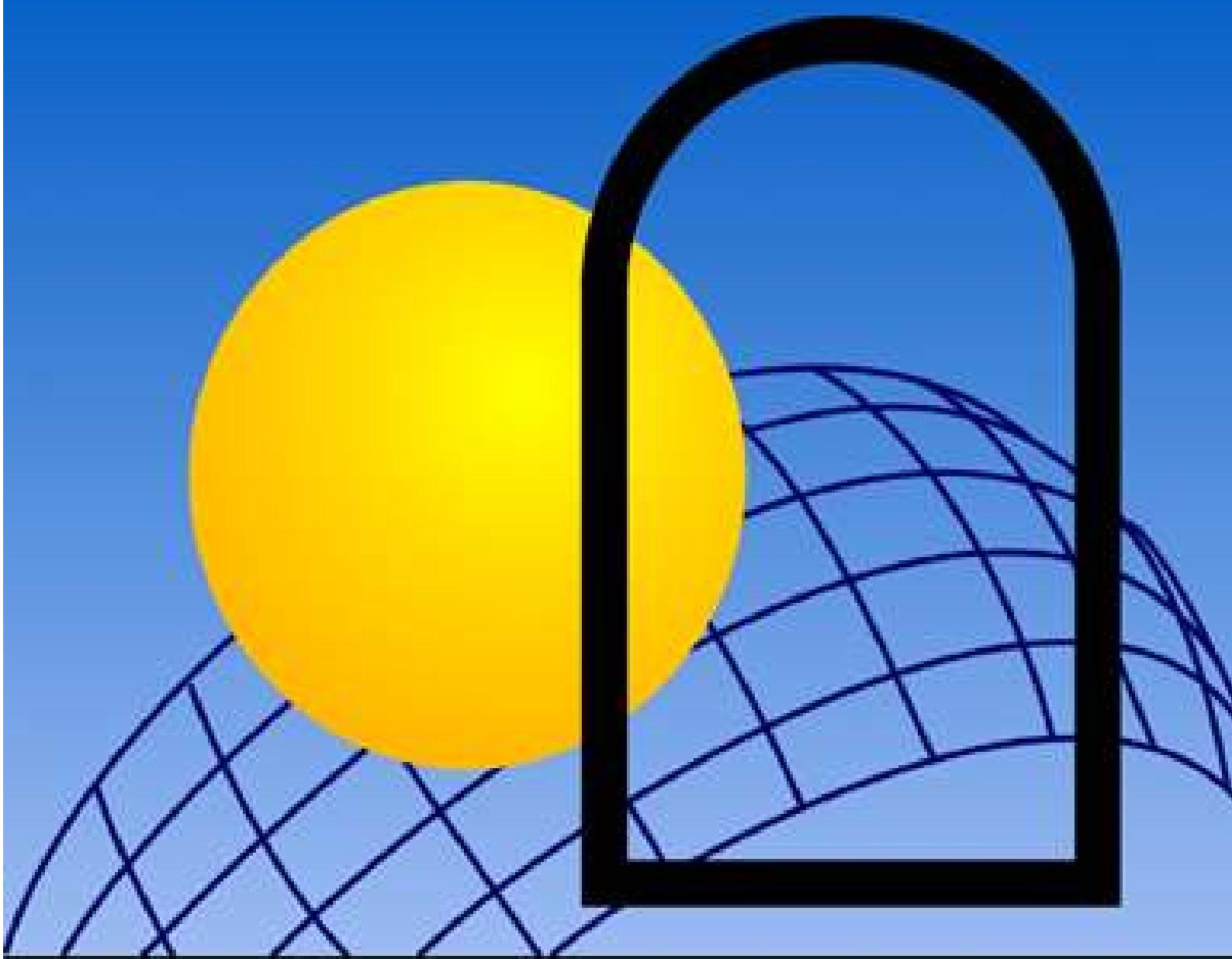


NAPÉPÍTÉSZET



SUNARCH

NAPÉPÍTÉSZET

ELMÉLET ÉS ALKALMAZÁS

DR. KUBA GELLÉRT

LEKTORÁLTA
SCHÜLLER FERENC

2013 AUGUSZTUS

TARTALOMJEGYZÉK

FEJEZET CÍME	OLDAL
Bevezetés	4
A program elindítása	6
Földrajzi helyzet meghatározása	8
Szoba benapozás vizsgálata egy ablakkal	9
Nappálya diagram elemeinek beállítása	13
Ablak égboltra vetített képének szerkesztése	14
Heliogeometrikus alapműveletek síkkal vonallal, ponttal,szöveggel	20
A program beállítás lehetőségei	23
Kétablakos szoba benapozás vizsgálata	24
Ablakfölötti erkély árnyékhatásának vizsgálata vetítősugarakkal	25
A napsugár beesési szögének vizsgálata	29
Tetőtéri ablakok benapozás vizsgálata	32
Homlokzat benapozás vizsgálata	37
Benapozás vizsgálat az épületnyílások képének bevetítésével	43
Szabálytalan tárgy égi képének szerkesztése	46
Benapozás vizsgálat metszősíkokkal	49
Szabad égbolt körvonal szerkesztése fotó eljárással	53
Összetett égboltkörvonal szerkesztése fotó eljárással	57
Épület túlmelegedése elleni védelem	59
Hőmérsékletelőfordulások megjelenítése nappályadiagramon	61
Napkollektorok maximális hozama tájolással	67
Napkollektorok hatásfokának optimalizálása beesési szögek alapján	78
Napkollektor hatásfokának elemzése energiahozam számítással	80
Napkollektor teljesítményének elemzése energiahozam számítással	82
Szoláris tájolás számítással	85
Épület szoláris tájolása számítással	91
Fogalomszótár	95
Mellékletetek	99
World Solar Chart- Univerzális nappálya diagram	105
Nappályák sztereografikus szerkesztése	123

BEVEZETÉS

Az univerzális **SUNARCH**  nevű, napépítészetet szolgáló eljárás szerző szellemi tulajdona, a számítógépes programot Baumann József, a **BAUSOFT SZOFTVER FEJLESZTŐ ÉPÜLETGÉPÉSZETI TERVEZŐ Kft.** készítette. A program segítséget nyújt a Nap látszólagos égi pályáinak megjelenítéséhez, amelyekkel a Naphoz kapcsolódó árnyékolási, energia hozam jellegű tervezési műveletek végezhetők, akár a térbeli virtuális égbolton, akár az égbolt vízszintes síkra vetített képén, a Föld bármely földrajzi helyén, az északi, vagy déli égtekén és bármely szélességi körön.

A nemzetközileg értelmezhető, a tartalomra utaló elnevezés, az angol SUN=NAP és az ARCH=BOLTÍV, illetve az építészeti tevékenység rövidítéséből tevődik össze. Tartalmi értelemben a legillőbb ráutaló kifejezéssel NAPÉPÍTÉSZET-nek nevezhető.

A program alkalmas minden, a napfénnnyel kapcsolatos – benapozási – árnyékolási – napenergia hozam számítási feladat elvégzésére, napenergiát elnyelő felületek optimális hozamot nyújtó tájolásának megkeresésére. A műveletek eredménye grafikusan, fotóeljárással egyesítve és számszerűen is megjeleníthetők. A számszerű napenergia adatok alapja az ország négy, klimatikusan jellegzetesen eltérő régiójában, az Országos Meteorológiai Intézet által mért, tizenöt éves átlag napenergia hozamok. Program grafikus megjelenése megegyezik a nemzetközileg a nappálya diagramokhoz használt sztereografikus ábrázolással, azzal a többlettel, hogy megjeleníthető térbeli leg 3D formában és a környezetről készített fényképekkel is egyesíthető. **A napfény térben és időben tervezhető megjelenítése az építészeti terekben, élettani és energetikai szempontból fontos döntések egyedüli eszköze.**

Az emberi életet, egészségi és pszichológiai állapotát biológiaileg a természetes fény szabályozza. A mesterséges fény a hormontermelést megzavarja. 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 idején, főképpen nyáron és ennek ellenkezője, lehangoltság fáradékonysság, depressziós hangulat borús, téli napokon, vagy napfény szegény, akár napfény nélküli építészeti terekben. Ezért ésszerű törekvés, sőt, egészségügyi követelmény, hogy az építészet minél több napfényt juttasson lakó épületeinkbe és munkahelyekre. **Az építészet egyik fő feladata, hogy a külső tér fényviszonyait minél jobban megközelítő fényállapotot teremtsen az építészeti terekben is, hiszen az emberi szervezet a természetes fényhez évmilliók alatt már hozzászokott. Az egészség megőrzésén felül, a energia takarékkosságnak, a napenergia passzív használatának is a benapozás tudatos tervezése az alapja.**

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 napfénydózishoz szokott szervezetünk drasztikus változást szenved, amióta mesterséges fényt alkalmazunk. **A mesterséges fény csak a látást teszi lehetővé, de a hullámhosszak szerinti összetevőjéből, a spektrumából hiányoznak azok a hullámhosszak, amelyek nélkülözhetetlenek szervezetünk egészséges működéséhez, immunrendszerünk megőrzéséhez. Hormontermelésünk olyan mértékben tért el az évmilliók alatt kialakult megszokottól, amilyen mértékben a fény spektruma eltér a napfényétől. Nincsen olyan világító berendezés, amely helyettesíteni képes a természetes fényt.**

Ha a lehető legkedvezőbb benapozottság érdekében a tervezés során, a program segítségével, az épület tájolását, tömegének formálását az épület nyílások legcélszerűbb méreteinek kiválasztását már megteremtettük, akkor, amennyiben szükséges, a **SUNARCH** programmal megtervezhető még a lakó és munkahelyek árnyékolása is, tehát az épületek megvédhetők a napfény okozta túlmelegedéstől a program által kínált árnyékkuszöbök, azaz, a meteorológiaiailag mért és célszerűen csoportosított, mellékelt túlmelegedési időszakok felhasználásával. Túlmelegedő időszakokban – melyeket a program a nagyobb városokra tagozódva szolgáltat – az árnyékolás naptári időszerinti szükségessége a program segítségével városonként kiválasztható. A program segítségével megvizsgálhatjuk a környezeti tényezőket, épületek és a növényzet árnyékoló hatását, majd ennek ismeretében dönthetünk a tennivalókról.

Új épület tervezési szakaszában tanulmányozni lehet a szomszédos épületek árnyékoló hatását, s ennek alapján kiválasztható a legkedvezőbb elhelyezés, vagy a legelőnyösebb morfológiai épületkörvonala, azaz, az épület tömegének formálásával lehet elérni a helyiségek több, vagy kevesebb benapozását. A trópusokon ezzel a tervezési folyamattal, az úgynevezett szoláris tájolással, a napsugárzás által okozott elsődleges hőterhelés jelentős mértékben csökkenthető, ha ismerjük az égtáj szerinti napenergia hozamokat.

A földrajzi hely koordinátáinak beírása után megjelenik az épület fölé boruló virtuális égbolt és azon megjelennek a településhez tartozó nappálya, óradőt, naptári időt jelentő vonalak. Erre az égi térképre behívható az a naptári és óra időszak szerint, a túlmelegedést okozó árnyékolási küszöb, amikor az égboltot az árnyékolónak takarna kell az üvegezés előtt.

Az épületek túlmelegedés elleni védelme egyre sürgetőbbé válik. Emlékezni kell a mindenkorai gyakrabban, a globális felmelegedéssel járó, szélsőségesen forró nyári időjárások előfordulására. Nem szabad megfeledkezni, hogy a tartózkodásra szolgáló épületeknek, a mindenkorai időjárási viszonyokkal szemben hővédelmet kell nyújtani.

A várható globális energiaválság előrevetítő a megújuló energiák hasznosításának fokozott kényszerét. A megújuló energiák közül a napenergia az a forrás, amelyhez jóformán mindenki hozzáférhet. Mindenekelőtt, a napenergia passzív hasznosítására kell gondolni, de a napkollektorok hatékonyságát is az optimális tájolás dönti el. A **SUNARCH** programmal megismerhető a napkollektor által „látott” égbolt és ennek az égboltfelületnek havi, szezonális, vagy évi energia hozama. Vagyis ennek segítségével megállapítható egy adott kollektorfelület optimális tájolása és dölgése, amely által a legmagasabb napenergia hozam érhető el.

A benapozás tudományos meghatározása a mezőgazdasági termelésben is nélkülözhetetlen. Számos növény tenyészideje az adott földrajzi helyen azáltal növelhető, ha a lehető legtöbb napfényt tudjuk a növényhez eljuttatni. Ez, ha a napfény irányára 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 megjövendölhetők a meteorológiai események, illetve ezek a naptári idővel összefüggésben elemezhetők.

A **SUNARCH** program különös sajátossága a nagyon könnyű kezelhetősége, a mérnöki ismeretekben járatlan személyek számára is. A kezelői utasítás olyan lépéskövető módon

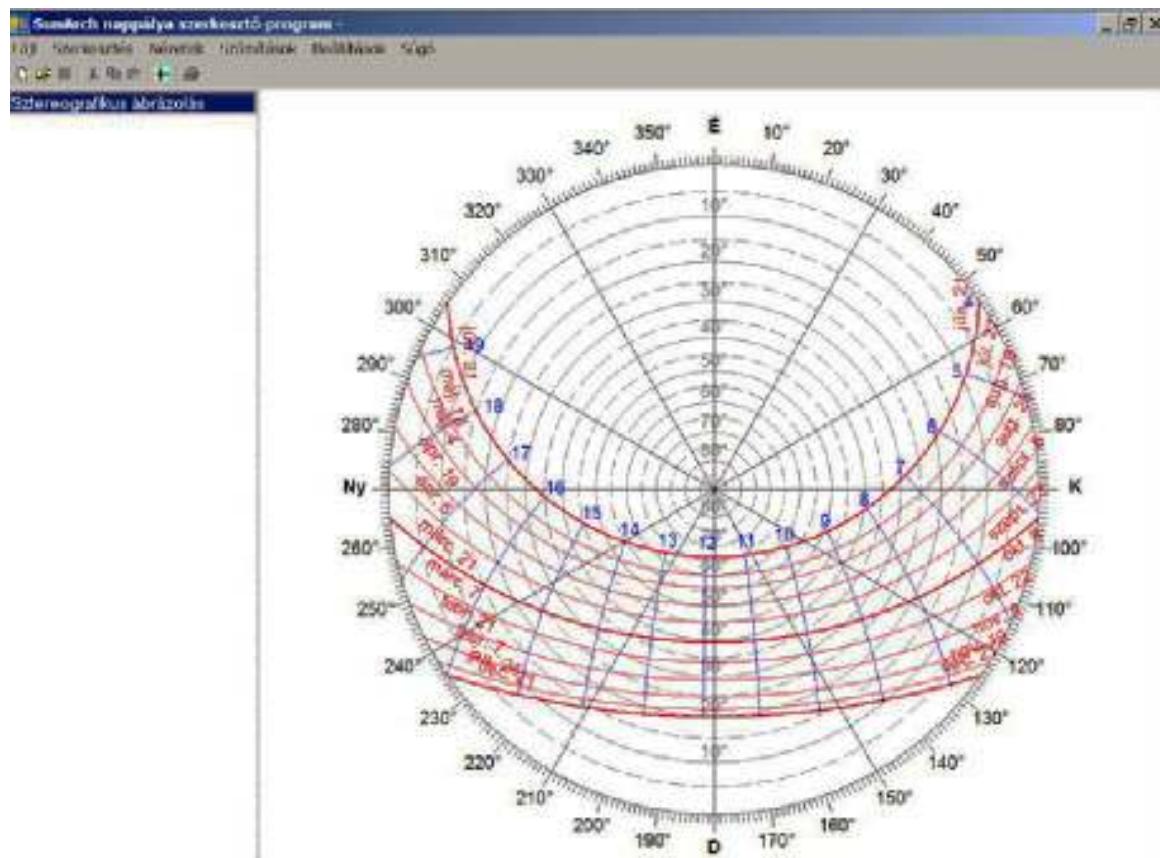
van leírva, hogy segítségével bárki használhassa a felkínált, első ránézésre bonyolultnak tűnő szerkesztéket.

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, mert meg kell ismerni az alaplépéseket, de előre haladva ez egyre rövidül. A műveletek elvégzéséhez mindenkor ajánlatos a program csatolt súgóját is segítségül venni.

A leírás végén **fogalomszótár** is található, amelynek segítségével értelmezhetőek a használt szakmai megnevezések. A szótárban fellelhető kifejezéseket a leírás szövegében **vastag betűvel**, a program parancsszavait pedig *kék folyó írással* jelöltük.

A PROGRAM ELINDÍTÁSA

Indítsuk el a SUNARCH programot az emblémára kattintva. Amikor a program kinyílik, akkor a képernyőn megjelenik egy nappálya diagram (1.sz. ábra) és a hozzátartozó fejléc. A programhasználat könnyű értelmezése céljából a szövegen az alap betűtípusztól eltérő színnel, **kéken**, **kurzív (Italic)** betűkkel mutatjuk be a program parancsait és **vastag betűvel** írva a **fogalom szótárban** fellelhető fogalmakat és magyarázatukat. A fogalom szótár az ismertető végén található.

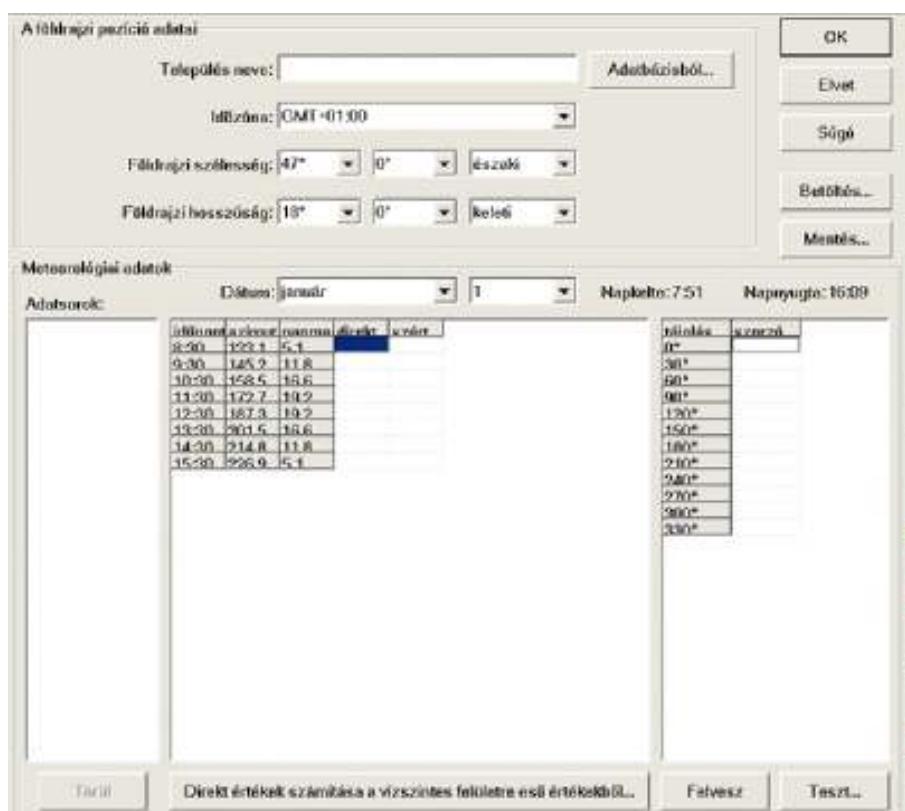


1.ábra A PROGRAM MEGNYITÁS UTÁN MEGJELENŐ PÁRBESZÉD ABLAK

Kezdjük az egyik legfontosabb művelet megnyitásával, a *Beállítások*-kal, amely a párbeszéd panel szalagján jelenik meg, a *súgó* mellett.

Megnyitáskor a *Program beállítások* tűnik fel, amellyel a program néhány tulajdonsága adható meg, erről később szólunk. A másik a *Projekt beállítások*, (feladat) párbeszéd ablaka ahol – kinyitása után - a vizsgálat helyét, földrajzi elhelyezkedését, földrajzi koordinátáit kell megadnunk. Az adatbázis megnyitása után, a legördülő kínálatból kiválaszthatjuk *Magyarország* megyei közül, a feladathoz tartozót, s azon belül felkínált települést. Ha a legördülő kínálatban szerepel a feladat településének neve, kettős kattintás után automatikusan megjelennek a település földrajzi koordinátái is, a GMT (Greenwich Mean Time) szerinti **időkorrekcióval**. Ha az **OK** gombot aktiváljuk, megnyílik a helyiséghez tartozó nappálya diagram sztereografikus ábrázolásban, amelyen az óraidő automatikusan kiigazítva, már **közepes napidőben** jelenik meg, amely a Nap járásának megfelelő tényleges helyi, csillagászati időt jelenti.(2-sz- ábra)

Ez az ábra az adott földrajzi hely fölé boruló virtuális égboltot, s azon a látszólagos égi nappályákat, a napi óraidőt és **égbolt magasságokat**, az **azimut** szögfok értékeit jelöli. Amennyiben a vizsgálandó település nem szerepel a felsorolásban és igen nagy pontosság a követelmény, akkor a kínálatból az adott település közelében fellehető város koordinátái helyett a valós (internetről letölthető) földrajzi hosszúsági-szélességi adatokat kell beírni, s ekkor, ha az idő zónát meghatározzuk, amely Magyarország tekintetében GMT +01 óra, a program ennek hatására automatikusan végrehajtja a szükséges **időkorrekciót**.



2.ábra PÁRBESZÉD ABLAK A FÖLDRAJZI HELYZET MEGHATÁROZÁSHOZ

A földrajzi helyzet meghatározása

A feladatok megoldásához mindenkor meg kell határozni a vizsgált település földrajzi koordinátáit, a földrajzi hosszúságot és szélességet, mert a Föld különböző szélességein a Nap virtuális égi pályái egymástól eltérnek. Egy feladat elvégzéséhez ki kell jelölni egy „V” választott vizsgálati pontot, ahonnan elméletileg az eget akarjuk látni. Ez a vizsgálati pont képzeletben a szemünk térbeli helyzetét helyettesíti. 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 féltekén**, melyik **földrajzi szélességen és hosszúságban** helyezkedik el. Ez lényegében azonos a településen álló vizsgálandó, vagy létesítendő épület valamelyik pontjával, hiszen akár pár száz méteres eltolódás, a mi célunk szempontjából nem fog torzított eredményt adni.

A szabadon választott vizsgált „V” pont földrajzi koordinátái térképről, internetről, 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, megyénként, csoportba szervezve találhatók az egyes települések. Kettős klickellésekkel kiválasztjuk azt a települést ahová a vizsgálati ponot telepíteni kívánjuk, vagy az ahhoz legközelebb fekvő települést, és a **program automatikusan előállítja a kiválasztott település koordinátáinak megfelelő nappálya diagramot és elvégzi az időkorrekciót is, a zóna időt közepes napidőre változtatja**.

A 2.sz. ábrán bemutatott párbeszéd panel egyéb parancsait később, a napenergia hozamok számszerű adatainak megjelenítésénél tárgyaljuk. A Súgó kinyitásával, mindenkor segítséget kapunk az elvégzendő művelethez.

Időkorrekciót kell végrehajtanunk, ha kellően pontos napállások szerint kívánunk dolgozni, mert az úgynevezett „pontos idő”, másnéven „**zóna 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) áll, tehát a vizsgáló számára az égbolton a lehető legmagasabb ponton látható. Ebből mindenkor megérthető, 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 kapjunk. A „**pontos időt**”, a **SUNARCH** program automatikusan közepes napidőre változtatja, ha a **projekt beállítások** alatt kiválasztjuk a vizsgálati pont földrajzi elhelyezkedését. Az időkorrekció jól ellenőrizhető a nappálya diagramokon, azáltal, hogy a délidő óravonalai nem esik egybe az É–D pólusokat összekötő meridiánnal (délkörrel), hanem attól pár fokkal nyugatra eltolódva jelenik meg. Ugyanis Magyarországon már pár perccel mindenütt elmúlt a csillagászai dél, amikor az órák delet jeleznek, mert a csillagászati dél a 15°-os keleti hosszúságra vonatkozik. Ez a hosszúság pedig valahol Salzburg mellet helyezkedik el.

Nem kell időkorrekciót végrehajtanunk, ha a vizsgálati pont a 15°-os hosszúságon, vagy annak többszörösén helyezkedik el.

Az **időkorrekcióval** az **óravonalak** automatikusan eltolódnak a csillagászati közepes napidő szerinti helyzetbe az égbolton, illetve akár a sztereografikus vetületben, vagy a virtuális térbeli megjelenésben.

MAGYARÁZAT

Az eltolódás mértéke abból adódik, hogy a Föld Kelet felé forogva, a napi 24 óra idő alatt a 360° teljes forgásból egy óra alatt 15° elfordulást végez. Ennek megfelelően a forgás időmértéke fokonként $60\text{perc}/15^\circ = 4\text{perc}/1^\circ$. Tehát ha a vizsgált település a fő időmeridiántól keletre fekszik, akkor annyiszor 4 időpercent kell az óraidőhöz hozzáadni, ahány hosszúsági fok a különbség. Ha a település nyugati irányban fekszik a 15° -os fő időmeridiántól, akkor a fokonkénti különbség szerint 4 percet kell levonni a „Pontos”, úgynévezett helyi, vagy óra időből. Minthogy a nemzetközi idő meridiánok Greenwich 0° hosszúságától Keletre, Nyugatra 15° fokonként helyezkednek el, ezért, BUDAPEST nemzetközi időszámítás szerint az I. keleti időzónában fekszik, s ezért GMT+ 1 óra a „PONTOS” idő az úgynévezett (Grenwich Mean Time) a grinicsi közepes idő. Azonban ez a 15° -os időmeridián nem Budapest, hanem Salzburg fölött halad át, s Budapest a 19° -os földrajzi hosszúság közelében fekszik, ettől 4° -al keletre. Ezért, amikor delet harangoznak, akkor a Nap csillagászatilag már $4^\circ \times 4\text{perc} = 16\text{perc}$ rel tölünk Nyugaton, a 15° fokos időmeridián fölött áll. Tehát Budapesten a csillagászati közepes napidő 12 óra 16 perc. Ezért van szükség időkiigzítésre, amit a program automatikusan elvégez, amennyiben a helyes földrajzi koordinátákat használjuk.

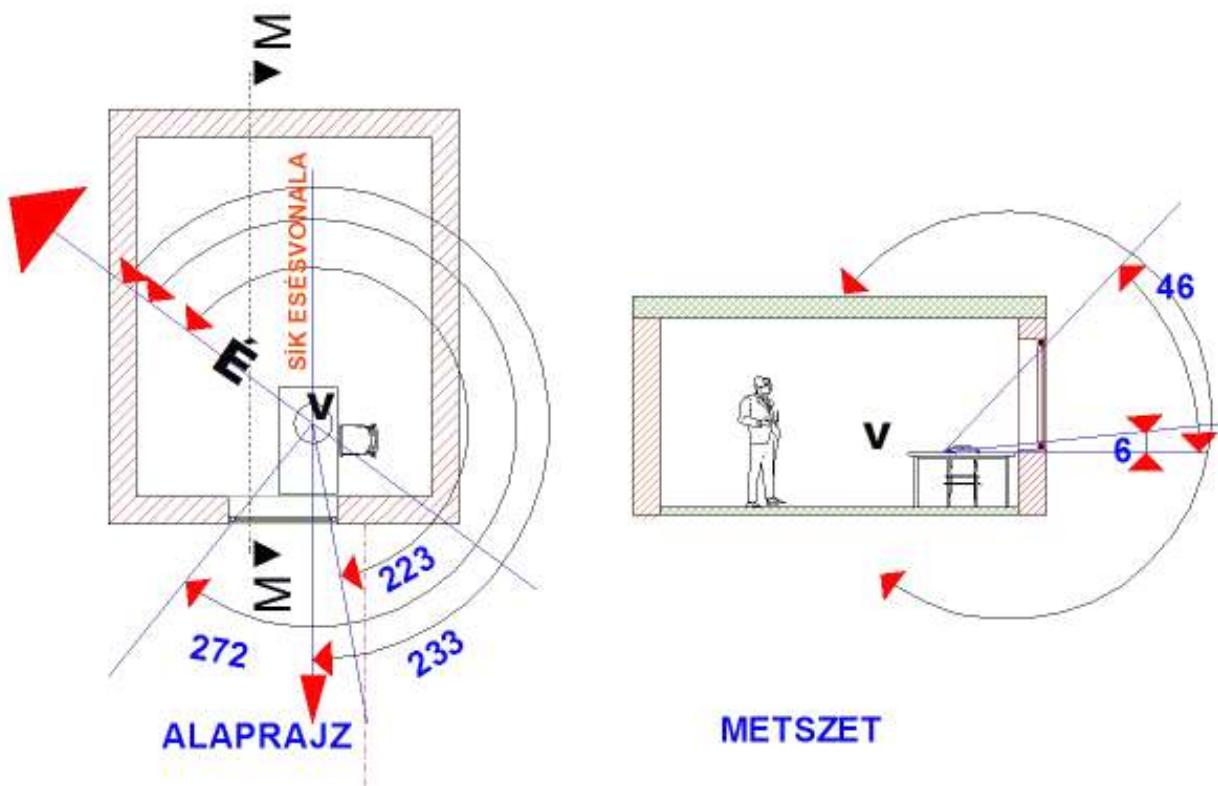
A **SUNARCH** program felhasználásával az életminőség szempontjából nélkülözhetetlen **benapozás** és annak időpontja, időtartama, bármilyen építészeti térrre, vagy szabad térré vonatkoztatva, egy tetszőlegesen, de célszerűen választott „V” vizsgálati pontot illetően ellenőrizhető, vagy megtervezhető, ha megszerkesztjük a „V” pontból az égboltra vetített nyílások, vagy égboltot takaró környezeti tárgyak képét.

Az alábbiakban megoldott feladatokon segítségével, az egyes lépések végigvezetésével kívánjuk a programot használókat bevezetni a gyakorlati alkalmazásba.

A földrajzi koordinátákat megadva nappálya diagram beállítása után, vagyis amikor megjelenik a nappálya diagram, annak fejlécén, a **nézetek**-re, vagy az alatta lévő színes emblémára kattintva, a legördülő párbeszéd panelről, az **új nézőpont**-ot kell megnyitni. A megjelenő párbeszéd panelen be lehet írni a **nézet nevét**. Az **ábrázolási mód**-ban, kezdetben hagyni kell a megnyílt **sztereografikus** változatot. Az egyéb módozatokat később tárgyaljuk.

SZOBA BENAPOZÁS VIZSGÁLATA EGY ABLAKKAL

A program használatát egy alábbi benapozás vizsgálat végrehajtásával vezetjük be. Példaként egy olyan szobát használunk, amelynek egyetlen ablaka van. A szerkesztéshez szükséges geometriai adatok beszerzéséhez el kell készíteni a helyiség mérethelyes **alaprajzát, metszetét, hogy a sík és térbeli szögeket kimunkálhassuk**.

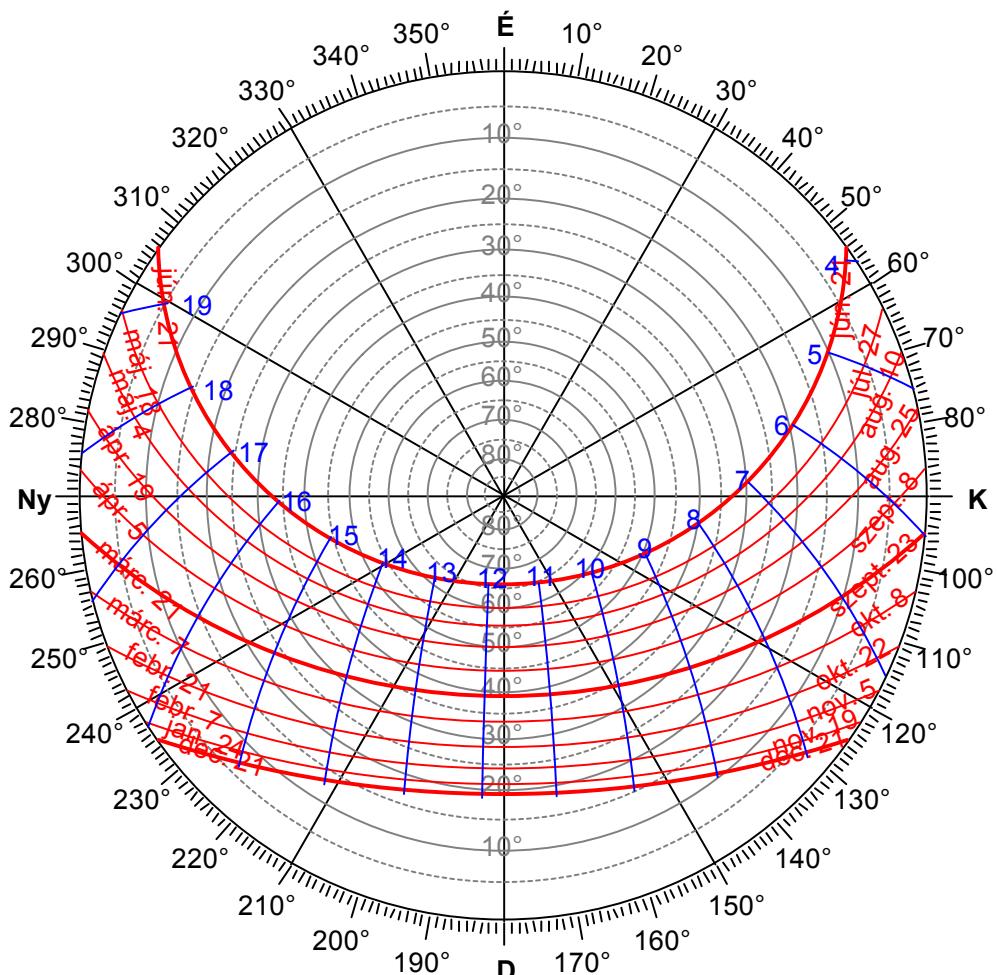


3.sz. ábra EGY ABLAKOS SZOBA BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

A benapozás meghatározásához példaként egy szobát használunk (3.sz. 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 jellel adott. A „V” pontból, az alábbi eljárással 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 áttekerni. A szerkesztéshez a „V” pontból kiindulva az **ablak üvegezésének függőleges szélein** egy-egy képzeletbeli síkot vezetünk át, s ezek természetesen függőleges helyzetűek, úgynevezett függőleges vetítő síkok. A vetületeiknek (nyomvonalainak) **azimútjai**, azaz északtól mért szögtávolságaik, mint az ábrán látható, 233° és 272° .

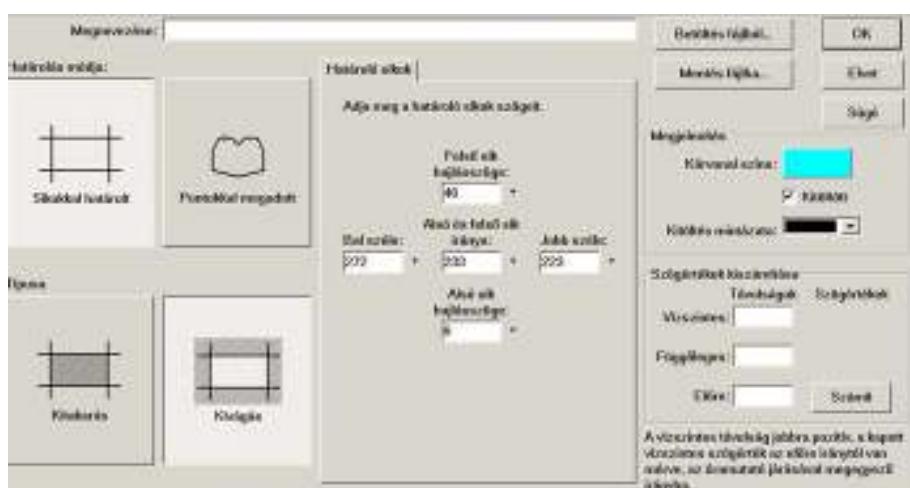
Ezután a szoba metszetről leolvasható az üvegtábla fölső és alsó vízszintes élén, a „V” pontból szerkesztett vetítő, úgynevezett vízszintes vetítő síkok és a horizont síkkal bezárt hajlásszögek értékei, esetünkben 6° és 46° .

Ha fent megadott koordinátaikkal megnyitjuk a programot a beállítások, *projekt beállítások, Adatbázisból, Magyarország, Pest megye, Budapest, OK* lépések elvégzésével, akkor a 4.sz.példán látható nappálya diagram jelenik meg a képernyőn.



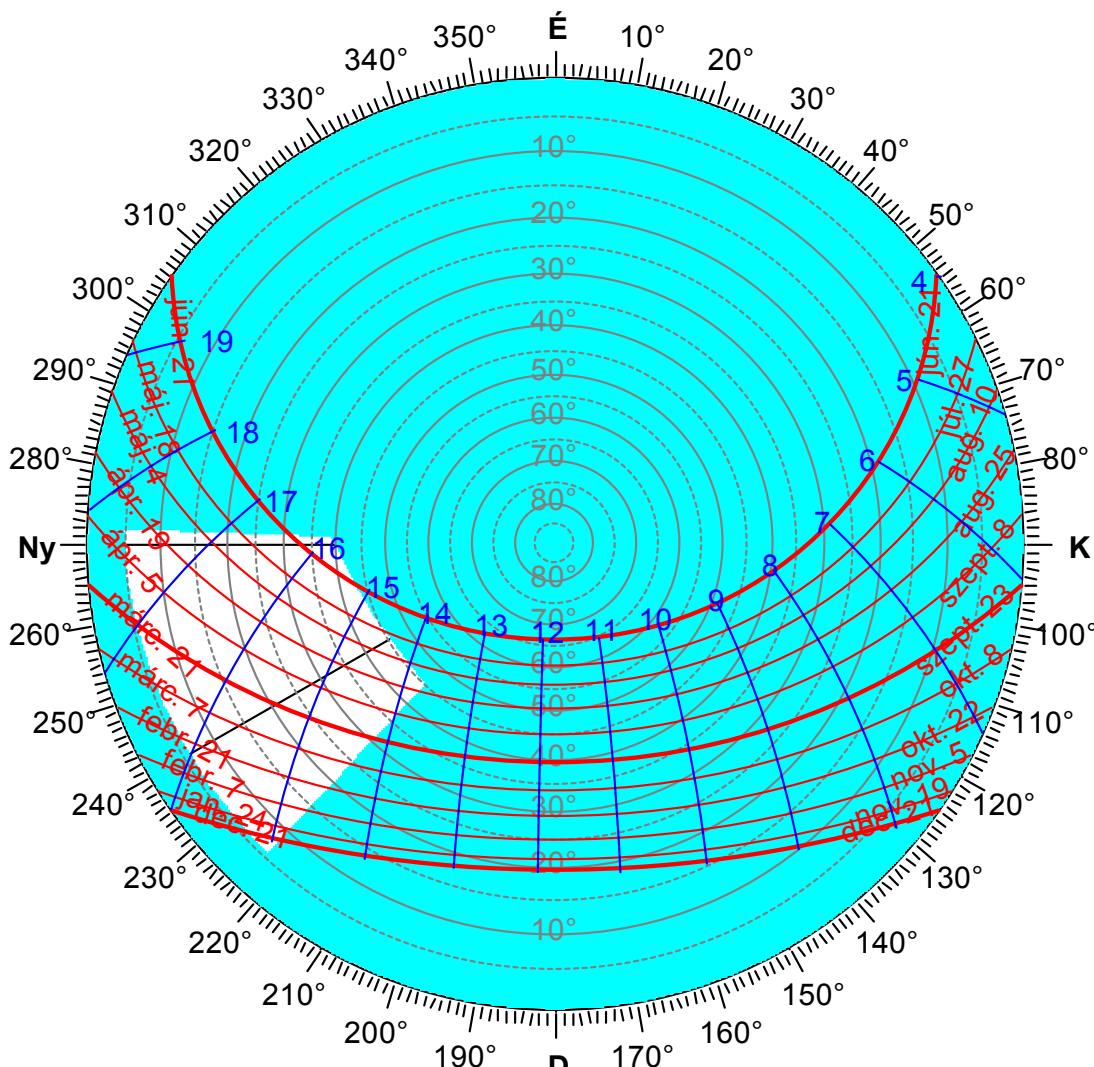
4.sz.ábra BUDAPEST SZTEREOGRAFIKUS NAPPÁLYA DIAGRAMJA

Következő feladat, a választott „V” vizsgálati pontból, az ablakot az égboltra kell vetíteni. Az alábbi lépésekkel kell elvégezni: *Nézetek*, *Új nézőpont*, *Takarások*, *Új takarás*, *Kivágás*. Ha idáig eljutottunk akkor a 5.sz. ábrán látható párbeszéd panel jelenik meg.



5.sz. ábra KIVÁGÁS PARANCS PÁRBESZÉD ABLAKA

Ezen kattintással kinyithatjuk a *Körvonal színe, Kitöltésmintázata* parancsokat és beállíthatjuk a megjelenő ábrán. Majd a kivágás parancsot kell választani és a legördülő panelbe be kell írni a rajzunkról leolvasható értékeket, a *felső sík* 46° , az alsó 6° , továbbá a jobbszéle 223° és a balszéle 272° , és a vízszintes metszősíkok azimút értékét, azaz a síkok északtól mért *esés vonalainak* irányát, a párbeszéd panelen az *Alsó és felső sík irány-át*, 233° -ot, majd *OK,OK-t* kikkkelve legördül a 6.sz. ábra.

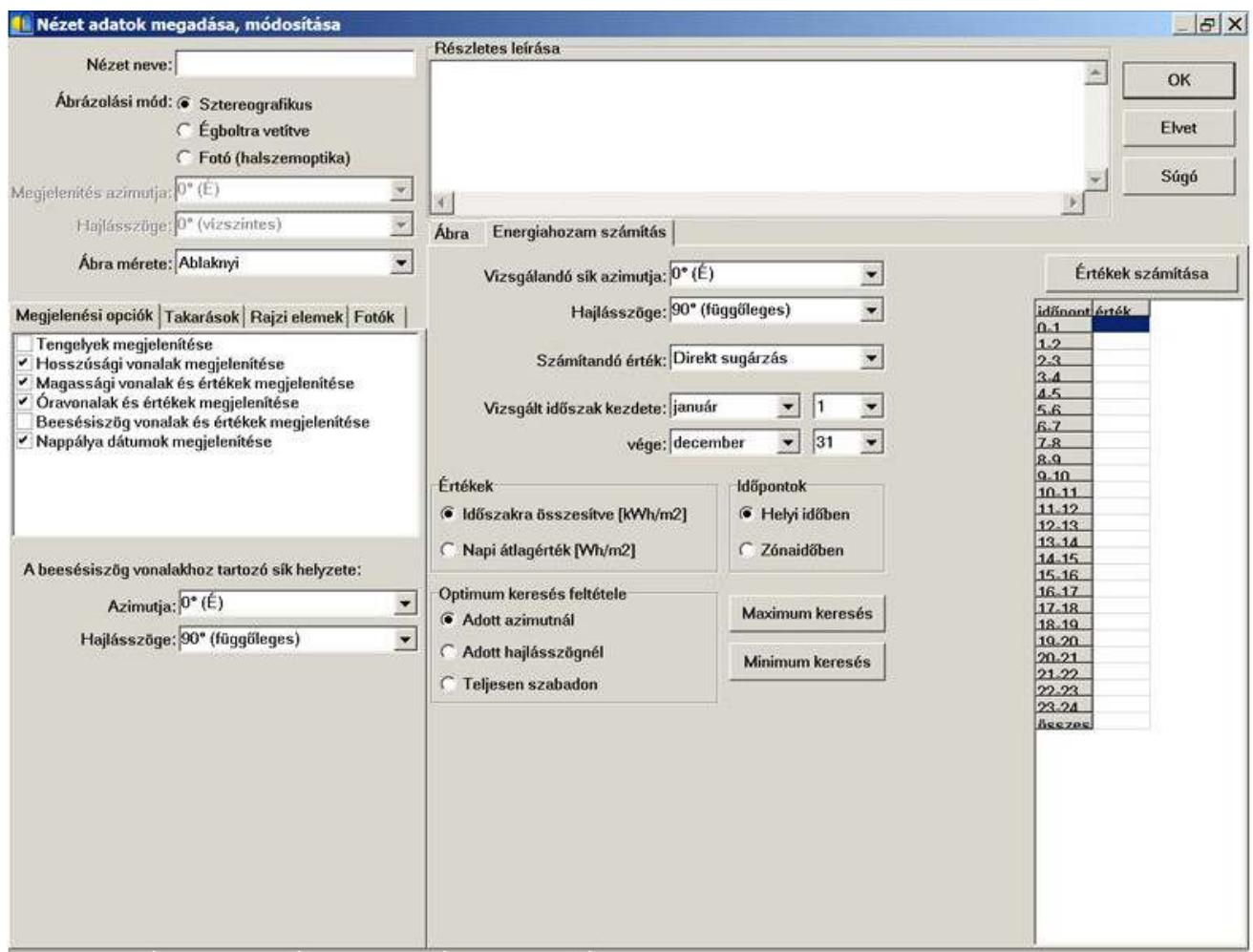


6.sz.ábra A SZOBAABLAK TÁJOLÁS HELYES ÉGBOLTRA VETÍTETT KÉPE

Ez az ábra az égbolt vízszintes sztereografikus vetülete, amelyen a kör peremén az Északtól mért **azimut** szögek (A Nap vízszintes vetületi szögei), a körön belül a koncentrikusa körök az égbolti magasságok láthatóak. A Nap látszólagos égi pályái, a Nap égbolti nyomvonali piros, az óraidő kék színnel jelennek meg. A „V” pontból az égboltra vetített ablak Körvonalán belül fekvő nappályák azokat a hónapokat, az óravonalak pedig a napi óraidőket jelzik, amikor közvetlen napfény érkezhet a vizsgálati pontra. **Ezzel előállítottuk a szoba adott "V" pontjára érvényes benapozási ábrát.**

NAPPÁLYA DIAGRAM ELEMEINEK BEÁLLÍTÁSA

További szerkesztési eljárások ismertetése előtt, vissza kell térnünk a Nézet adatok megadása párbeszéd panel egyes parancsainak ismertetésére. Lehetőség van a nappálya diagram egyes elemeinek megválasztására, ha a *Megjelenési opciók* közül valamelyik parancsot használjuk (7.sz, ábra).



7.sz.ábra NÉZET ADATOK MEGVÁLTOZTATÁSA PÁRBESZÉD ABLAK.

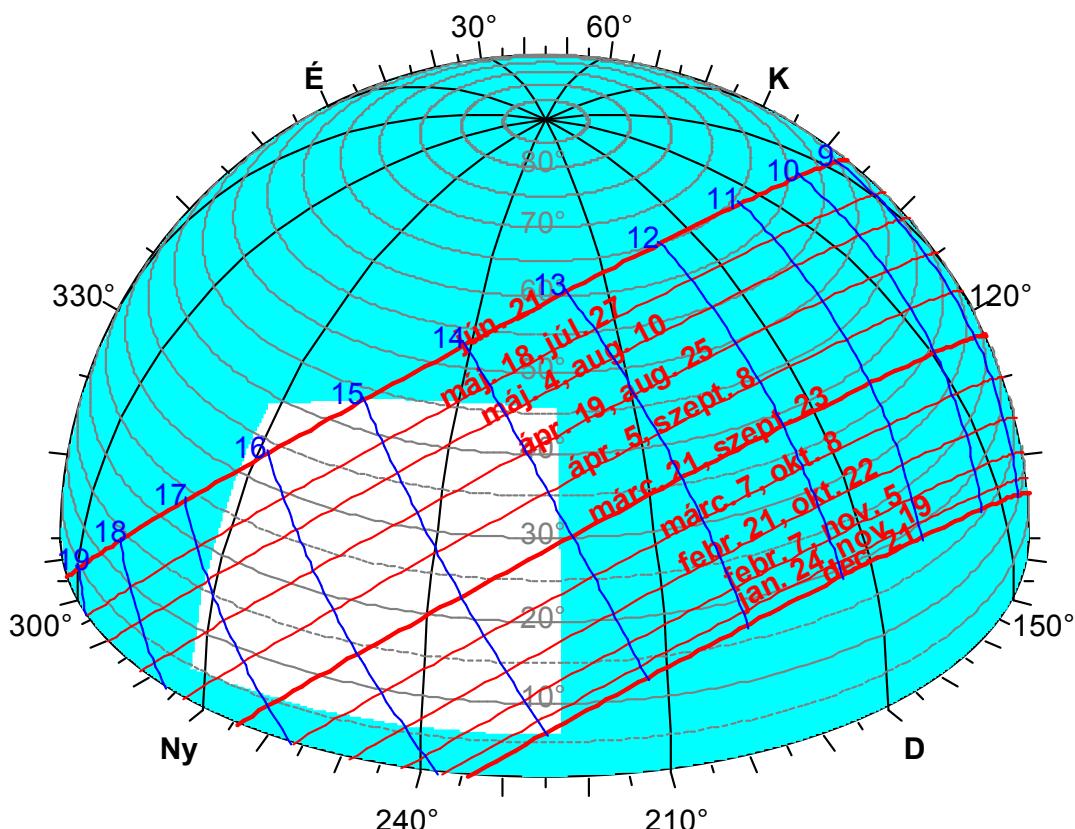
A *Tengelyek megjelenítése* parancsral a diagramon a pólusokat összekötő tengelyeket jelenítjük meg. A *Hosszúság vonalak megjelenítése* parancs kikapcsolásával a hosszúság vonalakat törölhetjük. Az *Óravonalak és értékek megjelenítése* parancs, ezek ki-be kapcsolását teszi lehetővé. A *Beesési szög vonalak és értékek megjelenítése* parancsral bármilyen tájolású és dőlésű sík beesési szögértékeit tudjuk ki-be kapcsolni, ha a parancs alatti mezőbe beírjuk a sík

tájolásának azimut és hajlásszög értékét. Végül lehetőség van a *Nappálya dátumok* megjelenítés parancs ki és bekapcsolására.

ABLAK ÉGBOLTRA VETÍTETT KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE

A szerkesztéshez az 3.sz. ábra szerinti elrendezést használjuk, de vízszintes vetület helyett, 3D-és ábrázolásban jelenítjük meg a végeredményt

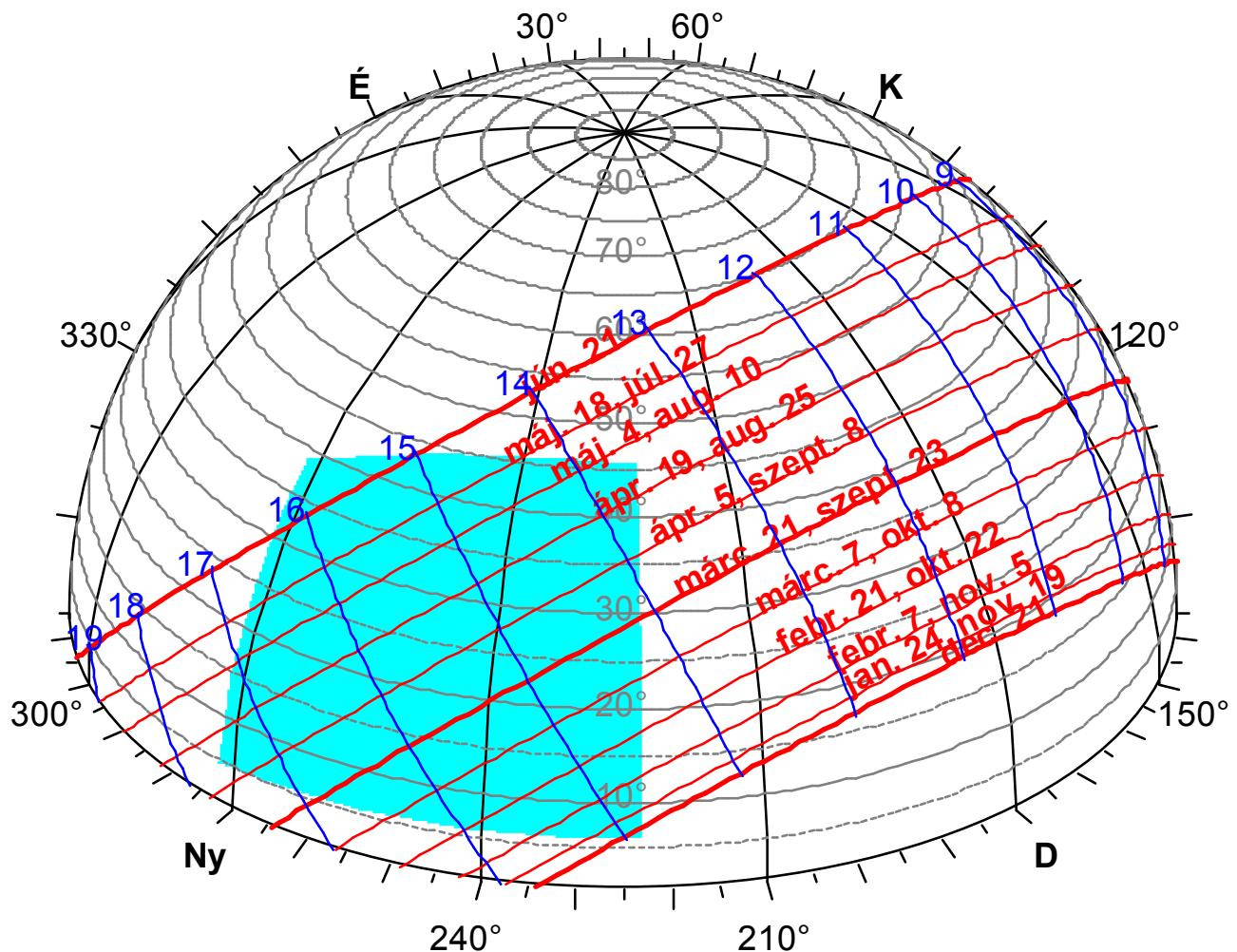
Miután a vizsgált földrajzi helynek megfelelő nappálya diagramot a fenti útmutatás segítségével előállítottuk és az 5.sz. ábra szerinti **nézet adatok** párbeszéd ablakot legördítettük, azon az *égboltra vetítve* parancsot kell választani. Hogy a legjobban szemléltető helyzetbe forgassuk a majd megjelenő ábrát, válasszuk a **megjelenés azimutja** kijelölése után a legördülő kínálatból a 225° értéket. A jobb rálátás érdekében a hajlásszöge kijelölésével a legördülő értékekből válasszuk a 60° -ot. Ezután a **takarások, újtakarások** parancsok aktivizálásával kinyíló párbeszéd ablakban, jelöljük ki a **Kivágás** parancsot, majd a **Körvonal színe** parancs OK gombjával ezt hagyjuk jóvá és jelöljük ki a **Kitöltés mintázata** kínálatból a tömör kitöltést. Ezután használjuk az **OK,OK** gombokat, s ezen műveletek elvégzése után megjelenik az ablaknak a „V” pontból a térbeli égboltra vetített képe.(8.sz. ábra)



8.sz.ábra AZ ABLAKNAK A „V” PONTBÓL AZ ÉGBOLTRA VETÍTETT KÉPE

Az ábrát a *Megjelenítés azimutja* érték módosításával forgathatjuk, a *Hajlásszöge* érték változtatásával a vetítési síkot billenthetjük.

Ha a *Kitakarás* parancsot választjuk, akkor az ablak pozitívan jelenik meg az égbolton, mint ezt a 9.sz.ábra mutatja.



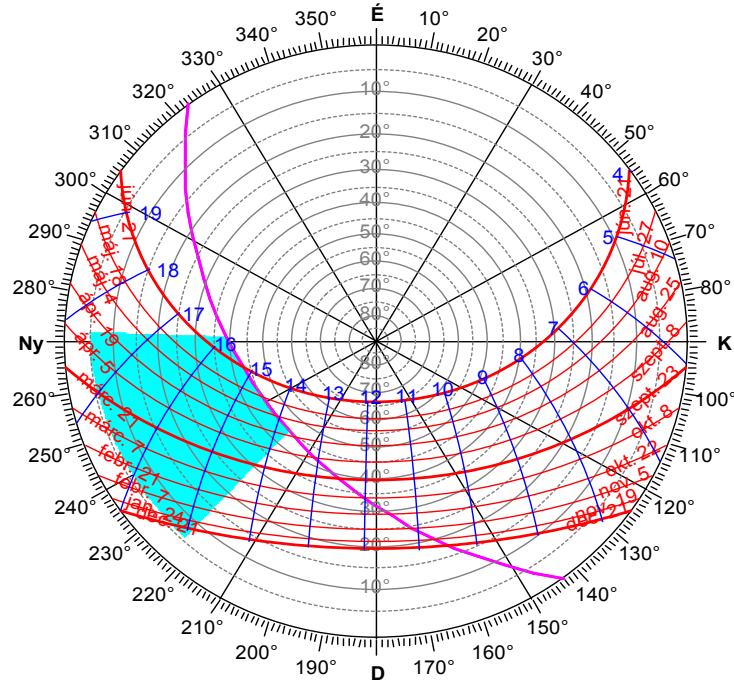
9.sz. ábra AZ ABLAK ÉGBOLTRA VETÍTETT KÉPÉNEK POZITÍV MEGJELENÍTÉSE

A SZERKESZTÉS ELLENŐRZÉSE

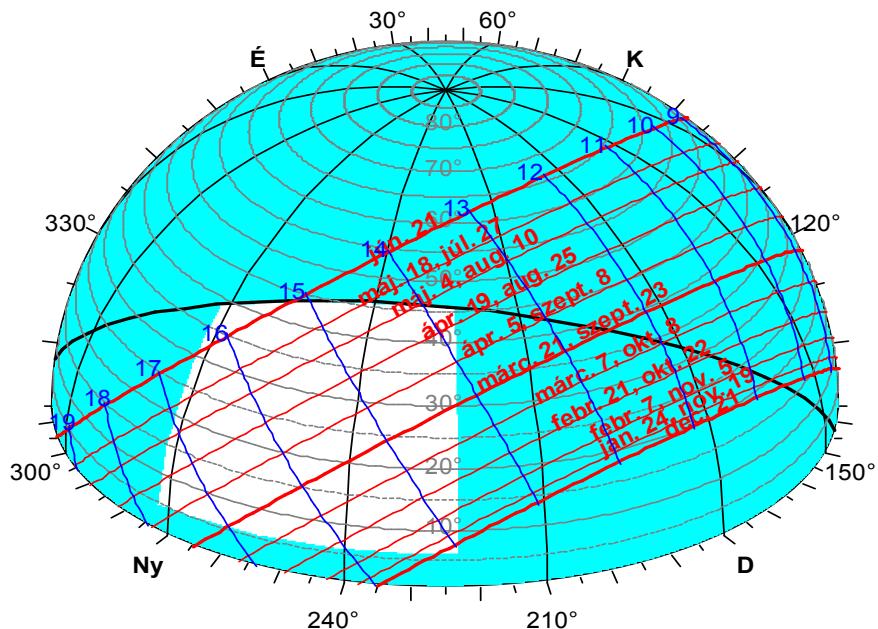
Lehetőséget ad a program az elvégzett szerkesztések helyességének ellenőrzésére. Az 3.sz. ábránk esetében, ha képzeletben egy síkot fektetünk a „V” vizsgálati ponton és az ablak szemöldökén át, akkor e sík égbolttal való metszésvonalának, azaz az égbolti nyomvonalának, ha helyes a szerkesztés, bármely vetületben is, át kell haladnia a

szemöldök vetületi vonalán. Ugyanis, egy pont és egy vonal a térben egyetlen síkot határoz meg.

A szerkesztés lépései a következők. Állítsuk elő és mentsük el a szobaablak **kitakarással** előállított sztereografikus képet, amelyen az ablak pozitíven jelenik meg.

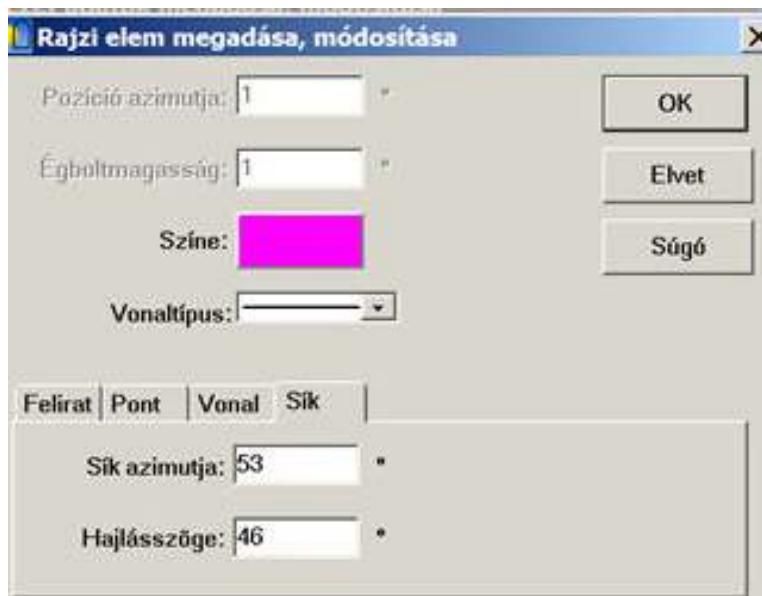


10. sz.ábra. A SZOBA ABLAK „V” VIZSGÁLATI PONTBÓL ÉGRE VETÍTETT SZTEREOGRAFIKUS KÉPÉNEK ELLENŐRZÉSE



11sz. ábra. AZ ABLAK SZEMÖLDÖKE AKKOR TÜKRÖZI A VALÓSÁGOT, HA A METSZŐSÍK ÉGBOLTI NYOMVONALA PONTOSAN RAJTA HALAD ÁT

Ha megjelenik a nappályadiagram, akkor kattintsunk bal gombbal a **Sztereografikus ábrázolás** feliratra. A legördülő ablakból, válasszuk a **Módosítás** parancsot, majd a **Rajzi elem, Új rajzi elem** parancsot. A kinyíló párbeszéd ablakban, lásd 7.sz. ábrát, válasszuk a rajzi elemek közül a **Sík**-ot és ennek adjuk meg az **azimutját**. Ebben az esetben a sík **normálisának**, azaz a síkra emelt merőlegesnek az **azimútját** kell megadni, amely jelen esetben 53° (a z **esésvonal** $233^\circ - 180^\circ$). A sík hajlásszöge



12.sz.ábra

RAJZI ELEMEK MEGADÁSA, MÓDOSÍTÁSA PÁRBESZÉD ABLAK

változatlanul 46° . A **Szín**-re kattintva itt választhatjuk ki a metszésvonal színét, a **Vonaltípus** parancssal a vonal vastagságát, vagy egyéb változatát.

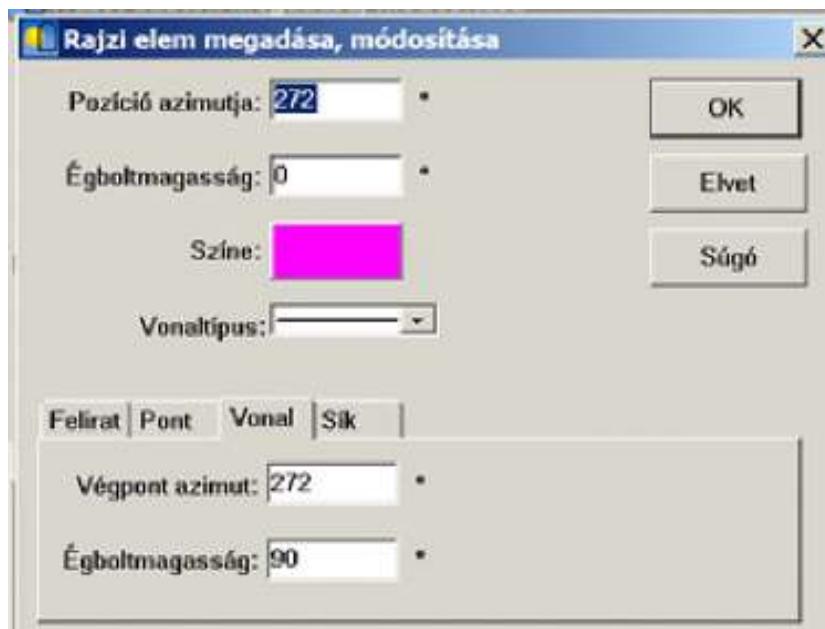
Amint a 10. sztereografikus, valamint égboltra vetített 11.sz. ábrákon látható, a „V” ponton és az ablak szemöldök külső vonalán átfektetett sík ciklámen színű metszésvonala egybe esik az égboltra vetített ablak képével, tehát a szerkesztésnek ez a része helyes. Ha a könyöklő magasságot is ellenőrizni kívánjuk, akkor egy 6° -os dőlésszögű, 53° azimutú síkkal meg kell ismételni a fent leírt eljárást.

