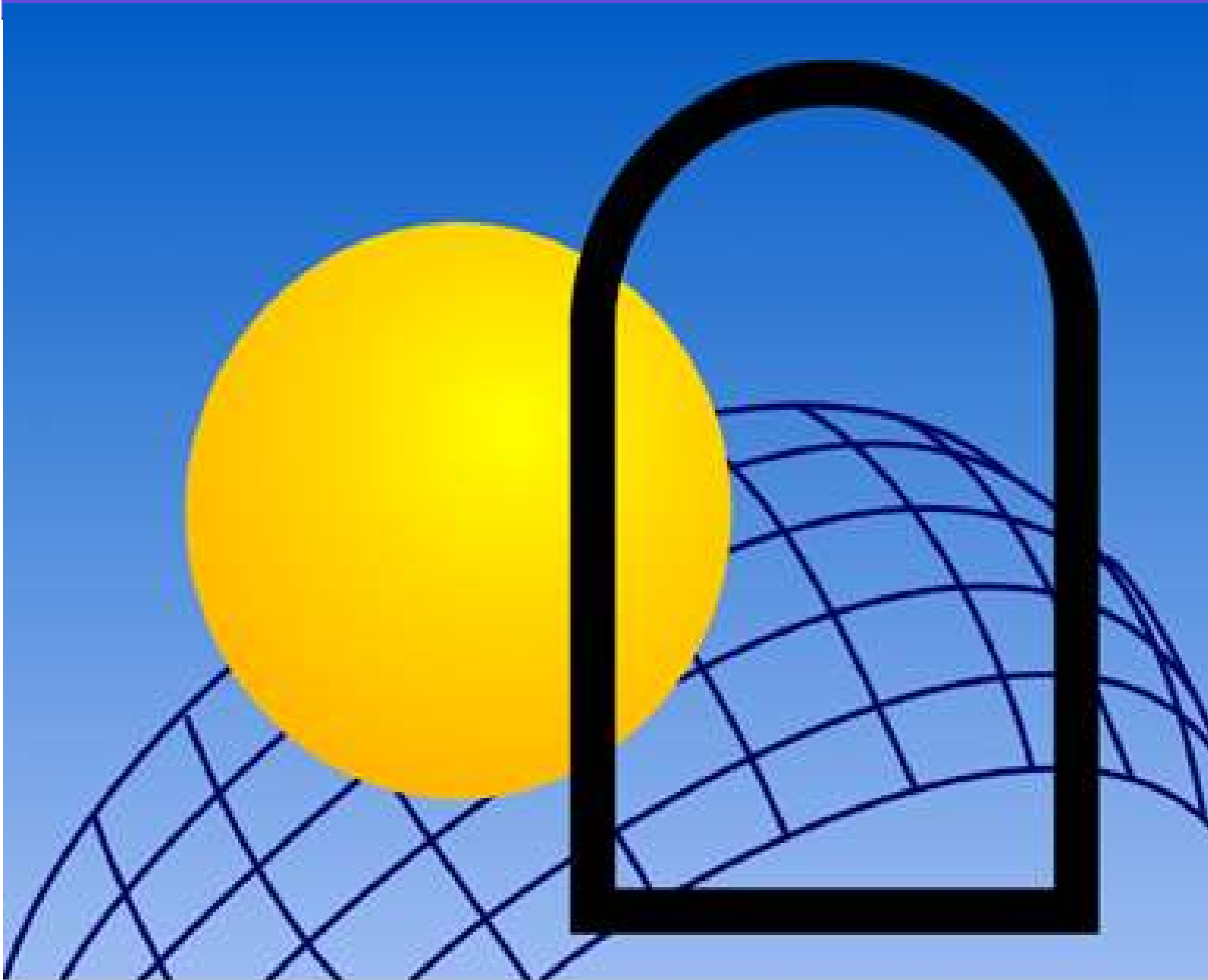


NAPÉPÍTÉSZET



SUNARCH

NAPÉPÍTÉSZET

ELMÉLET ÉS ALKALMAZÁS

DR. KUBA GELLÉRT

LEKTORÁLTA
SCHÜLLER FERENC

2013 AUGUSZTUS

FEJEZET CÍME	TARTALOMJEGYZÉK	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 alpműveletek síkkal vonallal, ponttal, szöveggel		20
A program beállítás lehetőségei		23
Kétablakos szoba benapozás vizsgálata		24
Ablakfölötti erkély árnyékhatásának vizsgálata vetítő sugarakkal		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
Mellékletek		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 égtéken 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 napfénnel kapcsolatos – benapozási – árnyékolási – napenergia hozam számítási feladat elvégzésére, napenergiát elnyelő felületek optimális hozamot nyújtó tájolásának megkeresésére. A műveletek eredménye grafikusán, 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 biológiailag a természetes fény szabályozza. A mesterséges fény a hormontermelést megzavarja. A vitális hormonok termelésének mennyiségét 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 fáradékonyság, 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 takarékoságnak, 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 tér el az évmilliók alatt kialakult megszokottól, amilyen mértékben a fény spektruma eltér a napfénytől. **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 árnyékküszöbök, az az, a meteorológiai 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 tárgyak, 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 épületkörvonal, 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 takarnia kell az üvegezés előtt.

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

A várható globális energiaválság előrevetíti 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 dőlése, 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 iránya ismert, akkor a sorközök távolságának megválasztásával, a sorok irányának tájolásával, a szoliter fák egymás közötti távolságának beállításával az egymásra vetített árnyék célszerűen csökkenthető, szabályozható.

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

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

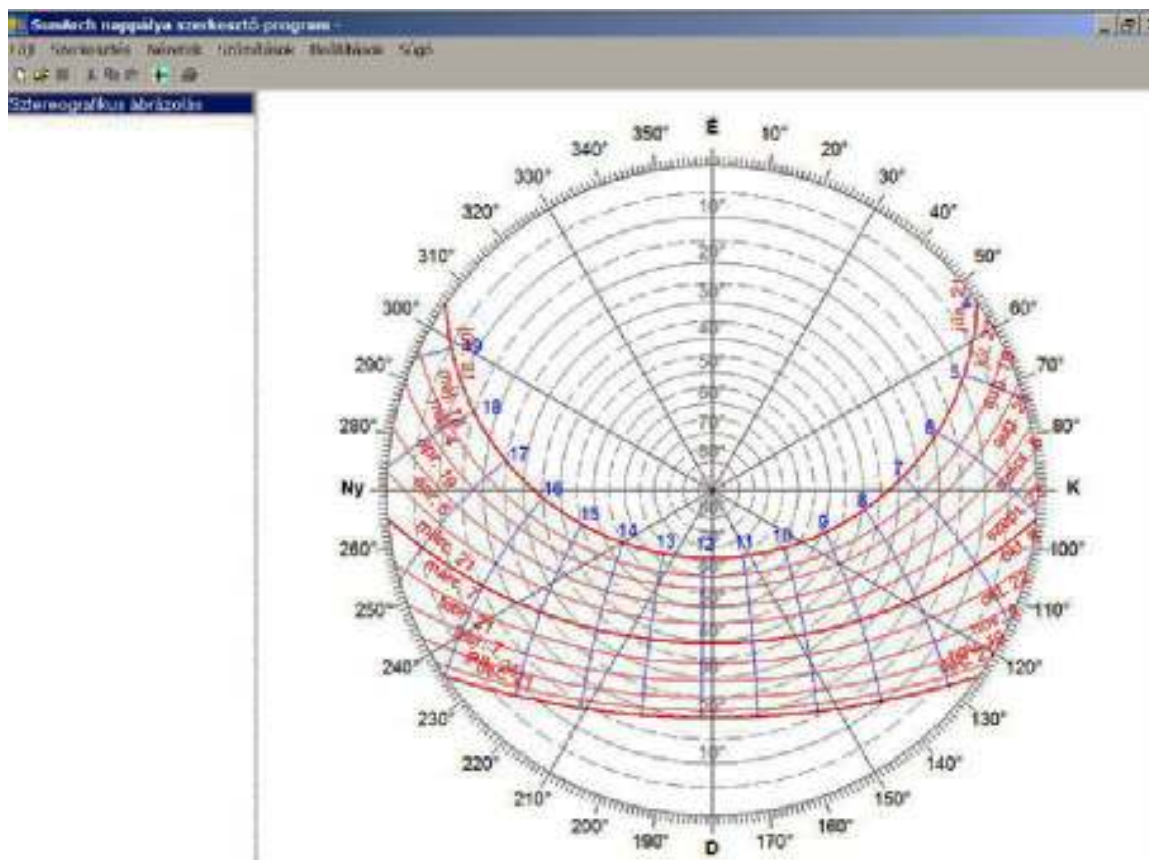
van leírva, hogy segítségével bárki használhassa a felkínált, első ránézésre bonyolultnak tűnő szerkesztéseket.

A program egyszerű elsajátítása céljából példák segítségével mutatjuk be a szükséges egymás utáni lépéseket. Az egyszerűbb példaktól a bonyolultabb feladatok felé haladva szemléltetjük a **SUNARCH** program széleskörű felhasználhatóságát. Érthető 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 szövegben az alap betűtípustól 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 szólnunk. 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 rapididőben** 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** szög fok értékeket jelöli. Amennyiben a vizsgálandó település nem szerepel a felsorolásban és igen nagy pontosság a követelmény, akkor a kínálatból az adott település közelében fellelhető 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**.

A földrajzi pozíció adatai

Település neve: Adatbázisból...

Időzóna: GMT +01:00

Földrajzi szélesség: 47° 0' északi

Földrajzi hosszúság: 18° 0' keleti

OK
Eset
Súgó
Betöltés...
Mentés...

Meteorológiai adatok

Dátum: január 1 Napkelte: 7:51 Napnyugt: 16:09

Adatsorok:

időpont	azimut	magasság	szög
8:30	152.4	5.4	
9:30	145.2	11.8	
10:30	158.5	16.6	
11:30	172.7	19.2	
12:30	187.3	19.2	
13:30	201.5	16.6	
14:30	214.8	11.8	
15:30	226.9	5.4	

magasság	szög
0°	
30°	
60°	
90°	
120°	
150°	
180°	
210°	
240°	
270°	
300°	
330°	

Töröl Direkt értékek számítása a vízszintes felületre eső értékekből... Felvesz Teszt...

2.ábra PÁRBESZÉD ABLAK A FÖLDRAJZI HELYZET MEGHATÁROZÁSÁHOZ

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 **hosszúságon** 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 területegységeként, megyéenként, csoportba szervezve találhatók az egyes települések. Kettős klikkellésekkel kiválasztjuk azt a települést ahová a vizsgálati pontot 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 Sűgő kinyitásával, mindenkor segítséget kapunk az elvégzendő művelethez.

Időkorrekciót kell végrehajtanunk, ha kellően pontos napállások szerint kívánunk dolgozni, mert az úgynevezett „pontos idő”, másképpen „**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 **meridián**on (délkörön) áll, tehát a vizsgáló számára az égbolton a lehető legmagasabb ponton látható. Ebből mindjárt megérthető, hogy egy országon belül nem lehet mindenki fölött egyszerre a legmagasabb égbolti ponton a Nap amikor deket 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 órávonala 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 csillagászati dél, amikor az órák deket jeleznek, mert a csillagászati dél a 15°-os keleti hosszúságra vonatkozik. Ez a hosszúság pedig valahol Salzburg mellett helyezkedik el.

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

Az **időkorrekcióval** az **órávonalak** 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 fokként $60\text{perc}/15^\circ = 4\text{perc}/1^\circ$. Tehát ha a vizsgált település a fő időmeridiántól keletre fekszik, akkor annyiszor 4 időpercet kell az óraidőhöz hozzáadni, ahány hosszúsági fok a különbség. Ha a település nyugati irányban fekszik a 15° -os fő időmeridiántól, akkor a fokkénti különbség szerint 4 percet kell levonni a „pontos”, úgynevezett helyi, vagy óra időből. Minthogy a nemzetközi idő meridiánok Greenwich 0° hosszúságtól Keletre, Nyugatra 15 fokként helyezkednek el, ezért, BUDAPEST nemzetközi időszámítás szerint az I. keleti időzónában fekszik, s ezért GMT+ 1óra a „PONTOS” idő az úgynevezett (Greenwich 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 deket harangoznak, akkor a Nap csillagászatilag már $4^\circ \times 4\text{perc} = 16\text{perccel}$ túlünk Nyugaton, a 15° fokos időmeridián fölött áll. Tehát Budapesten a csillagászati közepes napidő 12 óra 16 perc. Ezért van szükség időkiigazításra, amit a program automatikusan elvégez, amennyiben a helyes földrajzi koordinátákat használjuk.

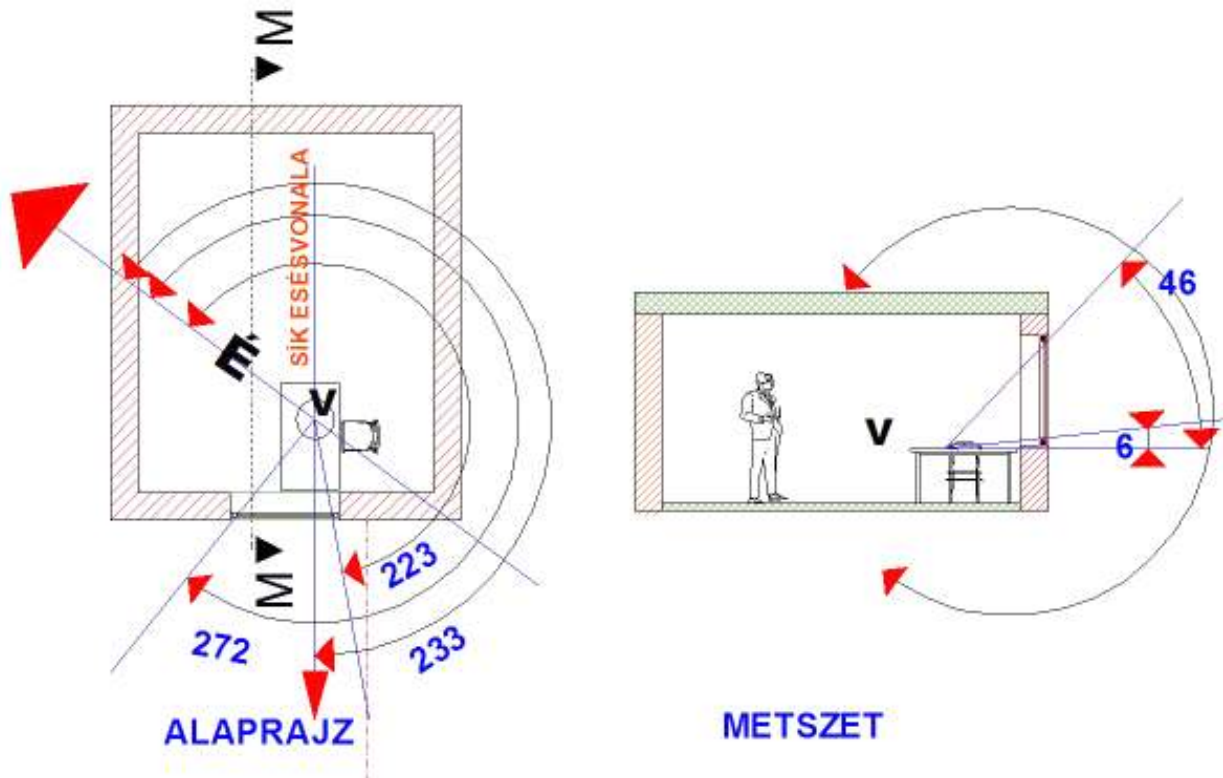
A **SUNARCH** program felhasználásával az életminőség szempontjából nélkülözhetetlen **benapozás** és annak időpontja, időtartama, bármilyen építészeti térre, vagy szabad térre vonatkoztatva, egy tetszőlegesen, de célszerűen választott „V” vizsgálati pontot illetően ellenőrizhető, vagy megtervezhető, 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 módokat 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*.

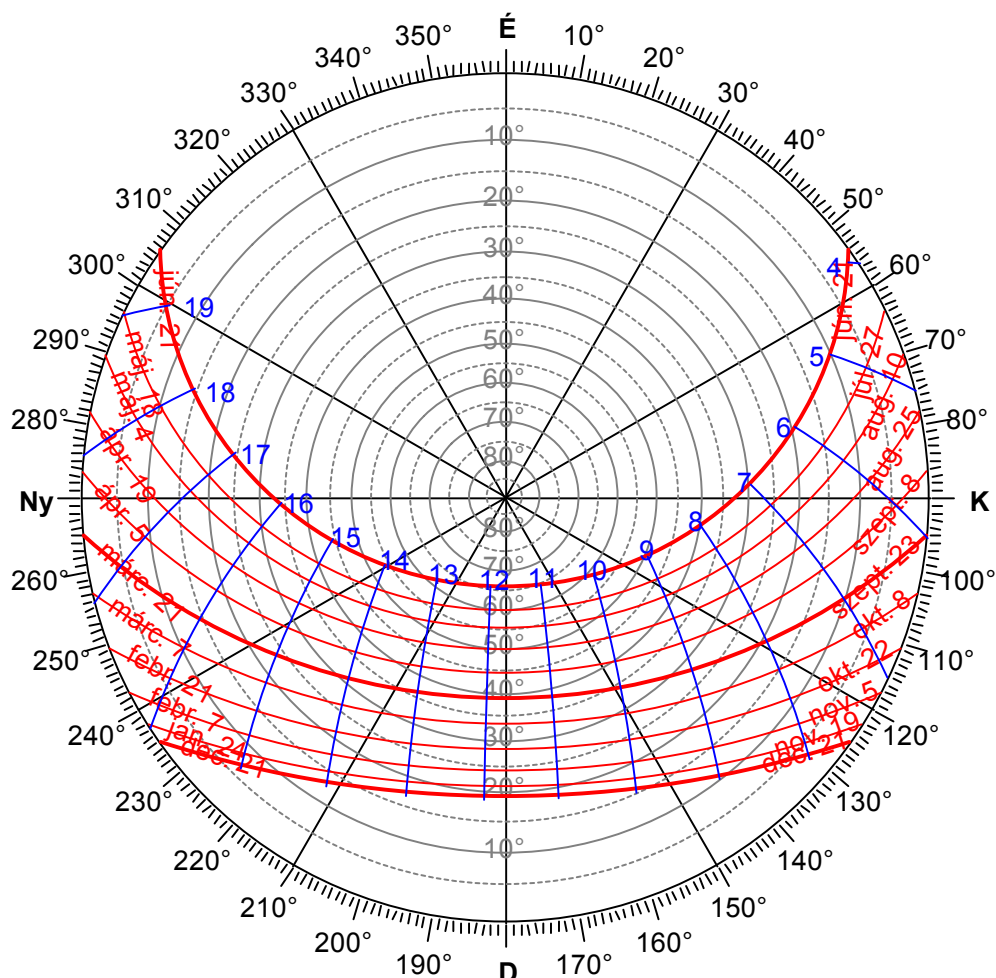


3.sz. ábra EGY ABLAKOS SZOBA BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

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 körvonalát a virtuális égboltra. Minthogy az ablak körvonala egyenesekkel határolt geometriai idom, ezért egyszerűség kedvéért képzeletben úgynevezett vetítő síkokat használhatunk. Egy adott ponton és egyenesen egyetlen síkot lehet átfektetni. A szerkesztéshez a „V” pontból kiindulva az **ablak üvegezésének függőleges szélein** egy-egy képzeletbeli síkot vezetünk át, s ezek természetesen függőleges helyzetűek, úgynevezett függőleges vetítő síkok. A vetületeiknek (nyomvonalaiknak) **azimútjai**, azaz északtól mért szögtávolságaik, mint az ábrán látható, 233° és 272° .

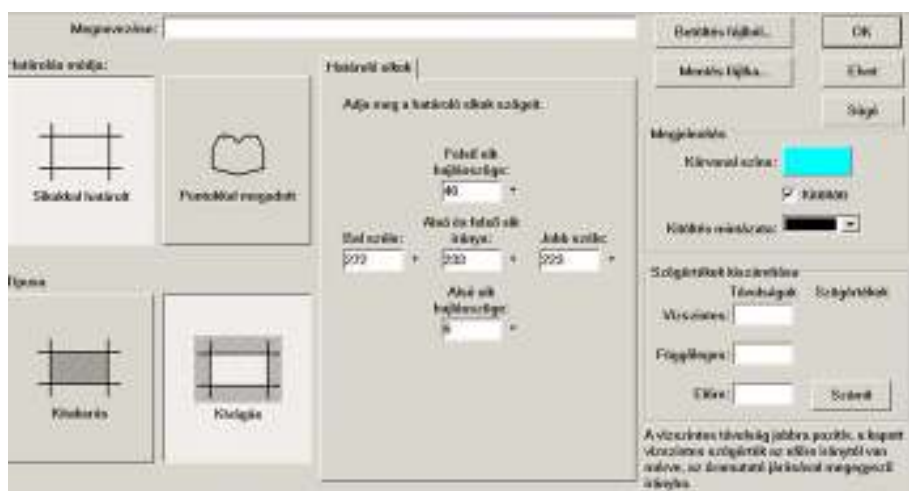
Ezután a szoba metszetéről leolvasható az üvegtábla felső és alsó vízszintes élén, a „V” pontból szerkesztett vetítő, úgynevezett vízszintes vetítősíkok és a horizont síkkal bezárt hajlásszögek értékei, esetünkben 6° és 46° .

Ha fent megadott koordinátákkal 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.



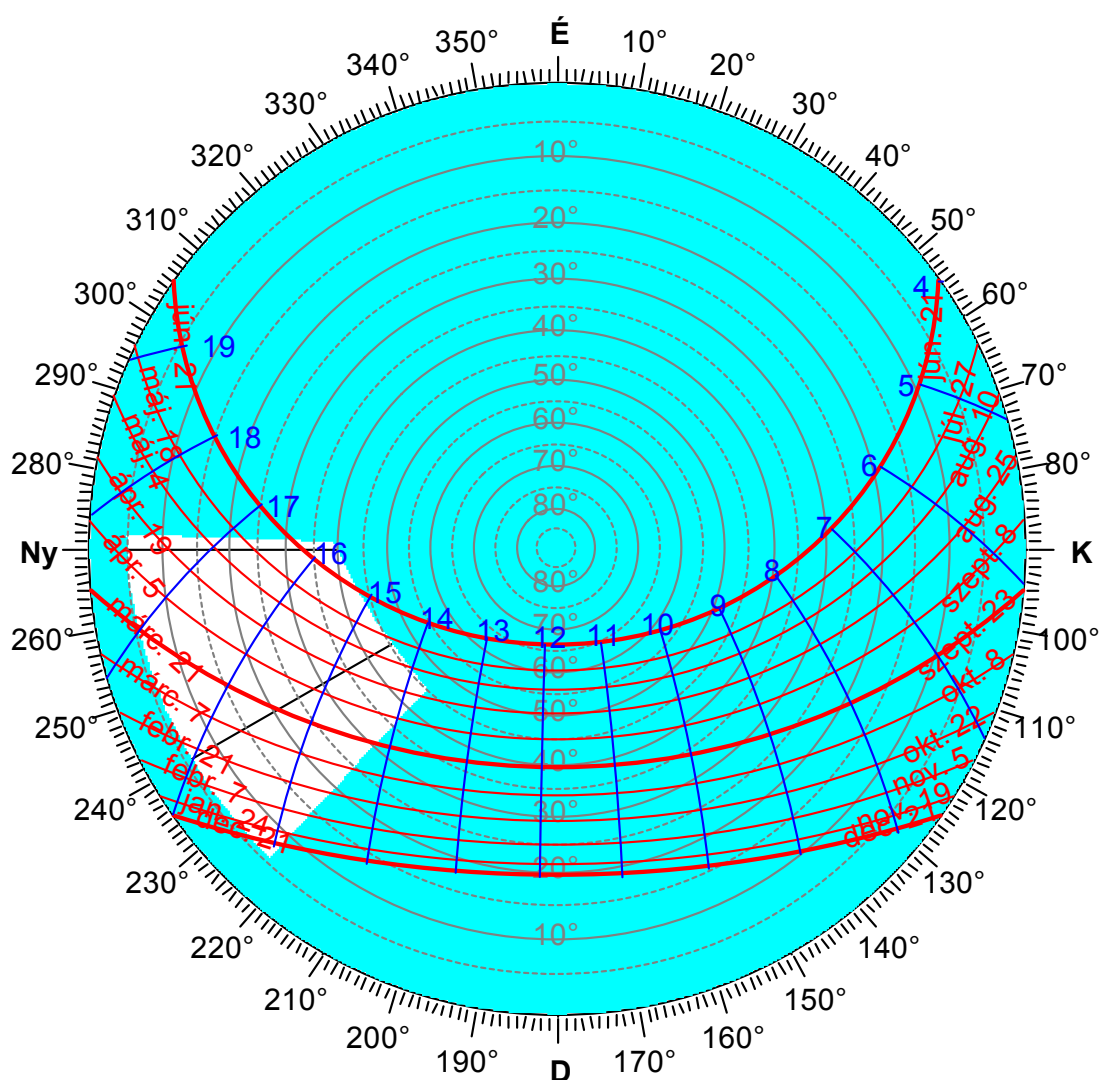
4.sz.ábra BUDAPEST SZTEREOGRAFIKUS NAPPÁLYA DIAGRAMJA

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



5.sz. ábra KIVÁGÁS PARANCSSÁBÓ 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 metszősík 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 klikkelve 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 koncentrikus körök az égbolti magasságok láthatóak. A Nap látszólagos égi pályái, a Nap égbolti nyomvonalai 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 érkezik 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 nappályadiagram egyes elemeinek megválasztására, ha a *Megjelenési opciók* közül valamelyik parancsot használjuk (7.sz. ábra).

7.sz.ábra NÉZET ADATOK MEGVÁLTOZTATÁSA PÁRBESZÉD ABLAK.

