

Elmélet és alkalmazás

Írta: Dr. Kuba Gellért

2006. november

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
Szoba benapozottsága egy ablakkal (1. példa)	5
A földrajzi helyzet meghatározása.....	6
Időkorrekció.....	6
A virtuális égbolt szerkesztése, előműveletek	7
Ablak égre vetített képének szerkesztése	8
A szerkesztés ellenőrzése.....	8
Szoba benapozottsága két ablakkal (2. példa)	10
Erkély az ablak fölött, vetítősugarak használata (3. példa)	12
Napsugár beesési szögeinek leolvasása (4. példa)	14
Tetőtéri ablakok (5. példa).....	16
Szabálytalan körvonalú tárgy égi képének szerkesztése (6. példa)	20
Utcakép szerkesztése (7. példa)	22
Szabad égboltkörvonal szerkesztése fotóeljárással (8. példa)	24
Összetett égboltkörvonal szerkesztés fotóeljárással	27
Napkollektor hatásfokának optimalizálása beesési szögek alapján.....	29
Fogalomszótár	31

BEVEZETÉS

Az Ön által megvásárolt **benapozás** meghatározására szolgáló univerzális **SUNARCH** program segítséget nyújt a Nap látszólagos égi pályájának megjelenítésére akár a virtuális égbolton, akár az égbolt vízszintes síkra vetített képén a Föld bármely földrajzi helyén. A benapozás meghatározása élettani és energetikai szempontból fontos döntések egyedüli eszköze. Az emberi életet, egészségi állapotát biológiailag a természetes fény szabályozza. A vitális hormonok termelésének mennyiségett szervezetünk a napfény változása szerint növeli, vagy csökkenti. Ebből fakad a mindenki által tapasztalt jókedv, szellemi, fizika, nemi aktivitás napos időjárás, főképpen nyár idején és ennek ellenkezője, lehangoltság fáradékonysság, depressziós hangulat borús, téli napokon, vagy napfény nélküli építészeti terekben. Ezért ésszerű törekvés, hogy minél több napfényt juttassunk lakó épületeinkbe és munkahelyünkre.

A kedvező benapozás megteremtésének célkitűzése különösen indokolt, mert a civilizált országok lakossága napi életének 80-90 százalékát napfénytől elzárt terekben tölti el. Tehát az evolúció során a napi napfénydőzishoz szokott szervezetünk drasztikus változást szenved amióta mesterséges fényt alkalmazunk. A mesterséges fény csak a látást teszi lehetővé, de a hullámhosszak szerinti összetevőjéből, a spektrumból hiányoznak azok a hullámhosszak, amelyek nélkülözhettek lennek szervezetünk egészséges működéséhez, immunrendszerünk megőrzéséhez. Hormontermelésünk olyan mértékben tér el a természetestől, amilyen mértékben a fény spektruma eltér a napfényétől. Nincsen olyan világító berendezés, amely helyettesíteni képes a természetes fényt.

A **SUNARCH** programmal megtervezhető a lakó és munkahelyek árnyékolása is, tehát az épületek megvédhetők a napfény okozta túlmelegedéstől, ha már a tervezés során tájékozódhatunk a várható benapozottságról. Akár az építmény üvegezett nyílása olyan égtáj felé fordítható, amely a legmelegebb időszakban nem tárukozik a Nap felé, vagy napellenző, úgynévezett árnyékoló szerkezet alkalmazható, amely csak a meleg időszakban takarja el a Nap megfelelő pályaszakaszát. A program segítségével megvizsgálhatjuk a környezeti tárgyak, épületek és növényzet árnyékoló hatását, majd ennek ismeretében dönthetünk a tennivalóról.

Új épület tervezési szakaszában tanulmányozni lehet a szomszédos épületek árnyékoló hatását, s ennek alapján kiválasztható a legkedvezőbb elhelyezés, vagy a legelőnyösebb morfológiai alakzat, azaz, hogy melyik felület növelésével érhető el kedvezőbb benapozottsága a helyiségeknek. Ez a folyamat a naphő elleni védelmet szolgálja a trópusokon, ahol az elsődleges hőterhelés jelentős mértékben csökkenhető, ha megismерhetjük a legtöbb besugárzást adó nappályák égi elhelyezkedését.

Kirajzolható a védendő üvegfelület fölé boruló égbolt és azon megjelenő nappályák vonala. Ezen az égi térképen behatárolható az a naptári és napi időszak, amikor az égboltot az üveg elő kiszögelő árnyékolónak takarnia kell. Az épületek túlmelegedés elleni védelme egyre sürgetőbbé válik a globális felmelegedés nyomán várható szélsőséges időjárás kedvezőtlen nyári hatásainak kivédése céljából.

A várható globális energiaválság előrevetíti a megújuló energiák hasznosításának fokozott kényszerét. A megújuló energiák közül a napenergia az a forrás, amelyhez mindenki hozzáférhet. A napkollektorok hatékonyságát az optimális tájolás dönti el. A **SUNARCH** programmal megismérhető a napkollektor által „látott” égbolt és ezen megjeleníthetők a nappálya vonalak, mely irányból a sugárzó energia várható, s ezáltal kiválasztható a legkedvezőbb tájolás, amely mellett a legtöbb napenergia gyűjthető be.

A benapozás tudományos meghatározása a mezőgazdasági termelésben is nélkülözhettek. Számos növény tenyészideje az adott földrajzi helyen azáltal növelhető, ha a lehető legtöbb napfényt tudjuk a növényhez eljuttatni. Ez, ha a napfény iránya ismert, akkor a sorközök távolságának megválasztásával, a sorok irányának tájolásával, a szoliter

fák egymás közötti távolságának beállításával az egymásra vetített árnyék célszerűen csökkenthető, szabályozható.

A **SUNARCH** program alkalmas olyan meteorológiai adatok párosítására az égbolt egyes pontjaival amelyek előfordulása a naptári időhöz kötődnek, tehát dátumszerűen a Nap látszólagos égbolti járásához kapcsolva megjövendelhetők a meteorológiai események, illetve ezek a naptári idővel összefüggésben elemezhetők.

A leírás végén fogalomszótár is található, segítségével értelmezhetők a használt szakmai megnevezések. A szótárban fellelhető kifejezéseket a leírás szövegében **vastag** betűvel jelöltük.

A program egyszerű elsajátítása céljából példák segítségével mutatjuk be a szükséges egymás utáni lépéseket. Az egyszerűbb példáktól a bonyolultabb feladatok felé haladva szemléltetjük a **SUNARCH** program széleskörű felhasználhatóságát. Érhető módon az első példánál a magyarázó szöveg kicsit terjedelmesebb lesz, de előre haladva ez egyre rövidül. A műveletek elvégzéséhez mindenkor ajánlatos a súgót segítségül venni.

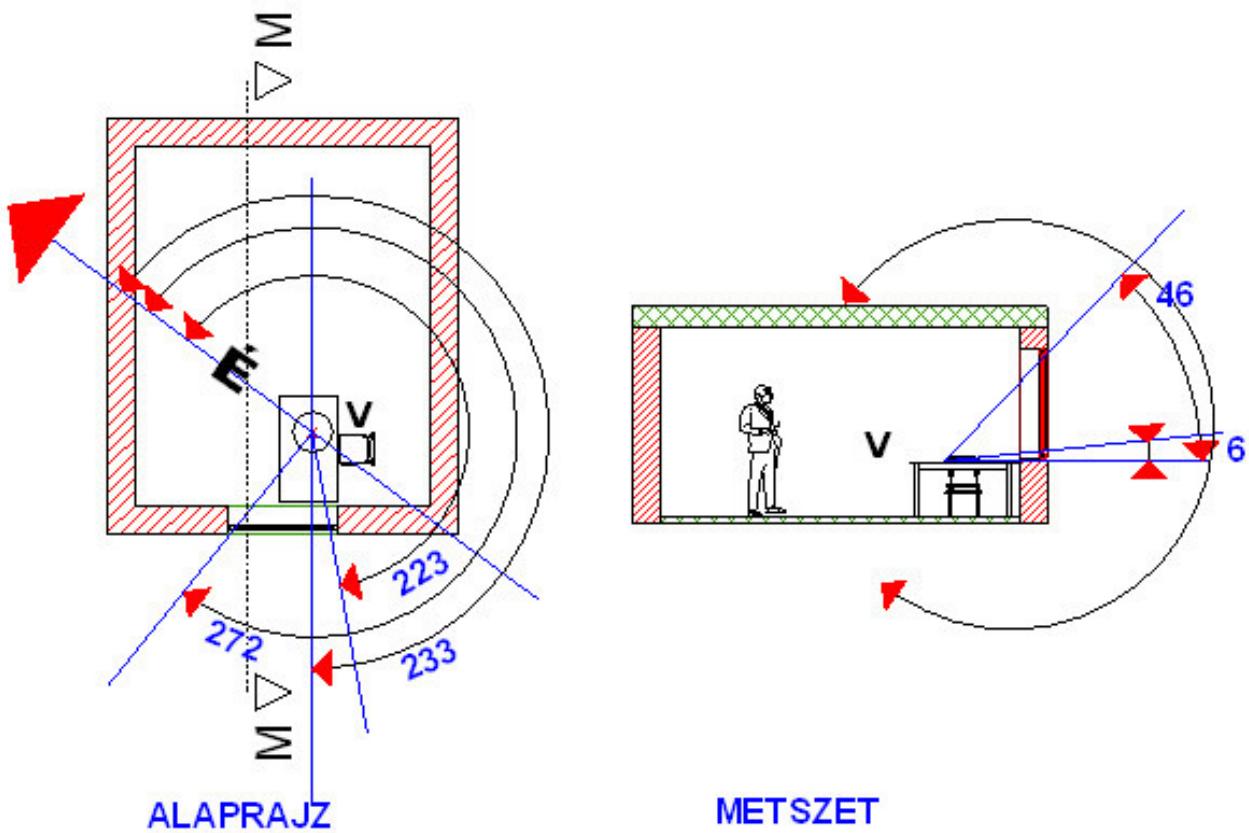
SZOBÁ BENAPOZOTTSÁGA EGY ABLAKKAL (1. PÉLDA)

A SUNARCH program felhasználásával az életminőség szempontjából nélkülözhetetlen **benapozás** időpontja és időtartama bármilyen építészeti téren, vagy szabad téren egy tetszőlegesen választott pontra vonatkoztatva ellenőrizhető, vagy megtervezhető, ha meg-szerkesztjük az égboltra vetített nyílások, vagy égboltot takaró környezeti tárgyak képét.

A kivágással, vagy kitakarással égboltra vetített épületnyílás körvonalán belül megjelenő **nappályákról** leolvasható, a **geometriailag lehetséges benapozás**, azaz, hogy mikor érkezik a kiválasztott „V” vizsgálati pontra közvetlen napsugár. A **nappályán** megjelenik a hónap és nap időpontja, ha így állítjuk be a programot és megjelennek az **óravonalak**, tetszés szerint egy, vagy félórás közökkel, amelyek között interpolálva percnyi pontossággal meghatározhatjuk a benapozás kezdetét és végét, tehát időtartamát.

Ezek ismeretében tervezés állapotában módunk van akár az üvegezett nyílás méretének, helyzetének változtatására, illetve az épület tájolásának célunkra legkedvezőbb kiválasztására, az adott lehetőségeken belül. A benapozás tervezésének lehet a maximum, vagy minimum időtartamú benapozás a célja. Utóbbi esetben a helyiség naphő elleni védelméről, vagy árnyékolásáról beszélünk.

A „V” vizsgálati pont kiválasztását az elérődő célnak megfelelően kell meghatározni. Ha minél több közvetlen napsugár elérése a cél, akkor ajánlatos a vizsgált helyiség középpontját választani padlómagasságban, vagy a 80 cm padlószint fölötti munkafelület magasságában. A benapozottság több vizsgálati pont eredményének összevetésével szélesebb tájékoztatást nyújt a **geometriailag lehetséges benapozottságról**.



1.SZ. PÉLDA

A benapozás meghatározásához példaként egy szobát használunk (1. példa), amelyben a „V” vizsgálati pontot az ablak előtt álló asztal középtáján, annak munkafelületén vettük föl, mint ahogyan ezt a helyiséget ábrázoló metszeten is látni lehet. A szoba egy budapesti

(földrajzi szélesség $47^{\circ}30'$, hosszúság $19^{\circ}06'$) többszintes épület egyik emeletén helyezkedik el, ezért, ebben a példában figyelmen kívül hagyjuk a lehetséges környezeti tárgyak jelenlétét, mert a horizontot szabadnak tekintjük. Az épület tájolása az Észak jellegű adott. A V pontból kivetítjük az ablak körvonalaát a virtuális égboltra. Minthogy az ablak körvonala egyenesekkel határolt geometriai idom, ezért egyszerűség kedvéért képzeletben úgynevezett vetítő síkokat használhatunk. Egy adott ponton és egyenesen egyetlen síkot lehet átfektetni. A szerkesztéshez a V pontból kiindulva az ablak függőleges üvegezésének szélein egy-egy képzeletbeli síkot vezetünk át, s ezek természetesen függőleges helyzetűek, úgynevezett függőleges vetítő síkok. A vetületeiknek (nyomvonalainak) **azimútjai**, azaz északtól mért szögávalaiknak, mint az ábrán látható, 233° és 272° .

Ezután a szoba metszetéről leolvasható az üvegtábla fölső és alsó vízszintes élén, a V pontból szerkesztett vetítő, úgynevezett vízszintes vetítősíkok és a horizont síkkal bezárt hajlásszögek értékei, esetünkben 6° és 46° .

Ezzel a szerkesztéssel elvégeztük az előműveletet, amely az ablaknyílásban V pontból átvezetett síkok térbeli geometriai adatait szolgáltatja. Ha ezekkel a képzeletbeli, az üvegezés szélein áthaladó síkkal a **SUNARCH** program alkalmazásával elmettessük az égboltot, akkor a metszővonalak kirajzolják az ablaküveg képét az égbolton, s ezen a körvonalon belül megjelenő nappályákról leolvasható a benapozás időtartama.

A V pontból szemlélt ablak égre vetített képének megszerkesztéséhez az alábbi műveleteket kell elvégezni. A **SUNARCH** program kinyitása után a **beállítások** | projekt beállítások menüpontra klikkellve megjelenik a földrajzi pozíció adatai ablak.

A földrajzi helyzet meghatározása

A Föld különböző szélességein a Nap virtuális égi pályái egymástól eltérnek az égbolton. Ezért meg kell határozni a V vizsgálati pont földrajzi helyzetét, s az onnan látható nappályákat. Nevezetesen meg kell adni, hogy a vizsgálati pont az **északi**, vagy a **déli félekén**, melyik **földrajzi szélességen** és **hosszúságban** helyezkedik el.

A vizsgált V pont földrajzi koordinátái térképről, vagy GPS helymeghatározó segítségével is megállapítható, de a **SUNARCH** program projekt beállítások ablakában az adatbázisból nyomógomb használatával is kikereshető. A település adatbázis ablakban, nagyobb területegységenként csoportba szervezve találhatók az egyes települések. Kettős klikkellésekkel kiválasztjuk azt a települést ahol a vizsgálati pont található, vagy az ahhoz legközelebb fekvő települést, és a program automatikusan előállítja a kiválasztott település koordinátáinak megfelelő **nappálya diagrammot**.