A kávavonalak ellenőrzése egyszerűbb. Az alaprajzon leolvasható, hogy a „V” ponton és az ablakkávákon átfektetett függőleges vetítő síkok **azimutjai** 223° és 272° értéket mutatnak.

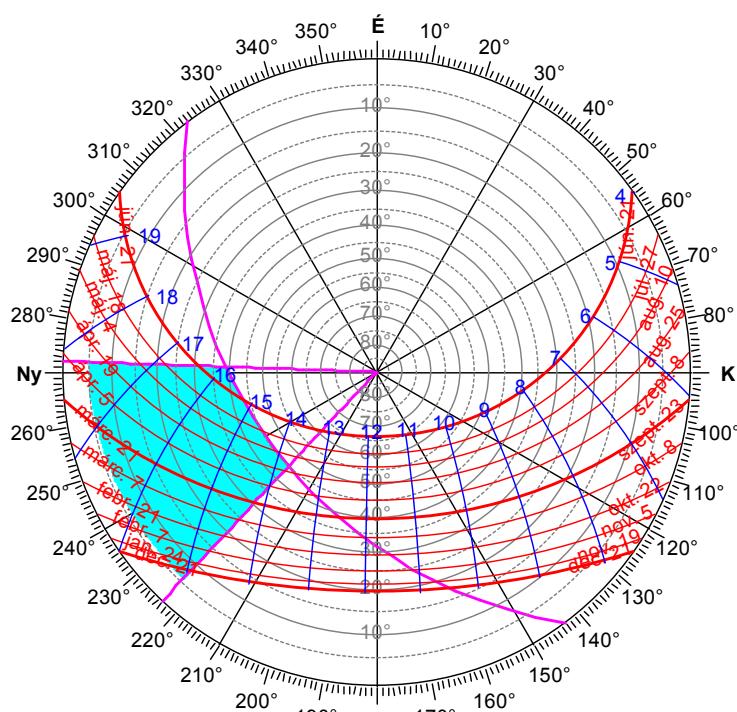
Az ablakkávákon átfektetett függőleges metszősíkok helyzetének azonosságáról ránézéssel meggyőződhetünk. Ha ezek **azimut** szögei – amit a fok-beosztáson leolvashatunk – azonosak, akkor a szerkesztésnek ez a része helyes.

Csupán a gyakorlás kedvéért **végezzük el az ellenőrzést függőleges vetítő síkokkal**, amelyek a sztereografikus vetületen, természetesen egy egyenes vonalként jelentkeznek, amelyek a középpontból indulnak, követik az ablak kávaképének körvonalát és pontosan a 223° és a 272° fokbeosztásnál érkeznek a diagram körvonalára.

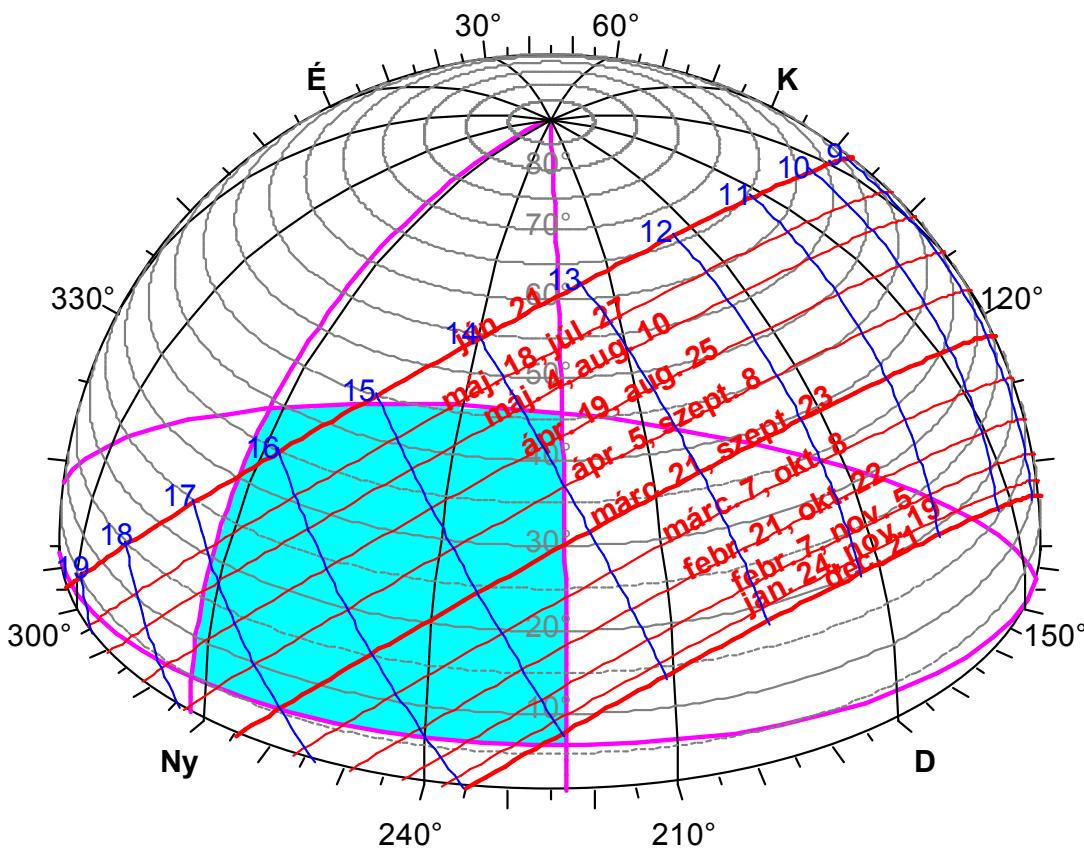
Ki kell nyitni az szemöldök ellenőrzés, elmentett, sztereografikus 10.sz.ábráját. A **Sztereografikus ábrázolás** feliratra jobb gombbal kattintva **módosítás** parancccsal, a legördülő párbeszéd panelen **Új rajzi elem**-re kattintva, megnyílik a 13.sz.ábrán látható **Rajzi elem megadása**, módosítása párbeszéd ablak.



13.sz.ábra PÁRBESZÉD ABLAK VONALRAJZOLÁSHOZ



Ezen kiválasztjuk a *színe* parancssal a használni kívánt színt, *Vonaltípus* parancssal a vonal formáját és vastagságát. Ezután a rajzi elemek közül esetünkben a *Vonal*-at kell kijelölnünk, mert a függőleges vetítősíkok nyomvonalai a középpontból a kerület irányába futó vonalak lesznek.. Ehhez a megfelelő alábbi koordinátákat kell be írnunk: *Pozíció azimutja* : 272° , *Égbol magasság* : 0° , *Végpont azimutja* : 272° , *Égbolt magasság* : 90° . Ha kitölöttük az értékeket és *OK,OK* gombokat megnyomjuk, akkor sztereografikus vetületben a 14.sz. ábrán látható diagramot nyerjük. Ennek birtokában megállapíthatjuk, hogy korábbi szerkesztésünk helyes volt, mert a függőleges vetítősíkok ciklámenszínűre választott nyomvonalai illeszkednek az ablak vetített képének a káva vonalakra.



**15.sz.ábra A SZERKESZTÉS HELYESSÉGÉNEK ELLENŐRZÉSE
MEGJELENÍTHETŐ ÉGBOLTRA VETÍTETT ÁBRÁZOLÁSBAN IS**

A jobb láthatóság kedvéért a sztereografikusan elvégzett szerkesztést átváltoztathatjuk térbelivé, ha az *Égboltra vetítve* parancsot aktiváljuk (15.sz.ábra). Ezen berajzoltuk a 6° -os dőlésű metsző síkot is, amely nyomvonalának az ablak könyöklőjén kell áthaladni, amennyiben az ablak égboltra vetített képének szerkesztése helyes volt.

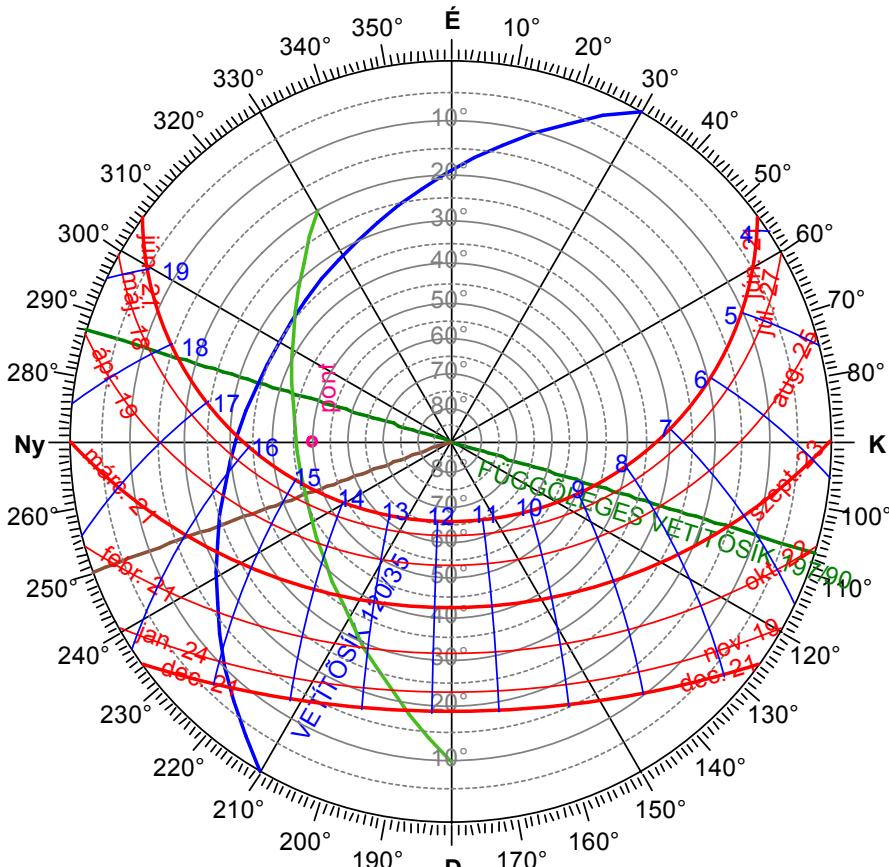
Az szerkesztés ellenőrzésére valójában csak akkor van szükség, ha bármely szerkesztési lépésünk helyességével kapcsolatban kétfélek merülnének föl.

HELIO-GEOMETRIKUS ALAPMŰVELETEK SÍKKAL, VONALLAL, PONTTAL ÉS FELIRATTAL

A program használata során, felmerülhet segídszerkesztések igénye pl. metsző és vetítő síkok használata, avagy vonalak és pontok megjelenítése a virtuális égbolton. Ezeknek a műveleteknek a szerkesztési lépései ismertetjük az alábbiakban, hogy megkönnyítsük e műveletek elvégzését.

Égboltot valamelyen szögben elmetsző sík létrehozható, ha a földrajzi koordináták megadása után a megjelenő sztereografikus diagram bal felső sarkában a **Sztereografikus ábrázolás** feliratra kattintunk, s a legördülő párbeszéd ablakon a **Rajzi elemek**, **Új rajzi elem** parancsokat kijelöljük. A megnyíló ablakban a **Felirat**, **Pont**, **Vonal**, és **Sík** parancs kínálatból választhatunk.

Ha síkot kívánunk szerkeszteni, akkor jelöljük ki a **Sík** parancsot. A megnyíló ablakban kattintással kiválaszthatjuk a **Színe** parancccsal a használni kívánó színt, majd **OK**-val rögzítjük, majd a **Vonaltípus** ablakát kattintással legördítve, kiválaszthatjuk a célnak megfelelő változatot. Ezután meg kell adni a **Sík azimutja** ablak kitöltésével a használni kívánt sík égtáji tájolását. **A sík tájolását, a sík normálisa, azaz a síkra emelt képzeletbeli merőleges irányá jelöli. (Azaz a sík nyomvonalának azimutja+90°)**

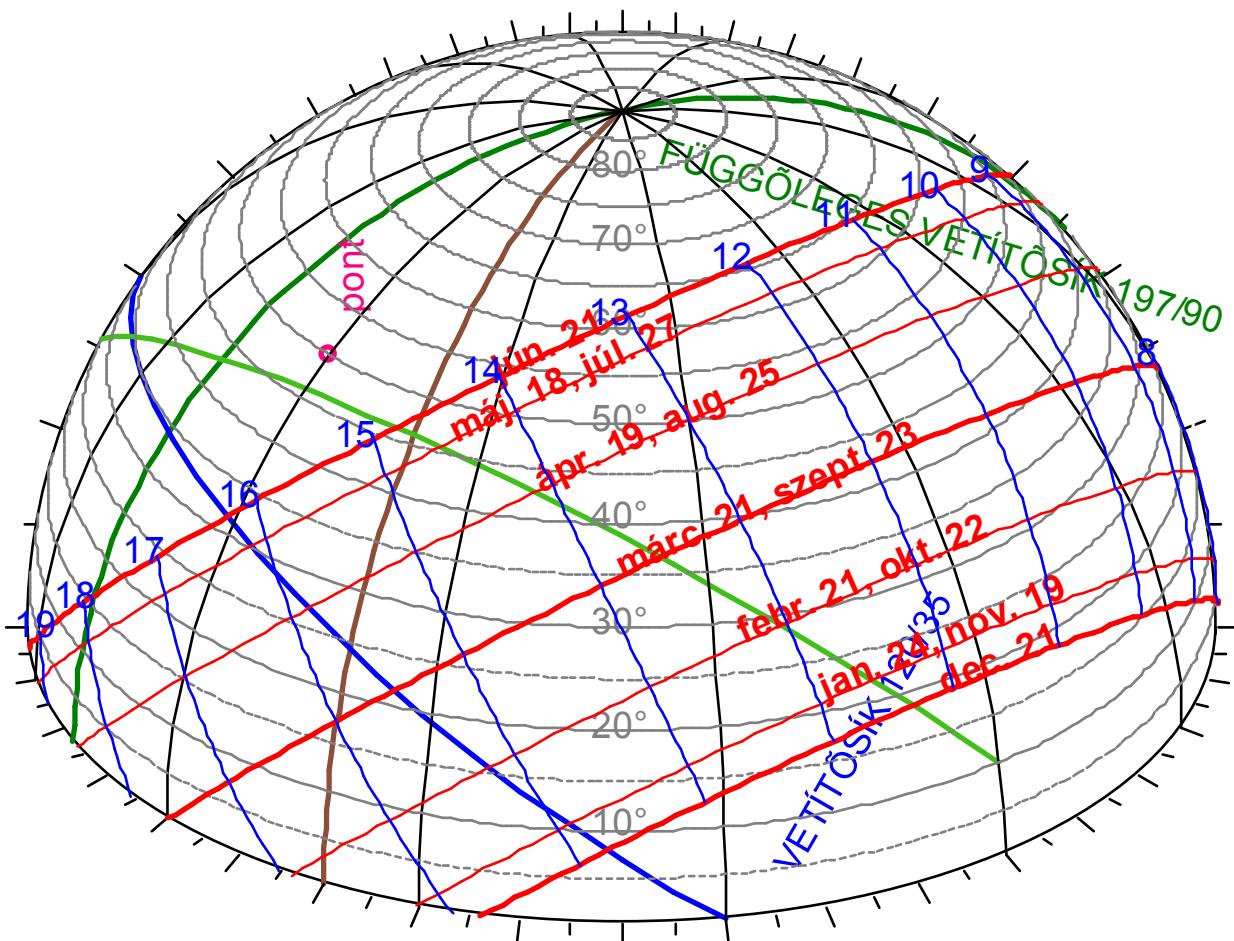


**16.sz.ábra METSZŐSÍKOK, VONAL PONT ÉS FELIRAT SZERKESZTÉSE
SZTEREOGRAFIKUS VETÜLETBEN**

A 16.sz. ábrán, a kék színnel jelölt 1.sz. METSZŐSÍK 120/35 előállításánál a **Sík azimutja** értéknek 120° és **Hajlásszöge** értéknek 35° lett megadva, hiszen a sík normálisa 120° azimut irányába mutat. A sík metszésvonala a virtuális égbolttal pedig a 35° -os égbolti magasságot érinti. Ez a szerkesztési leírás egy általános helyzetű metszősík szerkesztését ismertette.

FÜGGŐLEGES 197/90° METSZŐSÍK sztereografikus ábrázolásához a *Rajzi elemek*, *Új rajzi elemek* ablak megnyitása után, az *Égbolt magasság* ablakba 90° -ot kell beírni, minthogy ez egy függőleges vetítős sík. Az ábrán látható **FÜGGŐLEGES METSZŐSÍK Irányszöge** 197° fok.

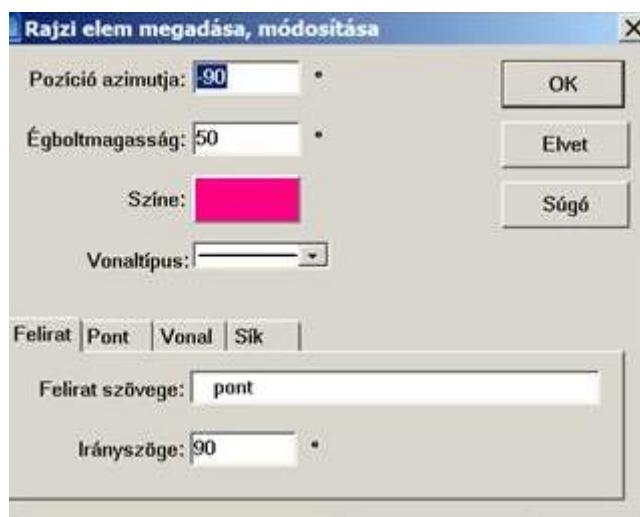
A sztereografikus ábrát bármikor könnyen válthatjuk át 3D-s megjelenésre, térbeli változatra, ha a *Sztereografikus ábrázolás*-ra kattintunk, vagy bal gombbal az



**17.sz.ábra METSZŐSÍKOK, VONAL PONT ÉS FELIRAT SZERKEZTÉSE
ÉGBOLTRA VETÍTETT TÉRBELI MEGJELENÉSBEN**

ábra bal felső sarkában sötétkékkel fedett feliratra kattintunk és a legördülő párbeszéd ablakban a **Módosítás** parancsot választjuk. Ekkor az **Égboltra vetítve** parancsot kijelölve a sztereografikus ábra térbelire vált (17.sz.ábra) és fordítva, ezen a módon a térbeli ábrát újra sztereografikusra változtathatjuk.

PONT is szerkeszthető, ha a **Új rajzi elemek** parancsot kijelöljük és a párbeszéd ablakban a **Pont** parancsot választjuk. A párbeszéd ablakban megválaszthatjuk a **pont színét**, vastagságát és a **Pozíció azimutját**, amely legyen 270° , az **Égbolt magasságát**, pedig legyen 50° .



18.sz. ábra A PONT DIAGRAMGBELI HELYZETÉNEK MEGHATÁROZÁSHOZ KINYITHATÓ PÁRBESZÉD ABLAK

Ha a szerkesztett **PONTHOZ** feliratot akarunk készíteni, akkor az **Új rajzi elem** parancs megnyitása után legördülő **Rajzi elem megadása, módosítása**, **párbeszéd** ablakban a 16 és 17 sz. ábrán megjelenő pont helyzetének és feliratának eléréséhez a **Pozíció azimútja** parancshoz 90° -ot írunk be. A felirat elhelyezése a szögértékekkel változtatható. A felirat **Égbolt magasságának** 50° -ot választottuk. A **színét** és a **Vonaltípus-át** a legördülő kínálatból jelöltük ki. Megjegyzendő az **Egyéni színek definiálása** ablakot megnyitva, saját színárnyalatot állíthatunk elő. A **Felirat szövege** ablakban kis és nagybetűs feliratokat készíthetünk. A felirat elhelyezéséhez az **Irányszög** ablakban rendelkezhetünk a szöveg elhelyezéséről. A szögfok beosztást a vízszintestől kiindulva, az óramutató járásával ellenkező irányban kell értelmezni, ezért 90° -ot írtunk be az ablakba..

VONALAT rajzolhatunk, ha a **Rajzi elemek** párbeszéd ablakban **Új rajzi elem** parancsot aktiváljuk. Ennek párbeszéd ablakában, hogy sugár irányú egyenes vonalat rajzolhassunk, mint a 16.és 17.sz ábrán barna színnel megjelenő vonal, ezt akkor tudjuk előállítani,ha vonal kezdő és végpontjának koordinátáit síkban és térben is

megadjuk. Esetünkben a kezdő *pozíció azimutja* 250° , az *Égboltmagasság* 0° , *Végpont azimutja* 160° és az *Égbolt magasság* 90° volt.

ÁLTALÁNOS HELYZETŰ VONAL rajzolásához, a 16. és 17.sz. ábrán látható elhelyezést úgy érhetjük el, ha a *pozíció azimutja* 350° , az *Égboltmagasság* 20° , *Végpont azimutja* 180° és az *Égbolt magasság* 10° .

A PROGRAM BEÁLLÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

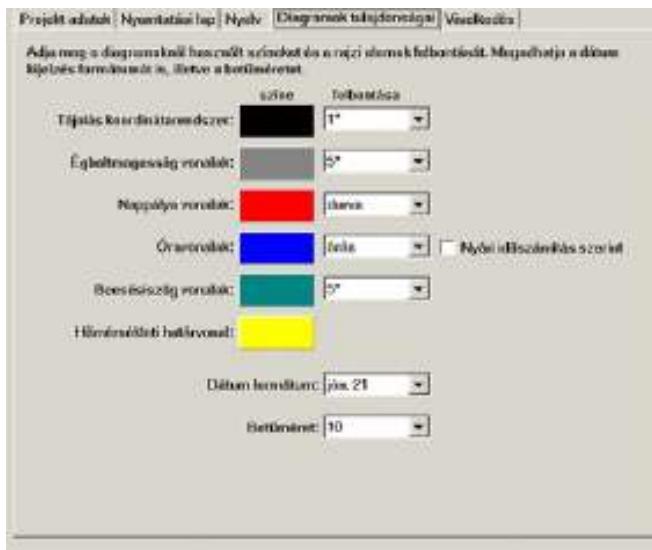
Mivel megtettük az első lépéseket a program használatban, mielőtt tovább haladnánk, meg kell ismerni a program egyéb beállítási lehetőségeit.

A **SUNARCH** program elindításakor, a párbeszéd ablakban megjelenik a *Beállítások / Program beállítások* parancs, amelyet megnyitva, az ablakban a *Projekt adatok*, *Nyomtatási lap*, *Nyelv*, *Diagramok tulajdonságai*, *Viselkedés* parancsok közül választhatunk.

A *Projekt adatok* ablak megnyitásával a *Tervező neve*, *Dátum*, a *Projekt adatok megnyitása*, valamint *Fájlból való betöltés* felől rendelkezhetünk.

A *Nyomtatási lap* ablakban a nyomtatás részleteit tudjuk beállítani.

A *Nyelv*, egyelőre csak magyarul választható.

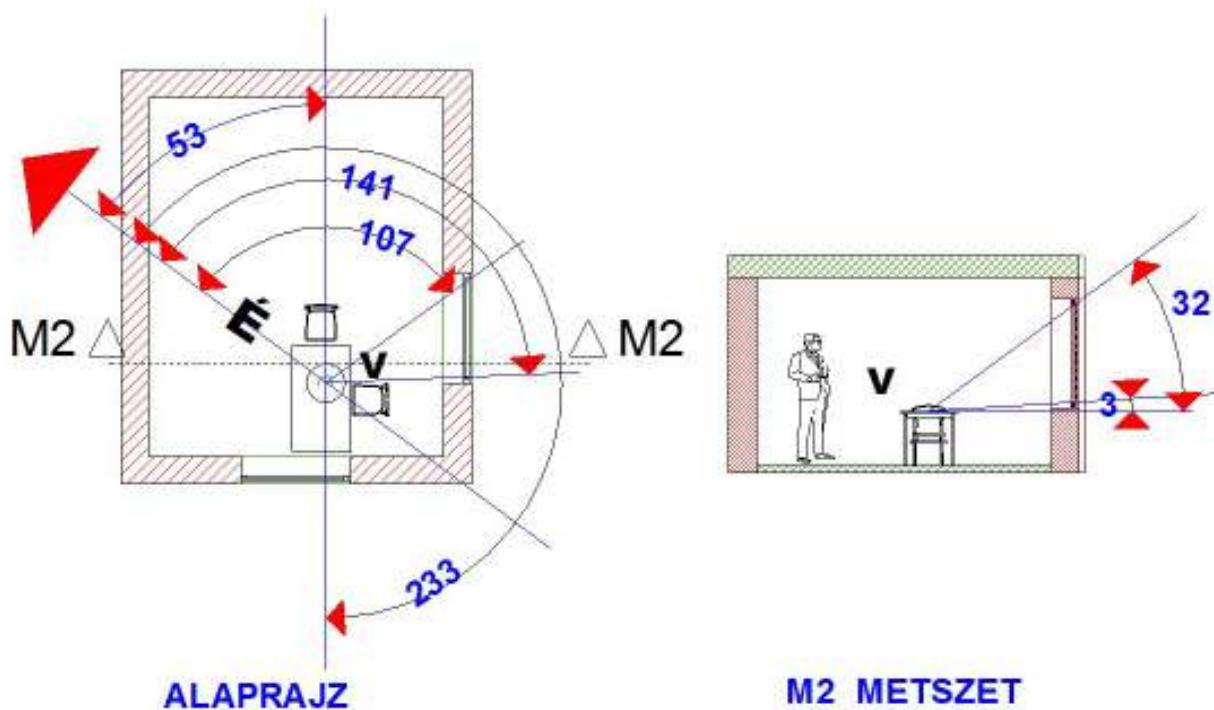


A Diagramok tulajdonságai ablak (19. sz. ábra) lehetőséget ad a diagram vonalai színét, a fokbeosztásokat, dátum formátumot és betűméretet megválasztani.

19. sz. ábra DIAGRAMOK TULAJDONSÁGAIIT VÁLASZTHATÓ PÁRBESZÉD ABLAK

KÉTABLAKOS SZOBA BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

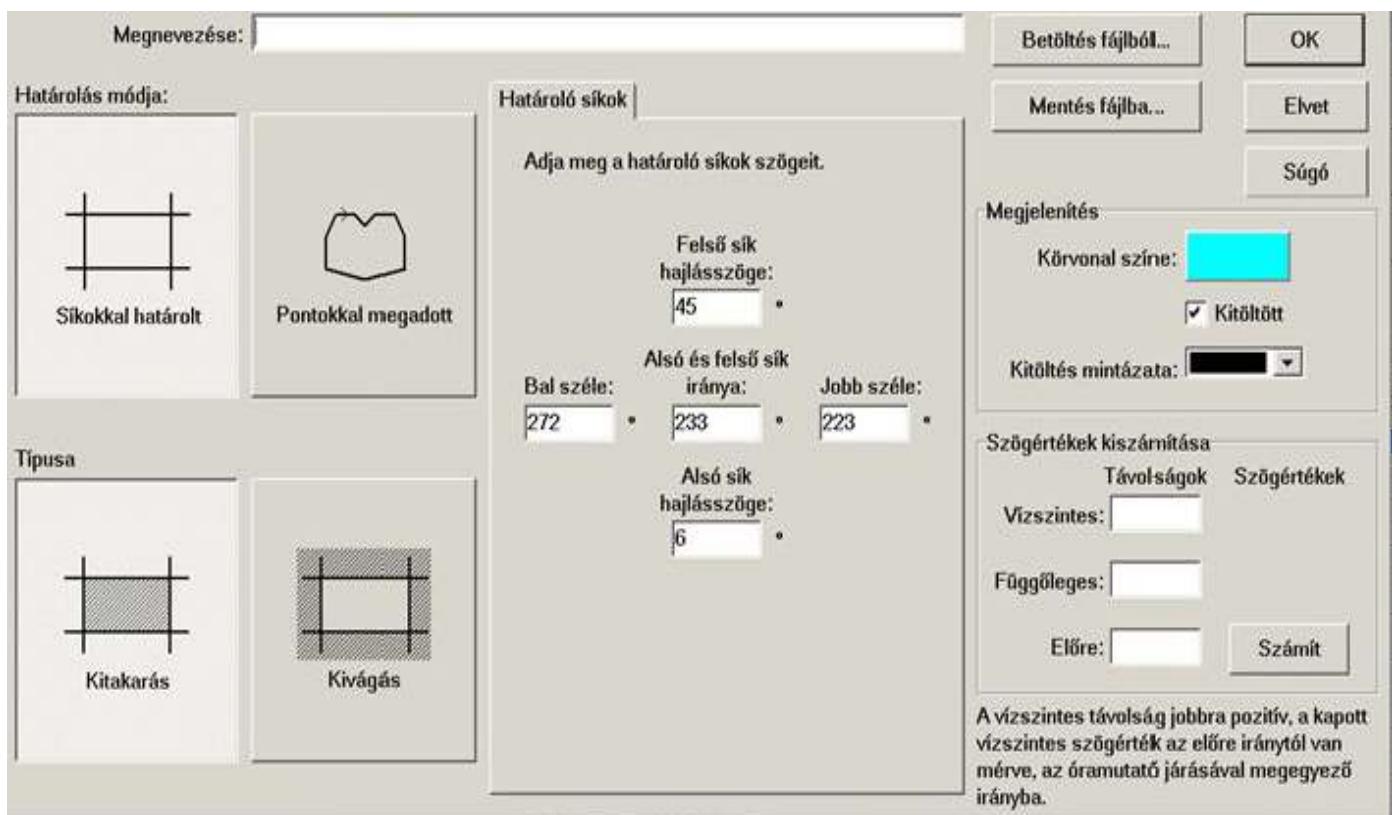
Egy helyiségnak természetesen több ablaknyílása is lehet. Egy példán bemutatjuk, hogy miként lehet egy második ablak égre vetített képet is megszerkeszteni. Az új alaprajzi elrendezést a 20.sz. ábra mutatja. A korábbi helyiséget használjuk a „V” vizsgálati pont helyét változatlanul hagyjuk. Az új ablak üvegezésének szélein át további vetítő síkokat szerkesztünk a „V” pontonból, s meghatározzuk ezeknek a síkoknak azimútjait (vetületi nyomvonalait) és hajlásszögeit. A földrajzi elhelyezésen



20.sz.ábra KÉTABLAKOS SZOBA BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

sem változtattunk. A szerkesztés eredményét a 21.sz 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 vetítősíkot a legkedvezőbb helyzetbe állítottuk, az *új takarás* műveletet kinyitva, a *síkokkal határolt kitakarás*sal dolgozunk. Vetítő síkokkal metssük ki az ablak képet az égboltból és most a pozitív kitöltést választottuk, vagyis az ablakok képe *kitakarás parancs*sal jelenik meg, a látható égbolt felület üresen marad.



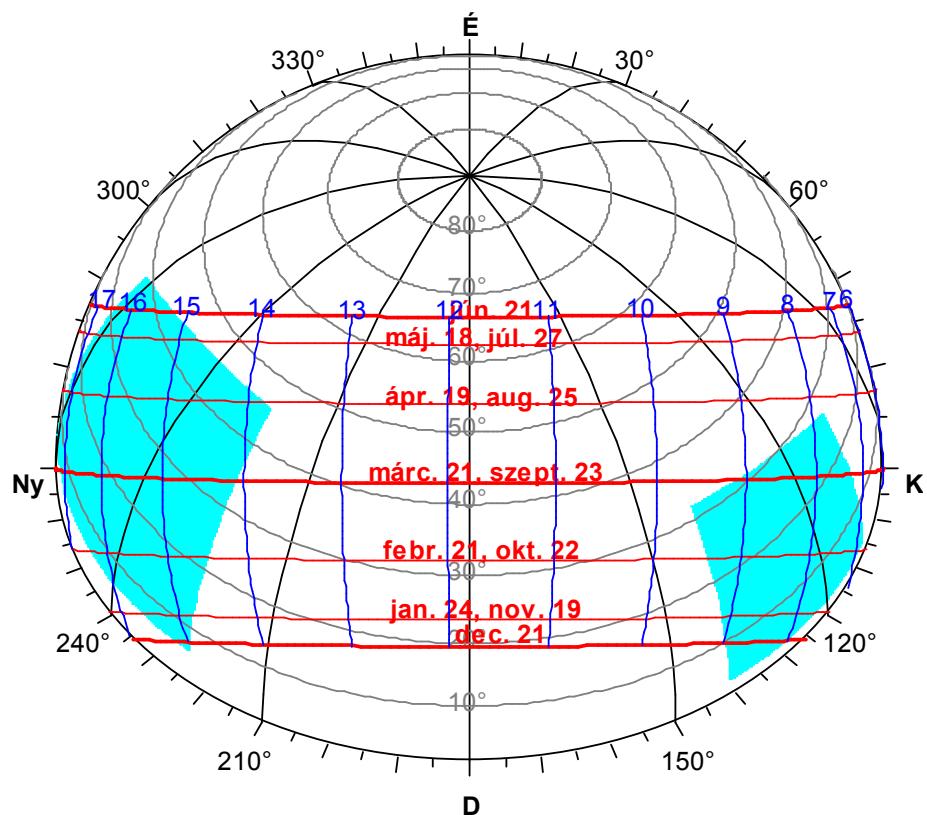
PÁRBESZÉDABLAK A HATÁROLÓ SÍKOK BEÁLLÍTÁSÁHOZ

Beállítjuk a *körvonal színét*, a *kitöltés mintázatát*, majd kitöljük a *határoló síkok szögértékeit*, amelyeket A FENTI párbeszéd ablakban mutatunk be.

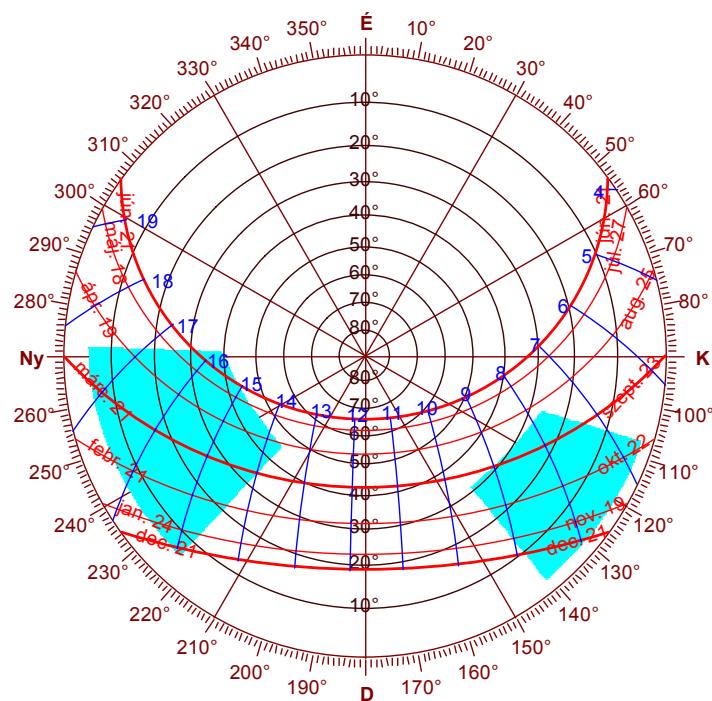
A szögértékek bevitelé után a rendben (**OK**) gombbal előállítjuk az első ablak égboltra vetített képét.

A műveletet a második ablak esetében is az *új takarás* parancssal végezzük. Hibásan bevitt adatot a *törlés* gombbal távolíthatjuk el.

Bármilyen további nyílások képeit a fent leírt azonos lépésekkel állíthatjuk elő. A vetítéshez azért választottuk a *határolós síkokat*, mert a nyílás körvonala egyszerű, s ezáltal érjük el az eredményt a legcsekélyebb időráfordítással



21. ába. A „V” VIZSGÁLATI PONTBÓL LÁTHATÓ ÉGBOLT TÉRBELI KÉPE



A 21.sz. ábra SZTEREOGRAFIKUS VETÜLETBEN

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

ABLAK FÖLÖTTI ERKÉLY ÁRNYÉKHATÁSÁNAK VIZSGÁLATA VETÍTŐ SUGARAKKAL

Épületeken gyakran alkalmaznak erkélyt, vagy egyéb, az ablakot beárnyékoló épületemelét, 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 nyilvánul meg, hogy az égbolton a zenithez közel, a nagymagasságban fekvő felületet fedik el, ahol a legnagyobb a fénysűrűség. Ezzel szemben a fénysűrűség a legalacsonyabb a látóhatár környezetében és a maximum a zenitnél alakul ki. A zenitfelület eltakarása előnytelen a megvilágítás minősége szempontjából.

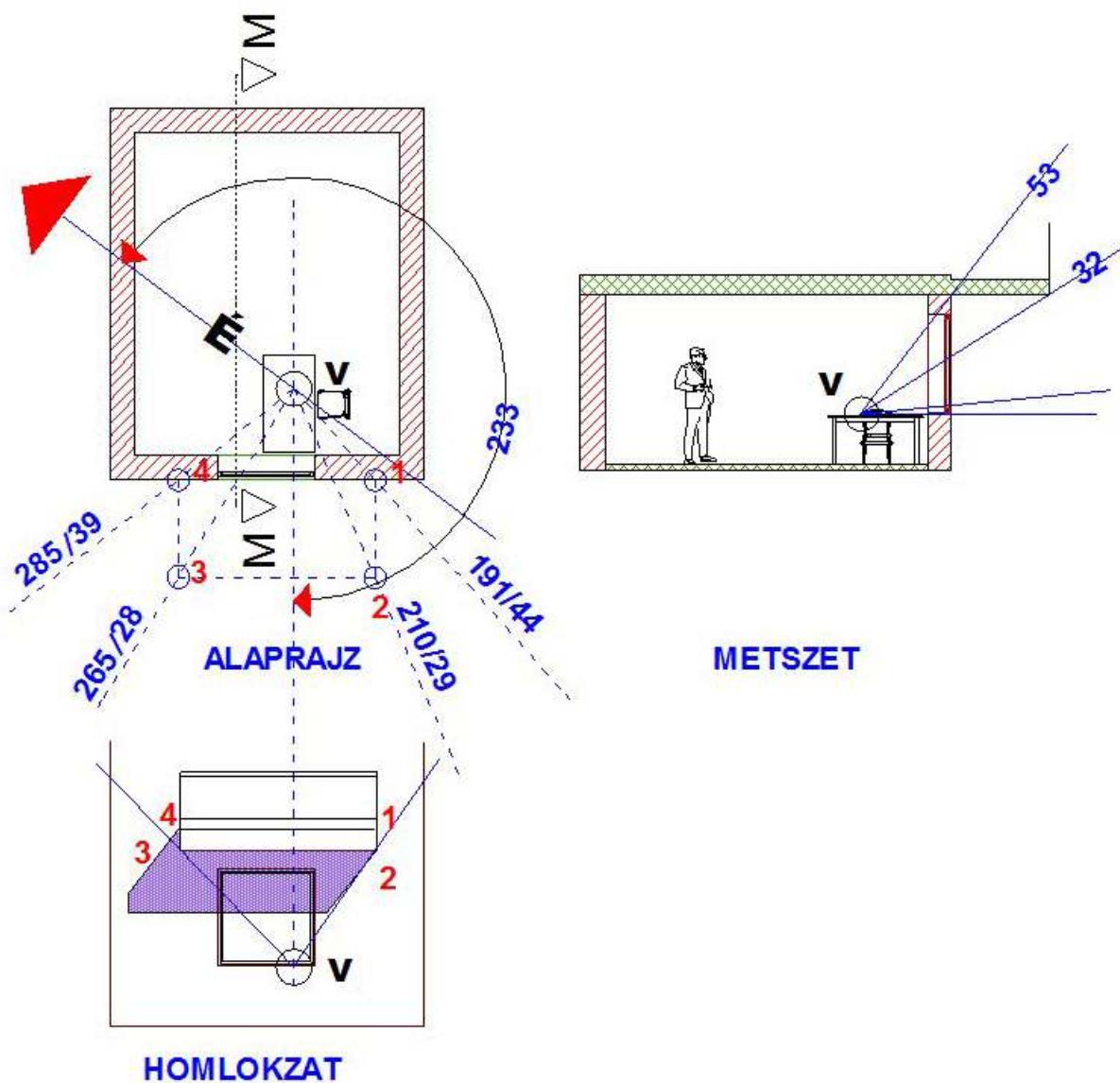
Példánkban újra a már ismert helyiséget használjuk azonos ablaknyílással, azzal a különbséggel, hogy föléje egy erkélyt helyeztünk. Ezáltal jól érzékelhető lesz az erkély fénycsökkentő hatása. Az erkély égre vetülő képének megszerkesztés az alábbi lépésekkel áll.

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

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

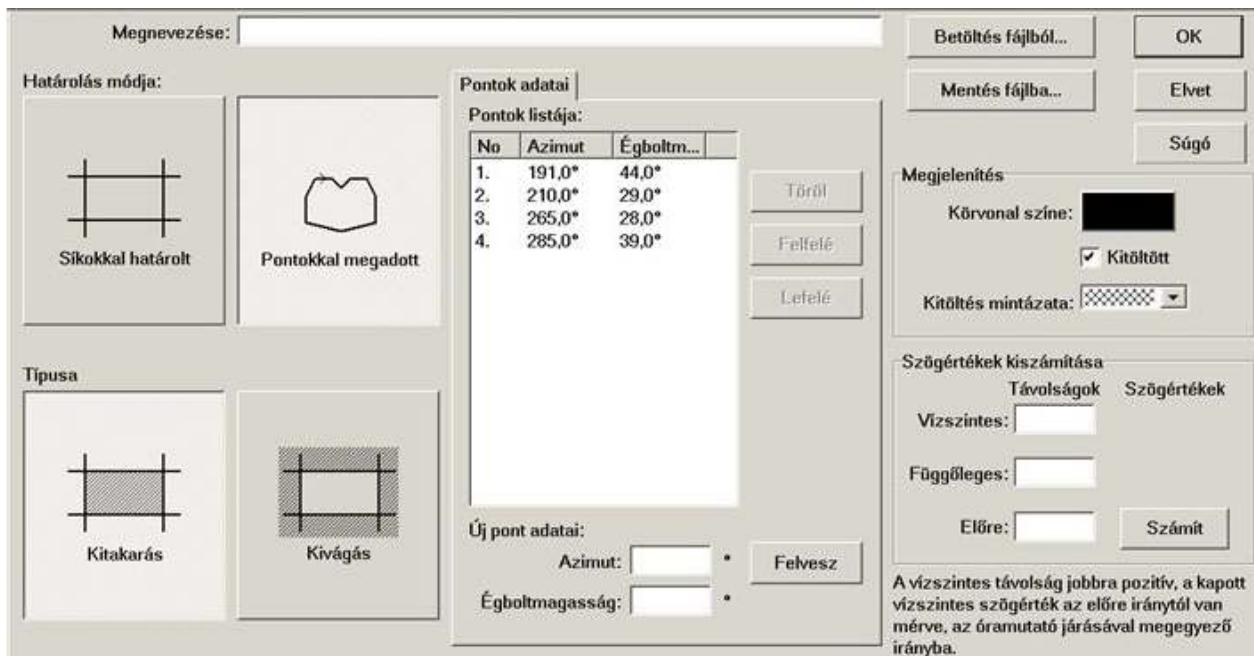
Az erkéylemez árnyékot adó sarokpontjain átvezetett vetítősugarakat a 22.sz. ábrán szaggatott vonalakkal jelöltük az alaprajzon és minden egyes sugárhoz csatoltuk az azimút szögértékeket/szögmagasság értékeit.

A metszen a folyamatos vonalak a képzeletbeli vetítő sugarakat jelképezik. Ezek a vetítő sugarak egy képzeletbeli, hajlásszögük értékeivel jelzett síkban fekszenek, amely az erkéylemez árnyékot adó élein haladnak át.



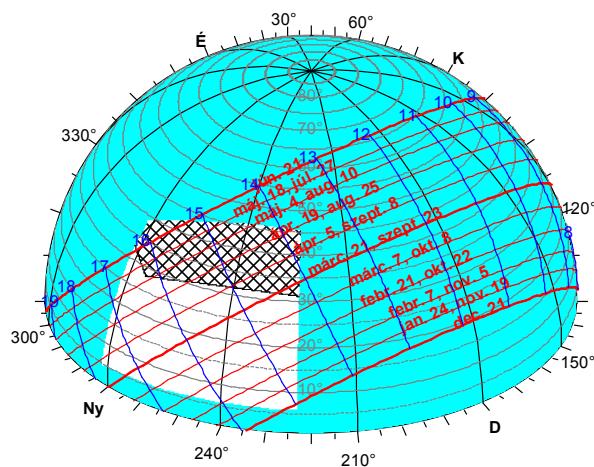
22. sz. ábra ABLAK FÖLÖTTI ERKÉLY ÉGBOLTRA VETÍTETT KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE

A vetítő sugarak kiinduló pontja a „V” vizsgálati pontban van. Ebből a pontból csak az ablak fölötti erkélylemez 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 / Kitakarás* szerkesztést választottuk. A kinyíló ablakba (23.sz. ábra) sorrendben bevisszük a pontok listáját, azaz a vetítő sugarakhoz tartozó szögértékeket. A vetítő sugár vízszintes vetületi szögét északtól mért azimut szögben, 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.



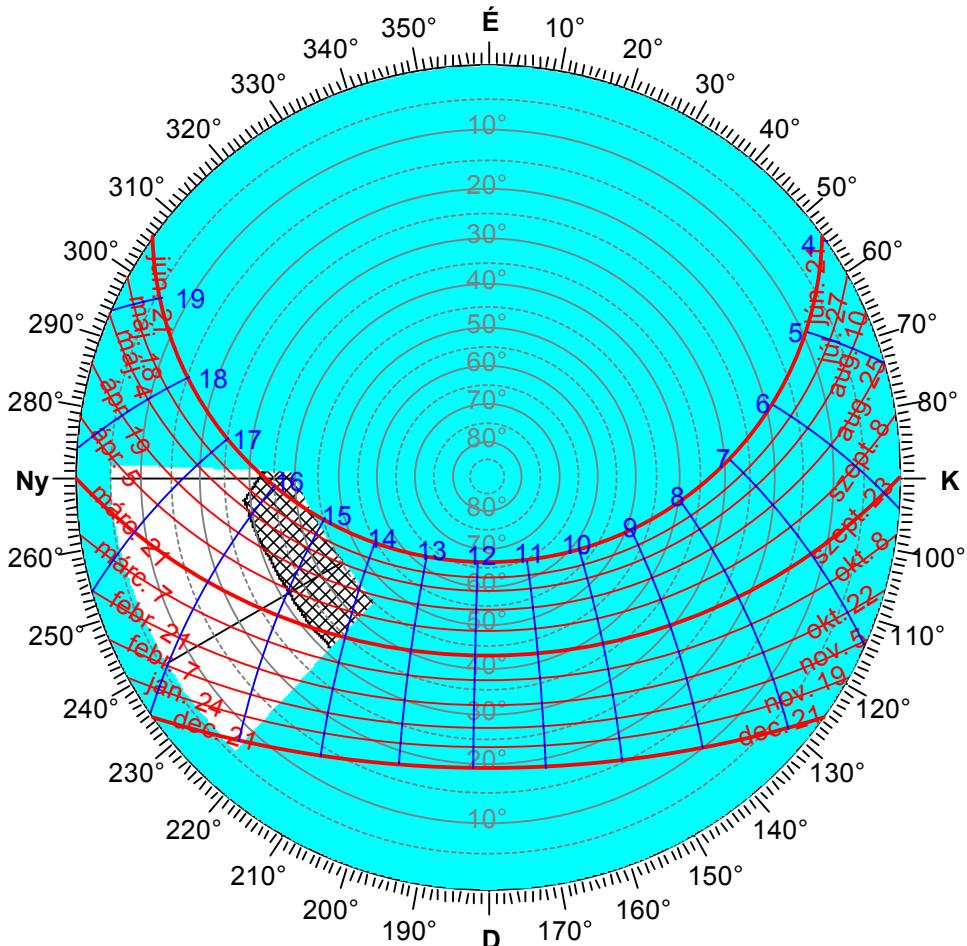
23. sz. ábra. PÁRBESZÉD ABLAK A VETÍTŐSUGARAK ELŐÁLLÍTÁSHOZ

Egy-egy szögpár beírása után a *felvész* gombbal be kell táplálni az adatokat. A körvonal mintázatot példánkon eltérőnek vettük fel, hogy jól látható legyen a szoba ablaka fölé 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 megfeledkezni, hogy **ez az erkély az év egyéb**



24. sz. ábra. ABLAK FÖLÖTTI ERKÉLY ÁRNYÉKOLÓ HATÁSA

szakában is kirekeszti a napfényt a helyiségből akkor is, amikor már igen nagy szükség lenne rá – nem csak a látás elősegítésére, de főleg fotobiológiaiak, szervezetünk hormontermelése érdekében.



25. sz. ábra ERKÉLY ÉS ABLAK ÉGRE VETÍTETT SZTEREOGRAFIKUS KÉPE

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 zájják 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 szögmagasságához tartozó felületei kerülnek takarásba, ahol a fénysűrűség nagyobb, mint az alacsonyabb égbolt magasságokban.

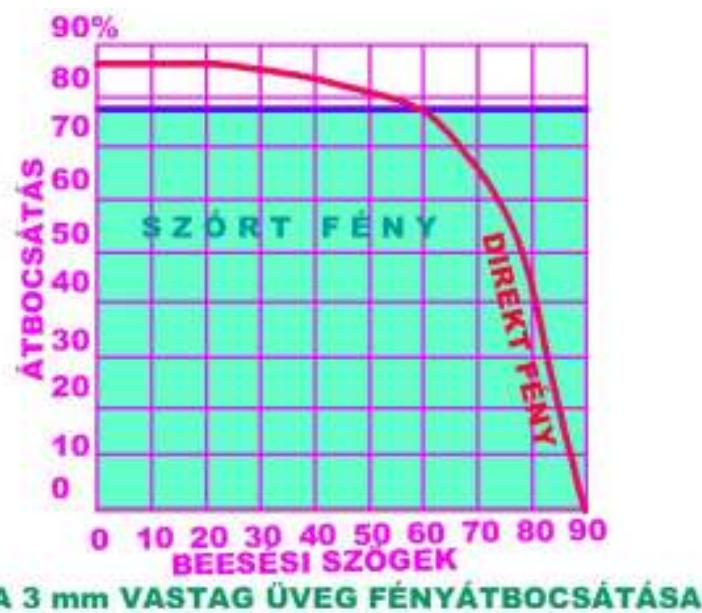
Az erkélyekről, vagy az üvegezett nyílások elő kiszögelő épületelemekről, nem csak a fotobiológiai hatást állapíthatjuk meg, hanem az energiatakarékosság szempontjából is negatív a hatásuk. Ha megvizsgáljuk, hogy egy erkély az év hány napján hasznosítható, s figyelembe vesszük, hogy a lakáshasználók ebből az időszakból, egyáltalán mennyit tudnának szabadidejükben az erkély használatra fordítani, megállapíthatjuk, hogy csak évi néhány óra adódna össze! Ugyanis az építészek inkább csak a homlokzati megjelenés gazdagítására alkalmazzák az erkélyeket, rendszerint csökkentett (1,2 m), alig használható szélességi méretekkel. A konzolos erkéylemez a tökéletes hőhíd, gyakran a mennyezet penészedés forrása!

Ezzel szemben, ha az erkélyeket felnyitható üvegezással, loggiává alakítanák, akkor, nem csak hogy a lakás területét a csökkentés helyett alapterület növeléssel értékesebbé tennék, de épületfizikailag fokozott hővédelmet, sőt energia nyerő forrást teremthetnének,

mert a üvegezéssel loggiává alakított erkély, napkollektorként működik, sőt kánikula idején az ablak külső felülete előtt elhelyezett bármilyen anyagú kellően sűrűszövésű textília megoldja az árnyékolását a helyiségnek.

A NAPSUGÁR BEESÉSI SZÖGÉNEK VIZSGÁLATA

Nem elegendő megállapítani, hogy napfény éri-e és milyen időtartamban az üvegezés felületét, mert a napfény **beesési szögének értéke** döntően meghatározza a fénysugár áthatolását, a benapozottság hasznosságát. Ha ugyanis nagyon lapos szögben éri a fény az üvegezés felületét, akkor nagyobb hányada visszatükröződik, mint amennyi áthalad rajta. A legnagyobb mennyiségű 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 hányad pedig növekszik. A 60° beesési szögértéktől fölfelé a reflexiós hányad rohamosan növekszik, a transzmissziós pedig rohamosan csökken (26.sz.ábra).



26.sz. ábra AZ ÜVEG OPTIKAI TULAJDONSÁGA

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 mennyiségét 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 térbeli szögek útvesztő és bonyolult kiszámítását elkerülendő, a **SUNARCH** program közvetlen grafikai eszközt kínál bármely térbeli helyzetű sík beesési szögeinek leolvasásához. A beesési szögmérő egyesíthető a nappályákkal ha bekapcsoljuk a **Megjelenési opciók** ablakban **Beesési szög vonalak és értékek megjelenítése** parancsot.

A **beesési szög** mérésre szolgáló ábra közös központú körök sorozatából áll, amely úgy keletkezik, hogy egy virtuális félgömböt, a vizsgált (üveg) felület dőléssével, tájolásával megegyezően, párhuzamos síkokkal, egymástól 5° vagy 10° szögtávolságokban

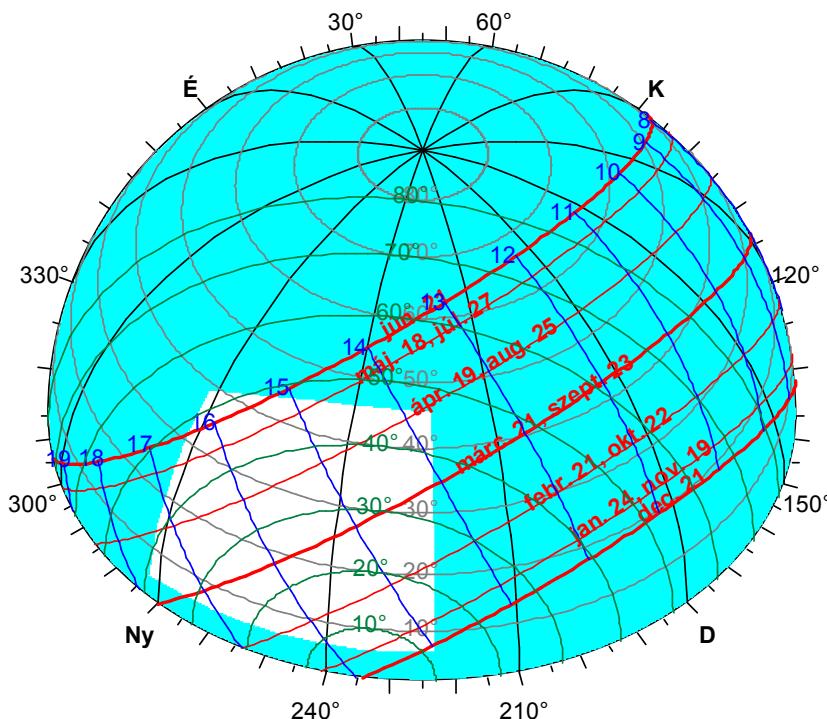
elmetssük. A gömbfelületen ezáltal körök, vagy körszegmensek keletkeznek. Ezen körök mentén olvashatóak le az adott sík beesési szögei. A beesési szögtávolságokat mérő körök, vagy körszegmensek között interpolálhatunk, ha a beesési szöget nagyobb pontossággal kívánjuk meghatározni.

Ha egy adott üvegfelületre érkező fénysugár beesési szögeit akarjuk leolvasni, akkor a **beesési szögmérő síkját a vizsgált üvegfelület tájolásával és dőlésével megegyező térbeli 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 27. sz. ábrán mutatjuk be. Ha a szögmérő programot bekapcsoljuk és a beesési szögmérőt a vizsgált ablakkal azonos térbeli helyzetbe forgatjuk, tehát a **beesési szögmérő tájolása** és a hajlási szöge is egyezik az ablakéval, akkor a beesési szögek az ablak égboltra vetített körvonalaiban belül, a **benapozást** nyújtó látszólagos nappályával együtt tanulmányozhatjuk.



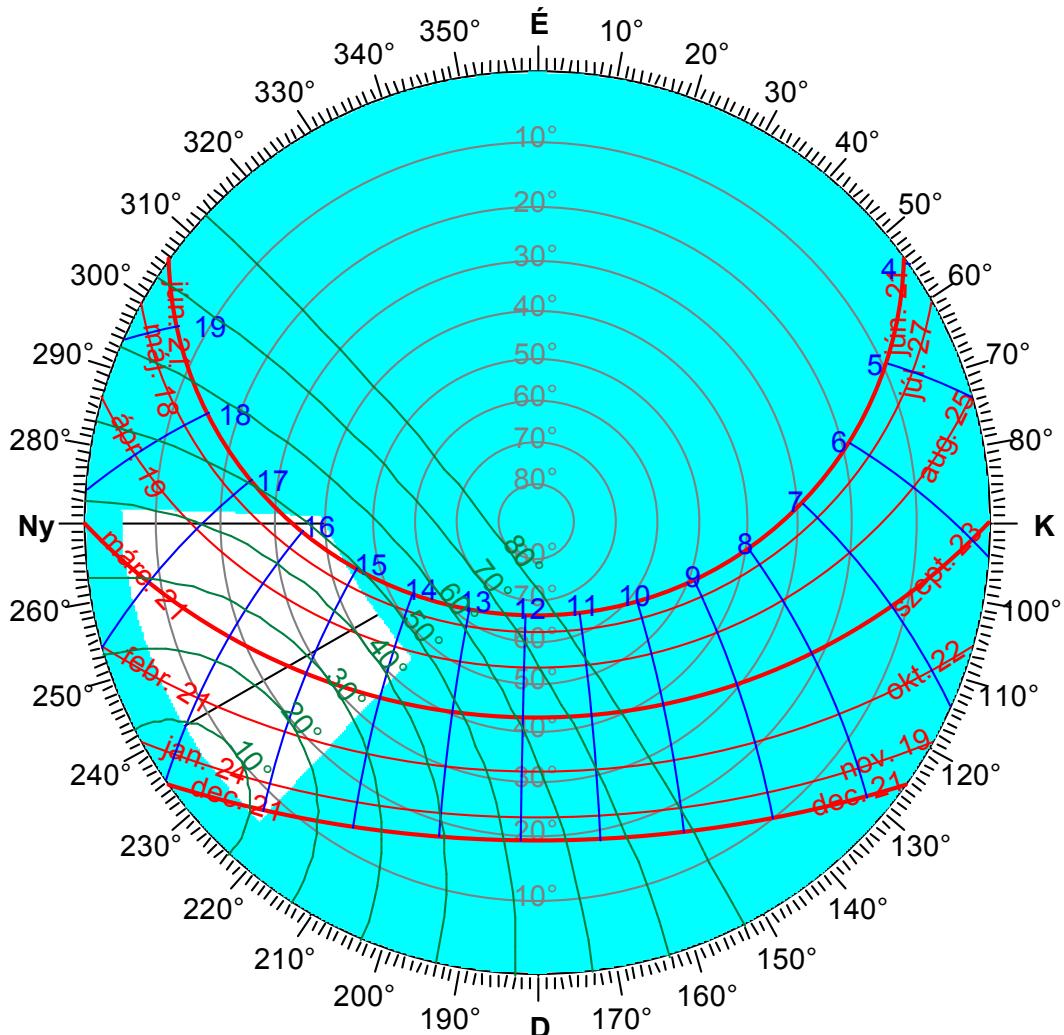
27. ábra. A SZOBA ABLAKÁRA ÉRKEZŐ NAPSUGÁR BEESÉSI SZÖGÉNEK TANULMÁNYOZÁSA

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 mennyiségű 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.

A beesési szögmérő vonalainak színe megválasztható a *program beállítások / diagramok tulajdonságai* alatt. Ugyanitt a szögmérő és nappálya vonalak sűrűségét, színét is megadhatjuk.

A program lehetővé teszi az égboltra vetített ablak, a nappályák és a beesési szögmérő együttes ábrázolását sztereografikus vetületben is, ha a *Módosítás* és *Égboltra vetítve* parancsokat aktiváljuk.



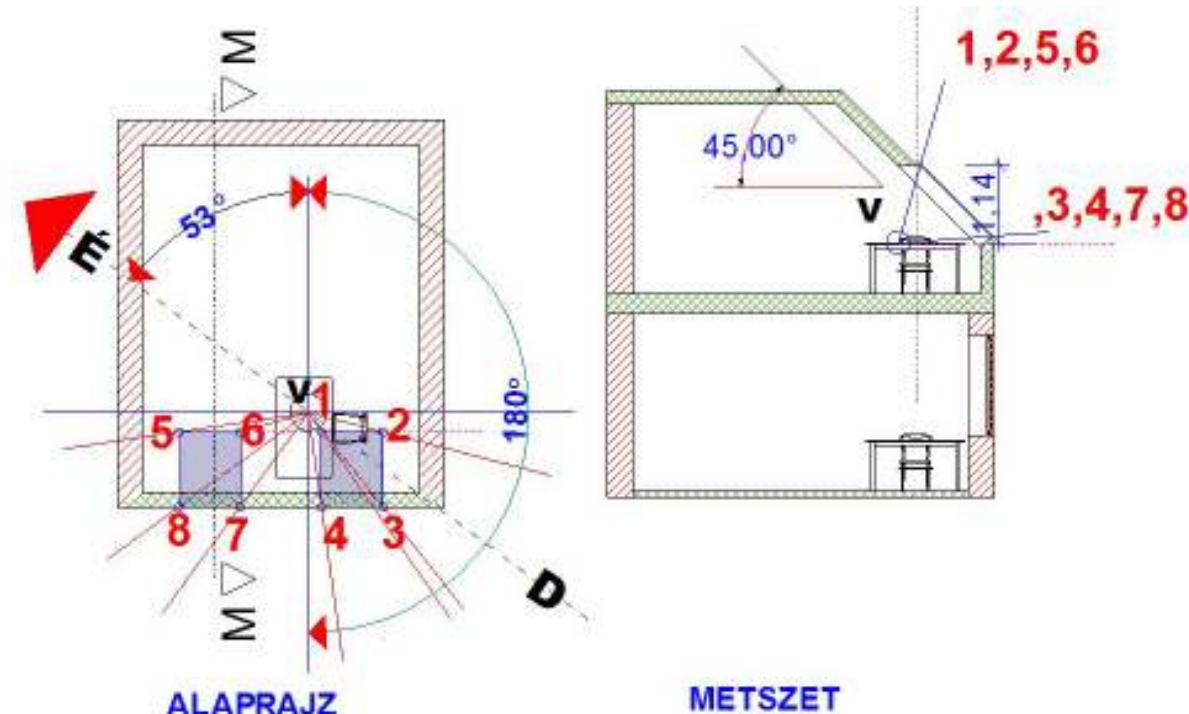
28.sz.ábra A BEESÉSI SZÖGMÉRŐ HASZNÁLATA SZTEREOGRAFIKUS VETÜLETBEN

TETŐTÉRI ABLAKOK BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

A tetőterek beépítése gazdaságos építészeti megoldás a költségek szempontjából. Ezért gyakori a tetőterek utólagos beépítése és a tetőtér beépítéses új épületek létesítése is. A 29.sz ábra a tetőtéri ablakok benapozás tervezésének ismertetésére szolgál. 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, nyomvonalaik azimutját és dőlésszögét egyszerűen tudjuk meghatározni. A másik feltétel, hogy a vizsgált homlokzati nyílás körvonala egyszerű és csekély számú egyenessel legyen határolt.