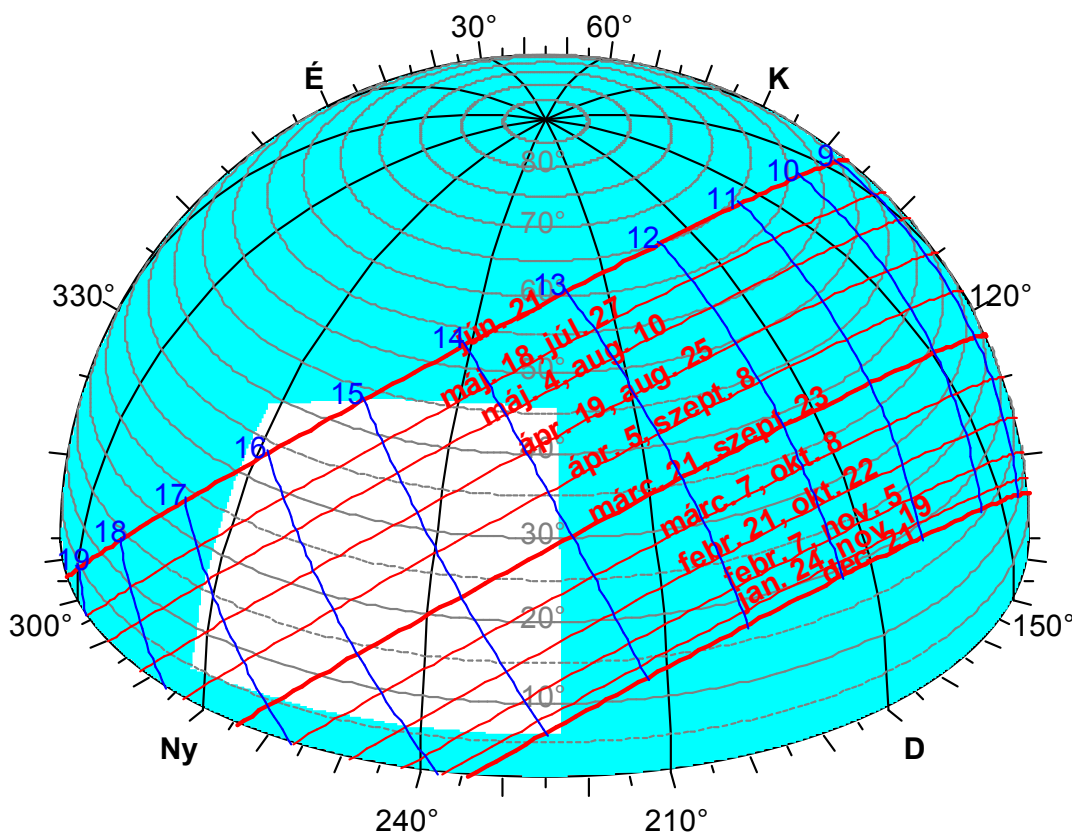
A *Tengelyek megjelenítése* parancssal a diagramon a pólusokat összekötő tengelyeket jelenítjük meg. A *Hosszúság vonalak megjelenítése* parancs kikapcsolásával a hosszúság vonalakat törölhetjük. Az *Óravonalak és értékek megjelenítése* parancs, ezek ki-be kapcsolását teszi lehetővé. A *Beesési szög vonalak és értékek megjelenítése* parancssal bármilyen tájolású és dőlésű sík beesésési 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

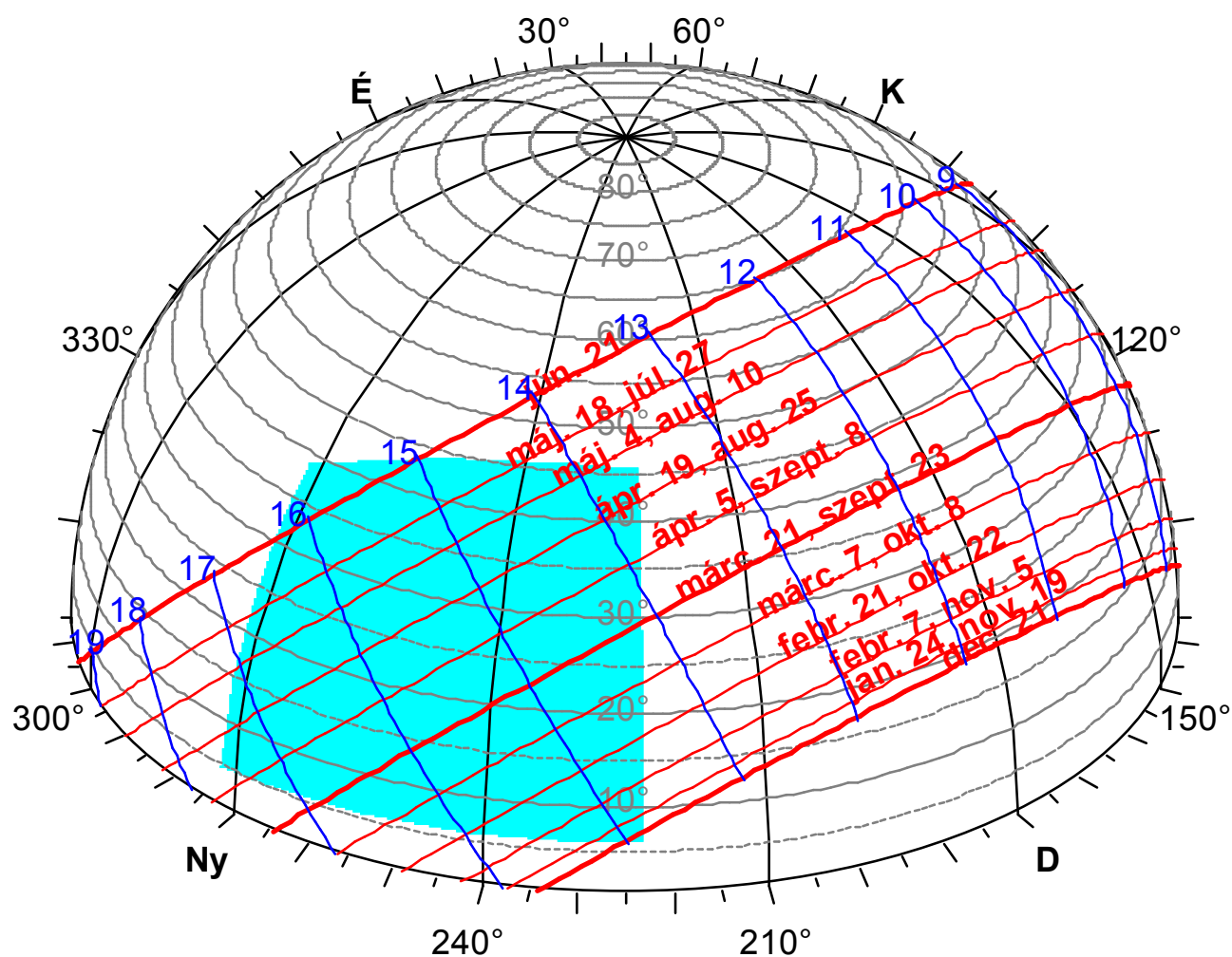
Miután a vizsgált földrajzi helynek megfelelő nappálya diagramot a fenti útmutatás segítségével előállítottuk és az 5.sz. ábra szerinti *nézet adatok* párbeszéd ablakot legördítettük, azon az *égboltra vetítve* parancsot kell választani. Hogy a legjobban szemléltető helyzetbe forgassuk a majd megjelenő 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.



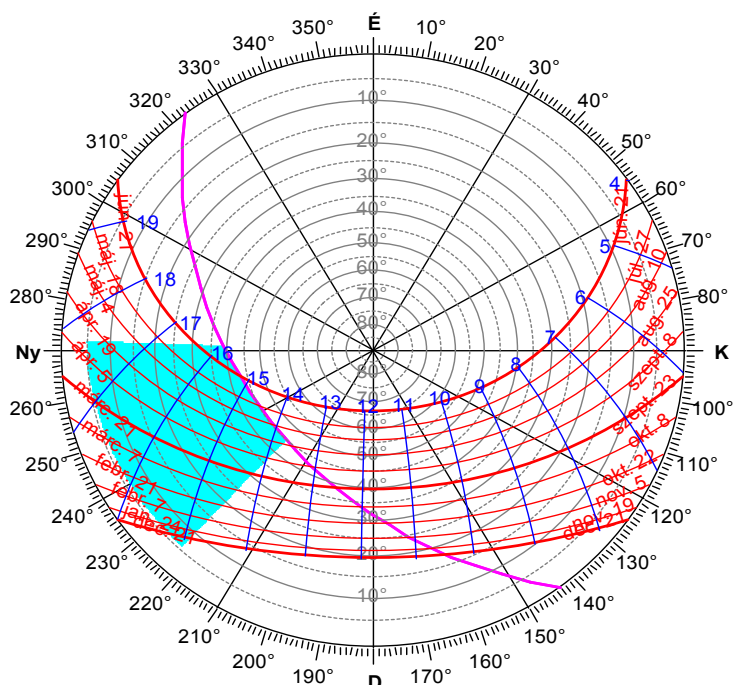
9.sz. ábra AZ ABLAK ÉGBOLTRA VETÍTETT KÉPÉNEK POZITÍV MEGJELENÍTÉSE

A SZERKESZTÉS ELLENŐRZÉSE

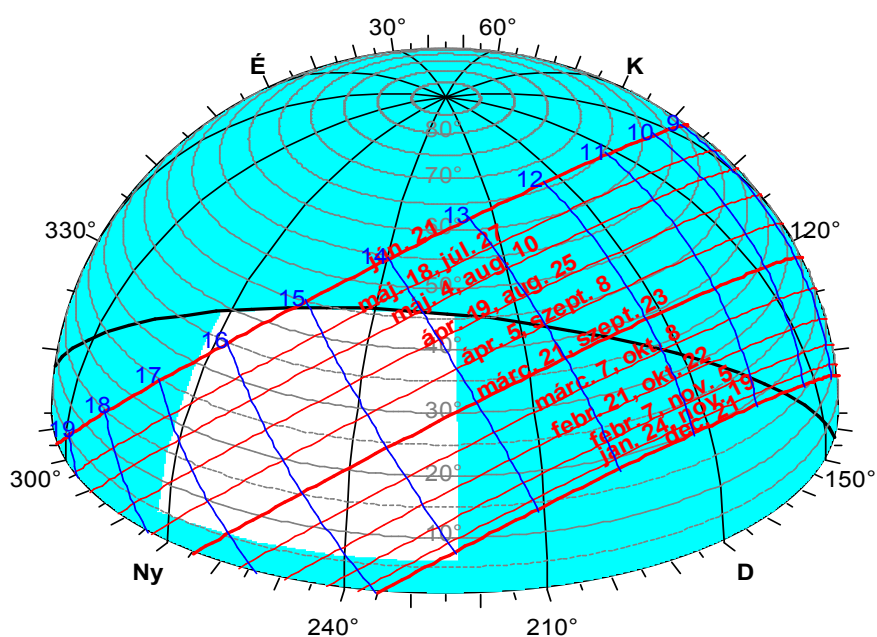
Lehetőséget ad a program az elvégzett szerkesztések helyességének ellenőrzésére. Az 3.sz. ábránk esetében, ha képzeletben egy síkot fektetünk a „V” vizsgálati ponton és az ablak szemöldökén át, akkor e sík égbolttal való metszésvonalának, azaz az égbolti nyomvonalának, ha helyes a szerkesztés, bármely 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 mentjük el a szobaablak *kitakarással* előállított sztereografikus képét, amelyen az ablak pozitíven jelenik meg.

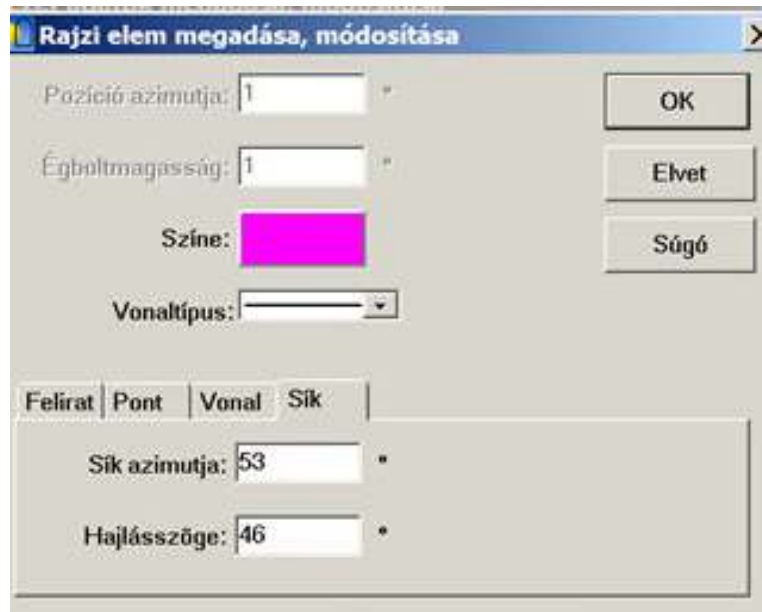


10. sz.ábra. A SZOBA ABLAK „V” VIZSGÁLATI PONTBÓL ÉGRE VETÍTETT SZTEREOGRAFIKUS KÉPÉNEK ELLENŐRZÉSE



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* felíratra. 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 **azimutját** kell megadni, amely jelen esetben 53° (a z **esésvonal** 233° - 180°). A sík hajlásszöge



12.sz.ábra RAJZI ELEMÉK MEGADÁSA, MÓDOSÍTÁSA PÁRBESZÉD ABLAK

változatlanul 46° . A *Szín*-re kattintva itt választhatjuk ki a metszésvonal színét, a *Vonaltípus* paranccsal 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° azimutu síkkal meg kell ismételni a fent leírt eljárást.

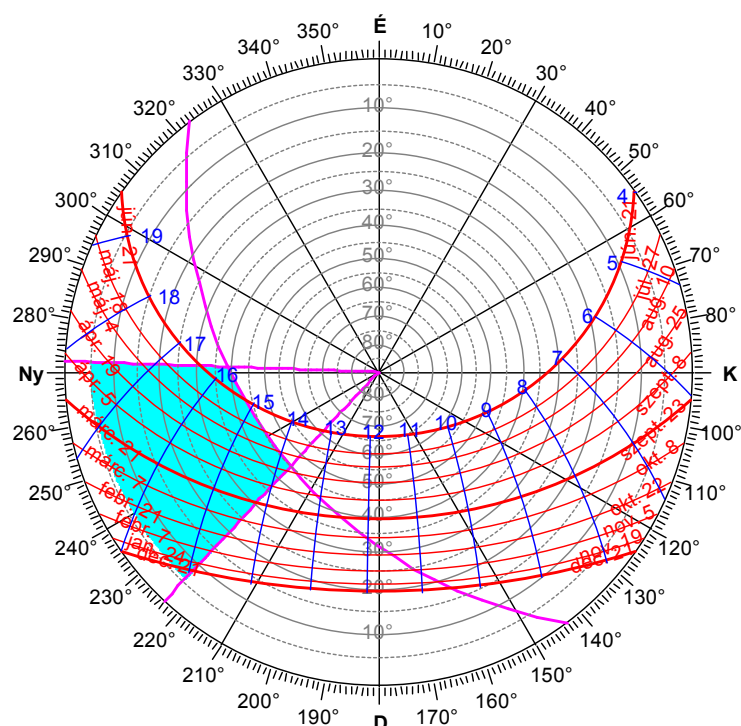
A kávvonalak ellenőrzése egyszerűbb. Az alaprajzon leolvasható, hogy a „V” ponton és az ablakkávákön átfektetett függőleges vetítő síkok **azimutjai** 223° és 272° értéket mutatnak.

Az ablakkávákön 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.

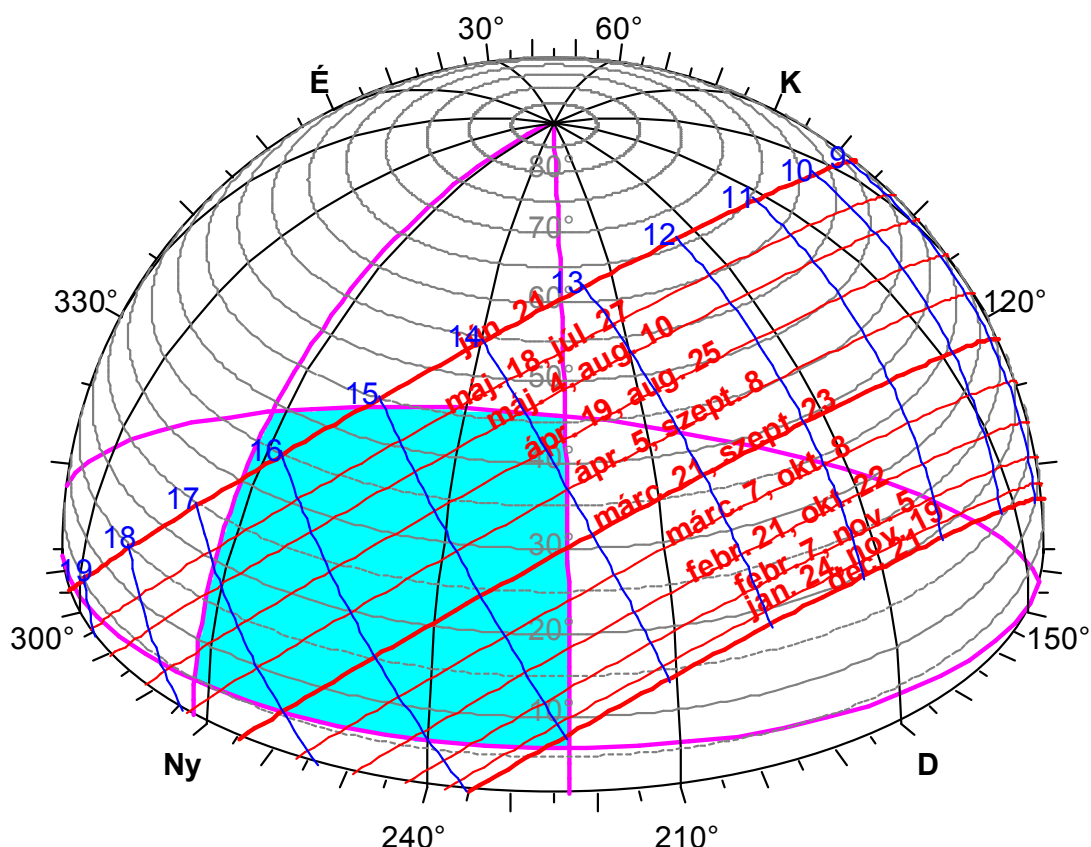
Ki kell nyitni az szemöldök ellenőrzés, elmentett, sztereografikus 10.sz.ábráját. A *Sztereografikus ábrázolás* felíratra jobb gombbal kattintva *módosítás* paranccsal, a legördülő párbeszéd panelen *Új rajzi elem*-re kattintva, megnyílik a 13.sz.ábrán látható *Rajzi elem megadása, módosítása* párbeszéd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

13.sz.ábra PÁRBESZÉD ABLAK VONALRAJZOLÁSHOZ



14.sz.ábra AZ ABLAKKÁVÁK VETÜLETÉNEK ELLENŐRZÉSE FÜGGŐLEGES VETÍTŐSÍKOKKAL SZTEREOGRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSBAN

Ezen kiválasztjuk a *színe* paranccsal a használni kívánt színt, *Vonaltípus* paranccsal 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 beírunk: *Pozíció azimutja* : 272°, *Égbol magasság* : 0°, *Végpont azimutja* : 272°, *Égbolt magasság* : 90°. Ha kitöltöttük 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 képén 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 metszősíkot 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 kételyek merülnének föl.

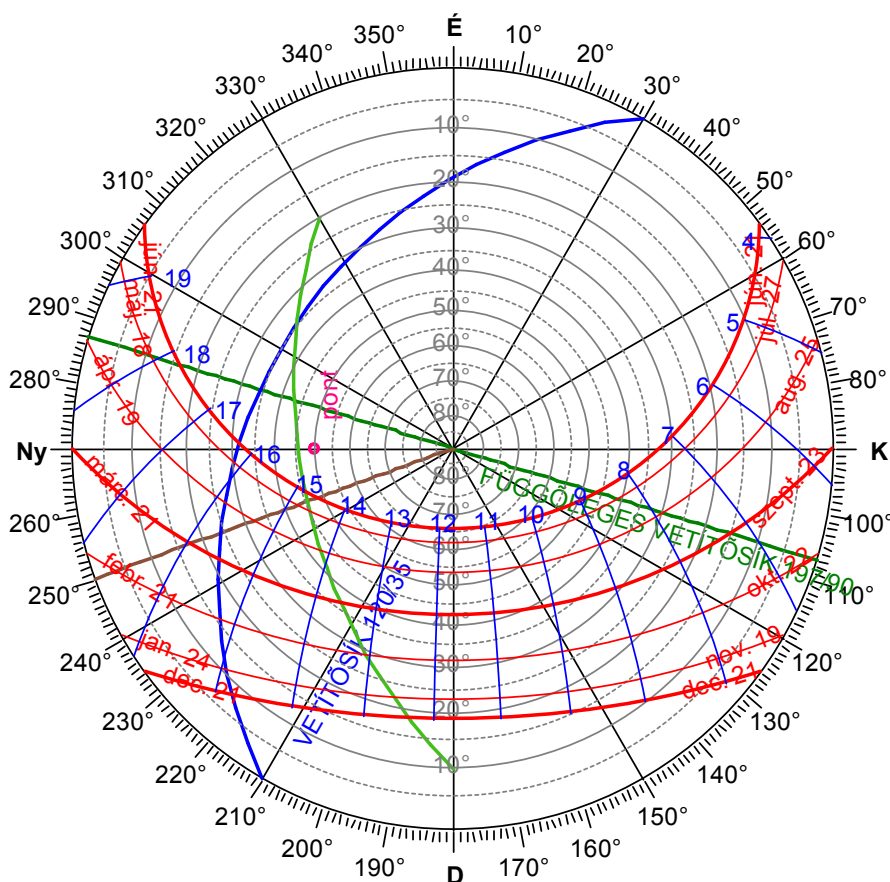
HELIO-GEOMETRIKUS ALAPMŰVELETEK

SÍKKAL, VONALLAL, PONTTAL ÉS FELIRATTAL

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

Égboltot valamilyen szögben elmetsző sík létrehozható, ha a földrajzi koordináták megadása után a megjelenő sztereografikus diagram bal felső sarkában a *Sztereografikus ábrázolás* felíratra kettőt 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* parancssal 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 iránya jelöli. (Azaz a sík nyomvonalának azimutja+90°)**

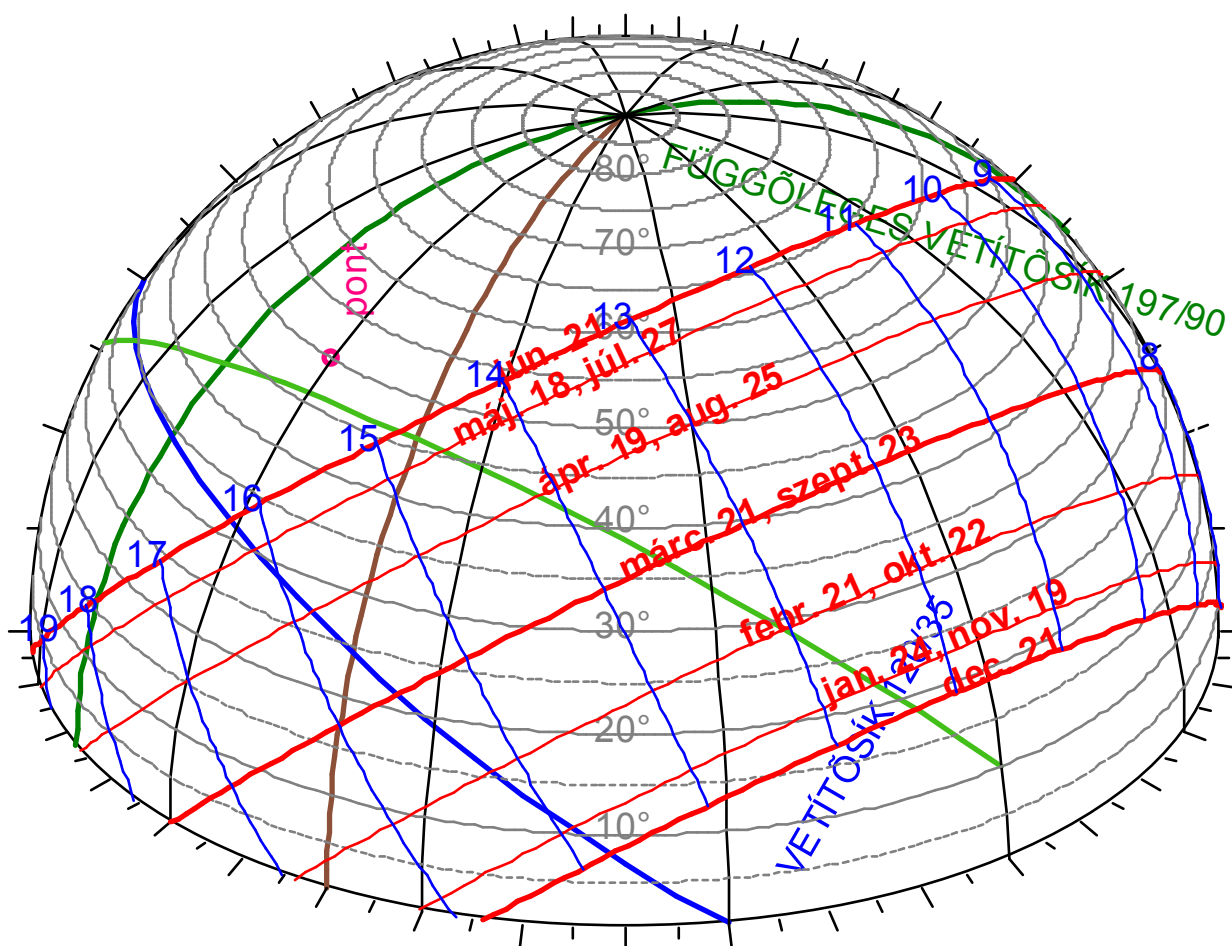


**16.sz.ábra METSZŐSÍKOK, VONAL PONT ÉS FELIRAT SZERKESZTÉSE
SZTEREOGRAFIKUS VETÜLETBEN**

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 metszészvonala 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 SZERKESZTÉSE ÉGBOLTRA VETÍTETT TÉRBELI MEGJELENÉSBEN

ábra bal felső sarkában sötétkéssel fedett felírra 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 magasság*ot, pedig legyen 50°.



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

Ha a szerkesztett **PONTHOZ** felíratot 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 azimutja* parancshoz 90°-ot írunk be. A felirat elhelyezése a szögértékekkel változtatható. A felirat *Égbolt magasság*-ának 50°-ot választottuk. A *színe*-t 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 *Írányszög* ablakban rendelkezhetünk a szöveg elhelyezéséről. A szög fok 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.