Időkorrekció

Időkorrekciót kell végrehajtanunk, ha kellően pontos napállások szerint kívánunk dolgozni, mert az úgynevezett „pontos idő” nem igazodik a Nap égbolti helyzetéhez, azaz nem csillagászati idő. Ez könnyen megérthető abból a tényből, hogy csillagászati dél mindenki számára akkor következik be, amikor a Nap az égbolton a pólusokon és az adott vizsgáló személy feje fölött áthaladó **meridiánon** (délkörön), tehát a vizsgáló számára az égbolton a lehető legmagasabb ponton áll. Ebből mindenki látható, hogy egy országon belül nem lehet mindenki fölött egyszerre a legmagasabb égbolti ponton a Nap amikor delet harangoznak. A pontos idő, egy bizonyos földrajzi területen belül megegyezéssel egységesen használt **zónaidő**. A zónaidőt **közepes napidőre** kell kiigazítani, hogy csillagászatilag közepesen pontos napállásokat kapunk. A „**pontos időt**”, a **SUNARCH** program automatikusan közepes napidőre változtatja, ha a projekt beállítások alatt kiválasztottuk a vizsgálati pont földrajzi elhelyezkedését. Az időkorrekció jól észrevehető a nappálya

diagramokon, azáltal, hogy a délidő óravonala nem esik egybe az É–D pólusokat összekötő meridiánnal, ha a vizsgálati pont nem a 15° -os hosszúság valamelyik többszörösén fekszik. Az időkorrekcióval az **óravonalak** automatikusan eltolódnak a csillagászati közepes napidő szerinti helyzetbe az égbolton.

A virtuális égbolt szerkesztése, előműveletek

Megnyitjuk a **SUNARCH nappálya** szerkesztő programot. A program megnyitása után mindenkor felkínálkozik a súgó, a jobb fölső sarokban, amely a képernyón megjelenő ábrához minden lépésnél eligazító magyarázattal áll segítségre. A **beállítások** | projekt beállítások megnyitása után megadjuk a település földrajzi koordinátáit. A koordináták megadását segíti az adatbázisból nyomógomb megnyomására feljövő ablak, ahol az országra, megyékre kettőt-kettőt klikkelve kiválasztjuk azt a települést, amelyen a vizsgálati pont elhelyezkedik, vagy azt, amelyhez a legközelebb fekszik. Ha a **földrajzi hosszúságot** és **szélességet** egyéb módon (GPS, részletes térkép, stb.) kikereshetjük, akkor ezeknek az adatoknak a bevitelével a **nappálya diagram** időkoordinátája azonnal, automatikusan beáll **közepes napidőre**, tehát nem kell **időkiigazítást** végrehajtani.

A „pontos idő”, vagy a „zóna idő” helyesbítésének végrehajtásáról meggyőződhetünk, ha a 12 óra idővonalának elhelyezkedését megvizsgáljuk. A dél óravonala csak akkor esik egybe az észak-dél pólusokat összekötő meridián vonallal, ha a vizsgált hely pontosan a 0° vagy a 15° hosszúságok többszörösének valamelyikén helyezkedik el földrajzilag. minden más esetben a dél óravonala ettől a pólus meridiántól keletre, vagy nyugatra elcsúszva jelenik meg. Mégpedig négyeszer annyi óra-perctávolságra, ahány fokkal a vizsgált földrajzi hely eltér a 15° -os és többszörösének hosszúságától, az úgynevet **időmeridiánt**. Nyugatra tér el akkor, ha a vizsgált hely az időmeridiántól keletre és ellenkezőleg, keleti a kitérés, ha a település ettől nyugat felé fekszik.

A földrajzi hely meghatározása után megjelenik az égbolt térképe a **nappályákkal sztereografikus ábrázolásban**, azaz az égbolt vízszintes vetülete. Ha kettőt klikkelünk a sztereografikus ábrázolásra, akkor kinyílik egy ablak, ahol az **égboltra** vetítve opcióra váltva, térben látva jeleníthetjük meg az égboltot.

A megjelenítés azimútja segítségével az égbolt függőleges tengely körül számunkra a legkedvezőbb helyzetbe forgatható, a hajlásszöge segítségével pedig abba a helyzetbe billenthető a vetítősík, amely a legjobb rálátást kínálja.

A megjelenítési opciók alatt a tengelyek megjelenítésével az égbolt vetületén az átlót és a középpontból kiemelkedő függőleges tengelyt tehetjük láthatóvá. Ez, valamint az alábbi opciók ki-be kapcsolhatóak. Az egyes elemek színét és sűrűségét a **program beállítások** | **diagramok tulajdonságai** alatt választhatjuk meg.

A hosszúsági vonalak **harmincfokonként kirajzolják a hosszúságokat**.

A magassági vonalak **az égbolton** a vetület középpontjából a jelzett szögtávolságok alatt látható pontok geometria helyeit, égbolti szögmagasságokat jelölnek.

A beesési szögvonak a vizsgált síkra érkező napsugarak **beesési szögtávolságát** mérik az adott **sík normálisától**. Használatát később példán bemutatjuk. A napenergia maximális energia hozama 0° beesés mellett a legnagyobb.

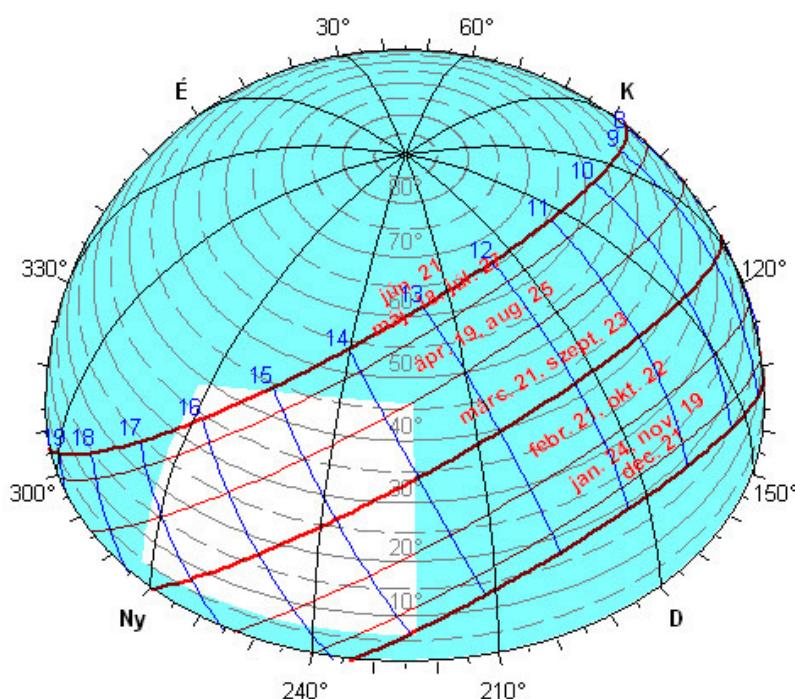
Az **óravonalakkal** a Nap égbolti állását **közepes napidőben** mérhetjük.

A metszősík megjelenítése. Ez egy dönthető, függőleges tengely körül forgatható képzeletbeli sík, amely elmetszi az égboltot. Ennek égbolti nyomvonala jelenik meg és segédszerkesztések ellenőrzésére használható.

Ablak égre vetített képének szerkesztése

Miután a vizsgált földrajzi helynek megfelelő nappálya diagramot a fenti útmutatás segítségével előállítottuk és az égboltra vetítve menüt választva a legjobban szemléltető helyzetbe forgattuk, billentettük a diagramot, elvégezzük a „V” vizsgálati pontból induló és az ablak üvegezés élein átvezetett vetítős síkok szögértékeinek beírását.

Az új takarásra kiklikkelve a feljövő ablakban a síkokkal határolt és kivágás opciókat válasszuk, ha vetítő síkokkal kívánunk dolgozni. Ezek az 1 sz. példán geometriailag korábban megállapított azimút tájolását és vízsinteshez mért hajlásszögeit bevisszük a táblázatba, kiválasztjuk a körvonal színét, a kitöltés mintázatát és lenyomjuk az OK billentyűt. Ekkor megjelenik egy olyan ábra, lásd 1. ábrát, amely az égboltot ábrázolja a Nappályákkal a megadott földrajzi helyen. Kedvező irányba forgatva és billentve az égboltot, az égbolton megjelenő ablak körvonalain belül olvashatjuk le az időpontokat és időtartamokat, amikor a „V” vizsgálati pontra a geometriai viszonyokból adódóan közvetlen napsugárzás érkezhet.



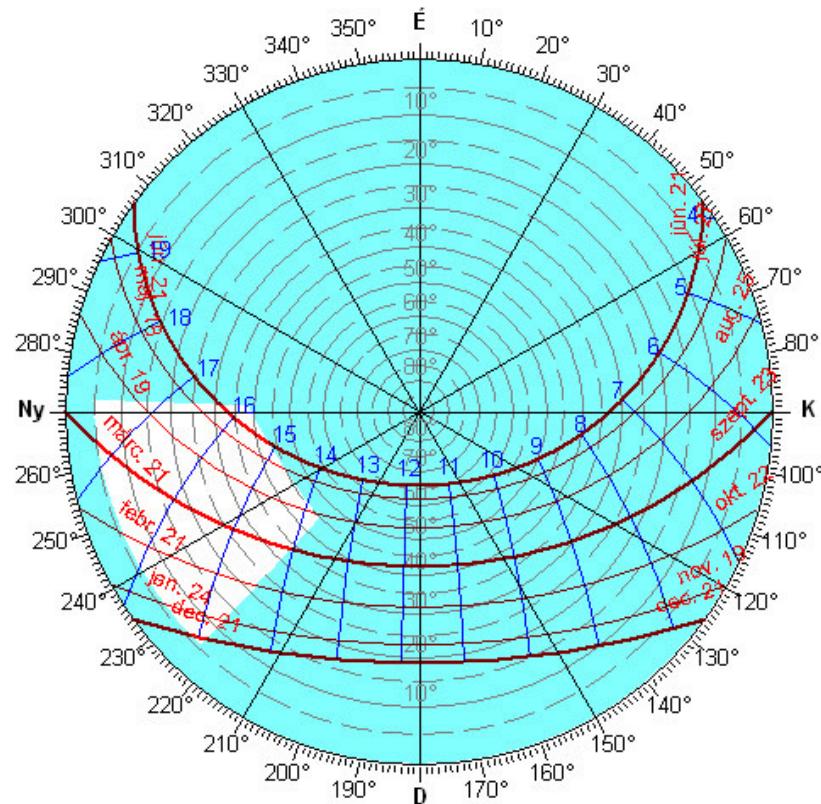
1. ábra. A szoba ablakának „V” vizsgálati pontból égre vetített képe

A szoba ablakának égre vetített képét tetszőlegesen két dimenzióban, síkra vetítve, sztereografikusan is ábrázolhatjuk, lásd a 2. ábrát, ha a párbeszéd ablakban a sztereografikus módot választjuk.

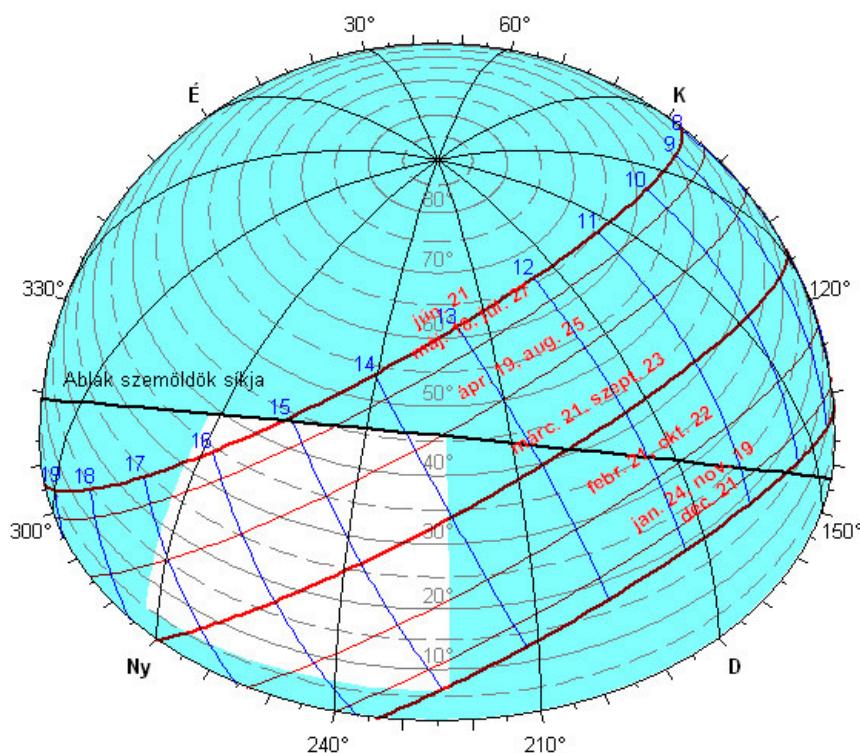
A szerkesztés ellenőrzése

A metszősíkot szerkesztésünk ellenőrzésére használhatjuk. Az ablakkávákon átfektetett függőleges metszősíkok helyzetének azonosságáról ránézással meggyőződhetünk. Ha ezek azimút szögei – amit a fok-beszráson leolvashatunk – azonosak, akkor a szerkesztésnek ez a része helyes. A szemöldökön átfektetett dölt sík térbeli helyzetének ellenőrzése ilyen módon már kellő pontossággal nem lehetséges. Ha viszont a metszősíkot bekapcsoljuk, s az ablak szemöldökét az égboltból kimetsző síkkal azonos helyzetbe állítjuk, esetünkben 46° -os sík lejtése és $233-180=53^{\circ}$ az azimútja. Ekkor a metszősík nyomvonala az ablak égre vetített képén a szemöldök vonalára kell illeszkednie. Lásd

3. ábrán a metszősík fekete nyomvonalát. Ne feledkezzünk meg, hogy a metszősíket normálisának azimút szögével kell tájolnunk.



2. ábra. A szoba ablakának „V” vizsgálati pontból égre vetített sztereografikus képe



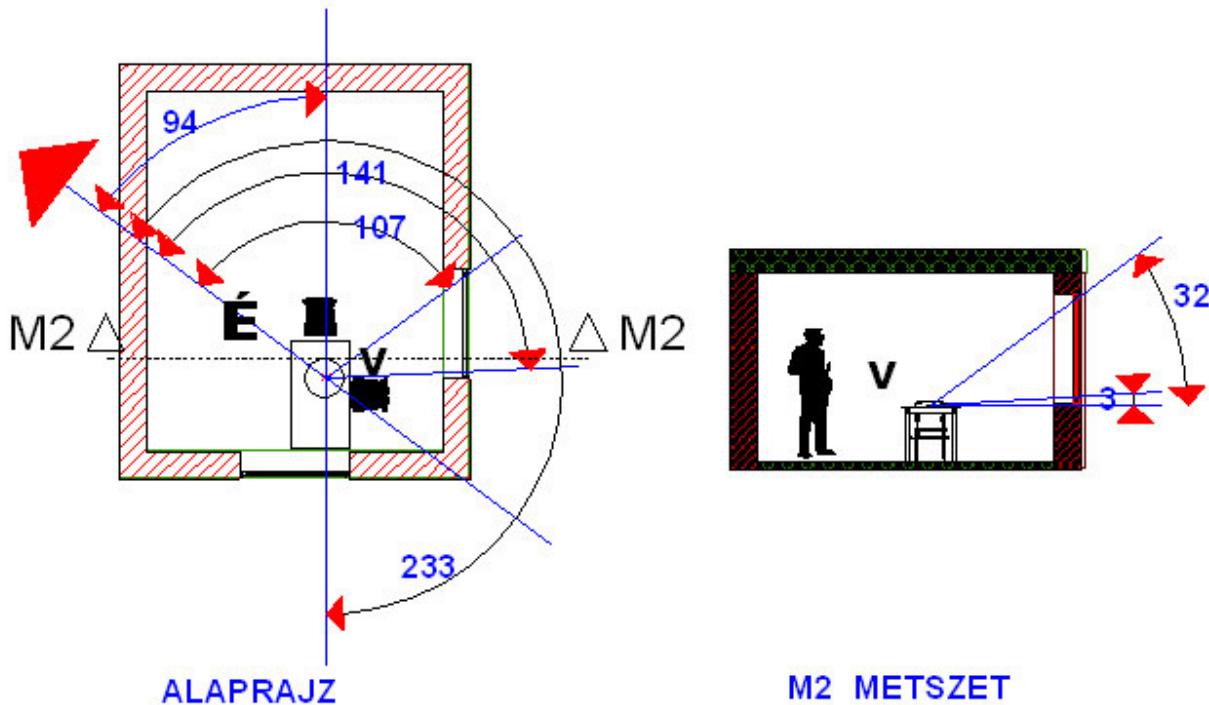
3. ábra. Az ablak szemöldöke akkor tükrözi a valóságot, ha a metszősík égbolti nyomvonala pontosan rajta halad át

