,5	276,0
21 Μαΐου	H	8,0	19,5	31,5	43,0	54,5	65,0	71,5	72,0	12,21	70,5	62,5	51,5	40,0	28,0	16,5
	AZ	71,0	79,5	88,0	97,5	110,0	129,5	163,5	180,0		207,5	237,0	254,0	265,5	274,5	283,0
21 Ιουνίου	H	9,5	20,5	32,0	44,0	55,5	68,5	74,5	75,5	12,26	74,0	65,5	54,5	42,5	31,0	19,0
	AZ	67,5	75,5	84,0	93,0	104,5	115,5	136,5	180,0		208,5	240,5	257,0	268,0	277,0	285,0
21 Ιουλίου	H	6,5	18,0	29,5	41,5	53,0	63,5	71,0	72,5	12,31	71,5	64,0	53,5	42,0	30,0	18,5
	AZ	69,0	77,5	86,0	95,5	107,5	125,0	156,5	180,0		201,5	233,5	252,0	264,0	273,5	282,0
21 Αυγούστου	H	2,0	13,5	25,5	37,0	48,0	57,5	63,5	64,0	12,28	63,0	57,0	47,5	36,5	24,5	13,0
	AZ	76,0	85,0	94,5	105,0	118,0	137,0	164,5	180,0		197,5	224,5	242,5	255,5	266,0	275,5
21 Σεπτεμβρίου	H		8,5	20,5	31,0	41,0	48,5	52,5	52,0	12,18	51,5	46,0	37,5	27,0	15,5	4,0
	AZ		96,0	105,5	117,0	131,0	149,5	172,5	180,0		197,0	218,0	234,5	247,5	258,0	267,5
21 Οκτωβρίου	H		3,0	14,0	24,0	32,5	38,5	41,0	41,0	12,09	40,0	35,0	27,0	17,5	6,41	
	AZ		106,0	116,0	127,5	141,0	158,0	177,0	180,0		196,0	213,5	228,0	240,5	250,5	
21 Νοεμβρίου	H			7,5	17,0	24,5	29,5	32,0	32,0	12,10	31,0	26,5	20,0	11,0	1,0	
	AZ			122,5	133,5	146,0	160,5	177,0	180,0		193,5	209,0	222,0	233,5	243,5	
21 Δεκεμβρίου	H			3,0	12,0	20,0	25,5	28,5	28,5	12,23	28,0	24,5	18,5	10,5	0,5	
	AZ			123,0	133,5	145,0	159,0	174,0	180,0		189,5	204,5	217,5	229,0	239,0	

Table with indications of solar azimuth and solar altitude for one day each month of the year for geographic latitude 38° North (Athens)

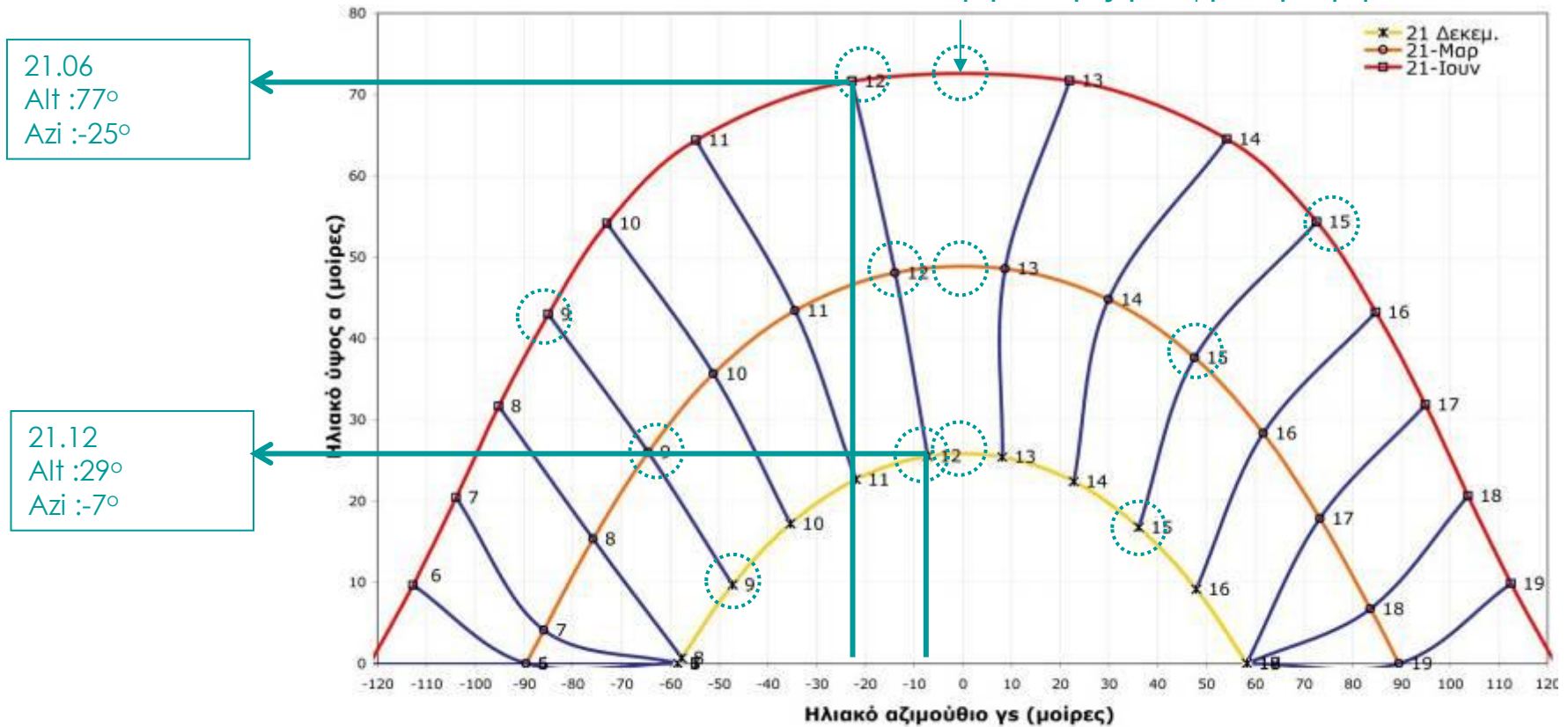
Κυλινδρικό διάγραμμα



Σχήμα Γ.6. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 40°B.

TOTEE 20701-3

Κυλινδρικό διάγραμμα



Σχήμα Γ.6. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 40°B.

TOTEE 20701-3

χαρακτηριστικές ημερομηνίες και ώρες
Characteristic dates and times

Στερεογραφικό διάγραμμα

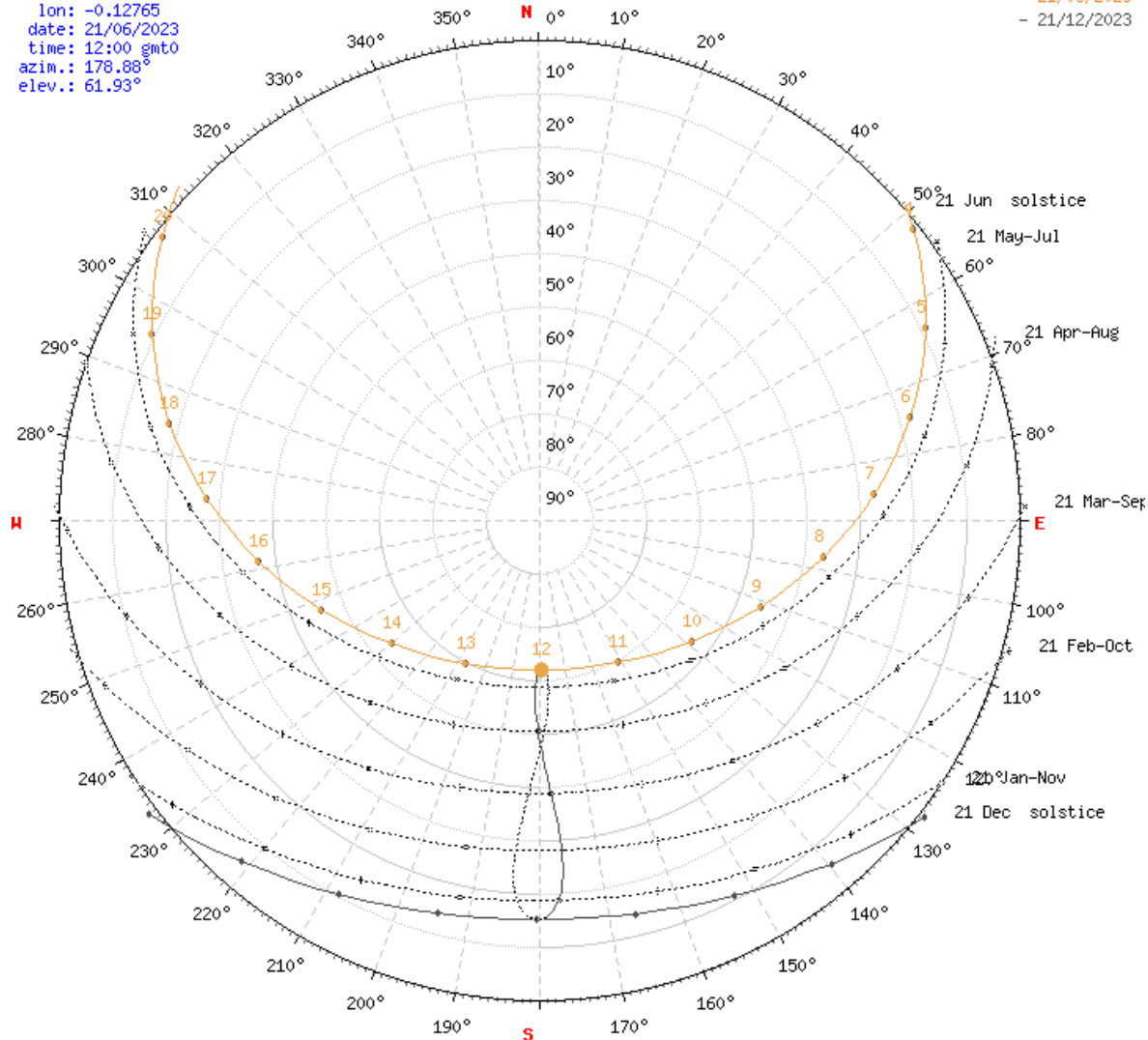
Stereographic diagram

In London

name:
lat.: 51.5073359
lon.: -0.12765
date: 21/06/2023
time: 12:00 gmto
azim.: 178.88°
elev.: 61.93°

SunEarthTools.com

- 21/06/2023
- 21/06/2023
- 21/12/2023



ηλιακό μεσημέρι για γεωγραφικό μήκος 23°Α στο βόρειο ημισφαίριο

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1	12:31:32	12:41:32	12:40:13	13:31:44	13:25:06	13:25:57	13:32:01	13:34:23	13:28:03	13:17:35	12:11:31	12:17:06
2	12:32:00	12:41:39	12:40:01	13:31:27	13:24:59	13:26:07	13:32:12	13:34:19	13:27:38	13:17:16	12:11:30	12:17:29
3	12:32:28	12:41:46	12:39:48	13:31:09	13:24:53	13:26:17	13:32:23	13:34:14	13:27:18	13:16:57	12:11:30	12:17:53
4	12:32:55	12:41:52	12:39:35	13:30:52	13:24:48	13:26:28	13:32:34	13:34:08	13:26:58	13:16:38	12:11:30	12:18:17
5	12:33:22	12:41:57	12:39:22	13:30:35	13:24:43	13:26:38	13:32:45	13:34:02	13:26:38	13:16:20	12:11:32	12:18:42
6	12:33:48	12:42:01	12:39:04	13:30:18	13:24:38	13:26:49	13:32:55	13:33:55	13:26:18	13:16:02	12:11:34	12:19:07
7	12:34:14	12:42:05	12:38:53	13:30:01	13:24:34	13:27:01	13:33:04	13:33:48	13:25:57	13:15:43	12:11:36	12:19:33
8	12:34:39	12:42:07	12:38:38	13:29:45	13:24:31	13:27:12	13:33:13	13:33:40	13:25:37	13:15:24	12:11:38	12:19:59
9	12:35:04	12:42:09	12:38:23	13:29:28	13:24:29	13:27:24	13:33:22	13:33:32	13:25:17	13:15:05	12:11:40	12:20:26
10	12:35:29	12:42:10	12:38:08	13:29:13	13:24:27	13:27:36	13:33:31	13:33:23	13:24:57	13:14:46	12:11:42	12:20:53
11	12:35:53	12:42:11	12:37:52	13:28:57	13:24:25	13:27:48	13:33:39	13:33:13	13:24:37	13:14:27	12:11:44	12:21:21
12	12:36:16	12:42:10	12:37:36	13:28:42	13:24:24	13:28:00	13:33:46	13:33:03	13:24:18	13:14:08	12:11:46	12:21:48
13	12:36:38	12:42:09	12:37:20	13:28:27	13:24:24	13:28:13	13:33:53	13:32:52	13:23:59	13:13:49	12:11:48	12:22:17
14	12:37:00	12:42:07	12:37:03	13:28:12	13:24:24	13:28:26	13:34:00	13:32:41	13:23:40	13:13:30	12:11:50	12:22:45
15	12:37:22	12:42:04	12:36:46	13:27:58	13:24:25	13:28:39	13:34:06	13:32:29	13:23:21	13:13:11	12:11:52	12:23:14
16	12:37:43	12:42:01	12:36:29	13:27:44	13:24:26	13:28:52	13:34:11	13:32:16	13:22:47	13:12:52	12:11:54	12:23:43
17	12:38:03	12:41:56	12:36:12	13:27:30	13:24:28	13:29:05	13:34:17	13:32:03	13:22:26	13:12:33	12:11:56	12:24:12
18	12:38:22	12:41:52	12:35:55	13:27:17	13:24:30	13:29:18	13:34:21	13:31:50	13:22:04	13:12:14	12:11:58	12:24:42
19	12:38:40	12:41:46	12:35:37	13:27:04	13:24:33	13:29:31	13:34:25	13:31:36	13:21:43	13:11:55	12:12:00	12:25:11
20	12:38:58	12:41:40	12:35:20	13:26:54	13:24:37	13:29:44	13:34:28	13:31:22	13:21:21	13:11:42	12:12:02	12:25:41
21	12:39:15	12:41:33	12:35:02	13:26:39	13:24:41	13:29:57	13:34:31	13:31:07	13:21:00	13:11:32	12:12:04	12:26:10
22	12:39:32	12:41:25	12:34:44	13:26:28	13:24:45	13:30:10	13:34:33	13:30:57	13:20:39	13:11:23	12:12:06	12:26:40
23	12:39:47	12:41:17	12:34:26	13:26:17	13:24:51	13:30:23	13:34:35	13:30:36	13:20:18	13:11:14	12:12:08	12:27:10
24	12:40:02	12:41:08	12:34:08	13:26:06	13:24:56	13:30:36	13:34:36	13:30:20	13:19:57	13:11:06	12:12:10	12:27:39
25	12:40:16	12:40:59	12:33:50	13:25:56	13:25:02	13:30:48	13:34:37	13:30:03	13:19:36	13:10:57	12:12:12	12:28:09
26	12:40:30	12:40:49	12:33:32	13:25:46	13:25:09	13:31:01	13:34:37	13:29:46	13:19:15	13:10:48	12:12:14	12:28:39
27	12:40:42	12:40:39	12:33:14	13:25:37	13:25:16	13:31:13	13:34:36	13:29:29	13:18:55	13:10:39	12:12:16	12:29:08
28	12:40:54	12:40:28	12:32:56	13:25:28	13:25:23	13:31:26	13:34:35	13:29:11	13:18:34	13:10:30	12:12:18	12:29:37
29	12:41:04	12:40:20	12:32:39	13:25:20	13:25:31	13:31:38	13:34:33	13:28:53	13:18:14	13:10:21	12:12:20	12:30:06
30	12:41:14		12:32:20	13:25:13	13:25:40	13:31:50	13:34:30	13:28:35	13:17:54	13:10:12	12:12:22	12:30:35
31	12:41:23		12:32:02		13:25:49		13:34:27	13:28:16		13:10:03		