29.sz.ábra TETŐTÉRI ABLAK GEOMETRIAI ELHELYEZÉSE

A 29.sz.ábrán ábrázolt tetőtéri szobának két tetőablaka van. A „V” vizsgálati pont helyzetét az összehasonlíthatóság érdekében nem változtattuk a korábbi példához képest, a munkaasztal közepén vettük fel.

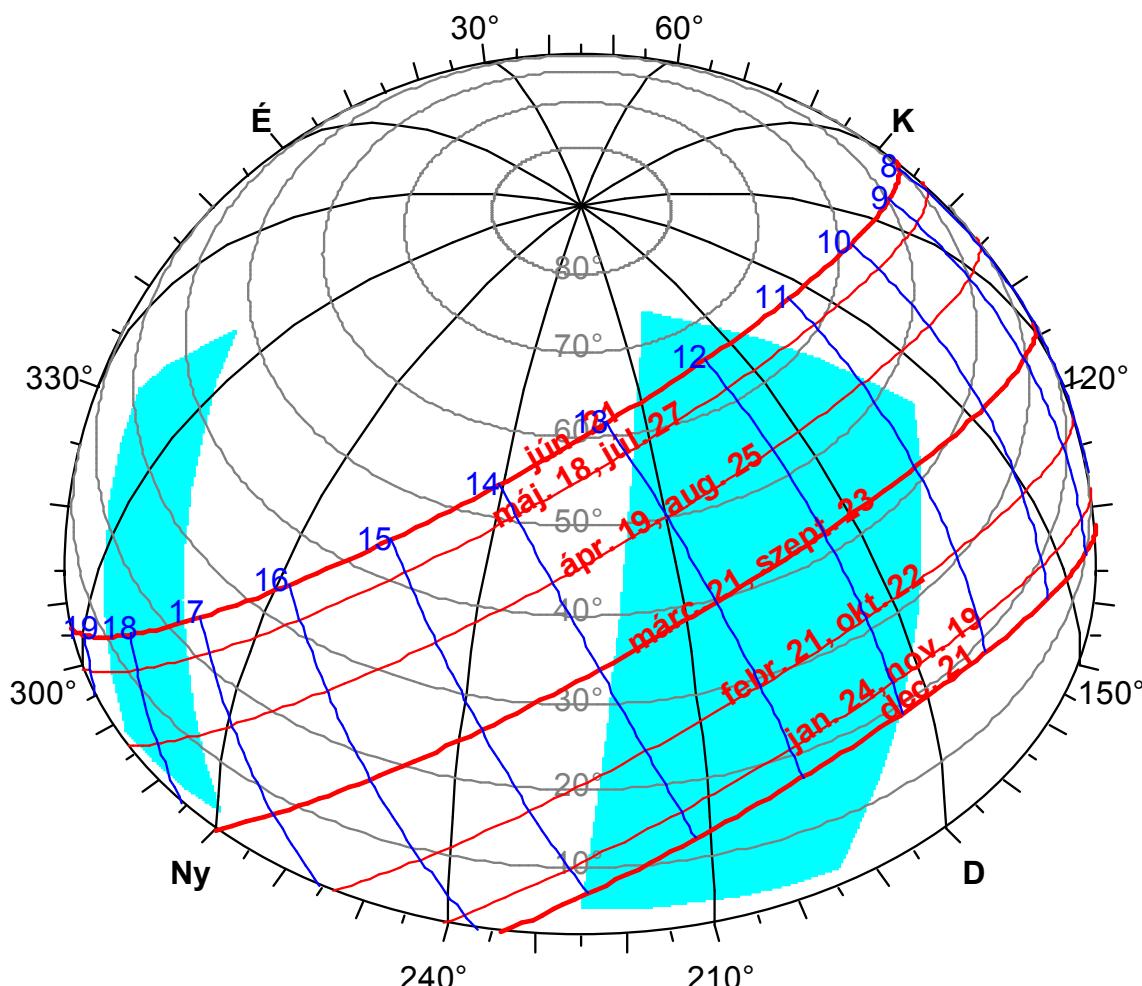
A ablak körvonalain át a vizsgálati pontból vetítő síkokat is fektethetnénk, azonban ezek térbeli szögeit bonyolult munkával lehetne meghatározni. Ennél jóval egyszerűbb a munka, ha az ablakok sarokpontjain át, a „V” vizsgálati pontból **vetítősugarakat** bocsátunk az égboltra, s ahol ezek átdöfik azt,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

A vetítősugarak azimutai lemérhetők az alaprajzról. A vetítősugarak hajlásszögei szögei könnyen kiszámíthatóak (döféspontról „V”-től mért magassága, osztva a vetületi távolsággal= tang. α). Azonosítás céljából a sarokpontokat megszámoztuk. A vetítősugarak azimut és magassági szögei az alábbiak:

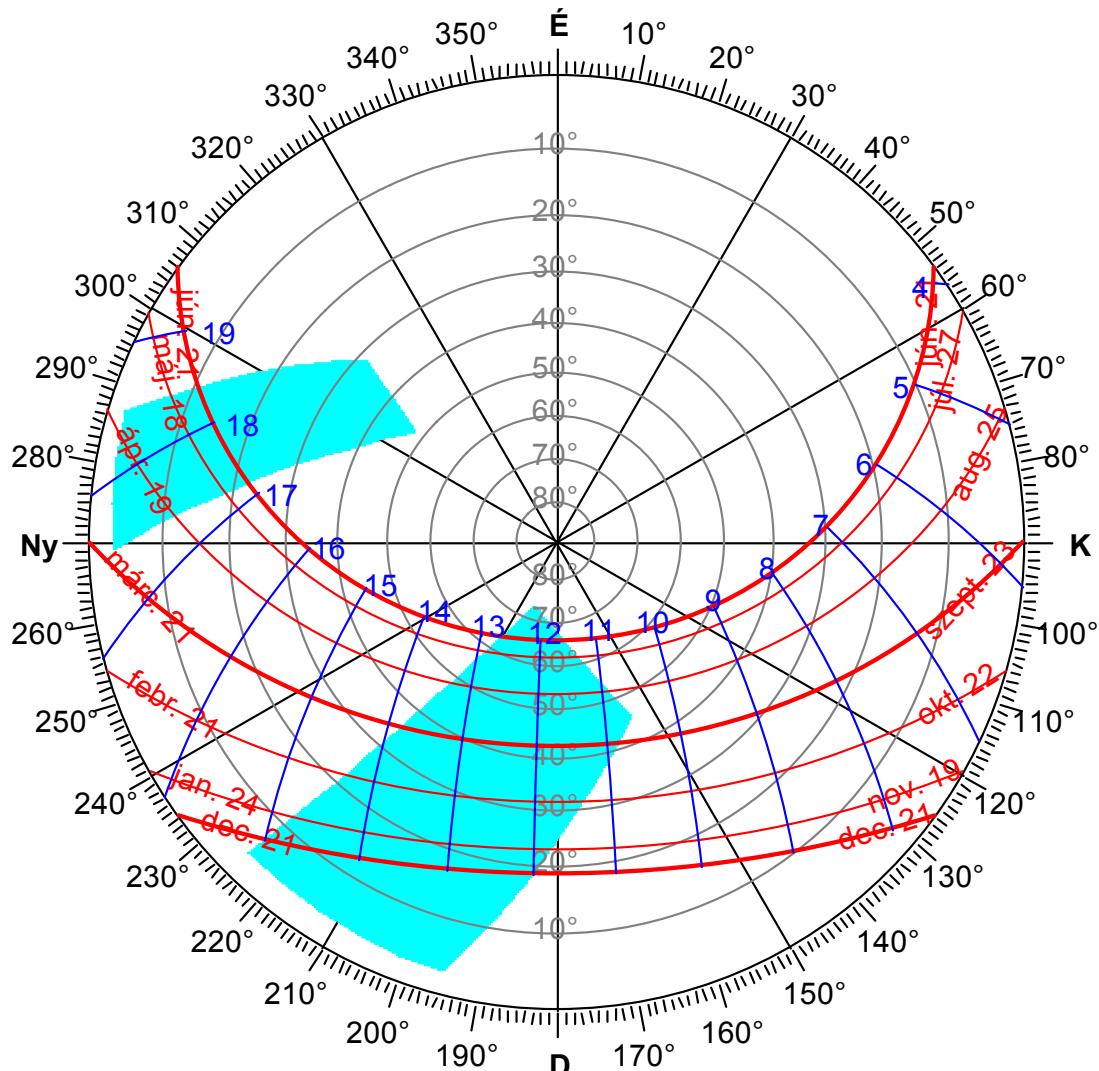
Sorszám	Azimut	Magasság	Sorszám	Azimut	Magasság
4	225°	4°	8	287°	2°
3	195°	3°	7	270°	3°
2	157°	46°	6	308°	48°
1	200°	74°	5	314°	31°

A feladat megoldásához az ***égboltra vetítve*** menüt választottuk és a ***Megjelenítés azimut***-ját 225°-ra állítottuk, hogy az eredmény jól áttekinthető legyen. A takarás megadásakor a megjelenítéshez választhatjuk a ***Kitakarás***, vagy ***Kivágás*** opciót is. Példánkon a ***Kitakarás*** parancsot használtuk.

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



30 sz. ábra. KÉT TETŐABLAK ÉGRE VETÍTETT KÉPE TÉRBELI ÁBRÁZOLÁSBAN



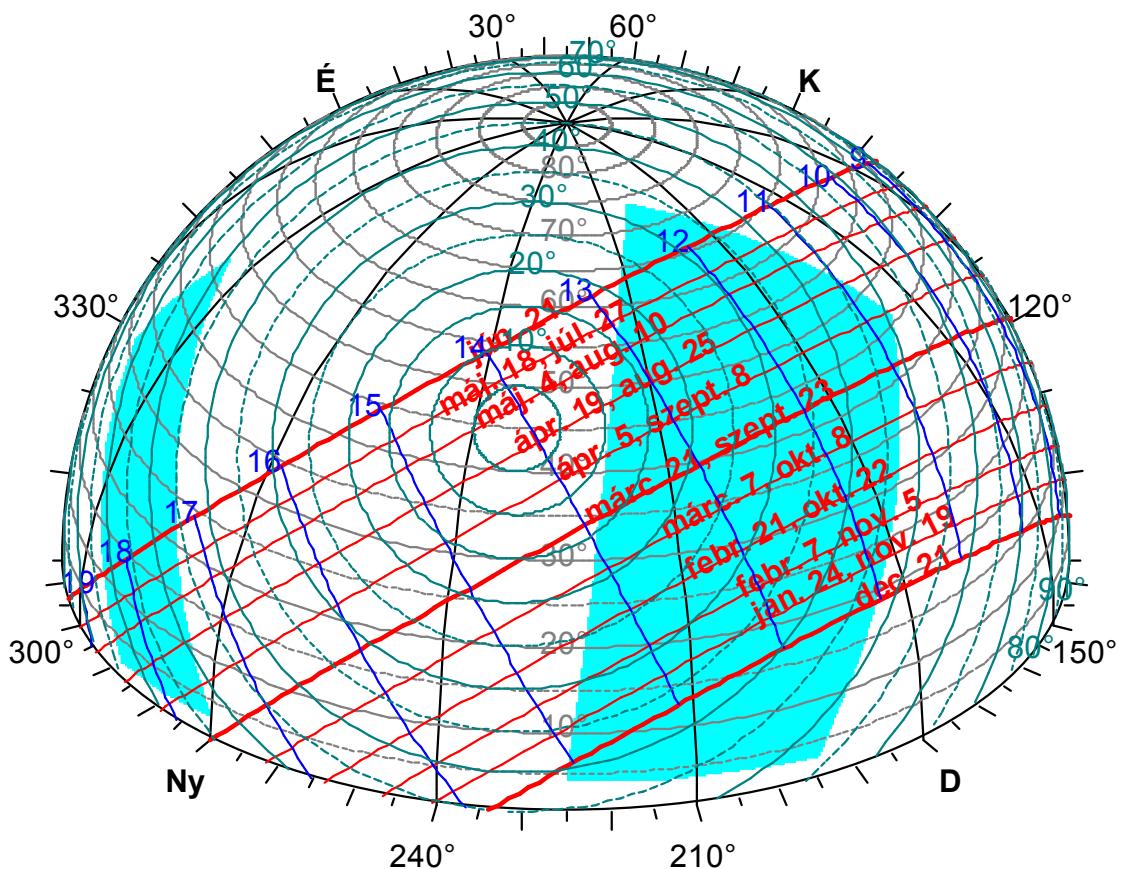
31.sz. ábra. KÉT TETŐABLAK ÉGRE VETÍTETT KÉPE SZTEREOGRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSBAN

Mint a végeredményből jól látható (30. és 31.sz. ábrák), a vizsgálati pontra nézve a benapozottság tekintetében csak a nyári időszak délutáni óráiban juthat közvetlen többlet napfény az asztalra. Ha ez a vizsgálat a tervezés idején 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. Látszólag, a másik ablakon át, a nappálya diagramok tanúsága szerint, csak 18 óra idején jutna csekély közvetlen napfény a helyiségre. Ez a látszat azért csal, mert a benapozottság csak az asztalon elhelyezett „V” vizsgálati pontra vonatkozik.

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.

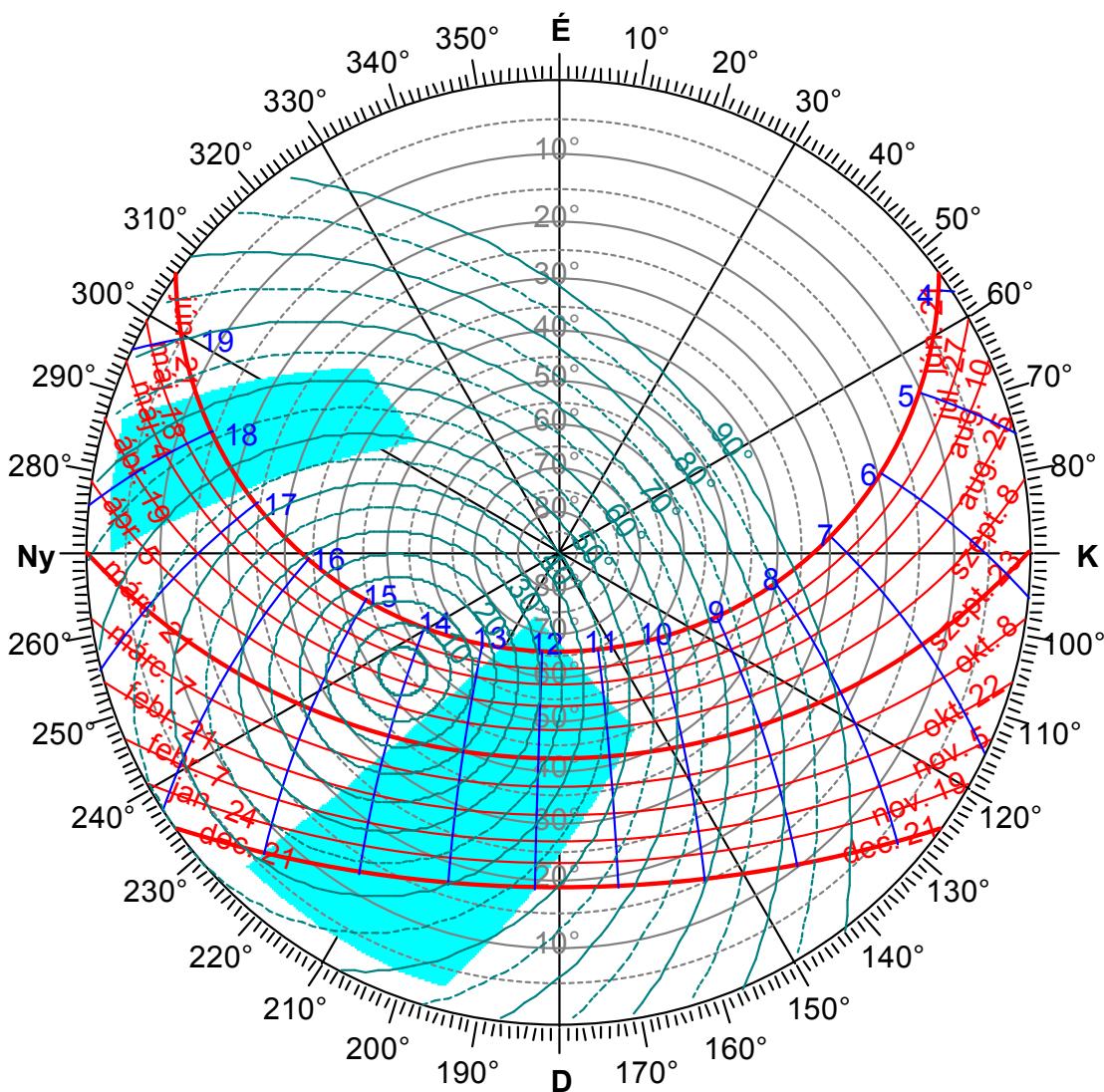
A beesési szöget a vizsgált síkra emelt merőlegestől, a sík normálisától kiindulva mérik, ezért a szögmérőt a vizsgált síkkal megegyező térbeli helyzetbe kell forgatni. A példánkon látható tetőablakok tájolása azimut 223° , lejtésszöge 45° . Beállítás után az ábrán megjelennek a beesési szögek értékeit jelző koncentrikus körök.



32.sz.ábra. BEESÉSI SZÖGMÉRŐ ALKALMAZÁSA TÉRBELI ÁBRÁZOLÁSBAN

A merőleges napsugár a körök középpontjában éri el az üvegfelületet, s onnan kifelé tágulva tízfokonként növekszik a folyamatos vonallal rajzolt körök mentén.

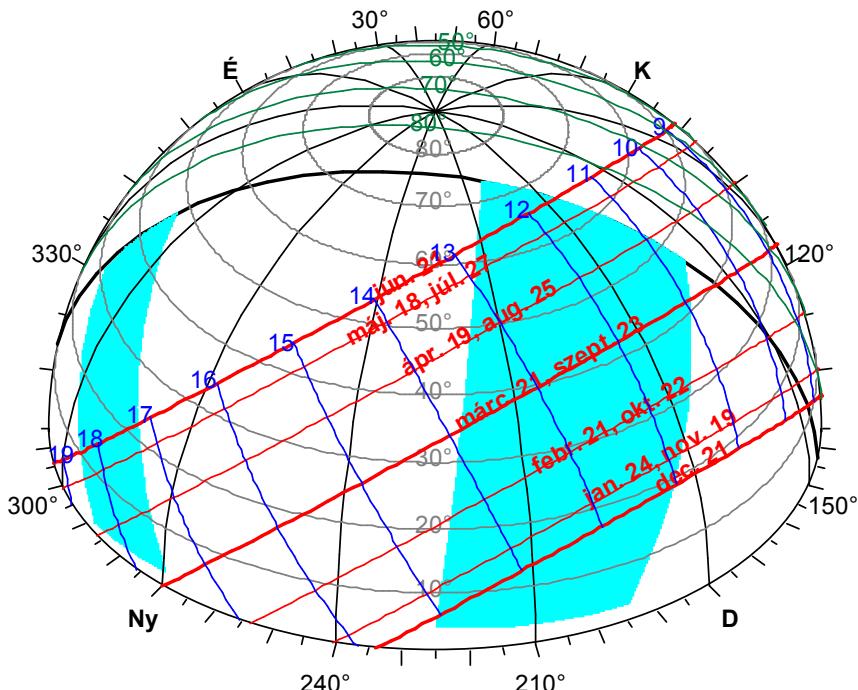
Szükség szerint a beesési szögek értékeit jelző körök között interpolálni is lehet, pontosabb szögértékek megállapítása céljából.



33.sz. 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 szemöldökvonalán át egy sík vehető fel, amelyben minden elemek elhelyezkednek. Következésképpen, ha egy olyan metszősíkot veszünk fel, amelynek szögei megegyeznek, azaz azimutja 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 szemlélhetjük a 34. sz. ábrán, ahol a metszősík égbolti nyomvonalai fekete vastag vonallal van ábrázolva.



34. sz. ábra A SZERKESZTÉS ELLENŐRZÉSE METSZŐSÍKKAL. A SZERKESZTÉS HELYES, HA AZ ABLAKOK SZEMÖLDÖKEI A METSZŐSÍK NYOMVONALÁRA ILLESZKEDNEK.

HOMLOKZAT BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

Épülettervezés idején gyakran felvetődik a kérdés, hogy egyes homlokzatokat milyen mértékben árnyékolják a környező épületek, vagy növények. Ha megismerhetjük a környezet által eltakart égboltot, akkor lehetőség nyílik kedvezőbb benapozottságot teremteni morfológiailag, az épület elmozdításával, esetleg az épület tájolásával. Mind erre, csak akkor nyílik lehetőség, ha megszerkesztjük a szabad égbolt körfonalát abból a nézőpontból, ahová a létesítendő épületet telepíteni kívánjuk. Csak ennek ismeretében van mód a benapozottság javítására.

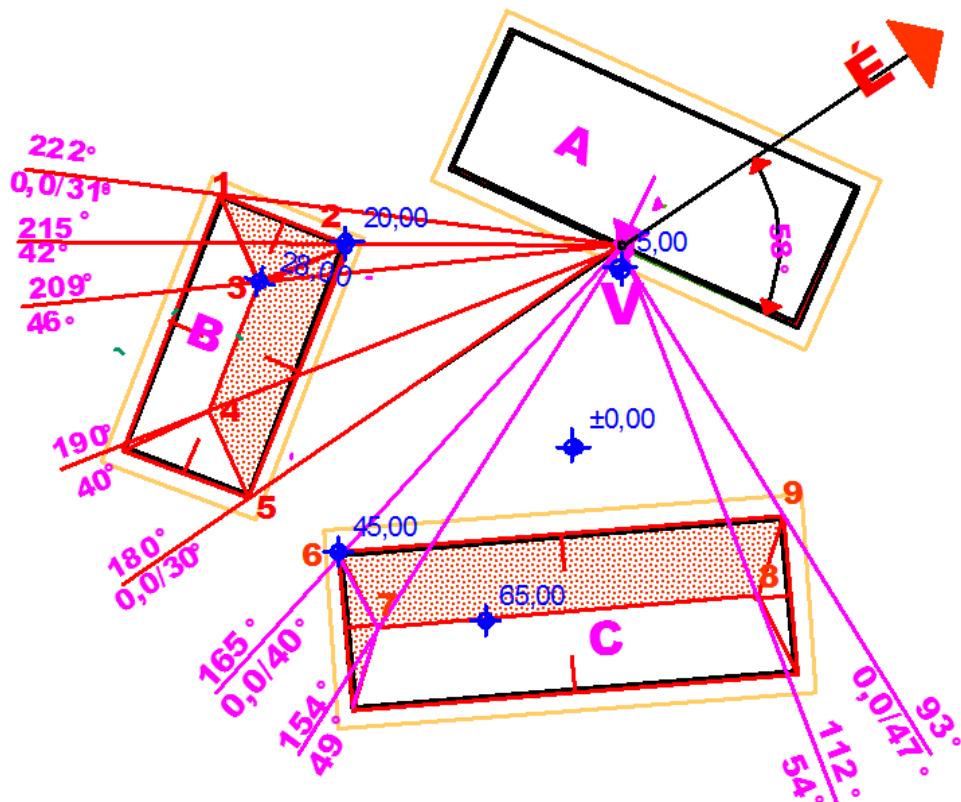
A benapozottság passzív és aktív eljárással vizsgálható. A **passzív** mód használata esetén az egész évet felölélő, időszakról időszakra meg kell szerkeszteni a környező tárgyaknak a vizsgált homlokzatra vett árnyékait. Ennek ismeretében szerzünk tudomást a homlokzat árnyékoltságáról. Tehát passzívan az égbolt felől szemléljük létesítendő épületünket.

Ezzel szemben az **aktív** eljárás az épület felől szemléli az égboltot. Ha a homlokzat egy jellemző pontjából az égre rávetítjük a környezeti tárgyakat, amelyek eltakarhatják a Nap látszólagos égi pályáit, akkor naptári és óraidőpont pontossággal megismerhetjük, hogy a homlokzatot mikor érheti közvetlen napfény. Ugyanis azokon a napokon és órákban, amikor valamelyik látszólagos nappályát valamelyik környezeti tárgy elfedi, akkor a kiválasztott vizsgálati pontra nem érkezhet közvetlen napfény.

A vizsgálati pontot úgy kell kijelölni, hogy az jellemző legye a homlokzatra. A vizsgálati pont pár tízméteres vízszintes irányú elmozdítása nem okoz különösebb változást

a szabad égbolt szerkesztés végeredményében. Általában egy szokványos hosszúságú homlokzat esetében célszerű a középpontban felvenni a vizsgálati pontot.

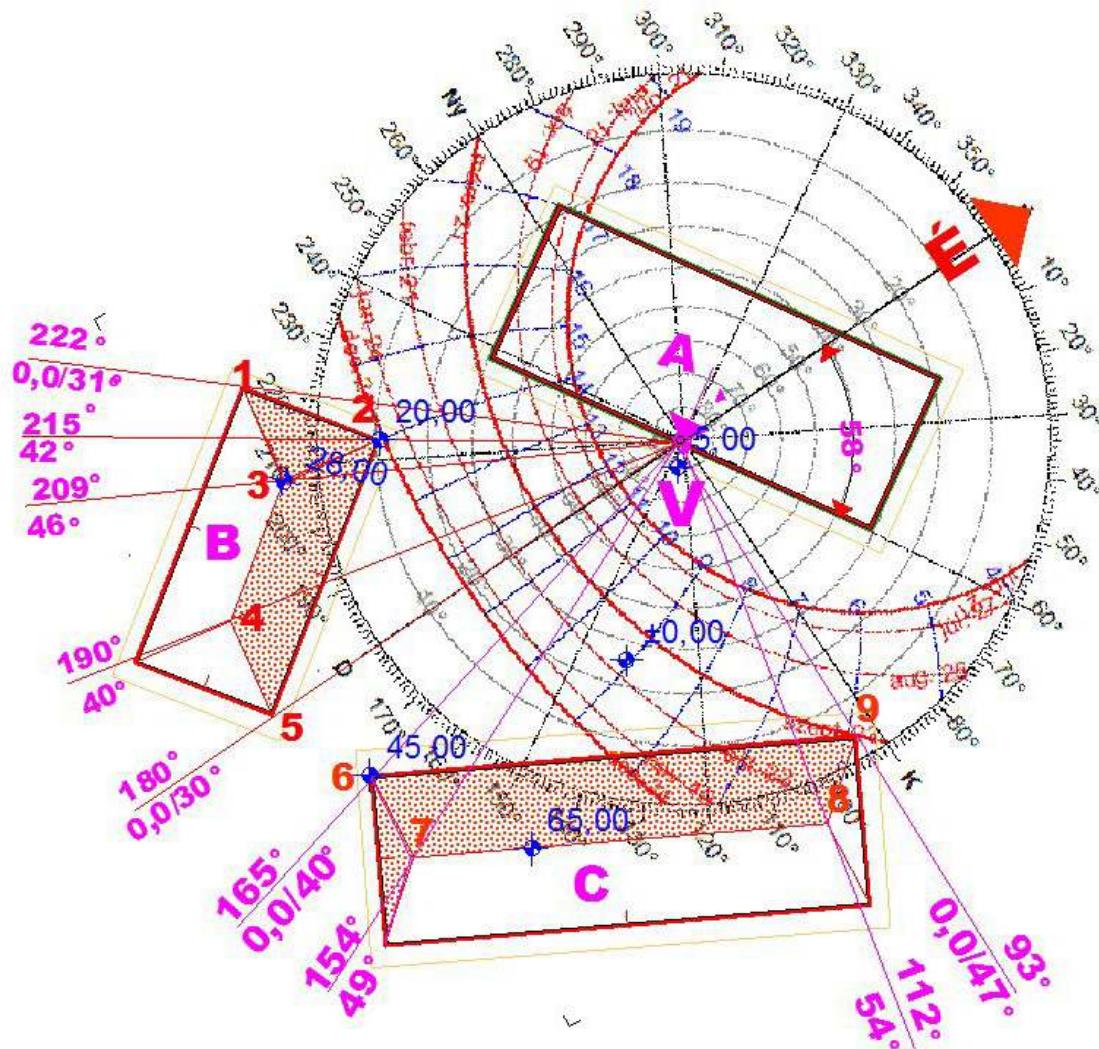
Ha kivételesen nagyon hosszú homlokzat felületet kell vizsgálni, akkor a két végpontot lehet kiválasztani, s ha a kapott kettőskörvonalaú diagramból a legkülső körvonalat tekintjük mértékadónak, akkor biztosan állítható, hogy a szabadon maradt égboltról az egész év minden napjára és órájára leolvasható a benapozás lehetősége.



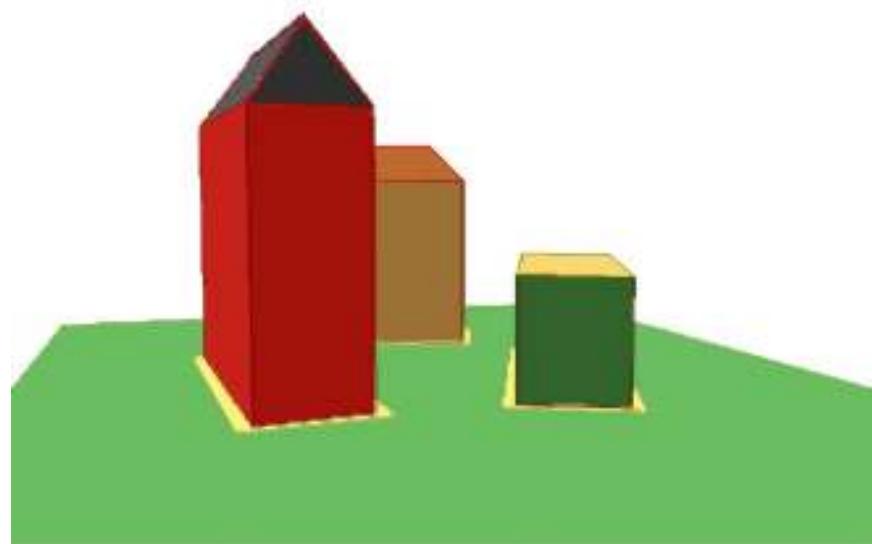
35.sz. ábra ALAPRAJZI ELRENDEZÉS BENAPOZÁS VIZSGÁLATHOZ

A vizsgálati pont kijelölése függőleges irányban a benapozottság igényétől tehető függővé. Ha a földszinti helyiségek, valamilyen oknál fogva, nem igényelik a benapozást, pl. gépkocsi tárolók, üzletek helyezkednek el ezen a szinten, akkor a „V” vizsgálati pontot célszerűen az emeleti helyiségek ablak mellvéd magasságában kijelölni. A szabad égboltszerkesztéshez szükség van a környező árnyékot vető tárgyak térbeli helyzetét meghatározó térszögekre. A pontok „V” ponthoz viszonyított vízszintes, azaz azimut és magassági szögeire.

A benapozási vizsgálat szükséges műveleteit egy példa segítségével ismertetjük. A 35.sz. ábrán, feltételezésünk szerint, egy Nyíregyházán álló épület együttes látható. Ahol az **A** jelű épület homlokzatának benapozottsága a vizsgálat tárgya. A homlokzaton az első emeleti ablakok 5,0 m-es mellvédmagasságában felvettük a „V” jelű vizsgálati pontot, amely az egész homlokzatot képviseli. Azt feltételezzük, hogy a földszintet üzleti helyiségek foglalják el, amelyeknél a benapozottság nem feltétel. Amennyiben a



36.sz. ábra ALAPRAJZ SZÖGMÉRŐVEL EGYESÍTVE A SZÖGEK OLVASÁSHOZ



37.sz.ábra A VIZSGÁLANDÓ ÉPÜLET KÖRNYEZETÉNEK TÁVLATI KÉPE

homlokzat minden pontjára szeretnénk a benapozottságot megismerni, akkor, valójában az épület két végpontján „V1” és „V2” vizsgálati pontokat kellene használni. Ettől eltekintünk, mert csupán a vizsgálat menetét kívánjuk ismertetni.

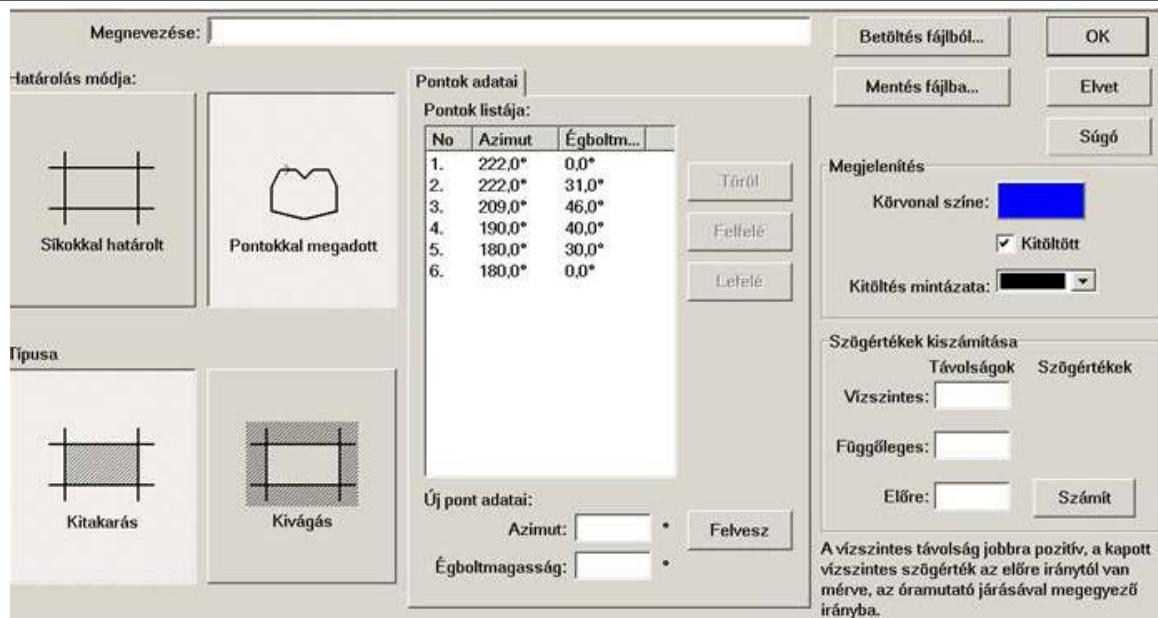
A környező épületek „V” pontból nézett, égre vetített körponalait úgy kapjuk meg, ha az árnyékvető épület korponalainak sarokpontjait, „V” pontból indított és az árnyékkörvonak sarokpontjain átvezetett vetítő sugarakkal kidöfjük a virtuális égboltot. Ahol a döféspontról keletkezik, ott jelenik meg az árnyékkörvonak megfelelő pontja.

A vetítősugarak térbeli helyzetét azt azimut szöggel, a Nap Északtól mér vízszintes vetületi szögével, valamint a magassági szögével határozzuk meg. Lásd 35.sz. ábrán, ahol a vetítősugarakra vannak felírva, az alaprajzról leolvasható, kiszámítható szögfok értékek. Az azimut szögek átszámításánál a lehetséges hibák elkerülése érdekében célszerű, ha a nappálya diagramról a *Szerkesztés / Másolás* parancsokkal másolatot készítünk, s az tájolás helyesen az elrendezés vázlat fölé visszük át (lásd 36.sz. ábrát).

A benapozási diagramot a *Rajzi elemek/Takarások/Kitakarás/Pontokkal megadott* parancssor használatával állítottuk elő (38.sz. ábra). Az alábbi pontsorozatot használtuk:

PONT AZIMUT ÉGBOLMAGASSÁG PONT AZIMUT ÉGBOLMAGASSÁG

1	220,0°	0,0°	6	165,0°	0,0°
1	220,0	31,0	6	165,0°	40,0°
3	209,0°	46,0°	7	154,0°	49,0°
4	190,0°	40,0°	8	112,0°	54,0°
5	180,0°	30,0°	9	93,0°	47,0°
5	180,0°	0,0°	9	93,0°	0,0°

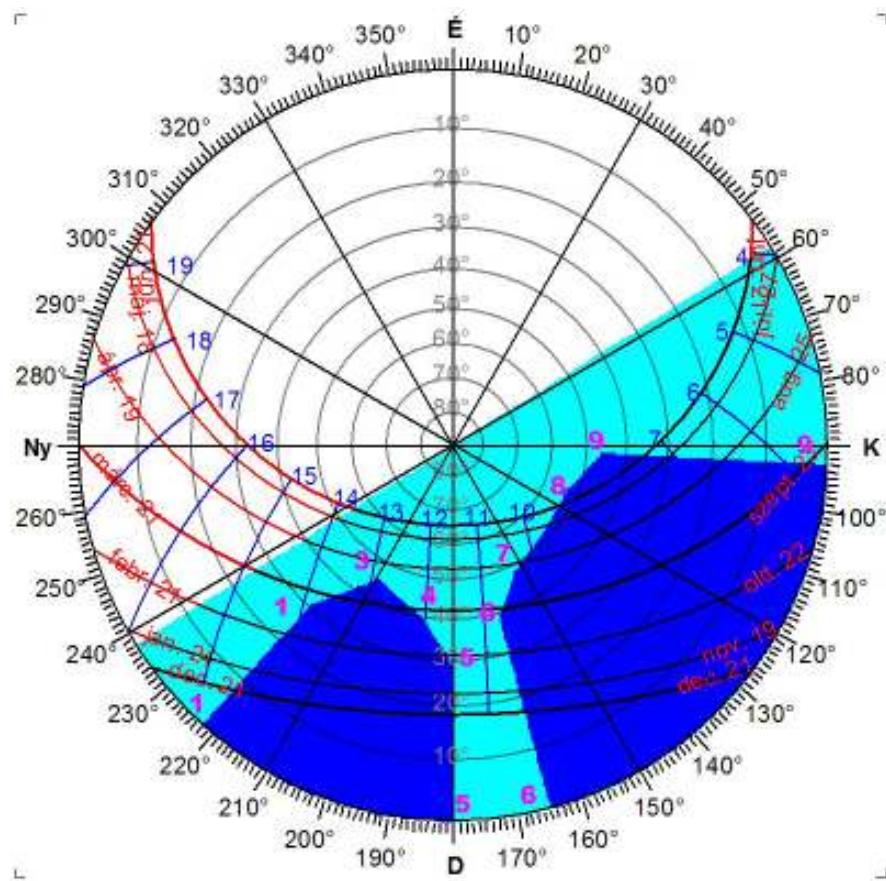


38.sz.ábra A BENAPOZÁSI DIAGRAM ELŐÁLLÍTÁSHOZ HASZNÁLT PÁRBESZÉD ABLAK

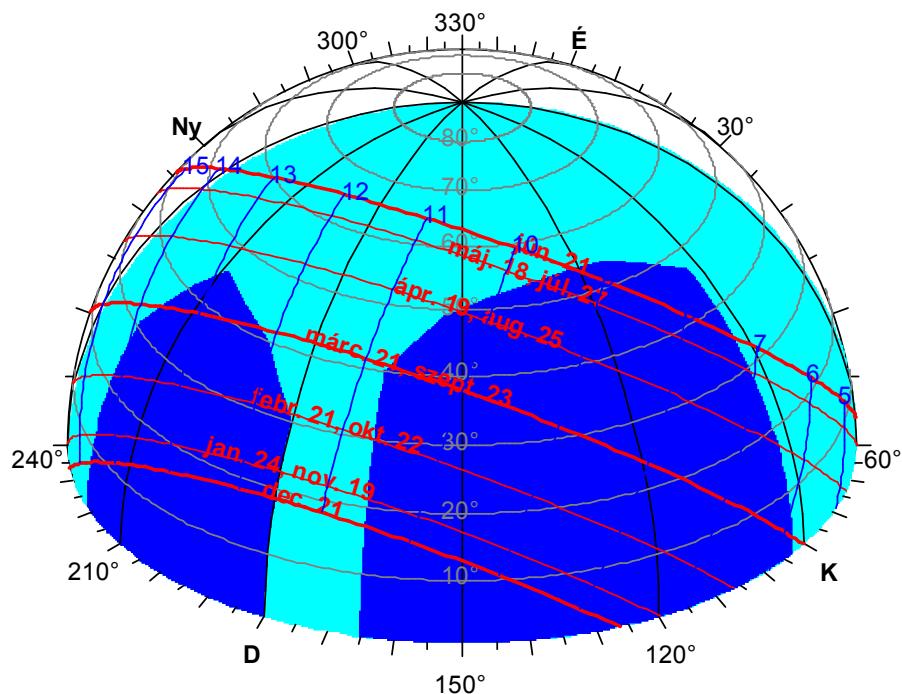
A keresett végeredményt a 39.sz. ábra szemlélteti. Az ábrán a szabadon maradt égbolt felület nem értelmezhető tartomány, mert a vizsgált épület homlokzata mögé esik. A halványkék kitöltés jelképezi a szabadon látható égboltot, a sötétkék felületek pedig a „V” pontból látható épületek égboltra vetített képei. Azokban az időszakokban, amikor az épület elárnyékolja a nappályákat, nem jöhet létre benapozottság. Természetesen ebből nem következik az, hogy a szabad égbolt napsütéses órákat biztosít, csak ennek valószínű időbeli lehetőségét tára fel.

A 40.sz ábrán a benapozásról tájékoztató szerkesztés sztereografikus ábrázolásban jelenik meg, de a *Módosítás/Égboltra vetítve* parancsokat bekapcsoljuk, akkor a szerkesztést térbelire lehet változtatni, de ehhez meg kell adni a *Megjelenítés azimutját*, jelen esetben 148° és a *Hajlásszögeit*, amelyet az ábrán 60°-osnak választottunk. Ezek a szögértékek tetszőlegesen választhatók azserint, hogy a szabad égbolt körvonai a legkedvezőbben jelenjék meg.

A szerkesztés helyességét könnyen ellenőrizhetjük, ha megtekintjük a 40.sz. ábrán



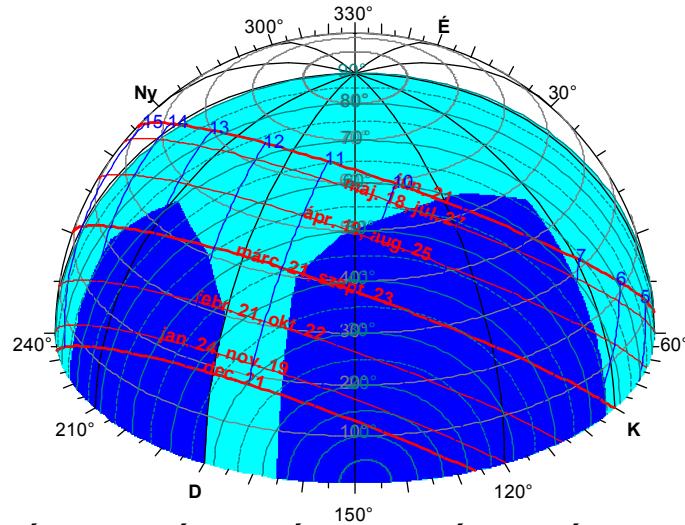
39.sz.ábra BENAPOZÁS VIZSGÁLAT VÉGEREDMÉNYE SZTEREOGRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSBAN



40.sz. ábra BENAPOZÁS VIZSGÁLAT VÉGEREDMÉNYE TÉRBELI MEGJELENÉSBEN

a megadott magassági és azimut értékeket. Ezeknek pontosan meg kell egyezniük egymással.

A 37-39 számú, a benapozási szerkesztés végeredményét tükröző ábrákról az olvasható le, hogy a „V” ponttal jelzett vizsgált homlokzat lehetséges benapozottsága szeptember-március közötti időszakban igen szerény, alig egy órahosszat tesz ki.



**41.sz.ábra BENAPOZÁS VIZSGÁLAT VÉGEREDMÉNYE TÉRBELI MEGJELENÉSBEN
ÁRNYÉKSZÖGMÉRŐ BEKAPCSOLÁSA UTÁN**

Vizsgálatunkat tovább finomíthatjuk, ha a **Módosítás/Besési szögvonalak és értékek** parancsot bekapcsoljuk. A kinyíló párbeszéd ablakban be kell írnunk, a vizsgált homlokzat 148°-os azimut értéket és a homlokzat hajlásszöget, amely esetünkben 90°.

Minta a 41.sz. ábrán látható, amelyen a beesési szögmérő is megjelent, a két épület közötti keskeny résen beeső napsugár, szerencsére elég meredek beesési szögben éri a homlokzati felületet, s ennek következtében a rövid ideig megvalósuló benapozás, legalább jól érvényesül, mert a napsugarak lényegében számottevő reflexió nélkül behatolhatnak a helyiségekbe az üvegezésen át.

BENAPOZÁS VIZSGÁLAT AZ ÉPÜLETNYÍLÁSOK KÉPÉNEK BEVETÍTÉSÉVEL

Az egyes helyiségek benapozottságát nem csak a szabad égbolt szerkesztésével vizsgálhatjuk, hanem az épület nyílások helyiségekbe vetítésével is. Ehhez az év principális naptári időpontjait választhatjuk, például a tavaszi-téli, valamint a nyári napfordulókat, vagy bármely, a vizsgálat szempontjából eminens időpontot.

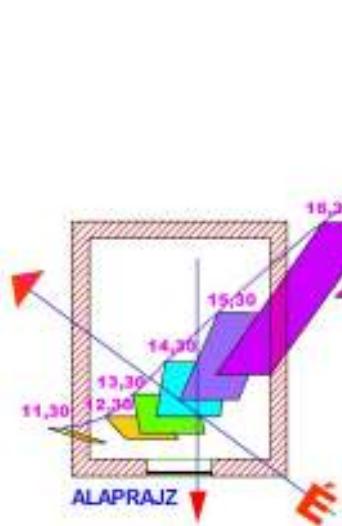
Vizsgálatunkhoz budapesti helyszínt választottuk, s egy szobát, amely ablakának azimutja 233°. A bevetett ablakképeket könnyen megszerkeszthetjük, ha ismerjük a választott időponthoz tartozó Nap azimutokat és magasságokat.

A **SUNARCH** program segítséget nyújt ezeknek az adatoknak az előállításához, ha a program kinyitása után a **Beállítások/Projek beállítások** aktiválása után legördülő ablakban, az **Adatbázisból** kijelöljük a földrajzi helyet, majd az **OK** gombbal kinyitjuk a nappálya diagramot. A kinyíló ablakban a **Számítások/Nappálya számítások** parancssal kinyíló párbeszéd ablakban a **Nappálya számítások** cím alatt megjelenik egy koordináta sorozat. Ha a választott naptári időponthoz tartozó napkoordinátáit meg akarjuk kapnia, akkor a **Számítás időpontja** parancsot be kell állítani. Ki kell választani a vizsgálandó naptári időpontot.

A megjelenő koordinátákat az **Excel export** gomb aktiválásával átvihetjük az Excel programba, ahonnan bárhová tovább másolható.

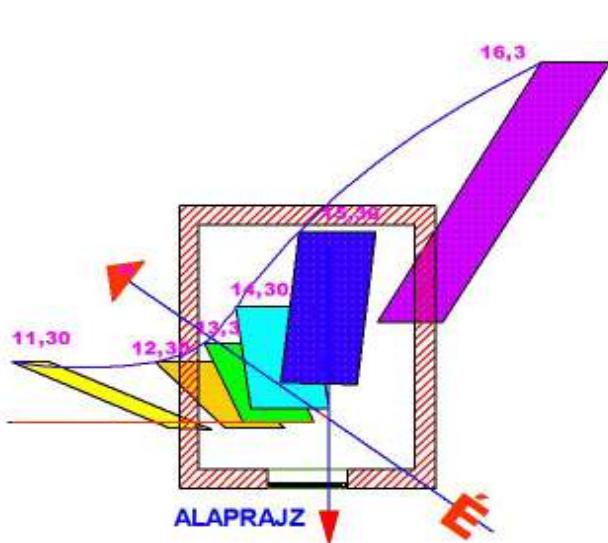
Ezekkel a lépésekkel előállítottuk az összes szükséges adatot, hogy a vizsgált helyiség ablakának, a választott naptári napon az óránként megadott napszögek szerint megszerkeszthessük az épületnyílás bevetett képét. Ehhez valamelyik építész szerkesztő programot használhatjuk.

Figyelembe kell venni az épület homlokzat tájolását, azaz a homlokzati sík azimutját. Hiszen a megadott 233° azimut szögből 90° fokot levonva, 143°-ot kapunk, amely a homlokzat értelmezési tartományának szélső keleti határa, ahonnan a nap éppen párhuzamosan, súrolva éri a homlokzatot. Ezért csak 160° azimut szögnél nagyobb napállásból keletkezik a vizsgált helyiségen, az épületnyílásban át bevetőlő fény. Ezt az értékhatárt a koordinátákon piros vonallal jelöltük, amely esetünkben 11,30 órával kezdődik.



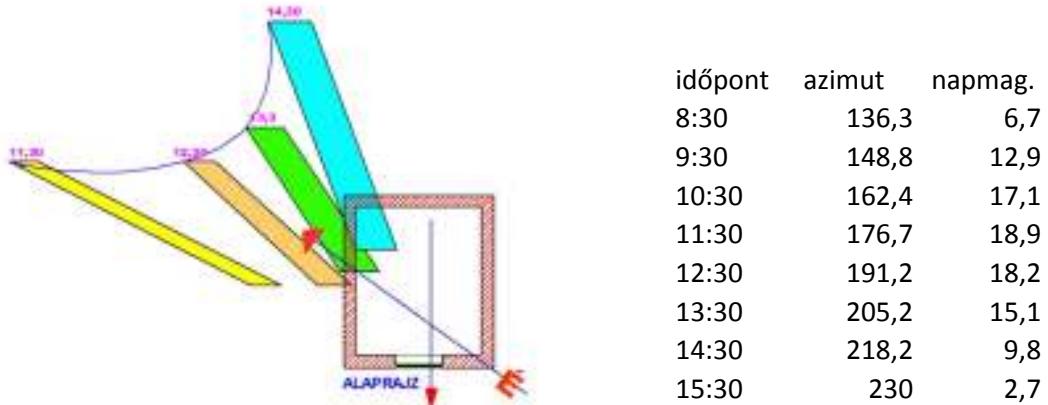
időpont	azimut	napmag.
4:30	61	5,6
5:30	71,4	14,9
6:30	81,6	24,7
7:30	92,4	34,8
8:30	104,7	44,8
9:30	120,4	54,2
10:30	142,2	61,8
11:30	172,4	65,8
12:30	205,1	64,2
13:30	230,7	58
14:30	248,7	49,2

42.sz. ábra ÉPÜLET NYÍLÁS BEVETETT KÉPE BUDAPESTEN A **NYÁRI NAPFORDULÓ IDEJÉN** ÉS AZ IDŐPONTHOZ TARTOZÓ KOORDINÁTÁK



időpont	azimut	napmag.
6:30	98,6	7,8
7:30	110,3	17,6
8:30	123,2	26,6
9:30	138,2	34,3
10:30	155,7	39,8
11:30	175,4	42,3
12:30	195,5	41,4
13:30	214,2	37,1
14:30	230,3	30,3
15:30	244	21,8
16:30	256,2	12,3
17:30	267,5	2,3

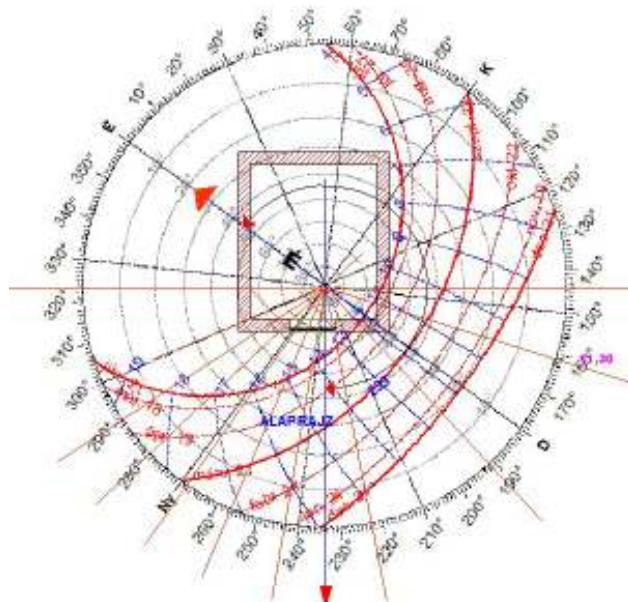
43.sz. ábra ÉPÜLET NYÍLÁS BEVETETT KÉPE BUDAPESTEN A **TAVASZI NAPFORDULÓ IDEJÉN** ÉS AZ IDŐPONTHOZ TARTOZÓ KOORDINÁTÁK



44.sz. ábra ÉPÜLET NYÍLÁS BEVETETT KÉPE BUDAPESTEN A TÉLI NAPFORDULÓ IDEJÉN ÉS AZ IDŐPONTHOZ TARTOZÓ KOORDINÁTÁK

Az ablak bevetett körfonalát legkönnyebben úgy tudjuk megszerkeszteni, ha a vizsgált szoba alaprajzára rátámasztunk a nappálya diagram azimut szögskáláját a *Szerkezetés/Másolás* parancccsal és tájolás helyes irányba forgatjuk, azaz az Észak jeleknek meg kell egyezniük. Ezután a koordináta táblázatról az azimut szögértékeket leolvashatjuk, és megrajzolhatunk a napsugár vetületi irányait. Az eljárást a 45.sz. ábrán lehet megtekinteni. Ugyan ez a megoldás egy metszet rajzon a napmagassági szögekkel is elvégezhető. Ha a napfény vízszintes vetületi irányait a falnyílás káváin és szemöldök, illetve mellvéd árnyékot vető körfonalain átvezetjük, akkor ezek metszéspontjaiban megkapjuk az ablaknyílás óránkénti padlóra vetülő képet. A padlósík helyett lehet a munkaasztal szintjét is választani.

A 42-43.sz. ábrákon, ahol az ablak képe vetületben túllép az alaprajz belső körfonalán, ott az ablak képe egy részben, vagy egészben már a falra vetülne a valóságban

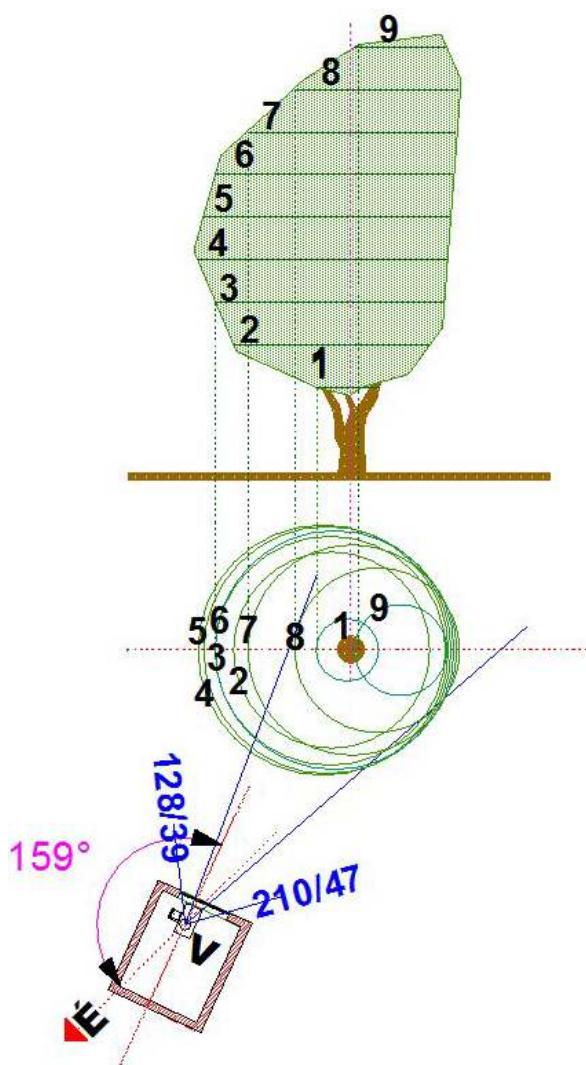


45. sz.ábra ALAPRAJZ ÉS AZIMUTSKÁLA EGYESÍTÉSE

SZABÁLYTALAN KÖRVONALÚ TÁRGY ÉGI KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE

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 megszerkeszthető lenne. A **SUNARCH** program bonyolult, szabálytalan körvonalú tárgyak égi képének megszerkesztésére is kínál eljárást.

A szabálytalan körvonalú tárgyakat 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 nevezünk.



46.sz.ábra. SZABÁLYTALAN KÖRVONALÚ TÁRGYAK

A 46.sz. ábrán 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 majd az égbolton döféspontrakkal kijelölik a fa égi képét

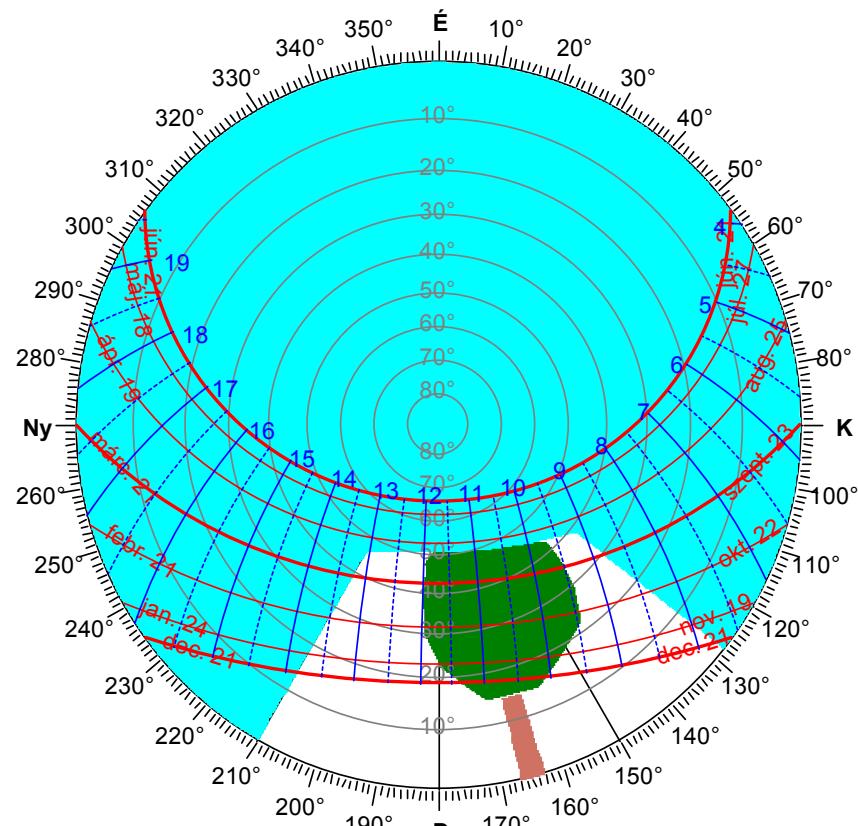
A vetítő sugarakat célszerű megszámozni. A vetítősugaraknak meg kell állapítani az **azimút** és **magassági szögeit**. A szögértékeket könnyebb tájékozódás érdekében ajánlatos táblázatba rendezni, mint azt alább mellékeltetem bemutatjuk.

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

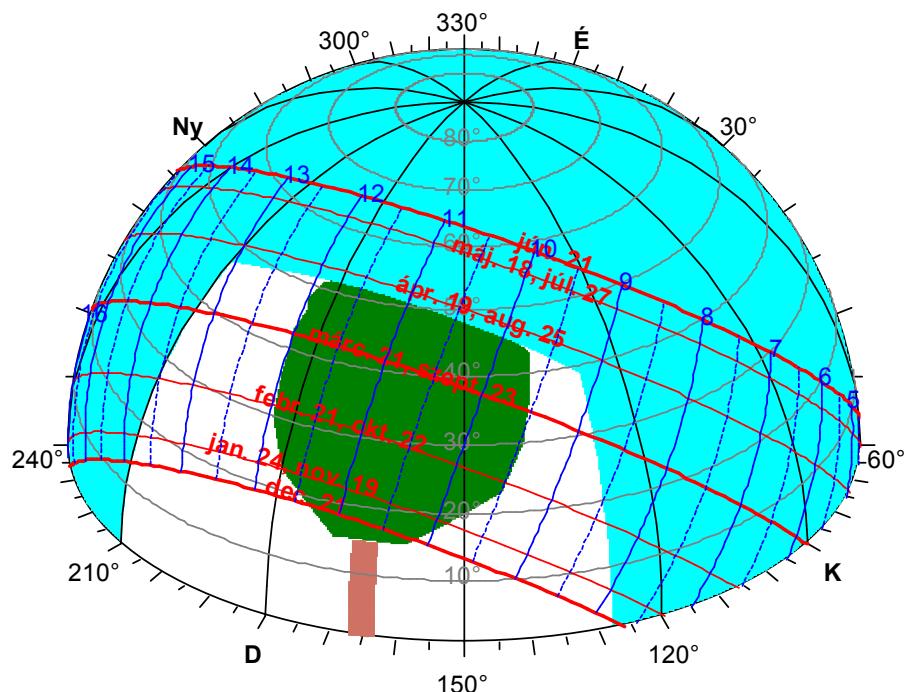
Ha a vetítősugarak fenti szögértékeit a számozás sorrendjében bevisszük a **pontokkal megadott** menü szerinti táblázatba, akkor előállítjuk a fa égi körvonalát, amit a 47.sz ábrán szemlélhettünk meg. A számozást 1-9, majd visszamenőleg 9-1 kell követni, hogy bezáródó idomot nyerjünk, amely a fa lombkoronája lesz.

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 szélű érintési pont helyett további közbenső pontok felvételével a valóságot egyre jobban megközelítő eredményt kaphatunk. A valóság minél jobb visszaadása a vetítősugarak besűrítésével fokozható.

Az üvegfal előtt álló fa részben eltakarja az égboltot. Az általa takart nappályák időpontjaiban, a fa árnyékot fog vetni az üvegezésre.



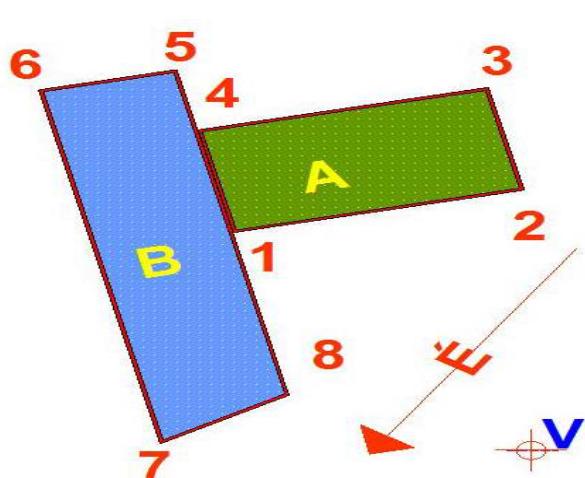
47.sz. ábra. SZABÁLYTALAN TÁRGYAK ÉGI KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE SZTEREOGRAFIKUS ÁBRÁZOLÁS



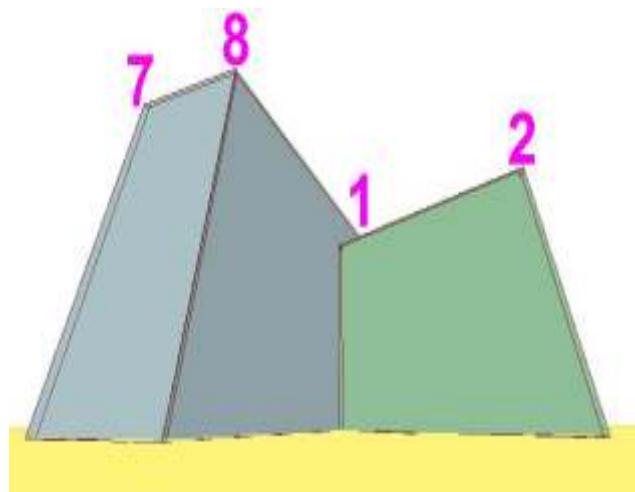
48.sz. ábra. SZABÁLYTALAN TÁRGYAK ÉGI KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE TÉRBELI ÁBRÁZOLÁS

BENAPOZÁS VIZSGÁLAT METSZŐSÍKKAL

A szabad égboltot megszerkeszhetjük síkok segítségével, ha a virtuális égboltra vetítendő tárgyak geometriája egyszerű. Példánkhoz egy Sopronban álló képzeletbeli épületegyüttest használunk, amelyet a 49.sz. ábrán mutatunk be.