SZOBÁ BENAPOZOTTSÁGA KÉT ABLAKKAL (2. PÉLDA)

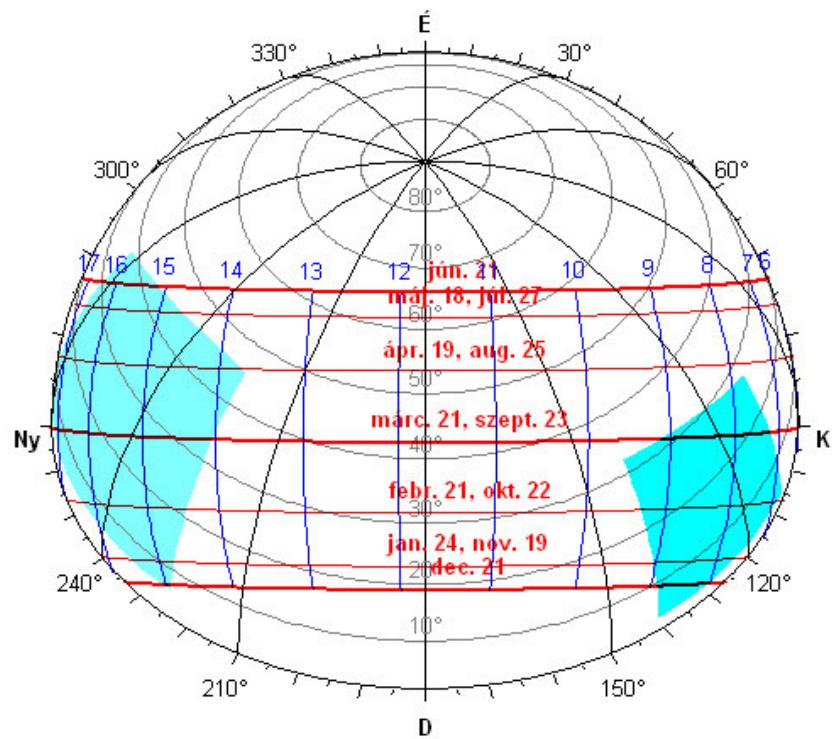
Egy helyiségnak természetesen több ablaknyílása is lehet. Ezen a példán bemutatjuk, hogy miként lehet egy második ablak égre vetített képet megszerkeszteni. Az új alaprajzi elrendezést a 2. sz. példa mutatja. A korábbi helyiséget használjuk a „V” vizsgálati pont helyét változatlanul hagyjuk. Az új ablak üvegezésének szélein át további vetítő síkokat szerkesztünk a „V” pontonból, s meghatározzuk ezeknek a síkoknak azimútjait (vetületi nyomvonalait) és hajlásszögeit. A földrajzi elhelyezésen sem változtattunk. A szerkesztés eredményét a 4. ábra szemlélteti.

Az eredményt az alábbi lépésekkel kaptuk meg. Miután a földrajzi hely koordinátáit beállítottuk, a **SUNARCH** programot megnyitva, az égboltra vetítve menüt választottuk és a vetítősíket a legkedvezőbb helyzetbe állítottuk, az új takarás műveletet kinyitva, a síkokkal határolt kitakarással dolgozunk. Vetítő síkokkal metszük ki az ablak képet az égboltból és most a pozitív kitöltést választottuk, vagyis az ablakok képe kitakarással jelenik meg, a látható égbolt felület üresen marad.

Beállítjuk a körvonali színét, a kitöltés mintázatát, majd kitöljük a határoló síkok szögértékeit, amelyeket a 2. sz. példa ábrájáról olvashatunk le. A szögértékek bevitelé után a rendben (OK) gombbal előállítjuk az első ablak égboltra vetített képét. A műveletet a második ablak esetében is az új takarás parancssal végezzük. Hibásan bevitt adatot a törlés gombbal távolíthatjuk el. Bármilyen további nyílások képeit azonos lépésekkel állíthatjuk elő. A vetítéshez azért választottuk a határolósíkokat, mert a nyílás körvonala egyszerű, s így érjük el az eredményt a legrövidebb idő ráfordítással.



2.SZ. PÉLDA



4. ába. A „V” vizsgálati pontból látható égbolti térbeli képe

A feladat megszerkesztésénél nem a kivágás, hanem a kitakarás utasítást használtuk, s ebben az esetben az ablakok égre vetített képei kitöltéssel jelentek meg.

ERKÉLY AZ ABLAK FÖLÖTT, VETÍTŐSUGARAK HASZNÁLATA (3. PÉLDA)

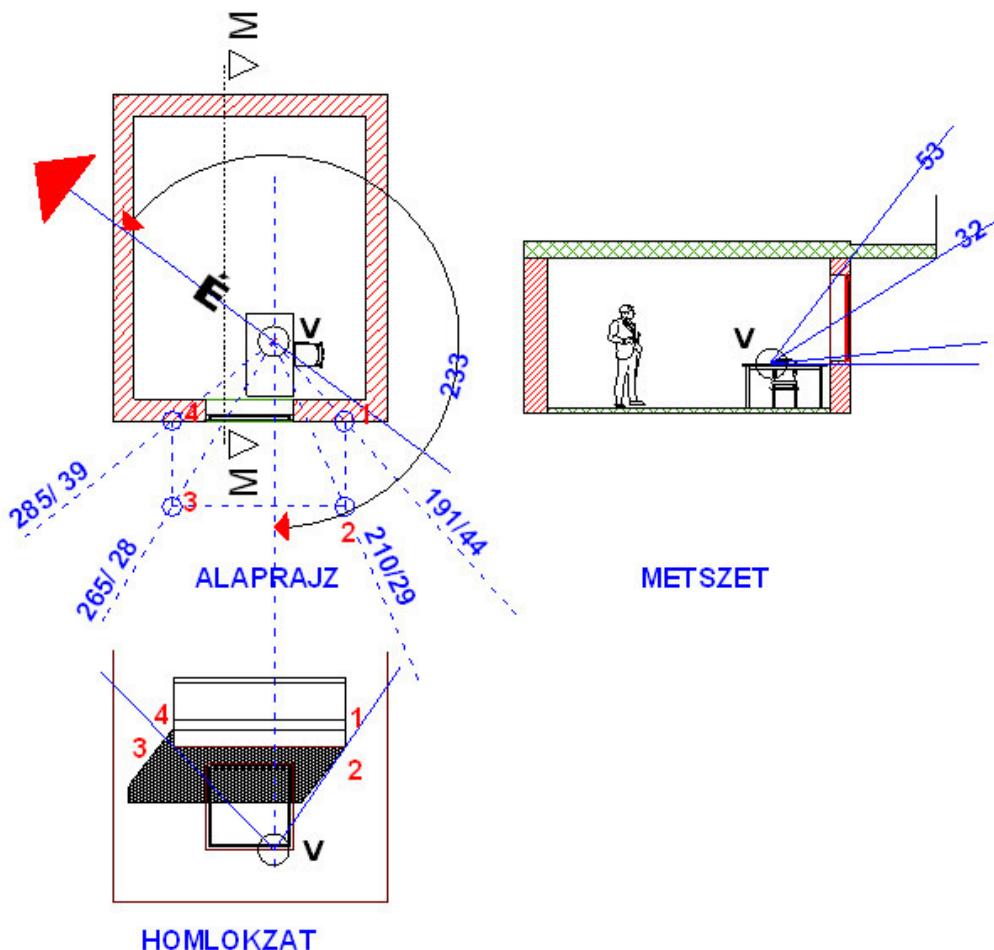
Épületeken gyakran alkalmaznak erkélyt, vagy egyéb, az ablakot beárnyékoló épülethez kötött elemet, például kiszögelő párkányzatot, ereszeket stb. Ezeknek az elemeknek kedvezőtlen hatása van a helyiségek természetes megvilágításra, mert az égboltnak jelentős hányadát elfedik a fény elől. A megvilágítás szempontjából negatív hatásuk különösen abban nyílvánul meg, hogy az égbolt nagymagasságú felületeit fedik el, ahol a legnagyobb a fénysűrűség. Ezzel szemben a fénysűrűség a legalacsonyabb a horizont környezetében és a maximum a zenitnél alakul ki. A zenitfelület eltakarása előnytelen a megvilágítás minősége szempontjából.

Példánkban újra a már ismert helyiséget használjuk azonos ablaknyílással, azzal a különbséggel, hogy föléje egy erkély helyeztünk. Ezáltal jól érzékelhető lesz az erkély fénycsökkenő hatása. Az erkély égre vetülő képének megszerkesztés az alábbi lépésekkel áll.

A szoba ablakának nap-diagramma rajzolt képét az előzőek szerint, síkok segítségével, az erkélyét azonban vetítő sugarakkal szerkesztjük meg, csupán annak érdekében, hogy ezt a módszert is bemutassuk.

A képzeletbeli vetítő sugarakat átvezetjük az árnyékot adó tárgy sarokpontjain. Ahol ezek a sugarak kidőlik az égboltot, ott jelenik meg a vizsgált árnyékvető alakzat égi mása. Ezeket a döfés pontokat összekötve kirajzolódik a körvonal égre vetített képe.

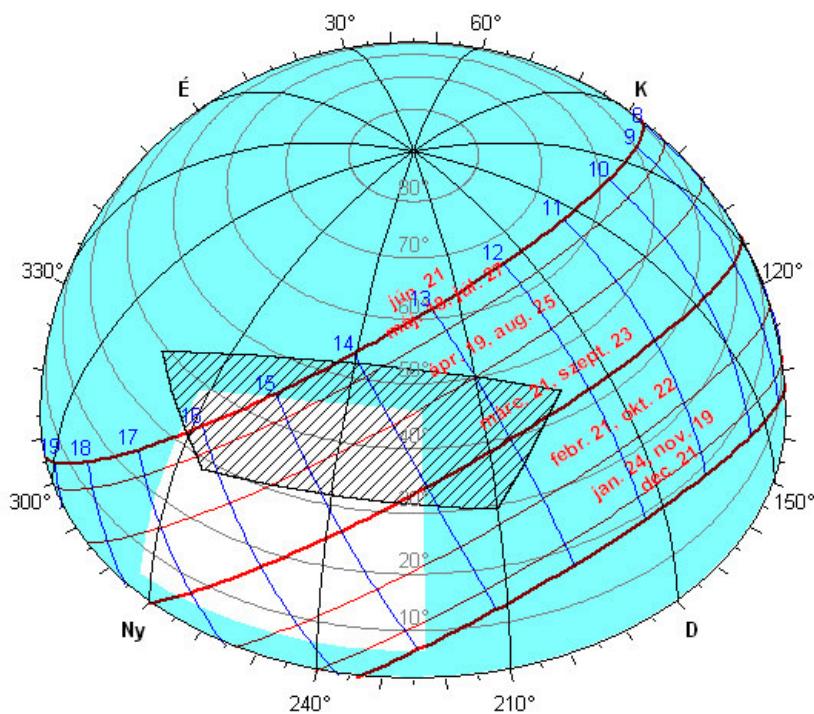
A vetítő sugarakat a 3. sz. példán szaggatott vonalakkal jelöltük ás minden egyes sugárhoz csatoltuk az azimút / szögmagasság értékeit.



3.SZ. PÉLDA

A vetítő sugarak kiinduló pontja a „V” vizsgálati pontban van. Ebből a pontból csak az ablak fölötti erkéylemez alsó éle látható, tehát ez árnyékolja el az égboltot az üvegfelület elől. Ez az árnyékvető idom, vagy az árnyékot vető körvonallal. Ennek négy sarokpontját 1-től 4-ig számokkal láttuk el. Ezekben a pontokon átvezetett, a „V” vizsgálati pontból induló képzeletbeli sugarak nyomvonalait az ábrán szaggatott vonallal jelöltük, amelyekre ráírtuk ezek azimút és / magassági szögeit. Az előkészítő munka után a **SUNARCH** program új takarás parancsával a pontokkal megadott szerkesztést választjuk. A kinyíló ablakba sorrendben bevisszük a pontok listáját, azaz a vetítő sugarakhoz tartozó szögértékeket. A vetítő sugár vízszintes vetületi szögét megadhatjuk északtól mérve azimútszögben, vagy erre a vetületre emelt merőlegesnek, a vetítősugár normálisának szögével, amely azimút+ 90°. Amelyik a kényelmesebb, de a használt szögértékhez be kell kapcsolni a megfelelő opciót azimútban vagy a sík normálisához relatív gomb valamelyikét.

Egy-egy szögpár beírása után a felvesz gombbal be kell vinni az adatokat. A körvonal mintázatot példánkon eltérőnek vettük fel, hogy jól látható legyen a szoba ablaka fölötti vetülő, az erkély árnyékvető idoma, amely alaposan lecsökkenti az ablak által egyébként bebocsátott fénymennyiséget, hiszen az ablaknyílás csaknem felét elfedi. Ennek látszólag előnye is lehet, mert május-augusztus között bizonyos védelmet is nyújthat. Azonban nem szabad megledekezni, hogy ez az erkély az év egyéb szakában is kirekeszti a napfényt a helyiségből akkor is, amikor már igen nagy szükség lenne rá – nem csak a látás elősegítésére, de főleg fotóbiológiaiak, szervezetünk hormontermelése érdekében.



5. ábra. Ablak fölötti erkély árnyékoló hatása

A fentiekből következik, hogy árnyékolás céljára az épület elő kiszögelő, nem elmozdítható erkélyek, lemezek, ereszek negatívan szabályozzák a helyiségek természetes megvilágítását. Ugyanis nem csak a direkt benapozást zártják ki azokban az időpontokban, amikor a nappálya szakasza takarásba kerül, hanem a szort sugárzást is csökkentik olyan mértékben, amilyen felületi arányban letakarja az égboltot. Ebben az a kedvezőtlen, hogy minden esetben az égboltnak a nagyobb szögmagassághoz tartozó felületek kerülnek takarásba, ahol a fénysűrűség nagyobb, mint az alacsonyabb égbolt magasságokban.

NAPSUGÁR BEESÉSI SZÖGEINEK LEOLVASÁSA (4. PÉLDA)

Nem elegendő megállapítani, hogy napfény éri-e és milyen időtartamban az üvegezés felületét, mert a napfény **beesési szögének** értéke döntően meghatározza a benapozottság hasznosságát. Ha ugyanis nagyon lapos szögben éri a fény az üvegezés felületét, akkor nagyobb hánnyada visszatükröződik, mint amennyi áthalad rajta. A legnagyobbrégi mennyiségek fény az üvegezésen akkor halad át, ha a közvetlen napsugarak merőlegesen érkeznek az üvegezés felületére. A beesési szögek növekedésével a transzmisszió lassan csökken és a reflexiós hánnyad növekszik. A 60° beesési szögértéktől a reflexiós hánnyad rohamosan növekszik, a transzmissziós pedig rohamosan csökken.

Célszerű megjegyezni, hogy már hatvan fokos beesési szög esetén is a fénynek csak mintegy harmada jut át az adott üvegezésen, de hetven fok fölött már szinte elenyésző a fény transzmissziója, úgy, hogy túlmelegedés vizsgálatnál, vagy megvilágítás tanulmányozásánál a hetven fok fölötti benapozottságot figyelmen kívül lehet hagyni, mert ez nem tekinthető sem hasznosnak, sem túlmelegedést okozónak.

A szort sugárzásnak – mint a nevéből is következik – nincs meghatározott iránya, ezért a szort fény mennyiséget csupán az határozza meg, hogy mekkora égboltfelületet „lát” az üvegezés.

A fentiekből következik, hogy a tervezés idején szükséges megismerni a vizsgált üvegfelületre érkező fénysugarak beesési szögét. A **beesési szöget** a vizsgált felületre emelt merőlegestől, a felület **normálisától** szögfokokkal mérjük.