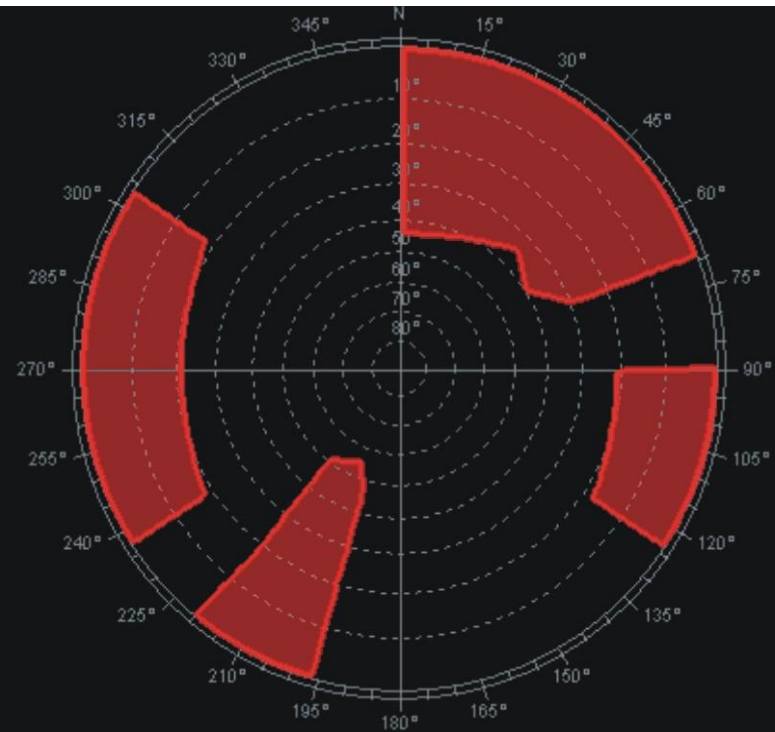
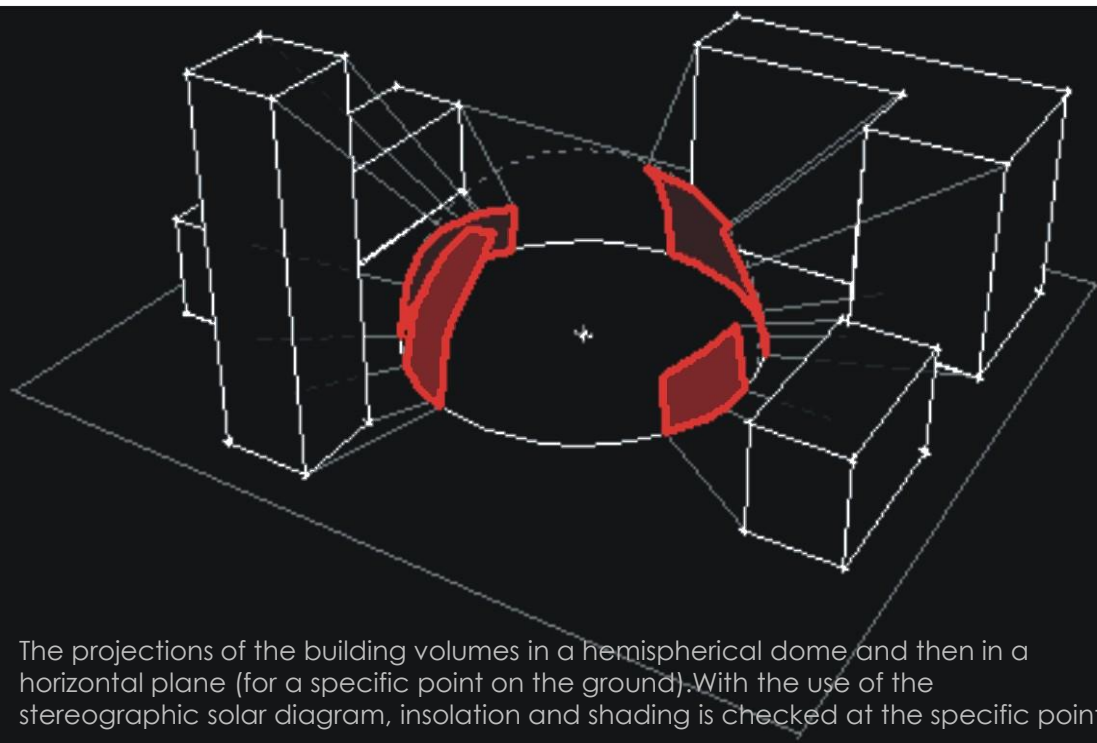
η τοπική ώρα
κατά την οποία
μεσουρανεύει ο
ήλιος κάθε
ημέρα του
χρόνου

Τοπική ώρα | local time zones

Μάσκα Σκιασμού | shading mask

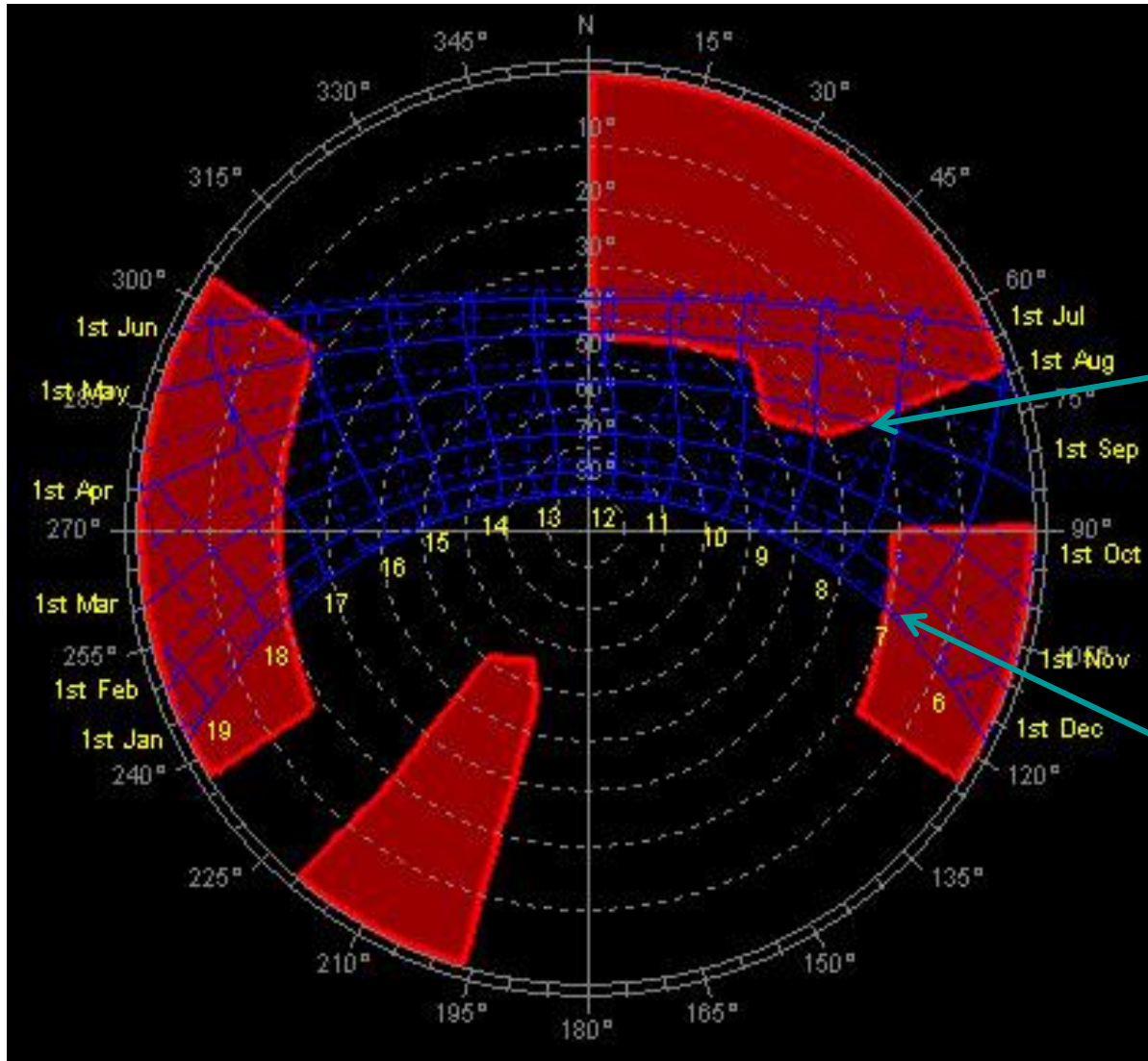
Οι προβολές των κτιριακών όγκων σε ημισφαιρικό θόλο και στη συνέχεια σε οριζόντιο επίπεδο (για ένα συγκεκριμένο σημείο στο έδαφος).

Με τη χρήση του στερεογραφικού ηλιακού διαγράμματος γίνεται έλεγχος ηλιασμού και σκίασης στο συγκεκριμένο σημείο.



Έλεγχος σκιασμού για κάθε ημέρα και ώρα του έτους.

Shading control for every day and time of the year.



April 1st shaded from 8:30 to 10:00 and from 16:30 to sunset.

Στις αρχές του Απριλίου σκιάζεται από τις 8:30 μέχρι σχεδόν τις 10:00 κι από τις 16:30 μέχρι τη δύση του ηλίου.

Τον Δεκέμβριο δεν σκιάζεται μεταξύ 7:00 και 17:30.

December 1st Not shaded between 7:00 and 17:30.

Μάσκα σκιασμού | shading mask

The concept of shading masks can be extended to evaluate the overshadowing effect of adjacent buildings or other obstructions. This technique is best illustrated by an example.

Question: For what period is a point A of a proposed building overshadowed by the neighbouring existing building?

Assume that the building is located at 42° latitude and it is facing 135° (S/E). Take a tracing of the shadow angle protractor and transfer onto it the angles subtended by the obstruction at point A, both on plan and section, as shown on Fig.45. This gives the shading mask of that building for the point considered. This can then be superimposed on the appropriate sun-path diagram (for 42°), with the correct orientation (135°) and the period of overshadowing can be read for the various dates.