**49.sz.ábra ÉPÜLETEGYÜTTES
ALAPRAJZA SOPRONBAN**



**50.sz.ábra ÉPÜLETEGYÜTTES
TÁVLATI KÉPE „V” PONTBÓL NÉZVE**

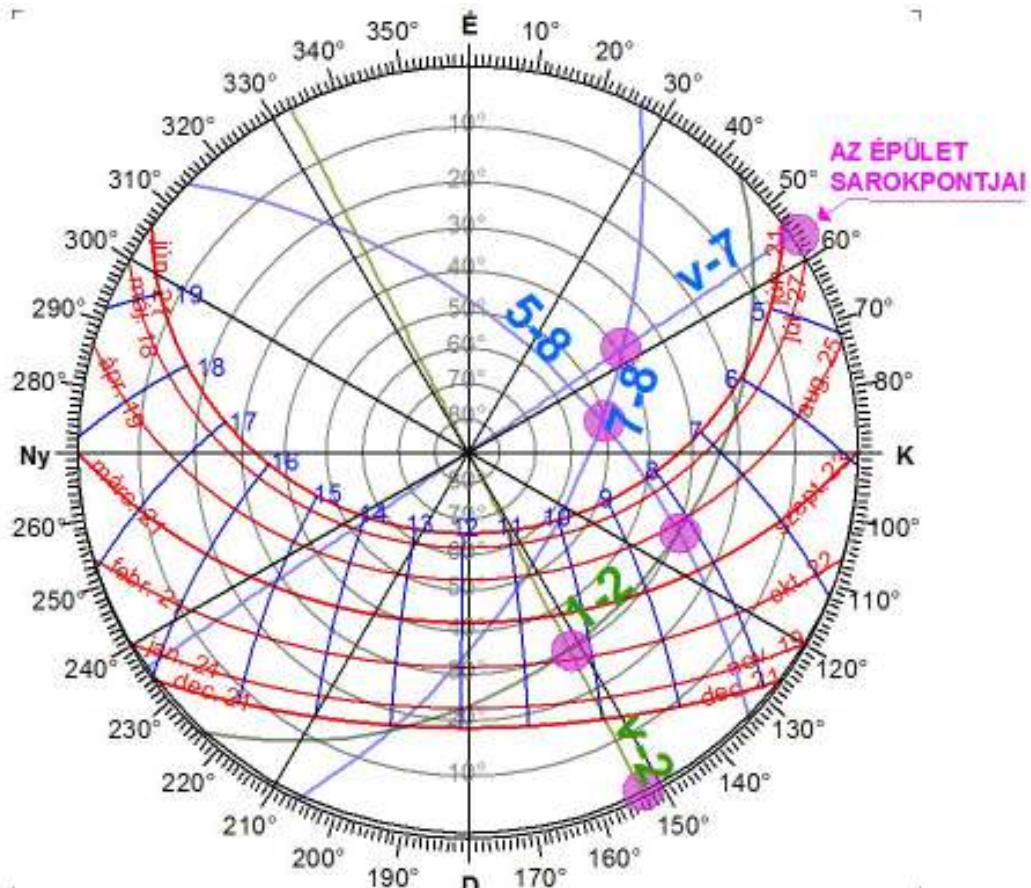
A feladat, az épület előtti „V” vizsgálati pont benapozottságának feltárása. Az egyenesekkel határol épület körfonalak lehetővé teszik, hogy a vizsgálatot síkok segítsével végezzük el.

A metszősíkokat az épületeknek a „V” pontból nézett körfonal élein át kell felvenni, mert ahol azoknak metszése keletkezi az égbolttal, azon a vonalon lesz található a vizsgált épület körfonala is.

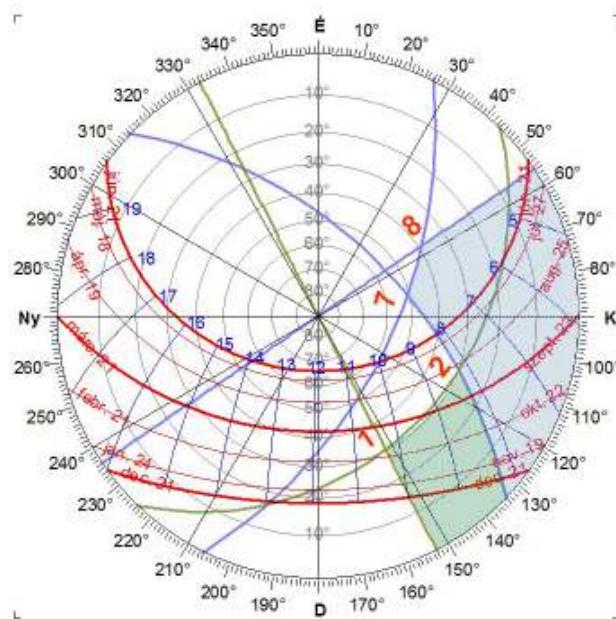
Az első metszősíket az „A” épület körfonalát adó párkányvonalán, a V-1-2 pontokon át vesszük fel, amelynek létrejövő nyomvonalát a 51.sz. ábrán ZÖLD 1-2 vonal jelzi az égbolton. A metszősík megszerkesztéséhez szükség van a sík dőlésszögére és azimut szögére.

Az azimut szöget legkönnyebben úgy kapjuk meg, ha a nappályadiagm másolatát (*Szerkesztés/Másolás*) átvisszük az alaprajzra és az Észak téjolásokat közös középponttal megegyező irányba forgatjuk.

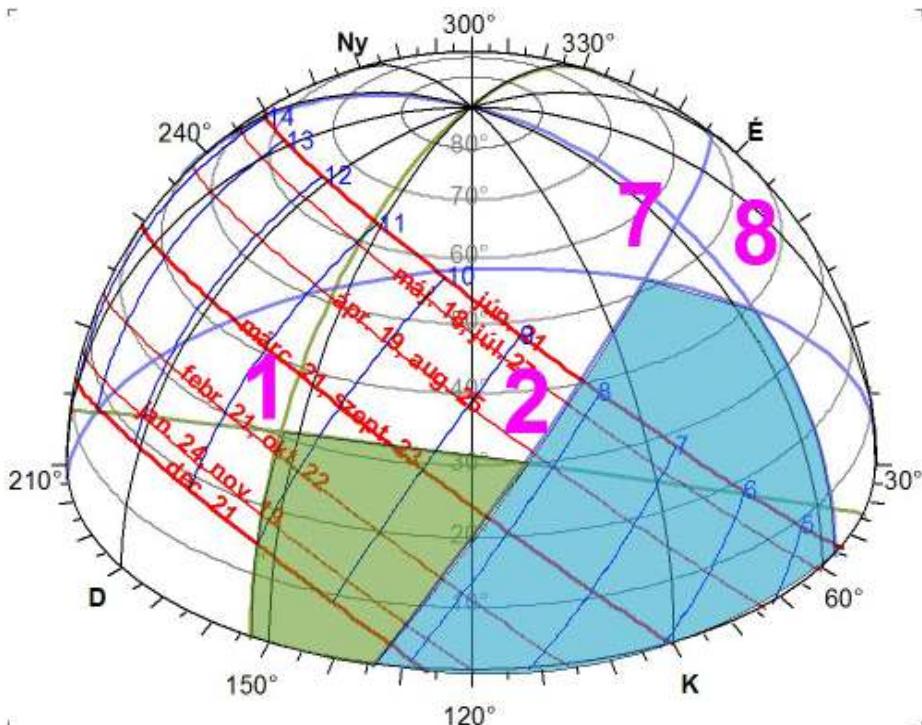
Ezek után a metszősík(V-1,2) nyomvonalára, amely párhuzamos az 1-2 vonallal – merőlegest emelünk az ábra kötéppontján át, s ahol a szögbeosztást ez a vonal metszi, az az érték lesz a sík azimut szögértéke, a dőléssel elletétes irányban (314°). A metszősík dőlésszögét meg kell határoznunk úgy, hogy a sík esésvonalát – amely minden merőleges a sík nyomvonalára - le kell forgatnunk a szerkesztő rajzunkon a vízszintes vetületbe.



51. sz. ábra AZ ÉPÜLET KÖRVONALAIN ÁTFEKTETETT METSZŐSÍKOK ÉGBOLTI NYOMVONALAI SZTEREOGRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSBAN



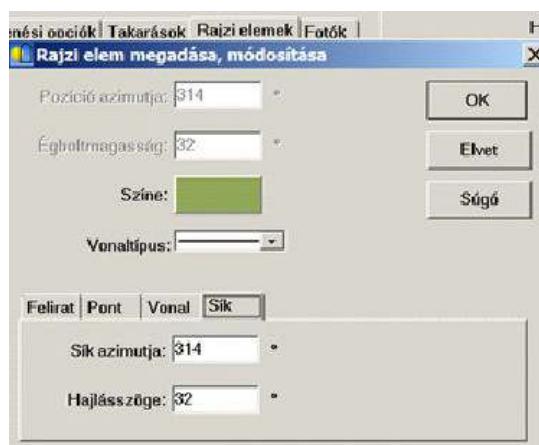
52.sz. ábra A SZTEREOGRAFIKUS VETÜLET SZÍNEZVE A JOBB ÉRTHETŐSÉG ÉRDEKÉBEN



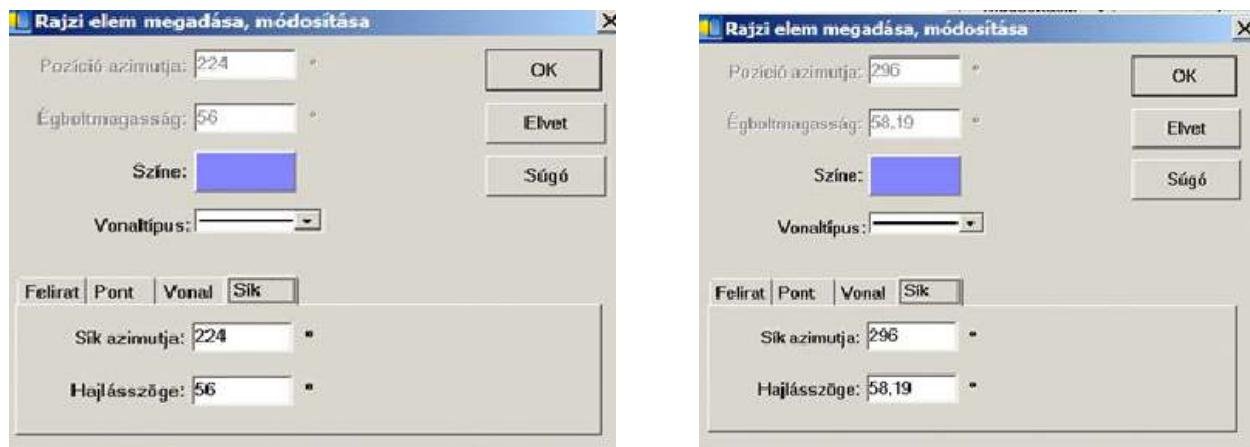
53.sz. ábra AZ ÉPÜLETÉGYÜTTES ÉGBOLTI KÖRVONALÁT SZOLGÁLÓ METSZŐSÍKOK NYOMVONALAI ÉRTELEM SZERINT KITÖLTVE

A nappálya diagrammon az épület sarokpontrjait ott kapjuk meg, ahol a V-1,2, V-8,5, valamint a V-7,8 pontokon átfektetett metszősíkok nyomvonalai metszik ergymás a nappálya diagrammon (51-52-53.sz. ábrák).

Ha az elmentett tárgyi nappálya diagramot kinyitjuk, akkor *Módosítás/Rajzi elemek/Módosítás* parancssorral kinyithatjuk a metszősíkok előállításához tartozó párbeszéd ablakokat, (51 ÉS 52 Sz. ábrák), aszerint hogy melyik sík szögértékeire kattintunk.



54. sz. ábra AZ 1-2 PONTOKON ÁTHALADÓ METSZŐSÍK ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ TARTOZÓ PÁRBESZÉD ABLAK



55. sz. ábra A 2-7 ÉS A 7-8 PONTOKON ÁTHALADÓ METSZŐSÍK ELŐÁLLÍTÁSAHOZ TARTOZÓ PÁRBESZÉD ABLAK

Az 54.sz. ábrán a **zöld** nyomvonalhoz tartozó, **1-2** pontokon áthaladó sík, az 55.sz. ábrákon a **kék 2-7**, és a **7-8** pontokon áthaladó metszősíkokat meghatározó azimut és hajlásszög értékek láthatóak.

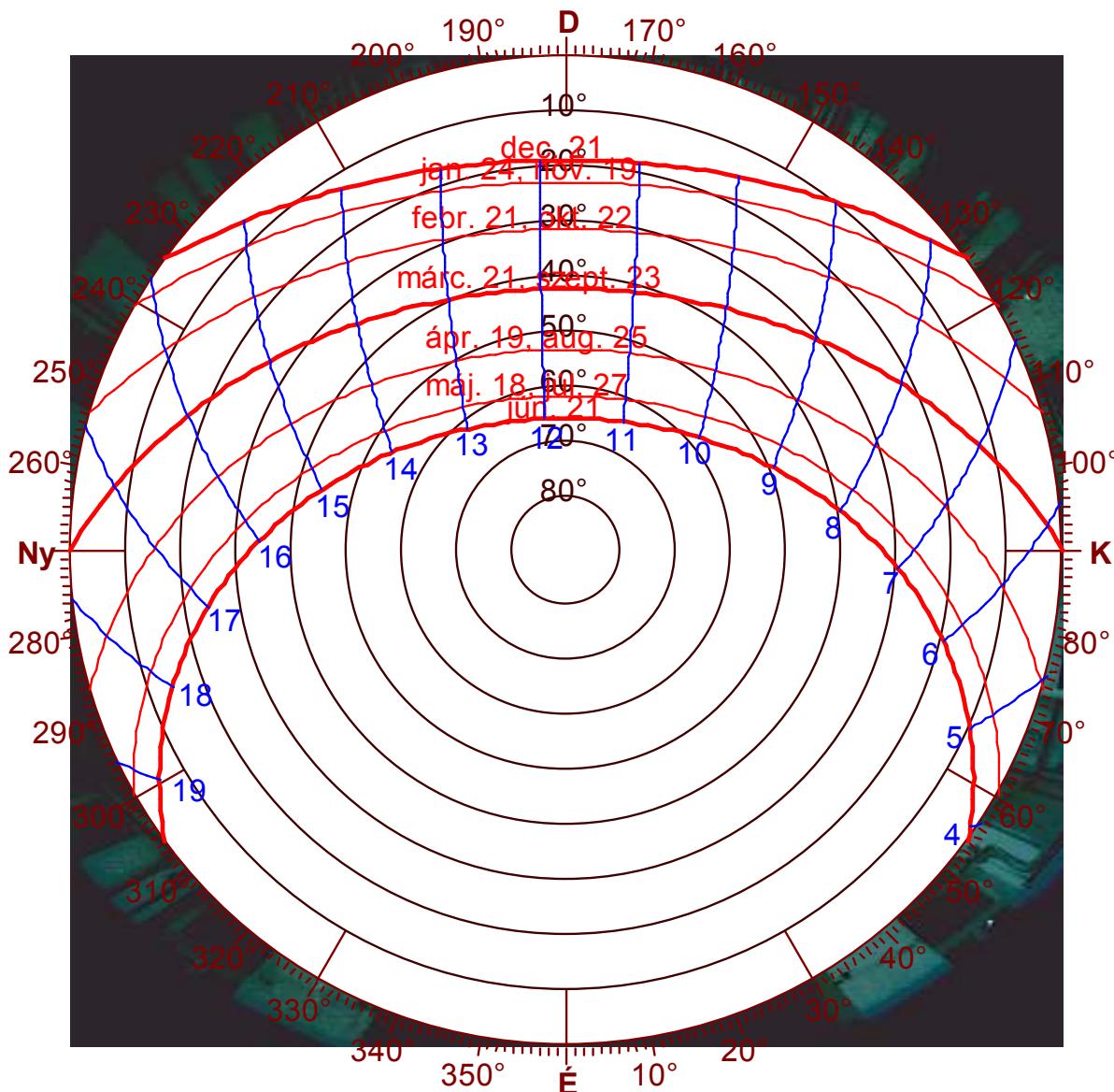
Az **2,7**-es sarokpontokon a horizont síkig lefutó **V-2** és **V-7** sugárirányú vonalak az épületek függőleges éléit jelzik a sztereografikus nappálya diagramon, hiszen azok az épületek sarok élére illeszkedő függőleges metszősíkok nyomvonalai, amelyek a horizontsíkot is metszik.

Miután az épület együttes létezését Sopronban tételeztük fel, amelynek földrajzi keleti hosszúsága $16^{\circ}35'$, a 15° -os GM zónaidőhöz képest, ezért az időskála csak egy kicsit több mint 4 perccel van eltolva a diagramon a délidőtől, mert 1° földrajzi keleti hosszúság különbségéért fokonként 4 perc időtöbblet kiigazítás jár.

A fentiekben ismertetett metszősíkok használatával egyszerű körvonalú épületek esetében gyorsan lehet a szabad égboltkörvonalaat, illetve az épületek égre vetített körvonalait előállítani, hogy értékelhessük a választott pont benapozottságát.

SZABAD ÉGBOLTKÖRVONAL Szerkesztés FOTÓELJÁRÁSSAL

Szabad égboltkörvonalat fáradtságos szerkesztő eljárás nélkül is elő tudunk állítani a **SUNARCH** programmal, ha egy 180 fokos látószögű, úgynvezett halszemlencsével készítünk felvételt az általunk választott vizsgálati pontból (56.sz. ábra).



56.sz ábra. BELSŐ UDVAR BENAPOZÁS VIZSGÁLATA FOTÓELJÁRÁSSAL

Mint előző példánkból látható – ahol az épület körvonala még nem volt túlságosan összetett – a szabad égbolt körvonal kiszerkesztése bonyolultabb alakzatok esetében, növényzettel fedett környezetben, rendkívül időigényes munkává válik.

Az időigényes fáradtságot elkerülhetjük, ha lefényképezzük az égboltot. A felvételkor a fényképezőgép fókuszát a választott vizsgálati pontban kell elhelyezni. Vigyázni kell, hogy a **FELVÉTEL KÉPSÍKJA VÍSZINTES LEGYEN** és **ismernünk kell az égtáj irányát**, azaz **azimut** szögét, hogy később a nappálya diagrammal helyes irányban egyesíthessük a fényképet.

A *Beállítások/Nézetek/Újnázópont/Fotók/ Új 180°-os fotó* parancssort aktiválva, kettős kattintással a kinyíló párbeszéd ablakban ki kell választani azt a halszemlencsével készült képet, amelyre rá akarjuk vinni a már beállított nappálya diagramot. A megjelenő kiválasztandó képet kettős kattintással kijelöljük, s ha ezután megjelenik a képernyőn, s **ekkor még ki kell jelölnünk a fényképnek azt a területet amelyet rá akarunk vinni a nappálya diagramra.**

Kijelölést az alábbi művelettel lehet elvégezni. A kép megjelenése után meg kell határoznunk az eredeti képnek azt a kivágását, mit a diagramhoz illeszteni szeretnénk. Ez az egér nyilának mozgatásával végezhető el. **Arra a szélső pontra kell az egér nyilát vinni, amelynek még meg kell jelennie a napdiagramon.** Ha ekkor kattintunk, megjelenik egy kis párbeszéd ablak, amely felkínálja, hogy a választott pont felső, jobb stb... széle legyen e a képnek? Ha OK gombot aktiváljuk, akkor a kijelölést vélegesítettük, s ekkor egy kis nyíl megjelenik a kép szélén, amely mutatja, hogy mit választottunk. Ha kattintással a kép minden oldalát kijelöltük, **akkor OK/OK parancs kiadása után megjelenik a kép és a beállított nappályával egyesítve, abban a helyzetben, ahogyan a felhasznált kép a könyvtárunkban el volt mentve.**

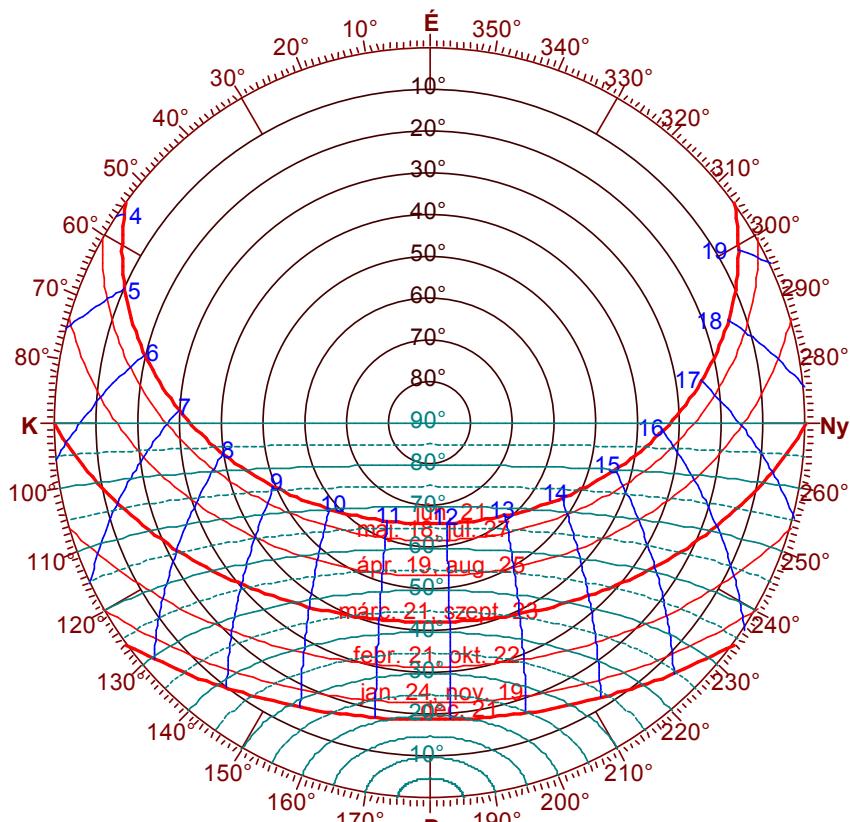
Azonban ellenőriznünk kell, hogy a kép tájolása megfelelő e? A *Nézetek/Módosítás* parancsot működtetve, a megjelenő párbeszéd ablakba **be kell írnunk a Megjelenítés azimutja** rovatba, a felvétellel azonos tájolás égtáj irányát. Ha ezt elvégezzük, akkor a képen a **nappálya diagram olyan helyzetbe fordul**, amely megegyezik a felvétel tájolásával.

Ne lepődjünk meg, ha első ránézésre, számunkra meglepő tájolás észlelünk. A nappálya diagramok szerkesztése, és az égbolt felvétel két ellentétes irányt használ. A **sztereografikus vetítésnél a képzeletbeli horizont fölé emelt égboltra kívülről, fölülről tekintünk.** A halszemlencse felvétel készítésékor éppen ellenkezőleg, az égboltra **alulról-felfelé nézve** készítjük a felvételt. Ebből adódik, hogy a Dél-Észak pólusok a fénykép és nappálya egyesítésnél ellenkező irányra váltanak (56.sz. ábrát).

A nappálya diagram a kép fölött automatikusan a megadott irányba fordul, s ezzel a művelettel leolvasható lesz a fényképről a szabad égbolt körvonai, 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.

A felvételre behívott nappálya diagram különbözik a program által készített sztereografikus diagramuktól. A halszemlencse képleképzési geometriája nem sztereografikus, hanem egyenlő szögtávolságú. A halszemlencse az égboltot a fókuszból indulva egyenlő kerületi szögek mentén vetíti a képsíkra. A halszemlencsével készített felvétel, csak akkor párosítható a nappálya diagrammal, ha azonos a virtuális égbolt vízszintes vetülete. A **SUNARCH** program, amikor észleli a halszem lencsével készített felvételt, automatikusan átvált egy, az égbolt magasságokat egyenlő térközökkel megjelenítő nappálya diagramra, s ennek következtében a fényképen elvégzett szerkesztési műveletek tükrözik a valóságot.

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 57. ábrát. Ezt az alábbi műveletsor elvégzésével állíthatjuk elő.



57. sz. ábra. FOTÓELJÁRÁSSAL NYERT SZABAD ÁGBOLT KÖRVONAL

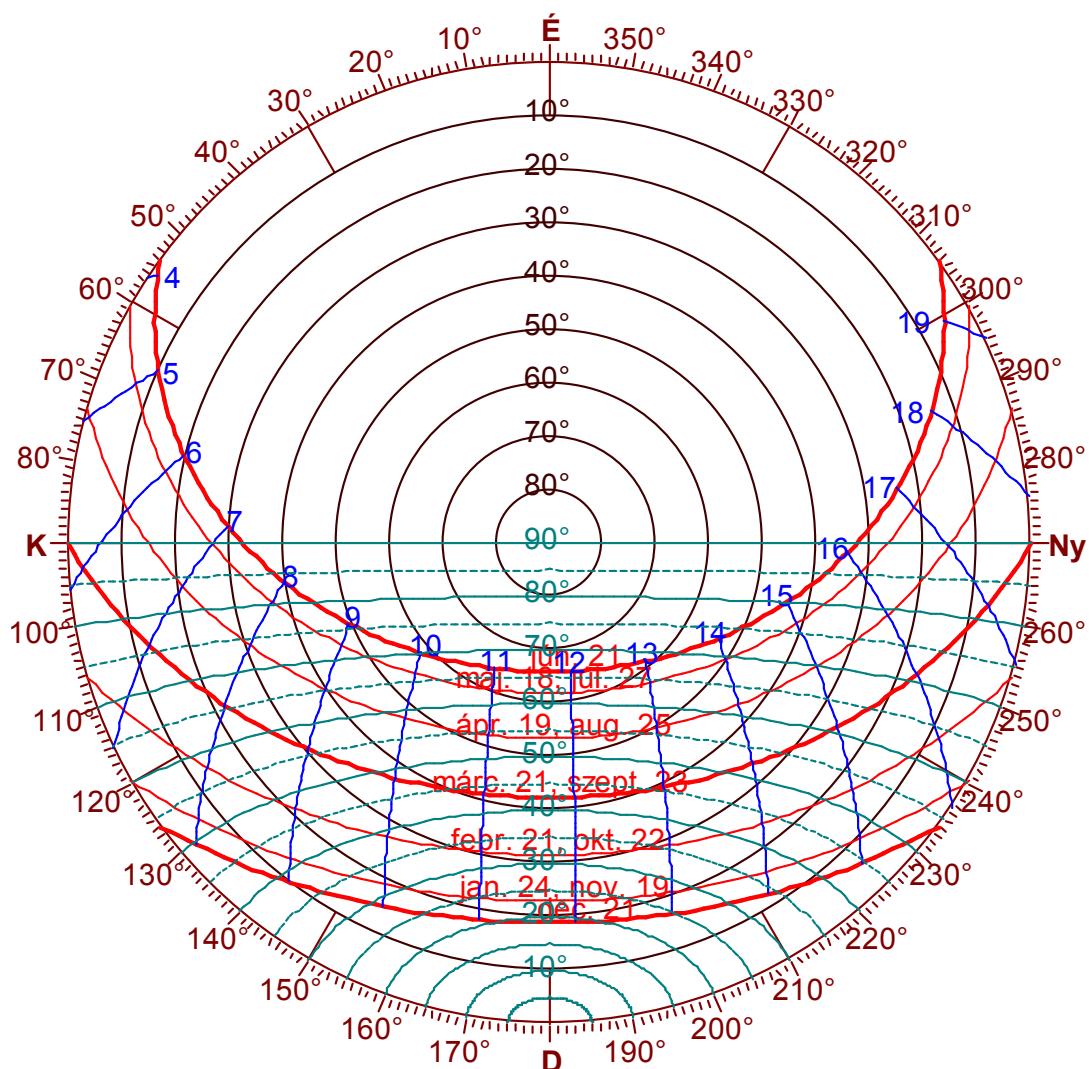
Bekapcsoljuk a *Takarások, Pontsorozat, Ábra* funkciót és a szálkereszttel, klikkelésekkel gondosan körülrajzoljuk a szabad égbolt körvonalat. Ezzel egyidejűleg megjelenik egy táblázat, amelyben automatikusan, számszerűen feltűnnek a kijelölt pontok égbolti koordinátái. A kijelölés befejezése után a táblázat alján az *új takarás pontokból* gombra klikkelve 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*, vagy *Törles* gombját, akkor eltűnik a fényképfelvétel, s csak a nappálya diagram és a megjelölt, körülrajzolt 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 napsugarakat vizsgáljuk. Esetünkben a hajlásszög értéket 90°-ra kell beállítani. Ha pl. az udvar délfelé tekintő homlokzatát vizsgáljuk, akkor a beesési szögmérő azimut irányát 180°-ra kell felvenni. Lásd a 57. sz. ábrát. A jó láthatóság érdekében célszerű előzetesen a *diagram tulajdonságai* párbeszéd ablakon számunkra legmegfelelőbb

beállítást kiválasztani, olyan színeket használni, melyek a felvétel háttere mögött jól láthatóvá teszi a számokat..

A beesési szögmérő beállítása után a szabad égbolt körvonalon belül *új takarás*sal kijelölhetjük azt az égbolt felületet is, ahonnan egyáltalán közvetlen napfény érheti a vizsgálati pontot, ahol a fényképezőgép volt elhelyezve felvételkor, amely a 58. ábrán zöld színnel van jelölve. A fényképezőgép helyét, ahonnan a felvétel készült természetesen a nappálya diagram középpontja jelöli. A felvétel az udvar szintje fölött 1,50 m magasságból készült.

Mint leolvasható az ábráról, csak a nyári napforduló körül időben érheti napsugár a vizsgált pontot. Egyre magasabb szintekről készítve a felvételt a szabad égbolt körvonal fokozatosan kitágulna. Az udvar Dél felé tekintő homlokzatát vizsgálva, a zölddel jelzett beesési szögmérőről leolvasható, hogy a napsugár rendkívül meredeken, 60-70° közötti beesési szög alatt érkezik a homlokzatra, amelynek nincsen a lakásokban hatékonysága. Az időtartam pedig rendkívül rövid, a nyári napforduló idejéhez, június 21-hez közeli időre zsugorodik.

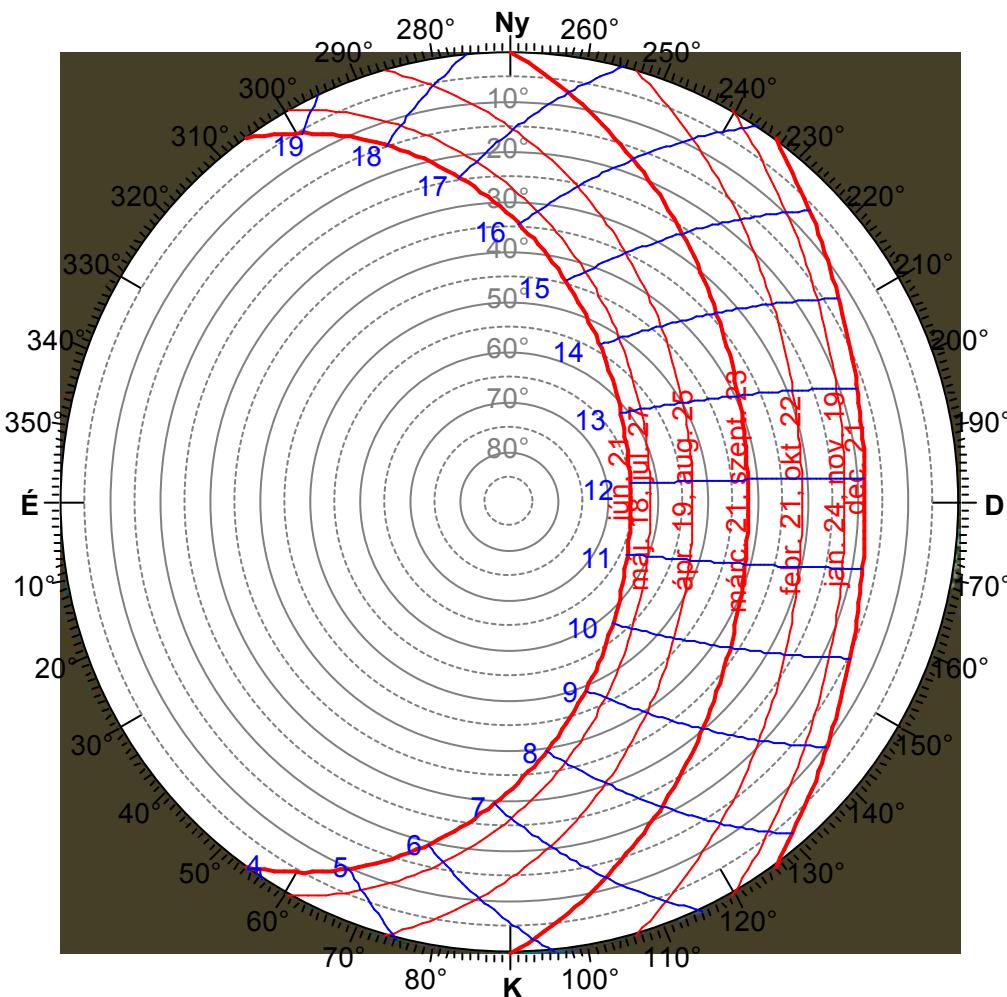


58. sz. ábra. AZ UDVAR KELETI OLDALÁNAK BEESÉSI SZÖGEI

ÖSSZETETT ÉGBOLTKÖRVONAL SZERKESZTÉSE 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.

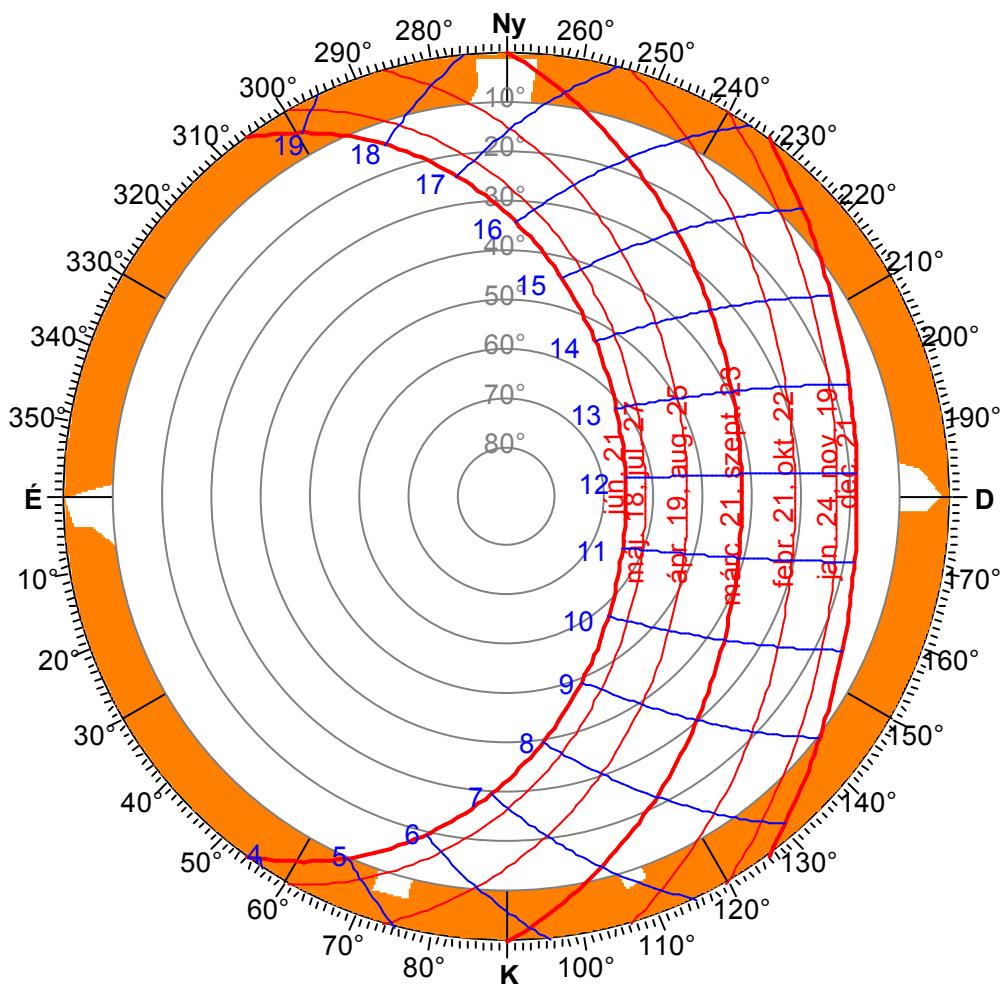


59. ábra. ÖSSZETETT KÖRNYEZET BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

Mint látható a Z 59. 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 60. 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 párbeszédablakban 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.



60. ábra. SZABAD ÉGBOLT KÖRVONAL SZERKESZTÉS FÉNYKÉP ALAPJÁN

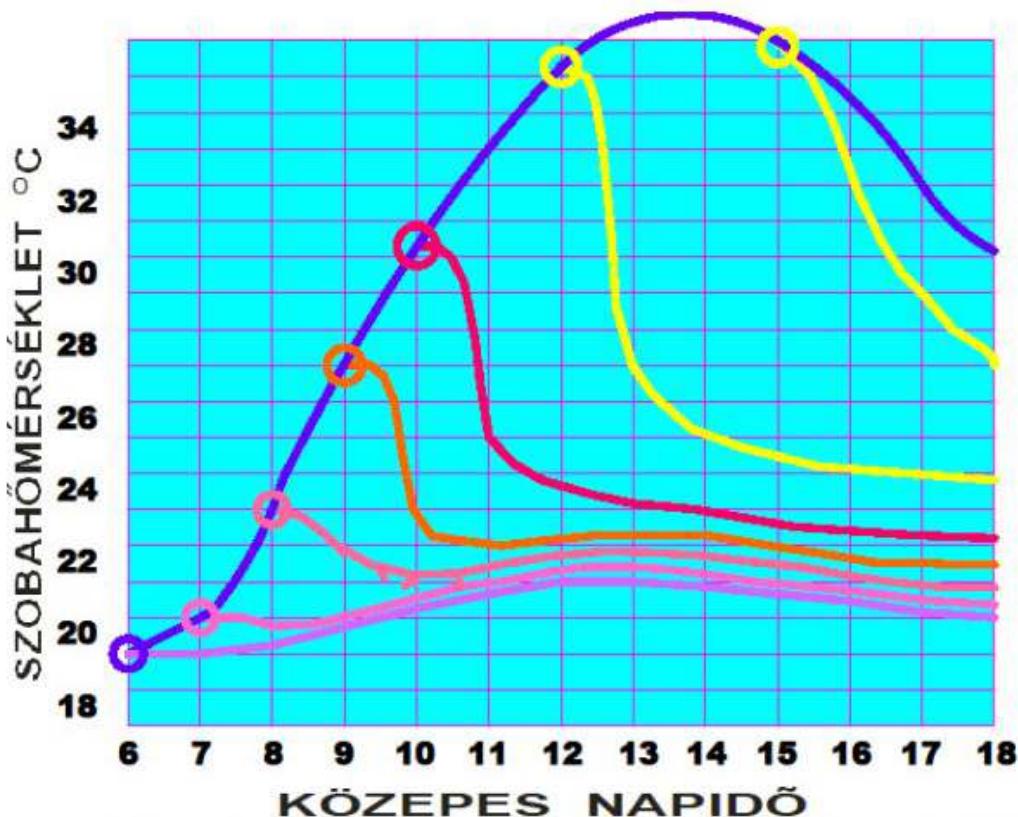
©DR KUBA GELLÉRT - FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT: MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NPKft.

ÉPÜLETEK TÚLMELEGEDÉSE ELLENI VÉDELEM

Az épületek túlmelegedésének oka az üvegezett nyílásokon át csillapítás és késleltetés nélkül behatoló napenergia. Védekezni akkor tudunk hatásosan a túlmelegedés ellen, ha ismerjük, hogy az adott településen mikor áll fenn ennek veszélye. Általában a közmegítélés szerint a „**meleg napokon**”. Azonban felmerül a kérdés, hogy az adott településen mikor fordul elő „**meleg nap**”, s ezek milyen gyakran, milyen hosszan tartanak, mikor kezdődnek és végződnek?

Az épületen belüli hőkényelmet csak akkor tudjuk mesterséges berendezések (légkondicionálás, vagy hűtőberendezés indokolatlan és költséges használata) nélkül megteremteni, ha pontos ismeretünk van az árnyék küszöbéről, azaz arról a naptári időszakról, amikor bizonyos valószínűséggel **meleg napok** bekövetkezése már várható. Ugyanis, építészeti eszközökkel (passzív hűtéssel), vagy árnyékolással megoldható a jó hőérzet létrehozásának a feladata.

Árnyékolás elérhető az épület árnyékvető elemeivel, erkélyekkel, loggiákkal, épület tagozásokkal, bióarchitektúrával (tudatosan árnyékolásra telepített növényzettel), vagy a meglévő árnyékvető hatásával , környező objektumok árnyékolásával. De ehhez ismerni kell, hogy az árnyék akkor vetül e az üvegezett felületre, amikor arra tényleg szükség van. Ismerni kell az árnyékküszöb pontos időszakát, vagyis a legtöbb ember számára már melegenek ítélt időszakot.



61. sz. ábra A HELYISÉG ÁRNYÉKOLÁS KEZDETÉTŐL FÜGGŐ BELSŐ HÓMÉRSÉKLET ALAKULÁSA

Mindenfajta munkavégzés optimuma, akár szellemi, vagy fizikai, abban az esetben érhető el, ha a munkához felhasznált és kibocsátott energia a környezeti hőmérséklettel egyensúlyban van. Ergonómiai mérések igazolják, hogy a kellemesnél (~22°C) magasabb hőmérsékleti környezet hatására a munkavégző képesség rohamosan csökken. Tehát **építészetileg kötelező ökológiai feladat a zárt terekben a hőkényelem megteremtése, gépi berendezések nélkül.**

A **SUNARCH** program ehhez nyújt segítséget azáltal, hogy nyolc jellemző klímarégiót jelképező város számára, a nappálya diagrammal egyesíthető, a 22°-os hőmérsékleti előfordulásokat diagramokkal jelképzett -10 és 20 %-os valószínűségét teszi használhatóvá.

Az emberi hőkényelem fogalma a köztudatban az az állapot, amikor sem melegnek, sem hidegnek nem érezzük a környezetet. A tudományos meghatározás konkrétabb. **Az ember akkor van hőkényelmi állapotban, amikor a legcsekélyebb energiát használja fel a környezethez való alkalmazkodáshoz.** Ebből mindenki megérthető, hogy miért csökken a munkavégzés kedvezőtlen hőállapotú környezetben. Mert a szervezet kénytelen energiájának jelentős részét, a nagyon szűkös, 1°C-os belső hőmérsékleti biológiai határ fenntartására fordítani. **Az ideálisból egy °C-al eltérő léghőmérséklet a betegségi állapot kezdetét jelzi!**

Nemzetközi kutatások eredményeként az optimális hőkényelmi állapotot, könnyű ülőmunka esetén, 22°C-nak megfelelő hőérzetben jelöli meg a temperált égőv alatt élők számára. (Megjegyzendő a léghőmérséklet és a hőérzet nem azonos fogalmak: lásd 1. HŐKÉNYELEM FELTÉTELEI ZÁRT ÉPÍTÉSZETI TEREKBEN c. fejezetet)). A mérsékelttől eltérő, más égőveken, a szervezett adoptációs képességei folytán, ez a határ eltérő. Az ideális hőérzet határa nemek, kor, egészségi állapot, munkavégzés jellege stb. szerint változik, de a 22°C nemzetközileg optimumnak, a 26°C pedig a hőkényelmi határ - tudományos méréssorozatok tanúsága szerint - fölső értékeként van elfogadva.

A mai világban nem szokás energetikailag az optimumra méretezni, mert ez többlet energia fogyasztással jár. Ennek ellenére, a túlmelegedési időszak szempontjából, azért **megalapozott a 22°C értéket az árnyékolási küszöbértéknek tekinteni**, mert a helyiségekben tartózkodók, berendezések, világítótestek, irodagépek stb., hőleadásából olyan energia mennyiség szabadul föl, hogy a helyiségek **belső léghőmérsékletét a külsőhöz képest két-három fokkal magasabbra emelkedik**. Ez valóságban egyenértékű, mint ha a hőkényelem fölső határának, azaz árnyékolási küszöbértékként a 26°C-t előfordulásokat használnánk.

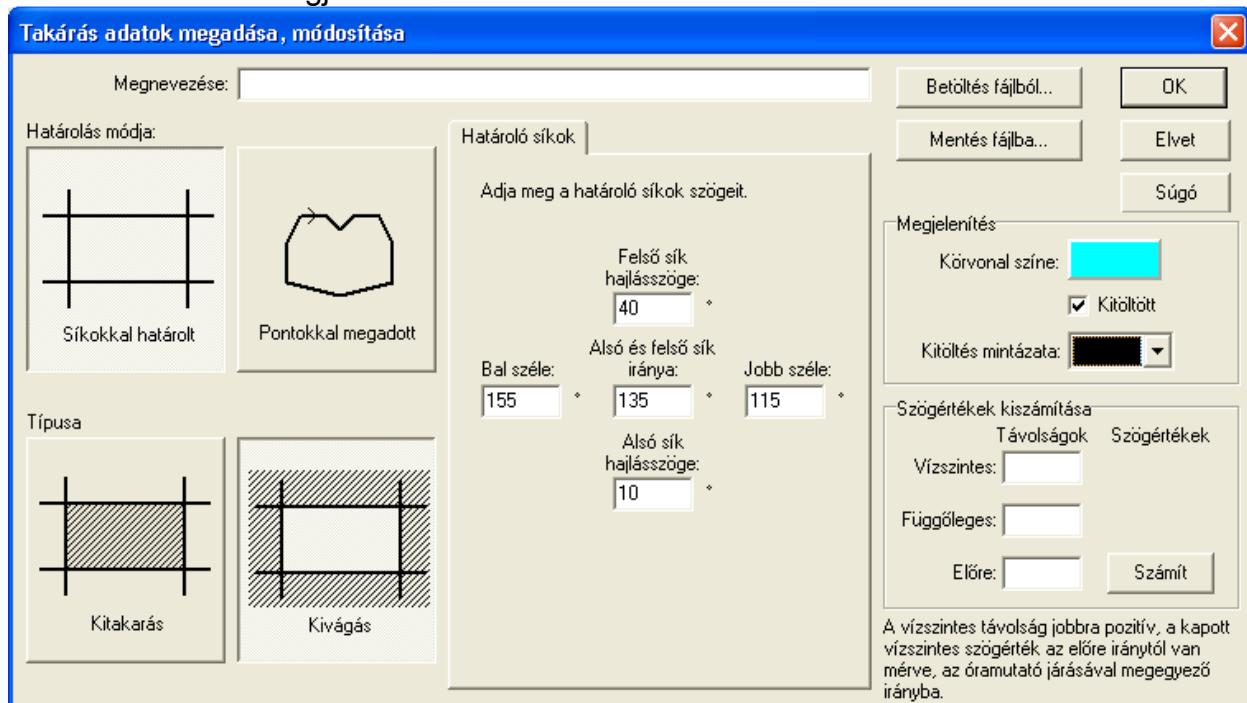
A **SUNARCH** programban fellehetőek, a klímarégiókat jelző városok (BUDAPEST, DEBRECEN, NAGYKANIZSA, NYÍREGYHÁZA, PÉCS, SIÓFOK, SOPRON, SZEGED) és azok túlmelegedési hőmérsékleti adatai, százalékos valószínűségi előfordulással, sokévi meteorológiai mérések átlaga alapján. A 3%-os valószínűség a hónap egy napját, a 10 és 20%-os a hónap három, illetve hat napján valószínűíti a 22°C léghőmérséklet előfordulását. A tervező felelősége a döntés, hogy a 3, 10, 20 %-os kockázatot választja e az adott épületben a hőkényelem megőrzésre.

Ugyanis, ha 22°C hőmérséklet érhető el a hőkényelem ideális határa, mert ilyen hőmérsékleti állapotnál, többlet hő közlése esetén, vagyis ha közvetlen napsugár érheti a helyiséget,

bekövetkezik a hőkényelmetlenség, azaz a diszkomfort, mert a helyiségek hőmérséklete magasabba fog emelkedni, mint a külső léghőmérséklet. A programban megadott hőmérsékleti előfordulások a külső léghőmérsékletre vonatkoznak. **A beltéri hőmérséklet 2-3 fokkal általában magasabb a benntartózkodók és berendezések hőleadása következtében.**

HŐMÉRSÉKLETI ELŐFORDULÁSOK MEGJELENÍTÉSE NAPPÁLYADIAGRAMON

A **SUNARCH** program elindítása után, amikor a településhez tartozó nappálya diagram megjelenik, amelynek bal fölső sarkában, a *Sztereografikus megjelenítés* – re kettőt klikkelve, kinyílik egy további párbeszéd ablak, amelyen a *Takarások*, *Újtakarások* gombjait aktiválva, kinyílik a *Takarás adatok megadása* párbeszéd táblázat (62 sz. ábra). Ebben a *Hatórolás módja* lehetőségek közül, javasolt a *Kivágás* formát kijelölni, a vizsgált ablak égbolti képének előállításához. Meg kell adni az ablak tájolásának azimut értékét (példánkon 135°), jobb és baloldali széleinek irányát (példánkon 115° , 155°), végül a könyöklő és szemöldök magasságát szög fokokban (példánkon 10° és 40°). Eztán a *Körvonval színe*, *Kitöltés mintázata* gombok használatával választani lehet a felkínáltak közül, az égbolti vetület színeinek megjelenéséhez.

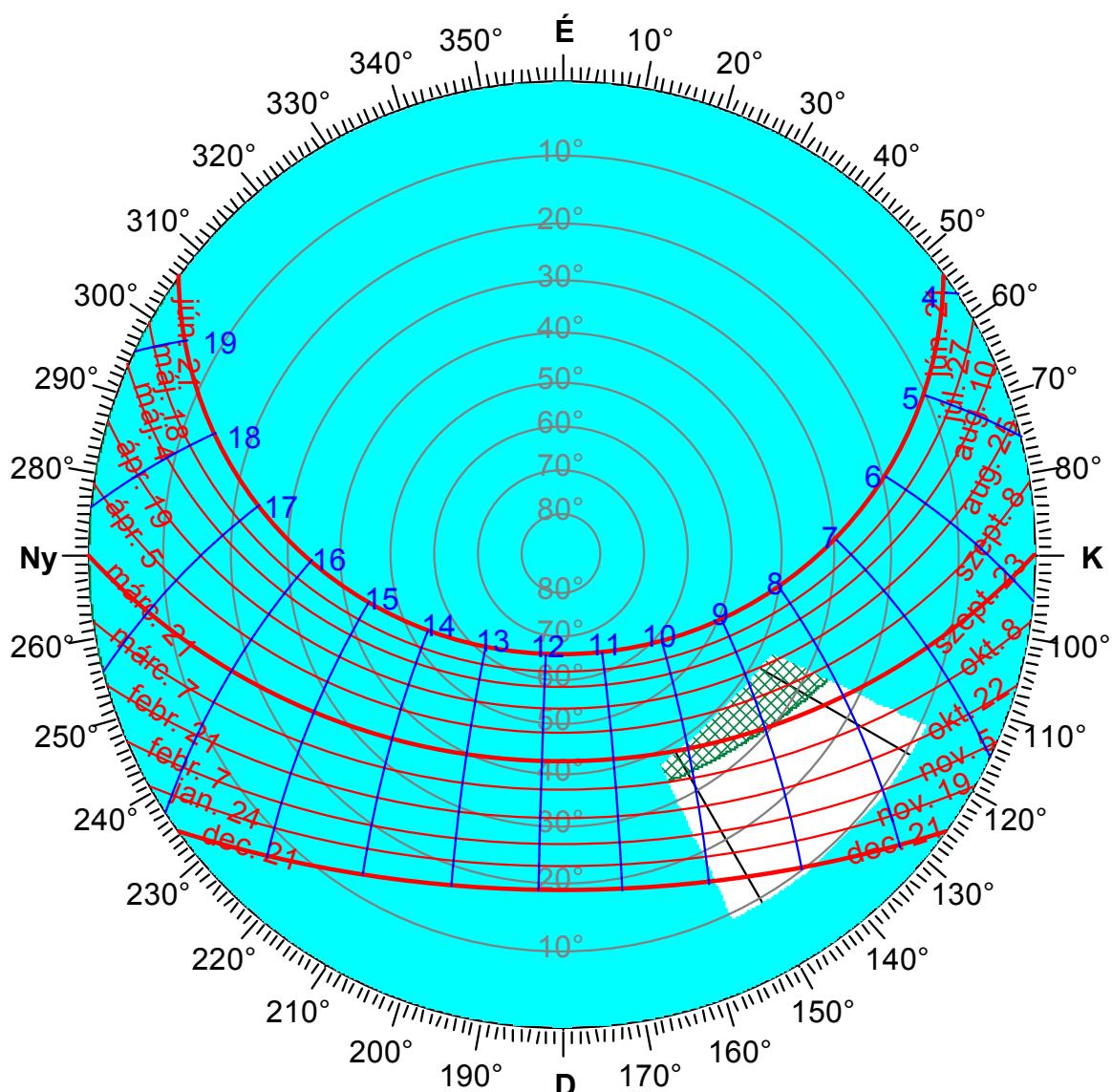


62 sz. ábra. PÁRBESZÉD ABLAK AZ ÉGBOLT ÉS AZ ÁRNYÉKKÜSZÖB ADATAINAK BEVITELÉHEZ

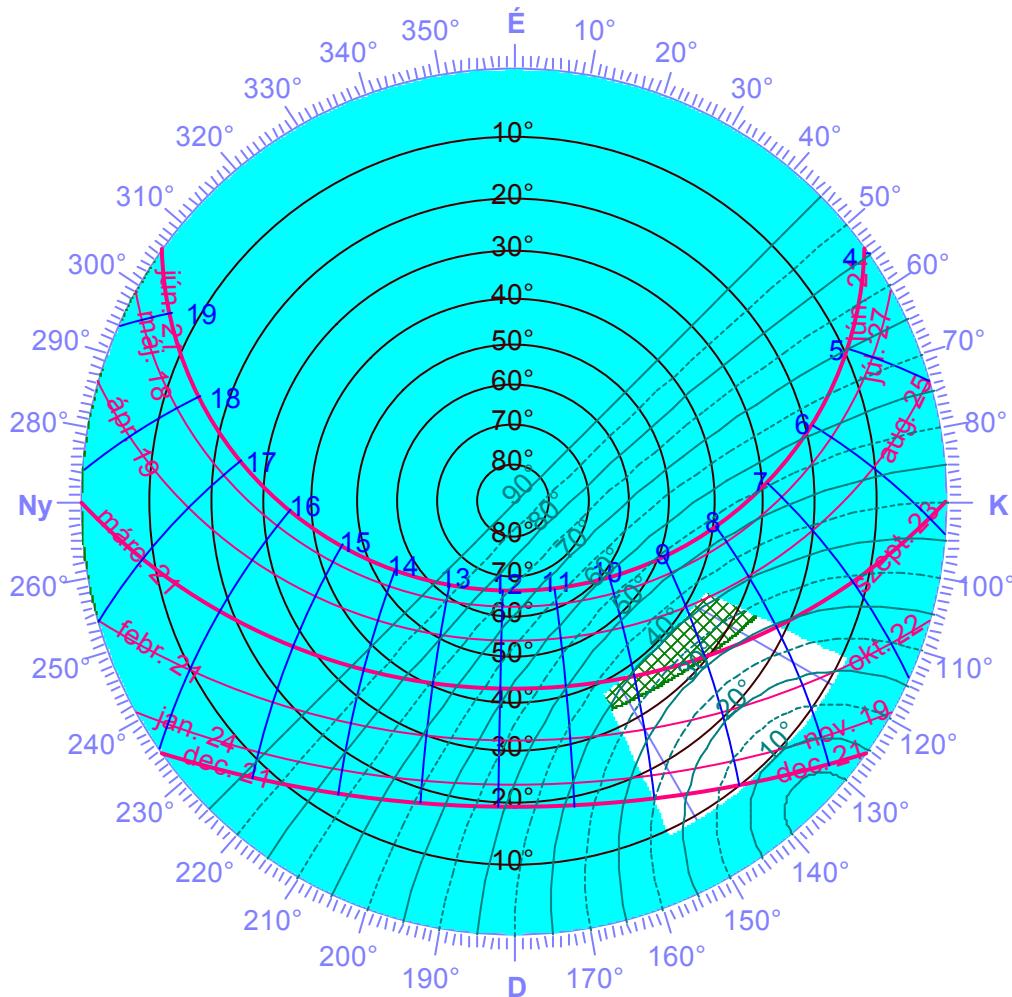
A hőmérsékleti küszöb ábrázolásához az *Új takarást* aktiválva, a *Kitakarás* gombot kell kijelölni. Az ábra színeit a fent leírtak szerint újra beállítjuk, majd a *Betöltés fájlból* gomb megnyomásával, kinyílik az a párbeszéd ablak (meg kell keresni azt a

fájlt, amelybe a 22°C előfordulásait mentettük), amelyben kijelölhetjük a helyiséget és kiválaszthatjuk az előfordulás valószínűségét, az **OK** gombbal elindítottuk a diagram berajzolását a választott színnel és mintázattal. Kettős **OK**-zás után megjelenik a választott árnyékolási küszöb körvonallal és a kitöltéssel.

Az 63 sz. ábrán, egy délkeleti irányba tájolt budapesti szoba ablakának túlmelegedési lehetőségét vizsgáltuk. Ebben az esetben a 22°C léghőmérséklet 3%-os előfordulási valószínűségét választottuk, amelyet a zöld vonalkázott felület határol. Az előfordulás valószínűsége naptári és óraidőben is leolvasható a vonalkázott felület szegélyvonala mentén.



63 SZ. ÁBRA. A 22°C LÉGHŐMÉRSÉKLET ELŐFORDULÁS 3%-OS VALÓSZÍNŰSÉGE



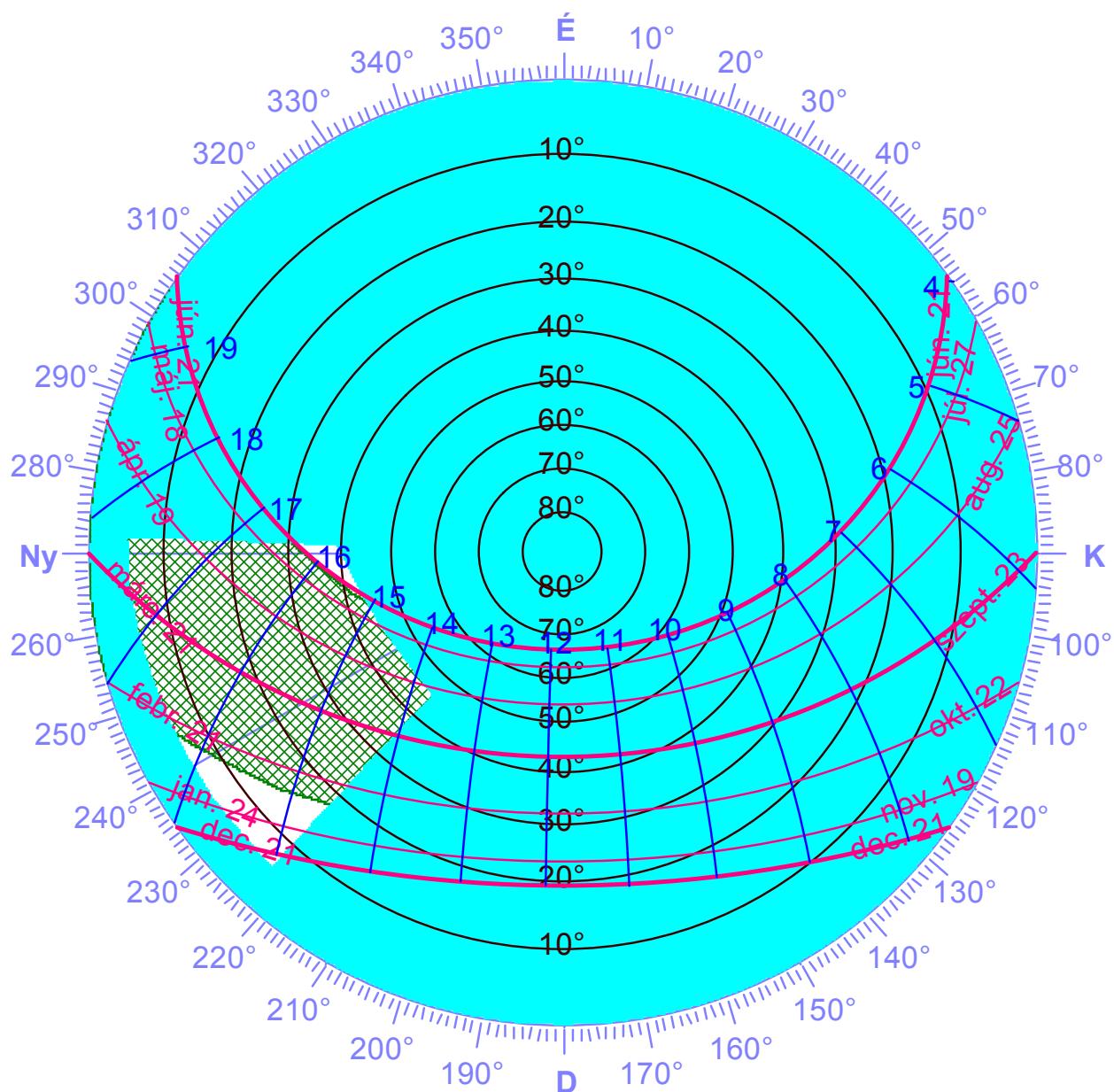
64.SZ. ÁBRA. A 22°C LÉGHÖMÉRSÉKLET ELŐFORDULÁS 3%-OS VALÓSZÍNÜSSÉGE ÉS A BEESÉSI SZÖGMÉRŐ ALKALMAZÁSA

Az égbolt kékszínű felületében a vizsgált ablak színezés nélkül jelenik meg. Ezen belül a zöld vonalkázással fedett felület naptári és óraidőben kijelöli a 22°C hőméréséket 3%-os előfordulási valószínűségét. Ennek birtokában lehet eldönteni a tennivalókat, az árnyékolás szükségessége-elhagyása, netán a hűtés megteremtését illetően.

Még tovább mehetünk a vizsgálat alapossága tekintetében, ha kinyitjuk a beesési szögmérőt (az ablakkal azonos azimutú és dőlésszöggel) 64. sz. ábra. Ugyanis előfordulhat, hogy a napsugarak olyan nagy beesési szöggel érik el az üvegfelületet, hogy többsége visszatükröződik, mert 60°-nál nagyobb beesési szögeknél, már az átbocsátás el is hanyagolható. Azonban, mint látható, a vizsgált üvegfelületet a napsugár még nagy meredekséggel éri, a napéj egyenlőség idején is, ezért a tervező feladata, eldönteni, hogy alkalmaz-e árnyékolót az üvegezés megvédésére.

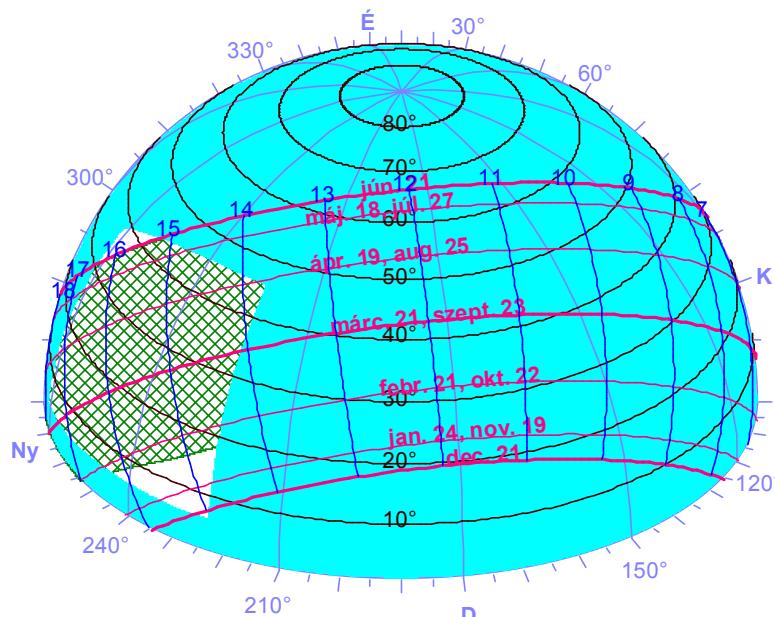
Mint megállapítható, a túlmelegedés veszélye nem igen áll fenn, mert a 22°C léghőméréséket március 21 –szeptember 21.-én, vagy októberben 8-10 óra körül fordulhat elő, amikor mindenki szívesen fogadja már a napsugarakat.