A térfelületek szögek útvesztő és bonyolult kiszámítását elkerülendő, a **SUNARCH** program közvetlen grafikai eszközt kínál bármely térfelület sík beesési szögeinek leolvasásához. A beesési szögmérő egyesíthető a nappályákkal ha bekapcsoljuk a beesési szög vonalak és értékeit a megjelenítési opciókban.

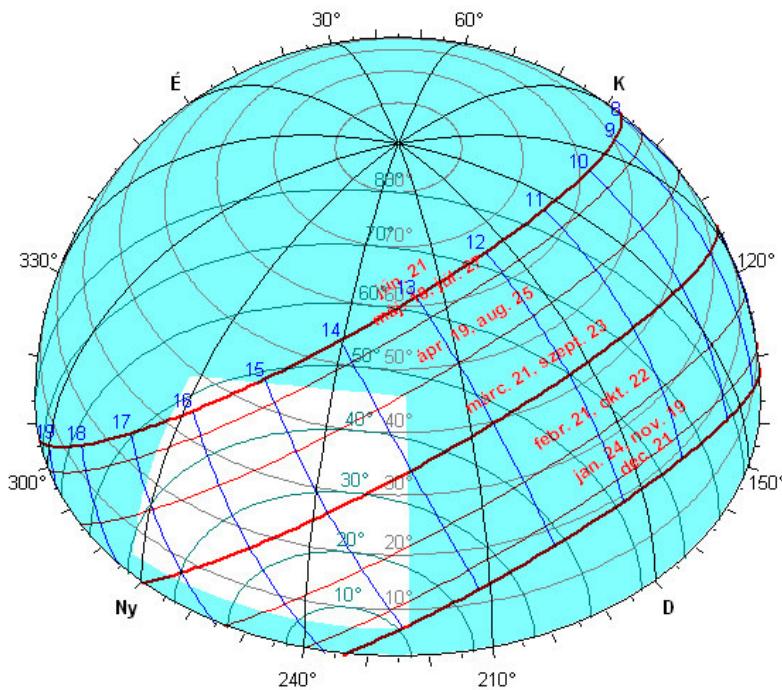
A **beesési szög** mérésre szolgáló ábra közös központú körök sorozatából áll, amely úgy keletkezik, hogy egy virtuális félgömböt, amely alapkörével a vizsgált felület síkján fekszik, a síkkal párhuzamos síkokkal egymástól 5° és 10° szögtávolságokban elmeteszünk. Ezen körök mentén találjuk az adott sík beesési szögeit. A beesési szögtávolságokat mérő körök, vagy körszegmensek között interpolálhatunk, ha a beesési szöget nagyobb pontossággal kívánjuk meghatározni.

Ha egy adott üvegfelületre érkező fénysugár beesési szögeit akarjuk leolvasni, akkor a beesési szögmérő síkját a vizsgált üvegfelület tájolásával és dőléssével megegyező térfelület helyzetbe kell állítanunk.

A nézet adatok megadása, módosítása ablakban, a metszősík azimútja és hajlásszöge mezőkben kell beírnunk a megfelelő szögértékeket. Ezzel a szögmérő automatikusan a helyes irányba áll. Ezután tanulmányozhatjuk a beesési szögeket.

A beesési szögmérő használatát az 1. sz. példánk felhasználásával mutatjuk be, amelynek végeredményét a 6. ábrán lehet megtekinteni. Ha a szögmérő programot bekapcsoljuk és a vizsgált ablakkal azonos térfelületre forgatjuk, tehát a **beesési szögmérő** tájolása és a hajlási szöge is egyezik az ablakéval, akkor a beesési szögek az ablak égboltra vetített körvonalán belül a **benapozást** nyújtó látszólagos nappálya vonalakkal együtt tanulmányozhatjuk.

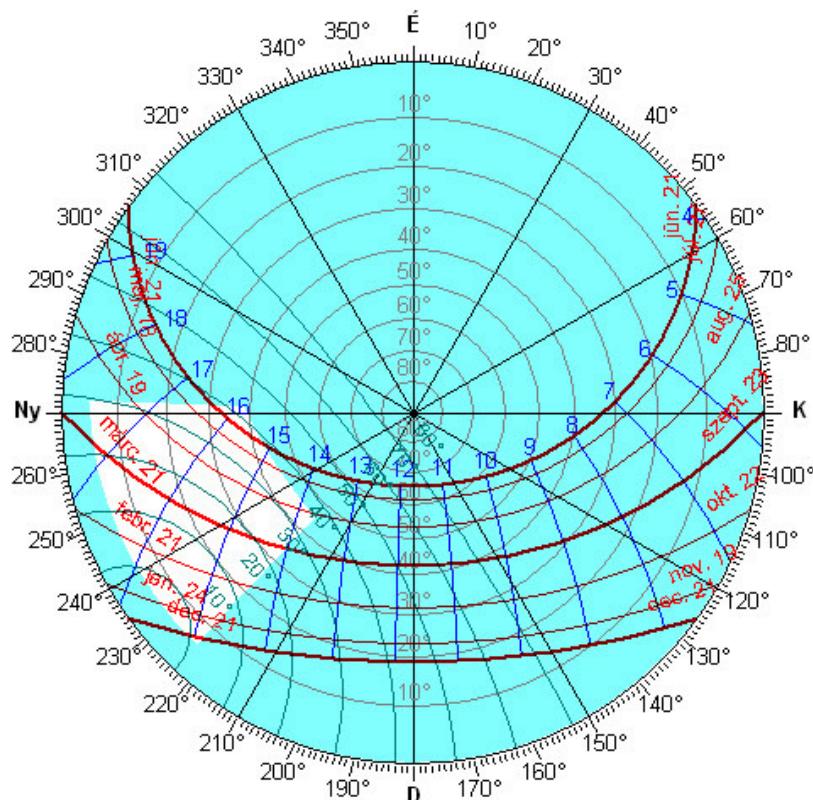
Mint látható az ablak tájolása kedvező, mert amikor közvetlen napfény éri, akkor a napsugarak a téli-őszi hónapokban is meglehetősen meredeken érik az üvegezést, tehát nagy mennyiségek fény juthat a szobába, bár a megvilágítási időtartam hossza csekély. Nyáron még mindig meredek szög alatt érkezik a közvetlen napfény és augusztusban akár a három óra időtartamot is eléri a benapozás, azonban a délutáni órákban már hanyatlak a **besugárzás** ereje, ezért a helyiség nagyobb túlmelegedésére nem kell számítani.



6. ábra. A szoba ablakára érkező napsugár beesési szögeinek tanulmányozása

A beesési szögmérő vonalainak színe megválasztható a program beállítások | diagramok tulajdonságai alatt. Ugyanitt a vonalak sűrűségét is megadhatjuk.

A program lehetővé teszi az égboltra vetített ablak, a nappályák és a beesési szögmérő együttes ábrázolását sztereografikus vetületben is.



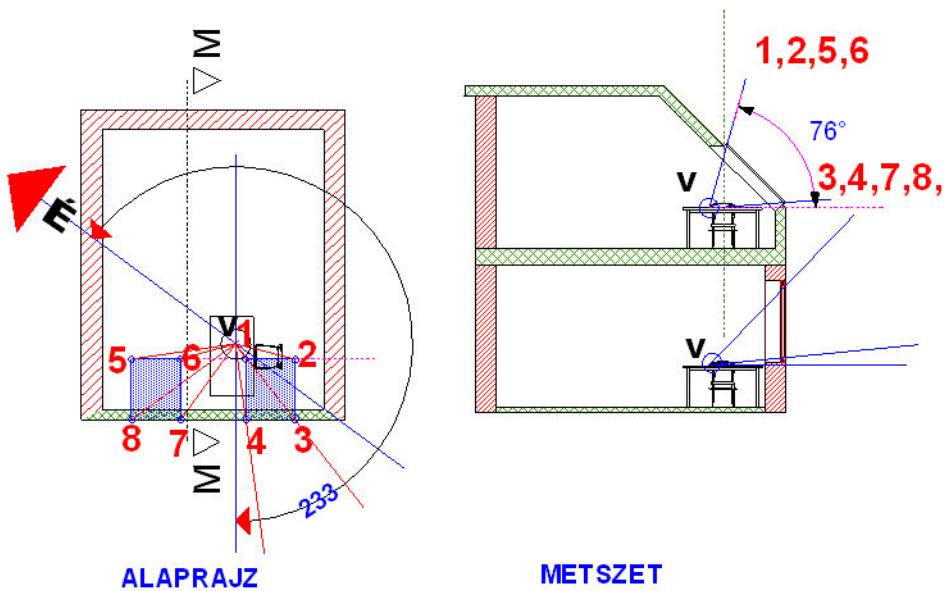
7. ábra. Beesési szögmérő használata sztereografikus vetületben

TETŐTERI ABLAKOK (5. PÉLDA)

A tetőterek beépítése gazdaságos építészeti megoldás a költségek szempontjából. Ezért gyakori a tetőterek utólagos beépítése és a tetőter beépítéses új épületek létesítése is. Az 5. példa tetőteri ablakok benapozásának tervezési menetét ismerteti. A példa alkalmas a ferde síkban fekvő, bármilyen körvonalú nyílás benapozás szerkesztésének bemutatására.

Két módszer közül választhatunk. A vizsgálandó nyílás égre vetített körvonalának képét síkokkal, vagy vetítősugarakkal szerkeszthetjük meg. Vetítő síkokat akkor célszerű alkalmazni, ha a síkok térbeli helyzetét, nyomvonaluk azimútját és dőlésszögét egyszerűen tudjuk meghatározni. A másik feltétel, hogy a vizsgált homlokzati nyílás körvonalai egyszerű és csekély számú egyenessel legyen határolt.

A 5. példán ábrázolt tetőteri szobának két tetőablaka van. A „V” vizsgálati pont helyzetét az összehasonlíthatóság érdekében nem változtattuk a korábbi példához képest, a munka-asztal közepén vettük fel.



5.SZ. PÉLDA

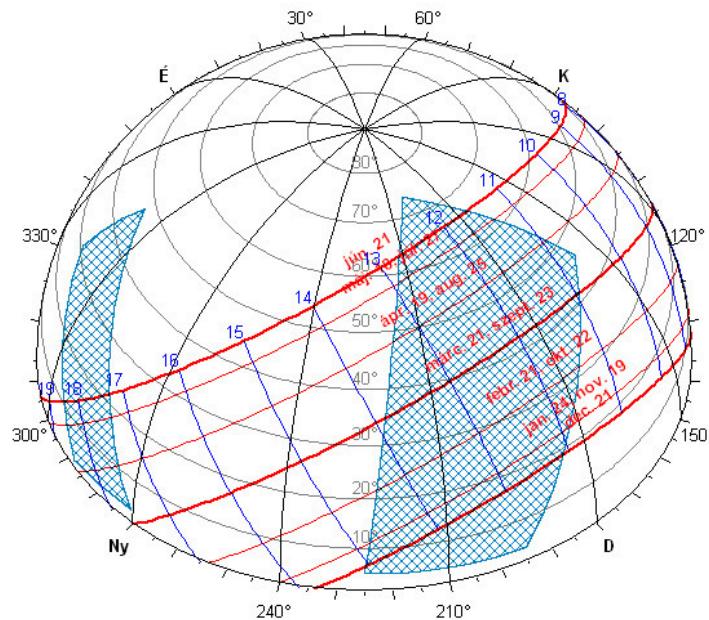
Az ablak körvonalain át a vizsgálati pontból vetítő síkokat is fektethetnénk, azonban ezek térbeli szögeit bonyolult munkával lehetne meghatározni. Ennél jóval egyszerűbb a munka, ha az ablakok sarokpontjain át, a „V” vizsgálati pontból vetítősugarakat bocsátunk az égboltra, s ahol ezek átdöfik azt, ott kirajzolódik a tetőablakok égre vetített képe.

A vetítősugarak azimútjai lemérhetők az alaprajzról. Magassági szögei könnyen kiszámíthatóak. Azonosítás céljából a sarokpontokat megszámoztuk. A vetítősugarak azimút és magassági szögei az alábbiak:

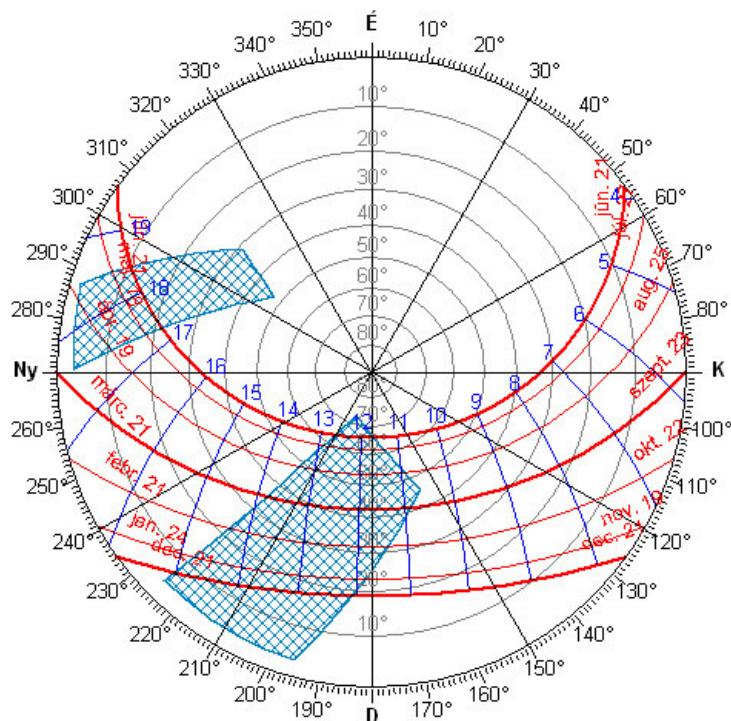
Sorszám	Azimut	Magasság	Sorszám	Azimut	Magasság
4	225°	4°	8	287°	2°
3	195°	3°	7	270°	3°
2	157°	46°	6	308°	48°
1	200°	74°	5	314°	31°

A feladat megoldásához az égboltra vetítve menüt választottuk és a sík normálisának azimútját 250° állítottuk, hogy az eredmény jól áttekinthető legyen. A takarás megadásakor a megjelenítéshez választhatjuk a kitakarás, vagy kivágás opciót is.

A vetítősugarak adatait az órajárással egyező irányú sorrendben kell bevinni a táblázatba.