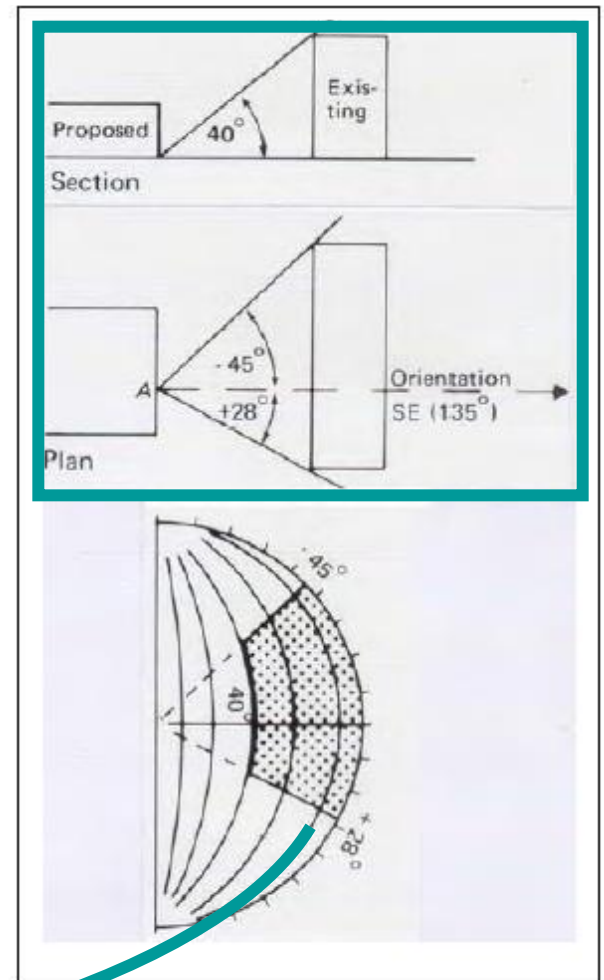


Fig.45 Plan, section and shading mask

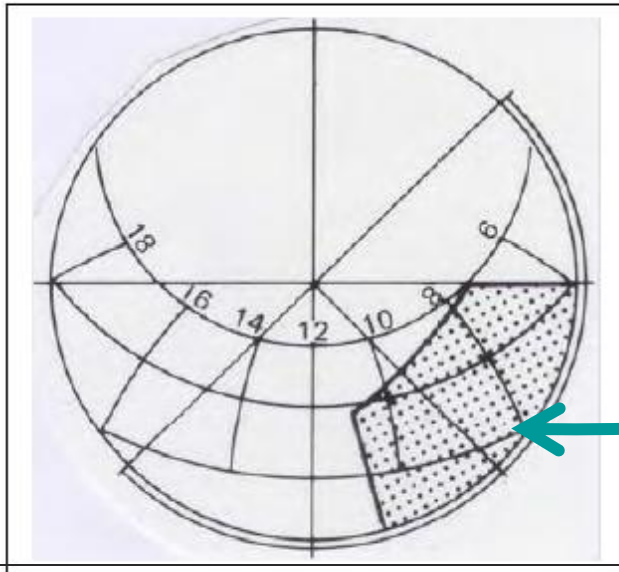


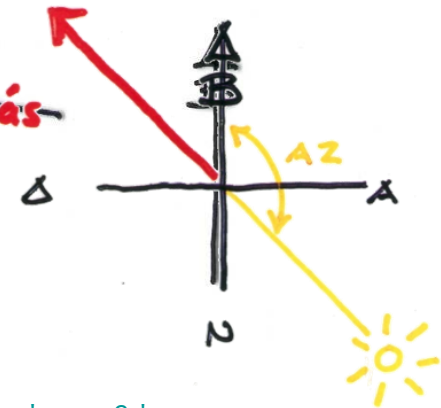
Fig.46 Shading mask laid over sun-path diagram

Υπολογισμός σκιάς | διεύθυνση και μήκος

Calculation of shadows | direction and length



Διεύθυνση σκιάς με βάση
τη γωνία αζιμουθίου του ήλιου
Shadow direction based on sun azimuth



Μήκος σκιάς με βάση
το ύψος του εμποδίου και
τη γωνία ύψους του ήλιου
Shadow length based on obstacle height and sun altitude

ΚΑ. 1:500

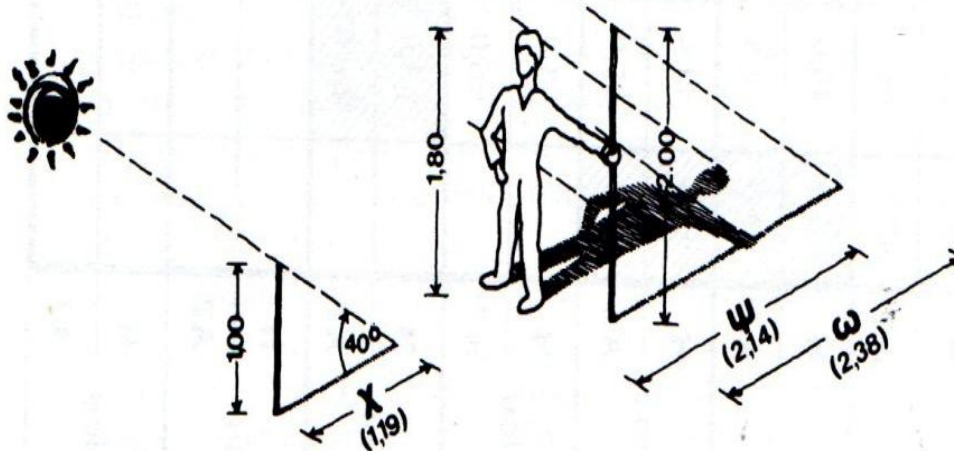
Υπολογισμός μήκους σκιάς με βάση το ύψος του εμποδίου και το ύψος ηλίου

Calculation of shadow length based on the height of the obstacle and the sun altitude

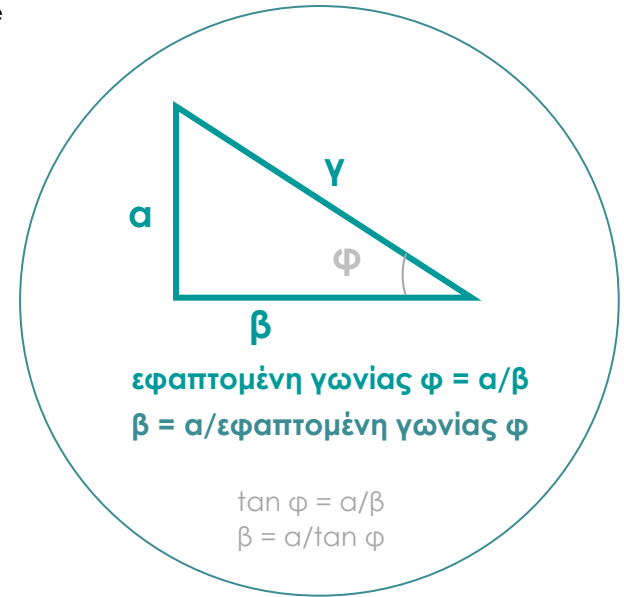
Το μήκος της σκιάς
εξαρτάται από
το ύψος του εμποδίου και
τη γωνία ύψους ηλίου

σχ. 1

The length of the shadow depends on the height of the obstacle and the elevation angle of the sun



σχ. 2



$$\text{μήκος σκιάς} = \frac{\text{ύψος εμποδίου}}{\text{εφαπτομένη γωνίας ύψους ηλίου}}$$

$$\text{shadow length} = \frac{\text{obstacle height}}{\text{tangent of sun altitude angle}}$$

Υπολογισμός μήκους σκιάς με βάση το ύψος του εμποδίου και το ύψος ηλίου

Calculation of shadow length based on the height of the obstacle and the sun altitude