Egy másik esetet vizsgálunk, 65.sz. ábra, amikor az ablak tengelye 220° azimut irányába, délnyugatra tájolt. A diagram tanúsága szerint a 3%-os, tehát egy napi valószínű előfordulás olyan hosszú időtartamra terjed ki, hogy az ablak naphő elleni védelméről biztosan gondoskodni kell.



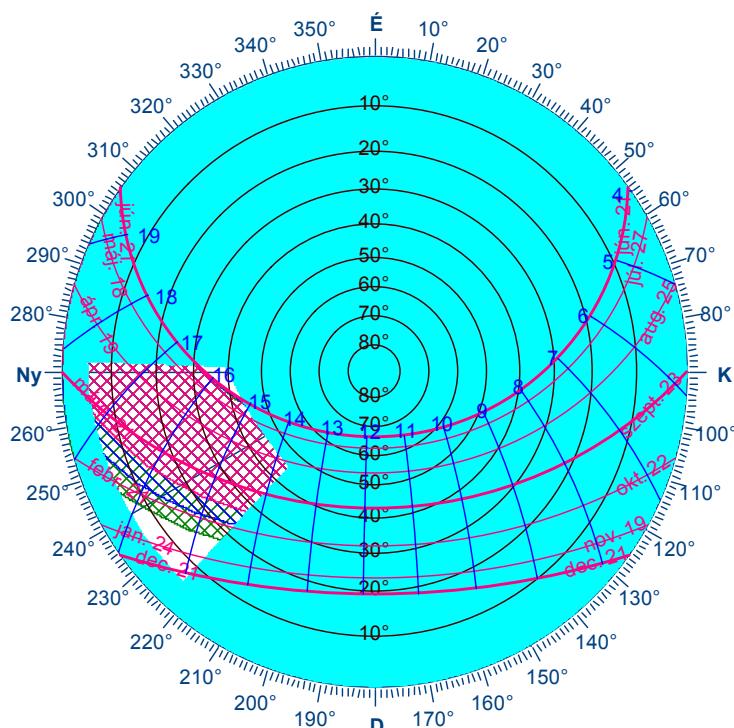
65 sz. ábra. DÉLNYUGATRA TÁJOLT ABLAK VIZSGÁLATA 22° C LÉGHÓMÉRSÉKLET ELŐFORDULÁS 3%-OS VALÓSZÍNŰSEGGLÉVEL SZTEREOGRAFIKUS VETÜLETBEN

Az ábra megjeleníthető térbeli képben is, ha a *Módosítás/ Égboltra vetítve* parancsokat működésbe hozzuk (66. sz. ábra)



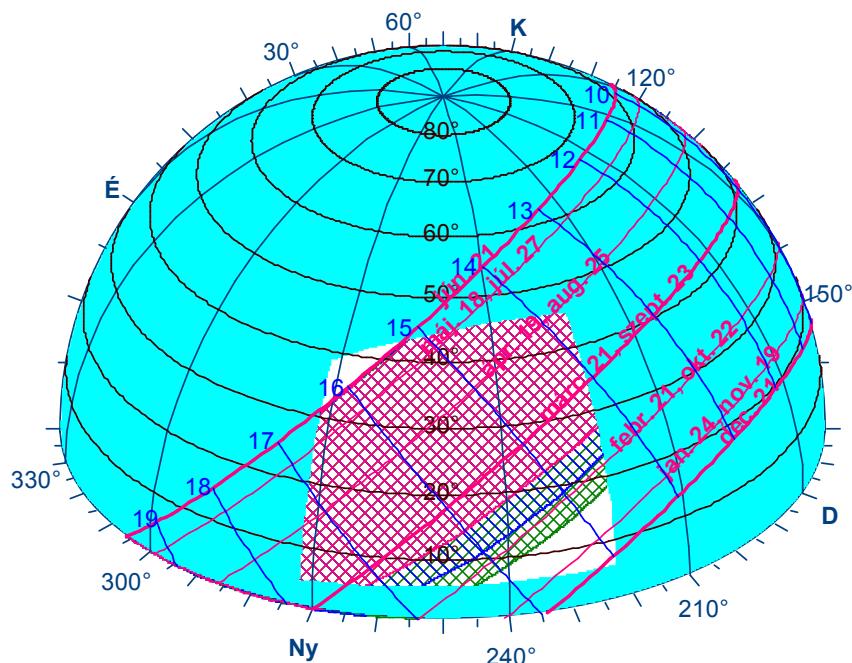
66.sz. ábra DÉLNYUGATRA TÁJOLT ABLAK VIZSGÁLATA 22°C LÉGHÖMÉRSÉKLET ELŐFORDULÁS 3%-OS VALÓSZÍNÜSEGGEL TÉRBELI ÁBRÁZOLÁSSAL

Ha kétely merülne föl, hogy árnyékolásra szükség lenne e, akkor mélyíthetjük a vizsgálatot, azáltal, hogy bekapcsoljuk a 10 és 20%-os 22°C léghőméréséklei előfordulási valószínűségek ábráját is (67.sz. ábra).



67 sz.ábra. A 3, 10 ÉS 20 %-OS, 22°C LÉGHÖMÉRSÉKLETI ELŐFORDULÁSI VALÓSZÍNÜSÉGÉKET EGYÜTTES ÁBRÁZOLÁSBAN MUTATJA BE

A két további árnyékolási küszöbérték megjelenítését könnyen elvégezhetjük, ha a már a 3%-os érték kijelölése után, a *Takarások/ Újtakarások* gombok használatával a *Betöltés fájlból* gombbal kinyitjuk a meteorológiai adatsort, s ott a kívánt érékeket, például a 10 és 20%-os valószínűségek előfordulását egymás után, de külön-külön, felszerkesztjük a nappálya diagramra a *Megnyitás* gombbal. Célszerű a mintázathoz eltérő színek alkalmazni, a jobbészlehetőség érdekében.



68.sz. ábra A 3, 10 ÉS 20 %-OS, 22°C LÉGHÖMÉRSÉKLETI ELŐFORDULÁSI VALÓSZÍNÜSGÉKET EGYÜTTES TÉRBELI ÁBRÁZOLÁSBAN

A térbeli ábrázolás könnyen forgatható a kedvezőbb láthatóságért, ha a *Módosítás /Égboltra vetítve*, a *Megjelenítés azimutja* és a *Hajlásszöge* parancsokat használjuk.

A **takarásokat energia számításoknál** (lásd lentebb) maradéktalanul **ki kell kapcsolni**, mert a program úgy tekinti, hogy az égbolt bizonyos felülete fedett, s az onnan érkező napenergiát kizárja, a számítás eredménye valótlan lesz.

KOLLEKTOROK MAXIMÁLIS HOZAMÁNAK TERVEZÉSE TÁJOLÁSSAL

A kövéren szedett szavak jelentését lásd értelmező szótárban

A Nap délben áll a legmagasabban az égbolton, s ezért a legmeredekebben érik a sugarai a Föld felszínét. Ebből logikusan következne, hogy a legtöbb felfogható napenergiát egy déli irányba, a sugárzásra merőleges helyzetű felületen mérhetjük. A Nap látszólagos égi mozgása szerint azonban ez csak akkor lenne igaz, ha a Nap és a felfogó felület között anyagtalan tér helyezkedne el. De minthogy a Földet gázburok veszi körbe, ezért mielőtt a sugarak elérnék a Föld felszínét, a sugaraknak át kell hatolni a légkörön, amelynek mindenkorai fizikai állapota jelentősen módosítja, csökkenti, szűri és visszaveri a sugarakat a világűrbe.

A légkör összetétele a helyi időjárás szerint, a földrajzi helyzettől függően, évszakonként, napszakonként, vagyis délelőtt és délután, továbbá klímarégióinként is változik. A légkör változását, fizikai állapotát, sugárzást átbocsátó képességét a vízpára, por, vagy egyéb szennyező anyag mennyisége befolyásolja. A vízpára telítődés a felszíntől függ, pl. nagy vízfelülettől, erdőségektől, a korábbi napok csapadékhozamától. A portartalom változást a nagy homokos síkság okozhatja, ahonnan a napsugárzás hatására termikus áramlatok az apró porszemcséket a magasba emelik. De a nagyvárosok közlekedése, gyárak kibocsátása is forrása lehet szennyező anyagok légkörbe emelkedésének.

A légkörben, termikus hatásra függőleges irányú áramlások keletkeznek, melyek iránya napszak szerint ellentétes irányúra váltanak. A vízpára, vagy por éjjel kicsapódik, illetve részben kiülepedik. Ugyanis azok a termikus hatások lecsökkenek, megszűnnék, melyek a szilárd anyagokat felemelték a felszínről és lebegésben tartották. Tehát a legnagyobb energia hozam égtájirányát, vagy a felfogó sík optimális hajlásszögét nem lehet heliogeometriai alapon, a Nap látszólagos égi mozgásának törvényszerűségei alapján, spekulációval megállapítani, mert bonyolult légkörfizikai folyamatok ezeket a szabályokat felülírják. **Ezeknek a törvényszerűségeknek meteorológiai következményeit az ÉGTÁJ SZERINTI NAPENERGIA HOZAMOK fejezetben grafikusan bemutatjuk.**

Szerző, szponzorok támogatásával beszerezte az Országos Meteorológiai Intézett által, napsugárzás komponensei szerinti bontásban, vízszintes felületen, tíz esztendő alatt, az ország négy legjellemzőbb klímarégióját jelképező városok körzetében, óránként mért, napenergia hozamokat, és azt számítógépes használatra alkalmassá tette.

Az adatbázis tíz esztendő, (azaz 3650 nap x átlagosan 12 óra= 43 800 adat) minden nappali órájának direkt, szór és globál sugárzás mennyiségét tartalmazza. A grafikusan és táblázatos feldolgozást, a FÜGGŐLEGES FELÜLETEK NAPENERGIA FELVÉTELÉNEK SZABÁLYOZÁSA SZOLÁRIS TÁJOLÁSSAL címmel, szerző neve alatt, az Agrober Mezőgazdasági És Élelmiszeripari Tervező, Beruházási Vállalat publikálta Budapesten 1981-ben. Az adatokat jelen számítógépes program tartalmazza, s grafikusan megjeleníthető, az alábbiakban leírt műveletekkel.

A temperált égövön a napenergiát hasznosító, felfogó felületek célja, mint az épületek üvegezett felületei és a kollektorok, hogy minél több napenergiát, azaz a lehető maximumot gyűjtsék össze, mert hatékonyságuk ekkor lesz a legjobb.

A kollektor iparban kiélezett harc folyik akár csak egy-két százalék hatékonyság növeléséért, de a felfogó felületek térbeli elhelyezése, tájolása és dőlésszögük megválasztása szinte teljesen elhanyagolt terület. Holott a tévedések, a hibás beállítások következtében, akár harminc-negyven százalékos csökkenés is bekövetkezhet az energia hozamban. Ennek az az oka, hogy az érintetteknek, a felhasználóknak és szolgáltatóknak nincsen tudományosan megalapozott módszerük az optimális hozamot biztosító égtájirány és dőlésszög megállapítására. Márpedig ez a két paraméter több feltételelő függ, nevezetesen a klimatikus régió sajátosságaitól, a hasznosítási időszak időtartamától, időciklusától, a naptári időpont kezdetétől-végétől.

A maximális hozam eléréséhez jelentősen eltérő égtáj irányt és dőlésszöget kapunk, ha egy kora tavaszi pár hónapos, például kertészeti hasznosításhoz, egy nyáron működő campinghez, egy őszi zöldségtermeléshez, vagy egy háztartás egész évi meleg víz előállításához kívánunk napkollektort telepíteni. Természetesen minden befolyásoló tényezőkön felül, a telepítés földrajzi helyének klimatikus sajátosságai is hozzájárulnak.

Az optimális tájolást hosszú időszak alatt összegyűjtött meteorológiai adatok átlaga alapján, tehát az adott földrajzi hely valóságos időjárási sajátosságait tükröző sugárzási adatok alapján lehet megállapítani.

A SUNARCH program olyan számítógépes eljárást kínál, amelynek segítségével, több hazai klímarégióban, hosszú időtartam alatt mért, sugárzási adatok átlagára támaszkodva, meghatározható a legnagyobb napenergia hozamot biztosító égtájirány és dőlésszög.

A SUNARCH program használata esetén, az optimális térbeli helyzet, vagyis a tájolás és dőlésszög keresésénél, ki kell választani a földrajzi elhelyezkedéshez legközelebbi felkínált időjárási régiót, a felhasználásra szánt ciklusidő naptári időpontjának kezdetét és végét. A program lehetővé teszi a direkt, szórt és a kettő együttesének, a globál sugárzásnak számszerű vizsgálatát. Minthogy nem csak a felületre érkező energiára vagyunk rendszerint kíváncsiak, hanem az üvegen áthaladó energia is fontos szempont lehet, pl. kollektorok, télikertek, üvegfalak, üvegházak stb. esetében, ezért a program menüpáhelyen választható az üvegezett felületen áthaladó napenergia mennyiségeinek kiszámolása is, mely estben a SUNARCH program az üvegre érkező direkt sugárzás beesési szögét, valamint a takart égbolt felületet is figyelembe veszi.

A felfogó felületre érkező közvetlen napfény hozama a felület és a fénysugár által közbezárt szögfuktól – a **beesési szögtől** - függ. Minél kisebb ez az úgynevezett beesési szög, amit az adott síkra emelt merőlegestől, azaz a **sík normálisától** kiindulva mérünk, annál nagyobb az energia mennyisége éri a felületet. Ezzel szemben a szórt, az égboltról és a talajról visszavert sugárzásnak nincsen meghatározott iránya, így a szórt energia csökkenés nélkül érvényesül a felfogó felületen, amennyiben az égboltot részben-vagy egészben nem fedi el környezeti tárgy. A SUNARCH számítógépes program mindenkorúlményeket figyelembe veszi az energia hozamok kiszámításánál.

A bejövő sugárenergia égtájtól, időszaktól függően eltérő tulajdonságát akkor lehet érzékelni, ha képzeletbeli függőleges síkokat állítunk minden égtáj irányába és ezeken hosszú évtizedeken át mérjük a beérkező napenergia mennyiségét. Az **ÉGTÁJ SZERINTI**

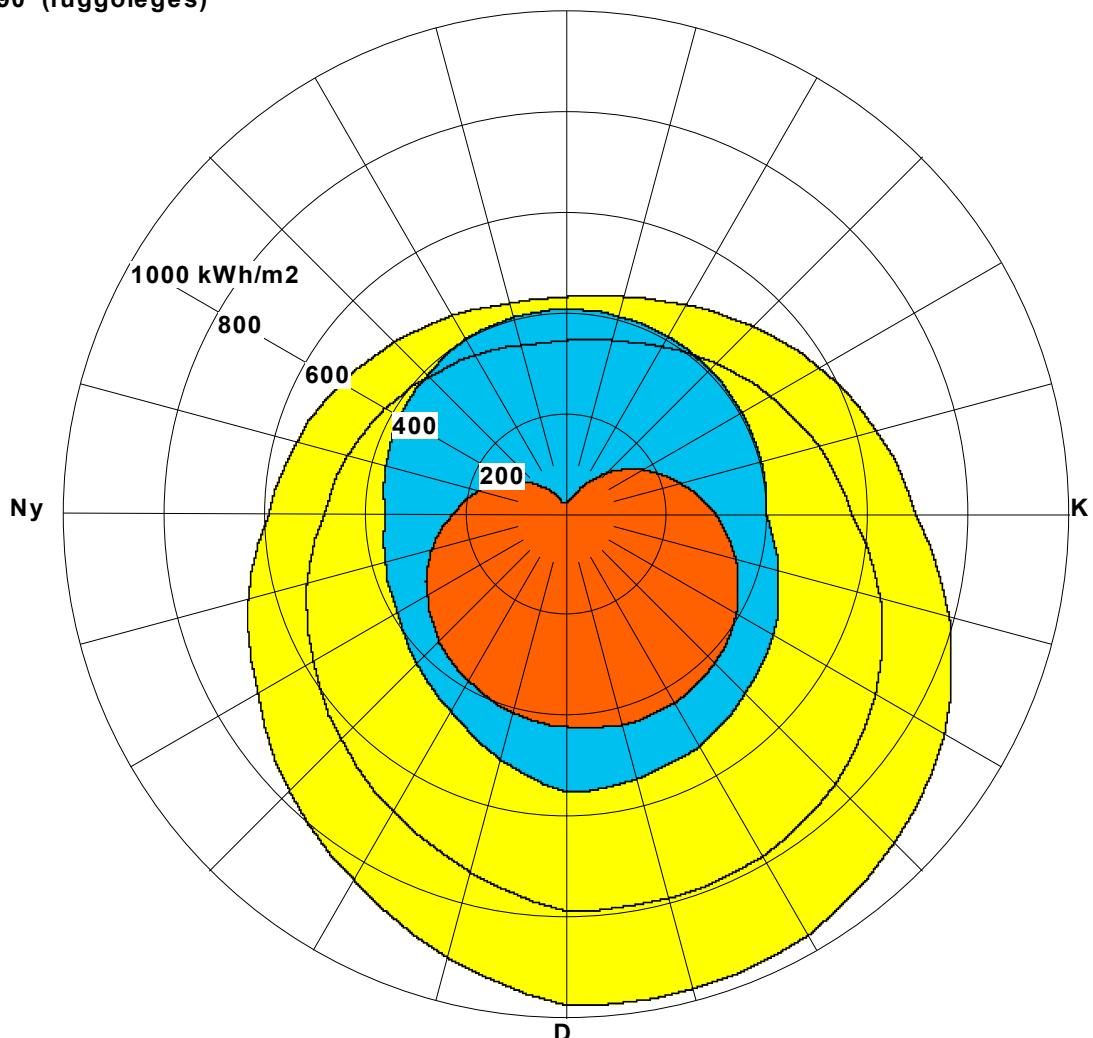
NAPENERGIA HOZAMOK fejezetben részletesen ismertetett diagramok közül, csupán tájékoztatásként néhány, meteorológiai adatok alapján szerkesztett ábrát mutatunk be az alábbi példánkon.

Három színkódot használunk, a **vöröset**, amely a közvetlen napfényt, a **kéket**, amely a szort sugárzást és végül a **sárgát**, amely e két előbbi sugárzásnak az összegét, a teljes, másképen a **globál sugárzás** intenzitását jelöli. Az energia mennyisége a poláris diagramon a középponttól kiindulva, radiálisan növekvően, kWh/m² egységben van ábrázolva. A napenergia mennyiséghez tartozó égtáj irány, a felfogó sík **azimutja**, az iránytű fokbeosztása szerint olvasható le. A sárga mezőben megjelenő folyamatos fekete vonal, a 3mm vastag üvegen áthatoló, égtáj szerinti napenergia intenzitását jelöli.

január 1. - december 31.

90° (függőleges)

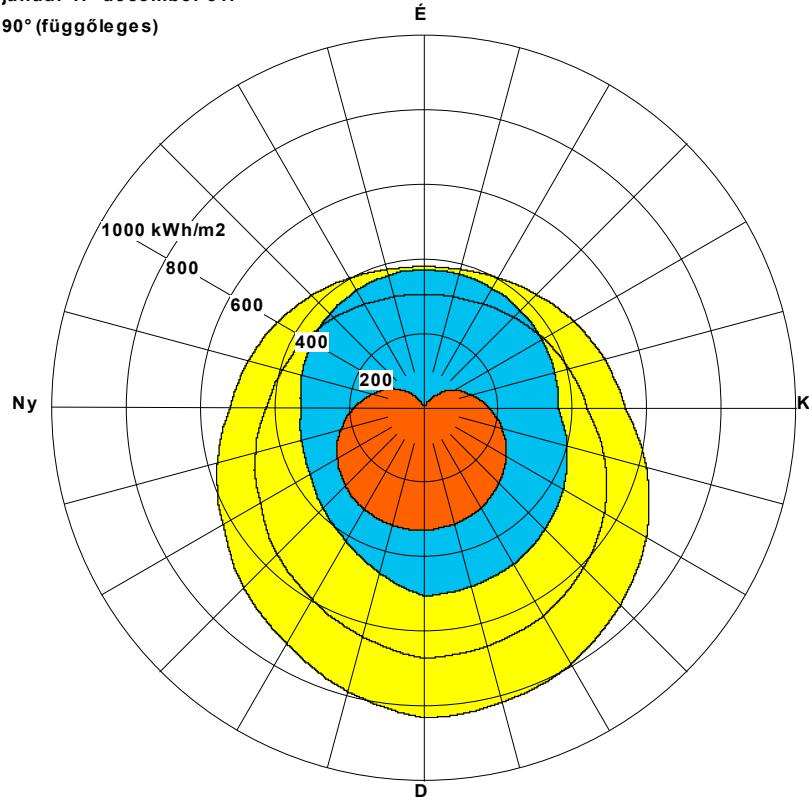
É



**69.sz.ábra FÜGGŐLEGES FELÜLET ÉVI TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA
BUDAPESTEN ÉS KÖRZETÉBEN**

január 1. - december 31.

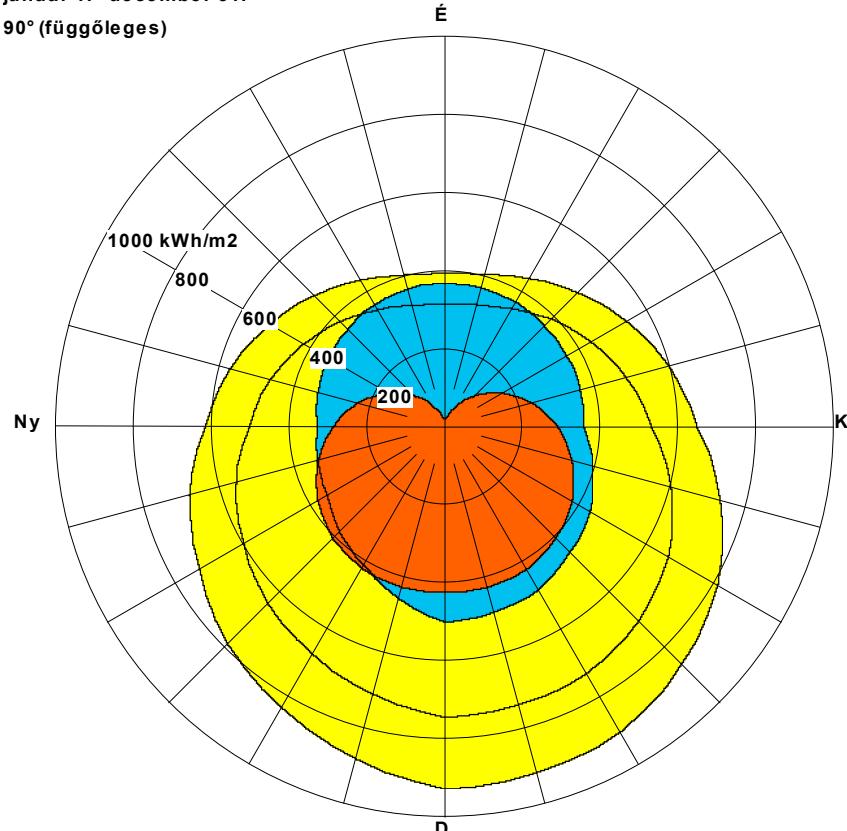
90° (függőleges)



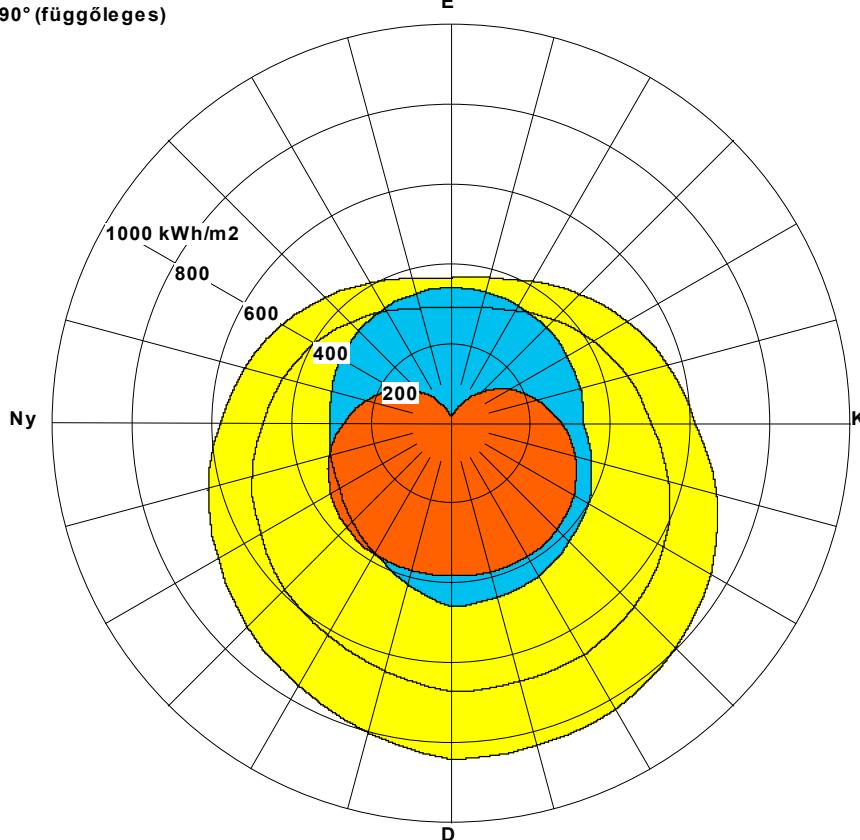
**70.sz.ábra FÜGGŐLEGES FELÜLET ÉVI TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA
SOPRONBAN ÉS KÖRZETÉBEN**

január 1. - december 31.

90° (függőleges)



**71.sz.ábra FÜGGŐLEGES FELÜLET ÉVI TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA
DEBRECENBEN ÉS KÖRZETÉBEN**



72.sz.ábra FÜGGŐLEGES FELÜLET ÉVI TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA SZEGEDEN ÉS KÖRZETÉBEN

A 69-72 sz ábrákon bemutatott körzetekben, a tájolás szerinti függőleges felületek által felfogott napenergia hozamok között markáns eltéréseket lehet észlelni..

Minden hónapnak, időciklusnak, klímarégiónak egyedi intenzitás eloszlás jellege van. A **maximum napenergia felfogása érdekében, ezért van szükség a ténylegesen mért, a valós meteorológiai adatokon nyugvó szoláris tájolásra**. A szoláris tájolás nem csak egy sík, például napkollektor, hanem összetett mértani test, például egy épület esetében is lehetséges.

Egy összetett testnek, azaz egy épületformációnak nem csak a **MAXIMÁLIS NAPENERGIA HOZAM OPTIMÁLIS TÁJOLÁSÁT** lehet a **SUNARCH** programmal meghatározni, hanem a minimum naphőterheléshez tartozót is. A **MINIMUM NAPENERGIA HOZAM** égtáj irányának keresése, csak látszólagos ellentmondás. Míg a temperált égövön a megújuló energiahaznosítás céljából tudnunk kell egy adott épületnek a legtöbb napenergiát szolgáltató égtájirányát, addig a forró égövön éppen ellenkezőleg, meg kell szabadulni a Nap épületeket túlmelegítő hatásától.

Tudomásul kell venni, hogy trópusi, vagy évszakonként forróra váltó égöv alatt él az emberiség döntő többsége. Ezekben a régiókban az épületek legnagyobb hőterhelését, fölmelegedését, mindenekelőtt nem a levegő magas hőmérséklete, hanem a napsugárzás okozza. Ezért ott az építészet feladata megtalálni azt az égtájat, amelynek irányába tájolva az épületet, elérhető a lehető legalacsonyabb hőterhelés.

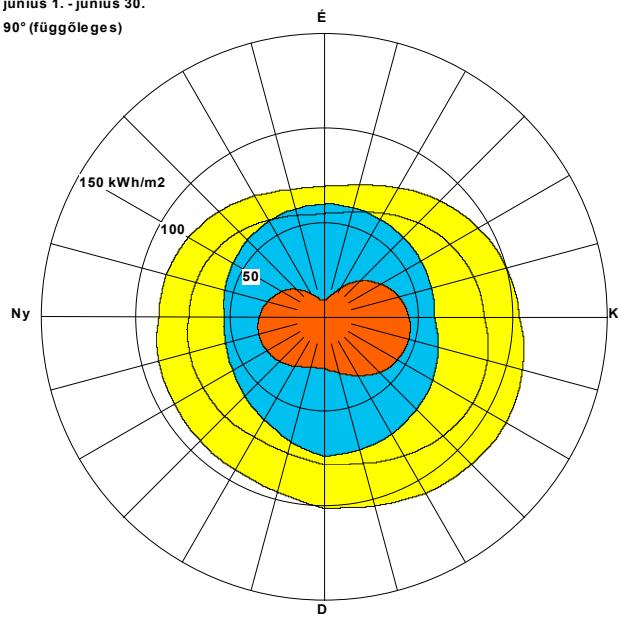
A talaj felszínre érkező napsugárzást hazánkban legnagyobb mértékben a vízpára csökkenti. Ennek mennyisége naponta és óránként változik. Ennek következtében a talajfelszínt elérő sugárzásenergia tartalma nem csak a napsugarak beesési szögétől függ, hanem a légkör összetételétől, a helyi időjárástól is. Ha a légkör szűrő hatása nem érvényesülne, akkor az óránként mért sugárzás intenzitása egy poláris diagramon, amely a nappályákat jelképezné, az É-D pólus tengelytől jobbra-balra szimmetrikus alakzatot mutatna, minthogy a napjárás is szimmetrikus erre a tengelyre. De, ettől az ideális alakzattól a valóságban mérhető napenergia eloszlás a helyi klíma jellegzetessége szerint alakul, ezért a bejövő napenergia égtáj szerinti eloszlása még Magyarországon belül is figyelemre méltó eltérést mutat, amit célszerű hasznosítani, akár az épületek túlmelegedés elleni védelemben, akár a napenergia aktív-passzív hasznosításában. A műveletet szoláris tájolás néven emlegetik a szakmai körök. A lényege, hogy a nagyobb, vagy kisebb hozam égtájirányába forgatják a napenergiát felfogó – ha hasznosításról van szó- vagy a napenergiával terhelt felületet, ha naphő terhelés ellen kell védekezni.

A **SUNARCH** programsegítségével, bármilyen időtartamú időszakra, függőleges, vagy dőlt felületre jutó napenergia eloszlást lehívhatjuk. A 73-sz. ábrákon látható diagramok előállíthatóak, a következő parancssorral, a program megnyitása után: ***Beállítások, Projekt beállítások***, a helyiség kiválasztása az ***Adatbázisból***. Ha kiválasztottuk a négy Budapest, Sopron, Debrecen, Szeged lehetséges felkínált régiókat jellemző városok közül az egyiket, a ***Betöltések*** parancssal kinyílik egy párbeszéd ablak, ahol a megjelenő városok közül, a választott város kijelölésével automatikusan betöltődik a napenergetikai adatsor. A nappálya diagram fölötti parancsok közül a Számítások/Energiahozam számítás parancsot működtetve a megnyíló párbeszéd ablakban be kell állítani az időtartamot a hónap és nap kijelölésével, valamint a napenergia felfogására szolgáló sík dőlésszögét. Ha ezeket a műveleteket elvégeztük, akkor a ***Diagram*** parancsot kell kijelölni, s ekkor megjelenik a beállított diagram képe. Ha a párbeszéd ablakban a felkínált lehetőségek közül vármelyik adatot megváltoztatjuk, akkor az ***Ábra Újraszámítás*** parancssal az újonnan beállított értékekre vált a diagram. Ha a megjelent képet másolni akarjuk, akkor a ***Vágólapra másol*** parancsot kell használnunk.

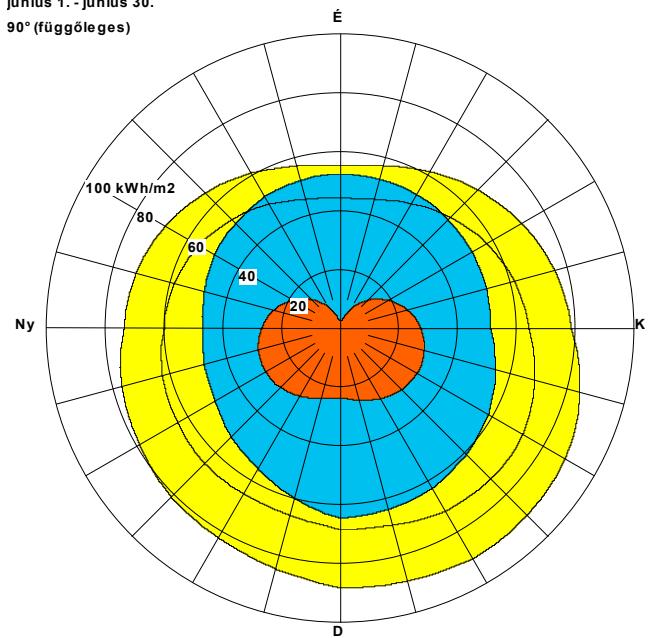
A diagramon jelölt napenergia hozamok arra az időtartamra vonatkoznak, amit beállítottunk. A színek a napenergia komponenseit jelképezik. A direkt napfényt a **piros**, a szírtat a **kék** és a kettő összegét a globál sugárzást a **sárga** szín jelöli. A sárga mezőben a fekete vonal a 3 mm vastag üvegen átjutó energia hozam mértékét mutatja.

Az ettől eltérő vastagság lényegében nem befolyásolja az átbocsátott napenergia mennyiségét, mert jobbára nem az üveg vastagságának, hanem a tükröző üvegfelületek számának van jelentősége az átbocsátás tekintetében. Erre vonatkozóan, a többrétegű thermopán üvegezéseket illetően a gyártók katalógusai adnak tájékoztatást.

június 1. - június 30.
90° (függőleges)



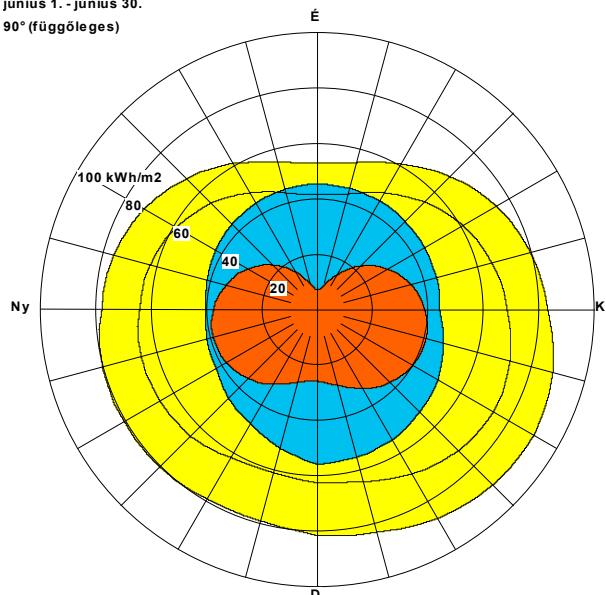
június 1. - június 30.
90° (függőleges)



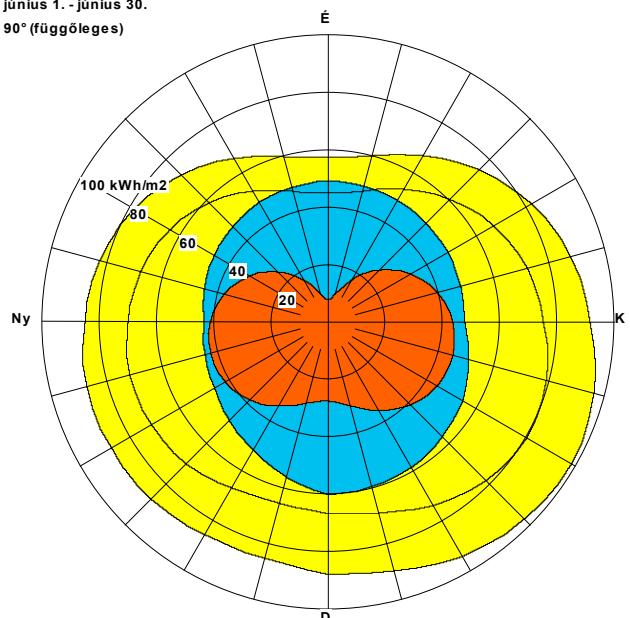
**73.sz. ábra TÁJOLÁS SZERINT FÜGGŐ-
FELÜLETRE JUTÓ NAPENER-
JÚNIUSBAN BUDAPESTEN**

**74. sz. ábra TÁJOLÁS SZERINT LEGES
LEGES FELÜLETRE JUTÓ NAPENER-
GIA JÚNIUSBAN SOPRONBAN**

június 1. - június 30.
90° (függőleges)



június 1. - június 30.
90° (függőleges)



**75.sz. ábra TÁJOLÁS SZERINT FÜGGŐ-
LEGES FELÜLETRE JUTÓ NAPENER-
JÚNIUSBAN DEBRECENBEN**

**76.sz. ábra TÁJOLÁS SZERINT
LEGES FELÜLETRE JUTÓ
NAPENERGIA JÚNIUSBAN SZEDEDEN**

Mint említettük, az égtáj szerint bejövő napenergia megoszlás mintázata igen eltérő, de van egy közös sajátosságuk, hogy Délkelet irányában kisebb – nagyobb mértékben torzulnak. Ennek oka a sajátos időjárás jelenségekben található. Mint fentebb megállapítottuk, az atmoszféra fizikai változásai módosítják, szűrik, elnyelik, szétszórják és visszaverik a napsugarakat. Az évben vannak bizonyos időszakok, amikor a nap folyamán azonos időben mennek végbe a légkör fizikai változásai. Ez ciklikusan leginkább a páratartalom változásra jellemző. Különösen a késő tavaszi, májusi, kora nyári, júniusi időkben, amikor a csapadék gyakrabban fordul elő. Ennek az atmoszférikus következménye, hogy éjjel a nagy páratartalom, eső, vagy harmat formájában kicsapódik, reggelre kitisztul az égbolt. A napsugarak akadálytalanul elérik a Földfelszínt s ezért a felmelegedő talajról, az előtte lehullott csapadék párásodva felszáll és 11 óra tájban megjelennek a kumulusz felhők, délutánra beborul és újra lehullik csapadék formájában.

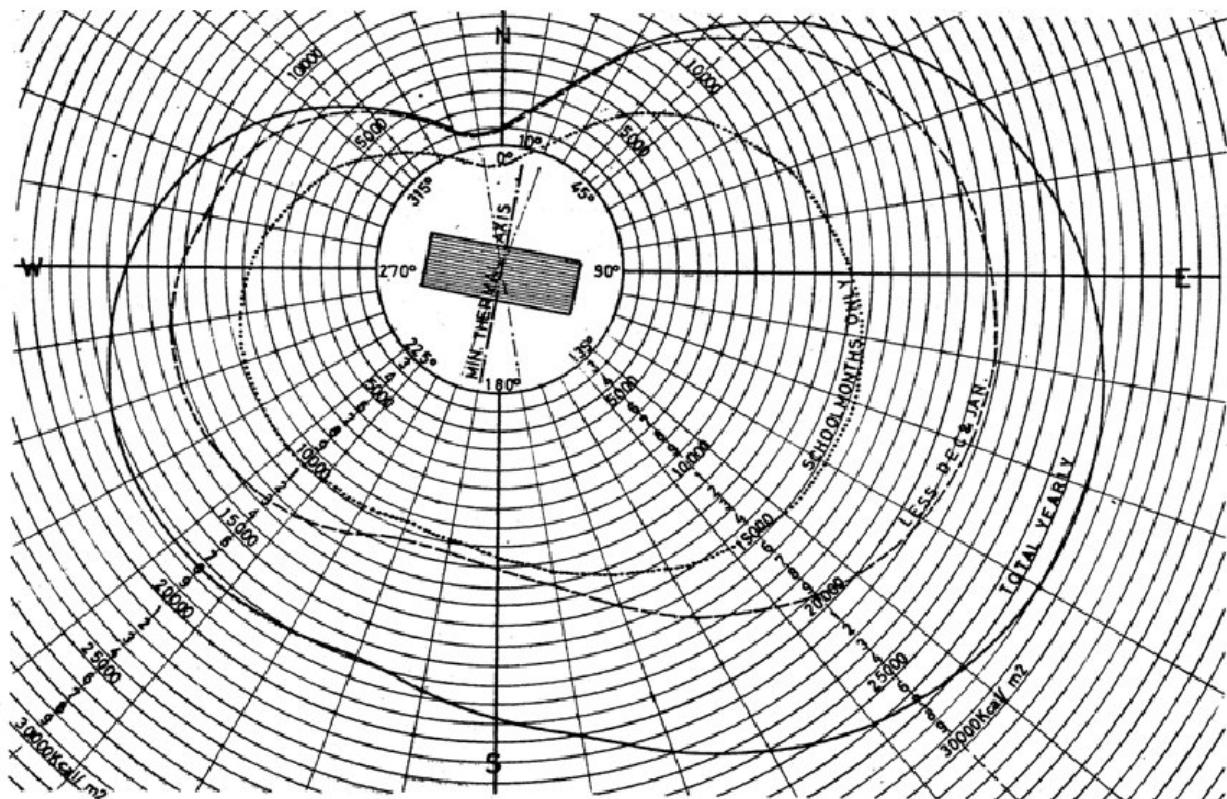
A befelhősödött égbolt, egyre kevesebb napenergiát bocsát át, úgy hogy a délelőtti-délutáni bejutó energia mérleg erősen a délelőtti időszak javára billen. Létrejön egynapi disztorzió, amely ezekre a hónapokra jellemző. Ezt a jelenséget mutatják be a 73-76 sz. ábrák. Mint látható, az aszimmetria minden körzetben megjelenik. Ez a néhány havi aszimmetrikus energia hozam a függőleges felületeken kihat az egész évi energia eloszlásra, és enyhe torzulást okoz a teljes évi energia hozamban is. Ez a meteorológiai jelenség, a tájolás szerint aszimmetrikus energiahozam teszi lehetővé a szoláris tájolást.

Miután a **bejövő napenergia eloszlása, az égtájak szerint nem kör szimmetrikus**, ezért adódik, hogy a felfogó síkot addig forgassuk, amíg el nem érjük azt az égtáj irányt, amely irányból a legtöbb napenergia várható. Ezt **MANAP**-nak, az adott sík maximális naptengelyének nevezzük. Nem csak egy sík, hanem több sík egyesítve, pl. egy épület homlokzatinak együttese is vizsgálható, s kereshető a **MANAP**, illetve a **MINAP**, azaz, a minimális naptengely, vagy is az adott épületnek az a tájolása, amely az összes homlokzat energia elnyelését tekintve, a legkevesebb hőterhelést okozza. Erre a negatív értelmű szoláris tájolásra a trópusokon van szükség, ahol a legnagyobb hőkényelmetlenség forrása a napsugárzás.

A szoláris tájolásnak ez az eljárása szudáni kutatásom alkalmával alakult ki Khartoumban, a Szahara déli végén, ahol azt kellett tanítani az építészhallgatóknak, hogy miként lehet hővöset teremteni építészeti eszközökkel a házakban, **mesterséges berendezések használata nélkül**. Számba véve az épületek túlmelegedésének okait, első helyre került a napsugárzás okozta felmelegedés.

Az angolok évszázados ottléte nyomán, a helyi meteorológiai intézetben rendelkezésemre bocsátották az ötvenéves mérési adatokat. Feltételeztem, hogy nem egyenletes a naphő terhelés minden égtájból, s ezért a mért adatok alapján feldolgoztam a függőleges felületre jutó, az égtájak szerinti napsugárzás hozamokat. Annak idején (1965-70) csak kézi meghajtású számoló gép és a szögfüggvények álltak rendelkezésemre. mindenki nagy meglepetésére igen jelentős torzulás képe alakult ki (lásd 77.sz. ábrát). Angol kutatókkal közölte felfedezésemet, helyre igazítottak, hogy ha nem tudnám, csak vízpára az, ami a napsugárzást képes nagy mértékben elnyelni. Khartoumban, a sivatagi klíma területén pedig nincsen vízpára! A számítás téves.

Postafordultával tájékoztattam őket a sivatagi időjárás sajátosságáról, hogy ott reggel tiszta kék égre kelnek az emberek, délről már elszárgul, kora délutánra kissé beszürkül az égbolt. Ennek a jelenségnek fizikai oka, hogy a napsütötte homokos felületről 11 óra tájban elindulnak a tölcseres termik szelek, amelyek felemelik a finom homokot a talajról, s rövid időn belül befedik az egét. Azonos módon működik a troposzféra, mint a mérsékelt égövön, ahol gyakori az esős időszak, és vízpára. De a sivatagi zónában nem a vízpára, hanem a homokszemcse emelkedik a levegőbe, amely még hatékonyabban veri vissza, akadályozza a napsugárzás talajszintre érkezését.

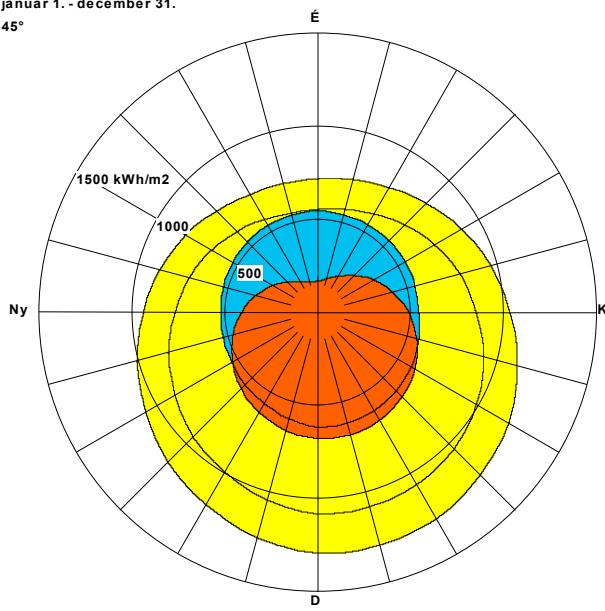


77.sz.ábra DIREKT NAPENERGIA ÉGTÁJ SZERINTI ELOSZLÁSA SZUDÁNBAN KHARTOUMBAN FÜGGÖLEGES FELÜLETEN ÖTVEN ÉVES ÁTLAG ALAPJÁN

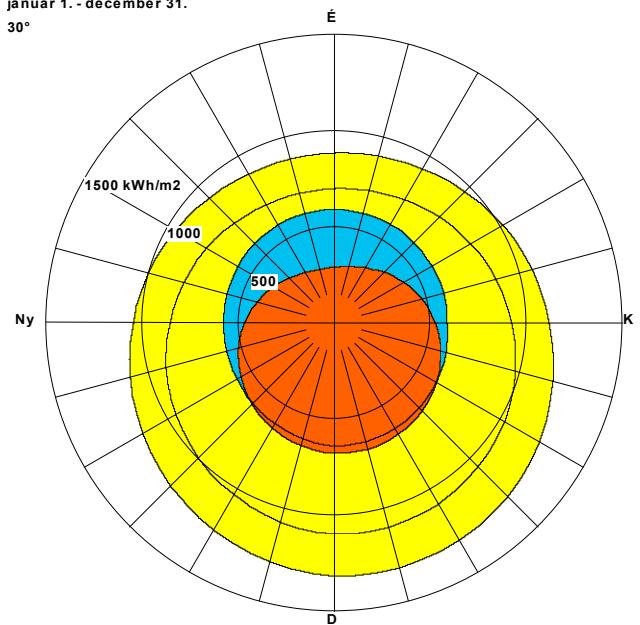
A 77.sz. ábrán, a függőleges felületre tájolás szerint érkező direkt napenergiának olyan mértékű a délkelet irányú torzulása, a napenergia hozam megnövekedése, hogy ez az épületek szoláris tájolásának szükségességét vetette fel. Egy adott körponalú épület olyan helyzetbe forgatható, tájolható, amelyben évi viszonylatban a legcsekélyebb napenergia terhelés kapja. Ezáltal elérhető, hogy az épület mintegy 30 %-al kisebb hőterhelést kapjön. Például sivatagi iskoláknál, ahol nincsenek közművek, rendszerint elektromos áramellátás is hiányzik. Az ábra közepén stilizálva berajzolt tipikus sivatagi iskola épület elforgatása 10°-al keletre szolgálja a minimális naphő tengelyt.(Abban az években a hőtani mértékegység még a kgcal volt, átszámításához W-ra 1,163 a szorzószám).

Mint az előzőekből világosan kiderült, hogy a napenergiát felfogó sík tájolásával döntően befolyásolható az elnyelhető energia mennyisége. A bejövő napenergia tájolás szerinti diagramok a döntéshez nyújtanak előzetes tájékoztatást. Végső döntéshez ajánlatos a számszerű adatokat igénybe venni, amelynek elérhetőségét alábbiakban tárgyaljuk.

január 1. - december 31.
45°



január 1. - december 31.
30°

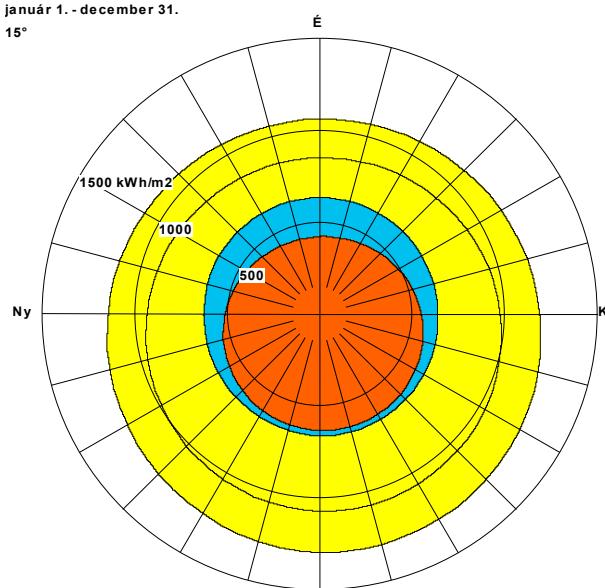


Mielőtt erre rátérnénk, néhány diagramon bemutatjuk, hogy a felfogó sík érzékenysége milyen nagy a dőlésszöget illetően a felfogható napenergia tekintetében.

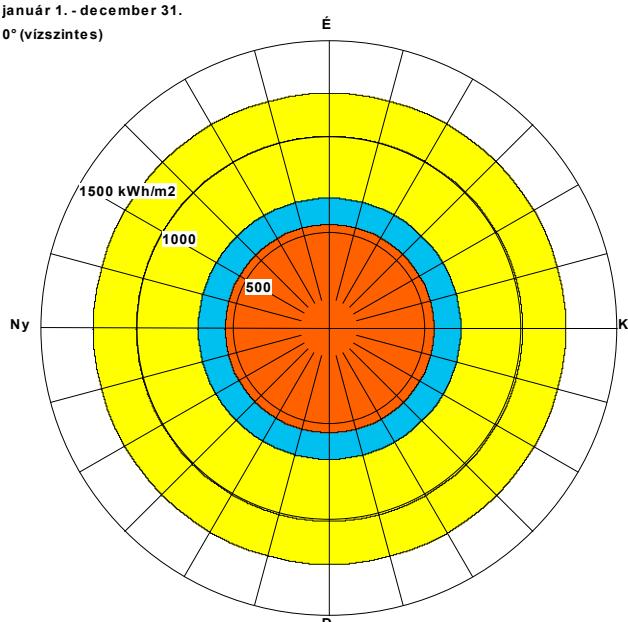
45° DŐLÉSŰ SÍK TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA BUDAPESTEN

30° DŐLÉSŰ SÍK TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA BUDAPESTEN

január 1. - december 31.
15°



január 1. - december 31.
0° (vízszintes)



15° DŐLÉSŰ SÍK TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA BUDAPESTEN

0° DŐLÉSŰ SÍK TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA BUDAPESTEN

78.sz. ábra A NAPENERGIA HOZAM VÁLTOZÁSA A SÍK DÖLÉSSZÖGE SZERINT

A 78 sz. ábrán négy különböző dőlésű síkra érkező teljes évi napenergia mennyiségét és eloszlását kívánjuk szemléltetni. Mint látható, a megdöntött síkra jelentősen több energia érkezik, mint a függőlegesre. Ennek az az oka, hogy a függőleges sík az égboltnak csak a felét „látja”, holott a horizont fölött boruló teljes égbolt minden egységnyi felülete energiát bocsát ki. Következésként, minél alacsonyabb a dőlése a síknak, annál nagyobb hányadát „látja” az égboltnak. A felfogó sík dőlésének fokozásával a bejövő napenergia eloszlás disztorziós tulajdonsága fokozatosan megszűnik, a direkt energia hányad növekszik.

A fenti ábrákból azt a következtetést lehetne levonni, hogy a kollektorok számára egyedüli térbeli helyzet a vízszintes sík. Az előny csak látszólagos, hogy a vízszintes felületre érkezik a legtöbb napenergia. Kollektorok esetében nem a felületre érkező energia, hanem az üvegezésen át az abszorbeáló felületre bejutó energia mennyisége a döntő.

Az üvegezés átbocsátása optikai feltételekhez kötött. Elsősorban a fénysugár beesési szögétől függ az átbocsátás, illetve visszatükrözés (lásd 26.sz. ábrát). A felülethez lapos szögeben érkező fénysugár nagyobb hányadát az üveg, s más tükröző felületek visszatükrözik. Tehát a kollektor dőlésszögének kiválasztásánál meg kell vizsgálni az egyéb adottságok figyelembe vételevel, hogy a nappályák a meredek beesési szögébe tartozzon lehetőleg. A másik feltétele a kedvező átbocsátásnak, az átbocsátó réteg felületének tisztasága. Márpedig a vízszintes helyzetben fekvő üvegezés képtelen öntisztaulni. Az atmoszférikus por lerakodik, és a nedvesség, harmat rá is köti a szennyeződést az üvegre, amelynek. Nagymértékben romlik az átbocsátó képessége.

A bejövő napenergia tájolás szerinti eloszlásokat bemutató diagramok nyilvánvalóvá teszik, hogy a hazai kollektor telepítési, tájolási gyakorlat nem megalapozott ismereteken nyugszik. Kialakultak ökölszabályok, általában a déli tájolás, s rendszerint a közel 45° , ami nagy valószínűsséggel nem felel meg az optimumnak. Még rosszabbá válik a helyzet, ha az égbolt kisebb nagyobb felülete környezeti tárgyakkal el van fedve.

OPTIMÁLIS HOZAMOT CSAK A TÉNYLEGES, HELYI NAPENERGIA HOZAMOK ALAPJÁN LEHET ELÉRNI.

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 meleg víz előállítására telepített napkollektornak. Kempingben inkább csak a nyári hónapokban van szükség meleg víz szolgáltatásra, viszont a 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.

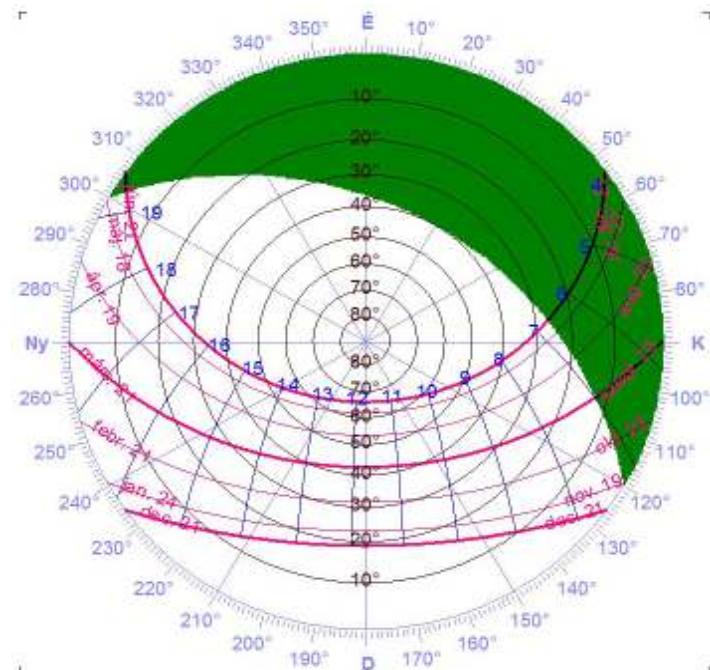
A 79. sz. ábrán egy budapesti napkollektor benapozottságát vizsgáljuk, ha a földrajzi szélesség $47^{\circ} 30'$, a kollektor síkjának azimútja 210° és dőlése 40° . Az ábrán a zöld színnel fedett terület az égboltnak azt a felületét fedi, amit a kollektor dőlésszöge miatt „nem láthat”, tehát onnan nem is érkezhet sugárenergia a kollektor felületére sem direkt, sem szort sugárzás formájában, ezért az a felület nem értelmezhető tartománya az égboltnak.

A kollektor síkjával párhuzamos síkkal az alábbi lépésekkel tudjuk elmetszeni a virtuális égboltot, hogy az eredmény segítségével tanulmányozni lehessen a kollektor benapozottságát. Ha már beállítottuk a programot, s megjelent a mappálya diagram, akkor a **Módosítás/Takarások/ Újtakarás/Kitakarás/Pontokkal megadott** parancsot működtetetve, kinyílik egy párbeszéd ablak, amellyel a sík és az égbolt metszése nyomán a takart felület előállítható. A párbeszéd ablakba azokat a koordináta értékeket kell beírni, **óra járással megegyező sorrendben**, amely a síkmetszésből keletkeznek. Ezek, jelen esetben a következők: $30^{\circ}/0^{\circ}$ — $120^{\circ}/0^{\circ}$ — $30^{\circ}/40^{\circ}$ — $300^{\circ}/0^{\circ}$. Ha valaki számára a síkmetszet végeredménye, előre nem ismert, akkor kollektort szimuláló sík nyomvonalát a **Rajzi elemek/Új rajzi elem/sík** műveletek választásával, megkapjuk az 210° azimutu, 40° dőrésű sík nyomvonalát, ha a párbeszéd ablakba ezeket az értéket is beírjuk. A nyomvonal színének és vastagságának kiválasztását az ablak felkínálja.

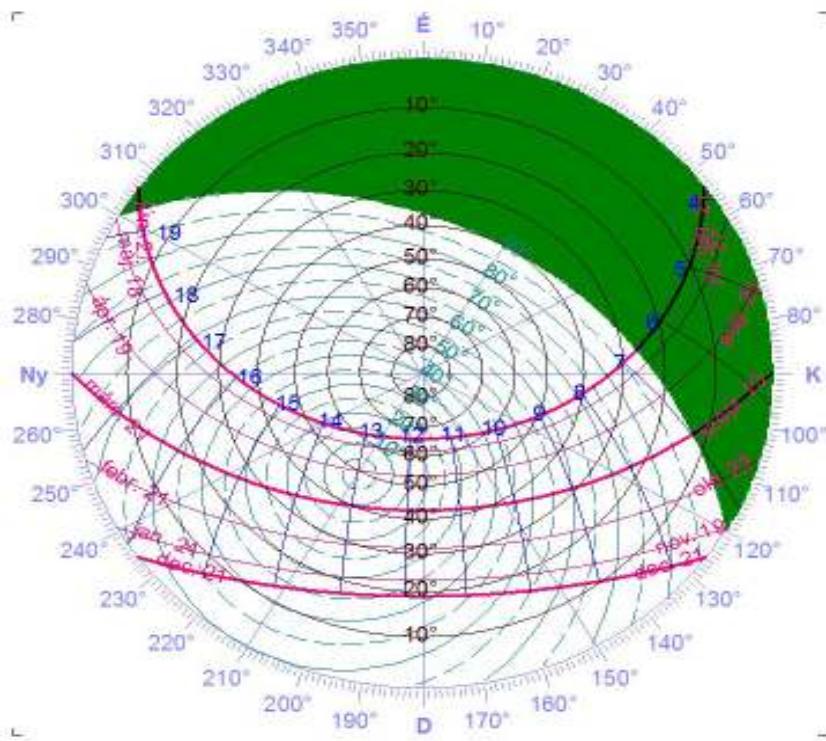
A 79.sz.ábrán látható, hogy az összes nyári nappálya vonal megjelenik az égbolt takaratlan részén, tehát a kollektor jó teljesítményére számíthatunk. A napenergia hozamról, akkor tudhatunk meg több információt, ha megvizsgáljuk, hogy a 40° dőrésű kollektorra milyen beesési szögek alatt, mikor érkeznek meredeken a napsugarak. A szort energia hányadot érdektelen vizsgálni, mert annak energia hozama lényegében egyenes arányban áll a kollektor által "látott" szabad égbolt felület nagyságával.

A beesési szögmérőt úgy tudjuk működésbe hozni, ha a beállított nappálya diagram sötétkék mezőjére bal gombbal rákattintunk és a **Módosítás** parancsot választjuk. A felnyíló párbeszéd ablakban bekapcsoljuk a **Beesésiszög vonalak és értékek** parancsot és kitöljük a kollektor azimutjához, dőréséhez tartozó értékeket.

A beesési szögek tekintetében a kollektor dőlésszögét előnyösnek tekinthetjük, mert az alacsony beesési szögértékek éppen az év legmelegebb hónapjai fölött esnek, ezért alacsony értékű beesési szög alatt érkezik a napsugár a kollektor üveg felületére, magas lesz az üveg átbocsátása (80.sz. ábra).



**79.sz. ábra. NAPKOLLEKTOR BENAPOZOTTSÁGÁNAK VIZSGÁLATA
HA A SÍKJÁNAK AZIMUTJA 210°, DŐLÉSE 40°**



**80.sz. ábra. NAPKOLLEKTOR BEESÉSI SZÖGEINEK VIZSGÁLATA
HA A BEESÉSI SZÖGMÉRŐ AZIMUTJA 210°, DŐLÉSE 40°**

Gyakran előfordul, különösen városi környezetben, hogy a napkollektor által „látott” égboltnak egy részét a környezeti tárgyak elfedik. Ilyen esetben, meg kell szerkeszteni a szabad égbolt körvonalat, vagy a **SUNARCH** segítségével, fotó eljárást alkalmazva, ezeknek a tárgyaknak a körvonalát a halszem lencsés felvételen kijelöljük, s így jön létre az égbolt szabad felülete. Ha a kollektor elhelyezésének, dőlésszögének van több alternatívája, akkor a lehetséges elhelyezések, tájolások közül a fent leírt vizsgálattal kiválasztatjuk a legkedvezőbbet a kollektor energiahozamának növelésére. Nyilvánvalóan a kollektor elől az égbolt eltakart felületről nem érkezik energia, ezért az energiahozam tekintetében nem csak a kedvező dőlésszög és beesési szögek, hanem aminél nagyobb szabad égboltfelület lesz döntő befolyással.

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

NAPKOLLEKTOR HATÁSFOKÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA ENERGIA HOZAM SZÁMÍTÁSSAL

A felfogó felület **optimális tájolását**, amely az adott körülmények figyelembevételével a maximális napenergia hozamot nyújtja, csak meteorológiaiag mért adatok alapján lehet meghatározni. A **SUNARCH** program felkínálja az optimum meghatározását, klíma régiók szerint, **mért napenergia adatok alapján**. A következőkben az optimum keresésé lépései mutatjuk be.

A program megnyitása után a *Beállítások/Projekt beállítás* parancsok alkalmazásával az **Adatbázisból** kikeressük a település, vagy megadjuk a település földrajzi koordinátái, s a **betöltés** parancsra kattintunk. A kinyíló ablakban az ott felsorolt Budapest, Debrecen, Sopron, Szeged városok közül azt választjuk, amely a vizsgált településhez a legközelebb fekszik. Ezzel a művelettel ugyanis betöltöttük annak a klímarégiónak az energetikai adatbázisát, amit kiválasztottunk.