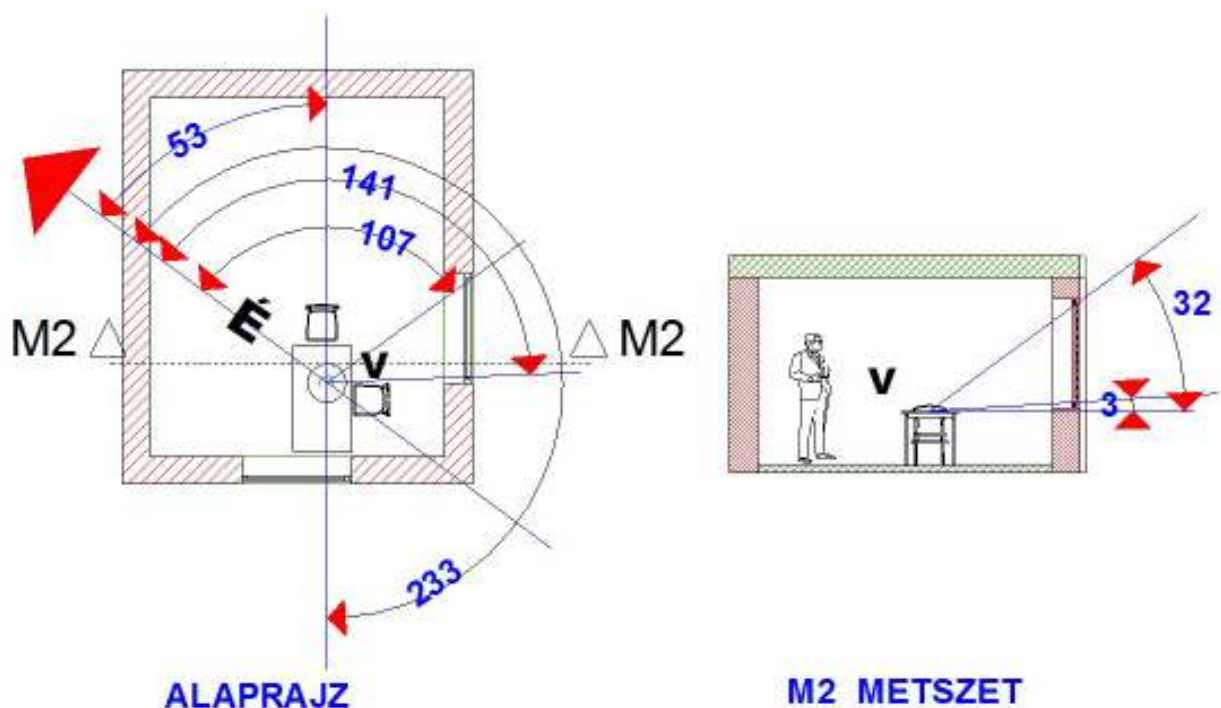


A *Diagramok tulajdonságai* ablak (19. sz. ábra) lehetőséget ad a diagram vonalai színét, a fokbeosztásokat, dátum formátumot és betűméretet megválasztani.

19. sz. ábra DIAGRAMOK TULAJDONSÁGAIT VÁLASZTHATÓ PÁRBESZÉD ABLAK

KÉTABLAKOS SZOBA BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

Egy helyiségnek természetesen több ablaknyílása is lehet. Egy példán bemutatjuk, hogy miként lehet egy második ablak égre vetített képét is megszerkeszteni. Az új alaprajzi elrendezést a 20.sz. ábra mutatja. A korábbi helyiséget használjuk a „V” vizsgálati pont helyét változtatlanul 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 kitakarással* dolgozunk. Vetítő síkokkal metsszük ki az ablak képét az égboltból és most a pozitív kitöltést választottuk, vagyis az ablakok képe *kitakarás paranccsal* jelenik meg, a látható égbolt felület üresen marad.

Megnevezése:

Határolás módja:

Síkokkal határolt

Pontokkal megadott

Típusa

Kitakarás

Kivágás

Határoló síkok

Adja meg a határoló síkok szögeit.

Felső sík hajlásszöge: °

Alsó és felső sík iránya: °

Bal széle: °

Jobb széle: °

Alsó sík hajlásszöge: °

Megjelenítés

Körvonal színe:

☒ Kitöltött

Kitöltés mintázata:

Szögértékek kiszámítása

	Távolságok	Szögértékek
Vízszintes:		
Függőleges:		
Előre:		

Számít

A vízszintes távolság jobbra pozitív, a kapott vízszintes szögérték az előre iránytól van mérve, az óramutató járásával megegyező irányba.

PÁRBESZÉDABLAK A HATÁROLÓ SÍKOK BEÁLLÍTÁSÁHOZ

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

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

A műveletet a második ablak esetében is az *új takarás* paranccsal 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

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 épület-elemet, például kiszögelő párkányzatot, ereszeket stb. Ezeknek az elemeknek kedvezőtlen hatása van a helyiségek természetes megvilágításra, mert az égboltnak jelentős hányadát elfedik a fény elől.

A megvilágítás szempontjából negatív hatásuk különösen abban nyilvánul meg, hogy az égbolton a zenithez közeli, 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.

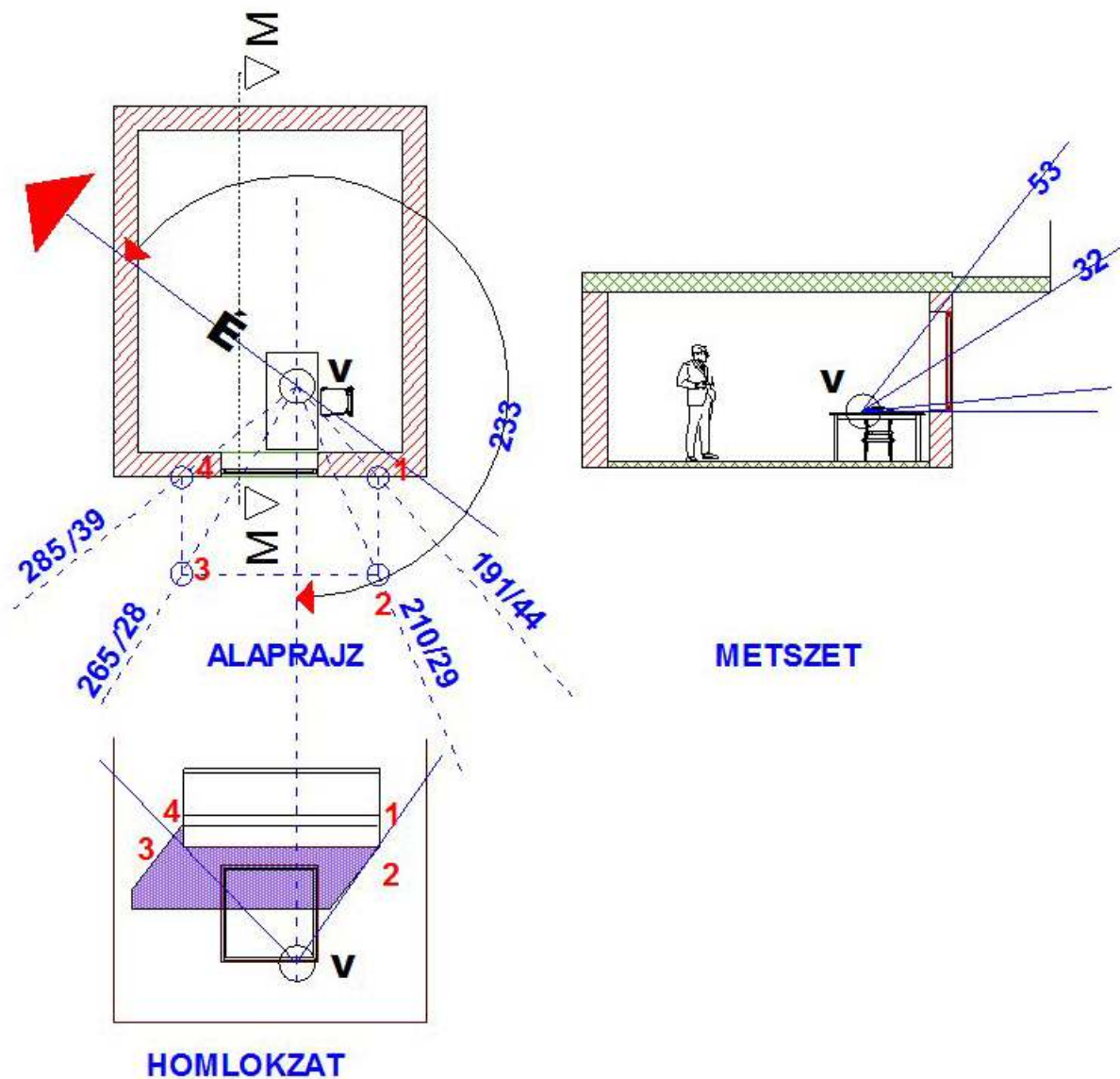
Példánkban újra a már ismert helyiséget használjuk azonos ablaknyílással, azzal a különbséggel, hogy föléje egy erkélyt helyeztünk. Ezáltal jól érzékelhető lesz az erkély fénycsökkentő hatása. Az erkély égre vetülő képének megszerkesztés az alábbi lépésekből áll.

A szoba ablakának nap-diagrammra 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 kidöfik az égboltot, ott jelenik meg a vizsgált árnyékvető alakzat égi mása. Ezeket a dőfspontokat összekötve kirajzolódik a körvonal égre vetített képe.

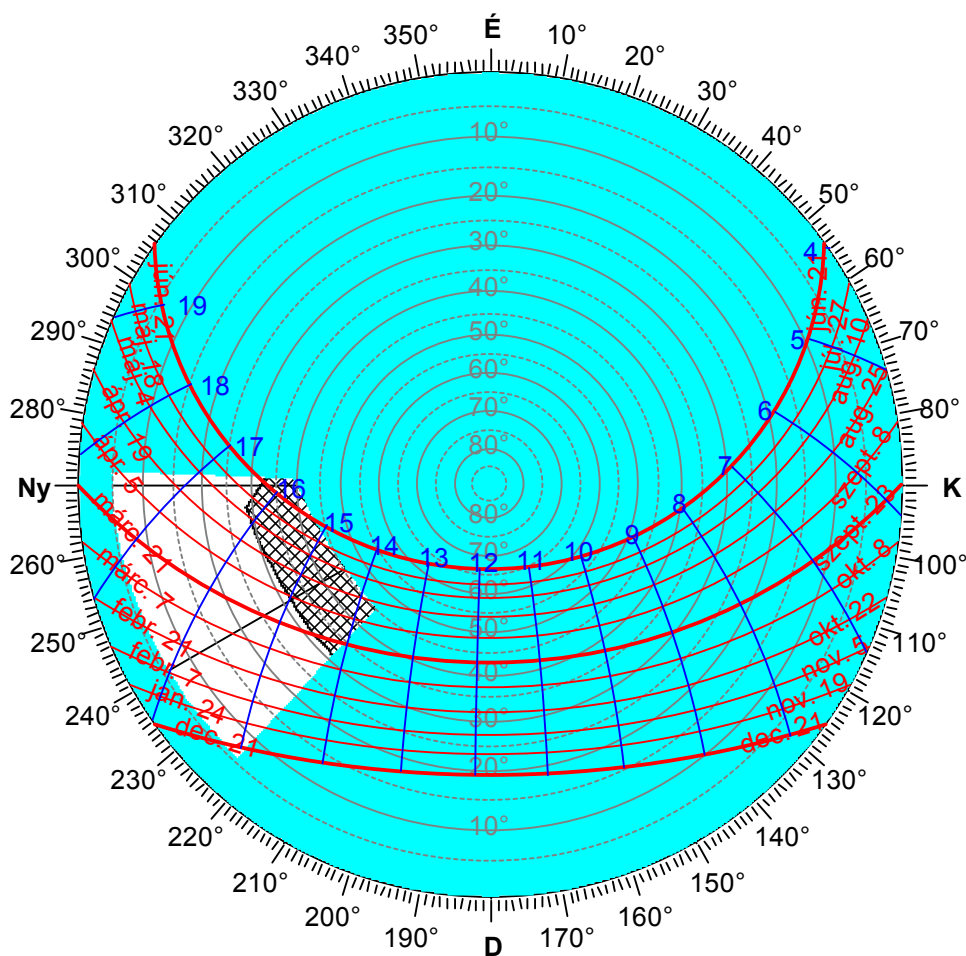
Az erkélylemez árnyékot adó sarokpontjain átvezetett vetítősugarakat a 22.sz. ábrán szaggatott vonalakkal jelöltük az alaprajzon és minden egyes sugárhoz csatoltuk az azimút szögértékeket/szögmagasság értékeket.

A metszeten a folyamatos vonalak a képzeletbeli vetítő sugarakat jelképezik. Ezek a vetítő sugarak egy képzeletbeli, hajlásszögük értékeivel jelzett síkban fekszenek, amely az erkélylemez 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 előtt. Ez az árnyékvető idom, vagy az árnyékot vető körvonal. Ennek négy sarokpontját 1-től 4-ig számokkal láttuk el. Ezeken 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 északról mért azimút 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.



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

A fentiekből következik, hogy árnyékolás céljára az épület elé kiszögelő, nem elmozdítható erkélyek, lemezek, ereszek negatívan szabályozzák a helyiségek természetes megvilágítását. Ugyanis nem csak a direkt benapozást zárják ki azokban az időpontokban, amikor a nappálya szakasza takarásba kerül, hanem a szórt 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.

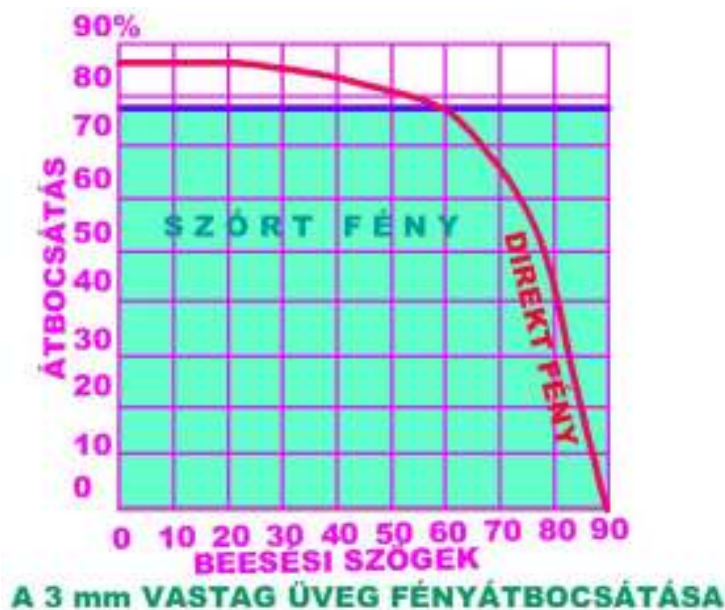
Az erkélyekről, vagy az üvegezett nyílások elé kiszögelő épületelemekről, nem csak a fotobiológiailag kedvezőtlen hatást állapíthatjuk meg, hanem az energiatakarékosság szempontjából is negatív a hatásuk. Ha megvizsgáljuk, hogy egy erkély az év hány napján hasznosítható, s figyelembe vesszük, hogy a lakáshasználók ebből az időszakból, egyáltalán mennyit tudnának szabadidejükből 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 erkélylemez a tökéletes hőhíd, gyakran a mennyezet penészedés forrása!

Ezzel szemben, ha az erkélyeket felnyitható üvegezéssel, 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



26.sz. ábra AZ ÜVEG OPTIKAI TULAJDONSÁGA

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).

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

A fentiekből következik, hogy a tervezés idején szükséges megismerni a vizsgált üveg-felületre 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.

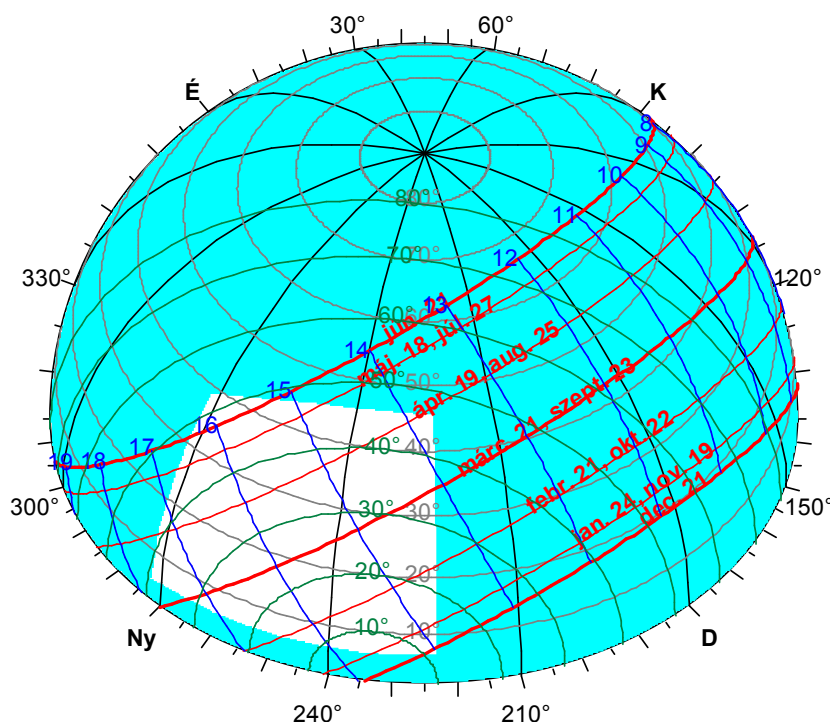
A **beesési szög** mérésre szolgáló ábra közös központú körök sorozatából áll, amely úgy keletkezik, hogy egy virtuális félgömböt, a vizsgált (üveg) felület dőlésével, tájolásával megegyezően, párhuzamos síkokkal, egymástól 5° vagy 10° szögtávolságokban

elmetsszük. 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 beírunk 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 körvonalán belül, a **benapozást** nyújtó látszólagos nappálya vonalakkal együtt tanulmányozhatjuk.



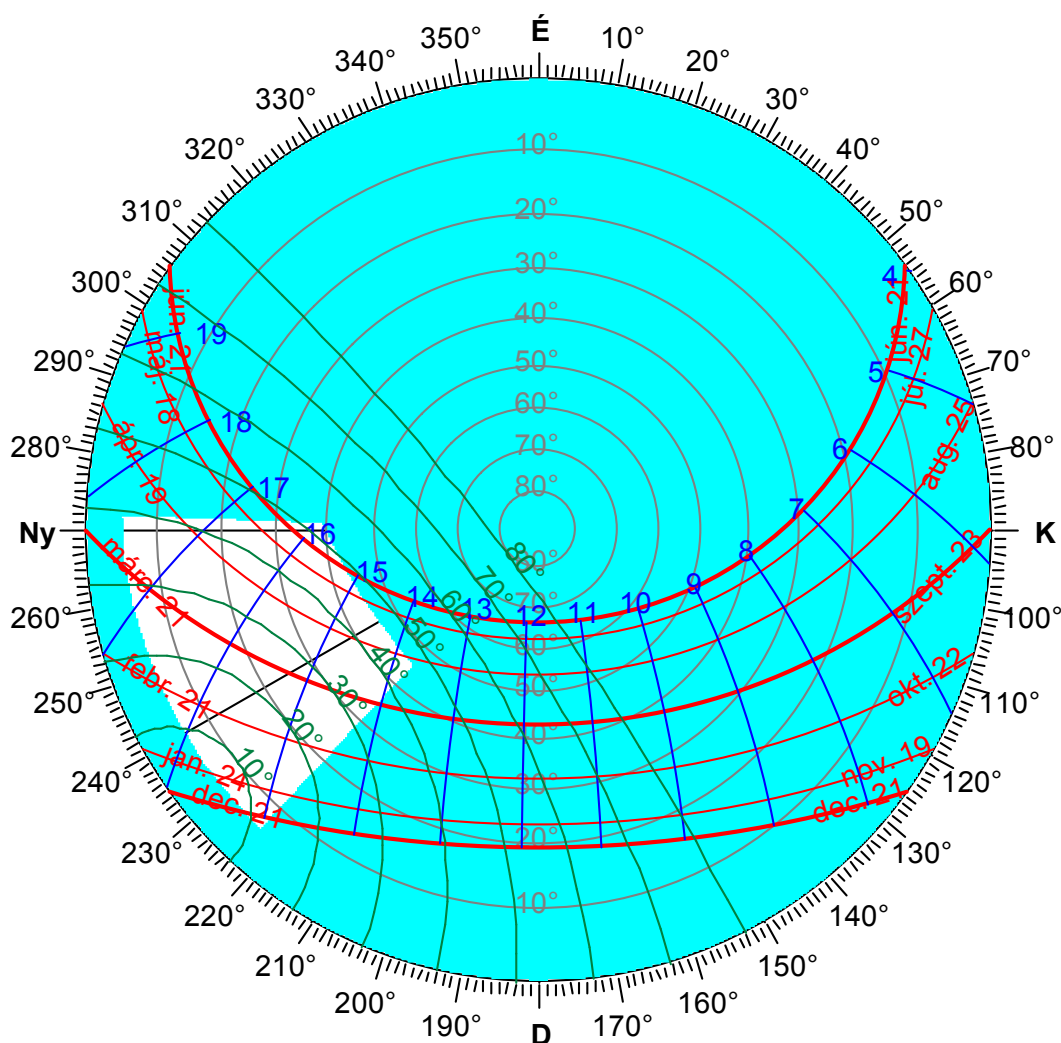
27. ábra. A SZOBA ABLAKÁRA ÉRKEZŐ NAPSUGÁR BEESÉSI SZÖGÉNEK TANULMÁNYOZÁSA

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

hanyatlik 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.



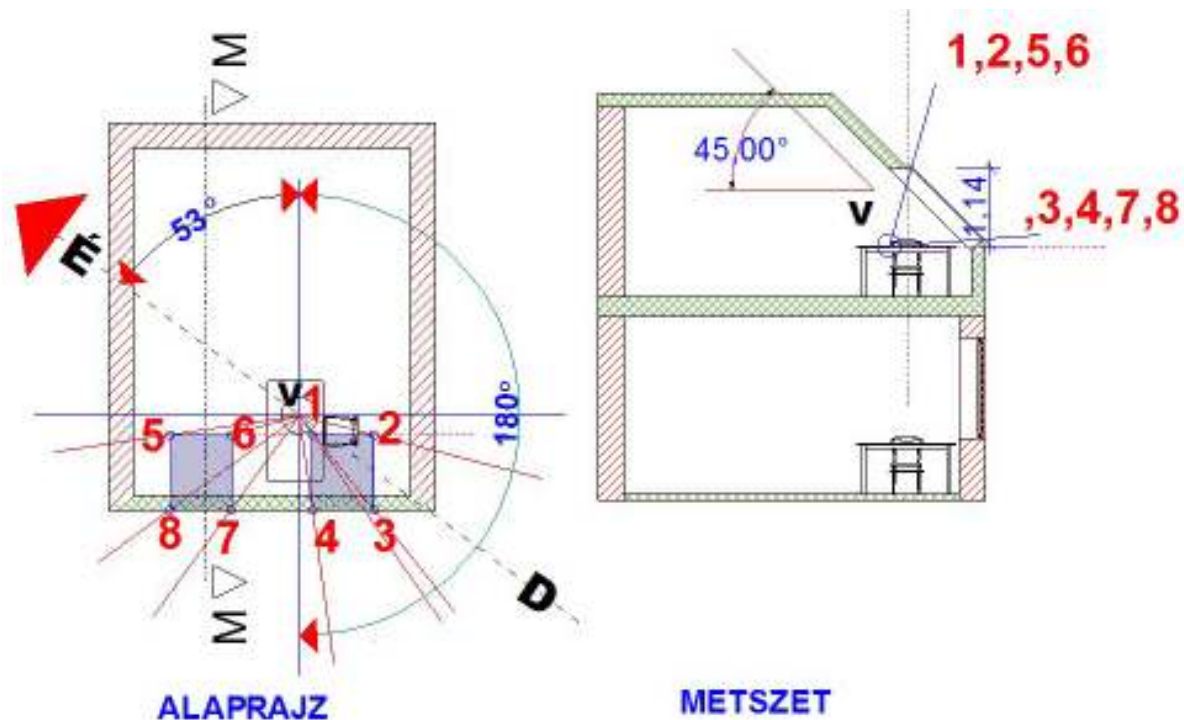
28.sz.ábra A BEESÉSI SZÖGMÉRŐ HASZNÁLATA SZTEREOGRAFIKUS VETÜLETBEN

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, nyomvonaluk 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.