όταν το ύψος (Υ) ενός σημείου επάνω από το οριζόντιο επίπεδο είναι

Υ : ύψος εμποδίου Obstacle height

Τότε το μήκος σκιάς είναι

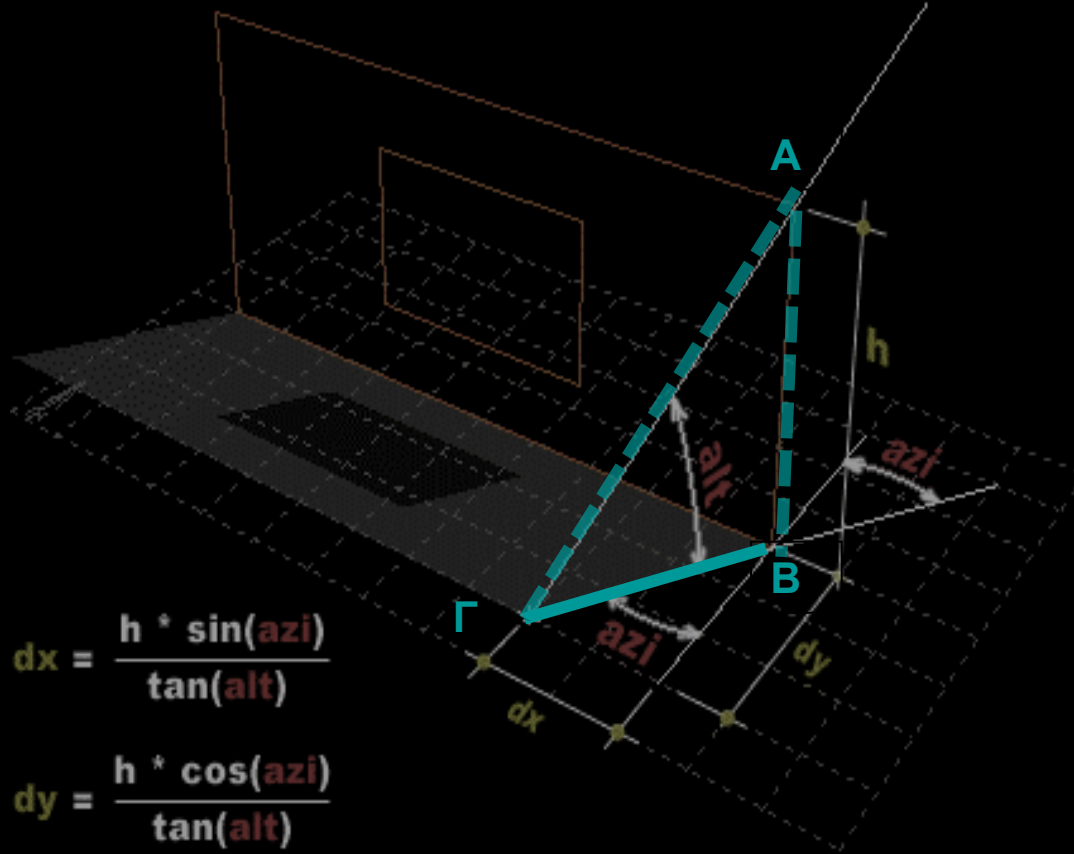
και η γωνία ύψους του ηλίου (H) είναι

Sun altitude

H : γωνία ύψους ηλίου

H=	Υ= 0,10μ	0,20μ	0,30μ	0,40μ	0,50μ	0,60μ	0,70μ	0,80μ	0,90μ	1,00μ	2,00μ	3,00μ	4,00μ	5,00μ	6,00μ	7,00μ	8,00μ	9,00μ	10,00μ
5°	1,14	2,29	3,43	4,57	5,72	6,85	8,00	9,14	10,29	11,43	22,86	34,29	45,72	57,15	68,58	80,01	91,44	102,87	114,30
6°	3,93	1,90	2,85	3,81	4,76	5,71	6,66	7,61	8,56	9,51	19,03	28,54	38,04	47,57	57,09	66,60	76,11	85,63	95,14
7°	3,81	1,63	2,44	3,26	4,07	4,89	5,70	6,52	7,32	8,14	16,29	24,43	32,58	40,72	48,87	57,01	65,15	73,30	81,44
8°	3,71	1,42	2,13	2,85	3,56	4,27	4,98	5,69	6,40	7,12	14,23	21,35	28,46	35,50	42,69	49,81	56,92	64,04	71,15
9°	3,63	1,26	1,89	2,53	3,16	3,79	4,42	5,05	5,68	6,31	12,63	18,94	25,28	31,57	37,88	44,20	50,51	56,82	63,14
10°	0,57	1,13	1,70	2,27	2,84	3,40	3,97	4,54	5,10	5,67	11,34	17,01	22,69	28,36	34,03	39,70	45,37	51,04	56,71
11°	0,51	1,03	1,54	2,06	2,57	3,09	3,60	4,12	4,63	5,14	10,29	15,43	20,58	25,72	30,87	36,01	41,16	46,30	51,45
12°	0,47	0,94	1,41	1,88	2,35	2,82	3,29	3,76	4,23	4,70	9,41	14,11	18,82	23,52	28,23	32,93	37,64	42,34	47,05
13°	0,43	0,87	1,30	1,73	2,17	2,60	3,03	3,47	3,90	4,33	8,66	12,99	17,33	21,66	25,99	30,32	34,65	38,98	43,31
14°	0,40	0,80	1,20	1,60	2,01	2,41	2,81	3,21	3,61	4,01	8,02	12,03	16,04	20,05	24,06	28,08	32,09	36,10	40,11
15°	0,37	0,75	1,12	1,49	1,87	2,24	2,61	2,99	3,36	3,73	7,46	11,20	14,93	18,66	22,39	26,12	29,86	33,59	37,32
16°	0,35	0,70	1,05	1,39	1,74	2,09	2,44	2,79	3,14	3,49	6,97	10,46	13,95	17,44	20,92	24,41	27,90	31,39	34,87
17°	0,33	0,65	0,98	1,31	1,64	1,96	2,29	2,62	2,94	3,27	6,54	9,81	13,08	16,35	19,63	22,90	26,17	29,44	32,71
18°	0,31	0,62	0,92	1,23	1,54	1,85	2,15	2,46	2,77	3,08	6,16	9,23	12,31	15,39	18,47	21,54	24,62	27,70	30,78
19°	0,29	0,58	0,87	1,16	1,45	1,74	2,03	2,32	2,61	2,90	5,81	8,71	11,62	14,52	17,43	20,33	23,23	26,14	29,04
20°	0,27	0,55	0,82	1,10	1,37	1,65	1,92	2,20	2,47	2,75	5,49	8,24	10,99	13,74	16,48	19,23	21,98	24,73	27,47
21°	0,26	0,52	0,78	1,04	1,30	1,56	1,82	2,08	2,34	2,61	5,21	7,82	10,42	13,03	15,63	18,24	20,84	23,45	26,05
22°	0,25	0,50	0,74	0,99	1,24	1,49	1,73	1,98	2,23	2,48	4,95	7,45	9,96	12,48	14,98	17,49	19,99	22,50	24,99
23°	0,24	0,47	0,71	0,94	1,18	1,41	1,65	1,88	2,12	2,36	4,71	7,07	9,42	11,78	14,14	16,49	18,85	21,20	23,56
24°	0,22	0,45	0,67	0,90	1,12	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	4,49	6,74	8,98	11,23	13,48	15,72	17,97	20,21	22,46
25°	0,21	0,43	0,64	0,86	1,07	1,29	1,50	1,72	1,93	2,14	4,29	6,43	8,58	10,72	12,87	15,01	17,16	19,30	21,45
26°	0,21	0,41	0,62	0,82	1,03	1,23	1,44	1,64	1,85	2,05	4,10	6,15	8,20	10,25	12,38	14,51	16,64	18,76	20,89
27°	0,20	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96	3,93	5,89	7,85	9,81	11,78	13,74	15,70	17,66	19,63
28°	0,19	0,38	0,56	0,75	0,94	1,13	1,32	1,50	1,69	1,88	3,76	5,64	7,52	9,40	11,28	13,17	15,05	16,93	18,81
29°	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	3,61	5,41	7,22	9,02	10,82	12,63	14,43	16,24	18,04
30°	0,17	0,35	0,52	0,69	0,87	1,04	1,21	1,39	1,56	1,73	3,46	5,20	6,93	8,66	10,39	12,12	13,86	15,59	17,32
31°	0,17	0,33	0,50	0,67	0,83	1,00	1,16	1,33	1,50	1,66	3,33	4,99	6,66	8,32	9,99	11,65	13,31	14,98	16,64
32°	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12	1,28	1,44	1,60	3,20	4,80	6,40	8,00	9,60	11,20	12,80	14,40	16,00
33°	0,15	0,31	0,46	0,62	0,77	0,92	1,08	1,23	1,39	1,54	3,10	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,86	15,40
34°	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74	0,89	1,04	1,19	1,33	1,48	2,97	4,45	5,93	7,41	8,90	10,38	11,86	13,34	14,83
35°	0,14	0,29	0,43	0,57	0,71	0,86	1,00	1,14	1,29	1,43	2,86	4,28	5,71	7,14	8,57	10,00	11,43	12,85	14,28
36°	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69	0,83	0,96	1,10	1,24	1,38	2,75	4,11	5,51	6,88	8,26	9,63	11,01	12,39	13,76
37°	0,13	0,27	0,40	0,53	0,66	0,80	0,93	1,06	1,19	1,33	2,65	3,98	5,31	6,64	7,96	9,29	10,62	11,94	13,27
38°	0,13	0,26	0,38	0,51	0,64	0,77	0,90	1,02	1,15	1,28	2,56	3,84	5,12	6,40	7,68	8,96	10,24	11,52	12,80
39°	0,12	0,25	0,37	0,49	0,61	0,74	0,86	0,99	1,11	1,23	2,47	3,70	4,94	6,17	7,41	8,64	9,88	11,11	12,35
40°	0,12	0,24	0,36	0,48	0,60	0,72	0,83	0,95	1,07	1,19	2,38	3,58	4,77	5,96	7,15	8,34	9,53	10,73	11,92
41°	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,69	0,81	0,92	1,04	1,15	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05	9,20	10,35	11,50
42°	0,11	0,22	0,33	0,44	0,54	0,65	0,76	0,87	0,99	1,10	2,22	3,33	4,44	5,55	6,66	7,77	8,88	10,00	11,11
43°	0,11	0,21	0,32	0,43	0,54	0,64	0,75	0,86	0,97	1,07	2,14	3,22	4,29	5,36	6,43	7,51	8,58	9,65	10,72
44°	0,10	0,21	0,31	0,41	0,52	0,62	0,72	0,83	0,93	1,04	2,07	3,11	4,14	5,18	6,21	7,25	8,28	9,32	10,36
45°	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
46°	0,10	0,19	0,29	0,39	0,48	0,58	0,68	0,77	0,87	0,97	1,93	2,90	3,86	4,83	5,79	6,76	7,73	8,69	9,66
47°	0,09	0,19	0,28	0,37	0,47	0,56	0,65	0,75	0,84	0,93	1,87	2,80	3,73	4,66	5,60	6,53	7,46	8,39	9,33
48°	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	8,10	9,00
49°	0,09	0,17	0,26	0,35	0,43	0,52	0,61	0,70	0,78	0,87	1,74	2,61	3,48	4,35	5,22	6,09	6,95	7,82	8,69
50°	0,08	0,17	0,25	0,34	0,42	0,50	0,59	0,67	0,76	0,84	1,68	2,52	3,36	4,20	5,03	5,87	6,71	7,55	8,39
51°	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,49	0,57	0,65	0,73	0,81	1,62	2,43	3,24	4,05	4,86	5,67	6,48	7,29	8,10
52°	0,08	0,16	0,23	0,31	0,39	0,47	0,55	0,63	0,70	0,78	1,56	2,34	3,13	3,91	4,69	5,47	6,25	7,03	7,81
53°	0,07	0,15	0,23	0,30	0,38	0,46	0,53	0,60	0,68	0,75	1,51	2,26	3,01	3,77	4,52	5,27	6,03	6,78	7,54
54°	0,07	0,15	0,22	0,29	0,36	0,44	0,51	0,58	0,65	0,73	1,45	2,18	2,91	3,63	4,36	5,09	5,81	6,54	7,27
55°	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	1,40	2,10	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00
56°	0,07	0,13	0,20	0,27	0,34	0,40	0,47	0,54	0,61	0,67	1,35	2,02	2,70	3,37	4,05	4,72	5,40	6,07	6,75
57°	0,06	0,13	0,19	0,26	0,32	0,39	0,45	0,52	0,58	0,65	1,30	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	5,84	6,49
58°	0,06	0,12	0,18	0,25	0,31	0,37	0,44	0,50	0,56	0,62	1,25	1,87	2,50	3,12	3,75	4,37	5,00	5,63	6,25

Υπολογισμός σκιάς | shadow calculation



$$dx = \frac{h * \sin(azi)}{\tan(alt)}$$

$$dy = \frac{h * \cos(azi)}{\tan(alt)}$$

$$\epsilon\phi(alt) = AB/B\Gamma$$

$$B\Gamma = AB/\epsilon\phi(alt)$$

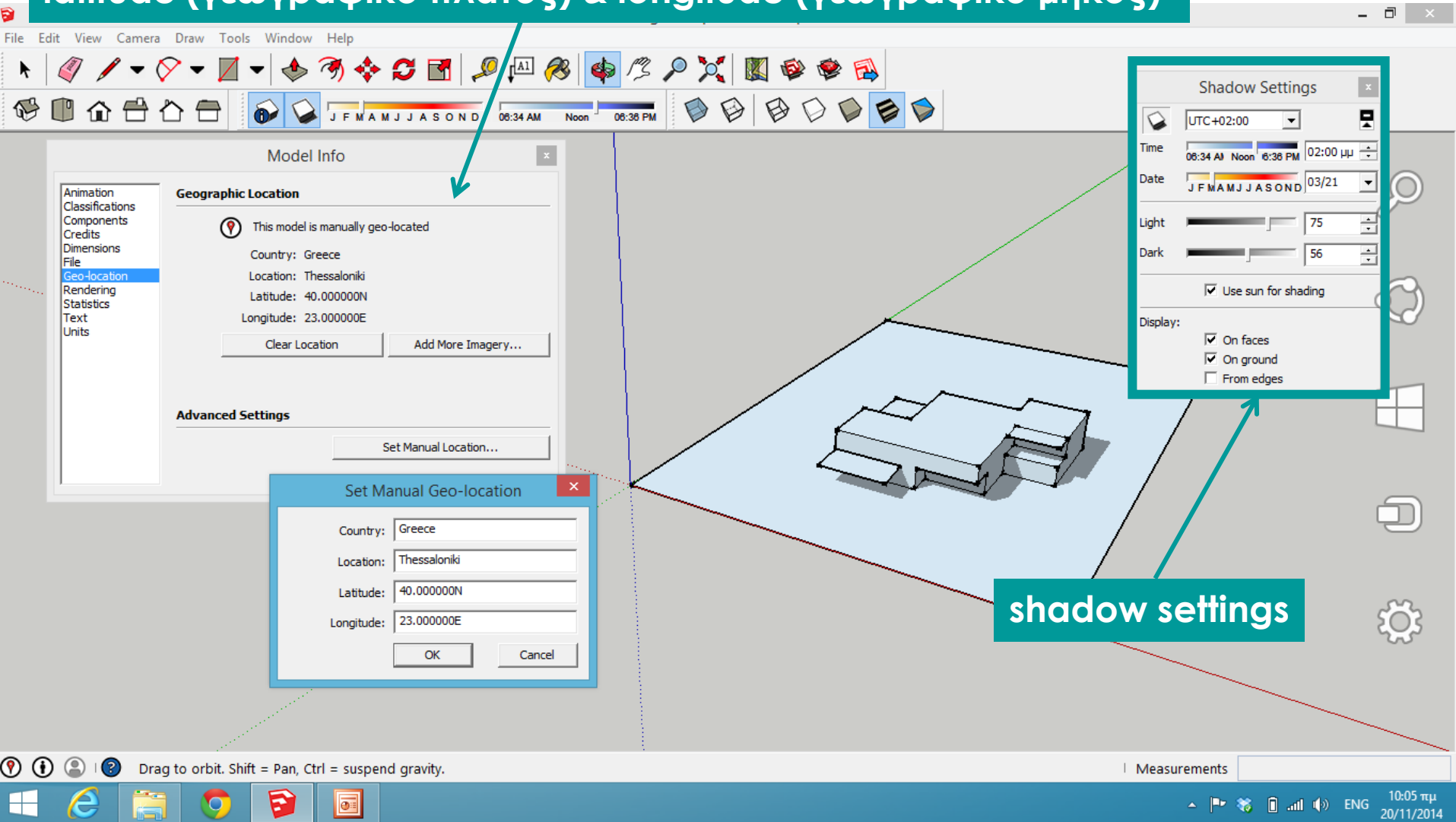
$$\tan(alt) = AB/B\Gamma$$

$$B\Gamma = AB/\tan(alt)$$

$$\text{μ\acute{\eta}\kappa\omicron\varsigma \sigma\kappa\iota\acute{\alpha}\varsigma B\Gamma} = \frac{\text{\u03c1\textbf{\u03c9}\varsigma\textbf{\u03c9}\varsigma \epsilon\mu\pi\omicron\delta\iota\omicron\upsilon AB}}{\text{\epsilon\phi\alpha\pi\tau\omicron\mu\acute{\epsilon}\nu\eta \gamma\omega\gamma\iota\acute{\alpha}\varsigma \u03c1\textbf{\u03c9}\varsigma\textbf{\u03c9}\varsigma \eta\lambda\iota\omicron\upsilon \epsilon\phi(alt)}}$$

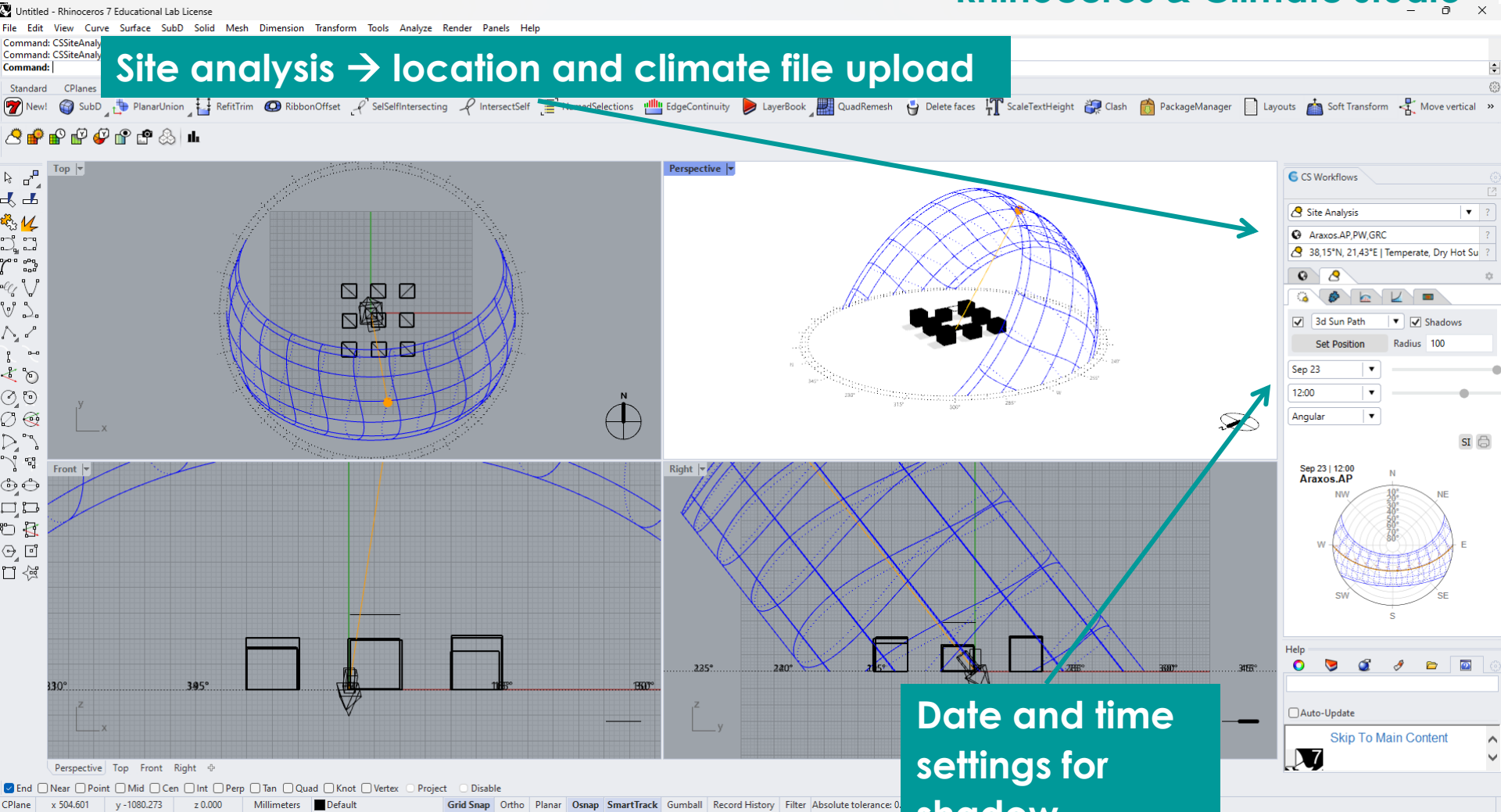
$$\text{shadow length} = \frac{\text{obstacle height}}{\text{tangent of sun altitude angle}}$$

window → model info → geo-location → set manual location :
latitude (γεωγραφικό πλάτος) & longitude (γεωγραφικό μήκος)