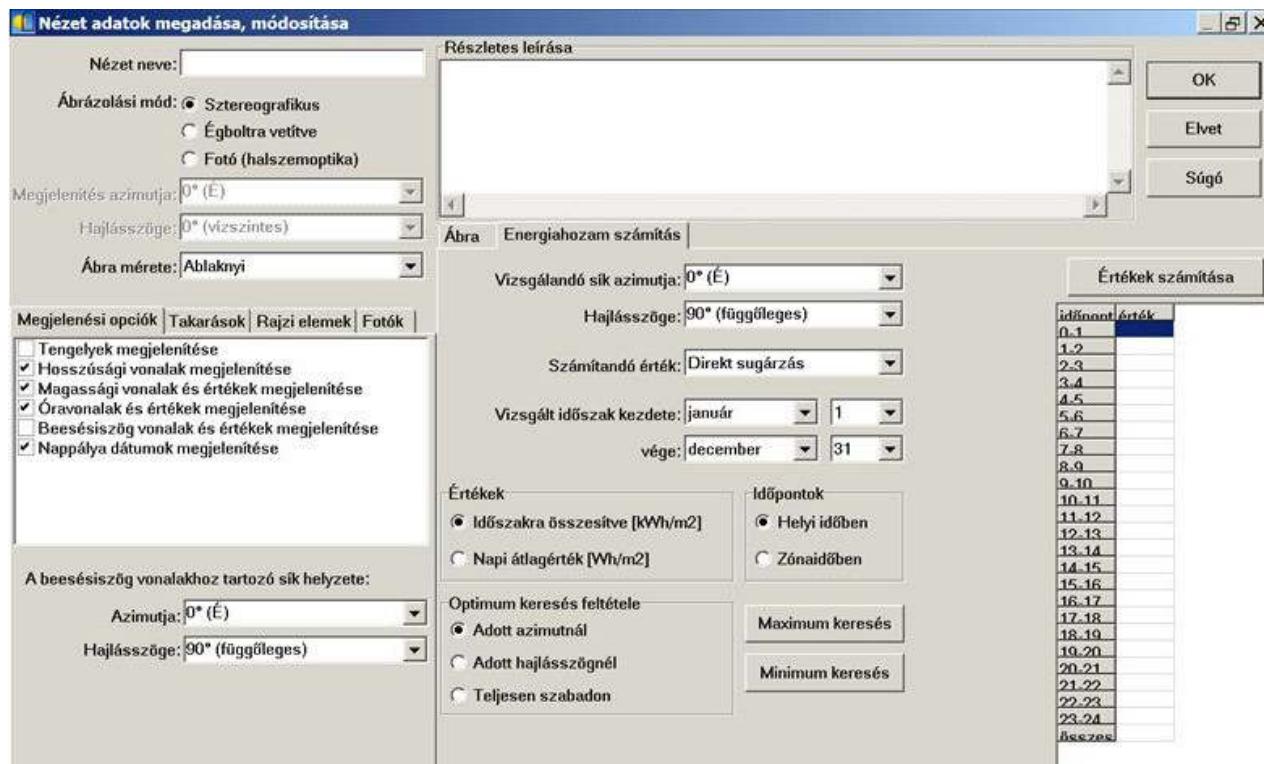
Ezután, ha a nappálya diagram bal felső ablakában, a kék mezőben a **Sztereografikus ábrázolásra** kattintunk jobb gombbal és a felnyíló ablakban a **Módodítás** parancsot választjuk, akkor kinyílik az a párbeszéd ablak (81. sz. ábra), amelynek segítségével kereshetjük az optimális hozamhoz tartozó tájolást és dőlésszöget.

Mindenek előtt be kell állítani a **Számítandó értéket**, hogy direkt, szort, teljes sugárzást, vagy a 3 mm vastag üvegezésen áthatoló sugárzás energiahozamát keressük. Be kell állítani a ciklusidőt, a hónapok és napok le-föl gördítésével, hogy az egész évi, vagy egy nyaraló esetében csak a nyári időszak energia hozamait vesszük számba.

Optimum keresésénél, döntenünk kell, hogy **Adott azimutnál, Adott dőlésszögnél**, vagy kötetlenül **Teljesen szabadon**, minden megkötés nélkül keressük tájolást és dőrés szögét, amely a maximális hozamot adja. Dönten kell, hogy a **Helyi Időben**, vagy **Zóna időben** opciót választjuk e. Nagy valószínűséggel a helyi dő választás a logikus, amely a földrajzi helyhez tartozó, közepes napidőt adja, amely a vizsgált helyiség „csillagászatilag korrekt” időpontot használ. Meg kell jegyezni,

hogy létezik egy **valós napidő** fogalom is, mely esetben tavaszi-őszi hónapokban még további időkorrekciókat kell elvégezni, de a mi számításinkat az ilyen kiigazítások, igen kismértékben befolyásolják, ezért elhanyagolhatóak.

81.sz. ábra PÁRBESZÉDABLAK A NAPKOLLEKTOR OPTIMÁLIS HOZAMÁNAK



BEÁLLÍTÁSÁHOZ

Ha a párbeszéd ablakban felkínált választék felől döntöttünk, akkor az **Értékek számítása** gombbal elindíthatjuk az optimum megkeresését. Eredményként a program nem csak a tájolás azimut szögét és a kollektor dőlésszögét fogja kiírni az ablakban, hanem megadja a jelölt időszakra várható Wh/m² számszerű adatait is.

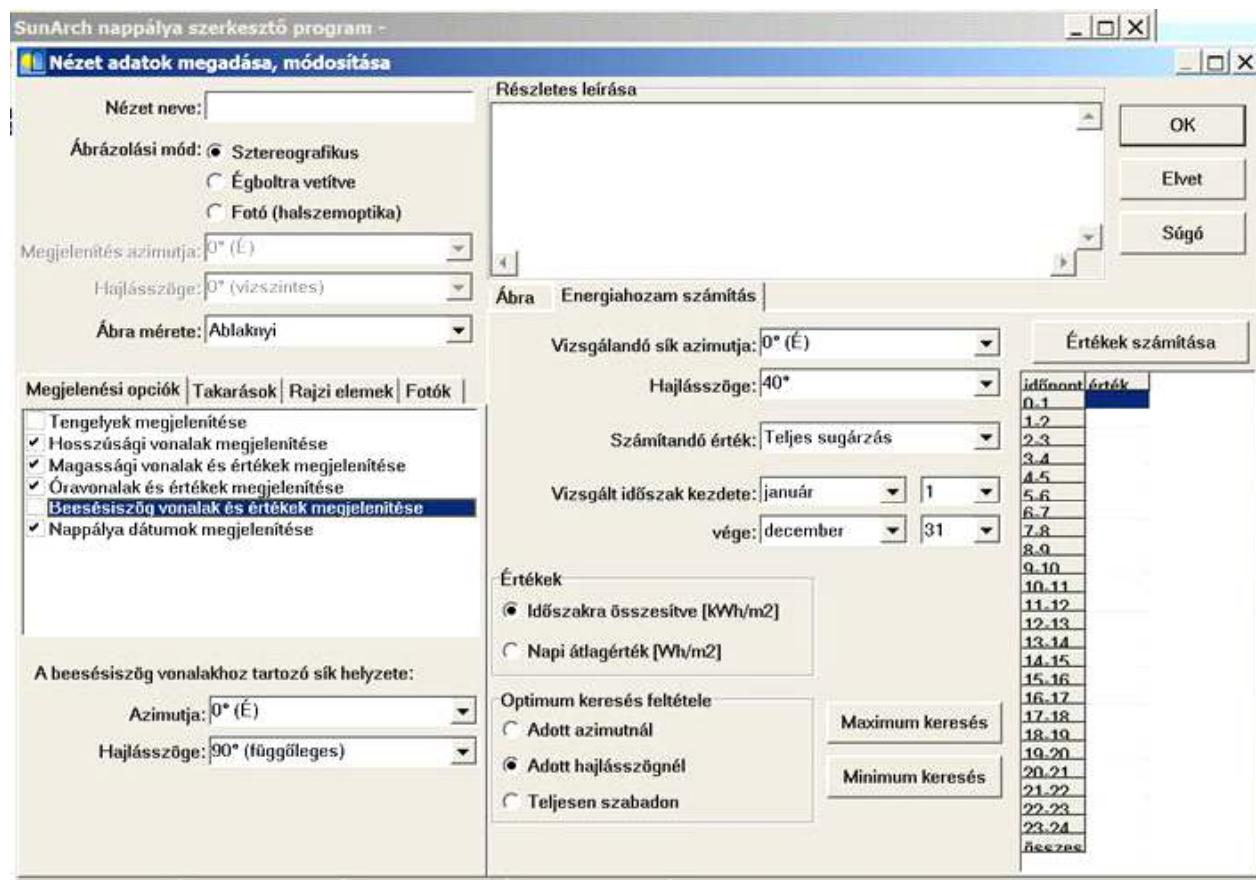
Nem biztos, hogy a kapott értékek használata nyújtja majd a legkedvezőbb napenergia felhasználást. Ugyanis az optimálisnak tűnő tájolásnál előfordulhat, hogy nyári hónapokban olyan kiemelkedő hozamot kapunk, amikor a hőtároló kapacitása nem elegendő, vagy a megtermelt energia mennyiséget föl sem használják, de ugyanakkor adóthat az optimálisnak tűnő tájolás mellett olyan hónap, amikor a begyűjtött energia elmarad a szükséglettől. Egy kissé megváltoztatott tájolással esetleg el lehet érni, hogy a minimum hozam magasabb legyen, de a nyári szükséglet is még kielégüljön.

A **valós optimum** az egyes hónapok optimumainak elemzésével, összevetésével és szükségletek, valamint a hőtároló kapacitásának egybevetésével, iterációval érhető el.

NAPKOLLEKTOR TELJESÍTMÉNYÉNEK ELEMZÉSE ENERGIAHOZAM SZÁMÍTÁSSAL

A napenergia hozam tervezését a SUNARCH program energia hozam adatai alapján tovább finomíthatjuk. A program az ország négy klímarégiójának tizenöt éves napenergia hozam adatait tartalmazza. Az egyes régiókat a azonosnak tekinthető időjárási összetevők szerint az alábbi városok képviselik, mint Budapest, Sopron, Debrecen és Szeged. Ha tehát a vizsgált épület, vagy kollektor valamelyik körzethez közelebb esik, mint a másikhoz, akkor a vizsgálatot a közelebb fekvő régió adatai kell betölteni.

Az maximum vizsgálat elvégzéséhez az alábbi lépéseket kell tennünk. A **Beállítások** parancsra felnyíló ablakban, miután megadtuk a vizsgált helyiség földrajzi koordinátáit, ki kell jelölni a **Betöltés** parancsot. A felnyíló ablakban azt a várost kell kijelölni, amely körzetéhez a vizsgált település a legközelebb fekszik. A betöltés ablakot újra aktiváljuk, s ezzel a szükséges adatak átkerültek a műveleti mappába. A kinyílő párbeszédf ablakban



számos parancsot állíthatunk be, amely a célunk eléréséhez szükséges (82. sz. ábra)

82.sz. ábra ENERGIA HOZAM SZÁMÍTÁS PÁRBESZÉD ABLAK

A számítás elvégzéséhez meg kell adni a **Vizsgalandó sík azimutjá-t**, a **Hajlásszögé-t**, a **Számítandó érték-et**, szerint, hogy a **Direkt sugárzás, Szórt sugárzás, Teljes sugárzás, vagy a 3 mm-es üvegre** vonatkozó értékeket keressük e.

Rendelkeznünk kell a ciklus időről. Be kell állítani a *Vizsgálati időszak kezdete, Vége* időpontokat. Az *Értékek*et illetően választhatunk az *Időszakra összesítve (kWh/m²)* és *Napi átlagérték (Wh/m²)*.

Ha optimumot keresünk, választhatjuk az *Adott azimutnál, Adott hajlásszögnél és a Teljesen szabadon* opciókat, valamint kereshetünk Maximum és Minimum értékeket is.

Nézzük meg, hogy a fenti szerkesztéssel vizsgált kollektor teljesítménye miként változik, ha a mért meteorológiai adatokra támaszkodunk.

Ha a kollektorunk *azimutja 210°* és *hajlásszöge 40°* adott, akkor teljes évre és teljes sugárzás összegében a hozam **122 939 Wh/m²**. A beállítás után az értékek számításához aktiválnunk kell az *Értékek számítása* ablakot, s ekkor bal sarokban fölül, megjelenik egy munkaablak. Amíg ez be nem zárul, addig nem a helyes érték látható az „összes” rovatban.

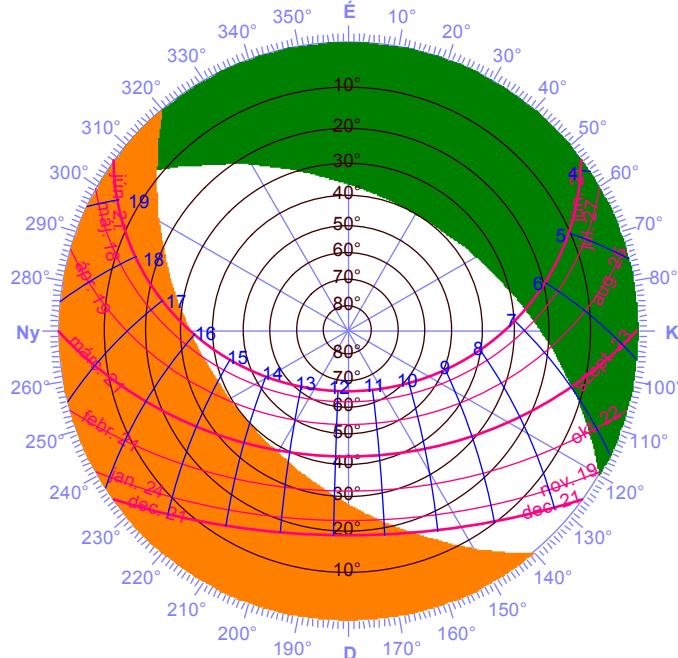
Ha a tájolás változatlan, de a *hajlásszöget a maximum érdekében keressük*, akkor a program *20°-os hajlásszöget javasol*, és a hozam **126 535 Wh/m²** értékre emelkedik.

Ha a **MAXIMUOT KERESSÜK** és a *Teljesen szabadon* opciót választjuk, tehát sem tájolás, sem hajlásszög nincsen megkötle, akkor *180°-os azimut 30°-os hajlásszög mellett 131 827 Wh/m² –re* emelkedik a kollektor hozama, azaz mintegy 1 100 Wh/m²-el emelhető a teljesítmény.

A **SUNARCH** program behozhatatlan előnye, hogy energiahozam számításnál, képes figyelembe venni, csak a szabad égbolt körvonalon belüli területről érkező direkt és szort sugárzás energia hozamát. A program számításba veszi azon nappálya szakaszokat, amelyek tárgyak által fedettek és levonja a takart időtartam alatt a Napból és égboltból érkező direkt, illetve szort energiát. A szort energia mennyiségét az eltakart-szabad égbolt területarányai szerint csökkenti, figyelembe véve az égbolti pontok és óraidők összefüggéseit. Az égboltról ugyanis napmagassággal nem egyenes arányban változik a szort sugárzás, hanem a horizont környékéről jelentősen kisebb szort energia érkezik, mint nagyobb napmagasságokból, mert az alacsony napállások idején a napsugárnak sokkal hosszabb utat kell megtennie, mint magasabbnál. A vastag magas nedvesség tartalmú légkör csökkenti, elnyeli, szétszórja, visszaveri a napsugarakat. A délkörüli napállások idején érkezik a legtöbb energia a Földfelszínre, mert ekkor a legkisebb a légkör vastagsága és a nedvességtartalma is a legalacsonyabb.

A 83.sz. ábrán vizsgáljuk azt az esetet, ha a példaként használt kollektor elől pl. magas házsor eltakarja a szabad kilátást. Az égbolt fedett részét a téglavörös szín jelzi.

Újra megvizsgáljuk a napkollektor lehetséges maximális hozamát, ha az égbolt vörös színnel fedett részéről nem kaphat napenergiát, a program szerint a kollektor azimutját 160°-ra, dőlését 28°-ra kell beállítani, s ebben a helyzetben hozama **95 815 Wh/m²** lesz, szemben a teljesen szabd beállítás **131 827 Wh/m²** hozamával.



83.sz. ábra NAPKOLLEKTOR OPTIMÁLIS HOZAMSZÁMÍTÁSA RÉSBEN FEDETT ÉGBOLT ESETÉN

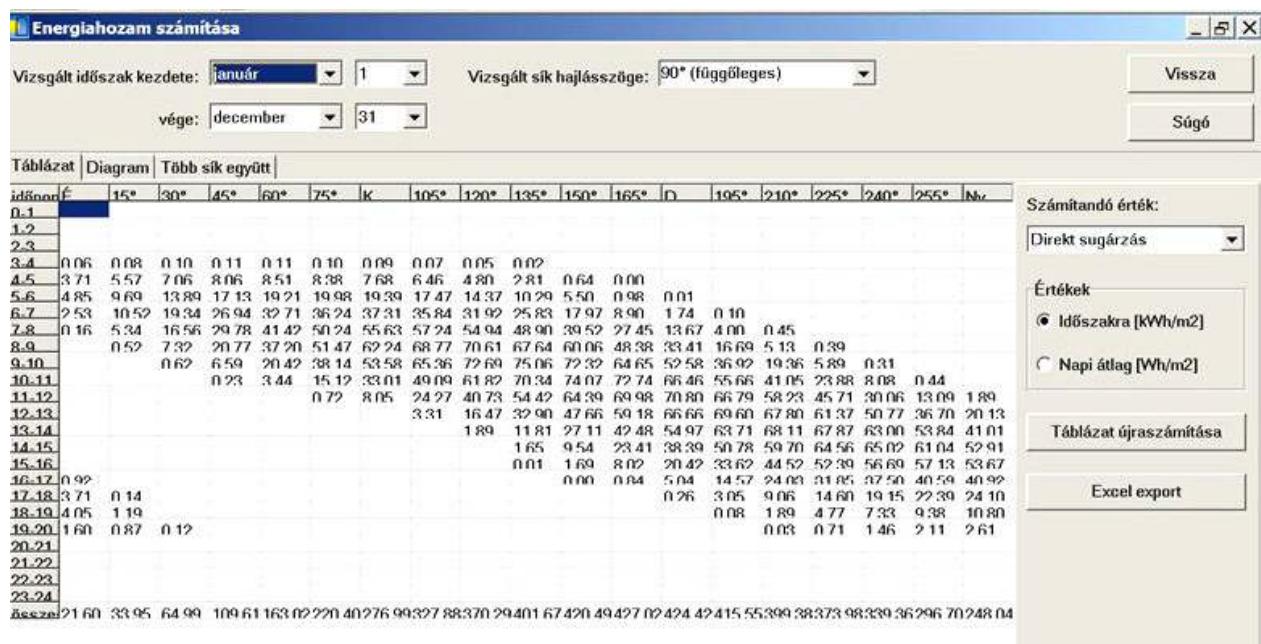
A fenti számítások igazolják, hogy hazánkban a kollektorokat telepítők vakon cselekszenek, a tényleges napenergia hozamok nincsenek a birtokukban, s csak helyesnek feltételezett égbolti geometriát követik, miáltal jelentős kárt okoznak a napenergia hasznosításában.

A programban tárol napenergia hozamok átlagok, amelyek magukba foglalják a jellegzetes időjárási viszonyokat, derűs-felhős napokat ködös és esős időjárást is.

SZOLÁRIS TÁJOLÁS SZÁMÍTÁSSAL

A **SUNARCH** program tartalmazza Magyarország négy klímarégiójának (Budapest, Sopron, Debrecen, Szeged és környéke) napenergia adatait, **szórt, direkt, globál sugárzás összetevők szerint, valamint 3 mm vastag üvegen átbocsátott napenergia mennyiségeket**, amelynél a program figyelembe veszi a beesési szögekből keletkező hatást is.

A feladat beállítása után, a betöltés parancsra kinyitható a négy klímarégiót felsoroló városok közül valamelyiket kijelöljük, majd a ***megnyitás*** parancsra kattintunk, a program betölti a választott régió energia hozam adatait. Ezután ***Energiahozam számítás*** parancsal kinyitjuk a 84. sz. ábrán látható párbeszéd ablakot.

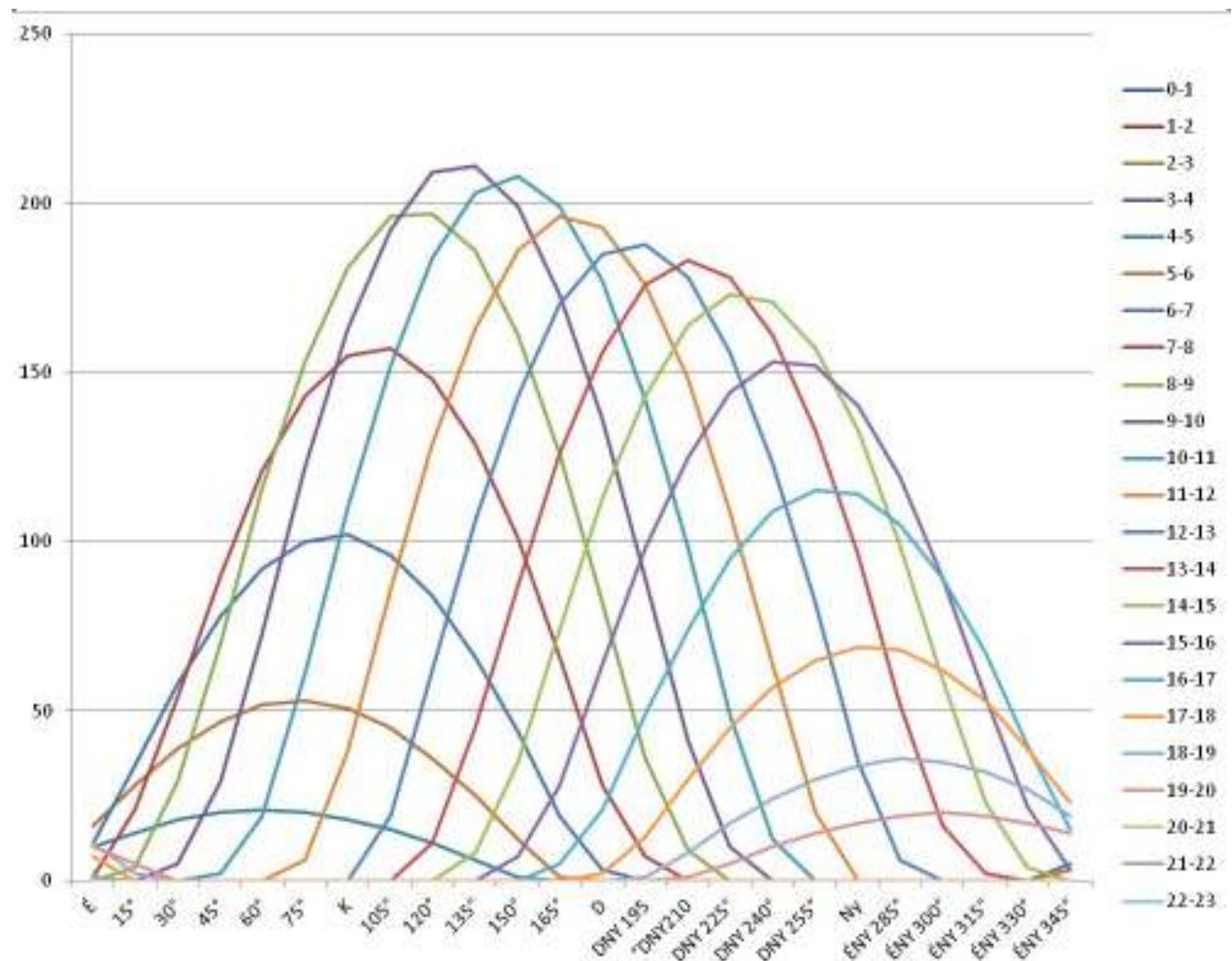


84.sz.ábra ENERGIAHOZAM TÁBLÁZAT

Itt beállítható a ciklus idő, ***január 1 – december 31*** között, a **Vizsgált sík hajlásszöge**, a **Számított érték**, azaz a **Direkt sugárzás, Szórt sugárzás, a Teljes sugárzás**, valamint a **3 mm vastag üvegre** jutó sugárzás. A szerint választunk, amire a vizsgálathoz szükségünk van. A táblázaton az értékek a kiválasztás után, valamint a **Táblázat újraszámítása** gomb működtetése után átrendeződnek.

A táblázatban a fölső sorban az égtájirányok, a függőleges oszlopokban az irány szerint és óránként érkező energiahozamok, alul az irány szerinti összesített hozamok találhatóak.

Választhatunk, hogy az értékek a *Kijelölt időszakra*, vagy *Napi átlagra* vonatkozzanak e. Végül a beállított táblázatot az *Excel export* gombbal kivihetjük és diagram formában megtekinthetjük az egységnyi felület tájolás szerinti energia hozamait (85.sz. ábra).



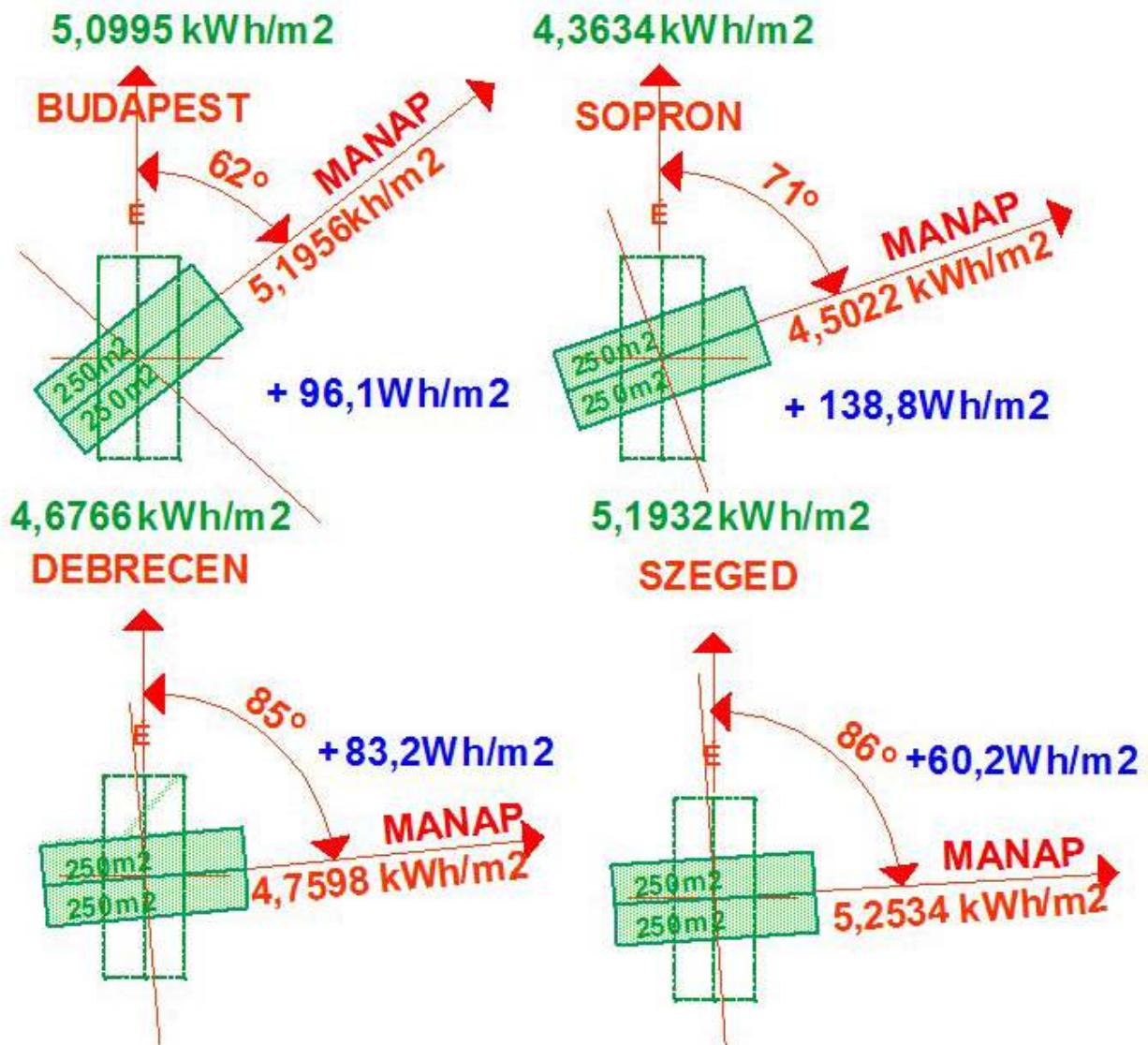
85. sz. ábra TÁJOLÁS SZERINT FÜGGŐLEGES FELÜLETRE JUTÓ NAPENERGIA HOZAM BUDAPESTEN ÉS KÖRZETÉBEN

A program lehetővé teszi egyszerre több sík vizsgálatát is. Erre azért van szükségünk, mert ha épületet kívánunk optimális irányba forgatni, akkor minden alkalommal egynél több sík napenergia felvételét kell számba vennünk, a **MANAP** a (maximális naphőtengely), avagy a **MINAP** (minimális naphőtengely) meghatározás céljából. Ezek a tengelyek azt az égtáj irányt jelölik a több síkból összetevődő vizsgált épületnek, vagy több kollektorból álló együttesnek, amely irányba forgatva az alakzatot a legtöbb, (vagy épület esetében a legkevesebb) napenergiát nyerhetjük a kijelölt ciklusban és klímarégióban.

A szoláris tájolás használata jelentős haszonnal jár, ha a műveletet olyan létesítményeknél alkalmazzuk, amelyek napenergiára támaszkodva működnek. Ilyenek az napkollektorok és a növényházak.

A növényházak telepítése, égtáj szerinti legkedvezőbb elhelyezése döntő a hatékonyság szempontjából. Rendszerint minden tudományos ismeret hiányában szokták kijelölni ezeknek az építményeknek tájolását. A mezőgazdaságnak a hibás tájolásból, vagy legalább is nem a legkedvezőbb tájolásából tekintélyes kára származik.

A 86.sz ábra szemlélteti, hogy hazai makró klímarégiók között is milyen nagy eltérések lehetnek az üvegházak napenergia hozamában, ha tájolásukat nem a legújabb ismeretek, a szoláris tájolás segítségével végzik el. Adott esetben célszerű a mikró régió napenergia hozamait beszerezni, mert gyorsan megtérül a költség a „finomhangolással” járó többlet napenergia hozamból.

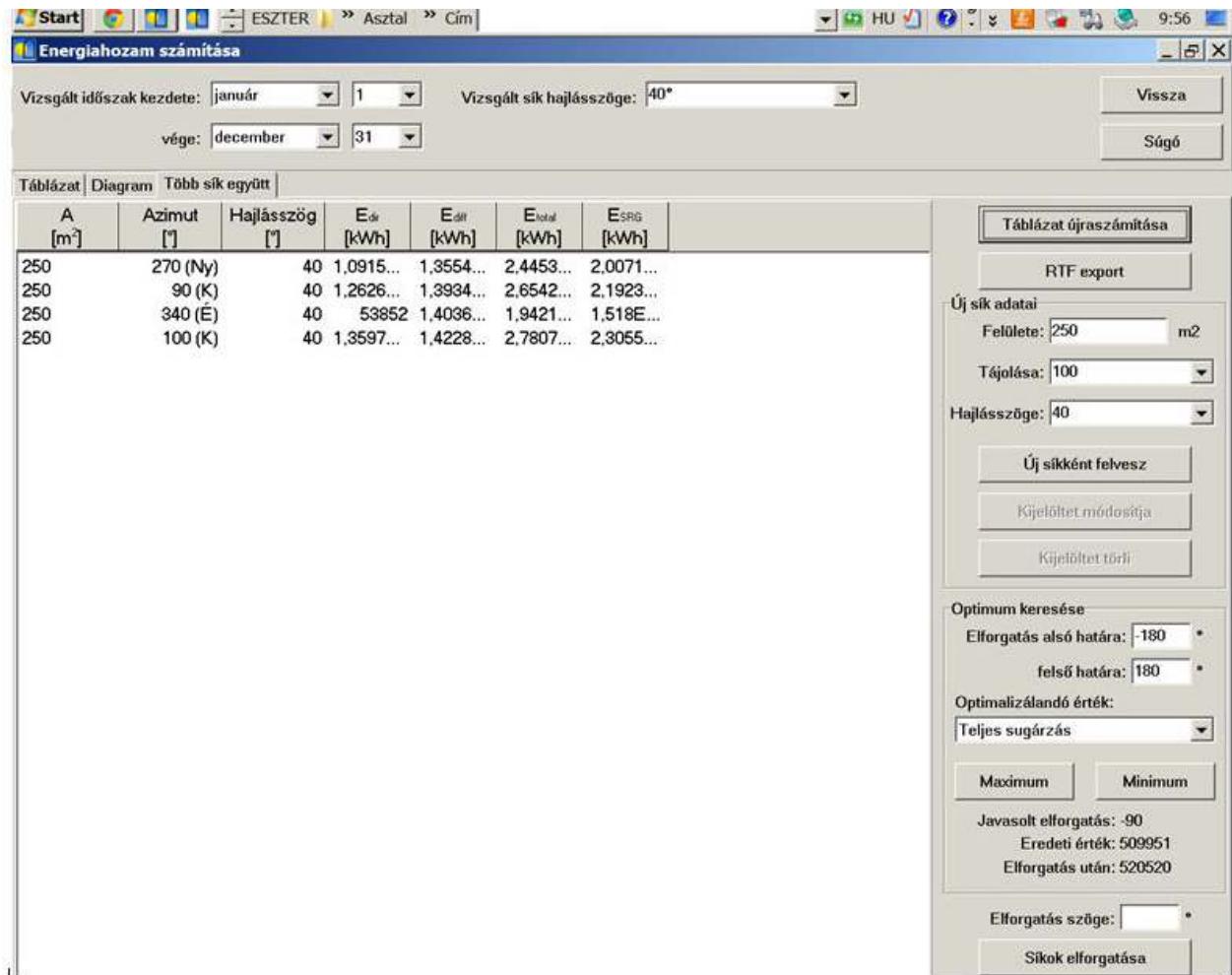


86.sz. ábra PÉLDA AZ ÜVEGHÁZ SZOLÁRIS TÁJOLÁSÁBÓL KELETKEZŐ TÖBBLET NAPENERGIA NYERÉSEG NÉGY KLÍMARÉGIÓBAN

Példánk céljára egy olyan üvegházat használunk, amely nyeregtetős, a tetősíkok egyenként 250 m² felületűek és 40°-os lejtésűek. Számításainkban az üvegházak függőleges üvegezéseit, oldal és oromfalakat elhanyagoltuk, mert a valóságban a tető

üvegezése nyújtja a legnagyobb napenergia hozamot. Négy makró régiót vizsgáltunk. Az összehasonlíthatóság érdekében kiindulásként, az üvegház tervezett telepítésénél, hossztengelyével északra tájolt az épületet vettünk alapul, amelynek a tetősíkjai kelet-nyugati tájolásúak. Ebben a kiinduló helyzetben elérhető összes energia hozamot zöld színnel a régió neve fölött írtuk, hogy összehasonlítható legyen majd az tájolással nyert értékekkel.

Több sík együttes vizsgálatához az energia számítások parancsos kinyitható az **Energiahozam számítás** párbeszéd ablaka, ha előtte betápláltuk az adott régiók napenergia adatait. A **Több sík együttes** ablakot kell megnyitni. A táblázaton be kell állítani a vizsgált ciklus időt, a vizsgált sík hajlásszögét. Az **Új sík adatai** alatt, meg kell adni minden egyes számítandó sík **Felületét**, **Tájolását**, és **Hajlásszögét**, majd aktiválni kell az **Új síkként felvesz** gombot. Ekkor a táblázatban kiíródnak az adatok, még energia hozamok nélkül. De, ha a **Táblázat újraszámítása** gombot megnyomjuk, akkor az energia adatok is megjelennek.



87.sz. ábra TÖBB SÍK EGYÜTTES ENERGIAHOZAMÁT SZÁMÍTÓ TÁBLÁZAT

Az Edr a direkt, az Edif a szort, az Etotal az összes, a globál energia hozamot jelöli, az Esrg alatt pedig a 3mm vastag üvegen átbocsátott napenergia hozam jelenik meg. A 87.sz.ábrán látható táblázatot használtuk, az üvegház optimális tájolásának meghatározására. minden régióban az üvegház hossztengelyé használtuk tájolásra, s Északra tájoltuk, s ebből az alaphelyzetből indultunk el úgy, hogy a két tetősíkot együttesen, fokozatosan, 10°-ként elfordítottuk, s az adott helyzetben a két sík együttes energiahozamát megállapítottuk, az **Etotal** energia oszlop adatainak összeadásával. Az eredmények egy darabig növekedtek. Végül a két legmagasabb energiaadat között interpolálva, fokonként haladva, megkerestük azt a tájolást amely a legmagasabb értéket adta. Az ehhez tartozó égtájirány a **MANAP**, az üvegháznak az a **maximális naphőtengelye**, tájolása, amely mellett a lehető legmagasabb napenergia hozamot érheti el az adott üvegház, a választott időciklusban és klímarégióban.

A 86.sz. ábrán régióinként, a kiinduló alaphelyzet fölé van írva az az energia hozam, amelyben az Északi irányú a kiindulási tájolás esetén az üvegház részesülhetne. Mindegyik elforgatott esetben **MANAP** tengely alá írt érték a régióban a lehetséges legnagyobb hozam. Kék színel van feltüntetve a szolár tájolással elérhető többlet nyereség. Bár az értékek csekélynek tűnhetnek, azonban az ötszáz négyzetméteres felületre vonatkoztatva, már nem tekinthető elhanyagolhatónak, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy az üvegházakat primőrök termelésére használják, s nem közömbös, hogy a termék hány nappal korábban kerülhet piacra.

Előző, a klímarégiók közötti különbségek összehasonlításra használ példánkban a teljes évi időciklus nem reális, mert az üvegházak az évnek inkább csak a fűtésigényes időszakában üzemelnek. Ezért a realitást jobban közelítve megvizsgáltuk csak az ősz-tavaszi hónapok hozamával, hogy miként alakul a MANAP, az optimális naptengely iránya. Az alábbi (88.sz. ábra) táblázaton követhető az eljárás menete.

A [m ²]	Azimut [°]	Hajlásszög [°]	E _{dr} [kWh]	E _{dit} [kWh]	E _{total} [kWh]	E _{SRG} [kWh]
250	332 (ÉNy)	40	45276	74641	1.1992...	94705
250	152 (DK)	40	84250	80110	1.6436...	1.3714...
250	340 (É)	40	44916	74749	1.1967...	93550
250	160 (D)	40	83970	80354	1.6432...	1.3699...
250	332 (ÉNy)	30	57470	78791	1.3626...	1.0944...
250	152 (DK)	30	87484	82893	1.7038...	1.4228...
250	332 (ÉNy)	20	68071	82940	1.5101...	1.2309...
250	152 (DK)	20	88340	85675	1.7402...	1.4517...
250	352 (É)	10	76707	87158	1.6386...	1.3477...
250	152 (DK)	10	86770	88458	1.7523...	1.4577...

88.sz.ábra ÜVEGHÁZ ENERGIAHOZAM VIZSGÁLATA SZEPTEMBER-MÁJUS IDŐCIKLUSSELL

Az első két sor tartalmazza az előző, az egész évi napenergia hozam számbavételével elérte vizsgálattal kiderített optimális tájolás irányát, amelynél a két tető azimut értéke 332° és 152° volt.

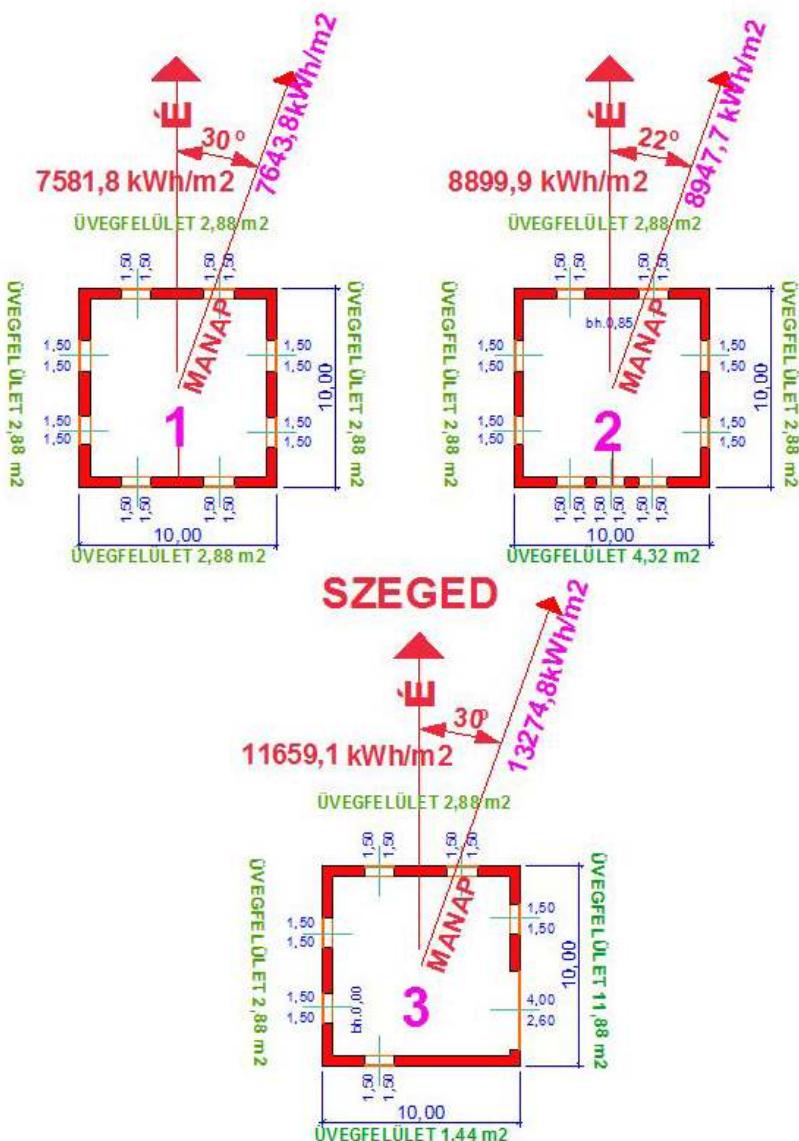
A két tetősík azonos tájolását használva, de csak szeptember 1 - május 1 közötti időszak napenergia hozamát számba véve, az elérhető hozam teljes sugárzással az összesített hozam – összeadva a sor total hozamait - 2,8428 kWh/m² eredményt nyertük.

Következő 3. - 4. sor mutatja a kísérletet, ha az üvegházat 10°-al délfelé tovább forgatjuk, más eredményt is kaphatunk. A 340° és 160° tető azimut állásnál az összes hozam 2,8399 kWh/M² volt. Tehát nem növekedett. Ezért tudomásul kellett venni hogy az előzőekben megállapított optimális irányt nem érdemes változtatni, mert a továbbforgatás nem növeli a napenergia hozamot.

Feltételeztük, hogy a **hozamnövelésnek lehet más eszköze is, mégpedig a tetősíkok hajlásának csökkentése**. Ezért, a két következő 5-6 sorban látható, hogy a 40°-os tetőhajlást 30°-ra csökkentettük. Ilyen hajlás mellett a hozam 3,0664 kW-ra növekedett. Következő két 7-8 sorban a 20°-os hajlás melletti hozam= 3,2503 kWh/m², azután a 10°-os melletti hozamokat vizsgáltuk= 3,3909 kWh/m². Mint látható a tetősíkok hajlásszögének csökkentésével egyre növekedett a hozam, azonban, ennek határt szab az üvegezés öntisztaulásának feltétele, a kellő meredekség, amely mellett a nagyobb sebességgel lefolyó csapadék még biztonsággal lesodorja az atmoszférikus lerakodást, a port és egyéb szennyeződésekkel. Ezért a korábban a Budapest régió mellett, számítással kimunkált MANAP használatával, amelynél a tetősíkok azimutjai 332° és 152° volt, a tető hajlásszögét 20° mellett tartjuk célszerűnek. További csökkentés a lehetséges elszennyeződés mellett, több kárt okozhat, mint a hozam nyereség.

ÉPÜLET SZOLÁRIS TÁJOLÁSA SZÁMÍTÁSSAL

A **SUNARCH** program lehetővé teszi épületek szoláris tájolását napenergia hozamok számítása alapján, a legkedvezőbb, a maximális hozamhoz tartozó tájolás meghatározását, több sík együttes értékelésével is. Épületek esetében több okból is célszerűtlen a falfelület nagysága alapján végezni a számításokat, mert a homlokzaton keresztül csak csökkentett értékkel és időben jelentősen késleltetve jut a napenergia a belső térbe. A homlokzatok helyett az **üvegfelületek kiterjedését kell számításba venni**, mert ezen át a napsugárzás késleltetés nélkül és csekély mértékben csökkentve hatol be a belső térbe, ahol ott azonnal kifejtő hatását.

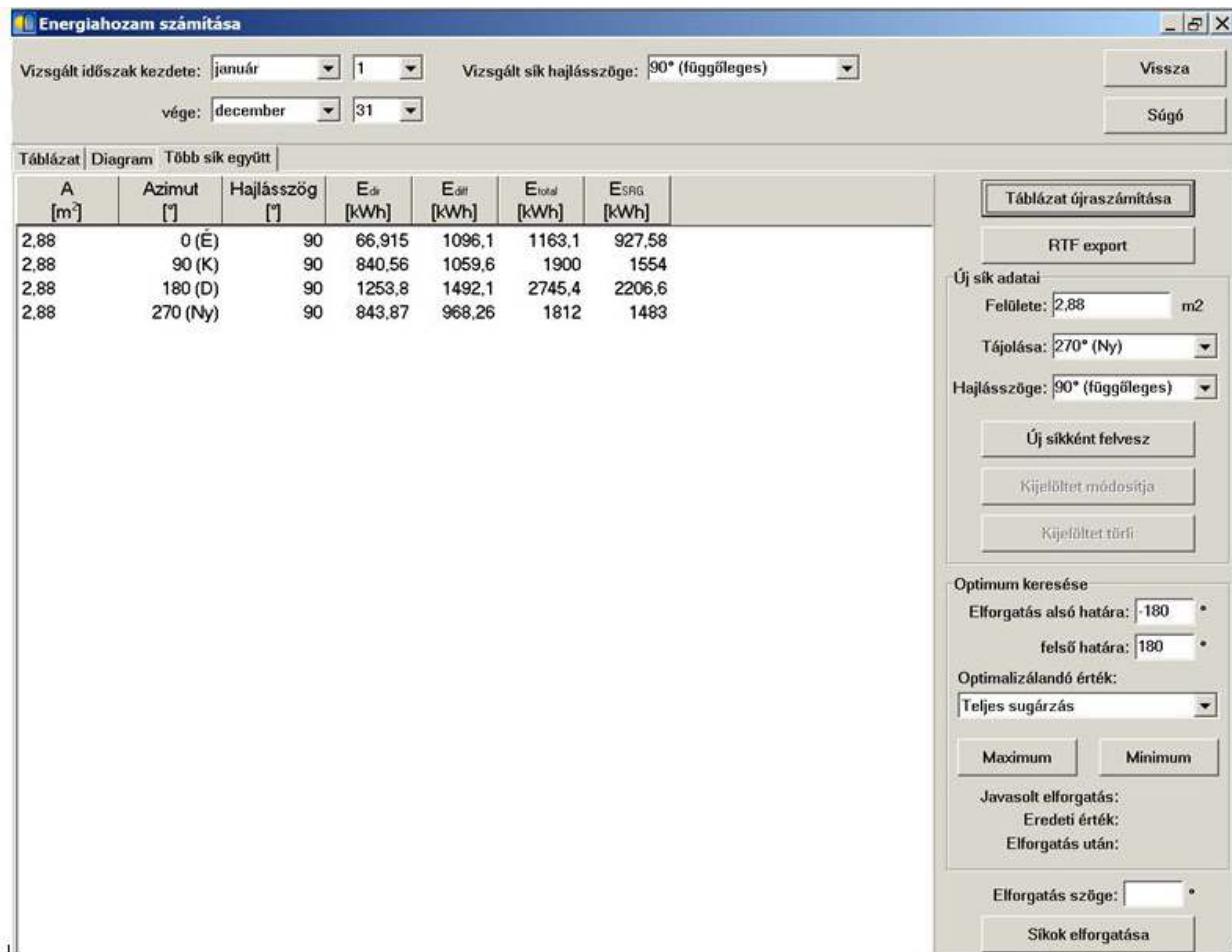


89.sz, ábra PÉLDA EGY ÉPÜLET SZOLÁRIS TÁJOLÁSÁRA

A 89.sz. ábrán az 1 jelű épületen bemutatjuk a szoláris tájolás műveletét. Feltételeztük, hogy a példákban szereplő épület a szegedi klímarégióban helyezkedik el. A művelet elvégzésénél az épületet Északra tájolt alapállásból indítottuk. Ehhez a tájoláshoz tartozó, a négy homlokzati üvegfelület által felfogott energia mennyiséget piros színnel tüntettük fel.

A homlokzatok elé zöld színnel felírtuk az üvegfelületek kiterjedését, mert a fentiek okán, a számításokat az üvegfelületek kiterjedése alapján végeztük el.

A program beállítása alkalmával a *Betöltés* parancsal bevittük a szegedi klímakörzet napenergia adatai, s ezután kijelöltük az *Energiahozam számítása* parancsot, amelyre az fentebb látható párbeszéd ablak nyílt ki (lásd a



90.sz. ábra PÁRBESZÉDABLAK TÖBB SÍK EGYÜTTES ENERGIAHOZAM SZÁMÍTÁSÁHOZ

90.sz. ábrát). Kijelöltük a teljes évi ciklusidőt *jan. 1 – dec. 31* között, a *Vizsgált sík hajlásszögét*, amely a homlokzati ablakok következetében 90°-ra állítottuk be. Az *Optimalizálandó értéknek* a *Teljes sugárzást* vettük, s ezután betápláltuk az északi homlokzattól indulva, az egyes homlokzatokhoz tartozó üvegfelületek nagyságát a *Feliilet* ablakba, *Tájolását Hajlásszögét*. Amikor ezzel végeztünk, működtettük

az *Új síkként felvesz* parancsot, amelyre a táblázatban kiíródnak a bevitt adatok, kivéve az energia hozamok, melyek helyén először nulla értékek jelennek meg. Ha minden a négy homlokzat adatait betápláltuk, akkor működtetjük a *Táblázat újraszámítása* parancsot. Ennek hatására betöltődnek az egyes homlokzatokhoz a tájolás, dőlés szerint megadott, odatartozó energiahozam adatok.

Ezt a kiinduló állapotot mutatja a táblázat. Az első három oszlopban nyomon lehet követni, hogy a felületi érték, a tájolás és a dőlésszög adatai megfelelnek e a valóságnak.

Ezután indíthatjuk valójában a szoláris tájolás műveletét. Az *Elforgatás szöge* ablakba pozitív, negatív előjellel a kívánt elforgatás irányának és mértékének megfelelő adatot kell beírni. Ezután a *Sík elforgatása* parancsot működésbe hozva, az összes homlokzat együtt elfordul, s azonnal megjelennek az új tájolásnak megfelelő energia hozamok.

Célszerű csak kisebb, 10°-os lépésekben haladni. Ha a total oszlopot lépésenként összeadjuk, akkor megismerjük, hogy az elforgatott egyes tájolások mellett mekkora lenne az energia hozama a síkok összességének. Amíg minden forgatásra növekszik az összeg, addig érdemes a műveletet folytatni. Azonban a művelettel elérkezünk egy olyan égtájirányhoz, amikor az új eredmény már csökkenőre fordul. Ekkor negatív előjellel a forgatást visszafelé addig folytatjuk, amíg a legmagasabb értéket meg nem kapjuk. Ekkor érkeztünk el a napenergia hozam szempontjából ahoz a tájoláshoz, amely mellett a vizsgált síkok összességében a legmagasabb energiahozamot nyújtják. Az épületnek ezt a tájolást nevezik **MANT**-nak, azaz **Maximális Naphőtengely**-nek.

Bemutatjuk az 91. sz. ábrán a **2** jelű épület energia hozam adatsorát a Maximális Naphőtengely tájolása mellett, amikor a 0° északi tájolásból indulva, elértek a 22°-os azimut értéket, egyben a lehető legmagasabb 8947,7 kWh/m² energia hozamot, a **total** összegét. A korábbi az **1** jelű épület nyílásain, csak annyi változtatást hajtottunk

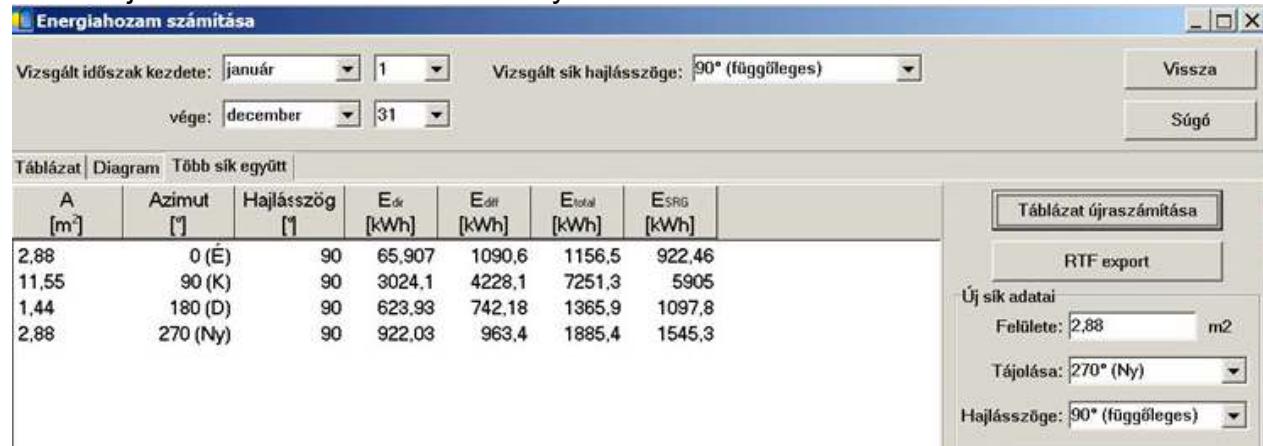
A [m ²]	Azimut [°]	Hajlásszög [°]	E _{de} [kWh]	E _{eff} [kWh]	E _{total} [kWh]	E _{SRG} [kWh]
2,88	0 (É)	90	65.907	1090,6	1156,5	922,46
2,88	90 (K)	90	754,05	1054,3	1808,1	1472,4
4,32	180 (D)	90	1871,8	2226,5	4097,7	3293,3
2,88	270 (Ny)	90	922,03	963,4	1885,4	1545,3

91. sz ábra A 2 JELŰ ÉPÜLET MAXIMÁLIS ENERGIAHOZAMA

végre, hogy a **két déli ablak helyett hármat helyeztünk el**. Az üvegfelületek számításánál, levontuk a tok és szárnyszélességeket, amelyet a valóságnak megfelelően, az 150x150 cm-es ablakoknál csak 120x120 cm felületűnek számoltunk. Mint látható a szoláris tájolás

iránytű szerű érzékenységgel reagál a homlokzati üvegezési arányok változásaira. Végeredmény a 89.sz. ábráról olvasható le.

A 3 jelű épületnél a keleti ablakok helyén egy 11,55 m² üvegfelületű üvegfalat helyeztünk el és a déli homlokzaton az ablakok számát egyre csökkentettük. Az 92 sz ábrán bemutatjuk s zoláris táblázat eredményeit.



92.sz. ábra A 3 JELŰ ÉPÜLET MAXIMÁLIS ENERGIA HOZAMA

A fentiekben bemutatott egyszerű példából meggyőzően kitűnik, hogy **AZ ÉPÜLETEK PASSZÍV ENERGIAHASZNOSÍTÁSÁNÁL AZ EGYEDÜLI CÉLRAVEZETŐ ESZKÖZ A SZOLÁRIS TÁJOLÁS MŰVELETÉNEK A HASZNÁLATA.**

FOGALOMSZÓTÁR

ÁRNYÉKKÜSZÖB az a naptárári időszak, amikor a léghőmérséklet értéke meghaladja a hőkényelem optimumának tekintett 22°C léghőmérsékletet

DIREKT SIGÁRZÁS,

A napkoronából érkező közvetlen napfény.

ÉGBOLTMAGASSÁG

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

ESÉVONAL

A sík nyomvonalára merőleges vonal, egy síknak az a vonala, amelynek mentén a víz lefolyna. Az esévonal 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 Greenwichi 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 úgynévezett „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°) x 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 gradiensi középidőtől (GMT) kerek órákban mérhető az eltérés. Ezen kitüntetett hosszúságok szerint van a Föld idő zónára osztva. Ezeket a hosszúságokat kitüntetett szereük 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 kapunk a Nap égbolti állásának meghatározásához.

KORREKCIÓ

A Nap égbolti helyzetének a valóságot tükröző megállapításához az óraidő és a mágneses pólusirány 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.

MAGASSAG VONALAK

A horizontsíktól azonos magasságban fekvő égbolti pontok mértani helye.

MERIDIÁN

Az égbolt olyan fókör, amely a pólusokon halad át, másképpen délkörnek is nevezik.

NAPAZIMUT

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 napnyomvonalmat.

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 ősz 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 helység 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 esésvonalat.

SZÖGTÁVOLSÁG

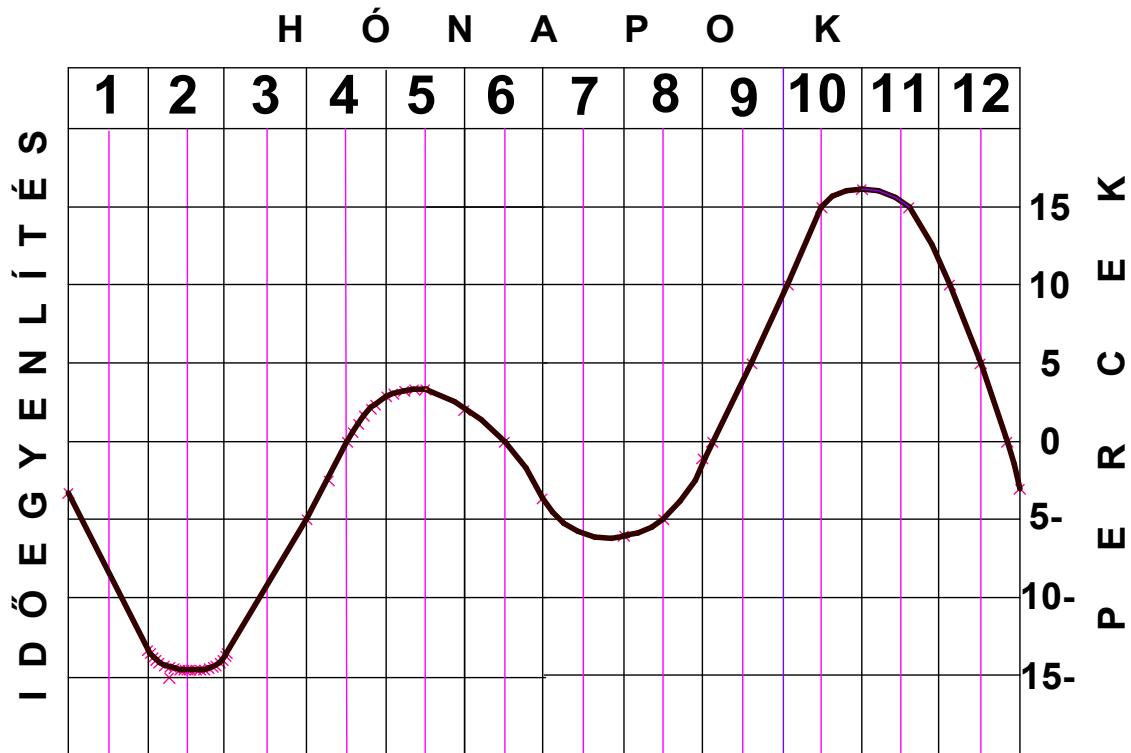
Két pont közötti szögnyílás szögfokokban mérve.

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 időkiegyenlítés értékeit tartalmazza. A közepes napidőhöz a táblázatban feltüntetett óraperceket előjel helyesen kell hozzáadni, hogy valós napidőt nyerjünk



VALÓS NAPIDŐ= KÖZEPES NAPIDŐ + IDŐEGYENLÍTÉS TÉLI NAPFORDULÓ

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

VÍZSZINTES 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

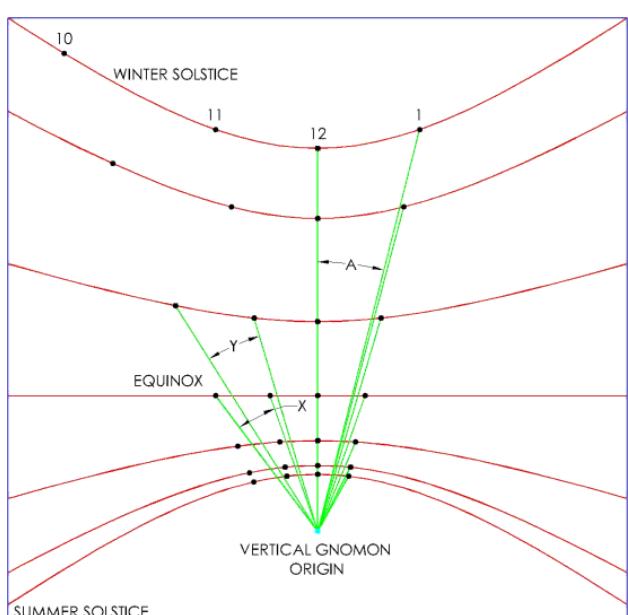
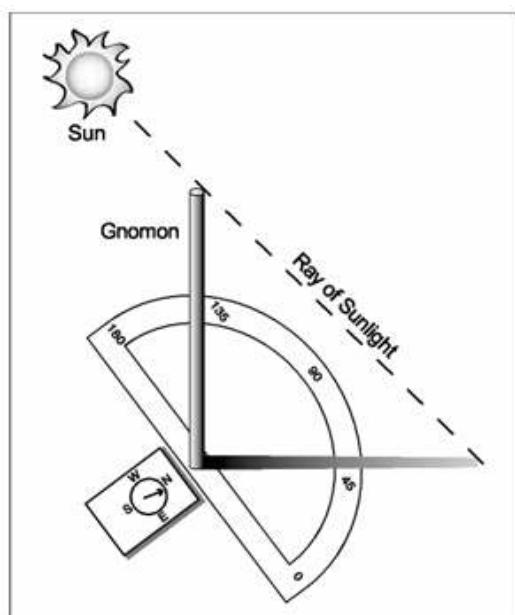
Meteorológiai mért adatok alapján, statisztikailag valószínűsített napos órák száma

ZÓNAIDŐ

Meghatározott földrajzi kiterjedésben, megegyezés alapján egységesen használt, „ pontos idő” néven ismert óraidő. A zónaidő a gröningsi 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 jelölik. 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.

MELLÉKLETEK

Az emberiség történelmi homályába nyúló törekvése, hogy az égitestek mozgásának törvényszerűségét feltárja. Ismereteink szerint, a kínaiak már Kr. e. XXIII században ismerték a gnomont, ami egy függőlegesen, vagy ferdén rögzített rúd, amelynek vetett árnyéka jelezte a Nap égbolti helyzetét, aziumut és napmagasság szögét. A khaldeusok Kr.e. 850-ben, a görögök Kr.e. 585-ben használták már a gnomont.