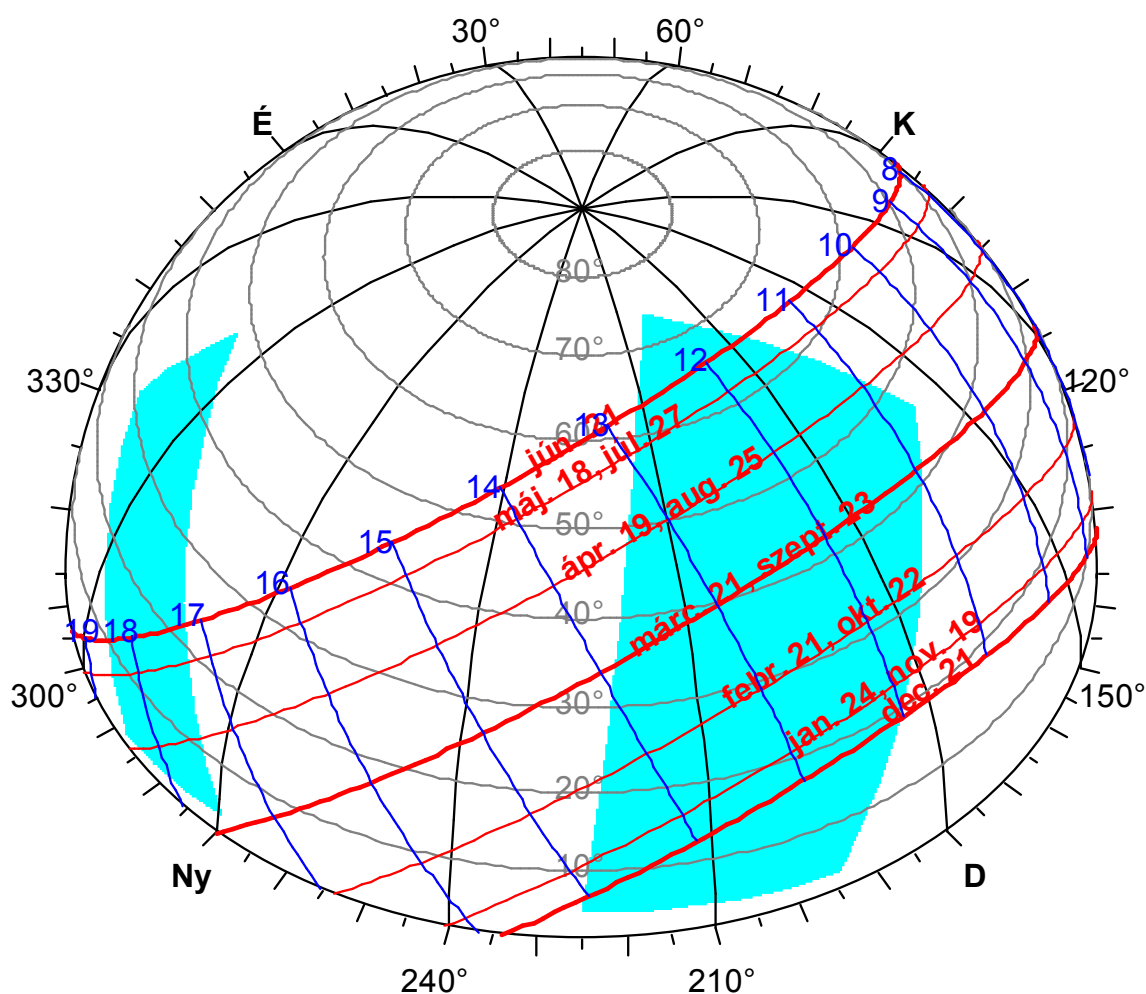
Az ablak körvonalain át a vizsgálati pontból vetítő síkokat is fektethetnénk, azonban ezek térbeli szögeit bonyolult munkával lehetne meghatározni. Ennél jóval egyszerűbb a munka, ha az ablakok sarokpontjain át, a „V” vizsgálati pontból **vetítősugarakat** bocsátunk az égboltra, s ahol ezek átdöfik azt,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

A vetítősugarak azimutjai lemérhetők az alaprajzról. A vetítősugarak hajlásszögei szögei könnyen kiszámíthatóak (dőféspont „V”-től mért magassága, osztva a vetületi távolsággal = $\tan \alpha^\circ$). Azonosítás céljából a sarokpontokat megszámoztuk. A vetítősugarak azimut és magassági szögei az alábbiak:

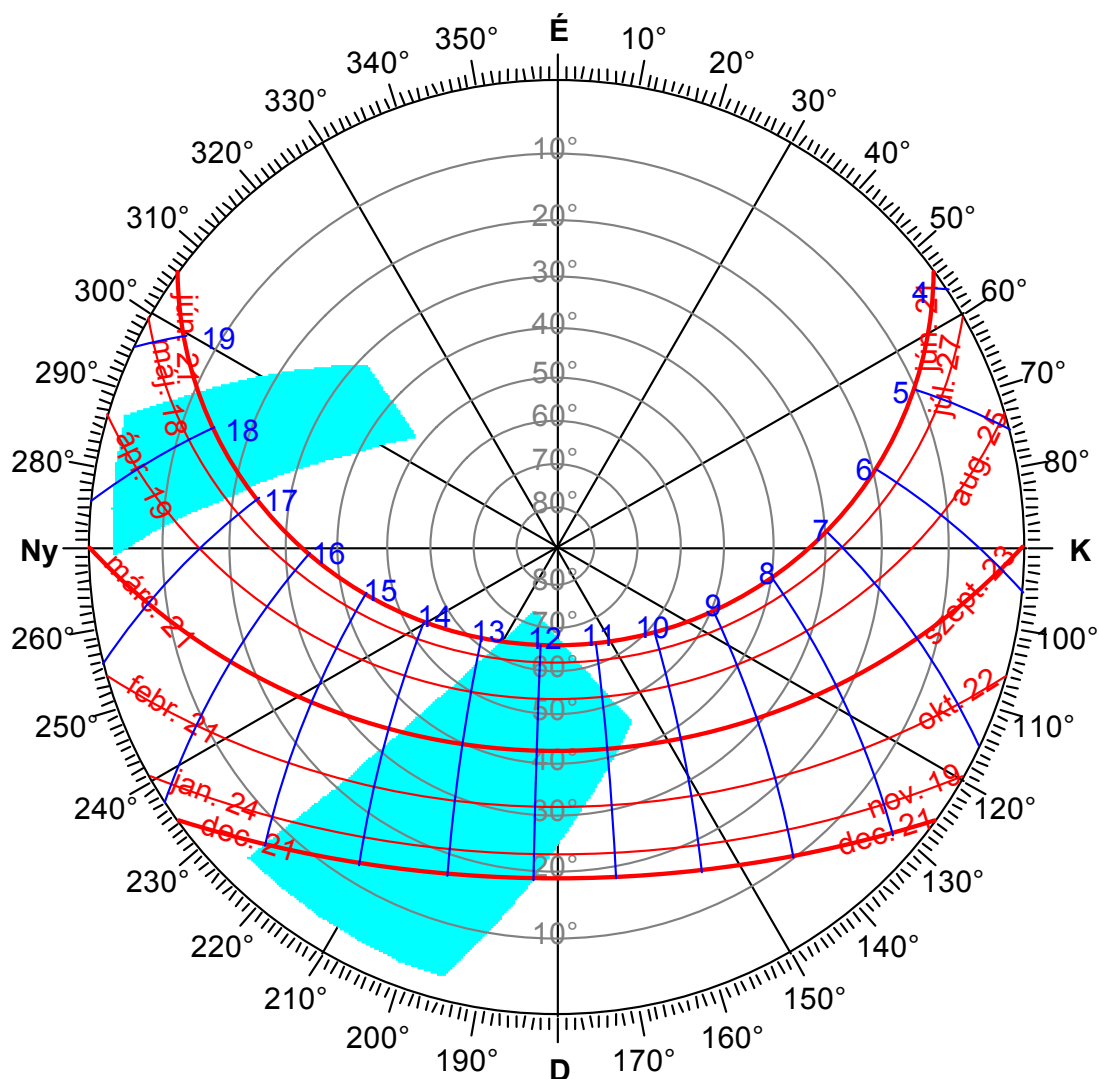
Sorszám	Azimut	Magasság	Sorszám	Azimut	Magasság
4	225°	4°	8	287°	2°
3	195°	3°	7	270°	3°
2	157°	46°	6	308°	48°
1	200°	74°	5	314°	31°

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



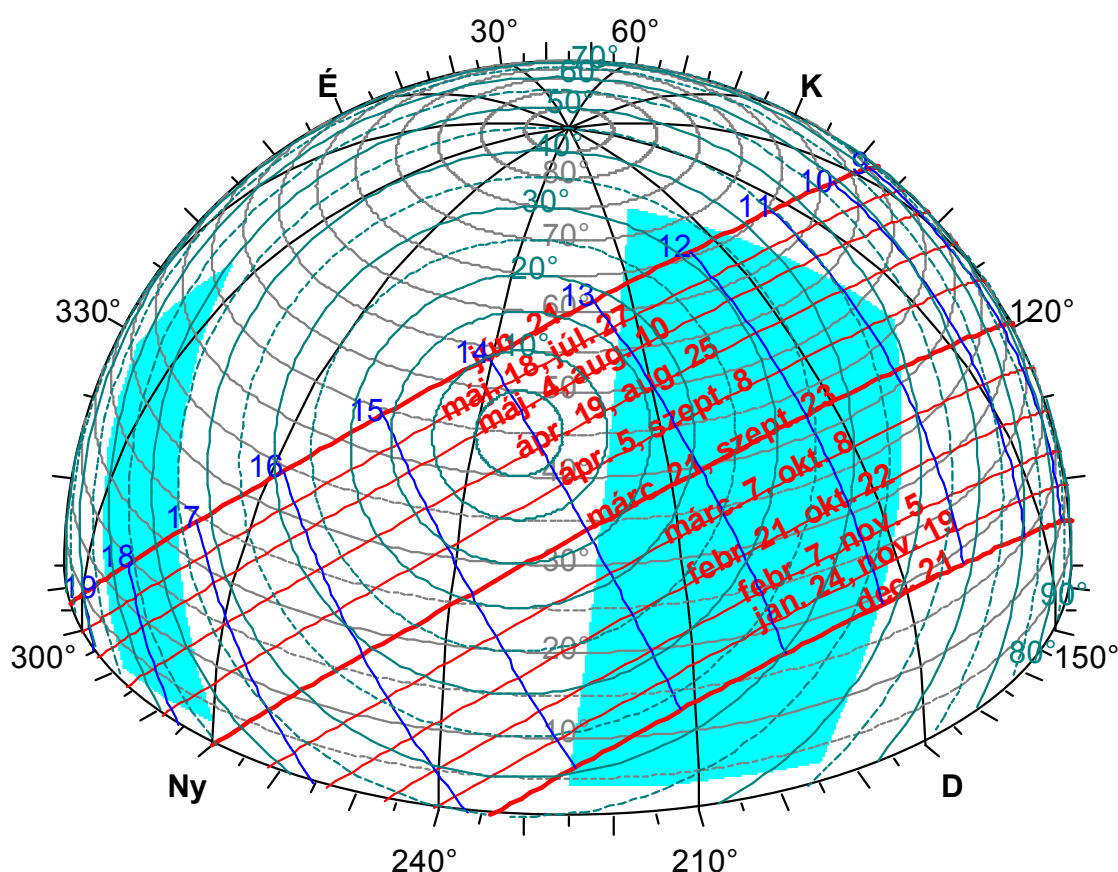
31.sz. ábra. KÉT TETŐABLAK ÉGRE VETÍTETT KÉPE SZTEREOGRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSBAN

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 helyiségbe. 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.

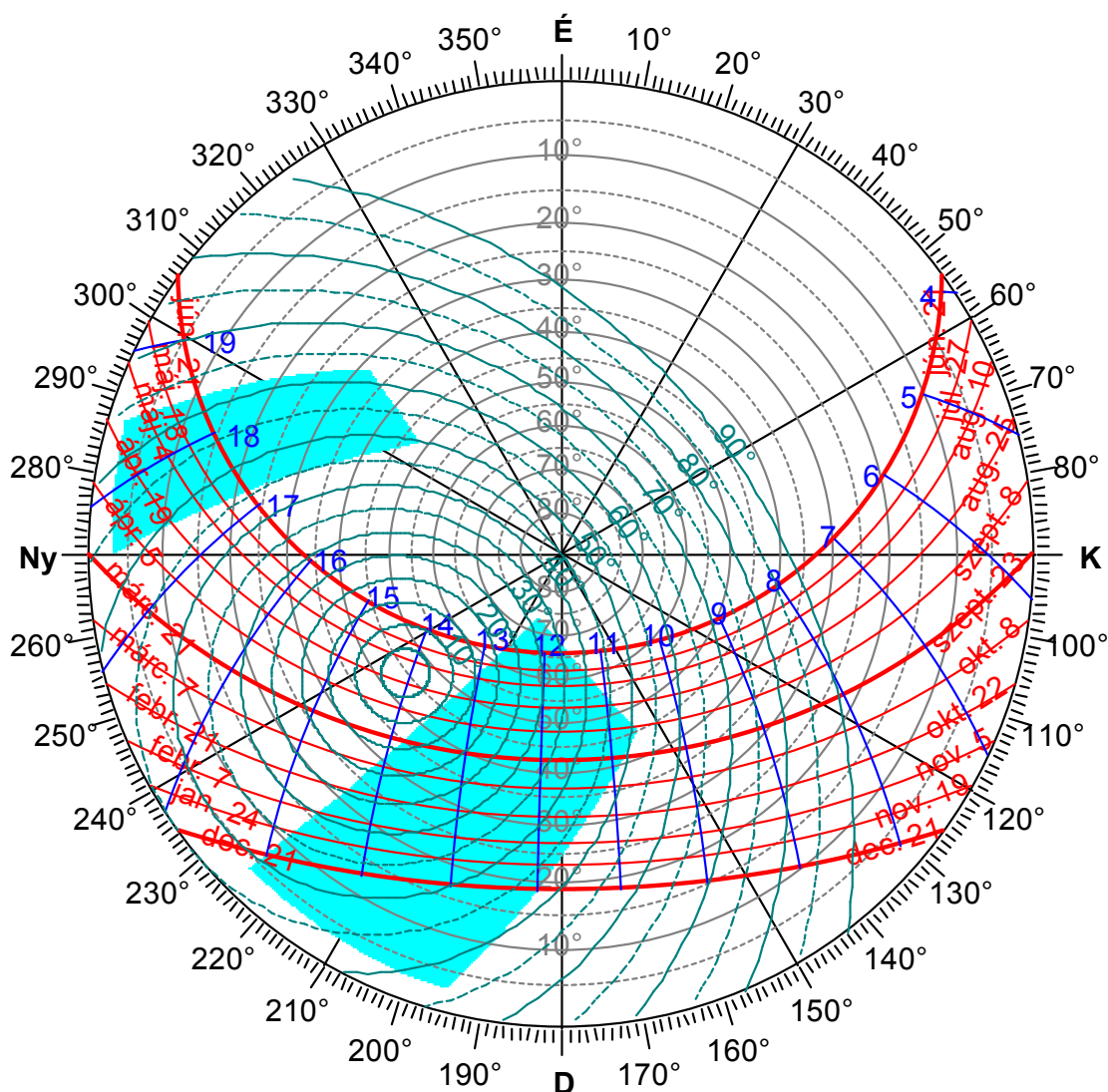
A beesési szöget a vizsgált síkra emelt merőlegetől, a sík normálisától **kiindulva méri**k, ezért a szögmérőt a vizsgált síkkal megegyező térbeli helyzetbe kell forgatni. A példánkon látható tetőablakok tájolása azimut 223° , lejtésszöge 45° . Beállítás után az ábrán megjelennek a beesési szögek értékeit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



32.sz.ábra. BEESÉSI SZÖGMÉRŐ ALKALMAZÁSA TÉRBELI ÁBRÁZOLÁSBAN

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

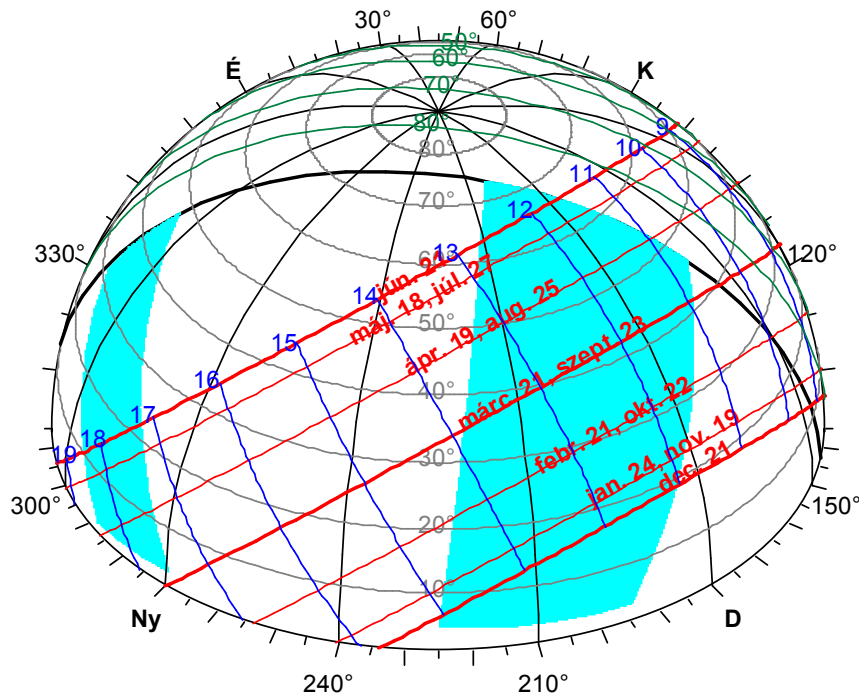
Szükség szerint a beesési szögek értékeit jelző körök között interpolálni is lehet, pontosabb szögértékek megállapítása céljából.



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 mindezen 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 szemléltethetjük a 34. sz. ábrán, ahol a metszősík égbolti nyomvonala 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 körvonalát abból a nézőpontból, ahová a létesítendő épületet telepíteni kívánjuk. Csak ennek ismeretében van mód a benapozottság javítására.

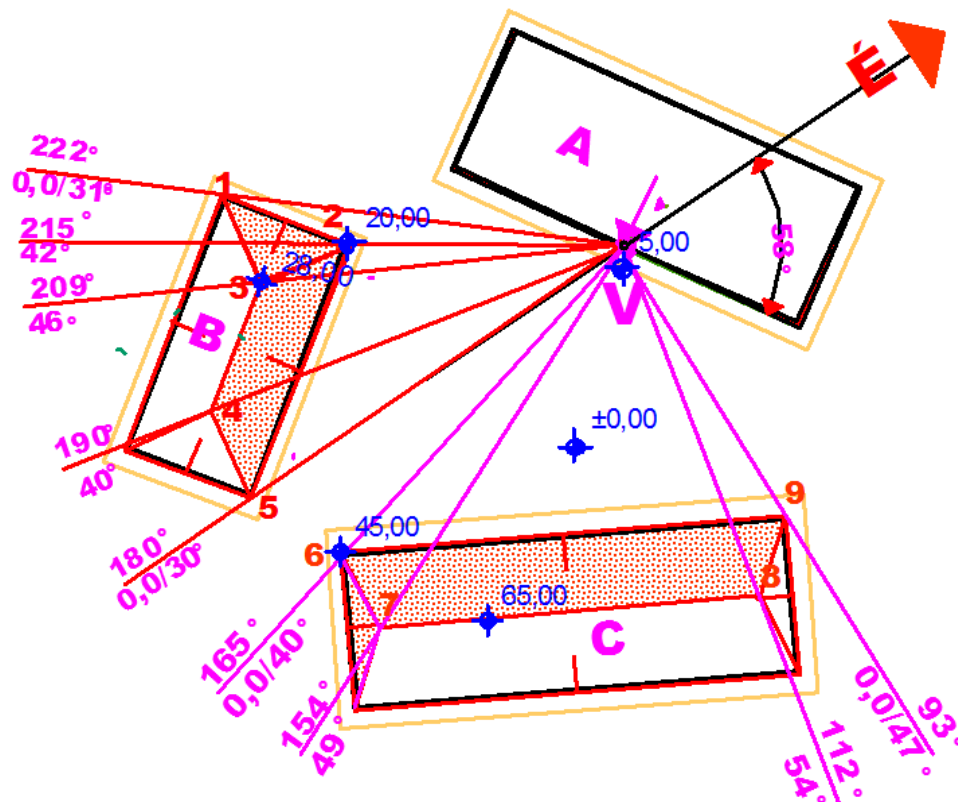
A benapozottság passzív és aktív eljárással vizsgálható. A **passzív** mód használata esetén az egész évet felölelő, időszakról időszakra meg kell szerkeszteni a környező tárgyaknak a vizsgált homlokzatra vett árnyékait. Ennek ismeretében szerzünk tudomást a homlokzat árnyékoltságáról. Tehát passzívan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

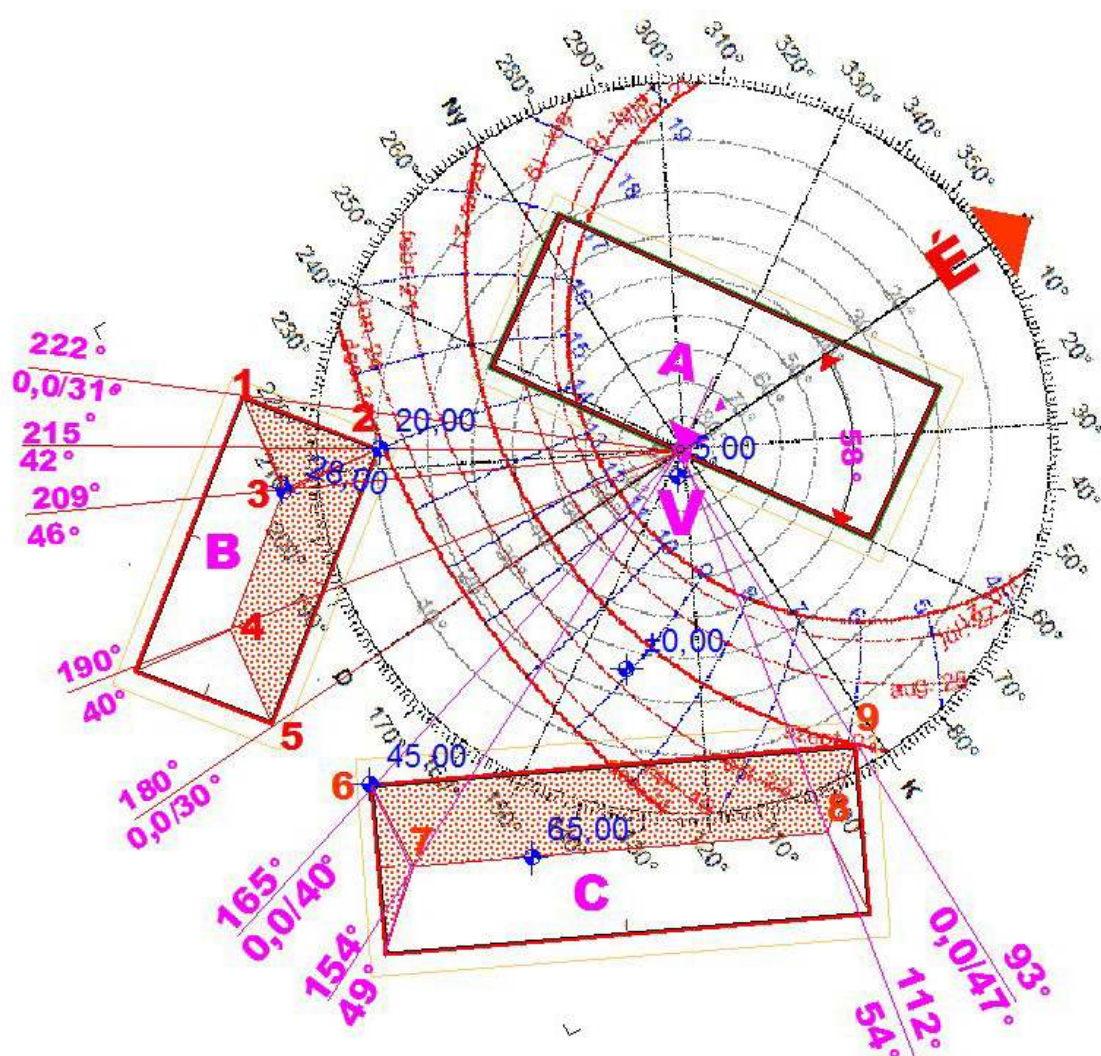
Ha kivételesen nagyon hosszú homlokzat felületet kell vizsgálni, akkor a két végpontot lehet kiválasztani, s ha a kapott kettőskörvonalú diagramból a legkülső körvonalat tekintjük mértékadónak, akkor biztosan állítható, hogy a szabadon maradt égboltról az egész év minden napjára és órájára leolvasható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



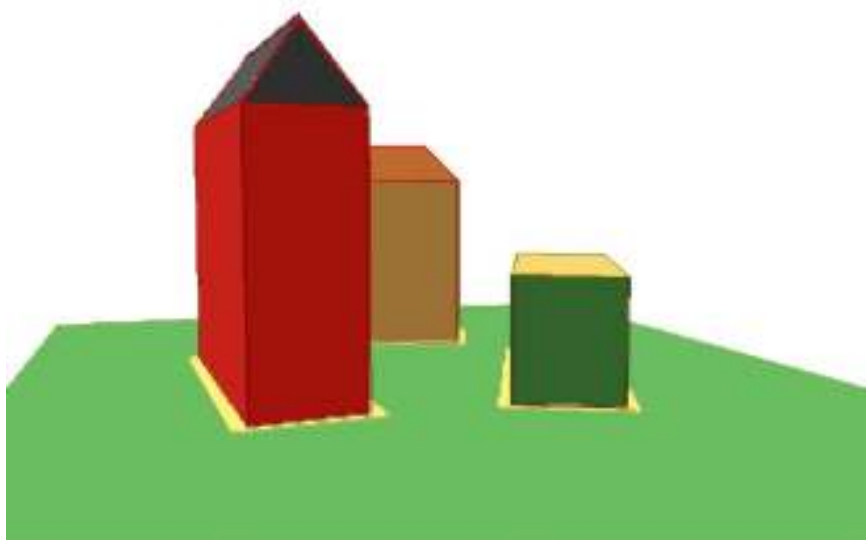
35.sz. ábra ALAPRAJZI ELRENDEZÉS BENAPOZÁS VIZSGÁLATHOZ

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 OLVASÁSÁHOZ



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 körvonalait úgy kapjuk meg, ha az árnyékvetítő épület korvonalainak sarokpontjait, „V” pontból indított és az árnyékkörvonal sarokpontjain átvezetett vetítő sugarakkal kidőfjük a virtuális égboltot. Ahol a dőféspont keletkezik, ott jelenik meg az árnyékkörvonal 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:

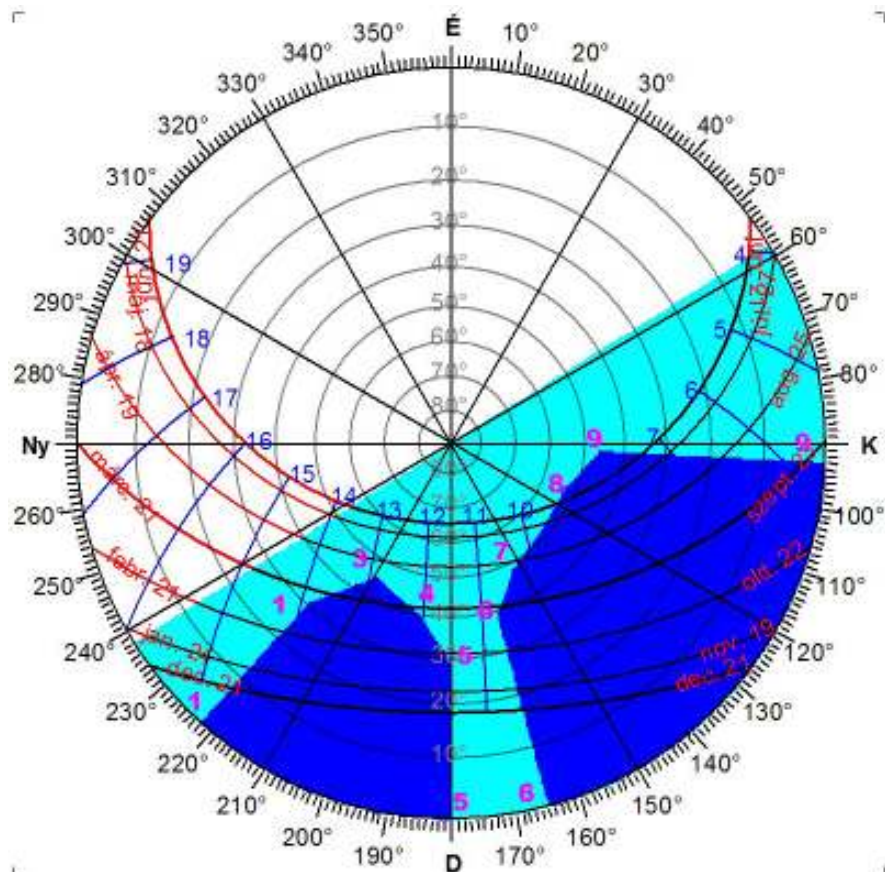
PONT AZIMUT ÉGBOLMAGASSÁG			PONT AZIMUT ÉGBOLMAGASSÁG		
1	220,0°	0,0°	6	165,0°	0,0°
1	220,0	31,0	6	165,0°	40,0°
3	209,0°	46,0°	7	154,0°	49,0°
4	190,0°	40,0°	8	112,0°	54,0°
5	180,0°	30,0°	9	93,0°	47,0°
5	180,0°	0,0°	9	93,0°	0,0°

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

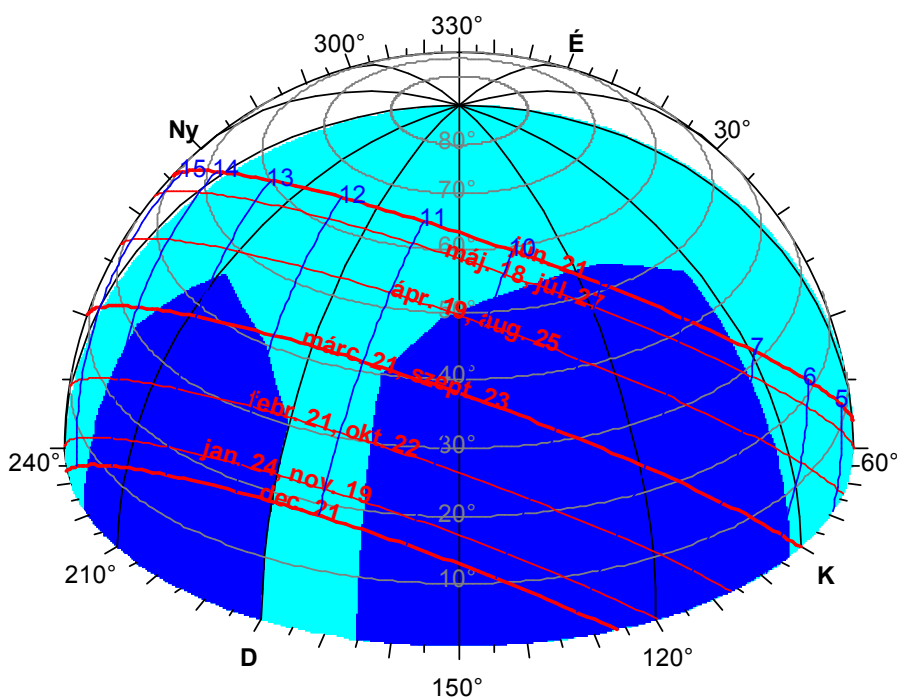
A keresett végeredményt a 39.sz. ábra szemlélteti. Az ábrán a szabadon maradt égbolt felület nem értelmezhető tartomány, mert a vizsgált épület homlokzata mögé esik. A halványkék kitöltés jelképezi a szabadon látható égboltot, a sötétkék felületek pedig a „V” pontból látható épületek égboltra vetített 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 tárja 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 *Hajlásszöget*, amelyet az ábrán 60° -osnak választottunk. Ezek a szögértékek tetszőlegesen választhatók aszerint, hogy a szabad égbolt körvonal a legkedvezőbbben jelenjék meg.