Προσομοίωση σκιάς με λογισμικό | shadow simulation

Rhinoceros & Climate studio



Προσομοίωση κίνησης ηλίου - Heliodon

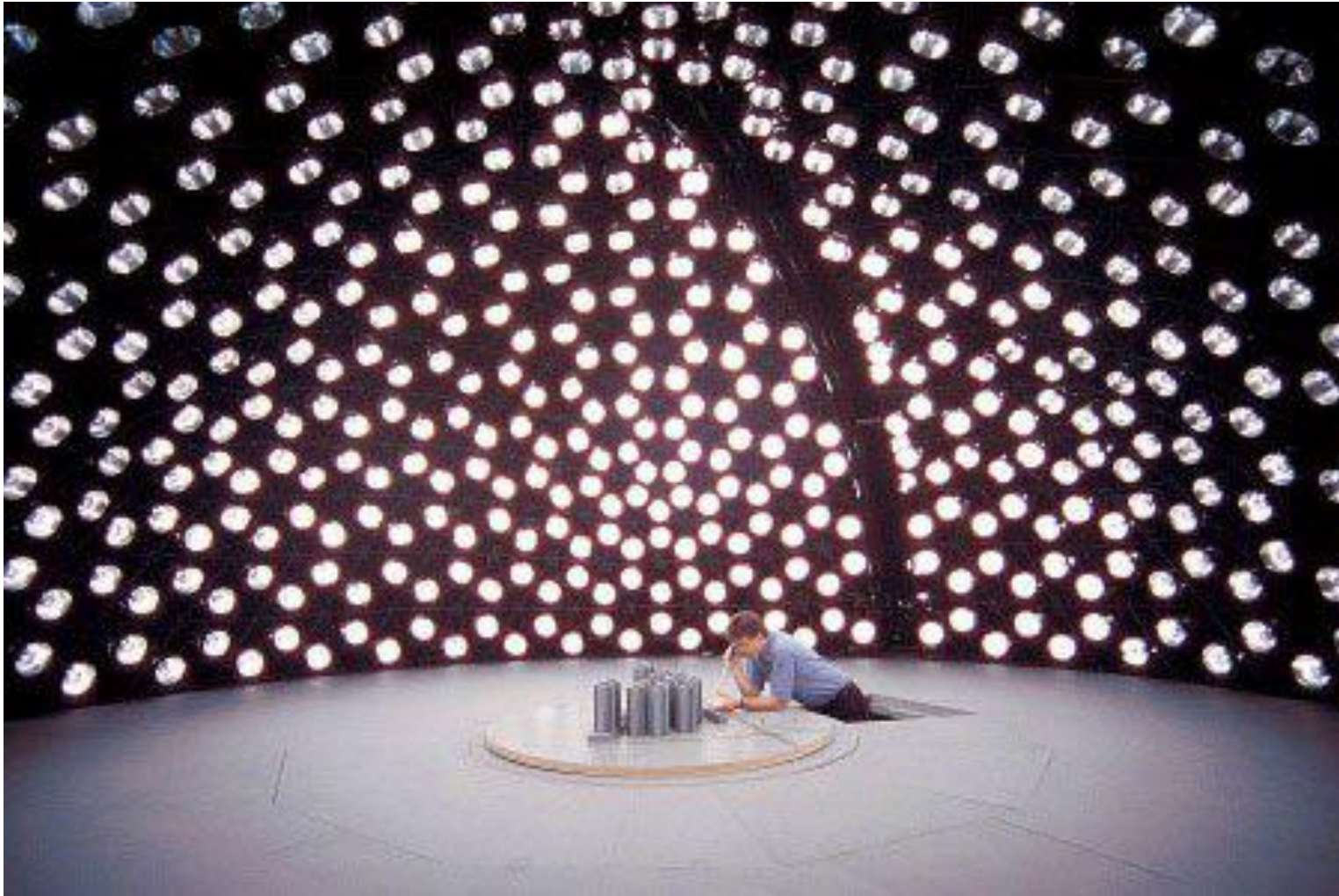


Flat Table Heliodon



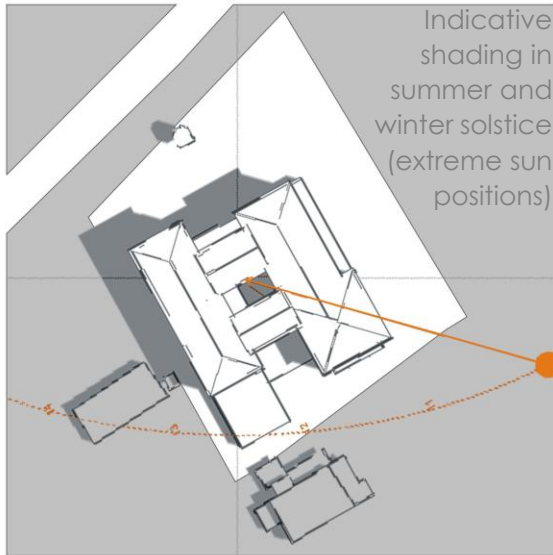
Tilted Table Heliodon

Προσομοίωση ουράνιου θόλου – artificial sky dome

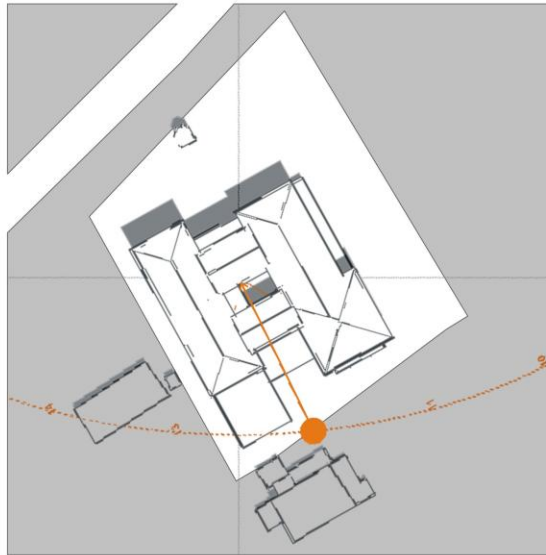


Sky Dome, Cardiff University

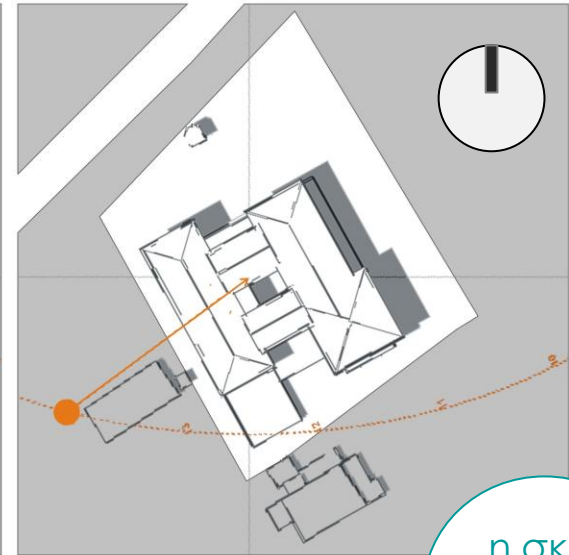
Σκιασμός υπαίθριων χώρων το καλοκαίρι και τον χειμώνα (ακραίες θέσεις)



21 ΙΟΥΝΙΟΥ 10:00

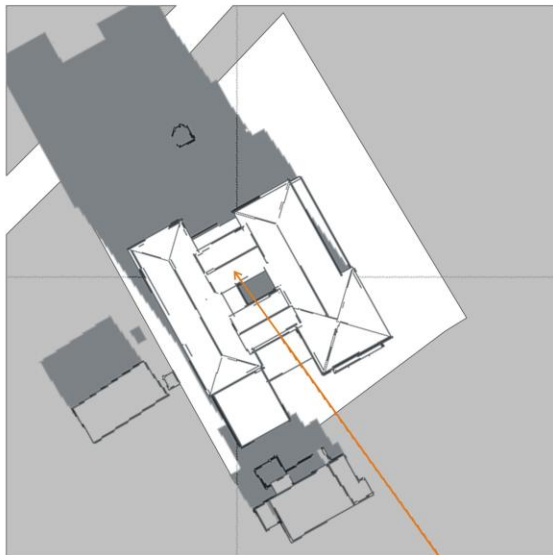


21 ΙΟΥΝΙΟΥ 12:00

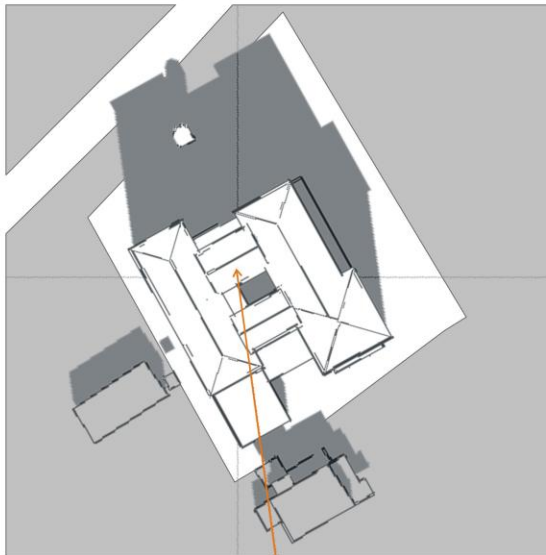


21 ΙΟΥΝΙΟΥ 14:00

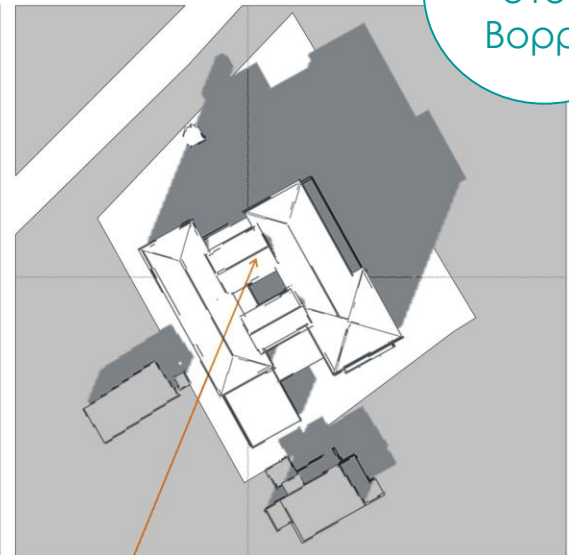
η σκιά
στον
Βορρά



21 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 10:00



21 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 12:00



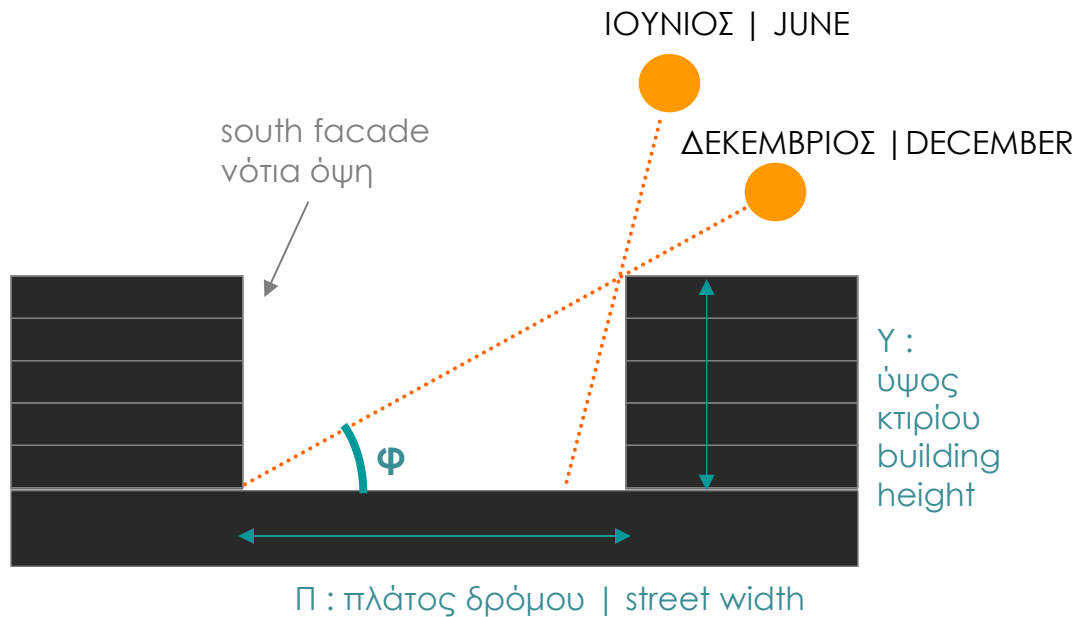
21 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 14:00



Απόσταση απέναντι κτιρίων για απρόσκοπτο ηλιασμό

Building distance for unobstructed insolation

Unobstructed insolation in winter depends on the sun altitude in winter solstice. The ratio of obstacle building height to the distance between buildings (street width) must be lower than the tangent of the sun altitude in winter solstice.



$\tan \phi$ = ύψος απέναντι κτιρίου Υ / απόσταση κτιρίων Π

$\tan \phi$ = height of opposite building Υ / distance between buildings Π

Για μία νότια πρόσοψη, η απρόσκοπτη έκθεση στον ήλιο, σχετίζεται με τη γωνία ύψους του ηλίου κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο και την αναλογία Υ/Π.