8. ábra. Két tetőablak égre vetített képe térbeli ábrázolásban

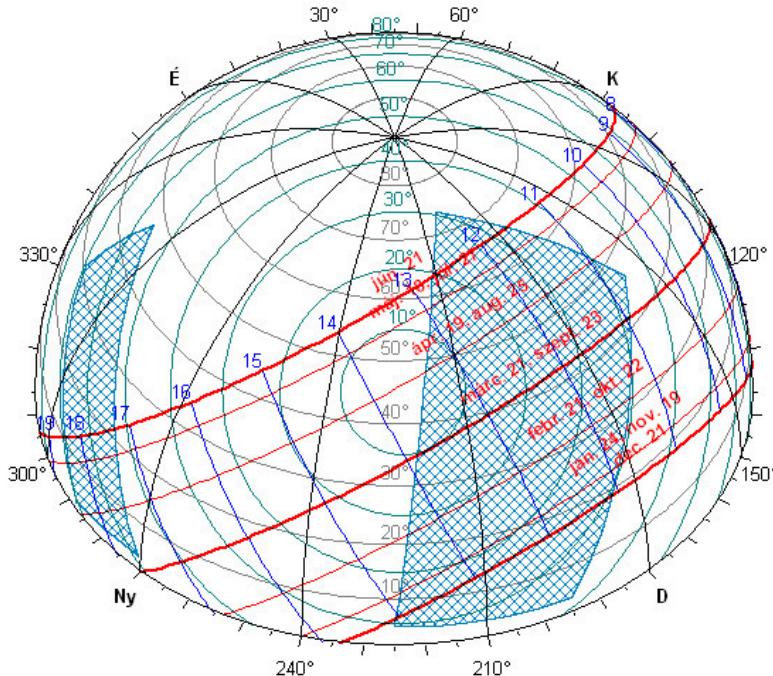


9. ábra. Két tetőablak égre vetített képe sztereografikus ábrázolásban

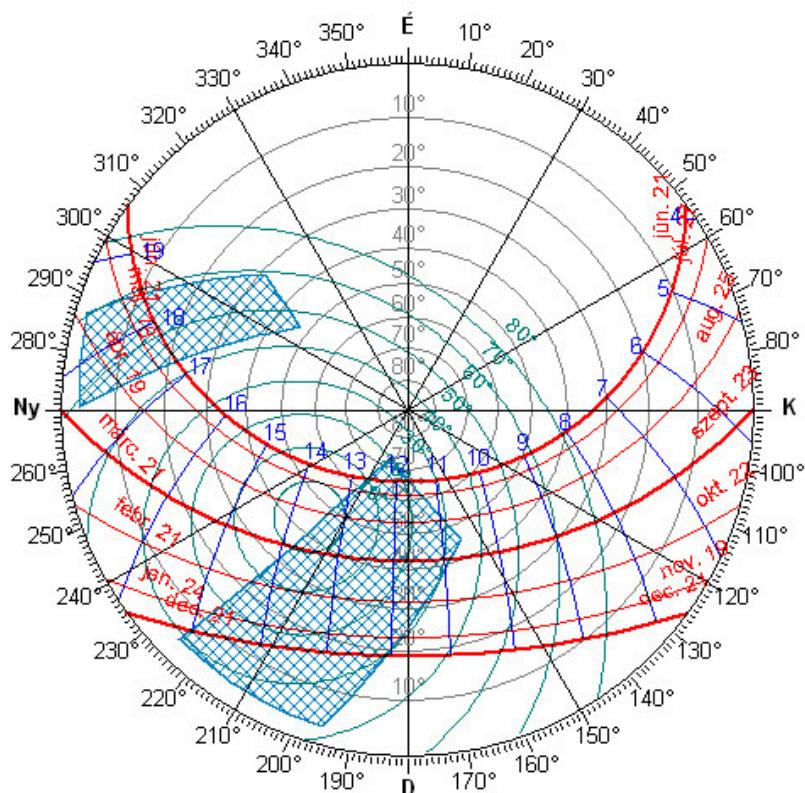
Mint a végeredményből jól látható, a vizsgálati pontra nézve a benapozottság tekintetében csak a nyári időszak késő délutáni óráiban juthat többlet közvetlen napfény az asztalra. De ha ez a vizsgálat a tervezés stádiumában készülne, akkor, megismerve a benapozottságot, a tervező módosíthatná a tetőablakok helyzetét. Például az egymás közötti távolság szűkítésével a vizsgálati pontra egyre több közvetlen napfény juthatna és a benapozottság időpontja is kedvezőbb napszakra tolódhatna. A **SUNARCH** programnak elsődleges célja, hogy a benapozottság még a tervezés állapotában megismerhető legyen és célszerű döntések születhessenek a jobb, benapozottság érdekében.

Az üvegezés átbocsátó képességéről akkor kapunk megbízható tájékoztatást, ha megismerhetjük, hogy a direkt napsugarak milyen beesési szögek alatt érik az üvegezés felületét.

Ehhez be kell kapcsolni a beesésiszög vonalak és értékek opciót. A beesési szöget a vizsgált síkra emelt merőlegestől mérik, ezért a szögmérőt a vizsgált síkkal megegyező térbeli helyzetbe kell forgatni. A példánkon látható tetőablakok tájolása azimút 223° , lejtésszöge 45° . Beállítás után az ábrán megjelennek a beesési szögek értékeit jelző koncentrikus körök. A merőleges napsugár a körök középpontjában éri el az üvegfelületet, s onnan kifelé tágulva tízfokonként növekszik a folyamatos vonallal rajzolt körök mentén.

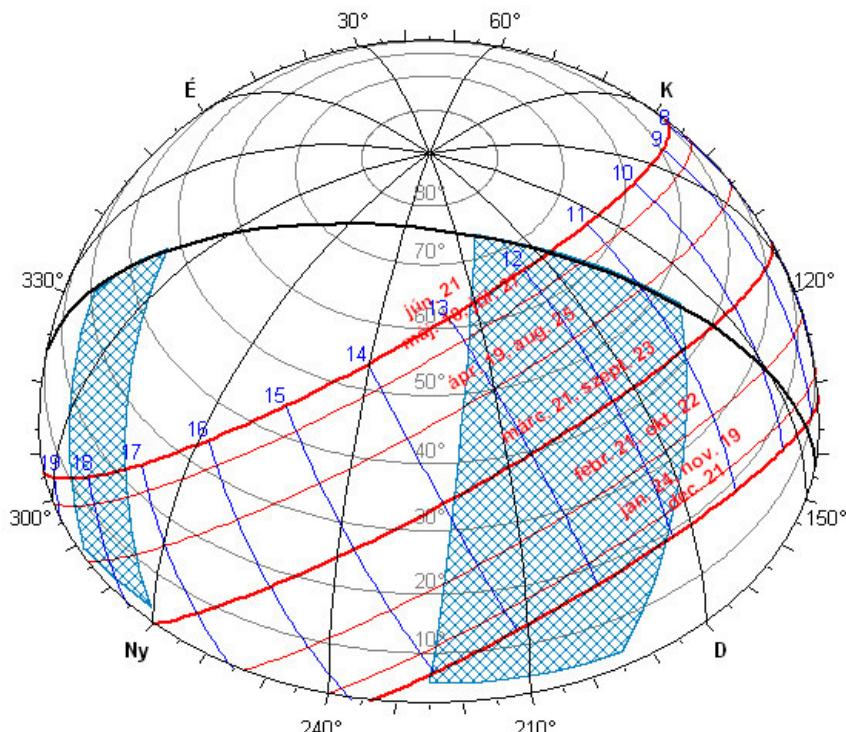


10. ábra. Beesési szögmérő alkalmazása térbeli ábrázolásban



11. ábra. Beesési szögmérő alkalmazása sztereografikus ábrázolásban

A szerkesztés helyességének ellenőrzésére célszerű a metszősík menüt bekapcsolni és ellenőrizni a térbeli geometriát. Az asztalon felvett V vizsgálati ponton és az ablakok szemöldökvonalaán egy sík vehető fel, amelyben minden elemek elhelyezkednek. Következésképpen, ha egy olyan metszősíket veszünk fel, amelynek szögei megegyeznek, azaz azimútja 53° és hajlásszöge pedig 76° - mint ezt a metszeten szerkesztett sík hajlásszöge is mutatja, akkor a metszősík nyomvonalának egybe kell esnie az ablakszemöldökök diagrammi képével. Ezt szemlélniük a 12. sz. ábrán, ahol a metszősík égbolti nyomvonalá fekete vastag vonallal van ábrázolva.

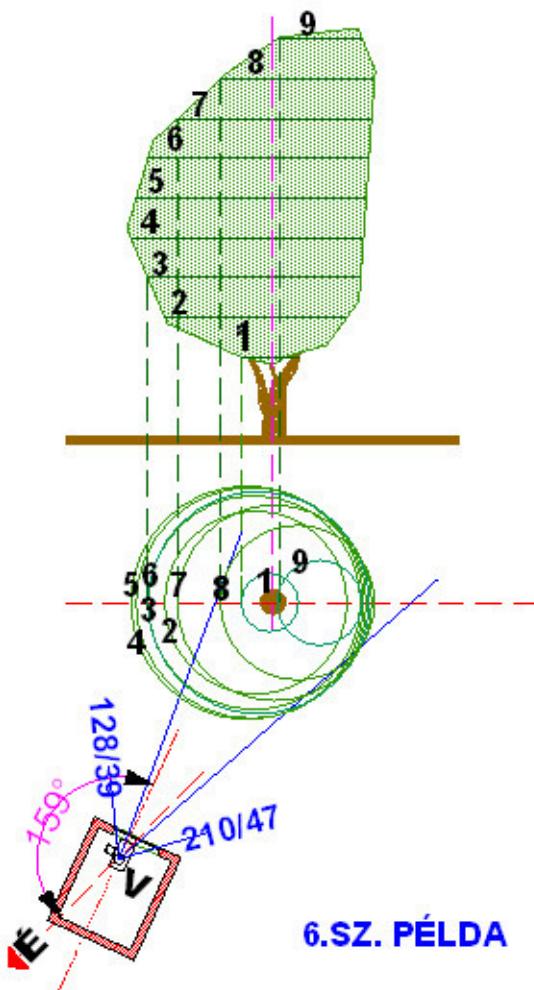


12. ábra. A szerkesztés ellenőrzése metszőszíkkal. A szerkesztés helyes, ha az ablakok szemöldökei ennek nyomvonalán fekszenek

SZABÁLYTALAN KÖRVONALÚ TÁRGY ÉGI KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE (6. PÉLDA)

Épületeink környezetében elhelyezkedő tárgyak, amelyek egy választott vizsgálati pontból az égbolt kisebb nagyobb felületét eltakarhatják, sok esetben semmilyen szabályosságot nem mutatnak, amelyek körvonalrajzai egyenesekből tevődne össze és vetítő síkokkal égi vetületük viszonylag egyszerűen megszerkeszhető lenne. A **SUNARCH** program bonyolult, szabálytalan körvonalú tárgyak égi képének megszerkesztésére is kínál eljárást.

A szabálytalan körvonalú tárgyat égi vetületben megszerkeszhetjük, ha azokat vízszintes, egymástól egyenlő magasságban elhelyezkedő síkokkal felszeleteljük, s ezeknek a metszeteknek körvonalait lerajzoljuk. Az eljárás hasonló a térképészetiben használt módszerrel, ahol a nyert metszeteket rétegvonalnak, vagy magassági vonalnak nevezzük.



A 6 sz. példán az ablak előtt álló fa égi képének szerkesztését szemléltetjük. A „V” vizsgálati pontot az ablak előtt álló munkaasztalon vettük fel. Ebből a pontból szemlélve az égboltot felvetítettük az ablak körvonalát, valamint a fa körvonalát az égboltra.

Az ablak kivetítését korábbi példákon már bemutattuk. Most csak a szabálytalan alakzatú fa képének szerkesztését ismertetjük.

Feltételezzük, hogy a fakorona alaprajzi és függőleges vetületei – némi absztrahálással – megrajzolhatóak. Ezután a függőleges vetületi képet egyenlő, ismert magasságokban elszeljük és az így nyert metszetvonalakat, levetítjük az alaprajzra. Feltételeztük, hogy a fa metszetei kör alakúak. A metszeteket megszámozzuk.

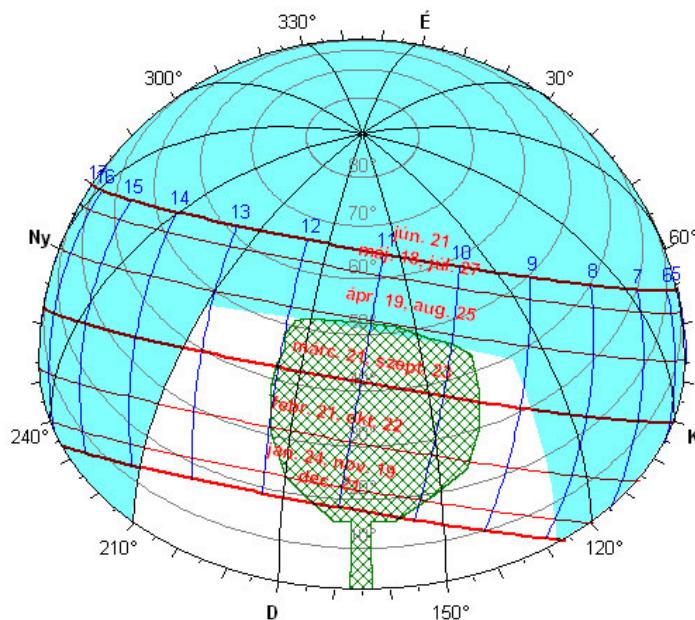
Az előkészítő szerkesztés után a fa körvonalának égi képmását úgy állíthatjuk elő, ha a „V” vizsgálati pontból vetítősugarakat szerkesztünk a vízszintes síkra levetített körvonalrajzok érintő pontjaihoz, amelyek az égbolton döfespontokkal kijelölik a fa égi képét.

A vetítő sugarakat célszerű megszámozni. A vetítősugaraknak meg kell állapítani az **azimút és magassági szögeit**. A szögértékeket könnyebb tájékozódás érdekében ajánlatos táblázatba rendezni, mint azt alább mellékelten bemutatjuk.

Vetítő sugár jele	Magassági szög	Azimut szög α	Azimut szög β
Fatörzs	0	163	167
Fatörzs	15	163	167
1	15	159	170
2	23	144	180
3	30	140	184
4	37	138	186
5	43	137	186
6	46	141	185
7	48	147	186
8	51	155	184
9	52	165	181

Ha a vetítősugarak fenti szögértékeit a számozás sorrendjében bevisszük a pontokkal megadott menü szerinti táblázatba, akkor előállítjuk a fa égi körvonalát, amit a 13 ábrán szemlélhetünk meg.

Látszólag hiányzik a fa csúcsa az ábráról. Ez az eltérés abból adódik, hogy a vizsgálati pont olyan közel esik, hogy onnan a valóságban sem lehet a fa csúcsára rálátni, mert körvonalként a 8-as kör jelenik meg. Ilyen esetben a példán látható 8-as számmal jelzett réteg-körvonalon a két szélső érintési pont helyett további közbenső pontok felvételével a valóságot egyre jobban megközelítő eredményt kaphatunk. A valóság minél jobb visszaadása a vetítősugarak besűrítésével fokozható.



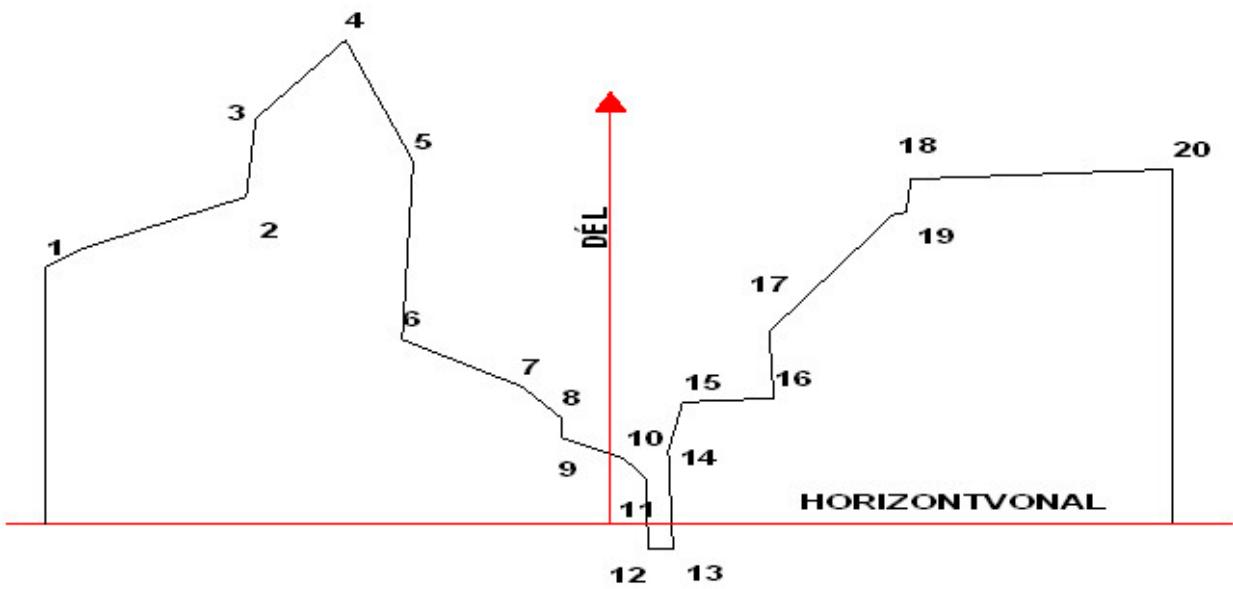
13. ábra. Szabálytalan tárgyak égi képének szerkesztése

UTCAKÉP SZERKESZTÉSE (7. PÉLDA)

Sokszor lehet feladatunk egy kiválasztott pont benapozottságának vizsgálata. A választ úgy adhatjuk meg, hogy a környező tárgyaknak a vizsgált pontból látható körvonalát megszerkesztjük és a nappálya diagramm virtuális égboltjára vetítjük. Ilyen feladat megoldását mutatjuk be az alábbiakban.