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



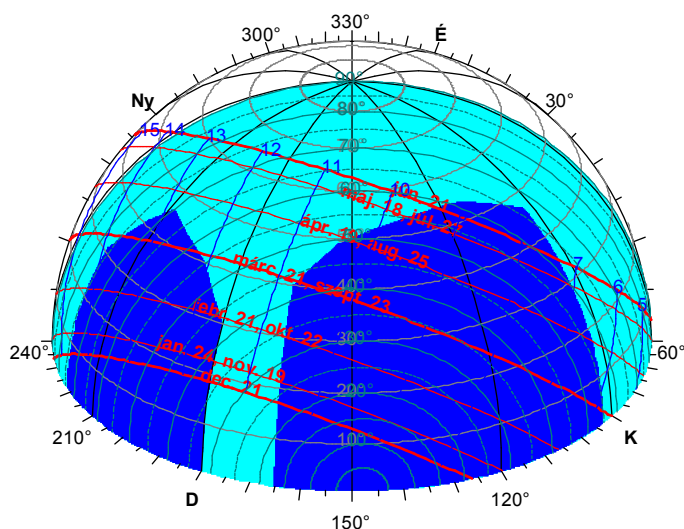
39.sz.ábra BENAPOZÁS VIZSGÁLAT VÉGEREDMÉNYE SZTEREOGRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSBAN



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 ábráról 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 írunk, 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.

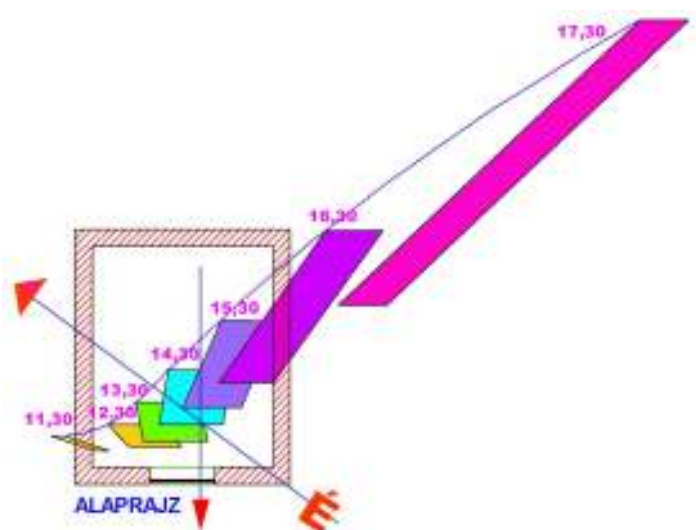
Vizsgálatunkhoz budapesti helyszínt választottuk, s egy szobát, amely ablakának azimutja 233°. A bevetett ablakképeket könnyen megszerkeszthetjük, ha ismerjük a választott időponthoz tartozó Nap azimutokat és magasságokat.

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.

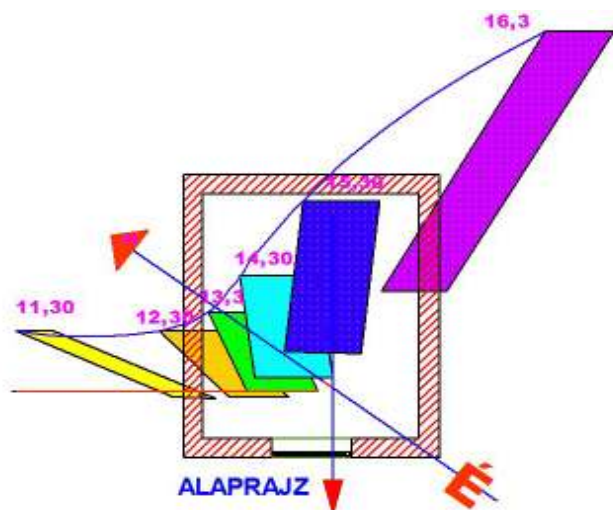
Ezekkel a lépésekkel előállítottuk az összes szükséges adatot, hogy a vizsgált helyiség ablakának, a választott naptári napon az óránként megadott napszögek szerint megszerkeszthessük az épületnyílás bevetett képét. Ehhez valamelyik építész szerkesztő programot használhatjuk.

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 helyiségben, az épületnyíláson át bevetülő fény. Ezt az értékhatárt a koordinátákon piros vonallal jelöltük, amely esetünkben 11,30 órával kezdődik.



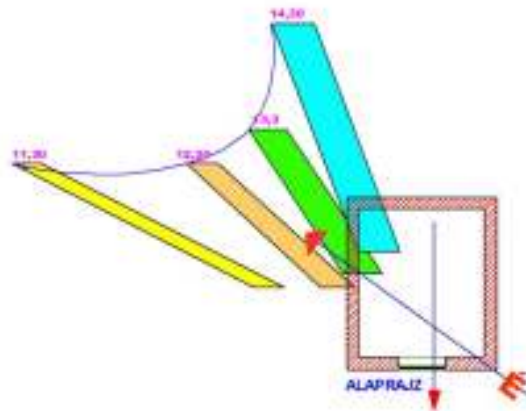
időpont	azimut	napmag.
4:30	61	5,6
5:30	71,4	14,9
6:30	81,6	24,7
7:30	92,4	34,8
8:30	104,7	44,8
9:30	120,4	54,2
10:30	142,2	61,8
11:30	172,4	65,8
12:30	205,1	64,2
13:30	230,7	58
14:30	248,7	49,2

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

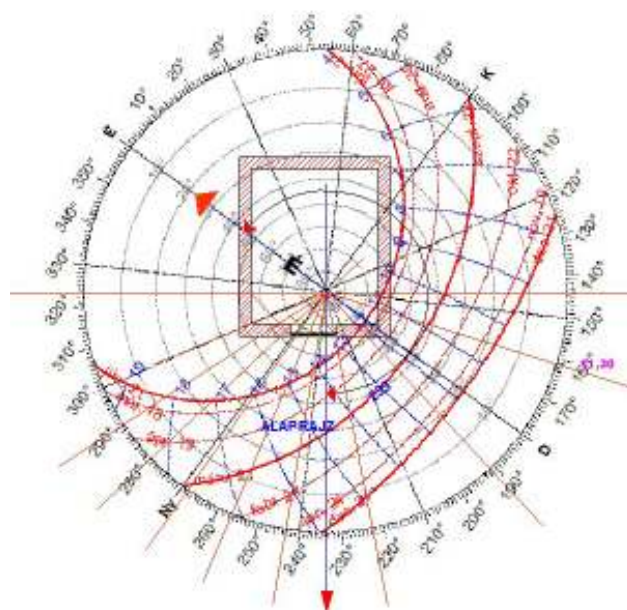


időpont	azimut	napmag.
8:30	136,3	6,7
9:30	148,8	12,9
10:30	162,4	17,1
11:30	176,7	18,9
12:30	191,2	18,2
13:30	205,2	15,1
14:30	218,2	9,8
15:30	230	2,7

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

Az ablak bevetett körvonalát legkönnyebben úgy tudjuk megszerkeszteni, ha a vizsgált szoba alaprajzára ráhúzzuk a nappálya diagram azimut szögskáláját a *Szerkesztés/Másolás* paranccsal és tájolás helyes irányba forgatjuk, azaz az Észak jeleknek meg kell egyezniük. Ezután a koordináta táblázatról az azimut szögértékeket leolvassva megrajzoljuk 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 kávéin és szemöldök, illetve mellvéd árnyékot vető körvonalain átvezetjük, akkor ezek metszéspontjaiban megkapjuk az ablaknyílás óránkénti padlóra vetülő képét. A padlósík helyett lehet a munkaasztal szintjét is választani.

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

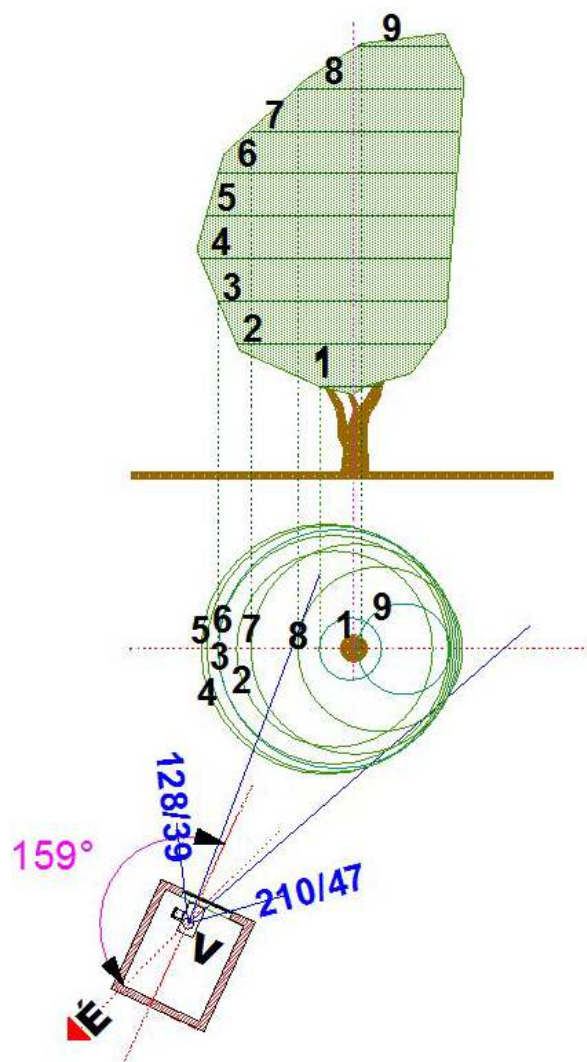


45. sz.ábra ALAPRAJZ ÉS AZIMUTSKÁLA EGYESÍTÉSE

SZABÁLYTALAN KÖRVONALÚ TÁRGY ÉGI KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE

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

A szabálytalan körvonallú tárgyakat égi vetületben megszerkeszthetjük, ha azokat vízszintes, egymástól egyenlő magasságban elhelyezkedő síkokkal felszeleteljük, s ezeknek a metszeteknek körvonalaikat lerajzoljuk. Az eljárás hasonló a térképészetben használt módszerrel, ahol a nyert metszeteket rétegvonalnak, vagy magassági vonalnak nevezzük.



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 körvonalaát, valamint a fa körvonalaát az égboltra. Az ablak

kivetítését korábbi példákön már bemutatottuk. Most csak a szabálytalan alakzatú fa képiének szerkesztését ismertettük.

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 dőfspontokkal kijelölik a fa égi képét

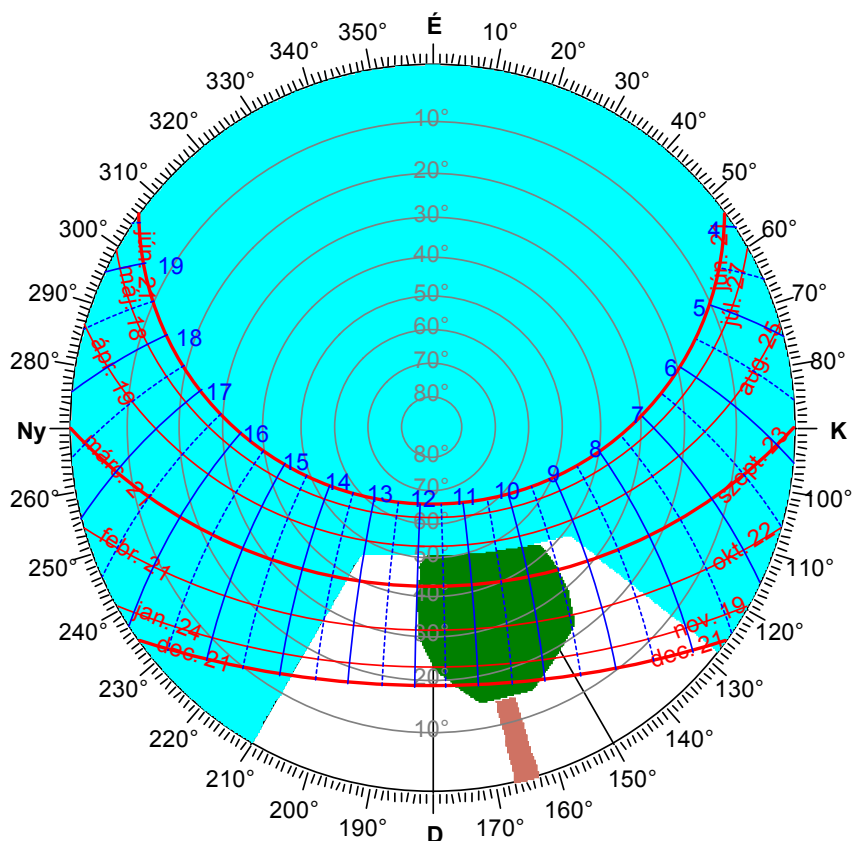
A vetítő sugarakat célszerű megszámozni. A vetítősugaraknak meg kell állapítani az **azimút** és **magassági szögeit**. A szögértékeket könnyebb tájékozódás érdekében ajánlatos táblázatba rendezni, mint azt alább mellékelten bemutatjuk.

Vetítő sugár jele	Magassági szög	Azimút szög α	Azimút 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

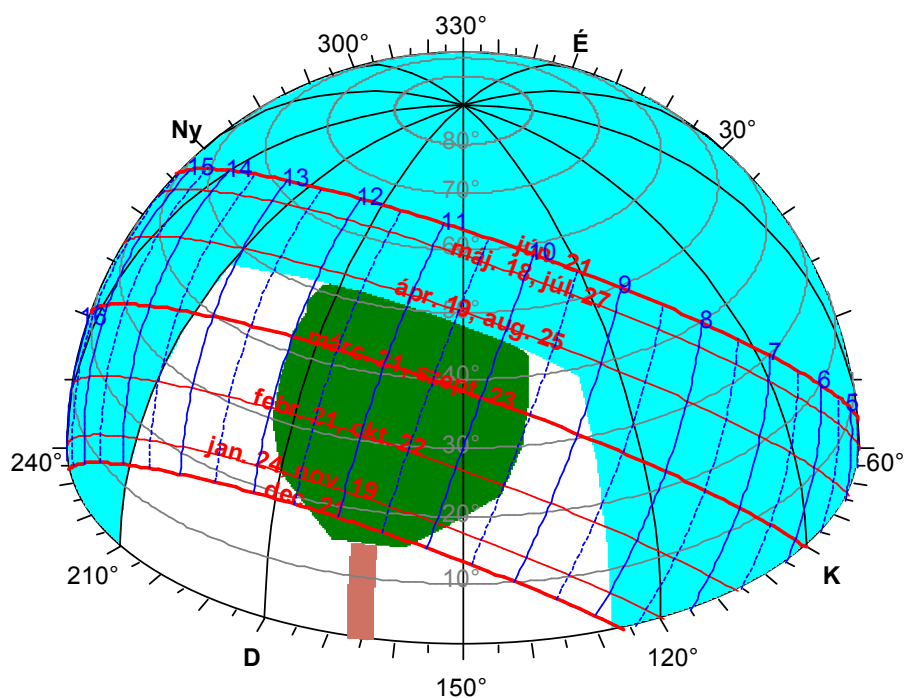
Ha a vetítősugarak fenti szögértékeit a számozás sorrendjében bevisszük a *pontokkal megadott* menü szerinti táblázatba, akkor előállítjuk a fa égi körvonalát, amit a 47.sz ábrán szemlélhetünk meg. A számozást 1-9, majd visszamenőleg 9-1 kell követni, hogy bezáródó idomot nyerjünk, amely a fa lombkoronája 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 szélső érintési pont helyett további közbenső pontok felvételével a valóságot egyre jobban megközelítő eredményt kaphatunk. A valóság minél jobb visszaadása a vetítősugarak besűritésével fokozható.

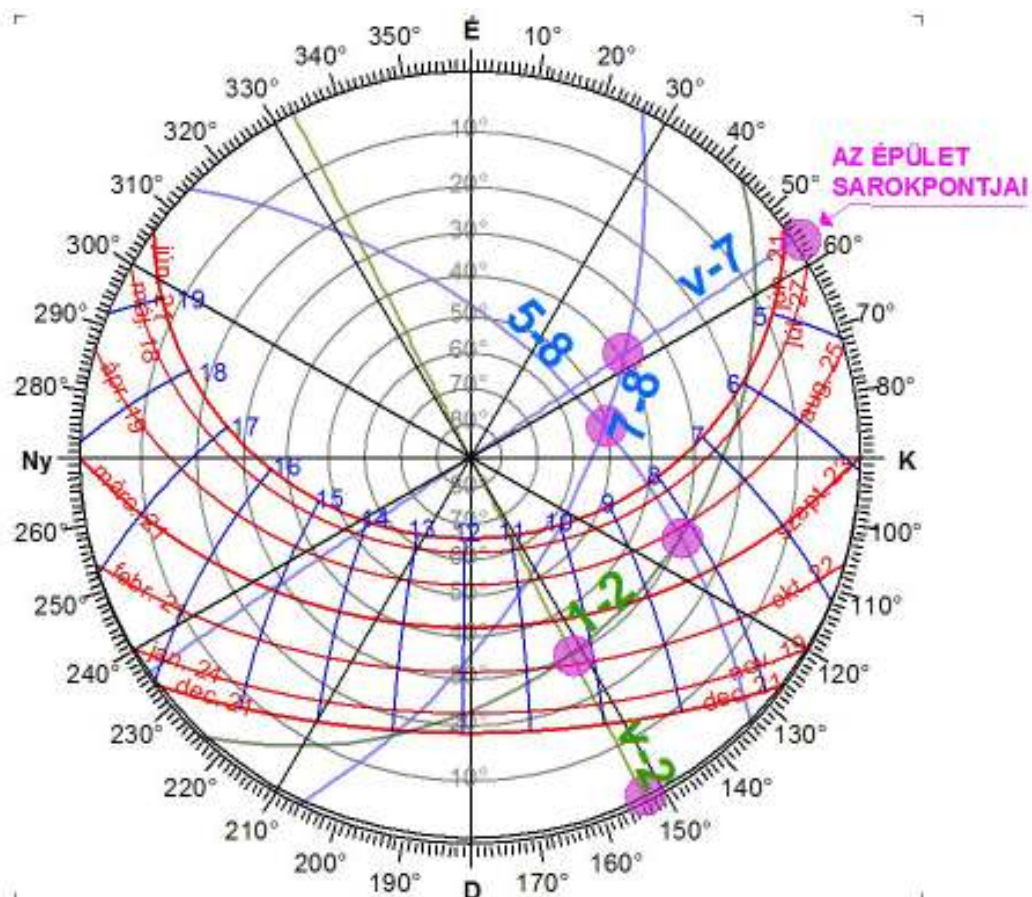
Az üvegfall előtt álló fa részben eltakarja az égboltot. Az általa takart nappályák időpontjaiban, a fa árnyékot fog vetni az üvegezésre.



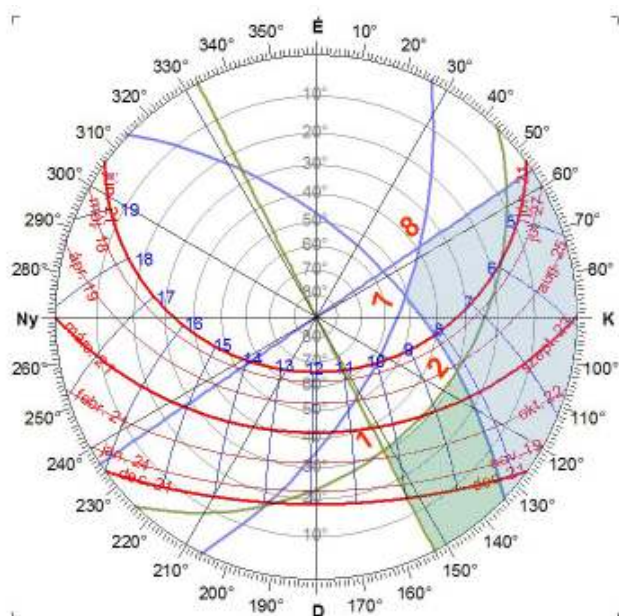
**47.sz. ábra. SZABÁLYTALAN TÁRGYAK ÉGI KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE
SZTEREOGRAFIKUS ÁBRÁZOLÁS**



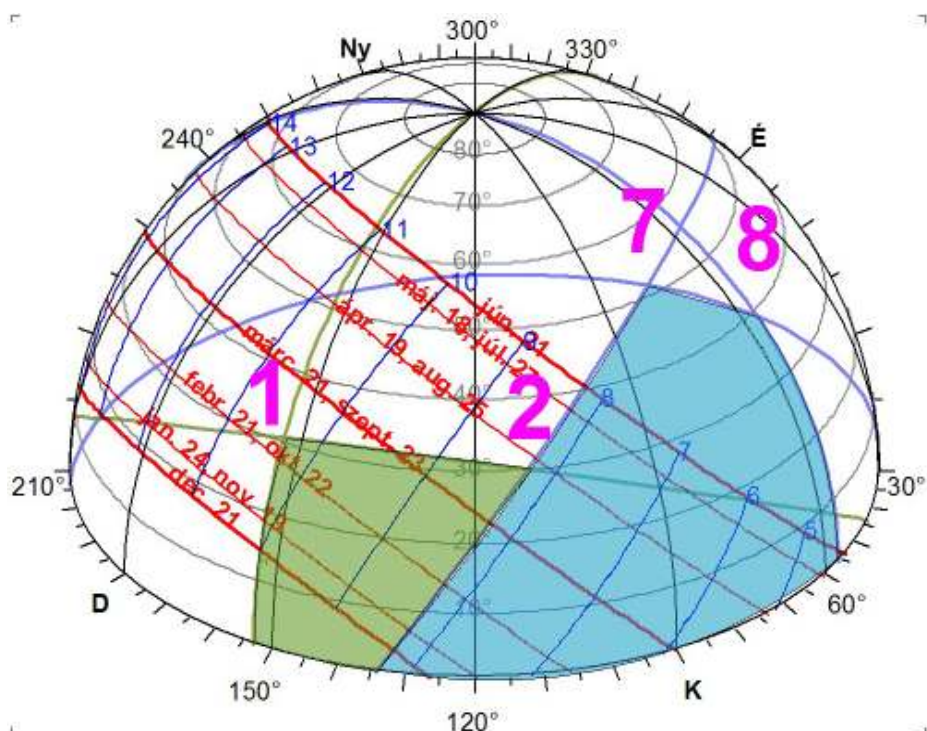
**48.sz. ábra. SZABÁLYTALAN TÁRGYAK ÉGI KÉPÉNEK SZERKESZTÉSE TÉRBELI
ÁBRÁZOLÁS**



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



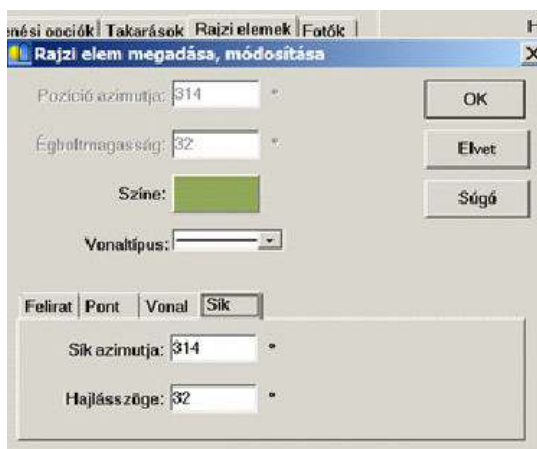
52.sz. ábra A SZTEREOGRAFIKUS VETÜLET SZÍNEZVE A JOBB ÉRTHETŐSÉG ÉRDEKÉBEN



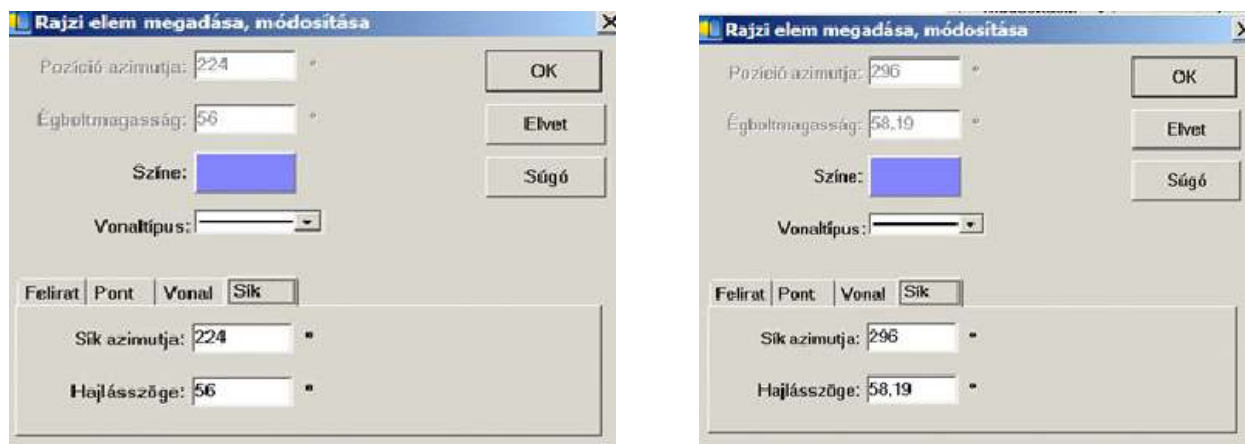
**53.sz. ábra AZ ÉPÜLETEGYÜTTES ÉGBOLTI KÖRVONALÁT SZOLGÁLÓ
METSZŐSÍKOK NYOMVONALAI ÉRTELEM SZERINT KITÖLTVE**