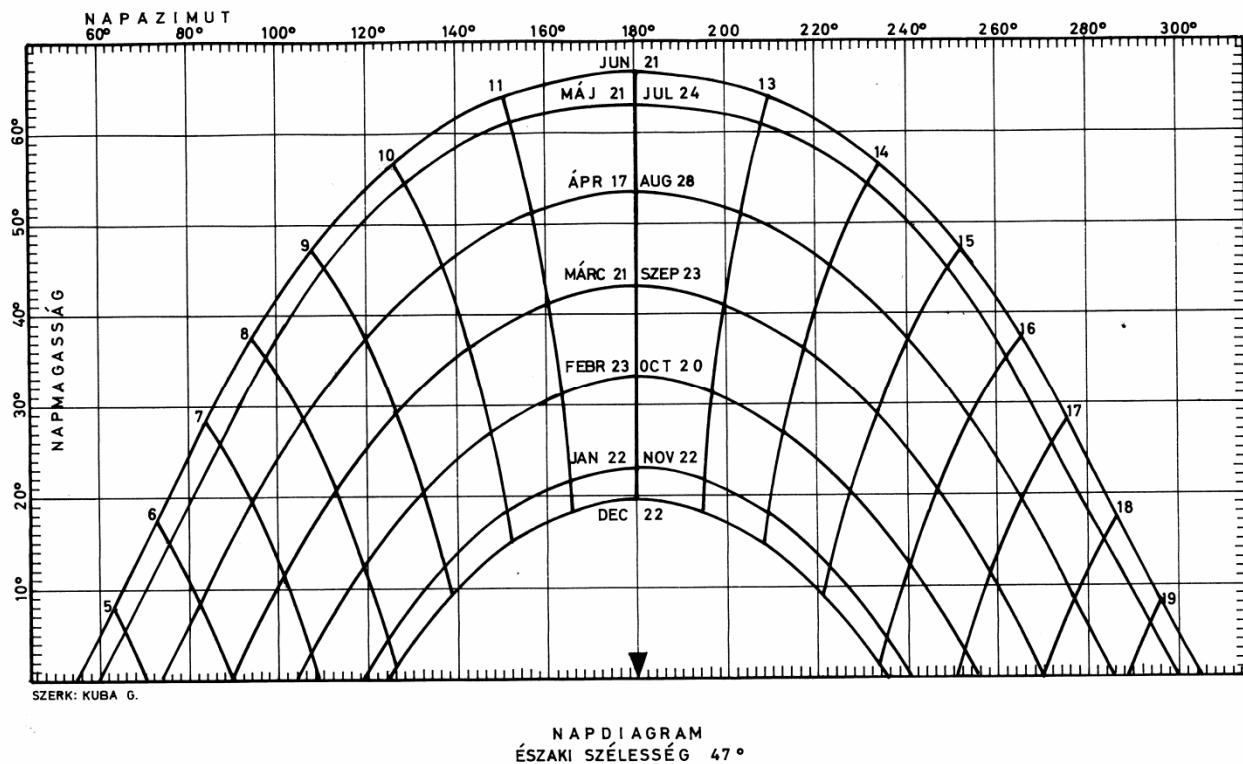
SZÁMTALAN GNOMON MEGOLDÁS KÖZÜL NÉHÁNY PÉLDA

Az ismertetett sztereografikusan szerkesztett nappálya diagram a nemzetközileg használt sztereografikus vetítéssel vízszintes vetületre leképzett virtuális égbolt, a látszólagos

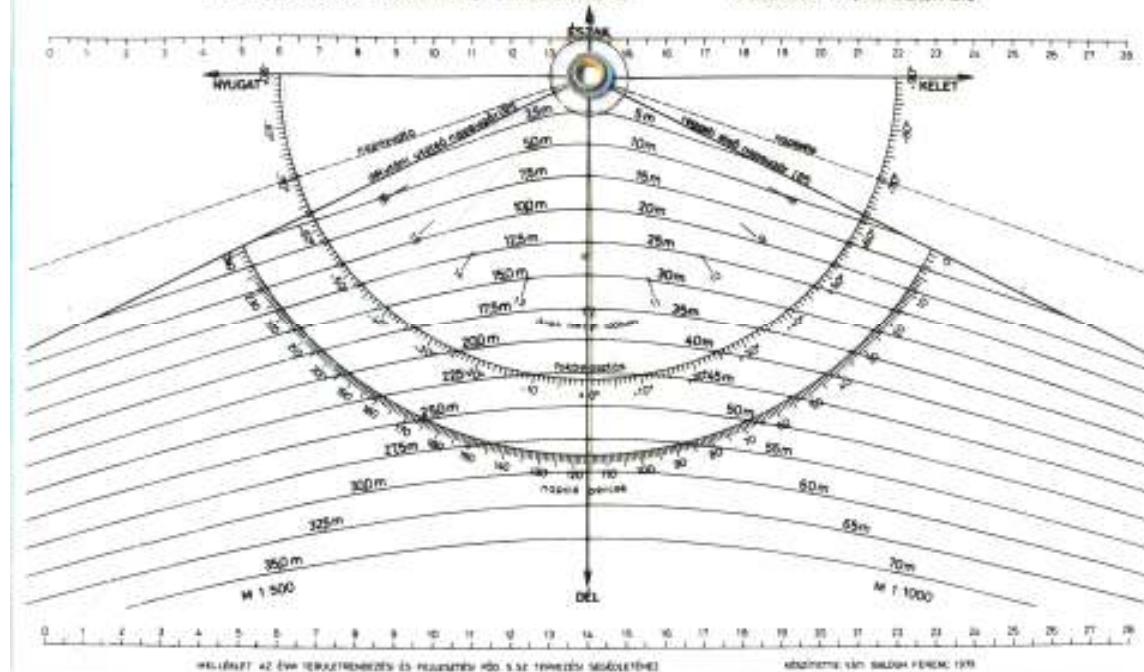
nappályák nyomvonalaival, óraidő és égbolt magassági vonalakkal. Nemzetközileg azért vált elterjedté, mert könnyen szerkeszthető, kezelhető. Az égbolt metszetei minden körszegmensek.

Annak érdekében, hogy legyen csekély rátekintése és összehasonlítási lehetősége minden személyeknek, aki a bemutatott **SUNARCH** programot használják, a nemzetközi szakirodalomból válogatva, az eszközök végtelen sorából rövid áttekintés nyújt az alábbi tájékoztatás.

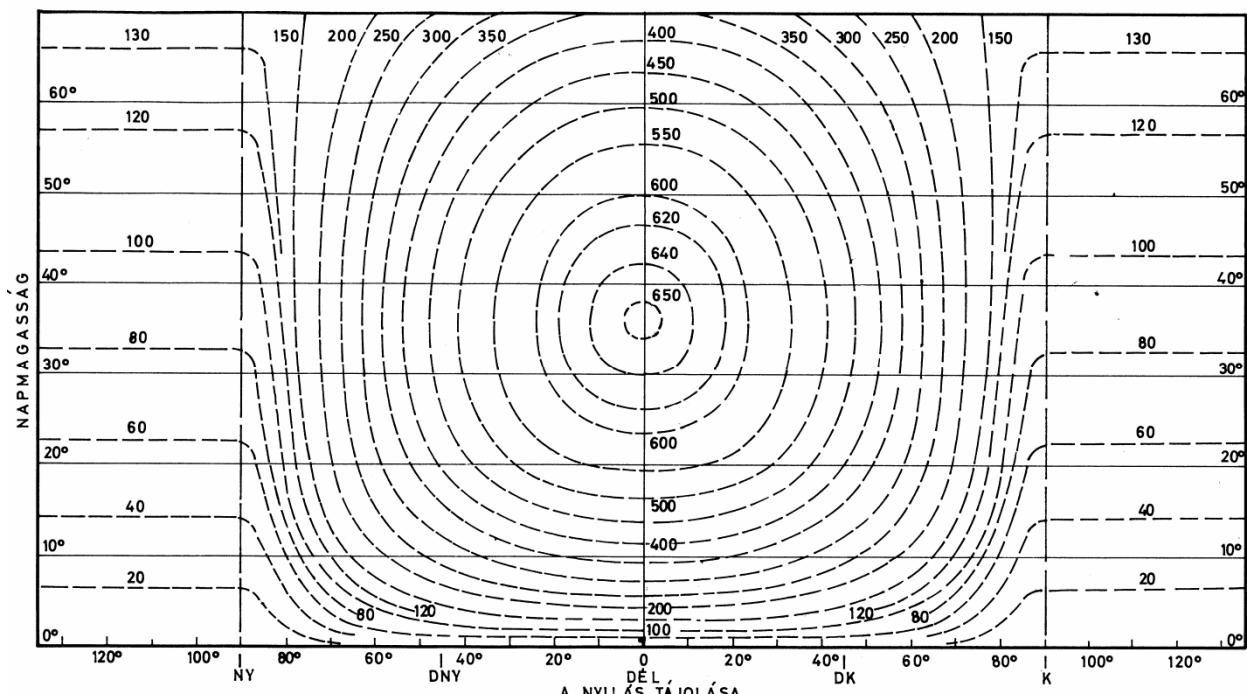
A Nap égbolti helyzetének meghatározása, árnyék keletkezésének időpontja és geometriája, minden korban arra készítette az embereket, hogy minél egyszerűbb eszközöket, grafikai eljárásokat szerkesszenek a kérdések megválaszolására. Az összes – egy két kivételell – alább látható eszköz, vagy diagram, csupán egyetlen földrajzi szélességre vonatkozóan szolgáltat napállás adatokat.



KIFEJTETT HENGERFELÜLETRE RAJZOLT NAPPÁLYÁK

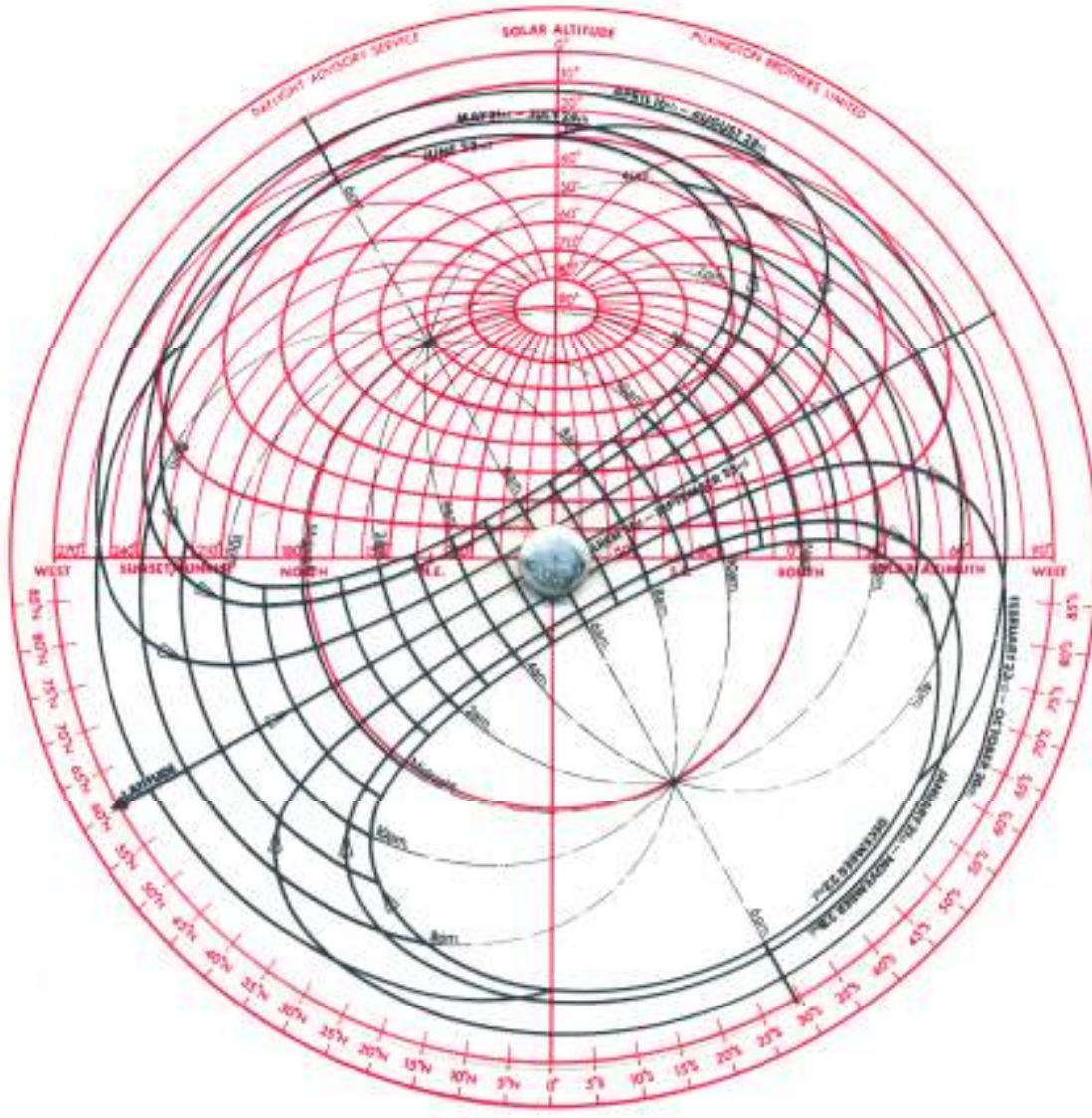


**NAPSUGÁRKÚPOS MÉRŐESZKÖZ
VÁROSTERVEZŐ INTÉZET BALOGH FERENC 1979**



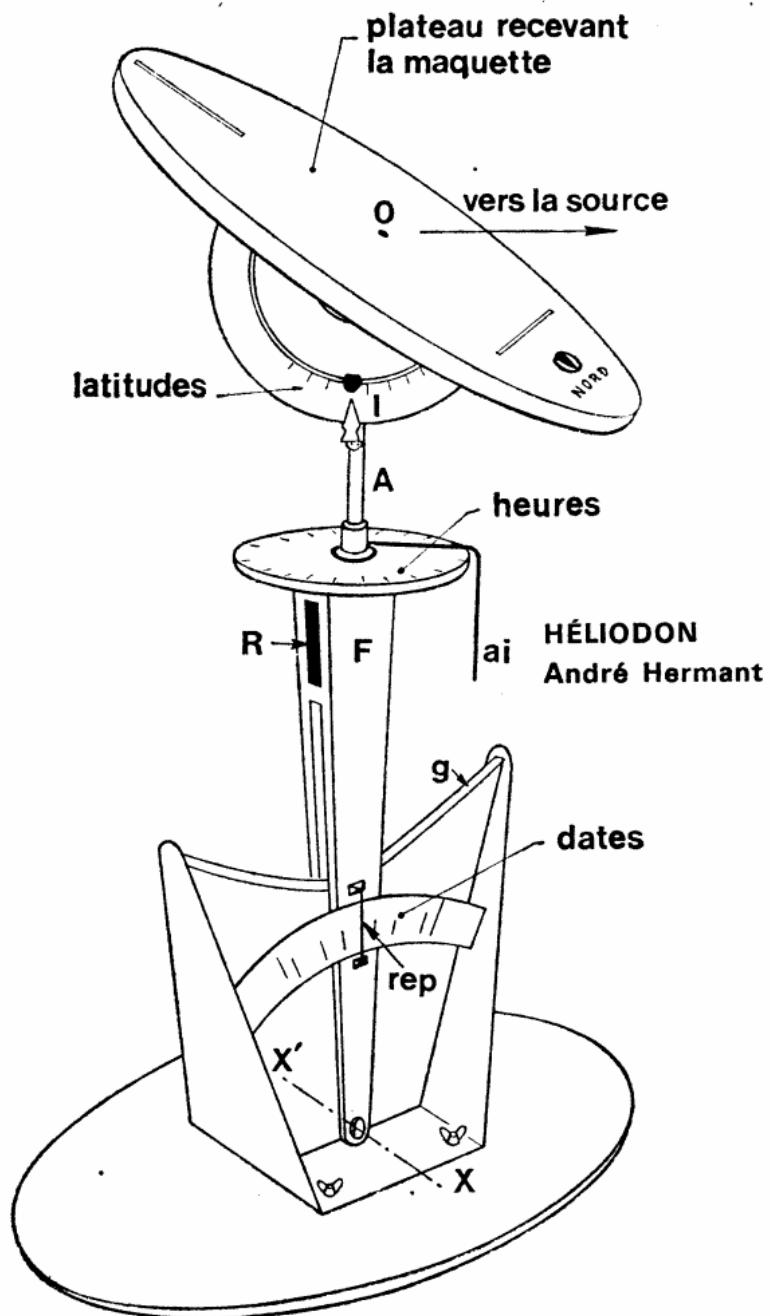
3-4 mm-ES FÜGGÖLEGES ÜVEGEN ÁTMENŐ TELJES SOLÁRIS HÖNYERESÉG W/M²

**3-4 mm-ES ÜVEGEN ÁTMENŐ HÖNYERESÉGET MEGHATÁROZÓ
DIAGRAM**



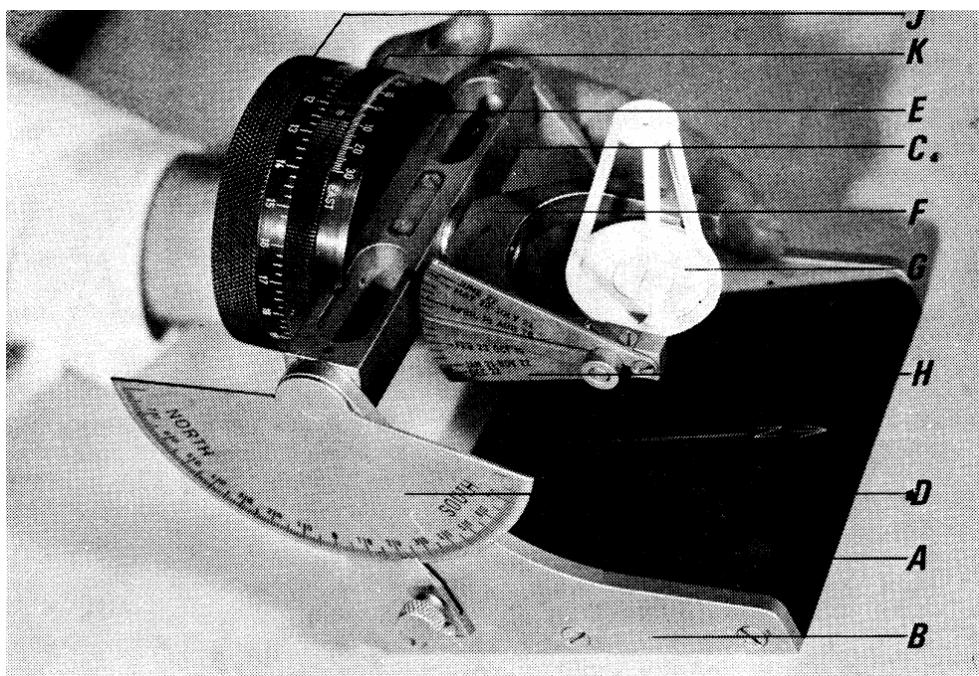
ИМПЕРІАЛІСТИЧНА

PILKINGTON BROTHERS LIMITED FORGATHATÓ TÁRCSÁS RENDSZERE



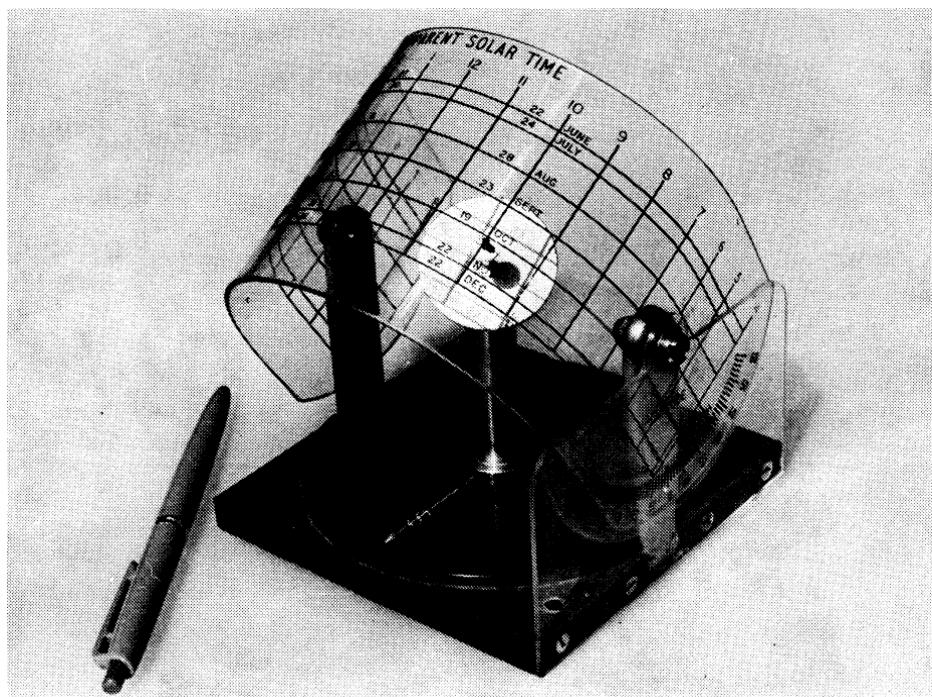
HELIODON

A Nap árnyékának szimulálására szolgáló műszer, amelyet építészeti modellekkel párosítva használnak. Beállítják a naptári időpontot, s párhuzamosított fénnnyel a forrást addig mozgatják a térben, amíg a fénysugár a műszeren a beállított időpontra vetül. Ekkor a fényforrás helyzete egyezik a Nap naptári időpontnak megfelelő égbolti állásával.



SHADOWSCOPE

Heliodonnal azonos célra használt, továbbfejlesztett változat. A napidő háló kiválasztott kereszteződési pontja árnyékának a fehér tárcsa középpontjába kell vetülni, hogy a mesterséges fényforrás a Nap égbolti állását szimulálja



HADOWSCOPE 2

Továbbfejlesztett változat, amely közepes napidőben is leolvashatóvá teszi a Nap égbolti állásait

WORLD SOLAR CHART

ÚNIVERZÁLIS NAPPÁLYA DIAGRAM SZÜLETÉSE

Szerző Szudánban, a Khartoumi Egyetem építészeknek ábrázoló geometriát tanított, mely tárgy az angol nyelvterületen nem volt elterjedt. Ennek hírére kereste föl az UNESCO ottani kirendeltségének vezetője, hogy tudna e sztereografikus nappályát szerkeszteni khartoumi földrajzi szélességre.

A szerkesztés menetének akkor még ismerethiányábanött létre az alább ismertetendő **World Solar Chart**, egy univerzálisan, tehát minden szélességi körön használható, korábban ismeretlen nappálya diagram rendszer.

A szudáni National Building Research Station (Nemzeti Épület Kutató Állomás) mint kutatási eredményt publikálta a kiadványt, amely véletlenszerűen Olgai Viktor kezeihez került, aki akkor ikertestvéreivel, Aladárral a Princeton University-n tanítottak. Róluk tudni kell, hogy az épület klimatológiai területén két világhíres könyvet írtak.

Design With Climate (Princeton, Application of Climate Data to House Design (Princeton, 1954), Solar Control and Shading * Devices (Princeton, 1957).

Ezek az épületklimatológiai terület szakirodalmának a remekei. A könyvek magyarul is megjelentek.

Csupán érdekességgént csatolt Olgai Viktor, a BRS igazgatójának írt levelét, amelyben a feladat megoldásának újszerűségéről és a diagram nagyfokú pontosságáról nyilatkozik.

Szoros levelezésbe kezdtünk, és alkotó szabadságra Khartoumba kívánt jönni egy esztendőre, amely sajnálatosan, hirtelen beállt halála miatt meghiúsult.

Princeton University SCHOOL OF ARCHITECTURE
PRINCETON, NEW JERSEY 08540

January 6, 1970

Director
National Building Research Station
University of Khartoum
P. O. Box 487
Khartoum, Sudan

Dear Sir:

It was a pleasant surprise to receive your nice publication of the World Solar Chart written by G. K. Kuba.

First of all, I did not expect such an original and unusual approach to the universal chart of the solar positions. Secondly, the neatness and the precision of the graphical execution is impressive. I wish to express my congratulations.

You are most certainly familiar with the various numograms of universal sun calculators, such as the A. T. method, or the Halasz diagram. Attached I send a print of the Pilkington circular calculator adjusted to your 16° latitude.

I myself still prefer in my climatic evaluations the sun-path method, as this allows an easy transformation and calculation of the solar energy impacts together with shading effect appraisal. In the last years, I turned to the mathematical procedures and wrote the formulae for computer processing. I used this method in Colombia and Argentina to evaluate their climatic requirements for architectural use.

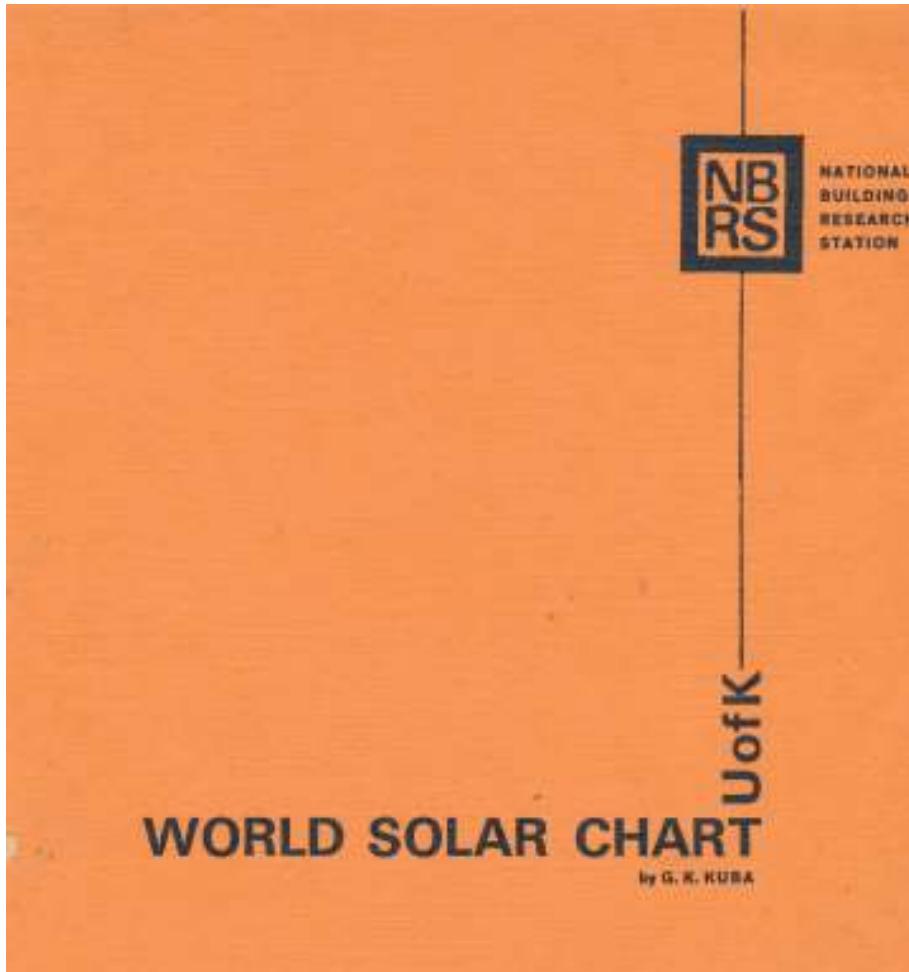
Thank you again for your booklet and for the knowledge of the good work that your Research Station is producing. If we can be of any help in this field, please do not hesitate to contact us.

Sincerely yours,



Victor Olgyay
Associate Professor

Enc



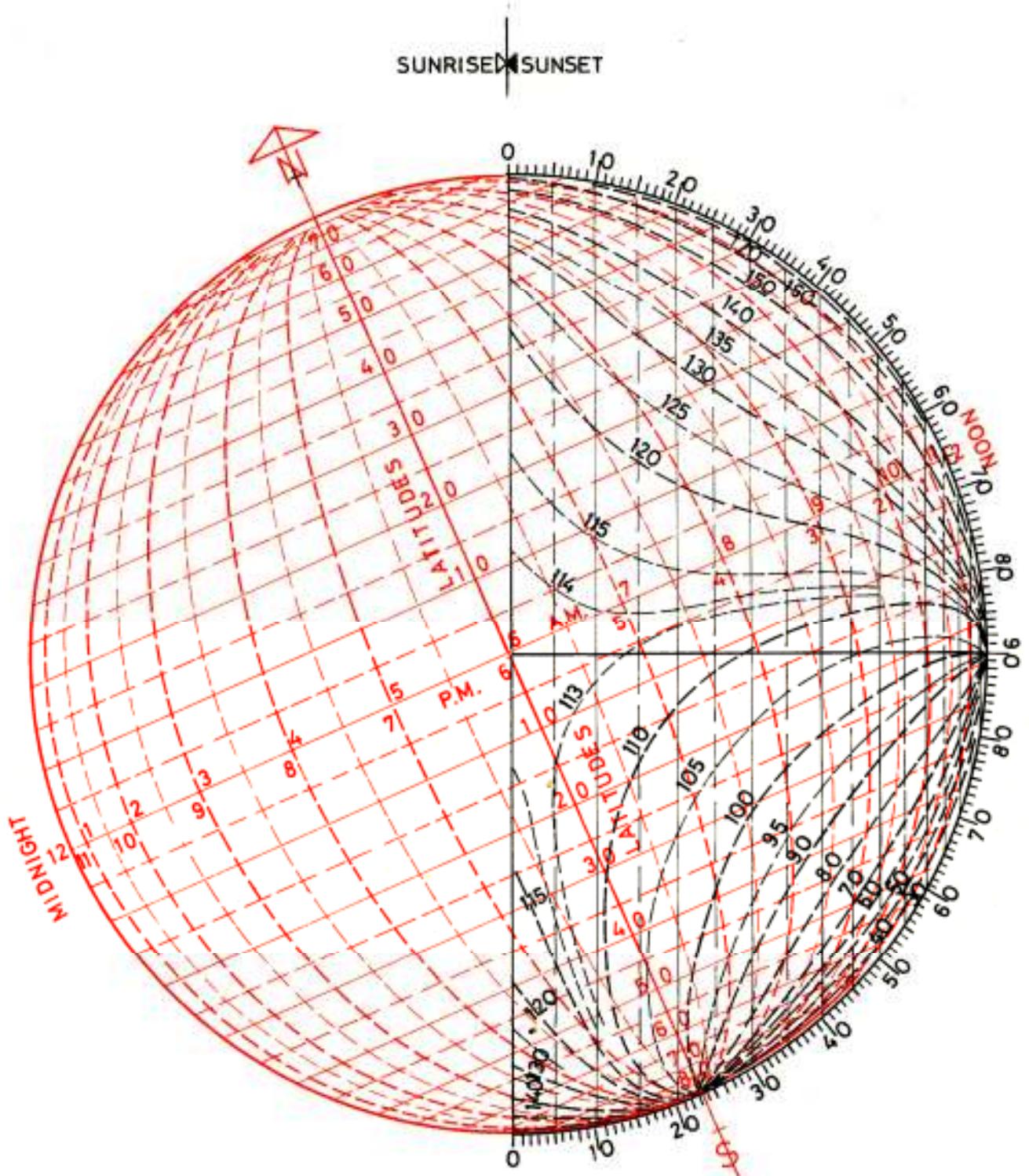
A DIAGRAM HASZNÁLATÁNAK RÖVID ISMERTETÉSE

A **WORLD SOLAR CHART** fekete, szaggatott vonalai a Föld felszínén azon pontok mértani helyei, ahonnan a Nap azimutja azonos szögek alatt látható. A napmagasság úgy olvasható le, hogy a keresett pontot függőlegesen, párhuzamosan a fekete szaggatott vonalakkal ki kell vetíteni a kör peremén körbefutó szögskálára. Az ott található érték a horizontsík fölötti napmagasságot jelzi fokokban. A földrajzi szélességeket a Föld tengelyére merőleges piros vonalak jelképezik, az óraidő a piros szaggatott körszegmensek mentén olvasható le.

A diagram tengelye a nappálya síkjához (az eclipticához) képes, az adott időpontnak megfelelő hajlását jelöli. Ezért napéjegyenlőség idején a Föld tengelye a nappálya síkjára merőleges, a téli-nyári napfordulók idején $+ - 23^{\circ}27'$ az elhajlás.

Az árnyékszög leolvasásához kiegészítő diagram készült,

A World Solar Chart diagram a kutatásaim eredményeiért a Khartoumi University és a London University által 1970-ben adományozott PhD egyik melléklete volt. A diagram kézi munkával készült.

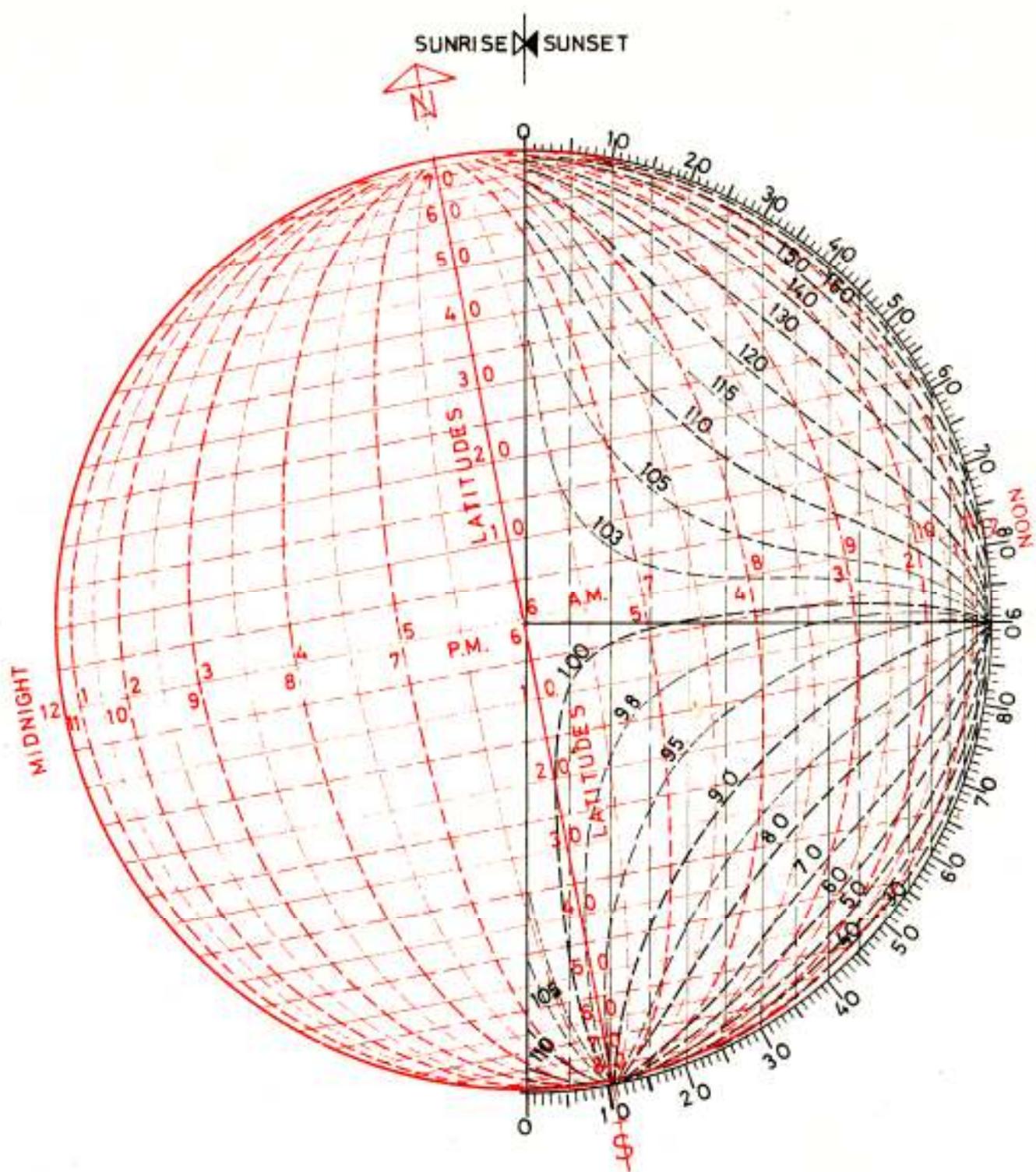


DEC. 22

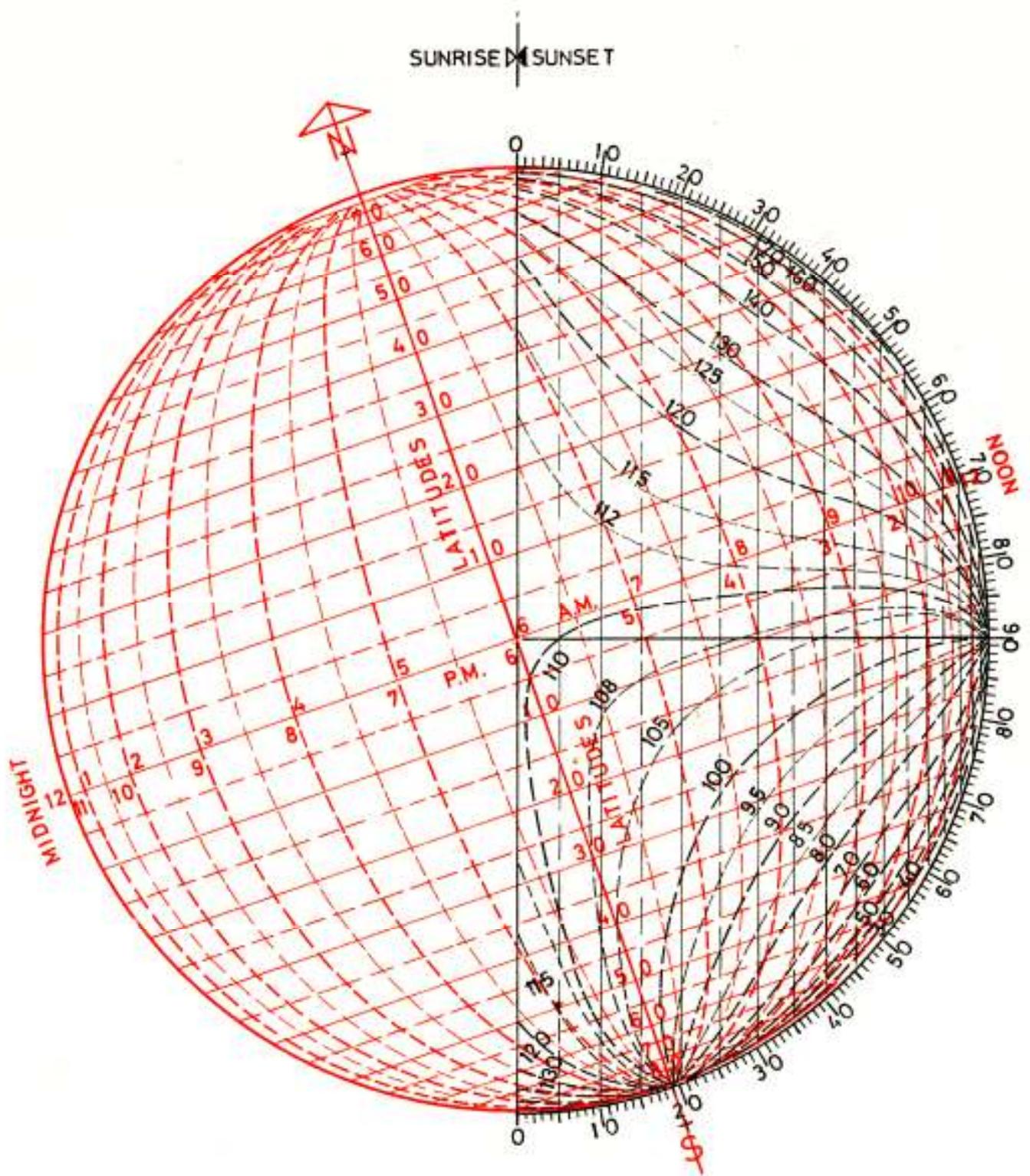
TÉLI NAPFORDULÓ

WINTER SOLSTICE

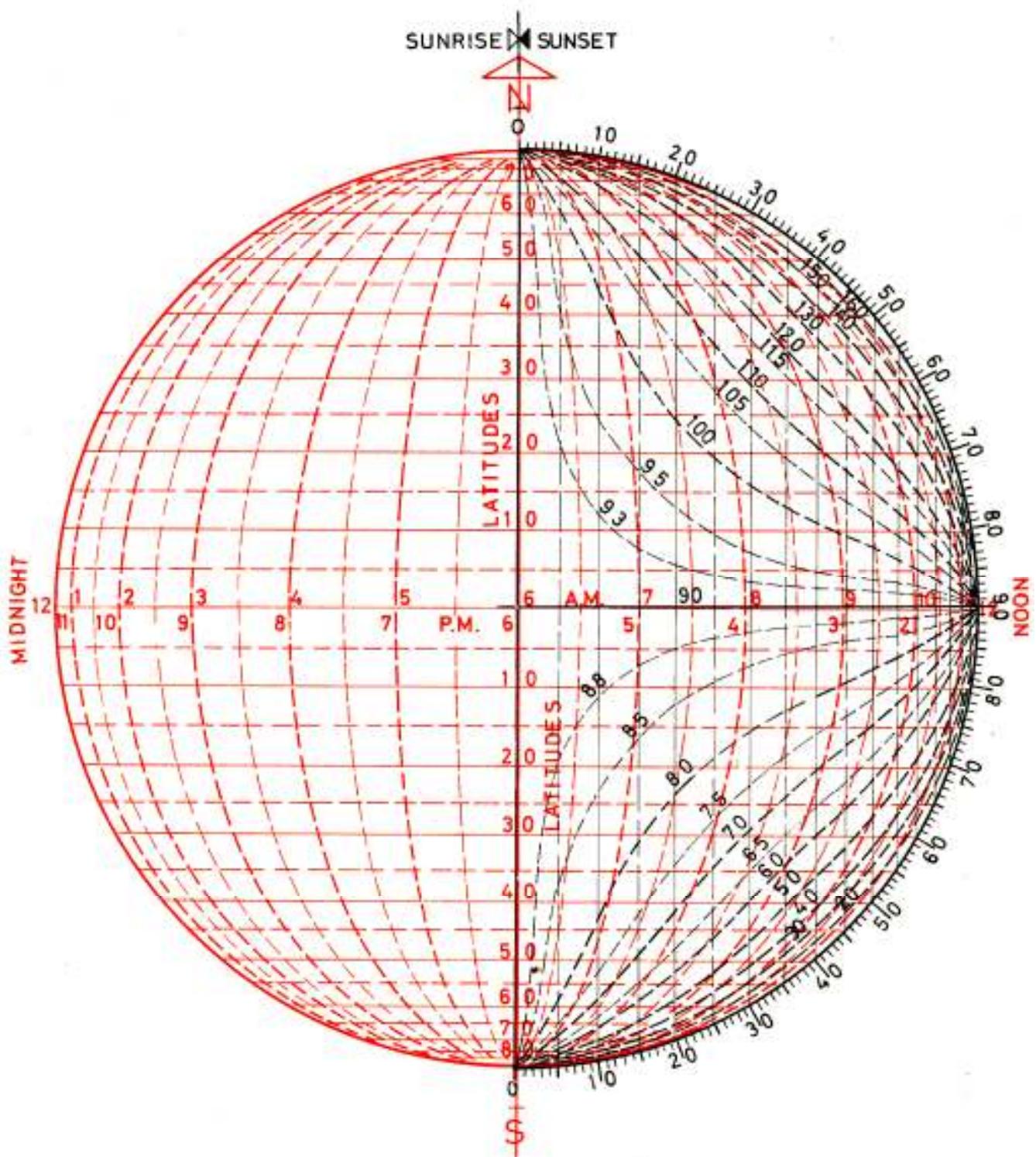
©DR KUBA GELLÉRT - FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT:MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NPKft.



FEB. 21 & OCT. 22

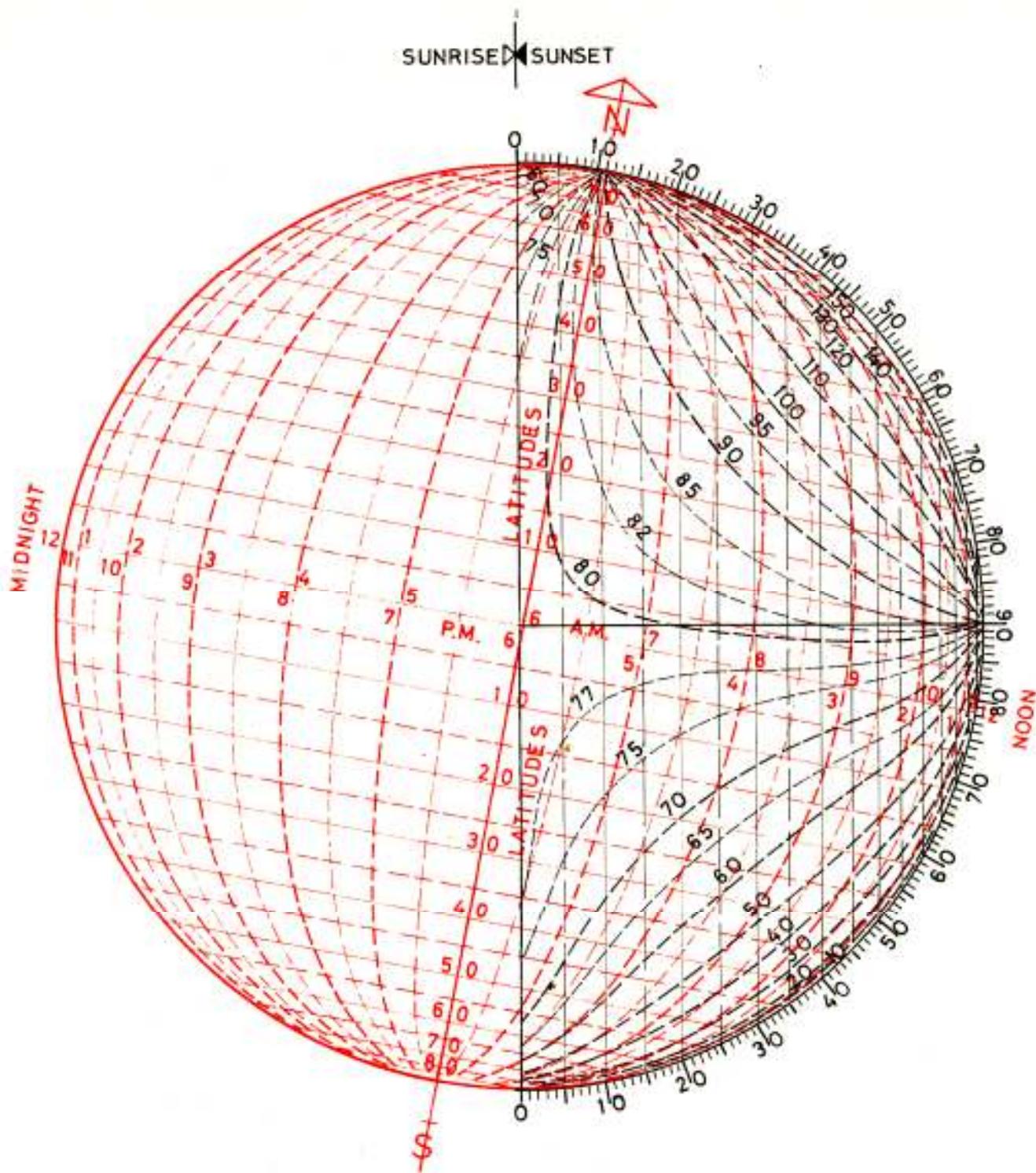


JAN. 24 & NOV. 19

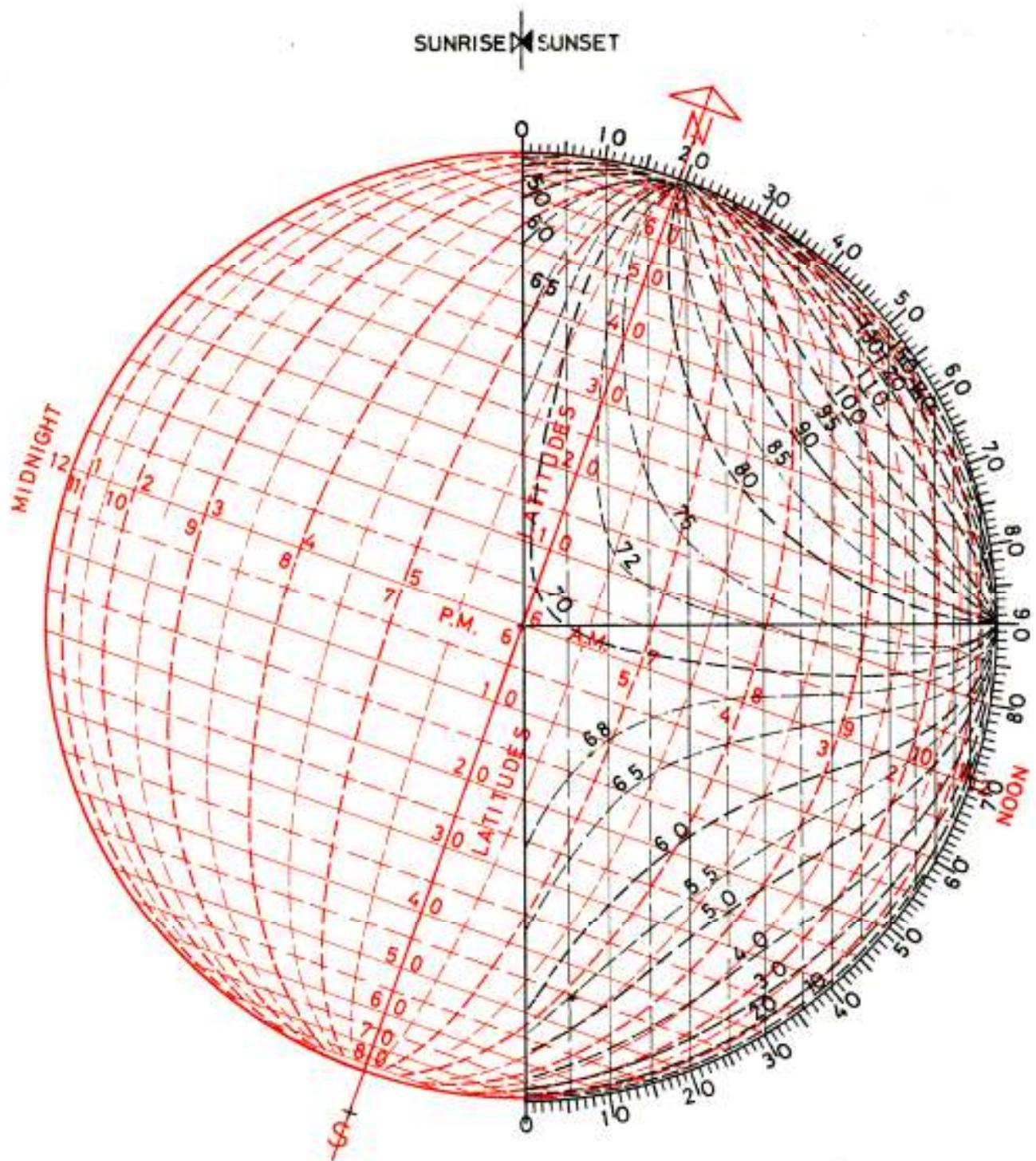


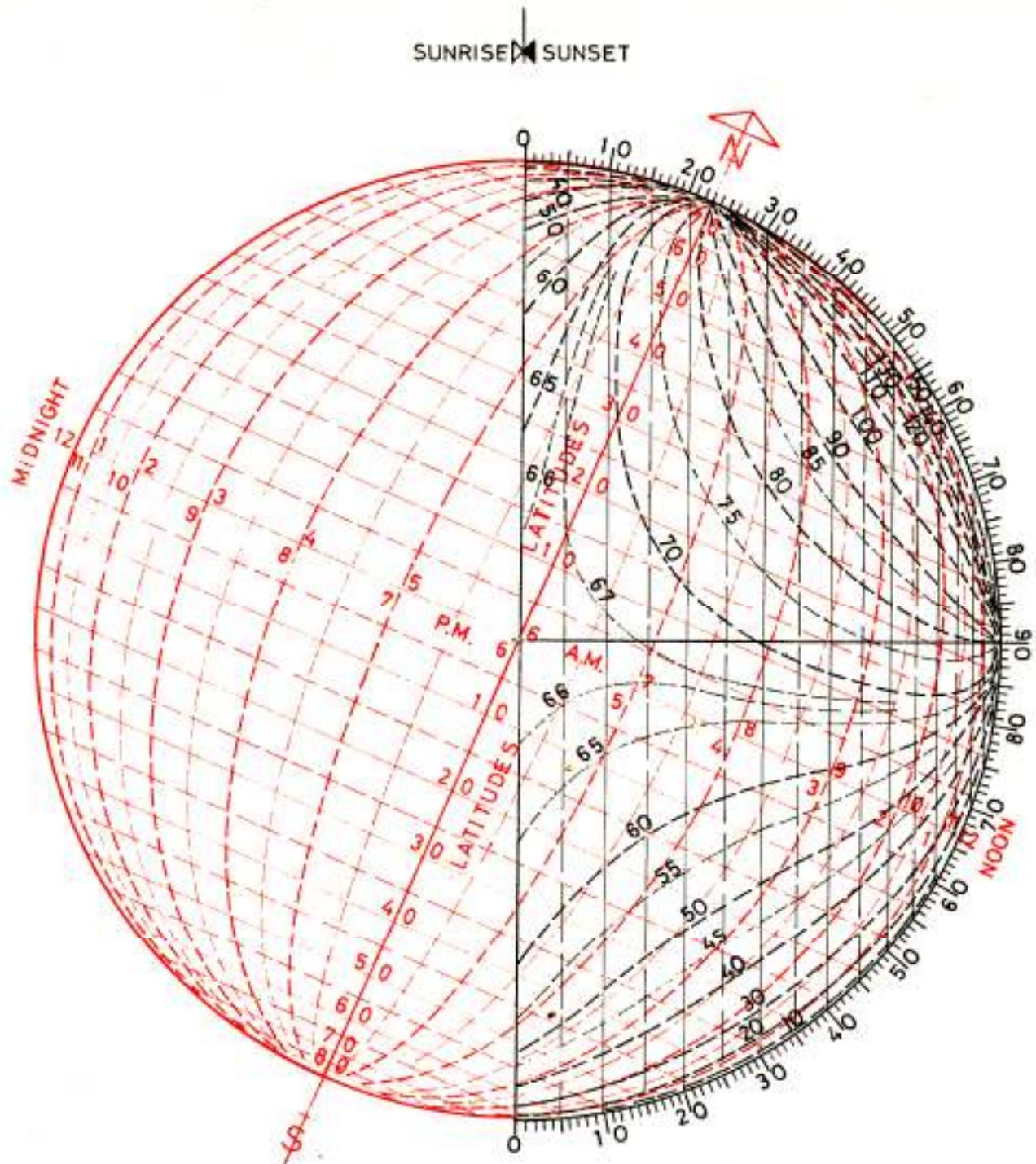
MARCH 21 & SEPT. 23

EQUINOX NAPÉJ EGYENLŐSÉG



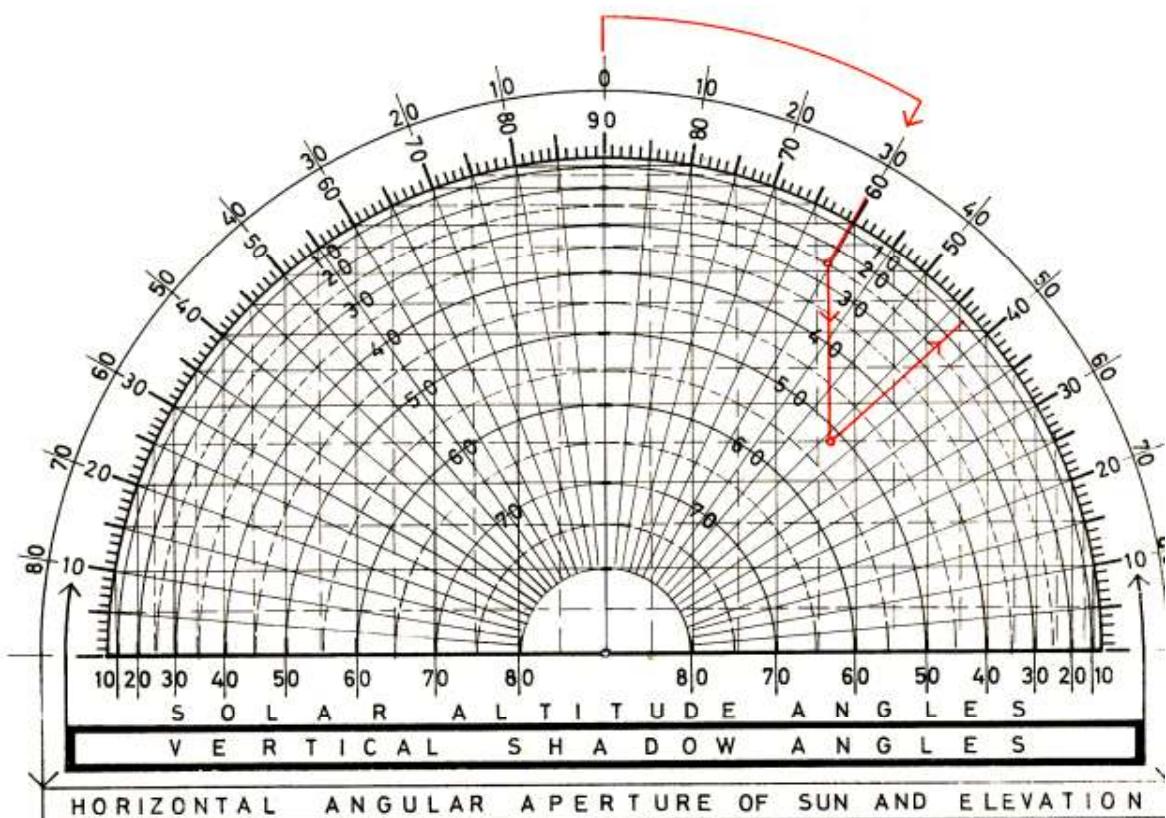
APR. 19 & AUG. 25





JUNE 22

SUMMER SOLSTICE NYÁRI NAPFORDULÓ



SHADOW ANGLE PROTRACTOR

ÁRNYÉK SZÖGMÉRŐ

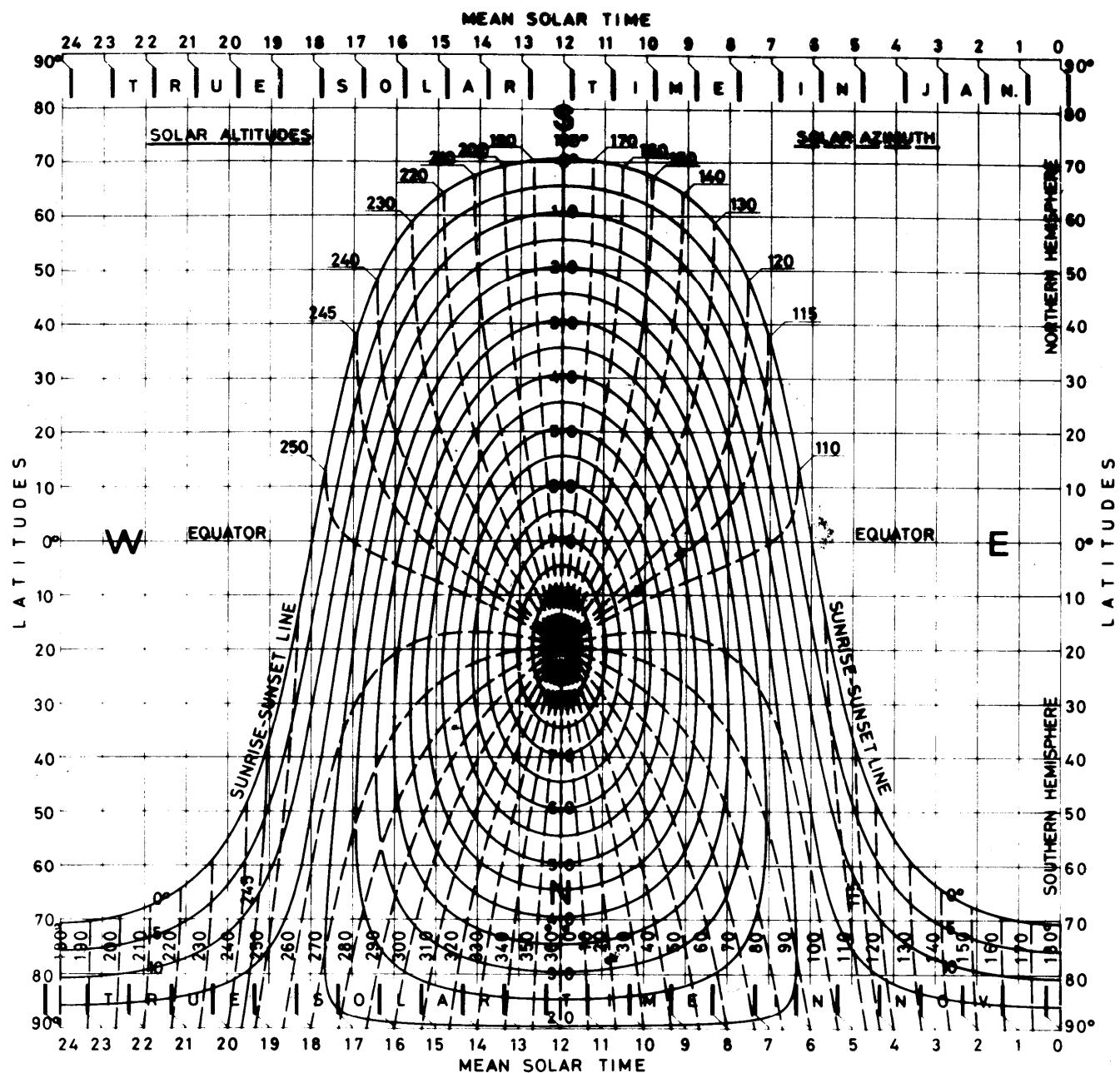
Az árnyékszögmérő használata.

Az árnyékszögmérő az épület homlokzat síkjának tájolását, a Nap szögállásait használva, a homlokzat síkjára merőleges síkban fekvő árnyékszöget, a homlokzatra vetet árnyék függőleges szögét szolgáltatja.