Στην Αθήνα (Γ.Π. 38° Β)
με γωνία ύψους ηλίου
στις 21 Δεκεμβρίου στις 12:00
alt: 29°
(και $\tan 29^\circ = 0,55$)

η σκιά των κτιρίων είναι σχεδόν
διπλάσια του ύψους τους και
η αναλογία ύψους κτιρίου προς πλάτος
δρόμου (Υ/Π) πρέπει να είναι μικρότερη
από την εφαπτομένη της γωνίας ύψους
του ήλιου

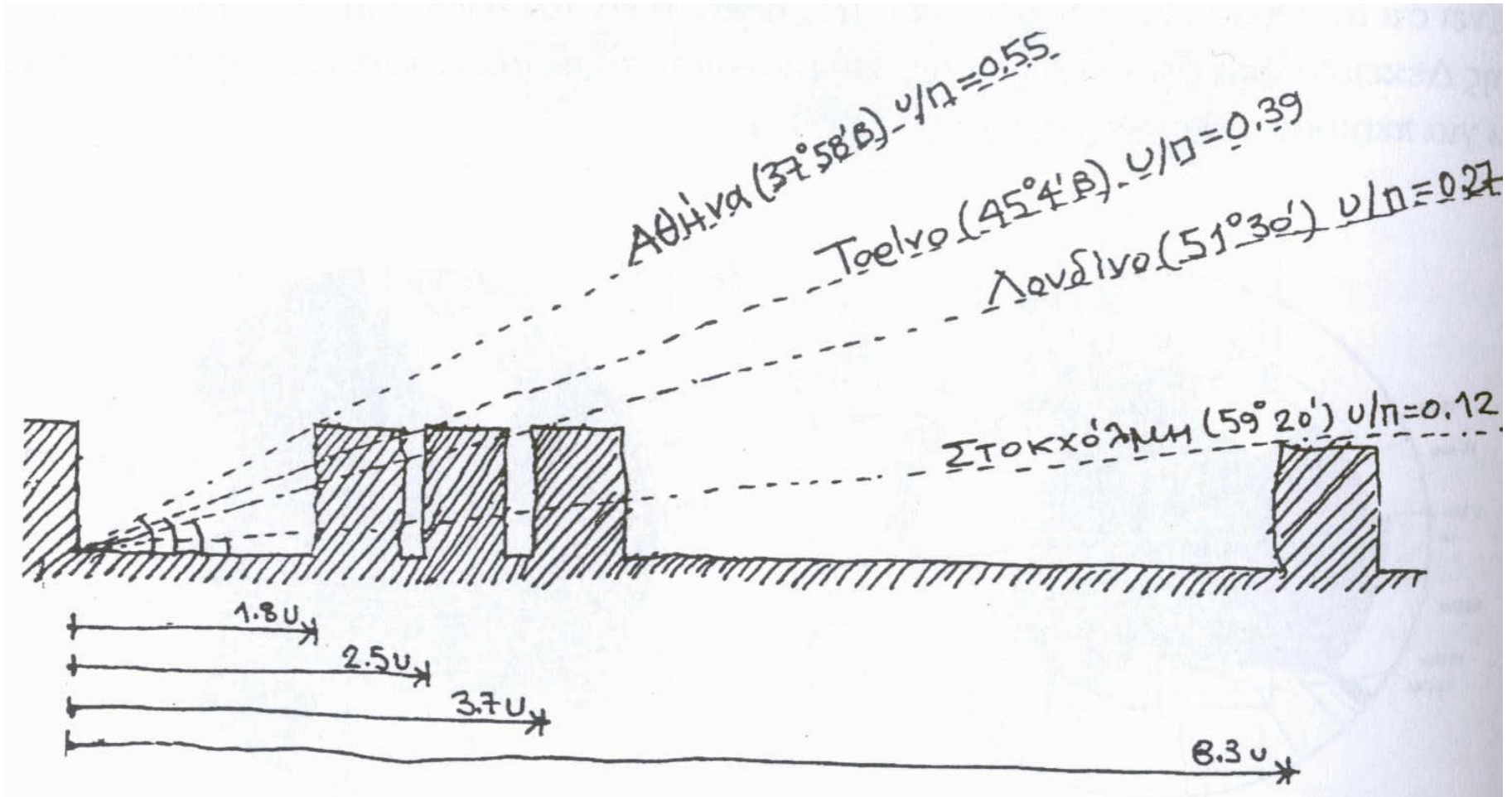
$$Υ/Π < 0,55$$

για τον ηλιασμό της νότιας πρόσοψης,
δηλαδή, η απόσταση μεταξύ των
κτιρίων (πλάτος δρόμου) να είναι
 $Π > 1,8Υ$

Απόσταση απέναντι κτιρίων για απρόσκοπτο ηλιασμό

Building distance for unobstructed insolation for different geographic latitudes

για διάφορα γεωγραφικά πλάτη

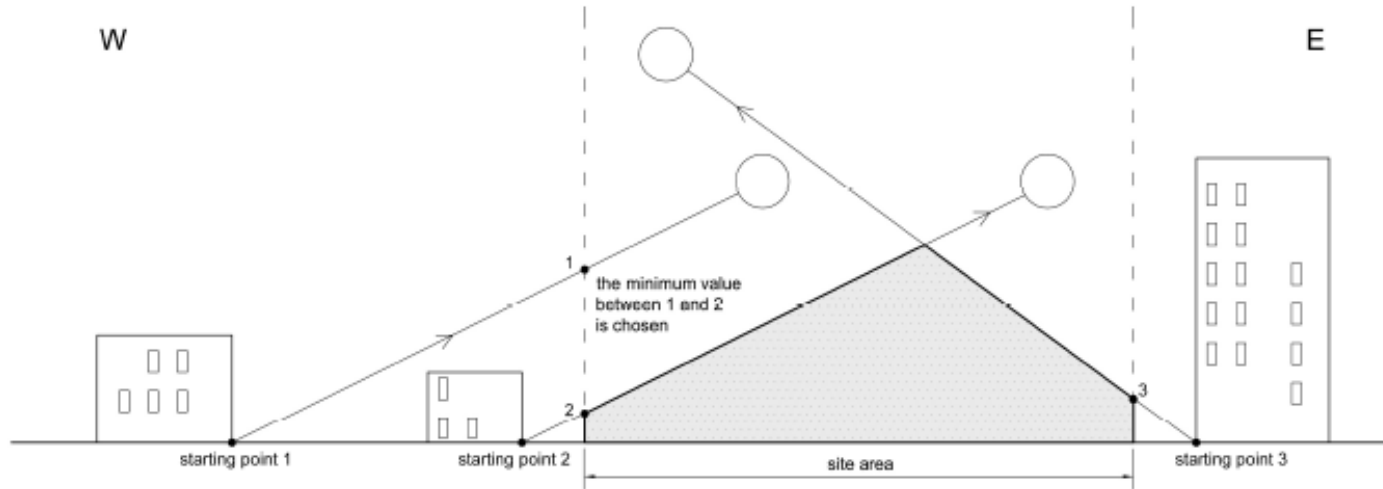


Σκιασμός μεταξύ κτιρίων

Shading between buildings

« solar envelope »

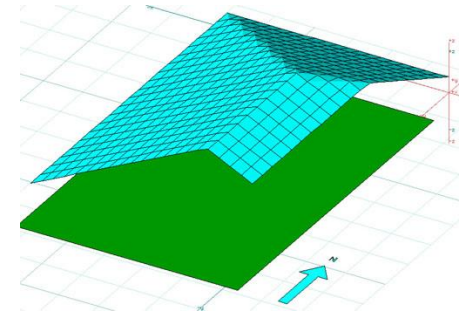
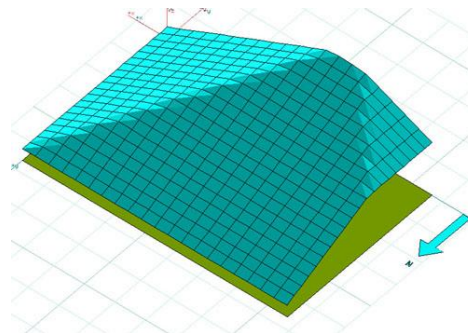
« solar rights »



Sunsclapes: 'solar envelopes' and the analysis of urban DEMs, Morello and Ratti 2008



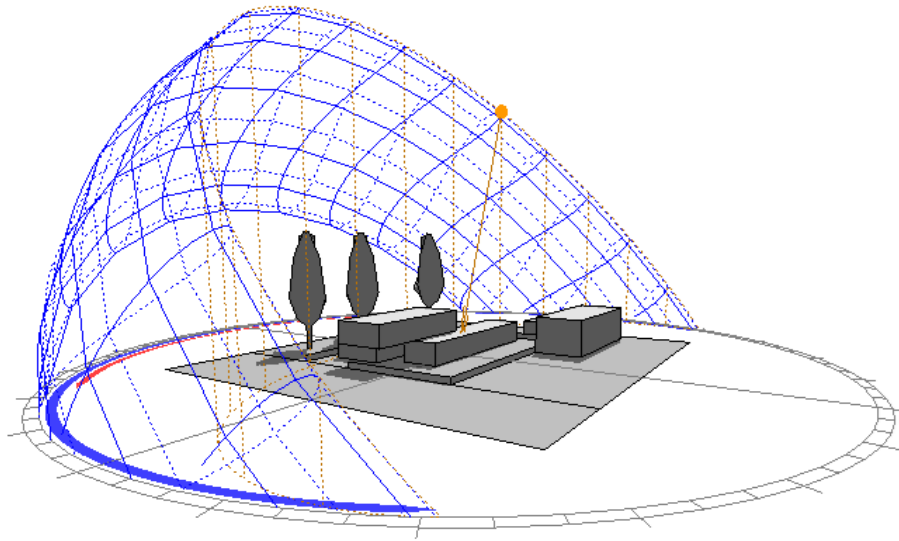
The solar envelope, Knowles 2000



Interstitium, Knowles and Koenig 2002

Έλεγχος σκιασμού

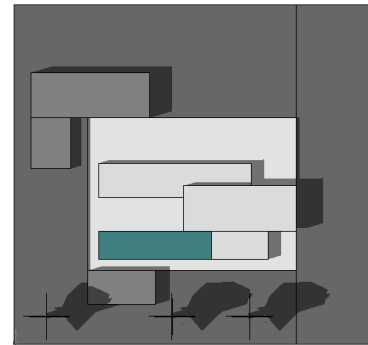
Shading assessment



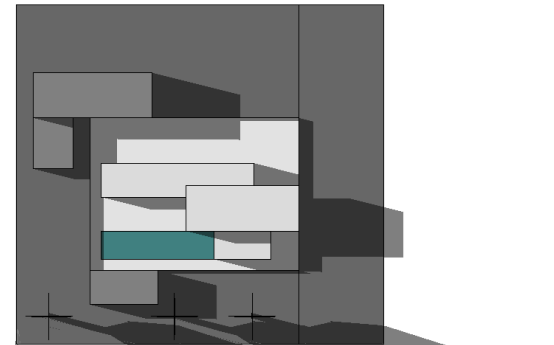
21 ΙΟΥΝΙΟΥ 9:00



12:00



15:00



18:00

Έλεγχος σκιασμού οικοπέδου σε χαρακτηριστικές ημερομηνίες και ώρες



Άσκηση

Η άσκηση αφορά στον εντοπισμό της σκίασης των υπαίθριων χώρων του υπό μελέτη κτιρίου σε διαφορετικές ώρες και εποχές στη διάρκεια του έτους. Στον χώρο της περιοχής μελέτης να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε τις σκιές των κτιρίων, των δέντρων και άλλων εμποδίων στο έδαφος και τα εξωτερικά δάπεδα.

Ο υπολογισμός να γίνει ξεχωριστά για το πρωί, το μεσημέρι και το απόγευμα (9:00, 12:00 και 15:00) του θερινού ηλιοστασίου και του χειμερινού ηλιοστασίου.

Για τον υπολογισμό της σκιάς θα χρειαστεί να αναζητήσετε τις γωνίες ύψους και αζιμούθιου του ήλιου για κάθε χρονική στιγμή που θα μελετηθεί, σε πίνακα ή σε ηλιακό διάγραμμα κατάλληλο για το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής μελέτης.

Η διεύθυνση της σκιάς θα καθοριστεί από την γωνία αζιμούθιου.

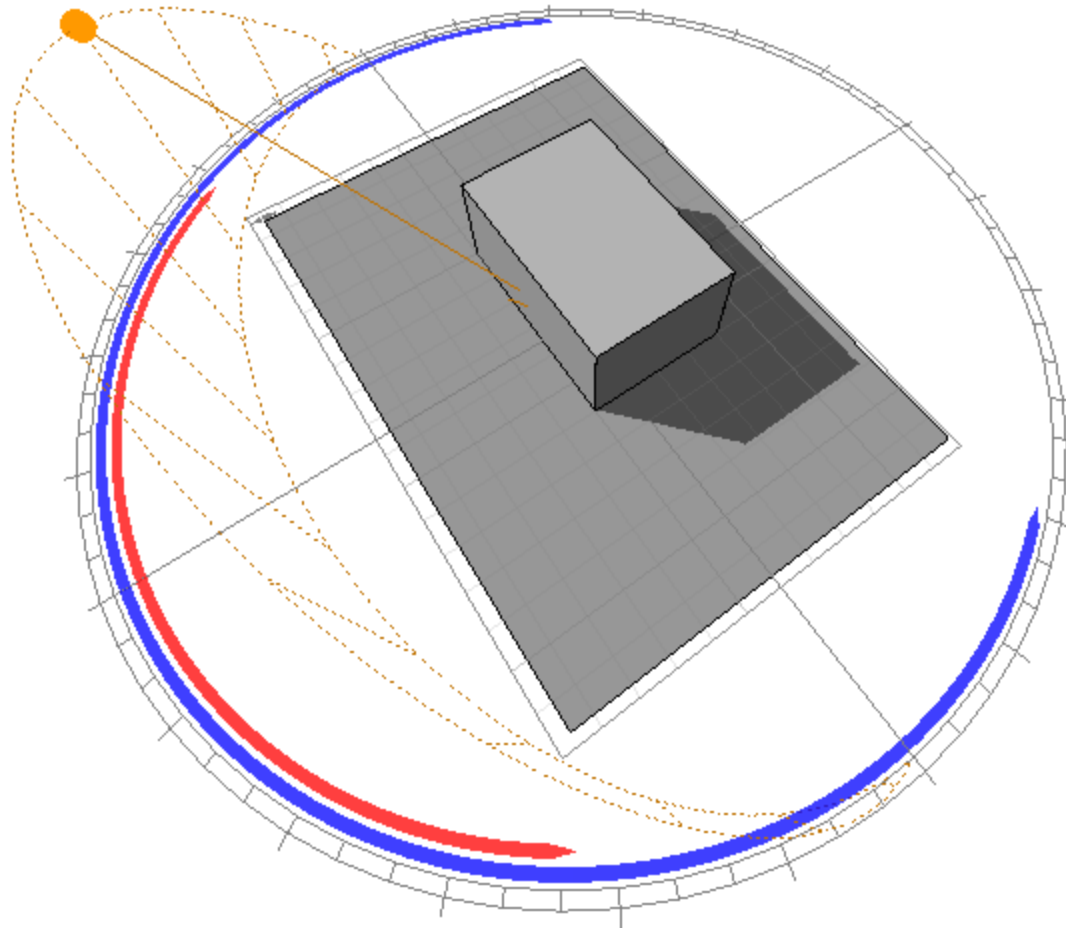
Για τον υπολογισμό του μήκους της σκιάς με βάση τη γωνία ύψους του ηλίου και το ύψος κάθε εμποδίου θα χρησιμοποιήσετε την σχέση

$$\text{μήκος σκιάς (m)} = \frac{\text{ύψος εμποδίου (m)}}{\text{εφαπτομένη γωνίας ύψους ηλίου}}$$