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

Ha az elementett 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 ELŐÁLLÍTÁSÁHOZ TARTOZÓ PÁRBESZÉD ABLAK

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

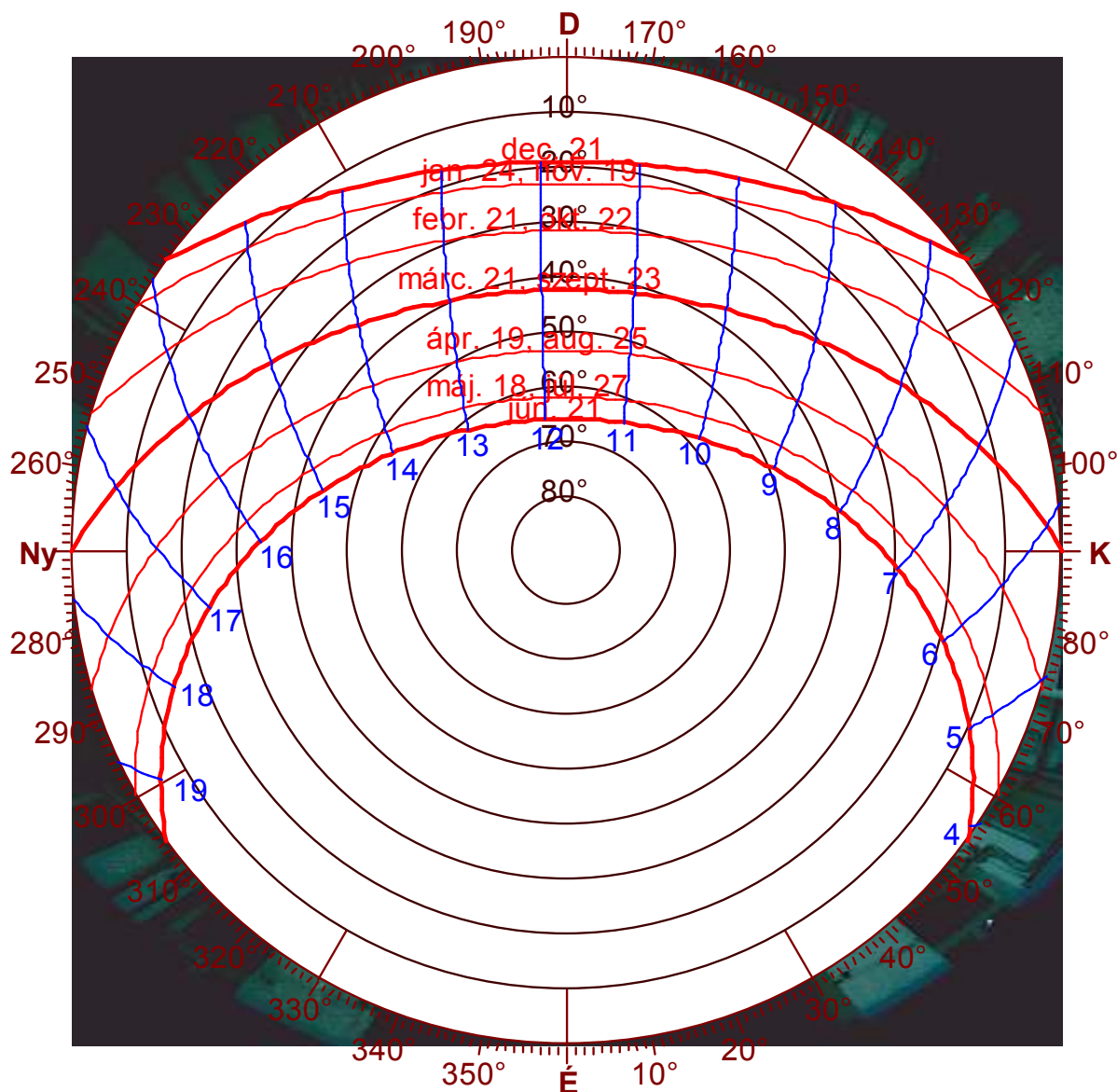
Az **2,7-es** sarokpontokon a horizont síkig lefutó **V-2** és **V-7** sugárirányú vonalak az épületek függőleges éleit jelzik a sztereografikus nappálya diagramon, hiszen azok az épületek sarok éleire illeszkedő függőleges metszősíkok nyomvonalai, amelyek a horizontsíkot is metszik.

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 különbségért fokenként 4 perc időtöbblet kiigazítás jár.

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

SZABAD ÉGBOLTKÖRVONAL SZERKESZTÉS FOTÓELJÁRÁSSAL

Szabad égboltkörvonalat fáradságos szerkesztő eljárás nélkül is elő tudunk állítani a **SUNARCH** programmal, ha egy 180 fokos látószögű, úgynevezett 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 fáradságot elkerülhetjük, ha lefényképezzük az égboltot. A felvételkor a fényképezőgép fókuszát a választott vizsgálati pontban kell elhelyezni. Vigyázni kell, hogy a **FELVÉTEL KÉPSÍKJA VÍZSZINTES LEGYEN** és **ismernünk kell az égtáj irányát**, azaz **azimut** szögét, hogy később a nappálya diagrammal helyes irányban egyesíthessük a fényképet.

A *Beállítások/Nézetek/Újnézőpont/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 területét 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 véglegesítettük, s ekkor egy kis nyíl megjeleni a kép szélén, amely mutatja, hogy mit választottunk. Ha kattintással a kép mind a négy 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.

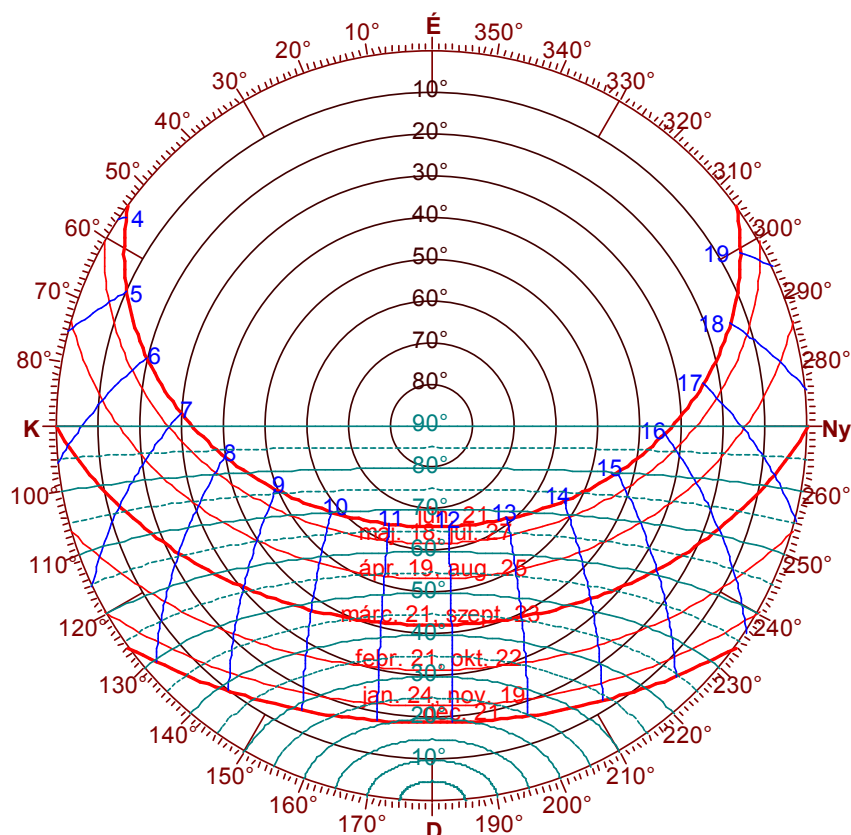
Azonban ellenőriznünk kell, hogy a kép tájolása megfelelő e? A *Nézetek/Módosítás* parancsot működtetve, a megjelenő párbeszéd ablakba **be kell írunk a Megjelenítés azimutja** rovatba, a felvétellel azonos tájolás égtáj irányát. Ha ezt elvégezzük, akkor a képen a nappálya diagram olyan helyzetbe fordul, 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 körvonal, amit nem fednek el a környezet tárgyai. A *Megjelenítési opciók* alatt ki-be kapcsolva kiválaszthatjuk számunkra azokat a diagrami elemeket, melyre szükségünk van és megváltoztathatjuk az egyes elemek vonalszínét, hogy legjobban olvasható ábrát nyerjünk.

A felvételre behívott nappálya diagram különbözik a program által készített sztereografikus diagramoktól. A halszemlencse képleképzési geometriája nem sztereografikus, hanem egyenlő szögtávolságú. A halszemlencse az égboltot a fókuszából 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 művelet sor elvégzésével állíthatjuk elő.



57. sz. ábra. FOTÓELJÁRÁSSAL NYERT SZABAD ÁGBOLT KÖRNVONAL

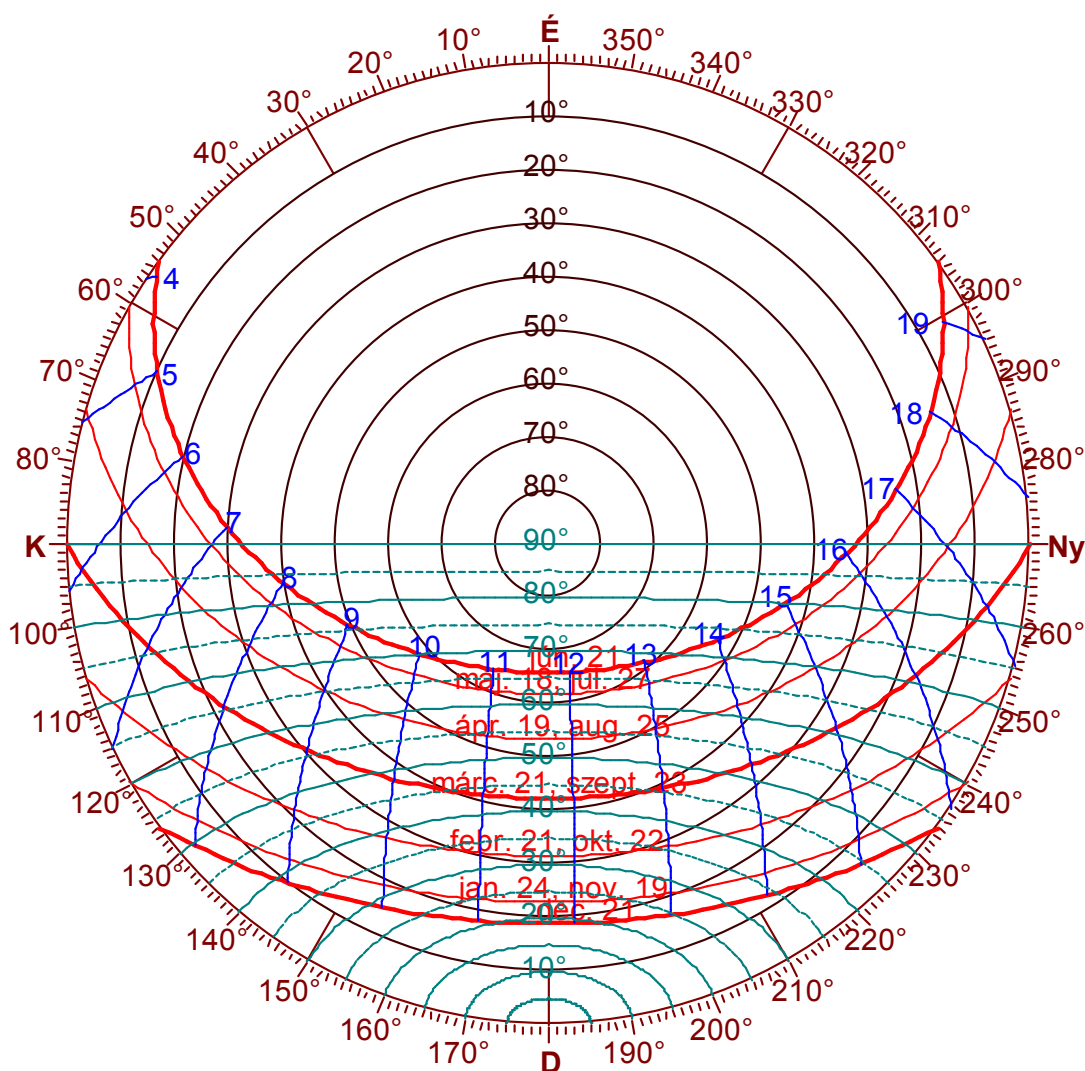
Bekapcsoljuk a *Takarások, Pontsorozat, Ábra* funkciót és a szátkereszttel, klikkelésekkel gondosan körülrajzoljuk a szabad égbolt körvonalát. Ezzel egyidejűleg megjelenik egy táblázat, amelyben automatikusan, számszerűen feltűnnek a kijelölt pontok égbolti koordinátái. A kijelölés befejezése után a 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 *Törlés* 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 *beesésszög 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 háttére mögött jól láthatóvá teszi a számokat..

A beesési szögmérő beállítása után a szabad égbolt körvonalon belül *új takarással* kijelölhetjük azt az égbolt felületet is, ahonnan egyáltalán közvetlen napfény érheti a vizsgálati pontot, ahol a fényképezőgép volt elhelyezve felvételekor, 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 körüli 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.

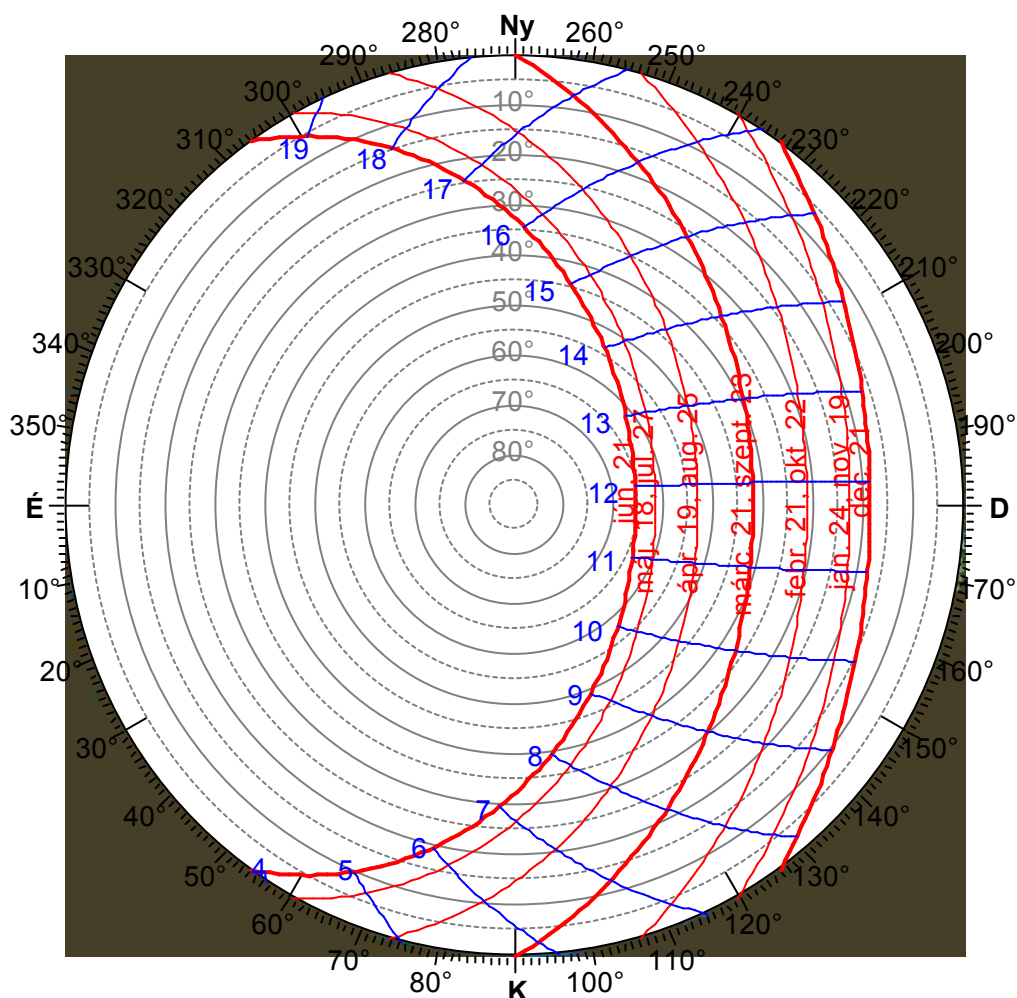


58. sz. ábra. AZ UDVAR KELETI OLDALÁNAK BEESÉSI SZÖGEI

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 lépéseinek 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 tükörképben jelennek meg, mert a fényképezőgép lencséje alulról felfelé nézve rögzíti a képet, a szokásos nappálya diagramok viszont főlülől lefelé tekintve szerkesztik az égboltot.

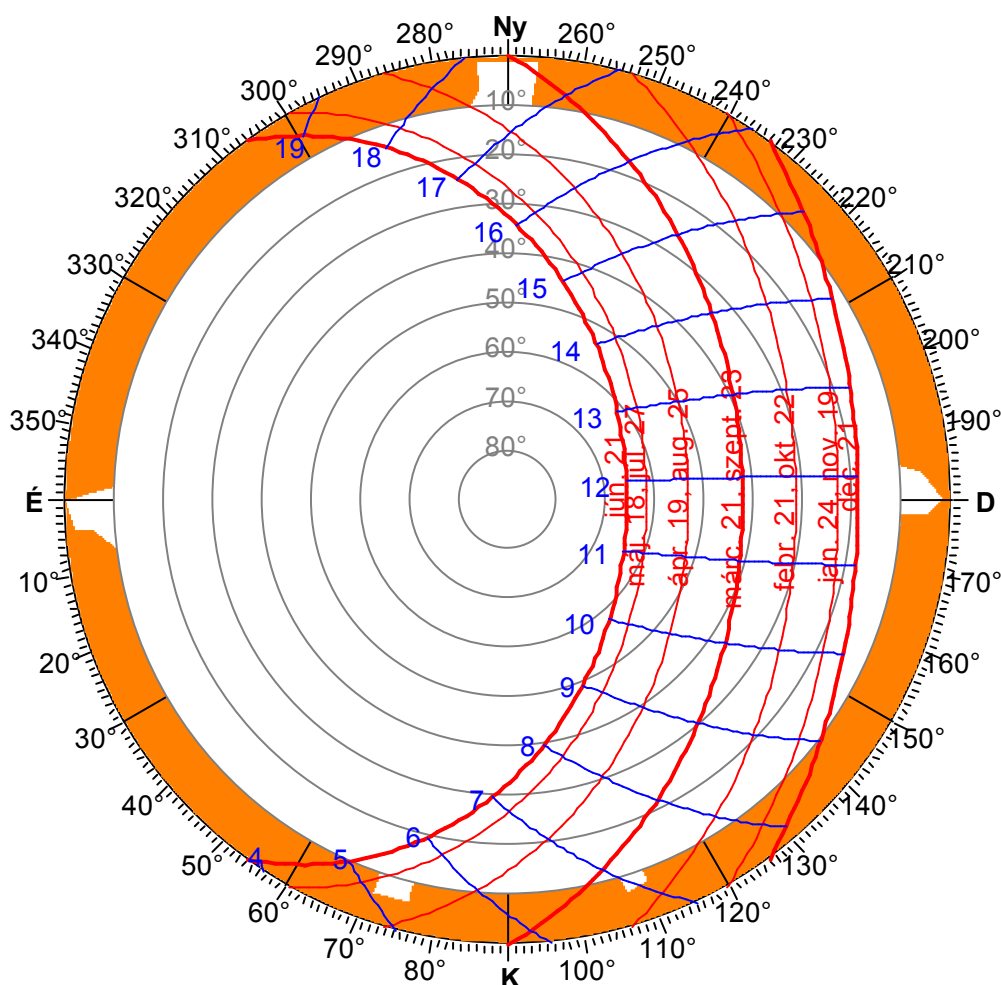


59. ábra. ÖSSZETETT KÖRNYEZET BENAPOZÁS VIZSGÁLATA

Mint látható az 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 nappályadiagram 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.



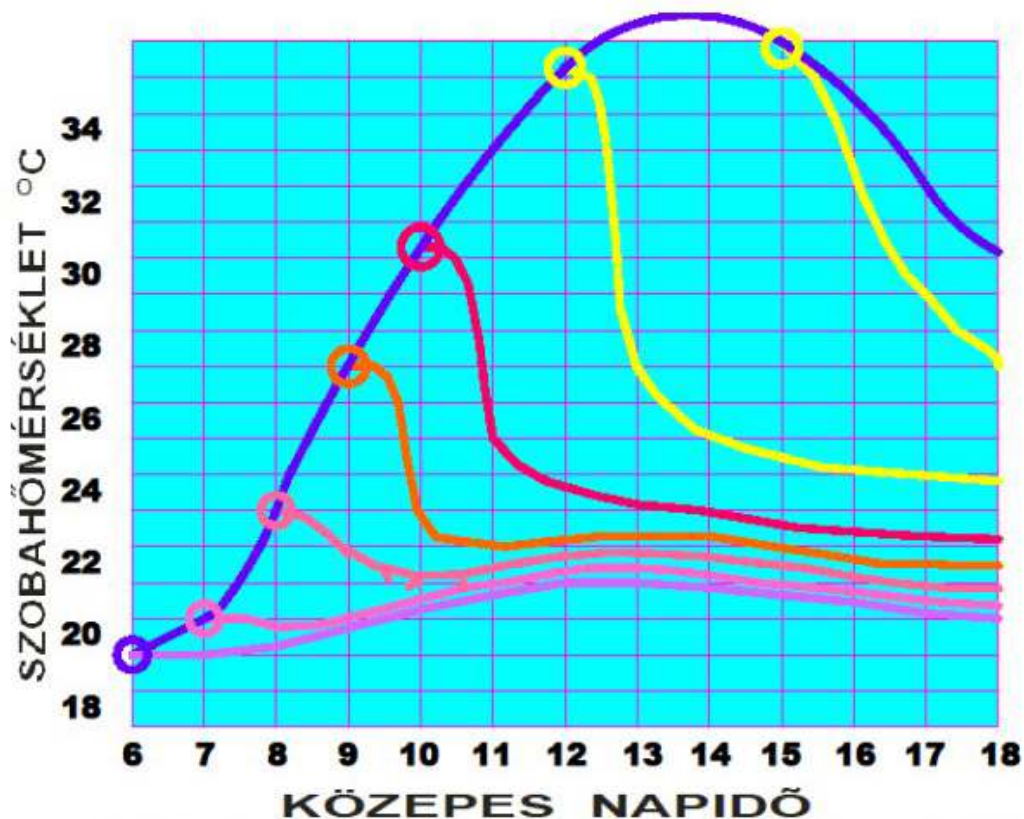
60. ábra. SZABAD ÉGBOLT KÖRVONAL SZERKESZTÉS FÉNYKÉP ALAPJÁN

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 közmegejtetés 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 küszöbről, 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 melegnek ítélt időszakot.



61. sz. ábra A HELYISÉG ÁRNYÉKOLÁS KEZDETÉTŐL FÜGGŐ BELSŐ HŐMÉRSÉKLET 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 ($\sim 22^{\circ}\text{C}$) magasabb hőmérsékleti környezet hatására a munkavégző képesség rohamosan csökken. Tehát **építészeti feladat a zárt terekben a hőkényelem megteremtése, gépi berendezések nélkül.**

A **SUNARCH** program ehhez nyújt segítséget azáltal, hogy nyolc jellemző klímaregiót jelképező város számára, a nappály diagrammal egyesíthető, a 22°C -os hőmérsékleti előfordulásokat diagramokkal jelképezett -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 mindjárt 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 ideálistól egy $^{\circ}\text{C}$ -al eltérő vérhőmérséklet 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 adaptációs 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 mérőszámok tanúsága szerint - felső 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 felső határának, azaz árnyékolási küszöbértékként a 26°C -t előfordulásokat használnánk.