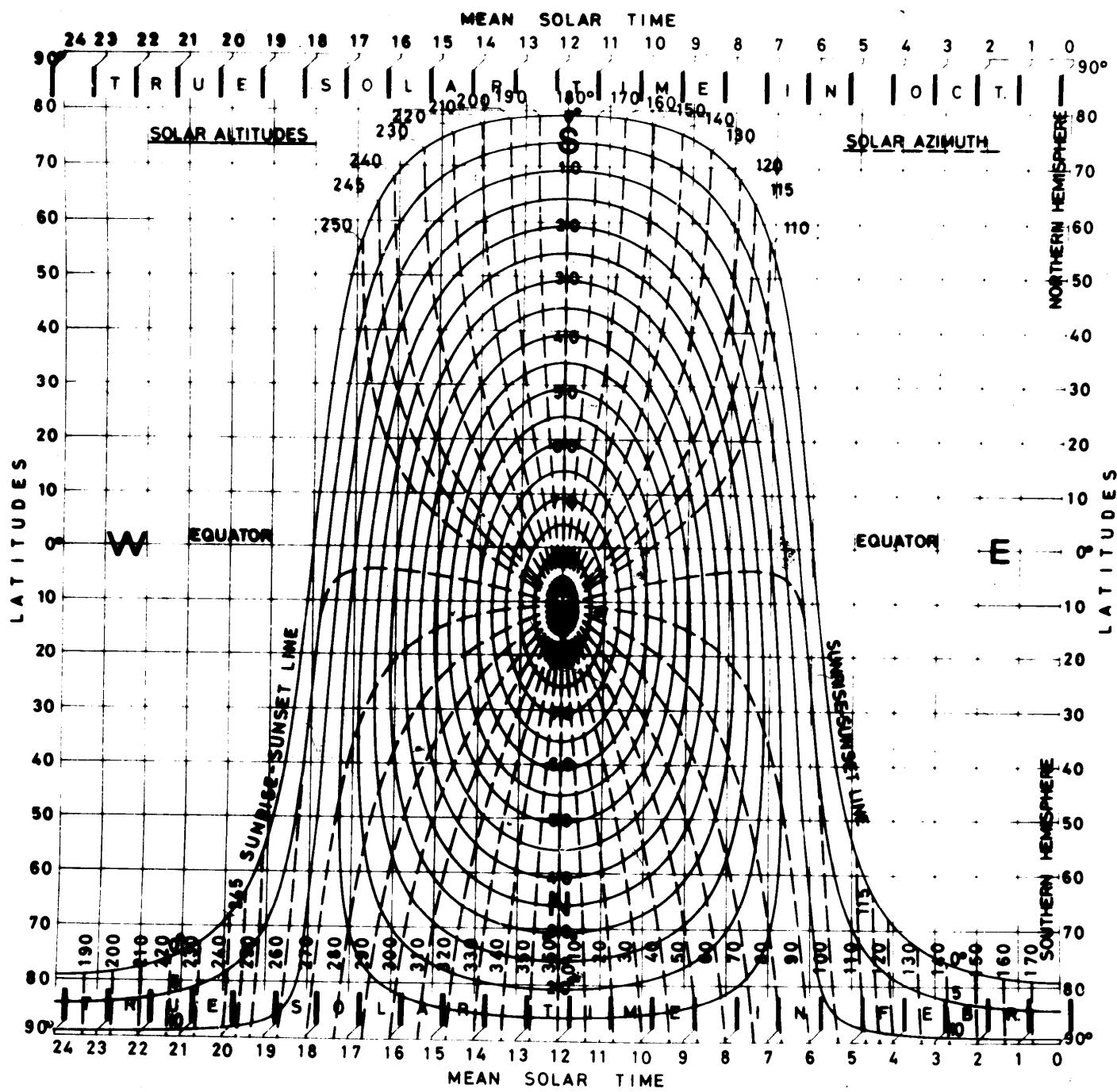
A homlokzat vízszintes vetülete és a napazimut (nap vízszintes vetülete) közötti szögkülönbséget a külső fokbeosztáson megkeresve, onnan sugárirányban befelé kell haladni a napmagasságot jelző félkörrel való metszéspontig. Ezt a metszéspontot függőlegesen le kell vetíteni a szóban lévő azonos napmagasságot jelző félkörre. Ezt a pontot radiálisan ki kell vetíteni a félkör peremének fokbeosztására. Az ott talált érték Lesz az árnyékszög. Lásd piros vonalat és irányát.

A WORLD SZOLAR CHART SÍKBA KIFEJTETT VÁLTOZATA

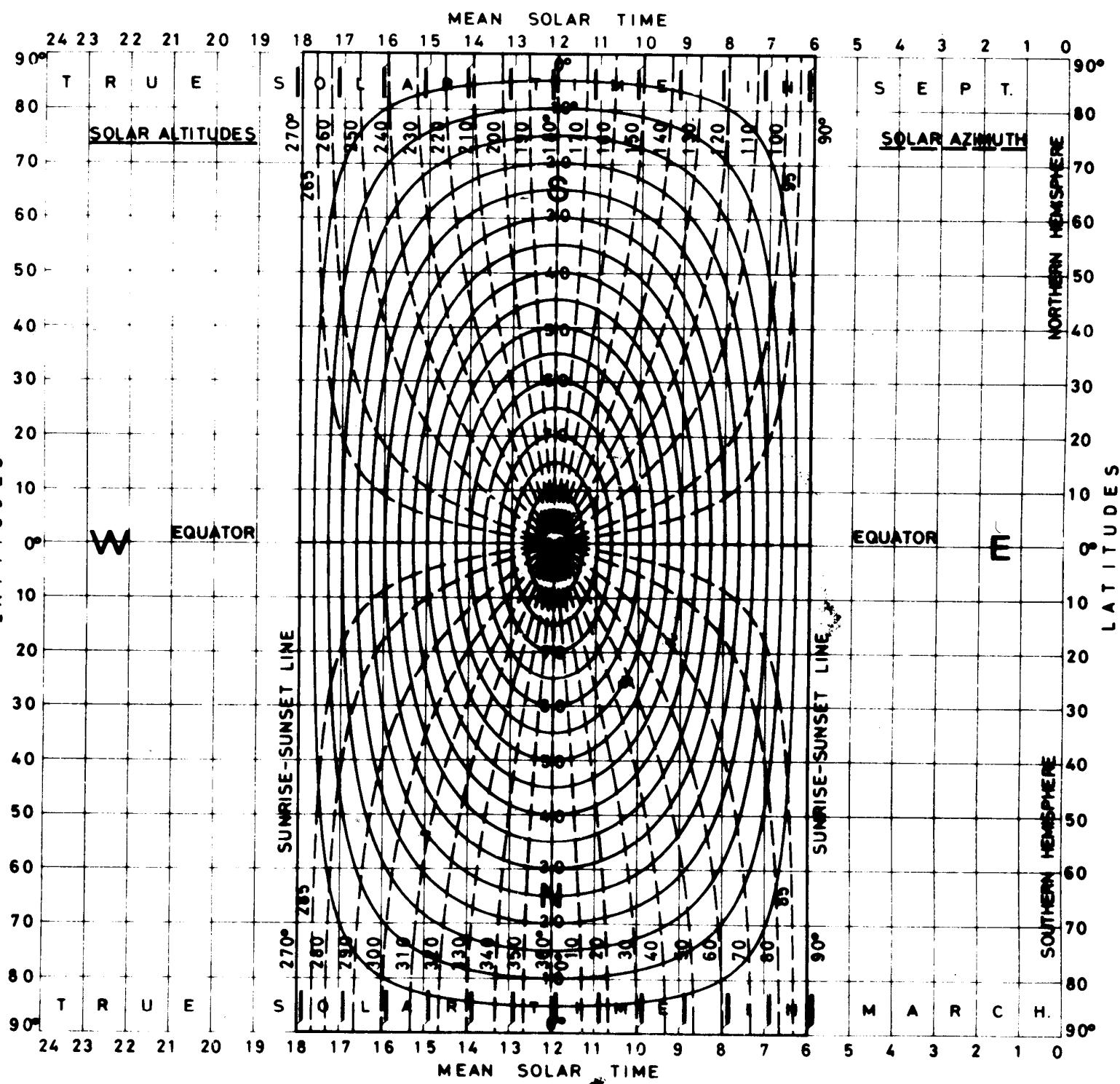
A vízszintes háló a földrajzi szélességet, a függőleges az óraidőt zónaidőben jelzi. A fejlécen a közepes napidőre kiigazított óraidő szerint olvashatóak az értékek. A folyamatos görbe vonalak mentén a napmagasság szögét, a szaggatott vonalak mentén az azimut szögek olvashatóak le a diagramról.

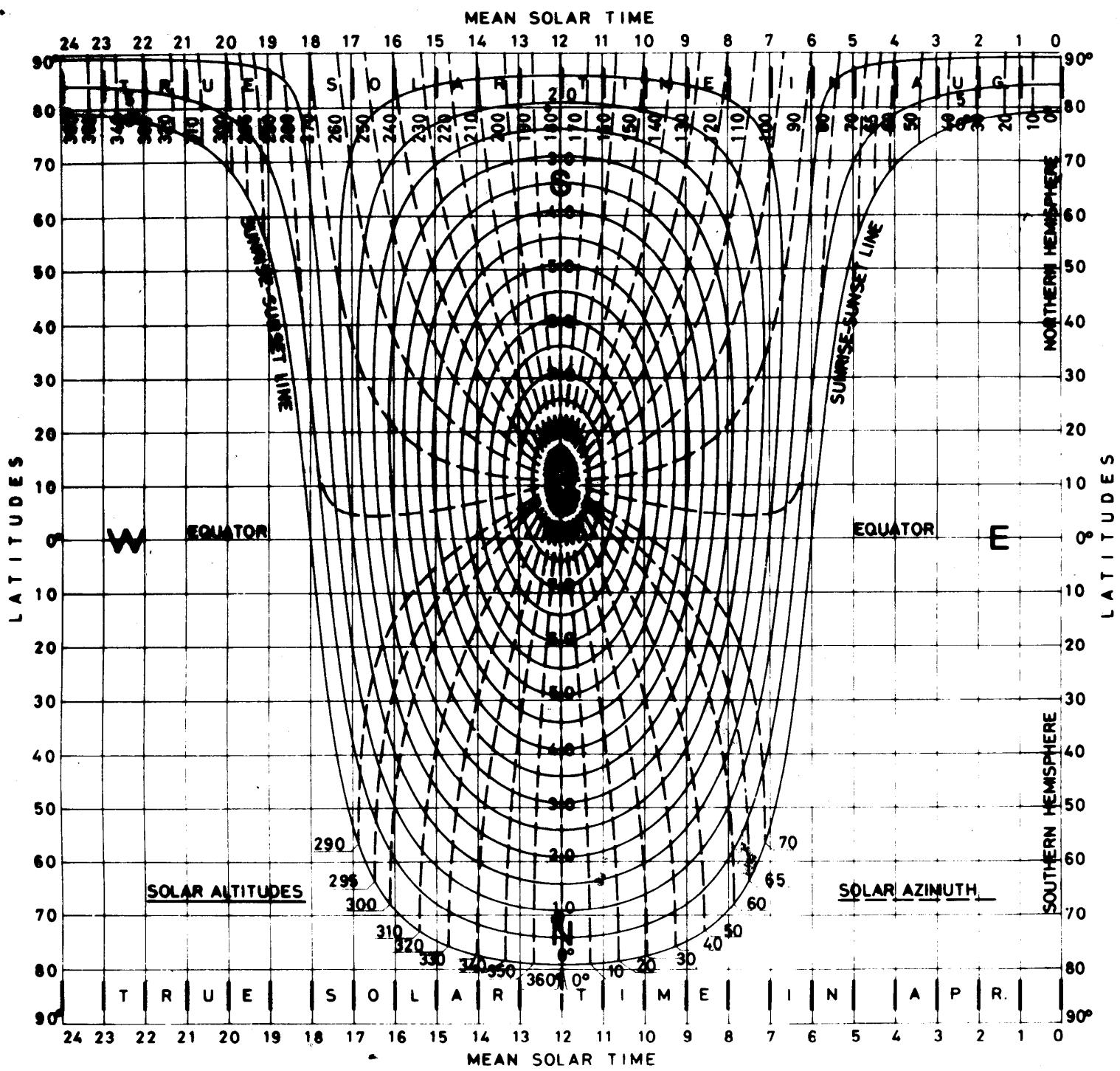


NOVEMBER 19, JANUARY 24

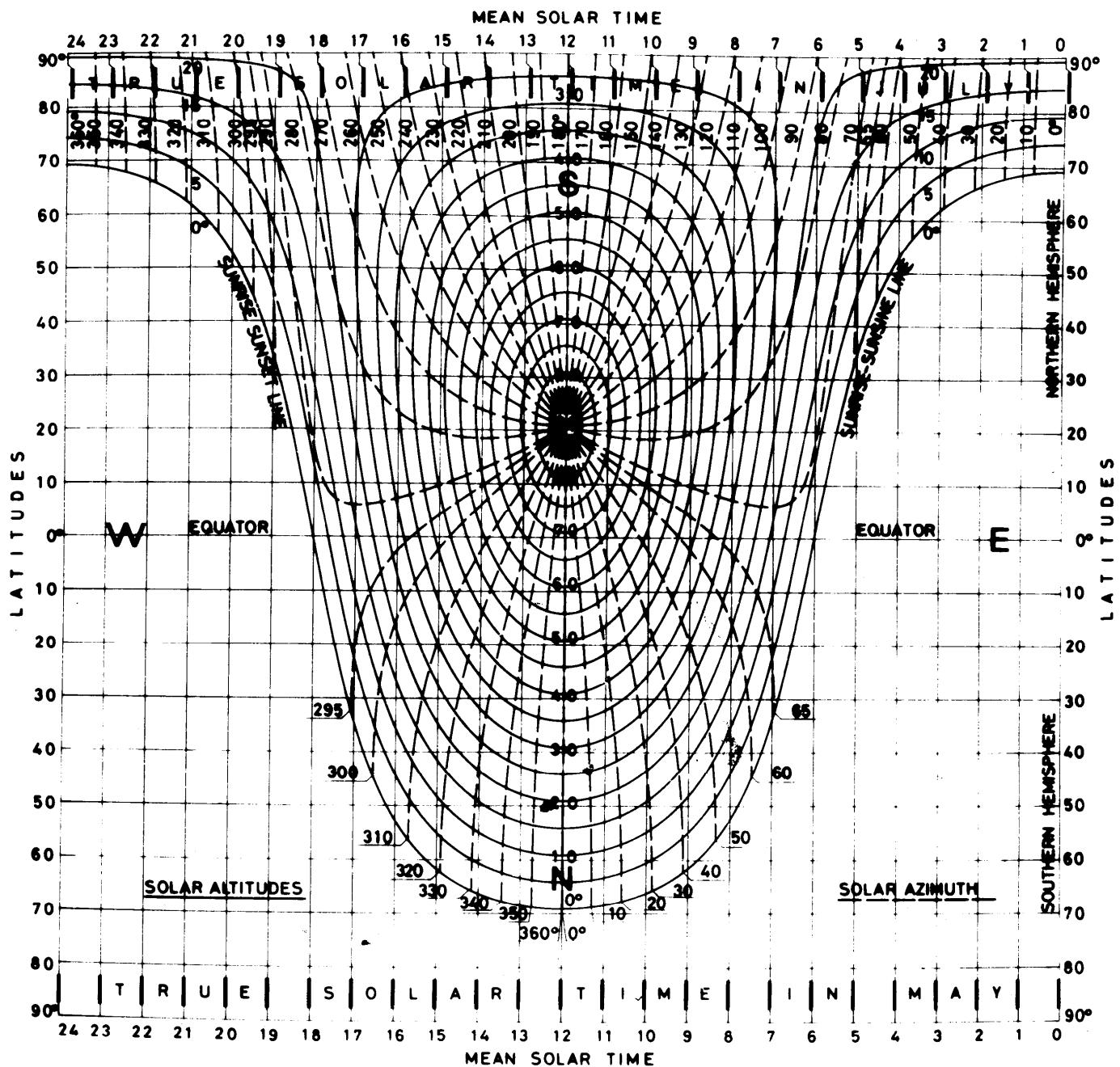


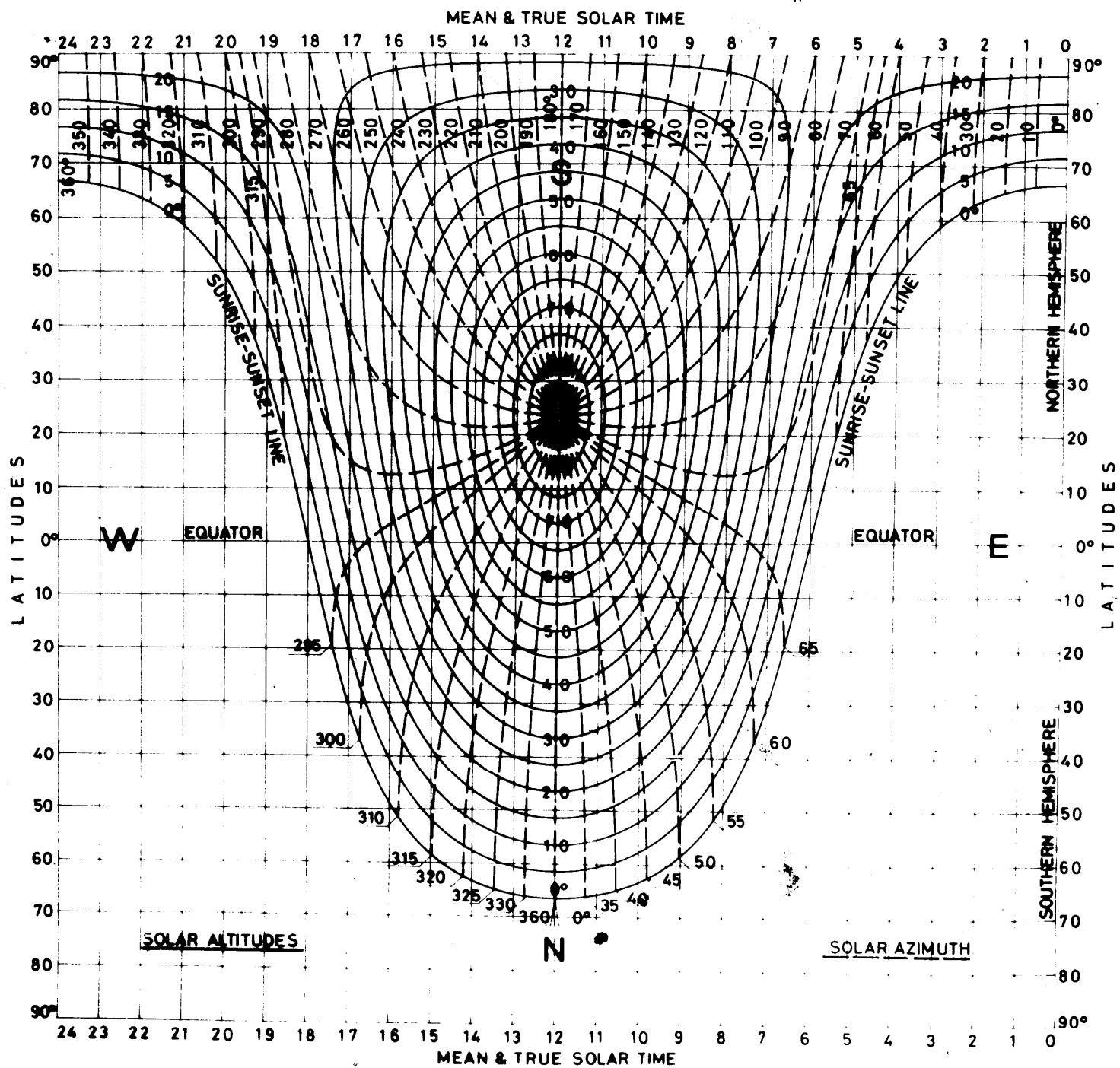
FEBRUARY 21, OCTOBER 22



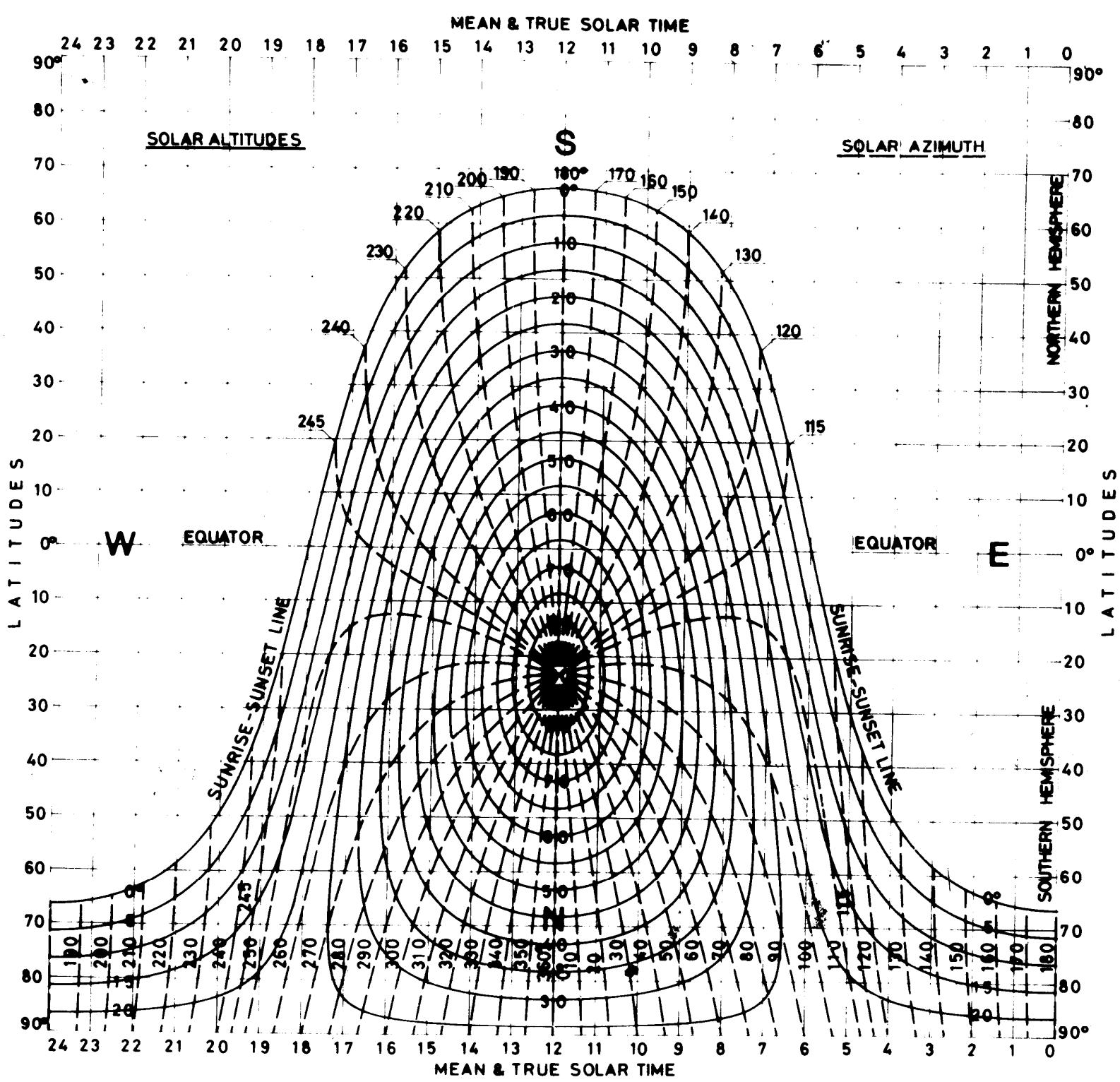


APRIL 19, AUGUST 25





JUNE 22



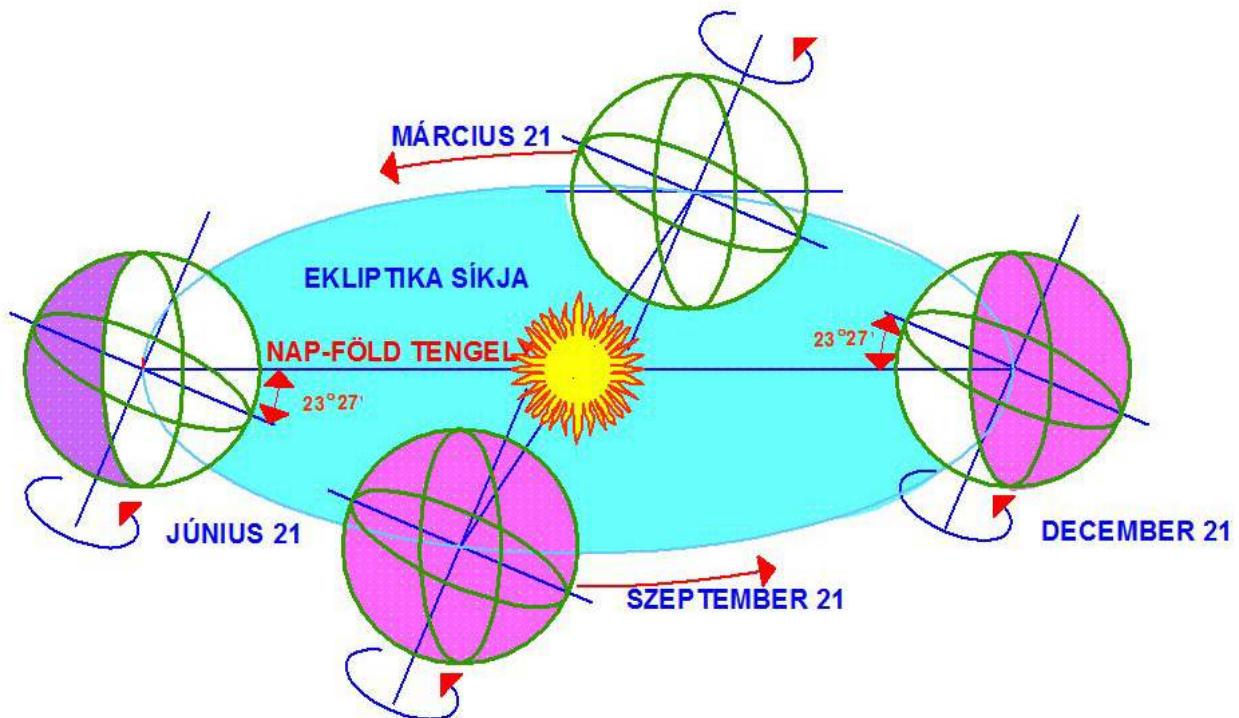
DECEMBER 23

NAPPÁLYÁK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

Az alábbiakban ismertetjük a sztereografikus szerkesztés menetét, amely elősegítheti a **SUNARCH** program jobb megértését és könnyebb kezelését, mert a számítógépes eljárás teljes mértékben a nemzetközileg és térképészeti is használ geometriai szerkesztésen alapul.

A szerkesztés megalapozottságának bizonyítására bemutatjuk a Föld heliogeometrikus mozgását az ekliptikán. A Föld Napkörüli évi keringése során **négy kardinális pontba jut el**, mint tavasz márc. 21, nyár jún.21 ösz szept.21 és télen dec.21. **Ezeken a pontokon meghatározó a NAP-FÖLD tengely és a Föld forgási tengelyének viszonya.** A Föld forgási tengelye nem merőleges az ekliptikára, s ebből erednek az évszakok. A Föld forgási tengelye $23^{\circ}27'$ szöget zár be az Ekliptika síkjával.

Ez nem állandó érték, a forgástengelynek van csekély támolygása, de ez csillagászi tárgykörbe tartozó ismeret. A forgástengely dölgése a Föld története során változásokon ment át, amely évezredes klímaváltozásokat is okozta. Ennek okán változott a jégkorszak elhelyezkedése az évezredek során a Föld szélességei mentén.

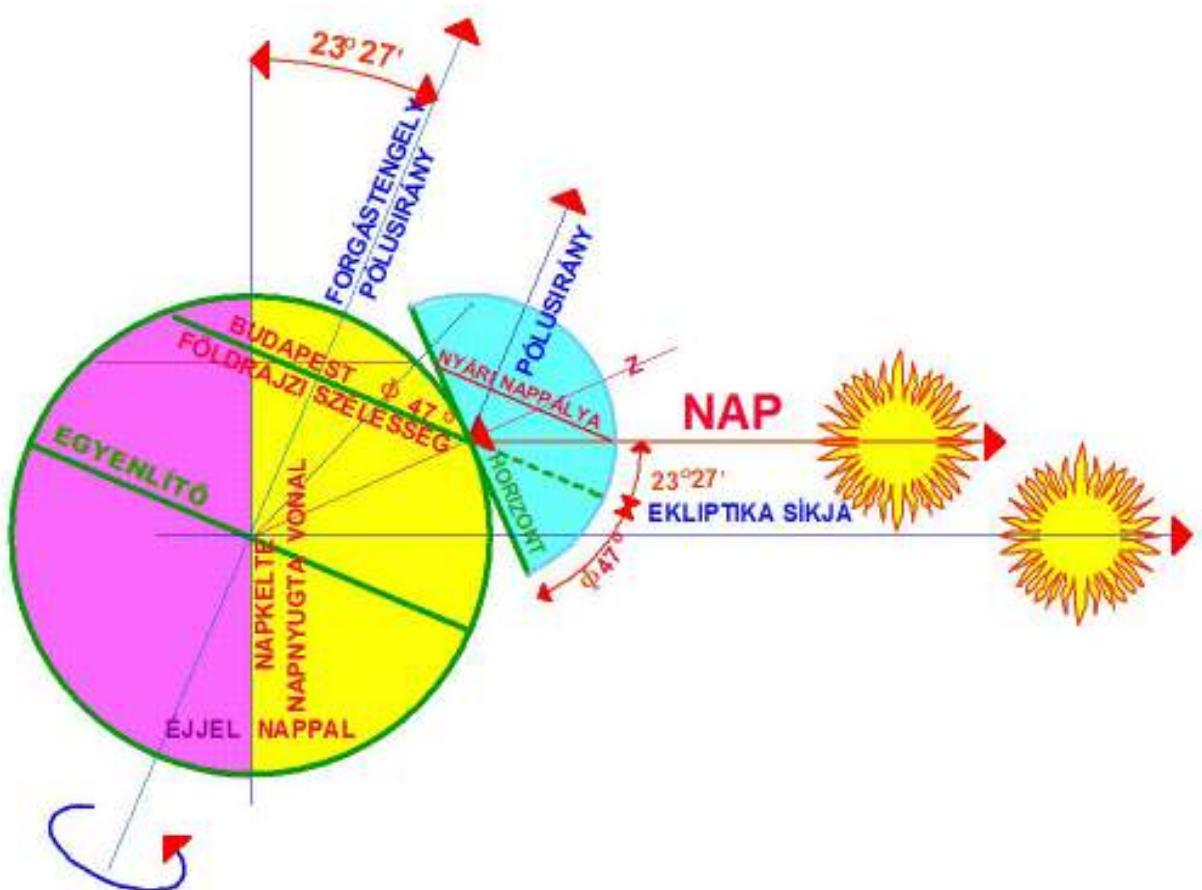


93.sz. ábra A FÖLD KERINGÉSE A NAP KÖRÜL

A Föld legjellemzőbb állása a napjegyenlőség idején következik be, március és szeptember 21-én, amikor a **NAP-FÖLD** és a **FÖLD** forgástengelye egymásra merőleges. Ez az állapot az év során, soha, sem az első, sem második félévben nem következik be. Ezzel a geometriai állással kezdődik a sztereografikus nappályák szerkesztése, és az összes többi hónapé, deklinációs szögértékekkel megadva, ehhez

van viszonyítva. A deklinációs szögértékek előjelei a Föld forgástengelyének az elkiptikához viszonyított pozitív, vagy negatív értékű hajlását fejezik ki, a napéjegyenlőség 0° értékétől indulva. Értelem szerűen, a forgástengely deklinációja minden nappal változik, amíg a nyári ás téli napfordulók idején el nem éri a szélső helyzetet.

A keringés során, a nyári napforduló idején (93.sz.ábra) a Föld tengelye az ekliptika síkjához viszonyítva a nap felé billen, ilyenkor van a sarki nyár, amikor a Nap a sarkkör fölött, a horizont fölött látható egész nap, éjszakák megszakítása nélkül. Ez az ábráról jól leolvasható, mert a Nap sugarai a Földet a sarkkorig elérik. És ellenkezőleg. Az Antarktiszon, a sarkkörön túl a Földet nem érik el a nap sugarai.

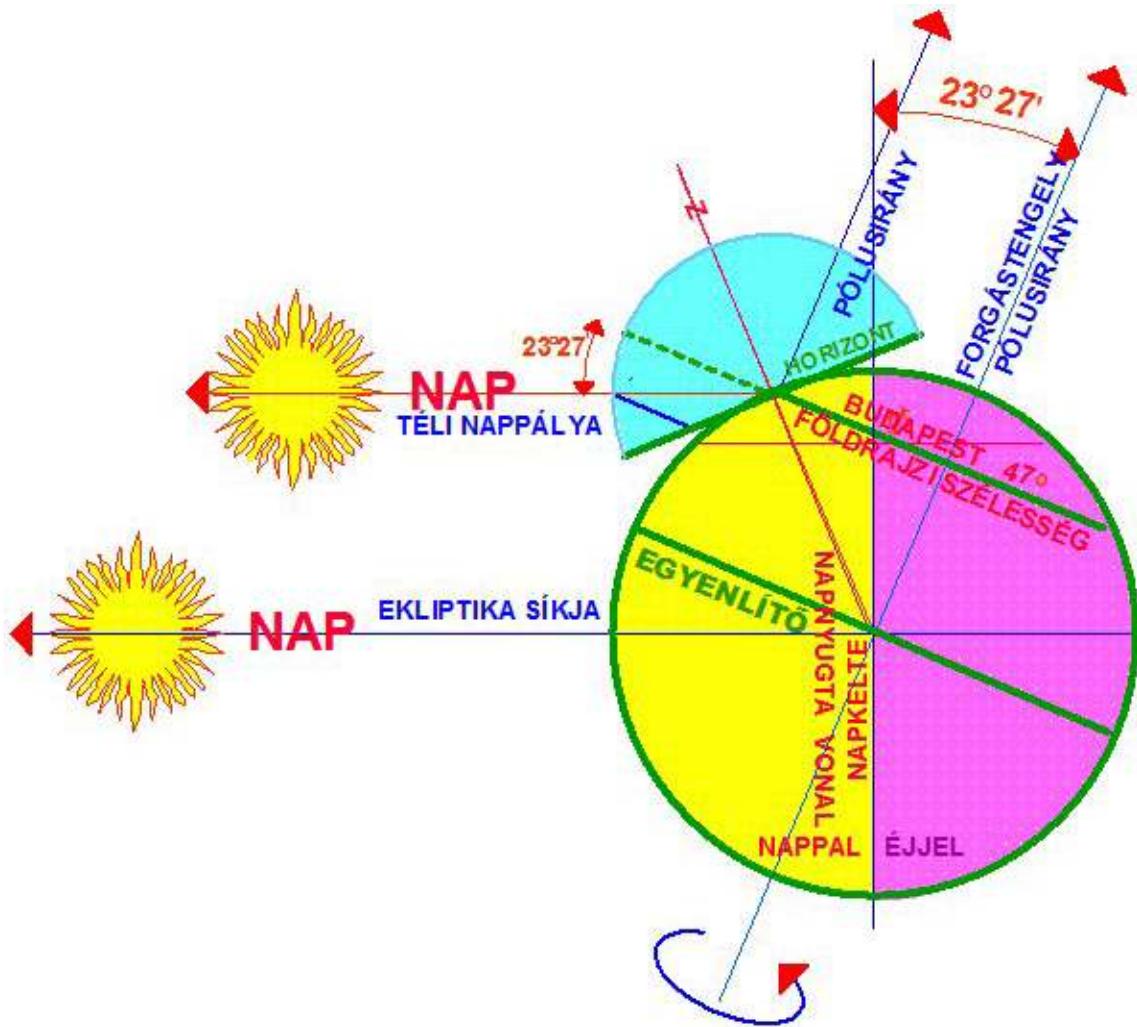


92. ábra A FÖLD HELIOGEOMETRIAI HELYZETE NYÁRI NAPFORDULÓ IDEJÉN MÁRCIUS 21-SZEPTEMBER 21-ÉN

A nyári napforduló napján, délben a Napot $23^\circ 27'$ -cel magasabban látjuk, mint napéjegyenlőség idején, amely naptári napnak a képzeletbeli nappályáját szaggatott **PIROS** vonal jelzi, s ezzel a piros vonallal rajzolt nyári napforduló nappályája párhuzamos.

Téli napforduló idején, a Föld Tengelye a Naptól elbillen (93.sz. ábra). Ha megrajzoljuk tartózkodási helyünkhez tartozó szélességi körhöz délben, az illeszkedő képzeletbeli horizontsíkot és a fölé boruló égboltot, akkor látható, hogy a szaggatott **ZÖLD** vonallal ábrázolt, napéjegyenlőségi nappálya alatt $23^\circ 27'$ -cel lejjebb fogjuk

észlelni délben a Napot. A hozzá tartozó, KÉK vonallal jelzett téli napfordulón a nappályája rendkívül rövid. A nappályák síkját a napéjegyenlőségi nappálya határozza meg, s a több ezzel természetesen párhuzamos.

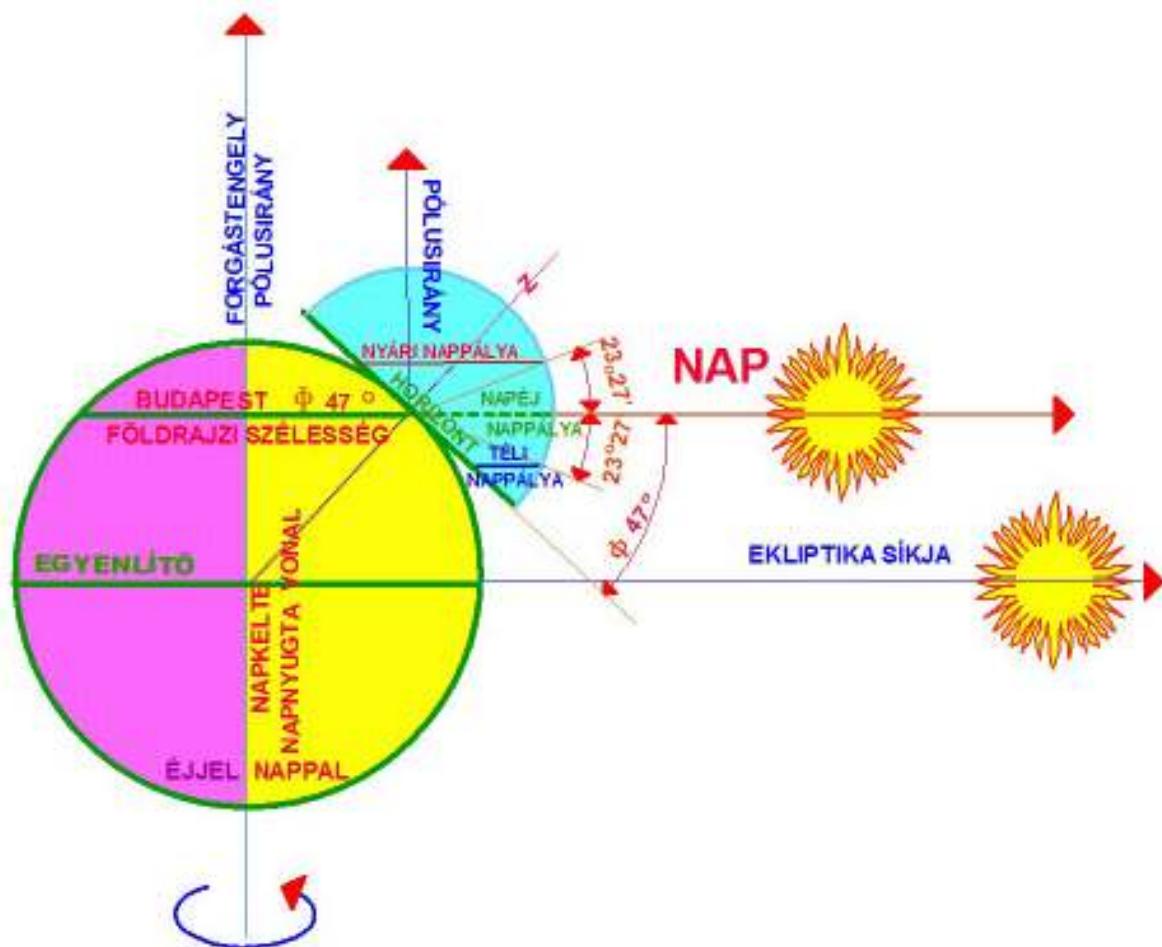


93.sz. ábra A FÖLD HELIOGEOMETRIAI HELYZETE TÉLI NAPFORDULÓ IDEJÉN DECEMBER 21-ÉN

A legjellemzőbb heliogeometriai állása Földünknek az év során kétszer következik be évi keringése során, a **NAPÉJEGYENLŐSÉG NAPJAIN, MÁRCIUS 21-ÉN ÉS Szeptember 21-ÉN**, amikor a Nap-Föld nap tengely és a Föld forgási tengelye derékszöget zár be, azaz a deklinációs szög értéke 0° . Lásd 94.sz. ábrát.

Ezeken a jeles napokon, ha a csillagászati közepes délidőben, amikor az égbolton a legmagasabban látható a Nap, egy képzeletbeli horizontot és a fölé boruló égbolto megrajzoljuk, akkor erről megérthető a Nap látszólagos mozgása által leírt nappálya síkok elhelyezkedése. Ezen a napon, a nappálya síkja egybe esik a vizsgált település

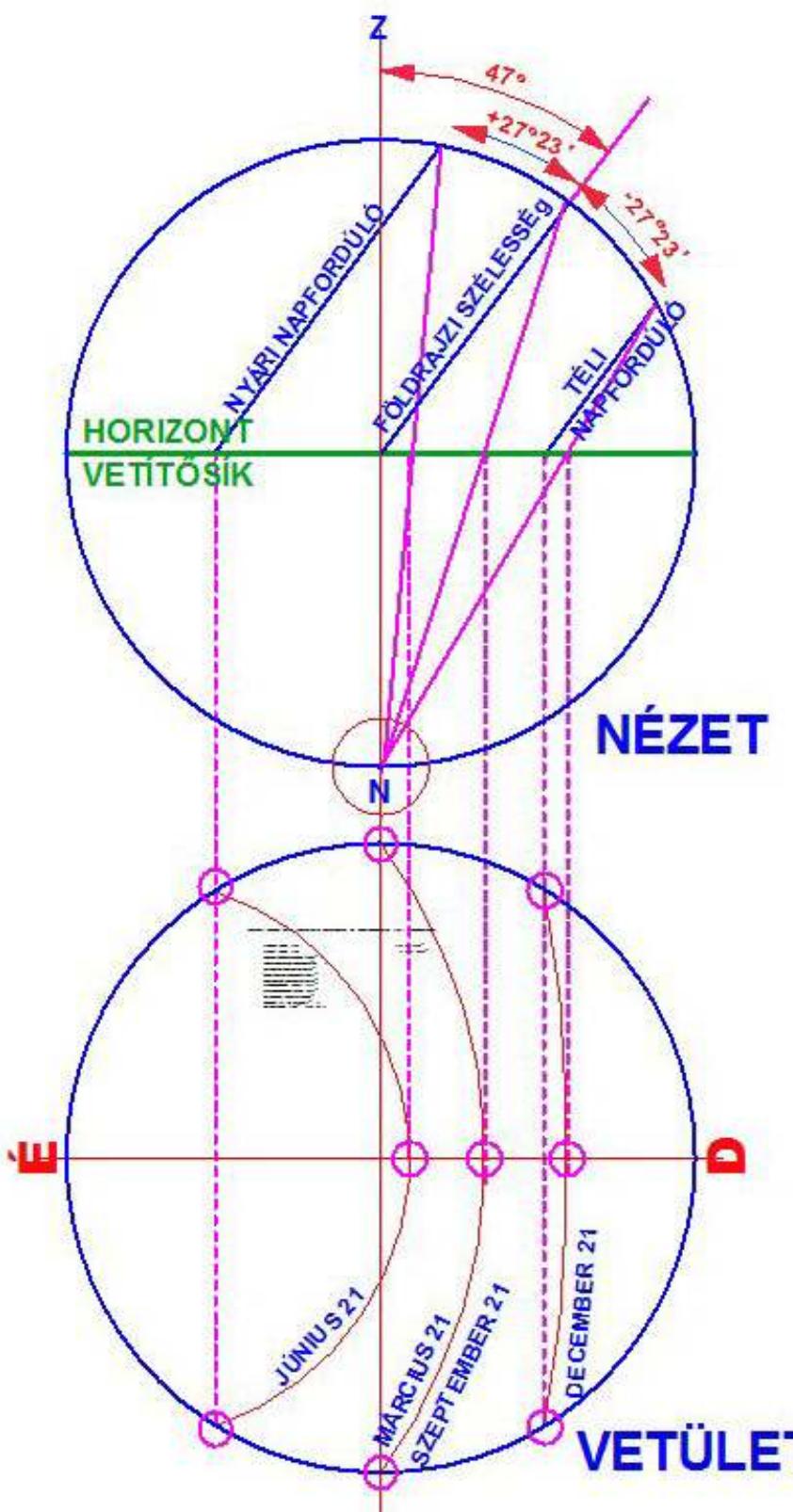
szélességi körének síkjával, amelyet az ábrán **SZAGGATOTT ZÖLD VONAL** jelez. S természetesen az össze többi, más napokhoz tartozó nappálya síkja ezzel párhuzamos, csupán a deklinációs szögértékkel magasabban vagy alacsonyabban észlelhető a Nap délnél. A legnagyobb eltérés pozitív-negatív irányban megegyezik a Föld forgástengelyének ekliptika síkjával bezárt szögével, a $23^{\circ}27'$ -cel.



94.sz. ábra A FÖLD HELIOGEOMETRIAI HELYZETE NAPÉJEGYENLŐSÉG IDEJÉN MÁRCIUS 21-ÉN ÉS SZEPEMBER 21-ÉN

NAPPÁLYA VONALAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

A sztereografikus nappálya szerkesztés a napéjegyenlőségi geometrián alapszik, s ebből indul el. Fel kell rajzolni a horizontot, s a föléje boruló képzeletbeli égboltot nézetben. A nappályák síkját a napéj egjenlőségi nappálya síkja határozza meg, amelynek dőlésszöge a **Zenittől mérve** egyezik a vizsgált település földrajzi szélességével. A 94.sz ábrán, Budapestre és az azonos szélességeken fekvő település számára készítjük el a nappálya diagramot. Ezért a napéj egjenlőségi nappálya dőlésszöge $\Phi 47^{\circ}$ lesz (kerekítve). Ezután a nappálya síkjának és az égboltnak metszéspontját levetítjük a horizontsíkra. A vetítés középpontjaként a **Nadir** pontot használjuk. A vízszintes vetületen jelennek meg a nappályák. A horizont síkra vetített pályasík-égbolt metszéspontot ortogonális párhuzamos vetítéssel levetítjük az Észak-Dél tengelyre. A **sztereografikus síkmetszetek** **vetülete mindenkor**. A nappálya sík a horizontot a Kelet –Nyugati tengelyen metszi, az égbolti pontot levetítettük a horizont



95.sz.ábra A NAPPÁLYÁK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

síkra, tehát a napéjegyenlőségi nappálya három pontját megszerkesztettük. Ezután a három ponton áthaladó körszegmenst szerkesztve előállítottuk a Napéjegyenlőség nappályáját. Téli nyári napforduló pályák szerkesztése leírtakkal azonos. Egyéb időpontok nappályáit a Δ szögértékek felhasználásával szerkeszthetjük meg.

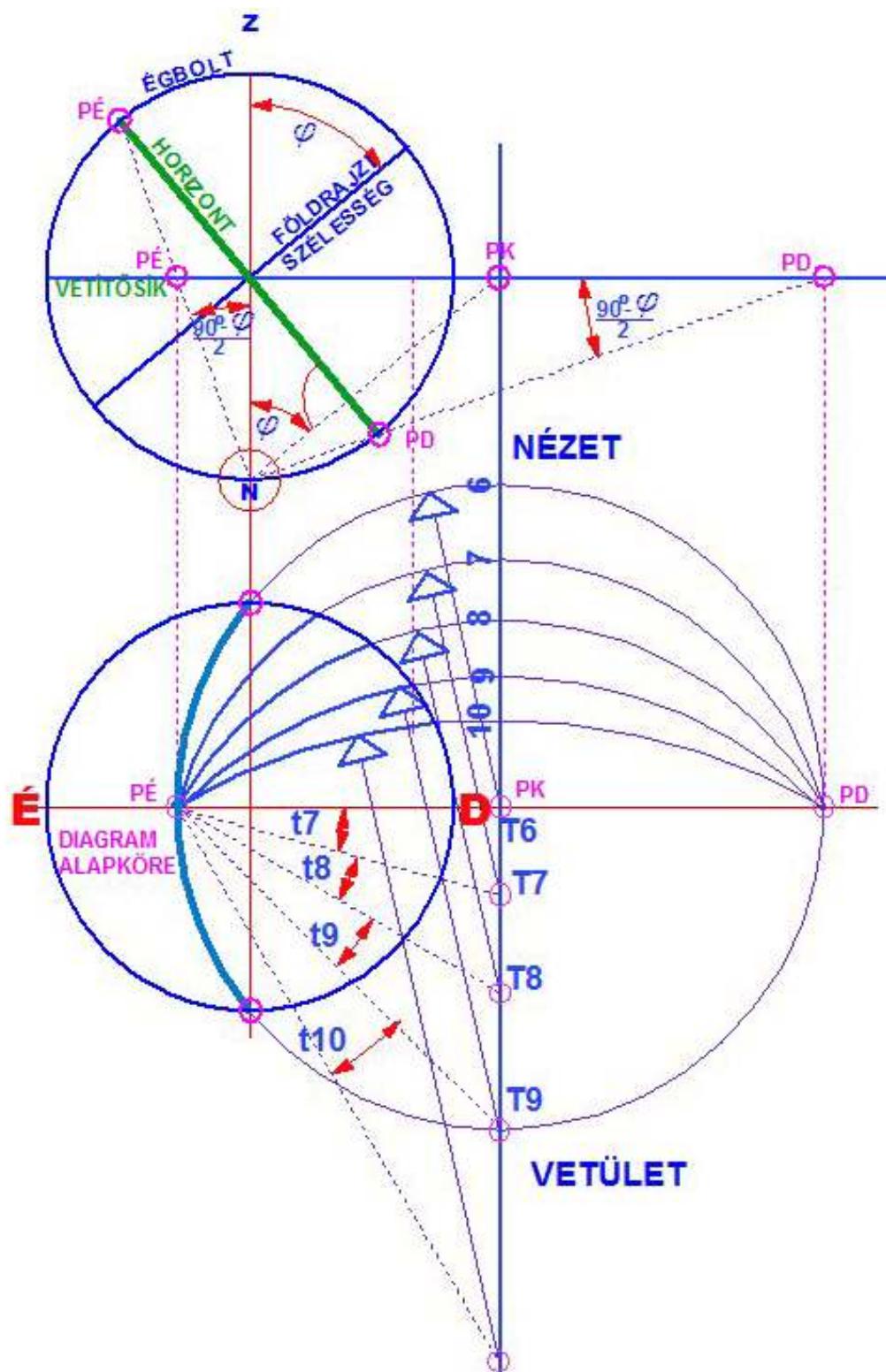
DEKLINÁCIÓS SZÖGÉRTÉKEK A HÓNAPOK 15. NAPJÁN

JÚNIUS 15	+23,28°
JÚLIUS 15	+21,63°
AUGUSZTUS 15	+14,18°
SZEPTEMBER 15	+ 2,30°
OKTÓBER 15	- 8,26°
NOVEMBER 15	-18,37°
DECEMBER 15	-23,23°
JANUÁR 15	- 21,21°
FEBRUÁR 15	-12,82°
MÁRCIUS 15	- 2,44°
ÁPRILIS 15	+ 9,47°
MÁJUS 15	+18,3 8°

ÓRAVONALAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

Az óravonalak megszerkesztéséhez felrajzoljuk a leendő nappályadiagram két alapkörét, közös tengelyre, nézetben és vetületben (96.sz. ábra). Nézetbe, Zenittől mérve belerajzoljuk a Φ napéjegyenlőségi nappálya síkját, amely minden földrajzi helyre vonatkozik, a földrajzi szélességgel megegyező Φ szöget zár be. A „horizontsík” végpontjait pontjait N -ból felvetítve a vetítő síkra, megkapjuk az óravonalak $PÉ$ (északi és déli pólus) PD pontjait. Az óra körököt vetületben a PK középpontból indítva a $PÉ$ és PD -en áhaladvat tudjuk felrajzolni. PK -ból indított $PÉ-PD$ kör a 6-18-órás óravonal, amelynek a diagram alapkörének átmérőjén kell áthaladniuk. Hiszen ezen a napon van a napéjegyenlőség és értelemszerűen ekkor áll a Nap a horizonton, tehát napkelte és nagynyugta van közepes napidő szerint.

További **T7,T8,T9** stb. órakörök középpontjait $PÉ$ -ból indított, rendre 15° -al növekvő egyenesekkel tudjuk kimetszeni jobbra, illetve balra a PK órakörök tengelyén. Az PK középpontot megkapjuk, N -ból merőlegeset emelünk a vetítő síkra, ahol ez az egyenes metszi a vetítő síket, ott helyezkedik el az órakörök tengelye. Vetületben az óraköröknek csak nappálya diagram alapkörén belül van értelmezési tartománya.



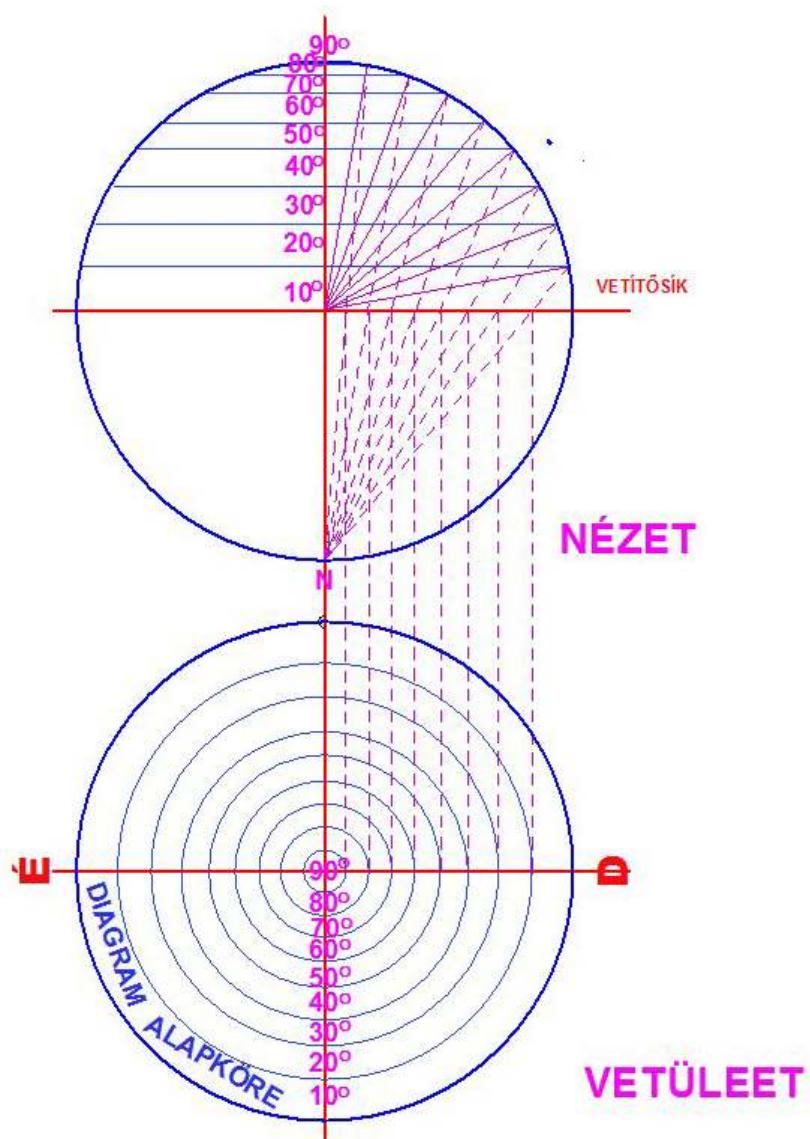
96.sz. ábra ÉGBOLTI ÓRARAVONALAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

©DR KUBA GELLÉRT - FELHASZNÁLÁSRA JOGOSULT:MAGYAR ÉPÍTÉSZ KAMARA TOVÁBBKÉPZŐ NPKft.

ÉGBOLTI MAGASSÁGVNALAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

A sztereografikus nappálya diagramokon a választott naptári és óraidőpontban a nap égbolti állásának altitudja, a Nap magassági szögét a napmagasságokat jelölő koncentrikus körökkel, vagy közöttük interpolálva tudjuk leolvasni.

A napmagassági köröket úgy szerkeszthetjük meg, hogy az Virtuális égboltot 10° -os szögnyílásokkal rendre elmertsük, s ezeket a metszéspontokat a vetületre sztereografikusan levetítjük, a vetítésd középpontjaként az **N** nadír pontot használva. A vetület középpontjából a levetített pontokon át koncentrikus köröket rajzolva megkapjuk az égbolt magasságokat jelző vonalakat. (97.sz. ábra).

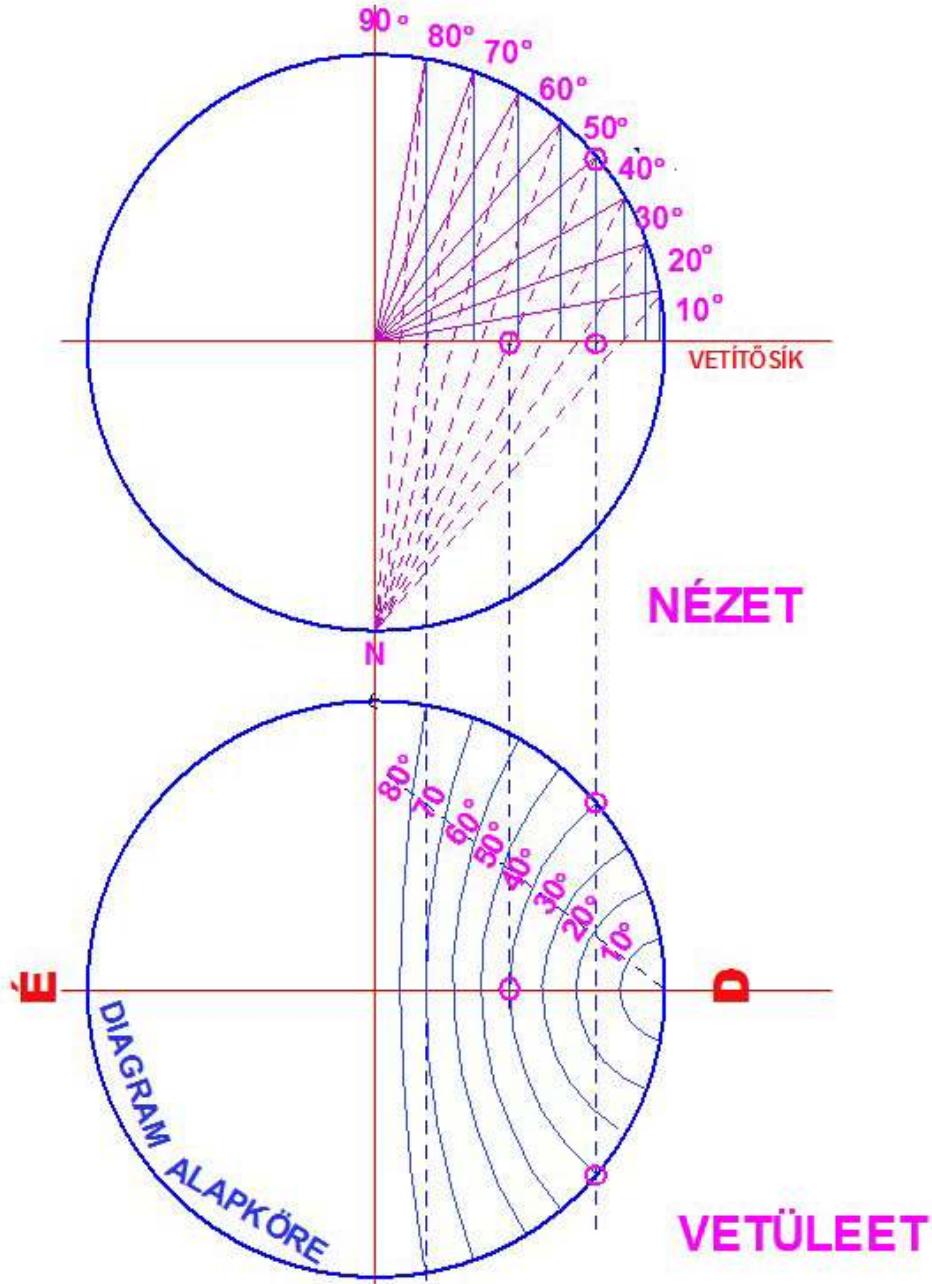


97.sz. ábra ÉGBOLTI MAGASSÁGVNALAK SZERKESZTÉSE

FÜGGŐLEGES SÍK BEESÉSI-SZÖG VONALAINAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

FÜGGŐLEGES SÍK BEESÉSI-SZÖG VONALAINAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

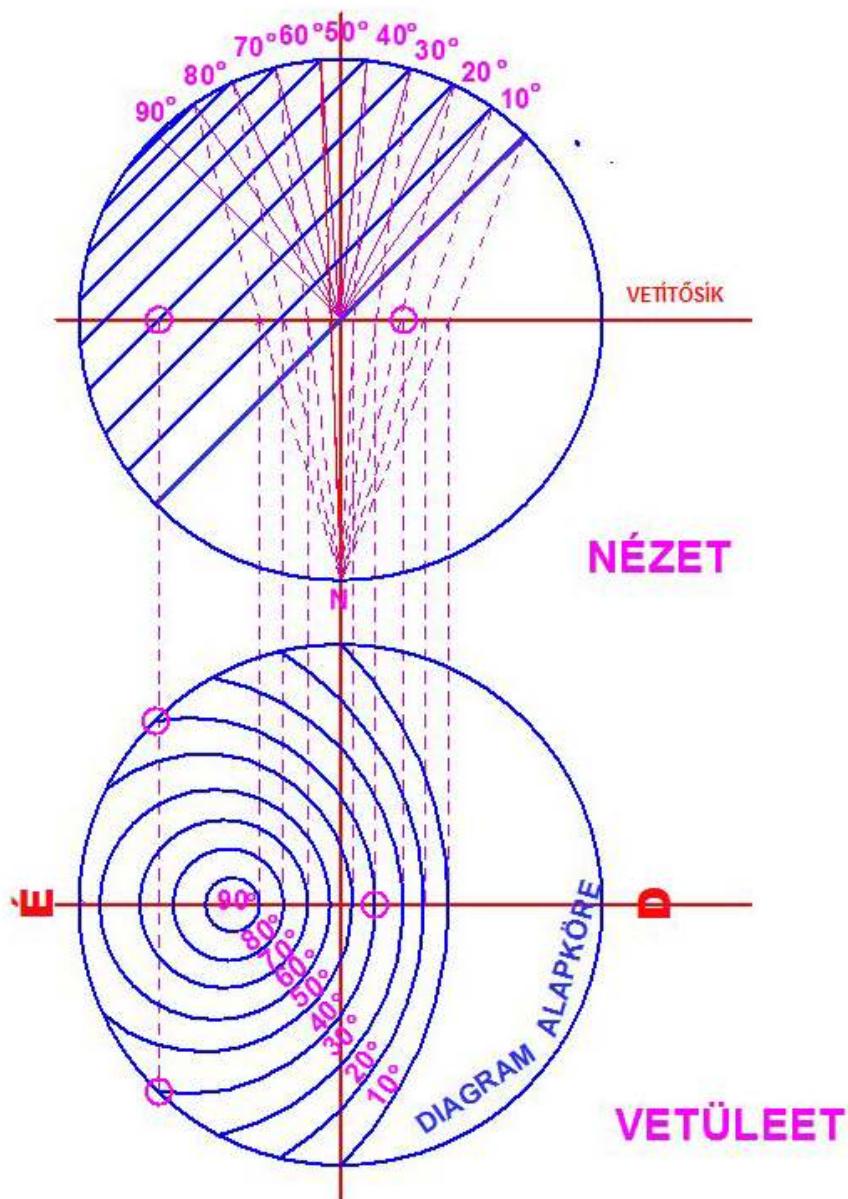
Függőleges sík beesési-szög vonalát megkapjuk, ha a virtuális égboltot egymástól 10°-os szögtávolságra, egymással párhuzamos függőleges síkokkal elmetesszük, s a metszésvonalakat sztereografikusan, **N** vetítési középpontot használva a vetítősíkra levetítjük (98. sz.ábra).



98.sz. ábra FÜGGŐLEGES SÍK BEESÉSI-SZÖG VONALAINAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉS

FERDE SÍKOK BEESÉSI-SZÖG VONALAINAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

Ferde síkok beesési-szög vonalait megkapjuk, ha az adott dőlésű síkkal párhuzamosan a virtuális égboltot elmetszük, s ezeknek a metszéspontoknak vetületeit sztereografikusan, az **N** nadír pontot, vetítési középpontként használva levetítjük a vetületi síkra. (99.sz. ábra).



99.sz.ábra FERDE SÍKOK BEESÉSI-SZÖG VONALAINAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

Nappálya diagramot úgy állíthatunk elő, ha a nappálya nyomvonalat, óravonalat és a magassági vonalakat egyesítjük egy diagramban közös alapkörön belül.

A beesési szögmérőket, mint rátét diagramokat használjuk akkor, ha pl. az üvegfelületre eső napsugarak beesési szögeinek meghatározása szükséges.