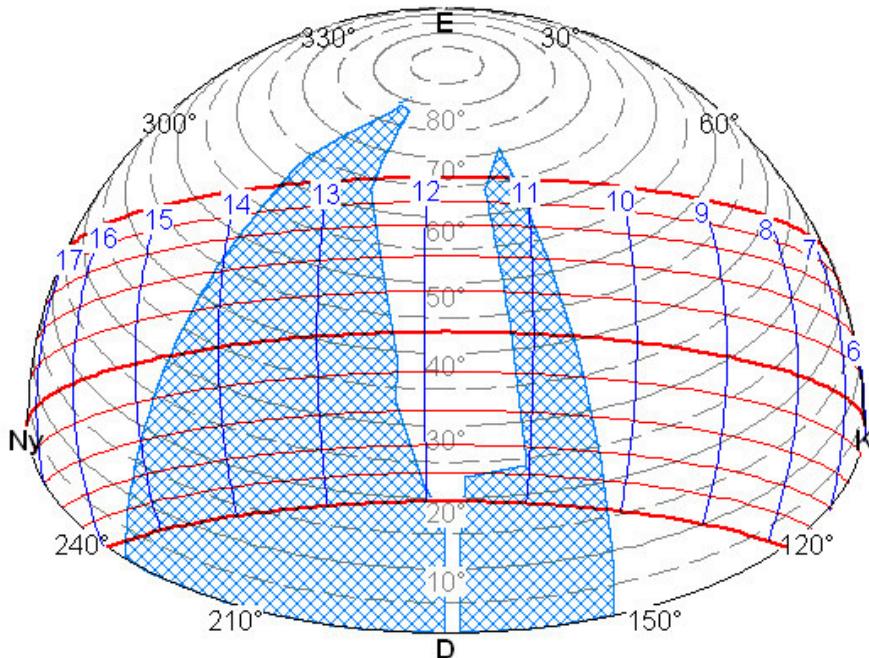
14. ábra. Utca távlati képe



15. ábra. Utca távlati képének körvonalrajza

Egy helyiségből kitekintve a 14. ábrán látható utcakép jelenik meg. Ezt a képet akkor tudjuk előállítani, ha a vizsgálati pontból látható épületek térbeli elhelyezése ismert és programunkkal megrajzolható. A szerkesztés második lépése az épületek körvonalának megrajzolása, a körvonal pontjainak beszámítása. A körvonal pontokat az alaprajzon is

azonosítani kell, mert minden pontnak elő kell állítani az azimút és égbolt magassági szögét. Ezt a műveletet célszerű táblázat segítségével elvégezni. Miután a körvonal pontjainak szögértékei ismerté válthat A **SUNARCH** program új takarás nyomógombot megnyomva, a takarás adatok megadása párbeszéd ablakban az azimút és magassági szögértékeket betáplálva felrajzolhatjuk az utcakép égre vetített képet. Lásd a 16. ábrát.



16. ábra. Az utcakép égre vetített képe

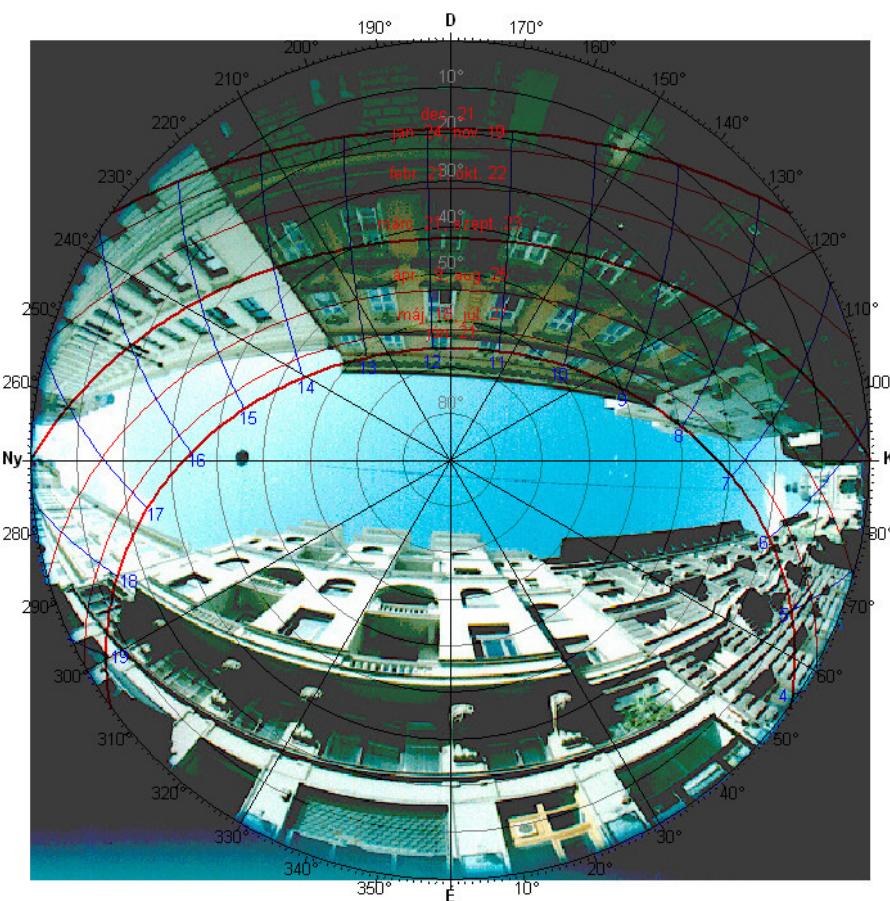
A szögértékek bevitelénél ügyelni kell az egymás utáni sorrendre. A horizont vonalról induló körvonal pontoknak égbolt magasságaként 0,00 szögértéket kell megadni. Ugyanígy kell eljárni a horizont vonal alá nyúló, negatív szögértékek esetében is. Ha a körvonal több darabból áll, akkor minden indulási és érkezési pont égbolt magassági szögértéke zérus legyen. A horizont vonal magassága egyezik a „V” vizsgálati pont térbeli helyzetével, illetve ennek magassága választható a cél szerint.

A 16. ábrán a nappálya dátumait kikapcsoltuk, hogy ne zavarja a megszerkesztett körvonal megjelenését. Bármelyik opció be- és kikapcsolható szükség szerint.

SZABAD ÉGBOLTKÖRVONAL SZERKESZTÉSE FOTÓELJÁRÁSSAL (8. PÉLDA)

Szabad égboltkörvonalat fáradtságos szerkesztő eljárás nélkül is elő tudunk állítani a SUNARCH programmal, ha egy 180 fokos látószögű, úgynevezett halszemlencsével készítünk felvételt az általunk választott vizsgálati pontból.

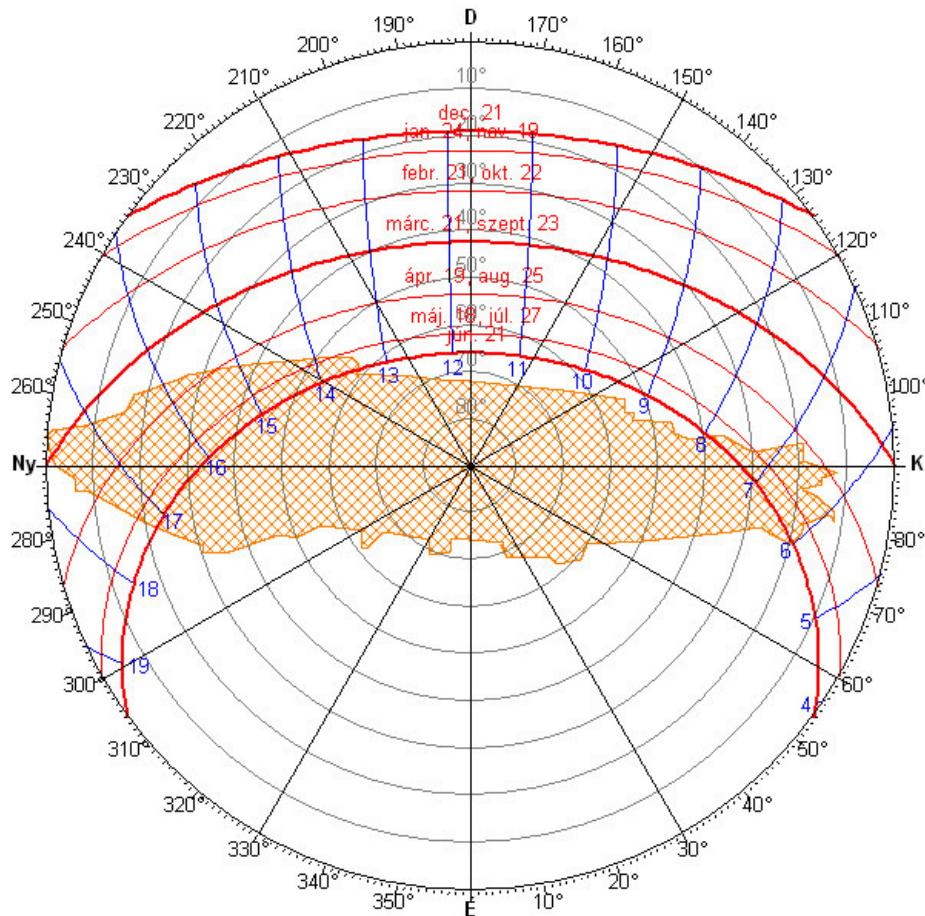
Mint előző példánkból látható – bár a környezet körvonala ebben az esetben még nemis túlságosan összetett – a szabad égbolt körvonal kiszerkesztése bonyolultabb alakzatok esetében, növényzettel fedett környezetben rendkívül időigényes munka lehet. Ezt a fáradtságot elkerülhetjük, ha lefényképezzük az égboltot. A felvételkor a fényképezőgép fókuszát a választott vizsgálati pontban kell elhelyezni. Vigyázni kell, hogy a FELVÉTEL KÉPSÍKJA VÍZSZINTES LEGYEN és ismernünk kell az égtáj irányát, azaz **azimút** szögét, hogy később a nappálya diagrammal helyes irányban egyesíthessük a fényképet.



17. ábra. Utca benapozás vizsgálata fotóeljárással

A nézet adatok megadásánál a fotó (halszemoptika) opciót kell kiválasztani. A földrajzi hely adatainak bevitelé után a háttérkép bekapcsolásával megnyitjuk és kiválasztjuk azt az égbolt felvételt könyvtárunkból, amelyet fel akarunk használni. A kép megjelenése után meg kell határoznunk az eredeti képnek azt a kivágását, amit a diagramhoz illeszteni kell. Ezt a kép alsó és felső, illetve jobb és bal szélénél a megadásával lehet. A képen egy pontra kattintva, a feljövő párbeszédablakban tudjuk megadni, hogy az a pont a kivágás melyik szélét határozza mag. Mind a négy oldalról meg kell adnunk a kivágást, amit a program a kép bal illetve felső szélén kis jelekkel jelez is számunkra. Befejezésül az ablak **OK** gombjára kattintva, a nappálya diagramon megjelenik a választott fénykép abban a helyzetben, ahogyan könyvtárunkban el volt mentve. Ezután a diagramot a felvétel irányával azonos égtájba kell állítani a megjelenítés azimútja

rovatba beírva a helyes szögértéket. A nappálya diagram a kép fölött automatikusan a megadott irányba fordul, Lásd 17 sz. ábrát. Ezzel a művelettel leolvasható lesz a fényképről a szabad égbolt körvonal, amit nem fednek el a környezet tárgyai. A megjelenítési opciók alatt ki-be kapcsolva kiválaszthatjuk számunkra azokat a diagrami elemeket, melyre szükségünk van és megváltoztathatjuk az egyes elemek vonalszínét, hogy legjobban olvasható ábrát nyerjünk.



18. ábra. Fotóeljárással nyert szabad égbolt körvonal

A fénykép számunkra érdektelen elemeket is tartalmazhat, és részletgazdagsága akadályozhatja a további benapozást elemző munkánkat, ezért lehetőség van a szabad égbolt körülrajzolására, majd önálló ábrán való megjelenítésre is. Lásd 18. ábrát. Ezt az alábbi műveletsor elvégzésével állíthatjuk elő.

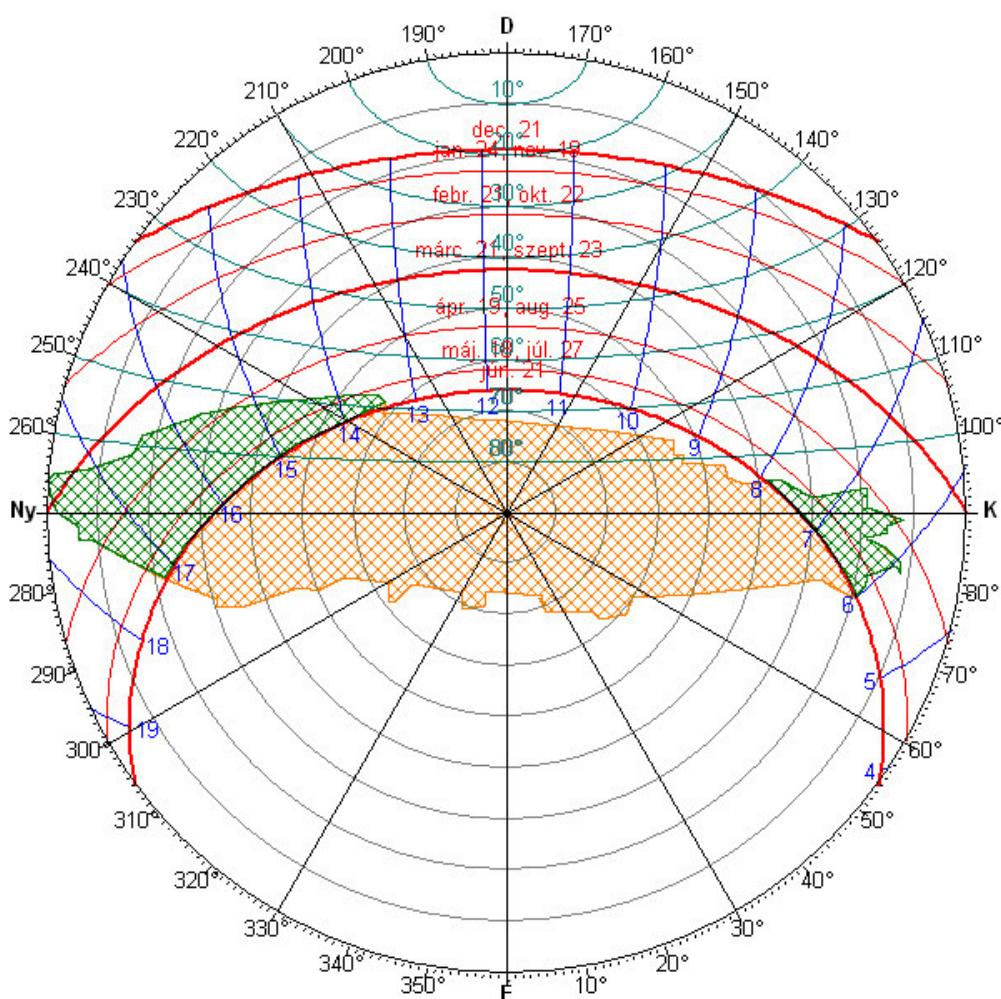
Bekapcsoljuk a pontsorozat funkciót és a szálkereszttel, klikkelésekkel gondosan körülrajzoljuk a szabad égbolt körvonalat. Ezzel egyidejűleg megjelenik egy táblázat, amelyben automatikusan, számszerűen feltűnnek a kijelölt pontok égbolti koordinátái. A kijelölés befejezése után a táblázat alján az új takarás pontokból gombra kikkelve kiválasztjuk a takarás adatok megadása párbeszédablakban a határolás típusát, színét stb. Ha ok gombot választjuk, akkor a felvételen kirajzolódik a kijelölt, eltakart felület a fényképen. Ezután, ha kikapcsoljuk a háttérkép gombját, akkor eltűnik a fényképfelvétel, s csak a nappálya diagram és a megjelölt szabad égboltkörvonal látszik.