A **SUNARCH** programban fellelhetők, a klímaregiókat 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 valószínűsíti 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 érzet 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 helyiség hőmérséklete magasabbra fog emelkedni, mint a külső léghőmérséklet. A programban megadott hőmérsékleti előfordulások a külső léghőmérsékletre vonatkoznak. **A beltéri hőmérséklet 2-3 fokkal általában magasabb a benttartózkodók és berendezések hőleadása következtében.**

HŐMÉRSÉKLETI ELŐFORDULÁSOK MEGJELENÍTÉSE NAPPÁLYADIAGRAMON

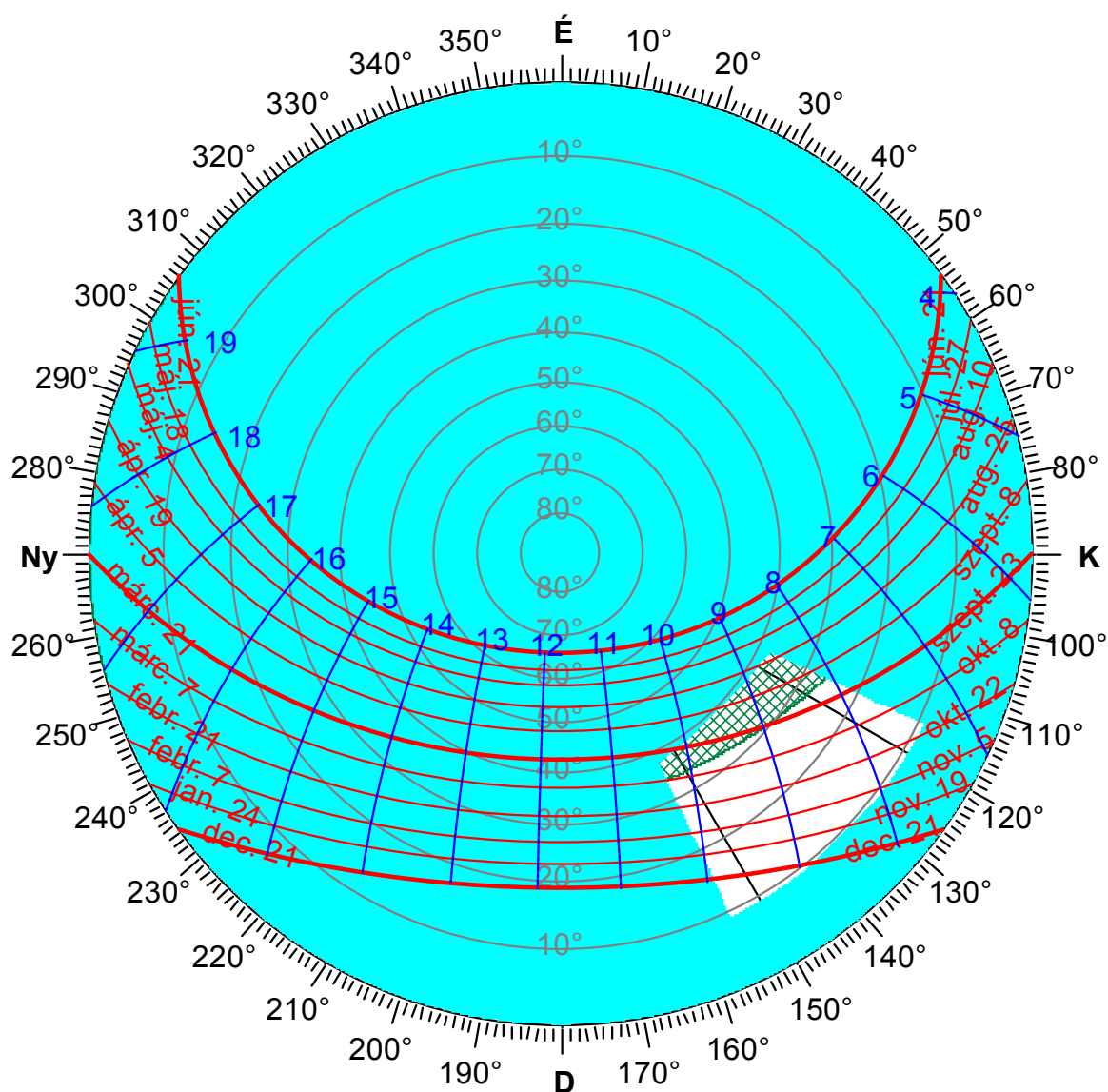
A **SUNARCH** program elindítása után, amikor a településhez tartozó nappály diagram megjelenik, amelynek bal felső sarkában, a *Sztereografikus megjelenítés* –re kattintva, kinyílik egy további párbeszéd ablak, amelyen a *Takarások*, *Újtakarások* gombjait aktiválva, kinyílik a *Takarás adatok megadása* párbeszéd táblázat (62 sz. ábra). Ebben a *Határolás 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 *Körvonal 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

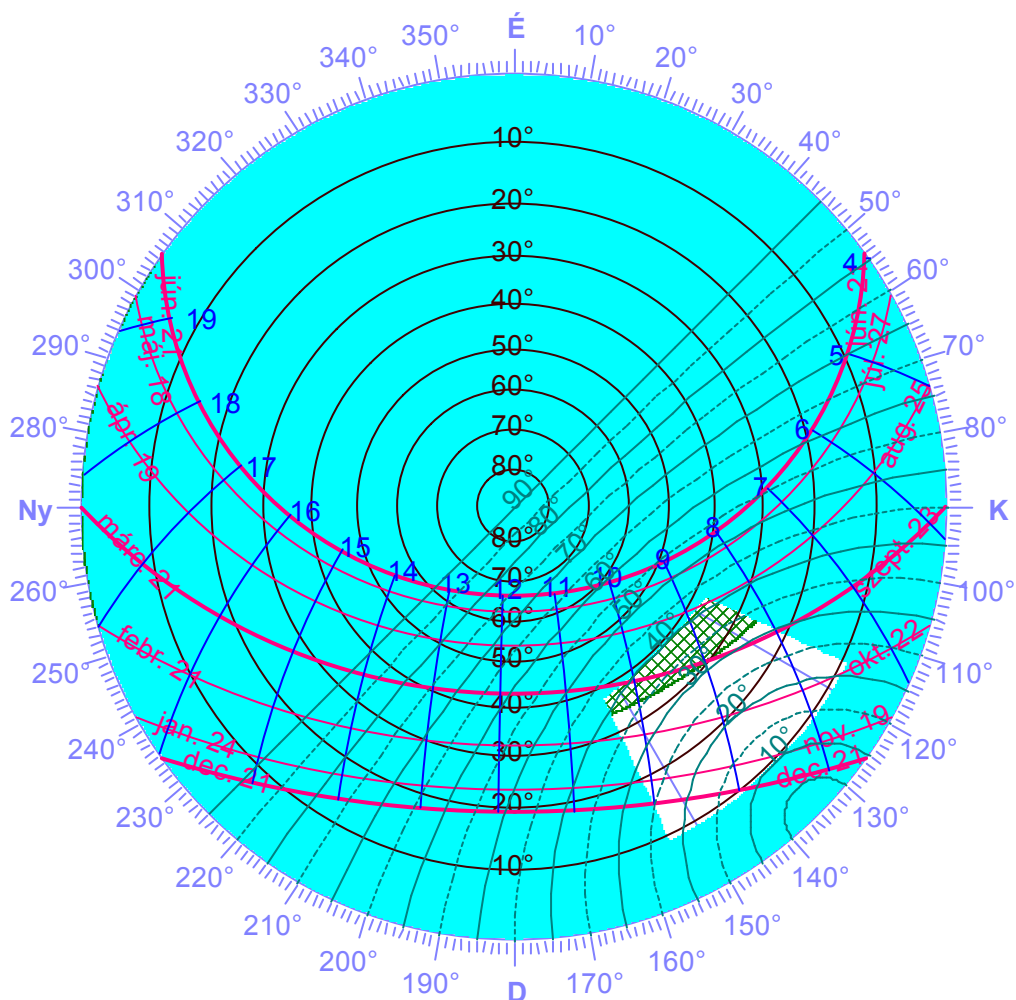
A hőmérsékleti küszöb ábrázolásához az *Új takarást* aktiválva, a *Kitakarás* gombot kell kijelölni. Az ábra színeit a fent leírtak szerint újra beállítjuk, majd a *Betöltés fájlból* gomb megnyomásával, kinyílik az a párbeszéd ablak (meg kell keresni azt a

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, amelynek a zöld vonalkázott felület határol. Az előfordulás valószínűsége naptári és óraidőben is leolvasható a vonalkázott felület szegélyvonalai mentén.



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



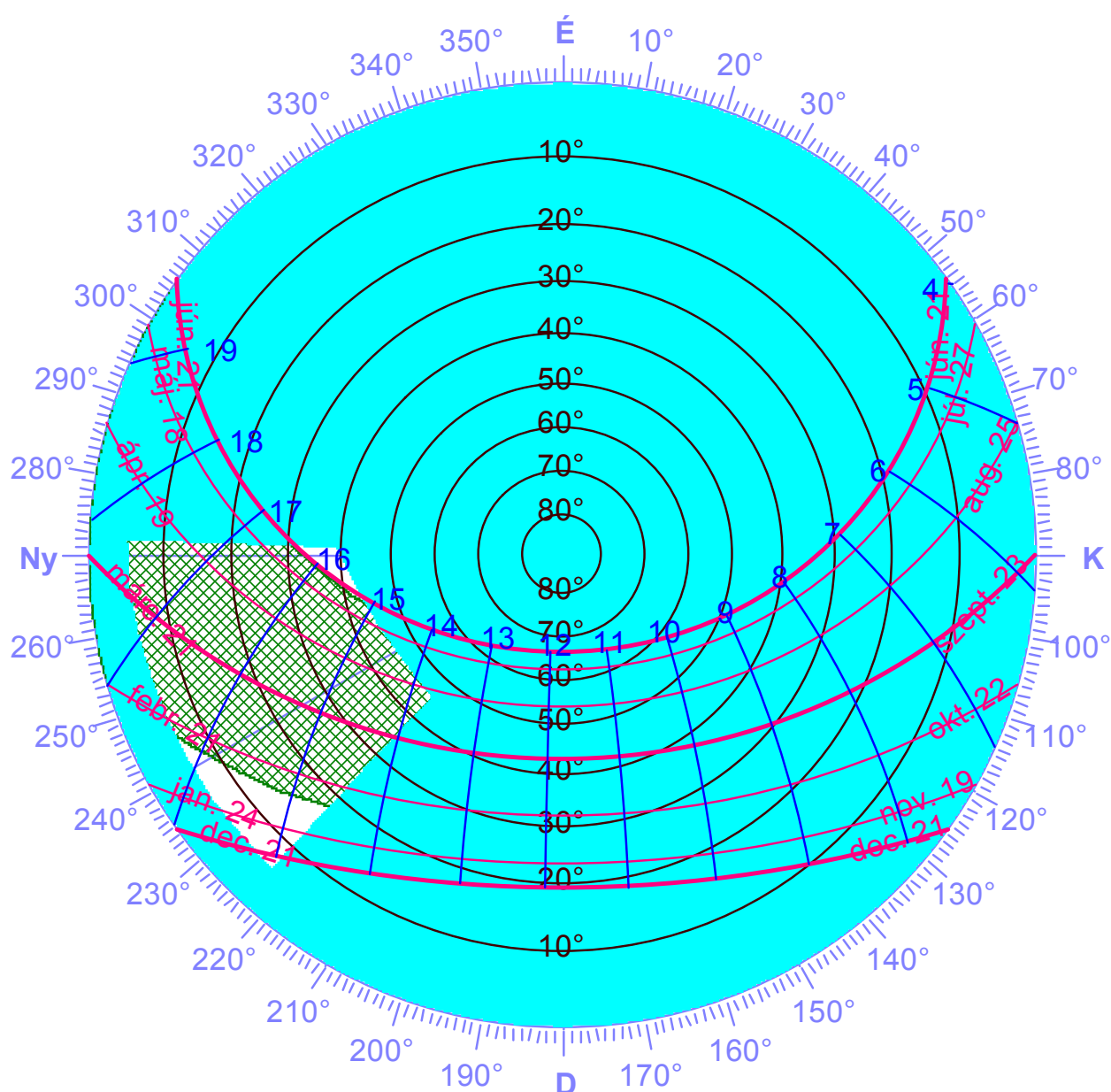
64.SZ. ÁBRA. A 22°C LÉGHŐMÉRSÉKLET ELŐFORDULÁS 3%-OS VALÓSZÍNŰSÉGE ÉS A BEESÉSI SZÖGMÉRŐ ALKALMAZÁSA

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 hőmérséklet 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 napég egyenlőség idején is, ezért a tervező feladata, eldönteni, hogy alkalmaz e árnyékolót az üvegezés megvédésére.

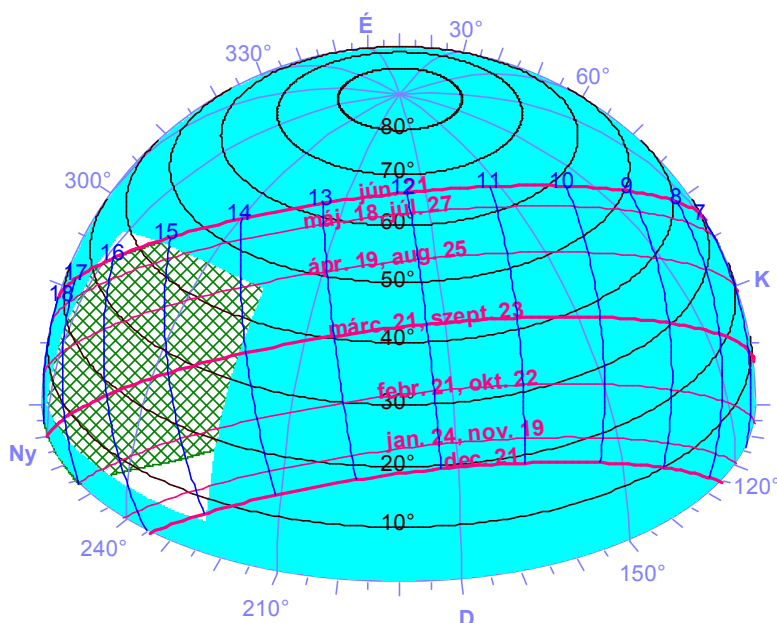
Mint megállapítható, a túlmelegedés veszélye nem igen áll fenn, mert a 22°C léghőmérséklet március 21 –szeptember 21.-én, vagy októberben 8-10 óra körül fordulhat elő, amikor mindenki szívesen fogadja már a napsugarakat.

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.



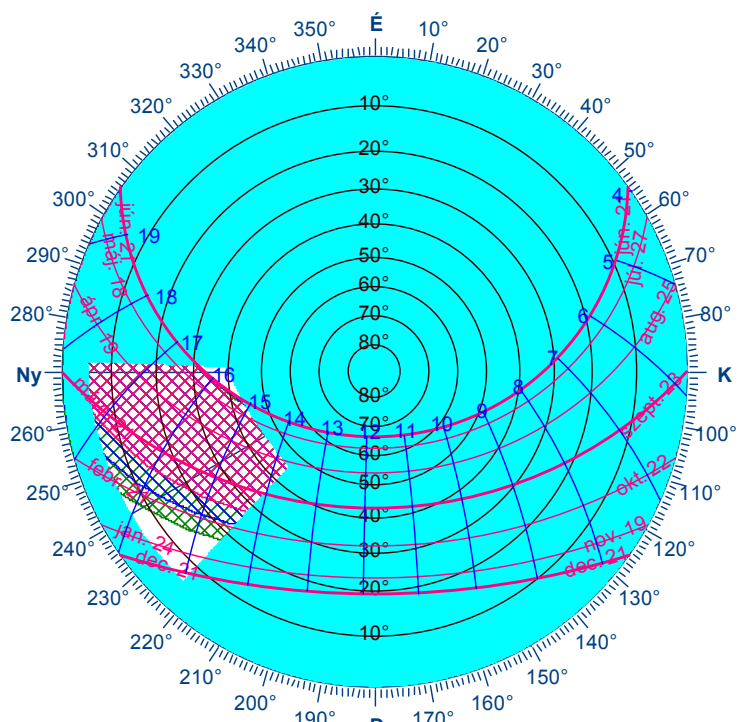
**65 sz. ábra. DÉLNYUGATRA TÁJOLT ABLAK VIZSGÁLATA 22°C
LÉGHŐMÉRSÉKLET ELŐFORDULÁS 3%-OS VALÓSZÍNŰSÉGGEL
SZTEREOGRAFIKUS VETÜLETBEN**

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 LÉGHŐMÉRSÉKLET ELŐFORDULÁS 3%-OS VALÓSZÍNŰSÉGGEL 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 léghőmérsékleti előfordulási valószínűségek ábráját is (67.sz. ábra).



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



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 **kövénen 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 anyagtan 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 mindenkor 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 klímarégióként 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 vízfelületről, 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 lecsökkennek, megszűnnek, melyek a szilárd anyagokat felemelték a felszínről és lebegésben tartották. Tehát a legnagyobb energia hozam égtáji irányát, 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 grafikusán bemutatjuk.

Szerző, szponzorok támogatásával beszerezte az Országos Meteorológiai Intézet 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 grafikusán 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 grafikusán 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 égtájrány és dőlésszög megállapítására. Márpedig ez a két paraméter több feltételtől 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, avagy egy háztartás egész évi meleg víz előállításához kívánunk napkollektort telepíteni. Természetesen mindezen 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 időjárásai sajátosságait tükröző sugárzási adatok alapján lehet megállapítani.

A SUNARCH program olyan számítógépes eljárást kínál, amelynek segítségével, több hazai klímaregióban, hosszú időtartam alatt mért, sugárzási adatok átlagára támaszkodva, meghatározható a legnagyobb napenergia hozamot biztosító égtájrány 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 időjárásai 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 menüjében választható az üvegezett felületen áthaladó napenergia mennyiségének kiszámolása is, mely esetben 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 szögfoktól – a **beesési szögtől** - függ. Minél kisebb ez az úgynevezett beesési szög, amit az adott síkra emelt merőlegetől, azaz a **sík normálisától** kiindulva mérünk, annál nagyobb az energia mennyiség 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 mindezen körülményeket figyelembe veszi az energia hozamok kiszámításánál.

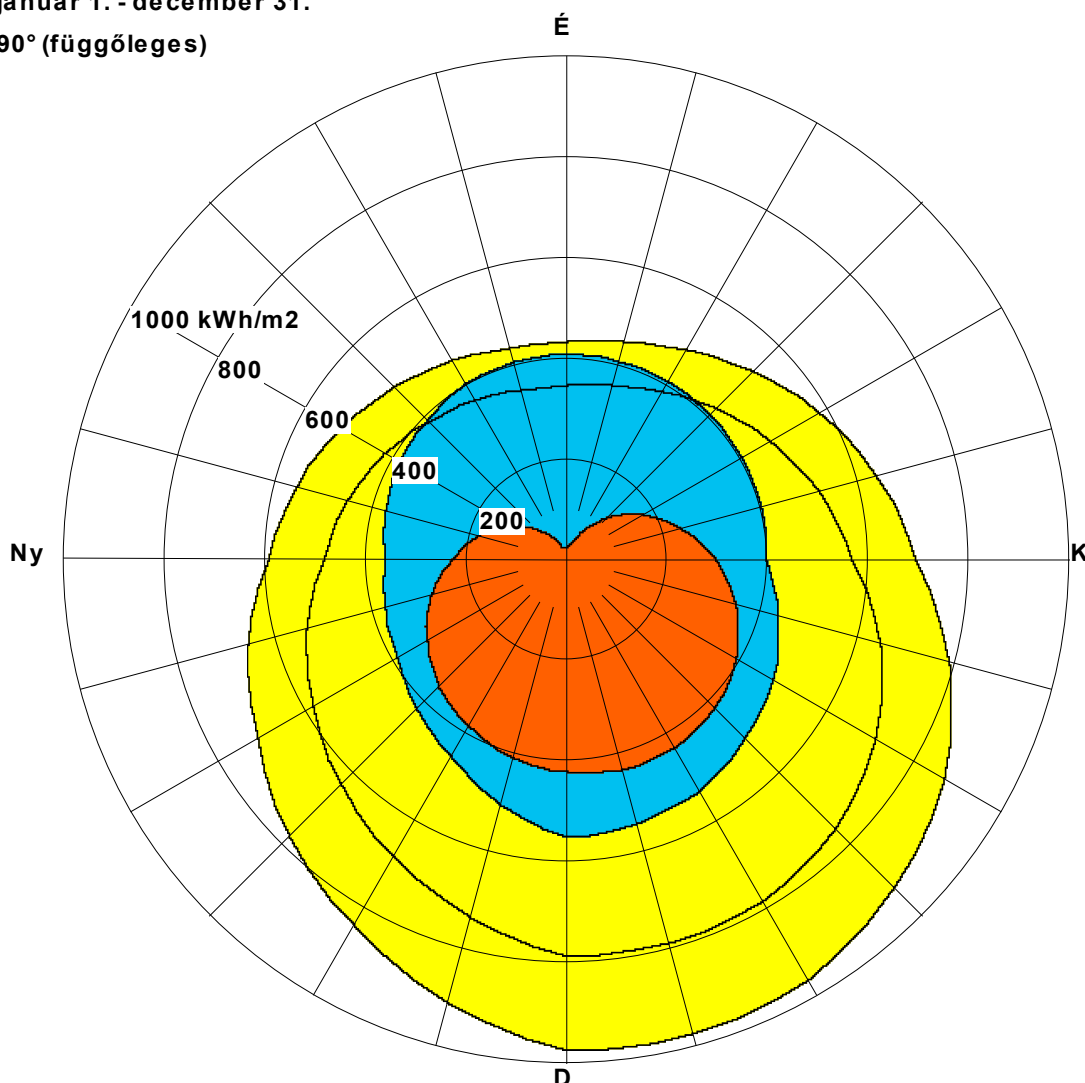
A bejövő sugárenergia égtájtól, időszaktól függően eltérő tulajdonságát akkor lehet érzékelni, ha képzeletbeli függőleges síkokat állítunk minden égtáj irányába és ezeken hosszú évtizedeken át mérjük a beérkező napenergia mennyiségét. Az **ÉGTÁJ SZERINTI**

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

Három színkódot használunk, a **vöröset**, amely a közvetlen napfényt, a **kéket**, amely a szórt sugárzást és végül a **sárgát**, amely e két előbbi sugárzásnak az összegét, a teljes, másképpen 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.

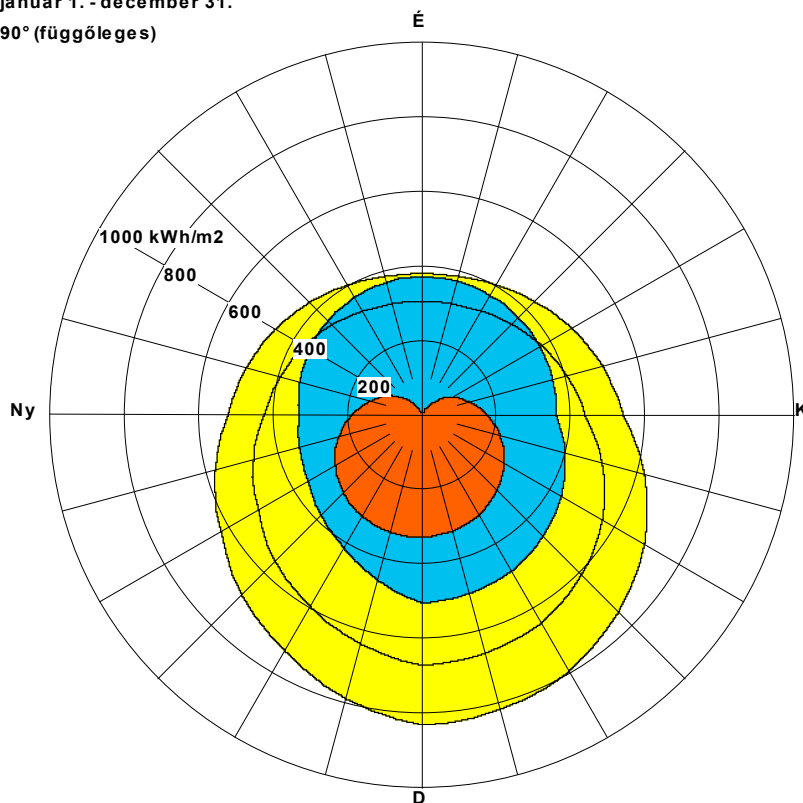
január 1. - december 31.

90° (függőleges)



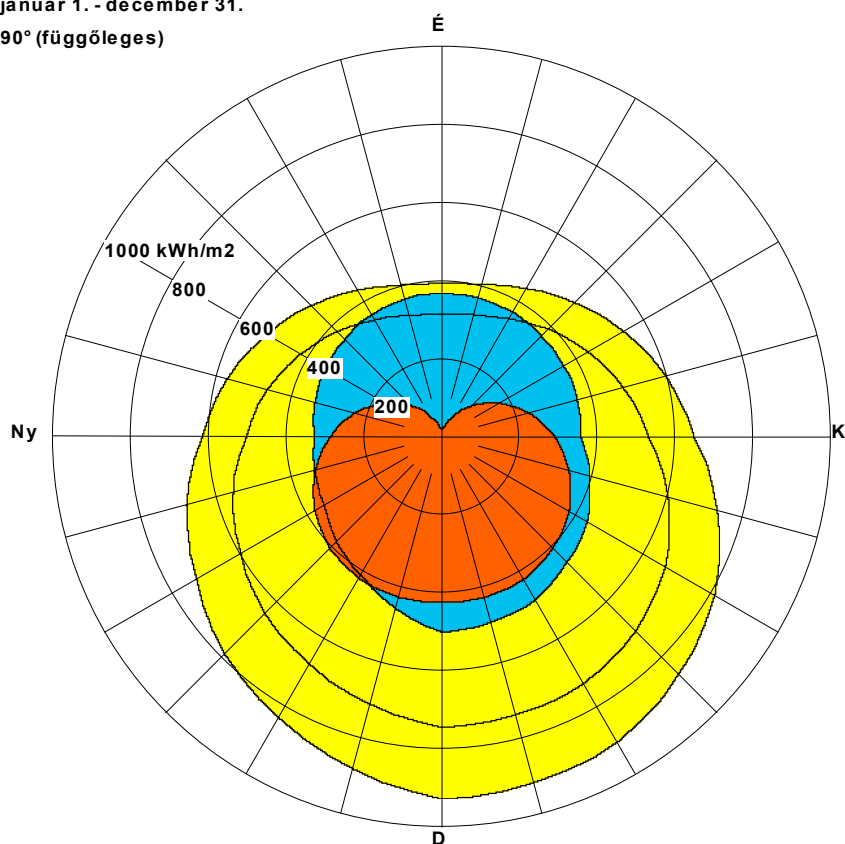
**69.sz.ábra FÜGGŐLEGES FELÜLET ÉVI TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA
BUDAPESTEN ÉS KÖRZETÉBEN**

január 1. - december 31.
90° (függőleges)

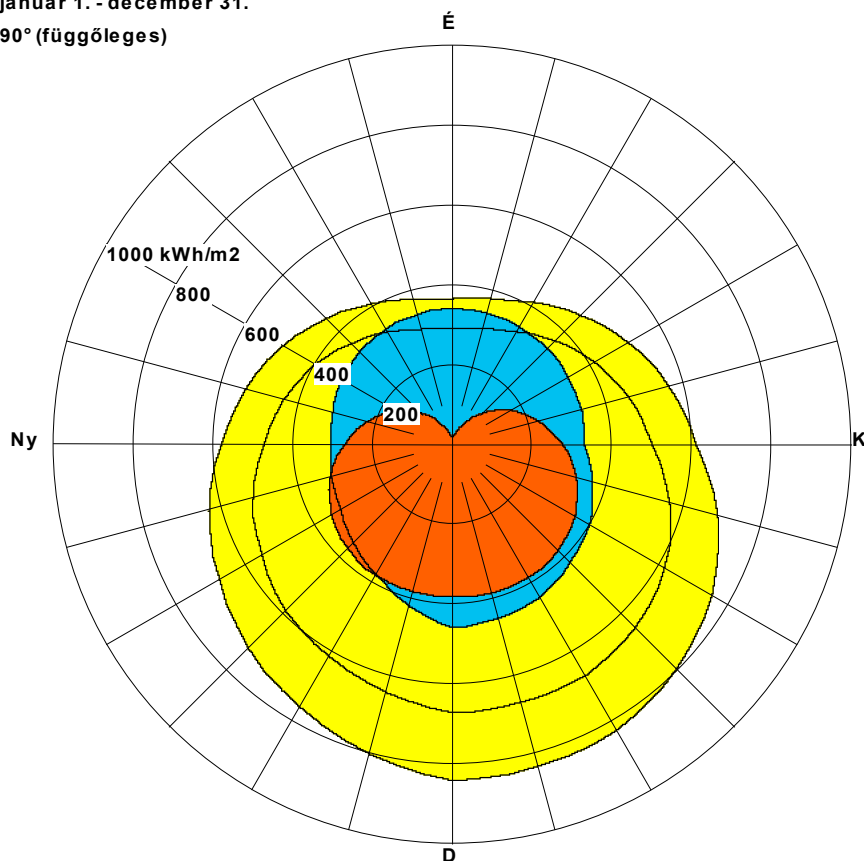


**70.sz.ábra FÜGGŐLEGES FELÜLET ÉVI TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA
SOPRONBAN ÉS KÖRZETÉBEN**

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, klímaregiónak 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 energiahasznosítás 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.