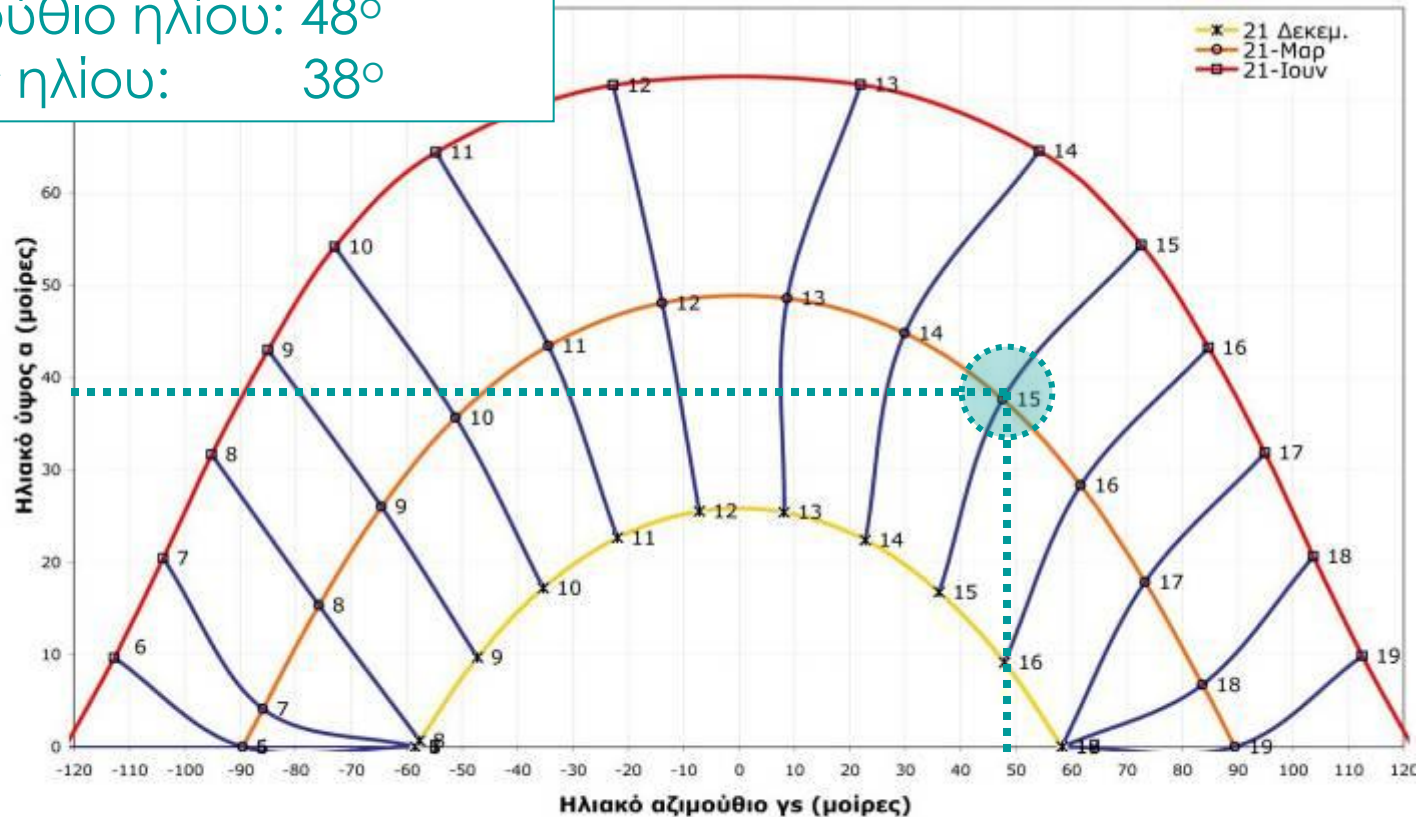
Να σχολιάσετε την χωροθέτηση των προσβάσεων (πχ είσοδος) και των υπαίθριων χρήσεων και δραστηριοτήτων στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου (πχ υπαίθριο καθιστικό, υπαίθριος χώρος εργασίας κτλ.) σε σχέση με τις συνθήκες ηλιασμού και σκίασης τον χειμώνα και το καλοκαίρι.

Έλεγχος σκιασμού | υπολογισμός σκιάς

Shading assessment | shadow calculation | steps



21 Μαρτίου στις 15:00
Αζιμούθιο ηλίου: 48°
Ύψος ηλίου: 38°

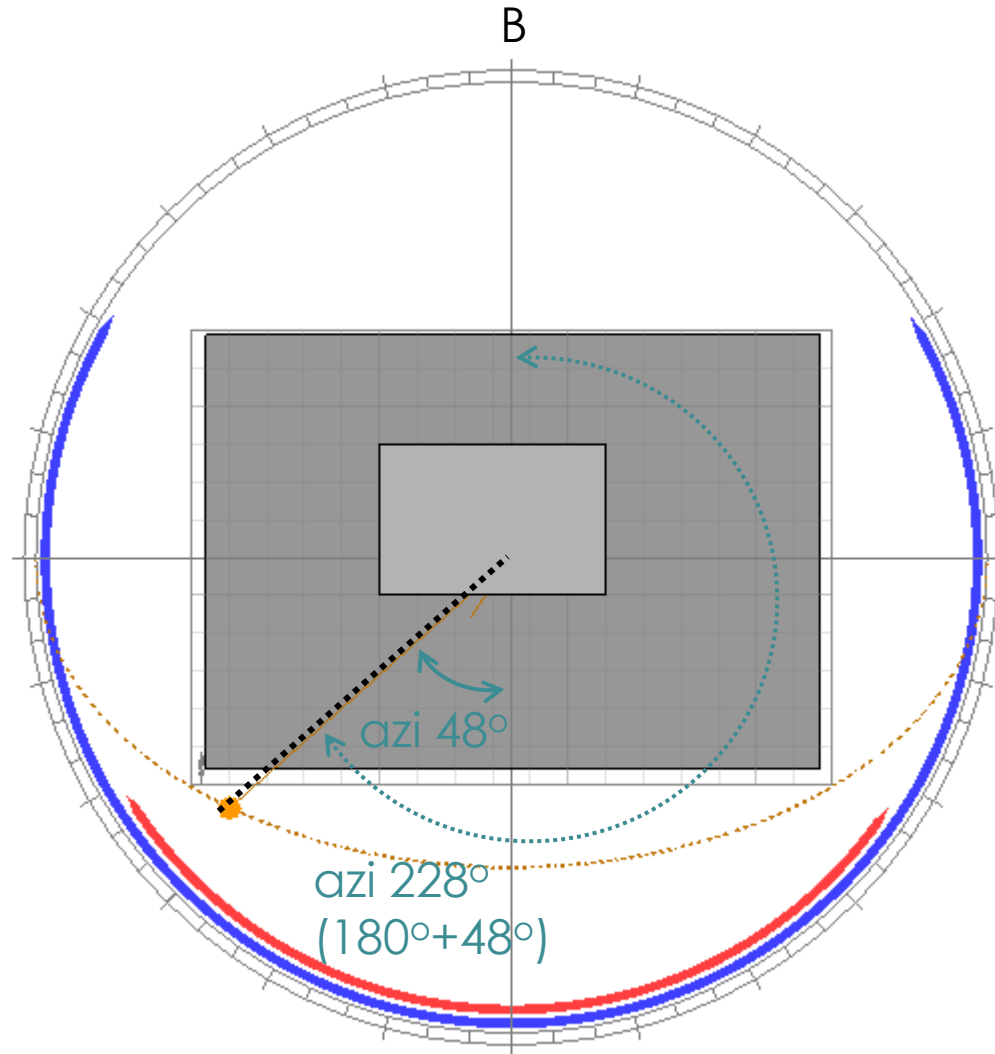


Σχήμα Γ.6. Ηλιακή τροχιά για ελληνικές περιοχές με γεωγραφικό πλάτος $40^\circ B$.

TOTEE 20701-3 (σελ 74-76)

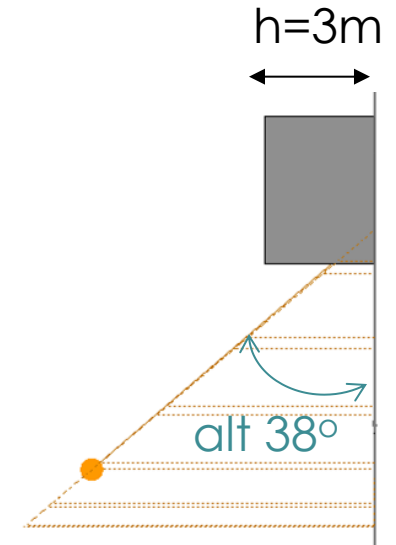
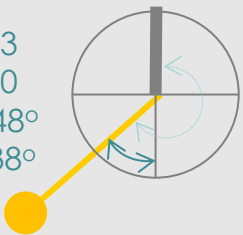
<http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/TOTEE-20701-3-Final-TEE%202nd.pdf>

02

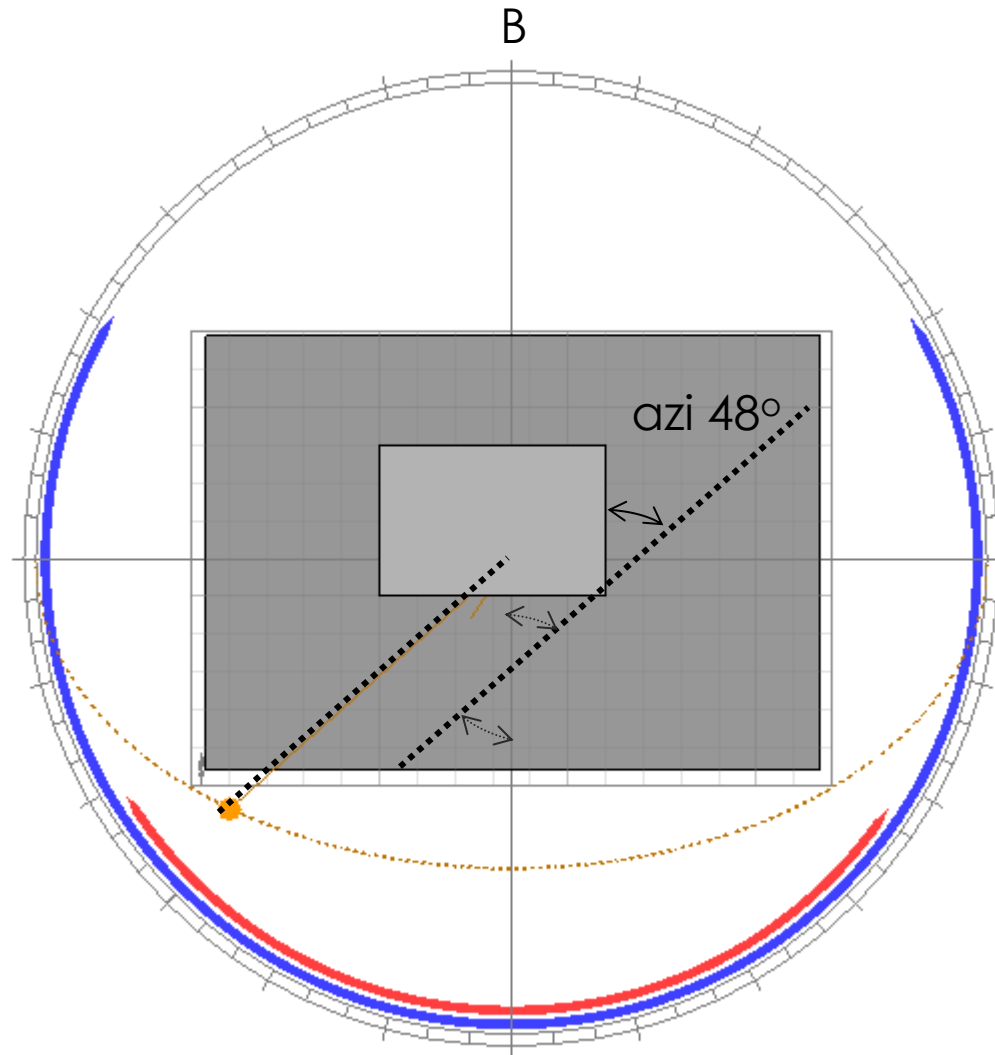


shadow direction

21.03
15:00
azi 48°
alt 38°

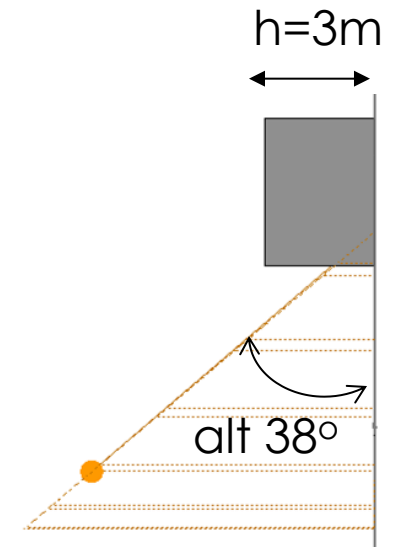
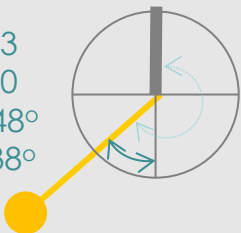