Az elkészített diagram segítségével módunk van tanulmányozni az egyes felületekre érkező napsugarak beesési szögeit. Ehhez be kell kapcsolnunk a beesésiszög vonalak és értékek gombot, majd be kell állítani a sík hajlásszögét, amelyre nézve keressük a beesési szögek értékeit. Ha homlokzati ablakok üvegfelületére érkező sugarakat vizsgáljuk, akkor a hajlásszög értékét 180°-ra kell beállítani. Ha pl. az utca dél felé tekintő homlokzatát

vizsgáljuk, akkor a beesési szögmérő azimút irányát 90°-ra kell felvenni. Lásd a 19. sz. ábrát. A jó láthatóság érdekében célszerű előzetesen a diagram tulajdonságai párbeszéd ablakon számunkra legmegfelelőbb beállítást kiválasztani.

A beesési szögmérő beállítása után a szabad égbolt körvonalon belül új takarással kijelölhetjük azt az égbolt felületet is, ahonnan egyáltalán közvetlen napfény érheti a vizsgálati pontot, ahol a fényképezőgép volt elhelyezve felvételkor, amely a 19. ábrán zöld színnel van jelölve. A fényképezőgép helyét, ahonnan a felvétel készült természetesen a nappálya diagram középpontja jelöli. A felvétel az utca szintje fölött 1,50 m magasságból készült.

Mint leolvasható az ábráról, a nappályának csak a zöld felülettel fedett időszakában érheti napsugár a vizsgált pontot. Egyre magasabb szintekről készítve a felvételt a szabad égbolt körvonal fokozatosan kitágulna. Az utca délről tekintő homlokzatát vizsgálva, a zölddel jelzett beesési szögmérőről leolvasható, hogy a napsugár rendkívül meredeken, 78-90° közötti beesési szög alatt érkezik a homlokzatra, amelynek nincsen a lakásokban hatékonysága. Az időtartam pedig rendkívül rövid, a nyári napforduló idejéhez, június 21-hez közelí időre, a kora reggeli és késő délutáni órákra esik.

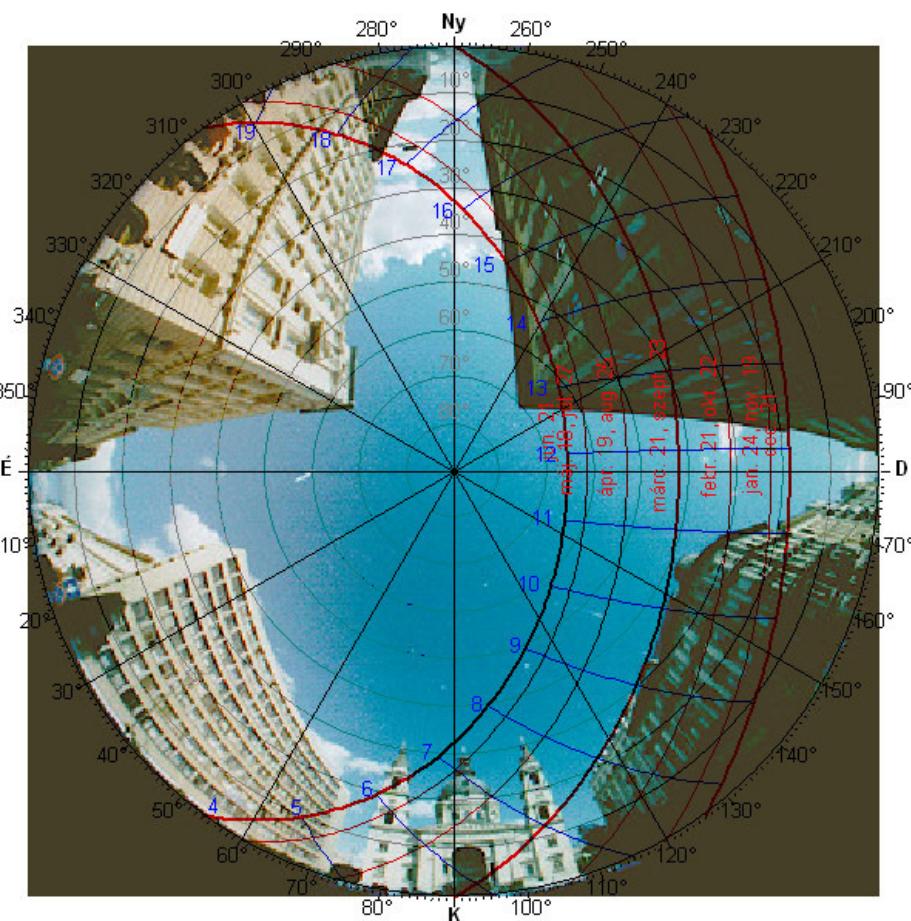


19. ábra. Az utca déli homlokzatának beesési szögei.

ÖSSZETETT ÉGBOLTKÖRVONAL SZERKESZTÉS FOTÓELJÁRÁSSAL

A szabad égboltkörvonal számtalan esetben a bemutatott példához képest lehet sokkal bonyolultabb. A belső udvar égboltkörvonalát négy égbolti pont megadásával is ki lehetett volna szerkeszteni. Ezt a példát csupán a fotóeljárás lépéseiinek ismertetése kedvéért választottuk. A következő példán egy összetett alakzatú égbolt körvonal szerkesztését mutatjuk be.

A példán azt vizsgáljuk, hogy Budapesten, a Szent István Bazilika előtti tér választott pontján a naptári év melyik időpontjában teljesülhet a benapozottság. A fent leírt eljárás szerint beállítottuk a helyi földrajzi koordinátákat és megszerkesztettük a nappálya diagramot. Ezután a választott pontban másfél méteres magasságból, halszem lencsével készített fényképfelvételt a párbeszéd ablak háttérkép gombjával megjelenítettük a nappálya diagram fölött, majd a diagramot a helyes kelet-nyugati irányba forgattuk. Mint látható a fő égtáj irányok a diagramon tükrökében jelennek meg, mert a fényképezőgép lencséje alulról fölfelé nézve rögzíti a képet, a szokásos nappálya diagramok viszont fölülről lefelé tekintve szerkesztik az égboltot.

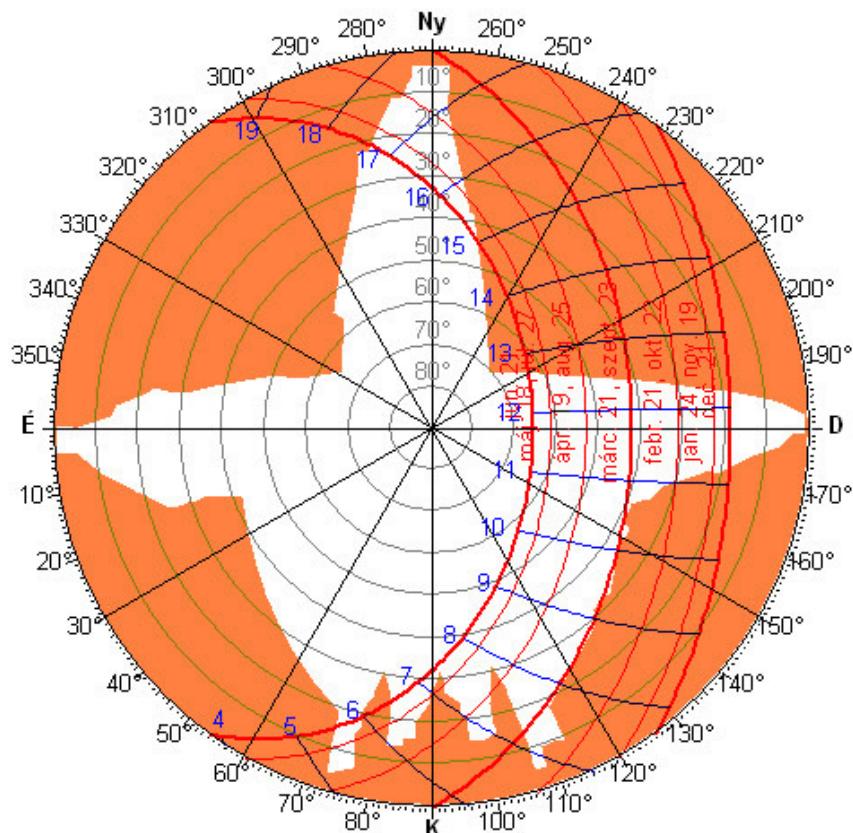


20. ábra. Összetett környezet benapozásvizsgálata

Mint látható a 20. ábrán a fénykép takarásában a nappályák értékei nem, vagy nehezen olvashatóak. Ezért célszerű a szabad égbolt körvonalat megrajzolni a pontsorozat, új takarás a pontokból eszközzel. A keresett égbolt körvonal valóság hűsége attól függ, hogy hány pontot veszünk föl, s ezeket milyen gondossággal jelöltük meg.

A 21. ábra a fenti halszemlencsével készített fénykép környezeti tárgyainak égbolti körvonalát mutatja körülrajzolás után. Pontos eredmény érdekében célszerű nagyobb gondosságot fordítani a körvonal pontjainak kijelölésére ott, ahol ezek nappályákkal fedett területen helyezkednek el. A pontos körberajzolást elősegíti a kinagyítás lehetősége. A párbeszédblakban az ábra mérete rovatban a legkedvezőbb méretre nagyíthatjuk a felvételt.

Ajánlatos az ábra elkészítésénél a párbeszéd ablakban a kitakarás menüt választani a kivágás helyett, mert ez jobban tükrözi a fényképen látható valóságot. A nappálya diagram és az eltakart égbolt vonalas megjelenítése alkalmasabb a további műveletek elvégzésére, mint a fénykép. A párbeszéd ablak megjelenítési opciók ki-be kapcsolásával célunknak a legkedvezőbb ábrát állíthatjuk elő.



21. ábra. Szabad égbolt körvonal szerkesztés fénykép alapján

NAPKOLLEKTOR HATÁSFOKÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA BEESÉSI SZÖGEK ALAPJÁN

A beesési szögmérő használata különösen hasznos lehet napkollektorok tájolásának optimalizálásakor. Ugyanis a napkollektor akkor nyújtja a legmagasabb teljesítményt, ha a napsugarak a ciklusidő alatt minél hosszabb időtartammal a merőleges beesési szöget a lehető legjobban megközelítve érhetik a felületét.

Ciklus időnek a naptári évnek azt a szakaszát nevezik, amely időszak alatt a kollektor az elérődő cél szolgálatában van. Más a ciklusideje egy camping, vagy szabadtéri uszoda kiszolgálására, avagy a háztartási melegvíz előállítására telepített napkollektornak. Kempingben inkább csak a nyári hónapokban van szükség melegvíz szolgáltatásra, viszont háztartásokban egész évben. A teljesítmény várható optimumát akkor tudjuk felmérni, ha megvizsgáljuk milyen tájolás és dőlésszög mellett esik a leghosszabb nappálya szakasz a 0-30 fokos beesési szögek zónájába.

A 22. ábrán egy budapesti napkollektor beesési szögeinek alakulását mutatjuk be, ha a földrajzi szélesség $47^{\circ} 30'$, a kollektor síkjának azimútja 210° és dőlése 40° . Az ábrán a zöld színnel fedett terület az égboltnak azt a felületét fedi, amit a kollektor dőlésszöge miatt „nem láthat”, tehát onnan nem is érkezhet sugárenergia a kollektor felületére sem direkt, sem szort sugárzás formájában.

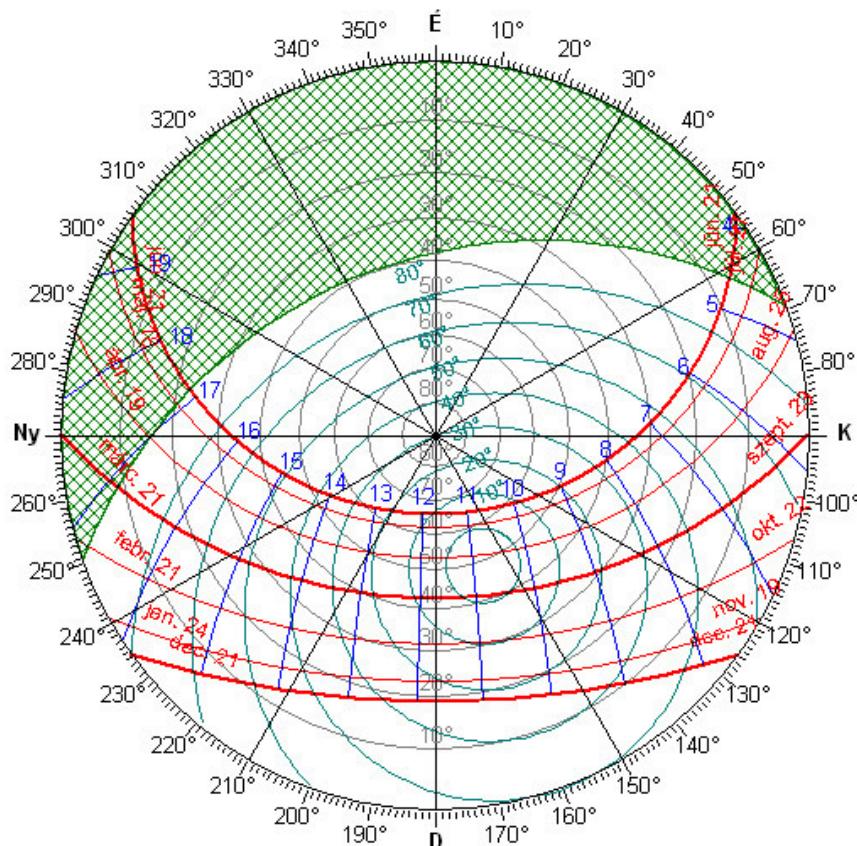
Az épület ereszvonalának tájolása, tetősíkja adott volt, tehát a kollektort nem lehetett elforgatni kedvezőbb, déli irányba. A kollektor háztartási melegvíz készítését szolgálja. A helyi adottságban belül a dőlésszöge volt bizonyos határok között változtatható.

Elméletileg a földrajzi hely napéjegyenlőségi nappályájára, esetünkben $42^{\circ}30'$ -re kellene a 0° beesési szöget tájolni, hogy az évi 23° -os +- deklinációs ingadozásból adódóan a téli és nyári napfordulótól egyenlő szögtávolságra helyezkedjék el. Azaz a beesési szögek az ideális merőleges beesésekhez képest mindenkorának félévben azonos mértékben térjenek el a kollektor sík normálisától. A beesési szögek szempontjából ez valóban optimális tájolás lenne, azonban figyelembe kell venni, hogy a meteorológiai viszonyok miatt a két félév napos órákban mért napfénytartama nem azonos. Az őszi-téli hónapokban jelentősen megnő a felhős égbolt időtartama, s ezért ebben az időben számottevően csökken a direkt napsugárzás energia hozama. Tehát az optimális tájolás ellenére ebben az időben kevesebb energiát termelnének a kollektorok.

Ha az évi energiatermelés maximuma a cél, akkor célszerűbb a napéjegyenlőség $42^{\circ}30'$ és nyári napforduló ($42^{\circ}30' + 23^{\circ}27' = 65^{\circ}57'$) közötti égboltmagasság szögtávolságát felező égboltmagasság közelébe irányítani a 0° beesési szöget.

A 22. ábra tanúsága szerint a 40° -os dőlésű kollektorra merőlegesen, azaz 0° -os beesési szöggel április 19-én és augusztus 25-én érkezik a napsugár, amikor a Nap égbolti magassága 10h 30 perckor 50° . Tehát az 50° -os égbolt magasságra tájolt kollektor évi viszonylatban kedvezőbb hatásfokkal fog működni, mint ha csak a heliogeometriai szabályokat követtük volna.