03



shadow direction

21.03
15:00
azi 48°
alt 38°

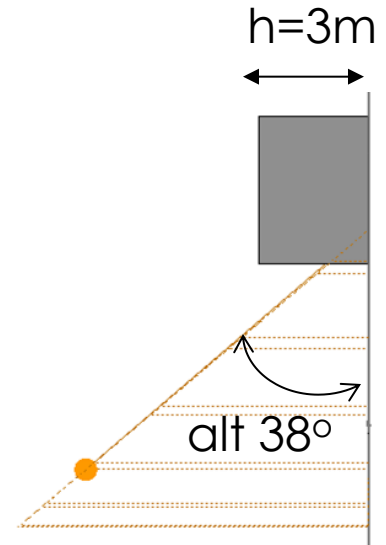
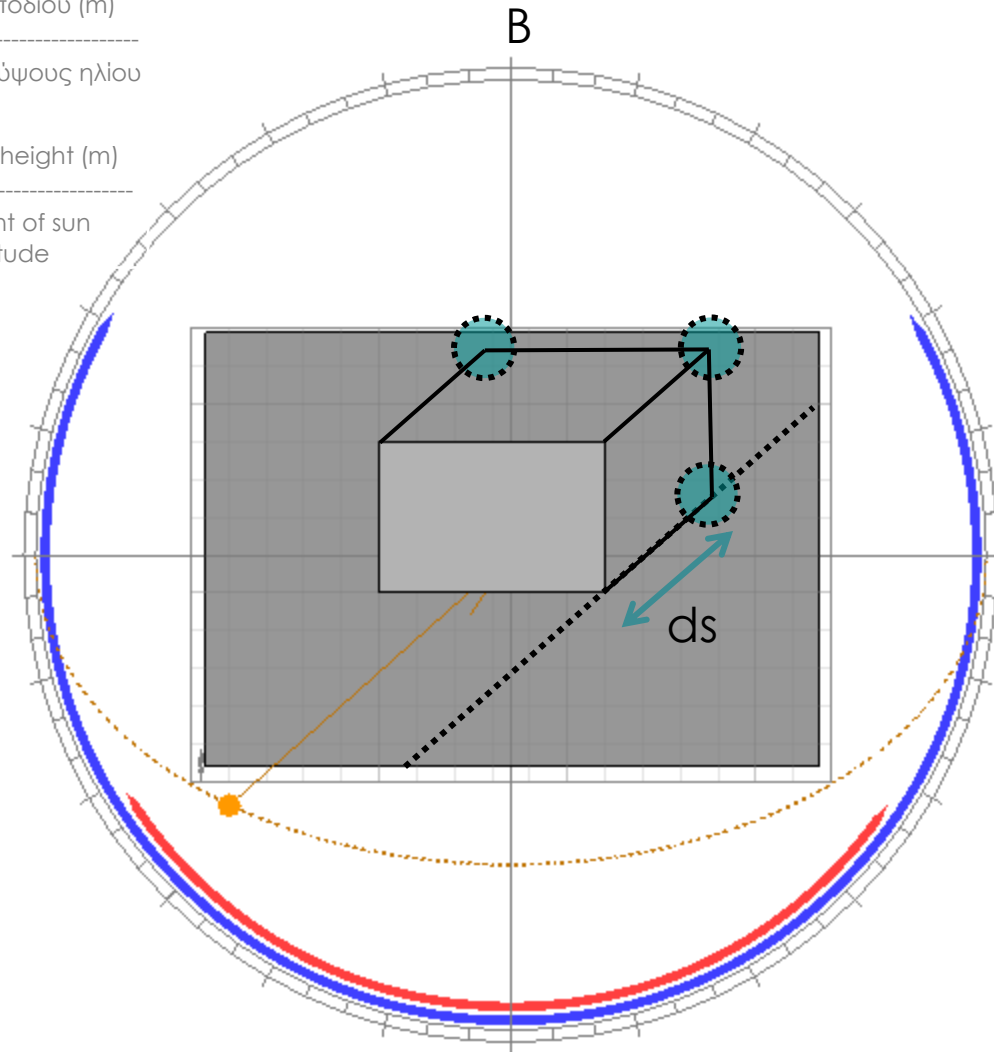
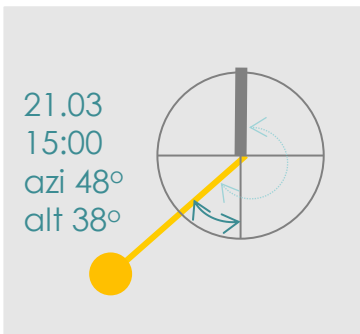


Έλεγχος σκιασμού | υπολογισμός σκιάς | μήκος σκιάς

μήκος σκιάς (m) = $\frac{\text{ύψος εμποδίου (m)}}{\text{εφ γωνίας ύψους ηλίου}}$

shadow length (m) = $\frac{\text{obstacle height (m)}}{\text{Tangent of sun altitude}}$

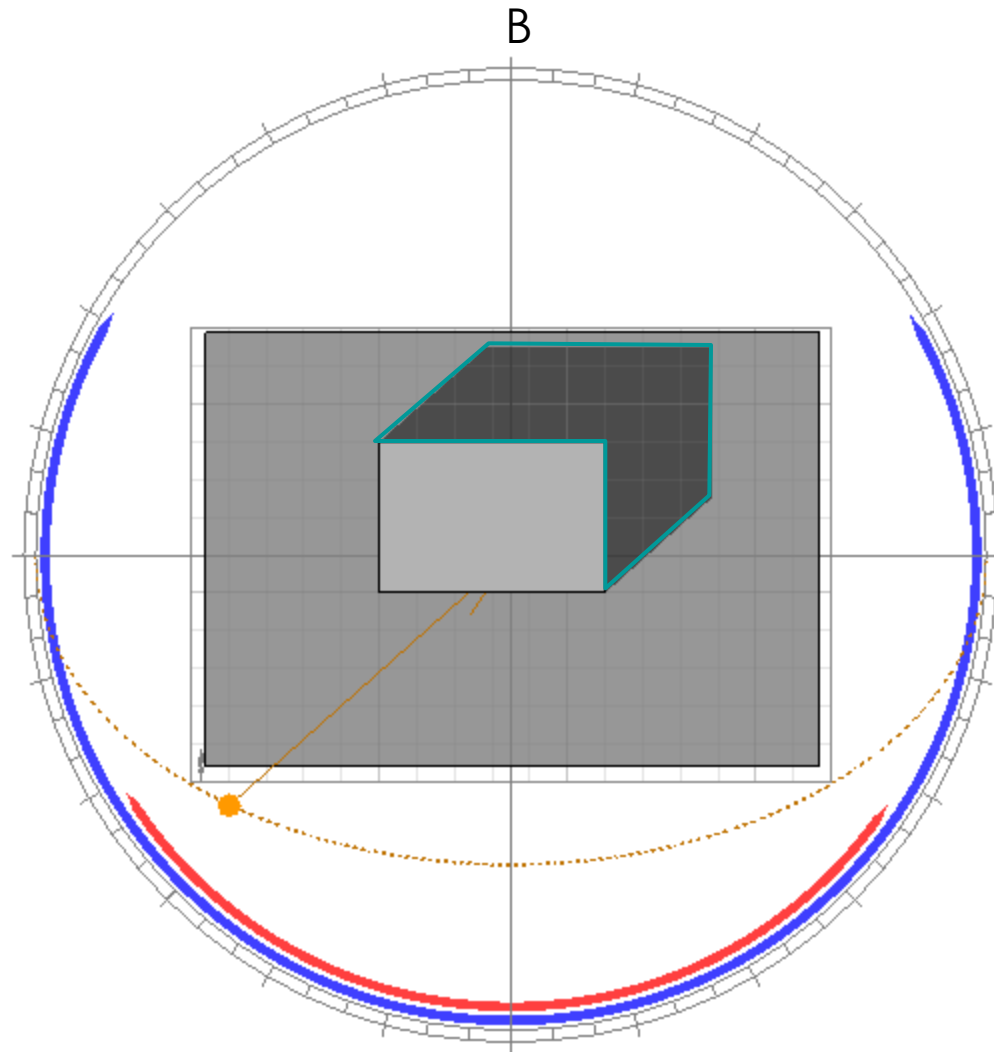
shadow length



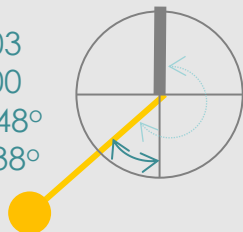
$$\text{ΜΗΚΟΣ ΣΚΙΑΣ } ds = h / \tan(\text{alt}) = 3\text{m} / \tan 38^\circ = 3\text{m} / 0,78 = 3,846\text{m}$$

SHADOW LENGTH ds

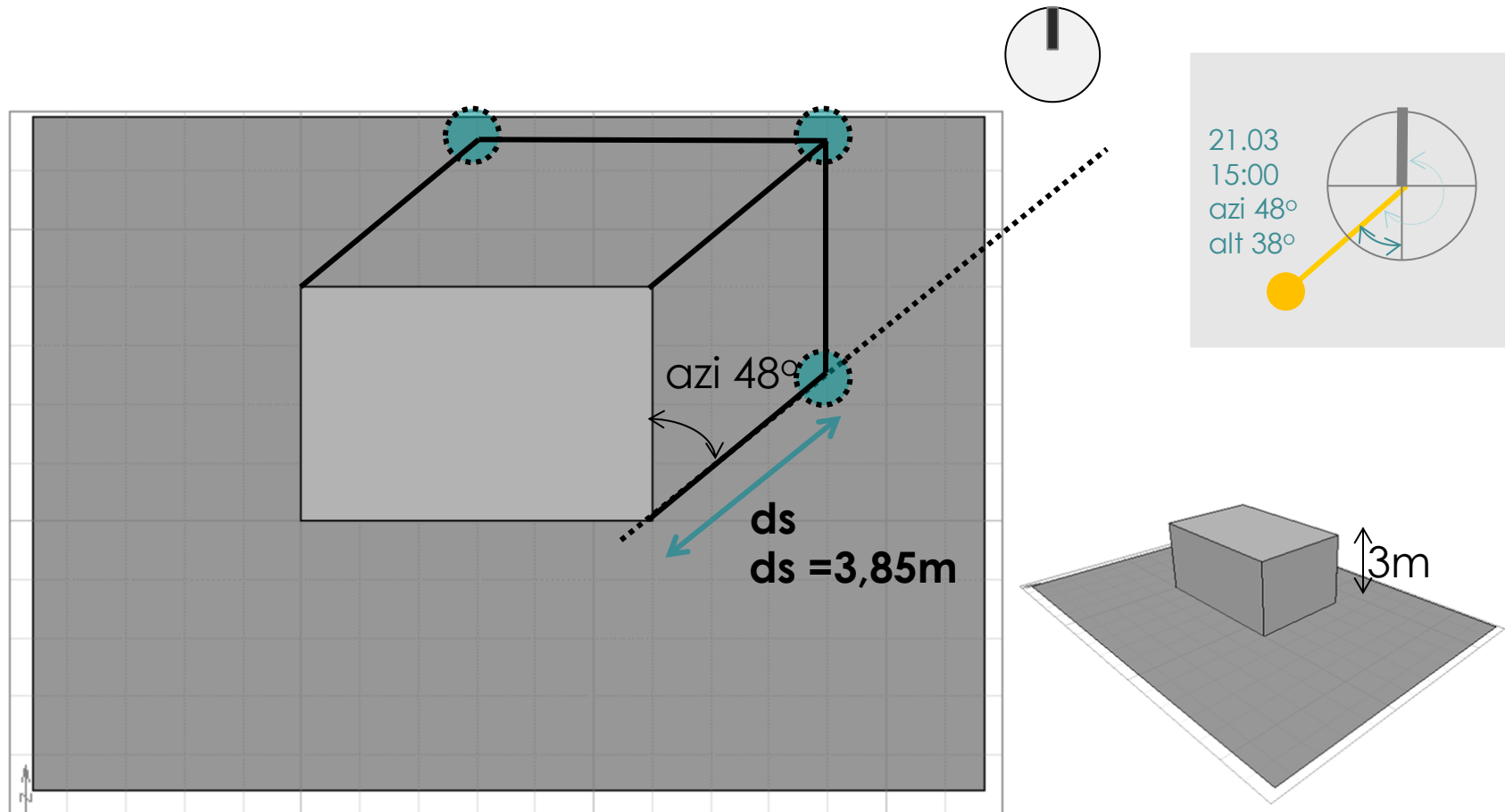
04



21.03
15:00
azi 48°
alt 38°



Έλεγχος σκιασμού | υπολογισμός σκιάς



$$ds = h / \tan(\text{alt}) = 3m / \tan 38^\circ = 3m / 0,78 = 3,846m$$

εργαλεία

https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en

<https://andrewmarsh.com/software/>

<https://andrewmarsh.com/software/shading-box-web/>

<https://andrewmarsh.com/software/web-earthsun/>

<https://andrewmarsh.com/software/sunpath-on-map-web/>

<https://andrewmarsh.com/software/sunpath3d-web/>

<https://andrewmarsh.com/software/sunpath2d-web/>

<https://energy-design-tools.sbse.org/>

earth orbit

<https://www.youtube.com/watch?v=WhxPVb7I7Cs> 3'

https://www.youtube.com/watch?v=taHTA7S_JGk 6'

<https://www.britannica.com/video/role-orbit-axis-Earth-seasons/-162755> 1'

<https://www.britannica.com/video/Demystified-what-is-the-difference-between-solstice-and-equinox/-248637> 3'