A példán bemutatott tájolás mellett a kollektor több energiát fog termelni, mint ha heliogeometria szempontjából az ideális napéjegyenlőségi égbolt magasságra ($42^{\circ}30'$ -re) lenne irányítva a kollektor síkjára emelt elméleti merőleges, vagyis a 0° -os beesési szög, azaz a kollektor normálisa.



**22. ábra. Napkollektor beesési szögeinek vizsgálata
Síkjának azimutja 160° , dőlése 40°**

Gyakran előfordul, különösen városi környezetben, hogy a napkollektor által „látott” égboltnak egy részét a környezeti tárgyak elfedik. Ilyen esetben, ha a SUNARCH segítségével, a fotó eljárást alkalmazva, ezeknek a tárgyaknak a körvonalát felvetítjük az égboltdiagramra, vagyis megszerkesztjük a szabad égboltkontúrt, akkor a lehetséges elhelyezések, tájolások közül kiválaszthatjuk a legkedvezőbb tájolást a kollektor számára.

A kollektornak elsősorban nem a minősége fogja meghatározni a legjobb teljesítményét, hanem a helyi viszonyoknak a legmegfelelőbb tájolása.

FOGALOMSZÓTÁR

A szótárban fellelhető kifejezéseket a leírás szövegében **vastag** betűvel jelöltük.

ÁRNYÉKSZÖGEK

Lásd a **függőleges árnyékszög** és a **vízszintes árnyékszög** alatt.

AZIMÚT

Északtól mért vízszintes vetületi szög fokokban.

BEESÉSI SZÖG

Adott sík merőlegesétől (normálisától) mért szögtávolság fokokban.

BENAPOZÁS

A választott vizsgálati pontot érő napsugárzás évi időtartama.

BESUGÁRZÁS

A napsugárzás intenzitása W/m^2 egységben mérve.

DIREKT SUGÁRZÁS

A napkoronából érkező közvetlen napfény.

ÉGBOLTMAGASSÁG

A horizont fölött, az égbolton mérhető virtuális pont függőleges szögmagassága.

ESÉSVONAL

A sík nyomvonalára merőleges vonal, egy síknak az a vonala, amelynek mentén a víz lefolyna. Az esésvonal és a horizontsík által közrezárt szög a sík lejtésszöge, vagy hajlásszöge.

FÖLDRAJZI HOSSZúság

A pólusokon áthaladó, a Föld felszínén fekvő virtuális körök szögtávolsága fokokban, a Greenichi 0° hosszúságtól kiindulva keleti és nyugati (+ -) irányban, a földrajzi helyek meghatározására.

FÖLDRAJZI SZÉLESSÉG

Az Egyenlítőtől északra és délre fekvő virtuális körök szögtávolsága a Föld felszínén, a földrajzi helyek meghatározására.

FÜGGŐLEGES ÁRNYÉKSZÖG

A Nap magassági szögének az a komponense, amellyel a homlokzatra merőleges síkban mérhető a Nap horizontsík fölötti állása.

HELYI IDŐ

A 0° -os hosszúságtól kelet felé 15° hosszúságoknál egy órával növekvő, nyugat felé csökkenő óraidő. Csillagászatilag csak a 15° -os és ennek többszörösei mentén fekvő hosszúságokon egyezik a **közepes napidővel**. Ezektől a hosszúságoktól kelet-nyugat felé $7,5^\circ$ szögtávolságig terjedően egységesen használt úgynevezett „**pontos idő**”, vagy **zónaidő**. A zónák kiterjedése politikai határok miatt eltérhet ettől a szabálytól. A zónán belül **zónaidőnek** is szokták nevezni.

HELYI KÖZÉPIDŐ

A Föld egyenletes pályamozgásának feltételezésével számított, a földrajzi hosszúságoknak megfelelő **közepes napidő**.

Magyarországon a közepes idő =: zónaidő („pontos” idő) + (a vizsgált földrajzi hely hosszúsága fokokban -15°) $\times 4$ perc.

GEOMETRIAILAG LEHETSÉGES BENAPOZÁS

Az az időtartam, amikor a vizsgált tér nyílása és környezetének tárgyai, geometriai adottságai közvetlen napfény bejutását lehetővé teszik a vizsgálathoz választott térbeli pontra. Ez független az időjárási viszonyuktól.

HOMLOKZAT AZIMÚTJA

A homlokzat **szögtávolsága** fokokban Északtól mérve.

HOMLOKZAT NORMÁLISÁNAK AZIMÚTJA

A homlokzat síkjának azimútja - 90°

IDŐKORREKCIÓ

A napállás meghatározásához, adott térségben egységesen használt óraidő közepes napidőre történő kiigazítása. Ha nyári időszámítás használatban van, akkor a közepes napidőre kiigazított óraidőhöz még egy órát is hozzá kell adni.

IDŐKIIGAZÍTÁS

Lásd **időkorrekció**

IDŐMERIDIÁN

A Nap délben a pólusokon áthaladó 0°-os földrajzi hosszúság (képzeletbeli kör) fölött áll az égbolton, a csillagászatilag közepes napidőnek megfelelően Greenwich-ben. Ettől keletre 15°-ként egy-egy órával már elmúlt dél és ettől nyugatra egy-egy órával korábban van dél, közepes napidő szerint. Ezért a 15°-os hosszúságok és ennek többszörösei mentén a grönici középidőtől (GMT) kerek órákban mérhető az eltérés. Ezen kitüntetett hosszúságok szerint van a Föld idő zónáakra osztva. Ezeket a hosszúságokat kitüntetett szerepük okán időmeridiánoknak nevezzük. Az időmeridiánoktól keletre-nyugatra eltérve azonban – amennyiben a vizsgált hely nem időmeridiánra esik – a zónaidőt ki kell igazítani, hogy csillagászatilag közepes napidőt kapjunk a Nap égbolti állásának meghatározásához.

KORREKCIÓ

A Nap égbolti helyzetének a valóságot tükröző megállapításához az óraidő és a mágneses pólusrány kiigazítására van szükség. Az óránkon olvasható idő nem a Nap égbolti helyzete szerinti értéket jelzi, mert egy-egy zónán belül egységes óraidőt használunk. Ezért ezt az úgynevezett **zónaidőt közepes napidőre**, vagy **valós napidőre** kell kiigazítani. A program beállítások használata alkalmával ki kell választani, hogy milyen időszámítás szerint jelenjenek meg az óravonalak a diagramon. A **nyári időszámítást** a párbeszédablakban lehet klikkeléssel beállítani. Mágneses iránytűvel mért, az északi égtájhoz viszonyított égtáj irány a helyi **mágneses anomáliának** megfelelően + - szögértékkel, a földrajzi hely szerint eltér. Az eltérést rendszerint mágneses anomália megjegyzés alatt a térképen szokták feltüntetni, vagy az eltérés értékéről földhivataloktól lehet tájékozást nyerni.

KÖZÉPIDŐ

Lásd **helyi középidő**.

KÖZEPES NAPIDŐ

Lásd **helyi középidő**.

LEHETSÉGES NAPFÉNYTARTAM

Tárgyak által nem takart szabad égbolt felületen megjelenő nappálya vonalak – az óravonalak között – óraidőben mérhető hossza.

MAGASSÁGI SZÖG

A függőleges síkban mért szögtávolság.

MAGASSÁG VONALAK

A horizontsíktól azonos magasságban fekvő égbolti pontok mértani helye.

MERIDIÁN

Az égbolt olyan főköre, amely a pólusokon halad át, másnéven délkörnek is nevezik.

NAPAZIMÚT

A Nap vízszintes vetületi szögtávolsága Északtól mérve.

NAPÁLLÁS

A Napnak azimút és napmagassági szögével meghatározott állása az égbolton.

NAPDIAGRAM

Munkaeszköz a Nap látszólagos égbolti pályavonalait, óra és magassági vonalakat megjelenítő diagram vetületben vagy térben ábrázolva a napsugárzással kapcsolatos tervezői műveletek számára.

NAPFÉNYTARTAM

A Nap direkt sugárzsának időtartama órákban kifejezve.

NAPMAGASSÁG

A Nap horizontsík fölötti szögtávolsága fokokban.

NAPNYOMVONAL

A Nap látszólagos égbolti mozgásának képzeletbeli nyoma, azaz azoknak a pontoknak a mértani helye az égbolton, amelyeken a Nap áthalad.

NAPPÁLYA

Lásd **napnyomvonal**.

ÓRAVONAL

Azonos óraidőhöz tartozó napállások mértani helye a virtuális égbolton, vagy vetületben.

NAPSZÖGEK

A Nap égbolti helyzetét meghatározó napazimút és napmagasság fokokban.

NAPPÁLYA DIAGRAM

A Nap látszólagos égbolti mozgását bemutató diagram a napfénnyel kapcsolatos tervezési műveletek céljára.

NAPFORDULÓ

Az év kitüntetett időpontjai. **Napéjegyenlőség**, a **tavaszi napforduló** március 21 és az **őszi napforduló** szeptember 23. A **nyári napforduló**, amikor a leghosszabb a nappal, június 21, és a **téli napforduló**, amikor a legrövidebb ideig tartózkodik a Nap a horizont fölött, december 21-én következik be.

NAPÉJEGYENLŐSÉG

Amikor a Nap azonos ideig tartózkodik a horizont fölött és alatt, március 21-én és szeptember 23-án. Egy adott földrajzi helyen a Nap legnagyobb égbolti magasságát ezeken a napokon megkapjuk, ha 90° -ból levonjuk a kérdéses helyszín földrajzi szélességét.

Például napéjegyenlőség idején a Nap Budapesten: $90^\circ - 47^\circ 30' = 42^\circ 30'$ magasságban áll a horizont fölött.

NORMÁLIS

Egy adott síkra merőleges egyenes, ezt a sík normálisának nevezzük.

NYÁRI NAPFORDULÓ

Amikor a Nap a leghosszabb ideig tartózkodik a horizontsík fölött, június 21-én.

SÍK AZIMUTJA

A sík normálisának szögtávolsága Északtól mérve, azaz a sík nyomvonalára merőleges egyenes szögtávolsága.

SÍK HAJLÁSSZÖGE

Lásd **esésvonal**.

SZÖGTÁVOLSÁG

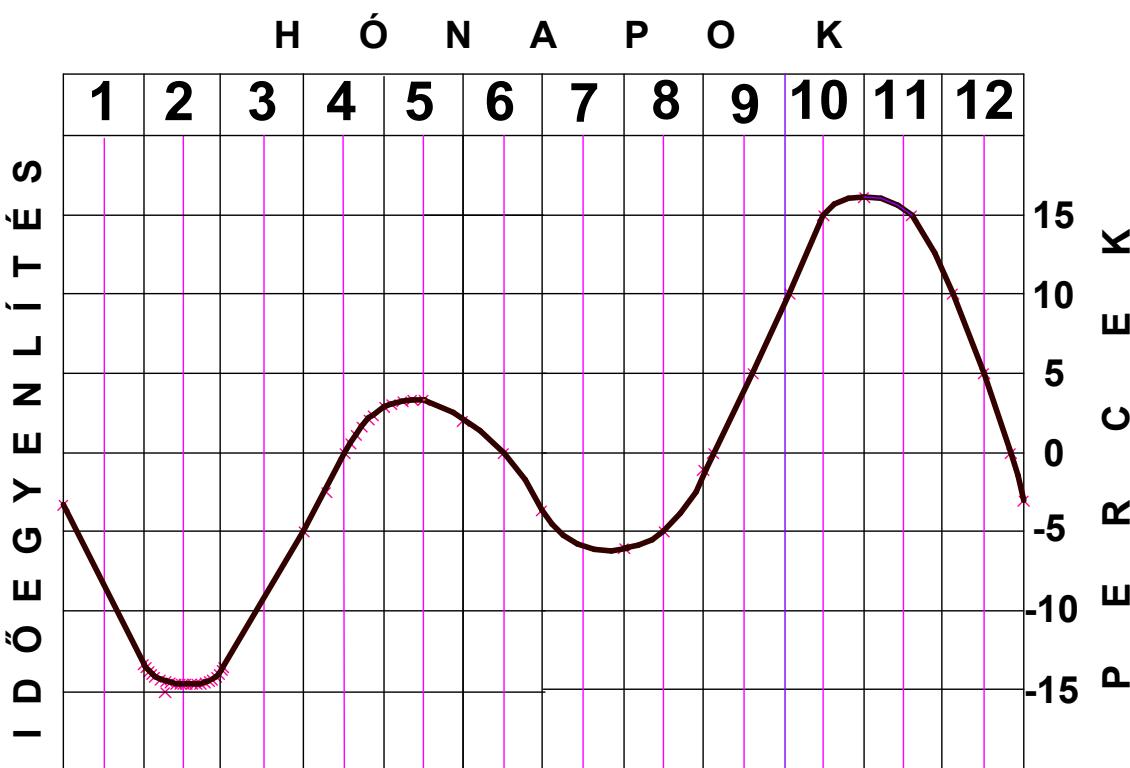
Két pont közötti szögnyílás szögfokokban mérve.

SZTEREOGRAFIKUS VETÍTÉS

Esetében a vetítő sugarak egy közös pontba tartanak, amely képzeletbeli gömb délpontján fekszik. Ezt a vetítési eljárást használja a térképészeti.

VALÓS NAPIDŐ (VALÓS IDŐ)

Helyi középidő + időegyenlítés. A Föld egyenetlen pályamozgásából időeltérés keletkezik. Pontos napállás meghatározáshoz szükség lehet az óraidő csillagászati pontosságú megközelítése. Ehhez a közepes napidőt helyesbíteni kell az alábbi időegyenlítés diagramban adott értékekkel. A kiigazításra csak ritkán lehet szükség a gyakorlatban. Csak olyankor, ha nagy az időeltérés a közepes napidőhöz képest. A valós napidő szerinti napállás szögeit a kiigazított idő szerint kell megállapítani. A diagram az időegyenlítés értékeit tartalmazza. A közepes napidőhöz a táblázatban feltüntetett óraperceket előjel helyesen kell hozzáadni, hogy valós napidőt nyerjünk



$$\text{VALÓS NAPIDŐ} = \text{KÖZEPES NAPIDŐ} + \text{IDŐEGYENLÍTÉS}$$

TÉLI NAPFORDULÓ

Amikor a Nap a legrövidebb ideig tartózkodik a horizont fölött, december 21-én.

VÍSZINTES ÁRNYÉKSZÖG

A Nap és a homlokzat azimútja közötti különbség.

VALÓSZÍNŰ BENAPOZOTTSÁG

A geometriailag lehetséges benapozás időtartamán belül az az időtartam, amely statisztikai adatok alapján megadja a várható napos órák számát.

VALÓSZÍNŰ NAPFÉNYTARTAM

Meteorológiai mért adatok alapján, statisztikailag valószínűsített napos órák száma

ZÓNAIDŐ

Meghatározott földrajzi kiterjedésben, megegyezés alapján egységesen használt, „Pontos idő” néven ismert óraidő. A zónaidő a grinicsi középidőhöz (G.M.T. Greenwich Mean Time) mérten, a 0° -os hosszúságtól kelet felé 15° -ként egy órával növekszik, nyugat felé egy órával csökken. A zónák földrajzi kiterjedése az időmeridiánoktól kelet-nyugati irányban elvileg $7,5^{\circ}$ - $7,5^{\circ}$, de ettől a zónaidő használat politikai határonként eltérhet. A zónákat római számmal jelölnek. Például Magyarország az I. keleti zónában helyezkedik el és ezért a GMT időhöz a zónán belül egységesen egy órát hozzáadnak. Ebben a zónában a Nap állása az égbolton délben csak a 15° keleti hosszúságon felel meg a csillagászati közepes napidőnek. Ettől a hosszúságtól kelet felé haladva hosszúsági fokonként 4 időpercet hozzá kell adni az óraidőhöz és négyet le kell vonni ha nyugat felé haladunk, a Nap égbolti helyzetének közepes napidőben való meghatározásához.