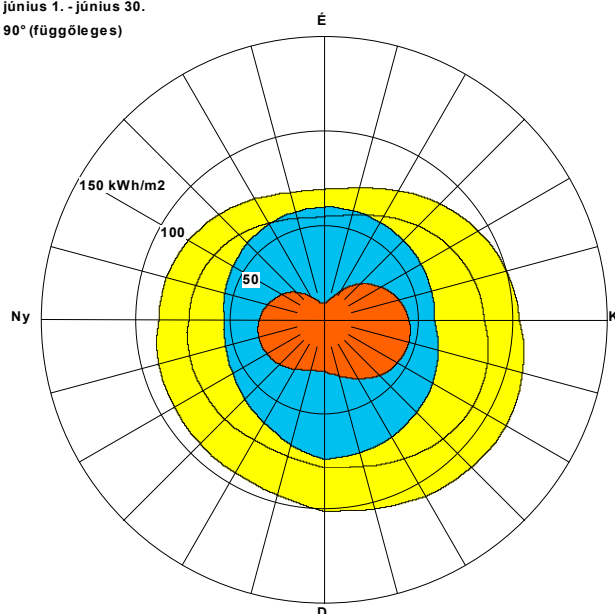
A talaj felszínre érkező napsugárzást hazánkban legnagyobb mértékben a vízpára csökkenti. Ennek mennyisége naponta és óránként változik. Ennek következtében a talajfelszínre elérő sugárzásenergia tartalma nem csak a napsugarak beesési szögétől függ, hanem a légkör összetételétől, a helyi időjárástól 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 leírhatjuk. A 73-sz. ábrán 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 Újrászámítás* parancssal az újonnan beállított értékekre vált a diagram. Ha a megjelölt 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 szórtat 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.

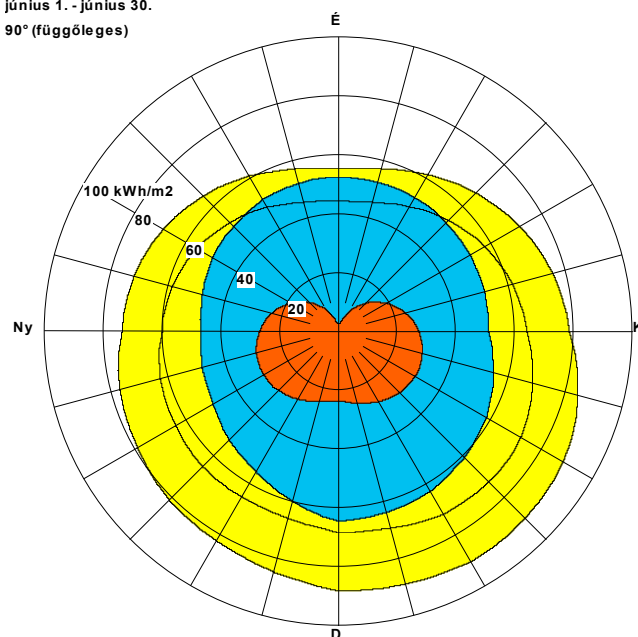
Az ettől eltérő vastagság lényegében nem befolyásolja az átbocsátott napenergia mennyiségét, mert jobbra nem az üveg vastagságának, hanem a tükröző üvegfelületek számának van jelentősége az átbocsátás tekintetében. Erre vonatkozóan, a többrétegű thermopán üvegezéseket illetően a gyártók katalógusai adnak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

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



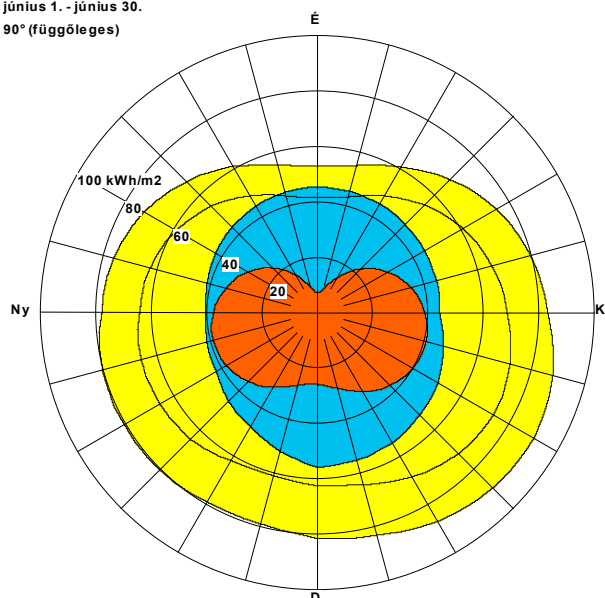
**73.sz. ábra TÁJOLÁS SZERINT FÜGGŐ-
LEGES FELÜLETRE JUTÓ NAPENER-
JÚNIUSBAN BUDAPESTEN**

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



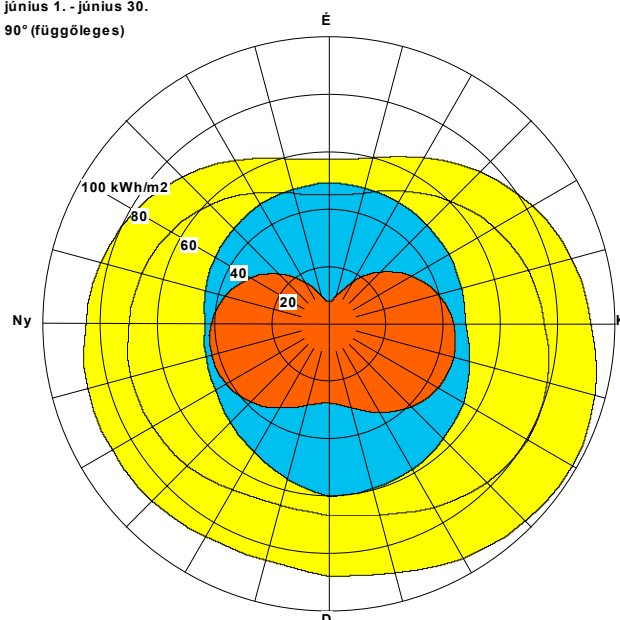
**74. sz. ábra TÁJOLÁS SZERINT LEGES
LEGES FELÜLETRE JUTÓ NAPENER-
GIA JÚNIUSBAN SOPRONBAN**

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



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

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



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

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 jelenségben 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 párássá válva felszáll és 11 óra tájban megjelennek a kumulusz felhők, délutánra beborul és újra lehullik csapadék formájában.

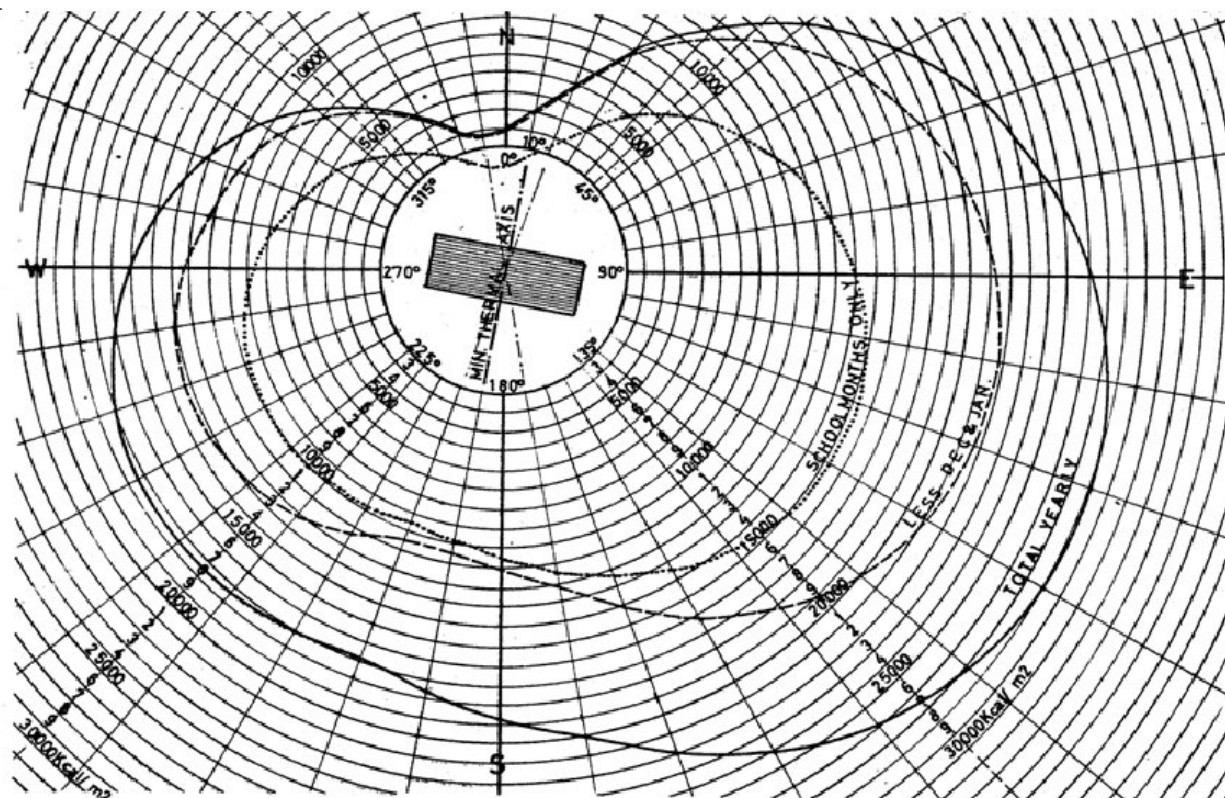
A befelhősödött égbolt, egyre kevesebb napenergiát bocsát át, úgy hogy a délelőtti-délutáni bejutó energia mérleg erősen a délelőtti időszak javára billen. Létrejön egy napi disztorzió, amely ezekre a hónapokra jellemző. Ezt a jelenséget mutatják be a 73-76 sz. ábrák. Mint látható, az aszimmetria minden 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 homlokzatának 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 hűvös tereket 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 otthónyomán, a helyi meteorológiai intézetben rendelkezésemre bocsátották az ötvenéves mérési adatokat. Feltételeztem, hogy nem egyenletes a naphőterhelés 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 számológép és a szögfüggvények álltak rendelkezésemre. Mindenki nagy meglepetésére igen jelentős torzulás képe alakult ki (lásd 77.sz. ábrát). Angol kutatókkal közölve 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, délre már elsárgul, kora délutánra kissé besűrűl az égbolt. Ennek a jelenségnek fizikai oka, hogy a napsütötte homokos felületről 11 óra tájban elindulnak a tölcséres termik szelek, amelyek felemelik a finom homokot a talajról, s rövid időn belül befedik az eget. 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.

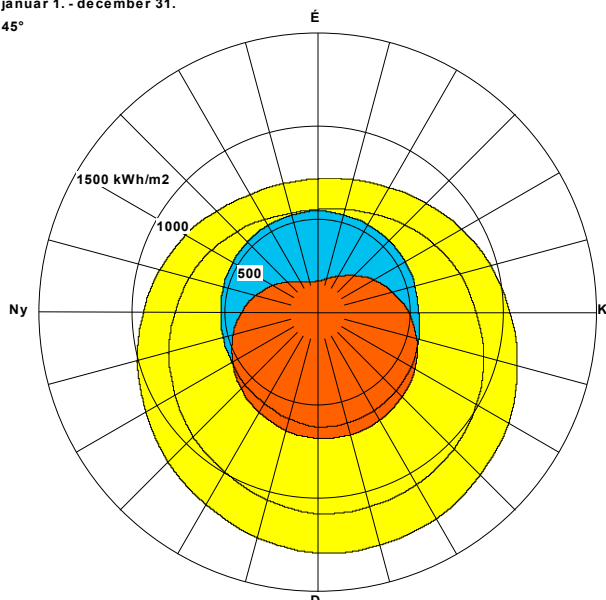


77.sz.ábra DIREKT NAPENERGIA ÉGTÁJ SZERINTI ELOSZLÁSA SZUDÁNBAN KHARTOUMBAN FÜGGŐLEGES FELÜLETEN ÖTVEN ÉVES ÁTLAG ALAPJÁN

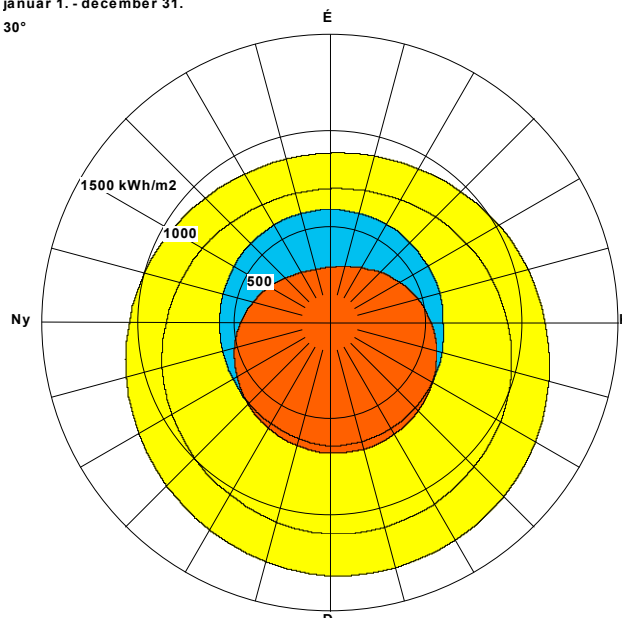
A 77.sz. ábrán, a függőleges felületre tájolás szerint érkező direkt napenergiának olyan mértékű a délkelet irányú torzulása, a napenergia hozam megnövekedése, hogy ez az épületek szoláris tájolásának szükségességét vetette fel. Egy adott körvonalú épület olyan helyzetbe forgatható, tájolható, amelyben évi viszonylatban a legcsekélyebb napenergia terhelés kapja. Ezáltal elérhető, hogy az épület mintegy 30 %-al kisebb hőterhelést kapjon. 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 kcal 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. Végző döntéshez ajánlatos a számszerű adatokat igénybe venni, amelynek elérhetőségét alábbiakban tárgyaljuk.

január 1. - december 31.
45°



január 1. - december 31.
30°

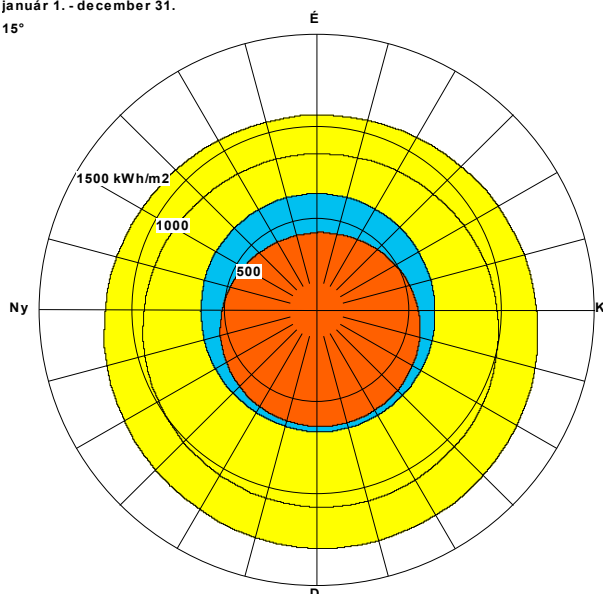


Mielőtt erre rátérnénk, néhány diagramon bemutatjuk, hogy a felfogó sík érzékenysége milyen nagy a dőlésszöglet és a felfogható napenergia tekintetében.

45° DŐLÉSŰ SÍK TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA BUDAPESTEN

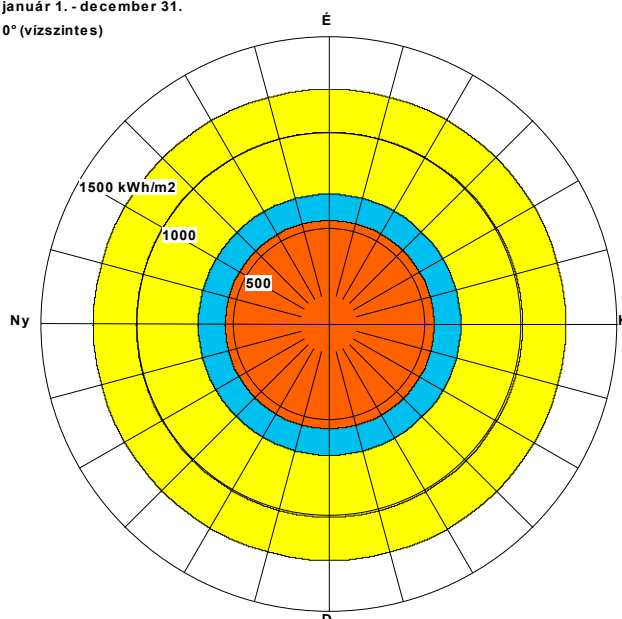
30° DŐLÉSŰ SÍK TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA BUDAPESTEN

január 1. - december 31.
15°



15° DŐLÉSŰ SÍK TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA BUDAPESTEN

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



0° DŐLÉSŰ SÍK TÁJOLÁS SZERINTI ENERGIA HOZAMA BUDAPESTEN

78.sz. ábra A NAPENERGIA HOZAM VÁLTOZÁSA A SÍK DŐLÉSSZÖGE 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 fölé 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 szögben érkező fénysugár nagyobb hányadát az üveg, s más tükröző felületek visszatükrözik. Tehát a kollektor dőlésszögének kiválasztásánál meg kell vizsgálni az egyéb adottságok figyelembe vételével, 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 öntisztulni. 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 valószínűséggel 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 nevezzük, amely időszak alatt a kollektor az elérendő cél szolgáltatásban van. Más a ciklusideje egy kemping, 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 nappályas szakasz a 0-30 fokos beesési szögek zónájába.

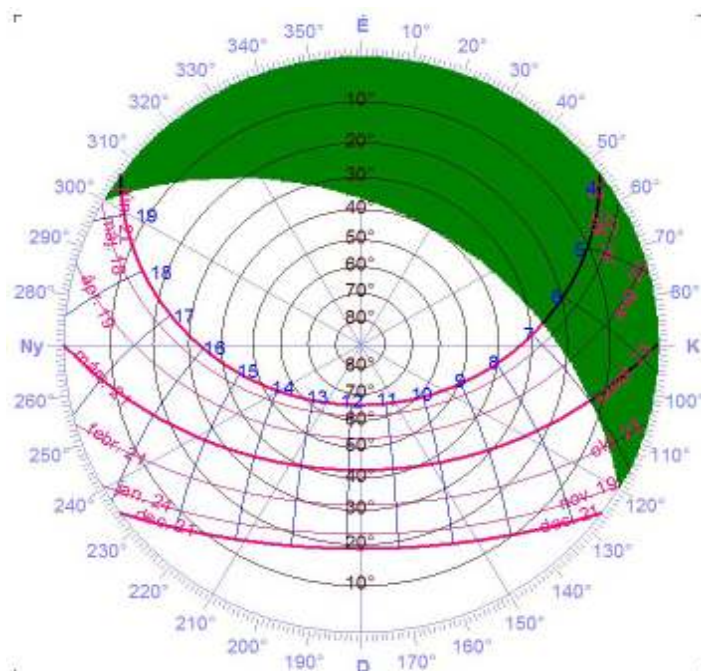
A 79. sz. ábrán egy budapesti napkollektor benapozottságát vizsgáljuk, ha a földrajzi szélesség $47^{\circ} 30'$, a kollektor síkjának azimútja 210° és dőlése 40° . Az ábrán a zöld színnel fedett terület az égboltnak azt a felületét fedi, amit a kollektor dőlésszöge miatt „nem láthat”, tehát onnan nem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

A kollektor síkjával párhuzamos síkkal az alábbi lépésekkel tudjuk elmenteni a virtuális égboltot, hogy az eredmény segítségével tanulmányozni lehessen a kollektor benapozottságát. Ha már beállítottuk a programot, s megjelent a mappályas diagram, akkor a *Módosítás/Takarások/ Újtakarás/Kitakarás/Pontokkal megadott* parancssort működtetve, 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° azimutú, 40° dőlésű sík nyomvonalát, ha a párbeszéd ablakba ezeket az értéket is beírjuk. A nyomvonal színének és vastagságának kiválasztását az ablak felkínálja.

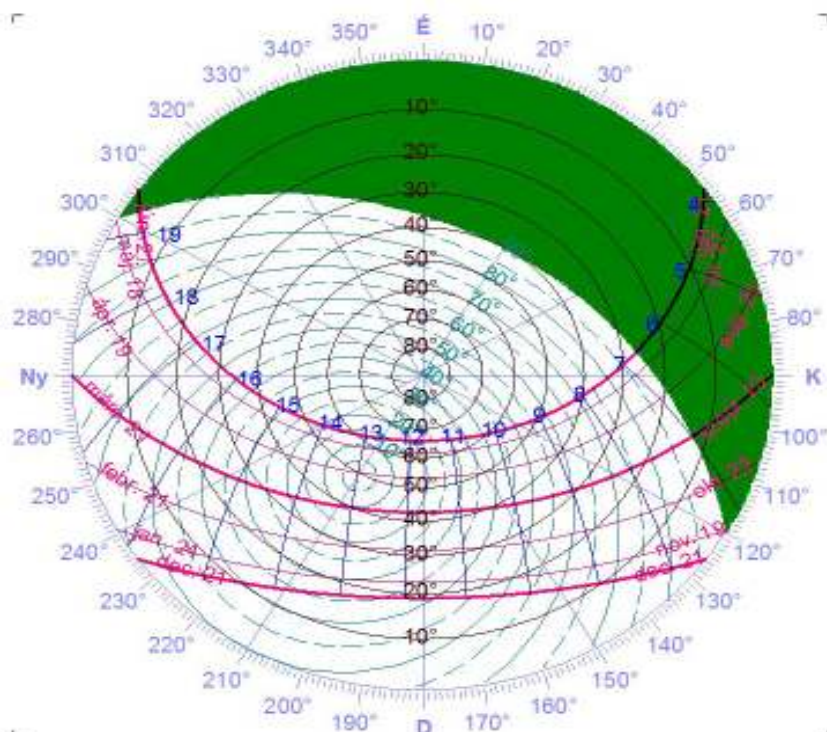
A 79.sz.ábrán látható, hogy az összes nyári nappályas vonal megjelenik az égbolt takaratlan részén, tehát a kollektor jó teljesítményére számíthatunk. A napenergia hozamról, akkor tudhatunk meg több információt, ha megvizsgáljuk, hogy a 40° dőlésű kollektorra milyen beesési szögek alatt, mikor érkeznek meredeken a napsugarak. A szórt 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 nappályas diagram sötétkép mezőjére bal gombbal rákattintunk és a *Módosítás* parancsot választjuk. A felnyíló párbeszéd ablakban bekapcsoljuk a *Beesésszög vonalak és értékek* parancsot és kitöltjük a kollektor azimutjához, dőléséhez tartozó értékeket.

A beesési szögek tekintetében a kollektor dőlésszögét előnyösnek tekinthetjük, mert az alacsony beesési szögeértékek éppen az év legmelegebb hónapjai fölé 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 körvonalát, 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 kiválaszthatjuk 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 meteorológiai mért adatok alapján lehet meghatározni. A **SUNARCH** program felkínálja az optimum meghatározását, klíma régiók szerint, **mért napenergia adatok alapján**. A következőkben az optimum keresés lépéseit 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 klímaregióknak az energetikai adatbázisát, amit kiválasztottunk.

Ezután, ha a nappálya diagram bal felső ablakában, a kék mezőben a *Sztereografikus ábrázolás*ra 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, szórt, teljes sugárzást, vagy a 3 mm vastag üvegezéson 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 dőlés szögét, amely a maximális hozamot adja. Dönteni 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 adódhat 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 másikkhoz, 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 adatok átkerültek a műveleti mappába. A kinyíló párbeszédablakban

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 *Vizsgálendő sík azimutját*-t, a *Hajlásszögét*-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 *Értékeket* 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 aktiválnun 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.

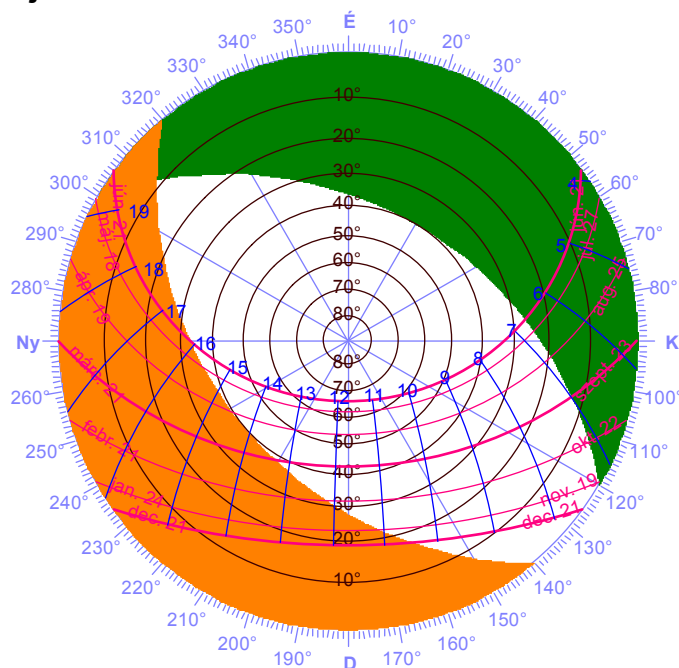
Ha a tájolás változatlan, de a *hajlásszöget a maximum érdekében keressük*, akkor a program **20°-os hajlásszöget javasol**, és a hozam **126 535 Wh/m²** értékre emelkedik.

Ha a **MAXIMUOT KERESSÜK** és a *Teljesen szabadon* opciót választjuk, tehát sem tájolás, sem hajlásszög nincsen megkötvé, 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 szórt sugárzás energia hozamát. A program számításba veszi azon nappálya szakaszokat, amelyek tárgyak által fedettek és levonja a takart időtartam alatt a Napból és égboltól érkező direkt, illetve szórt energiát. A szórt 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 szórt sugárzás, hanem a horizont környékéről jelentősen kisebb szórt 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 $95\,815\text{ Wh/m}^2$ lesz, szemben a teljesen szabad beállítás $131\,827\text{ Wh/m}^2$ hozamával.**



83.sz. ábra NAPKOLLEKTOR OPTIMÁLIS HOZAMSZÁMÍTÁSA RÉSZBEN 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, derős-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.

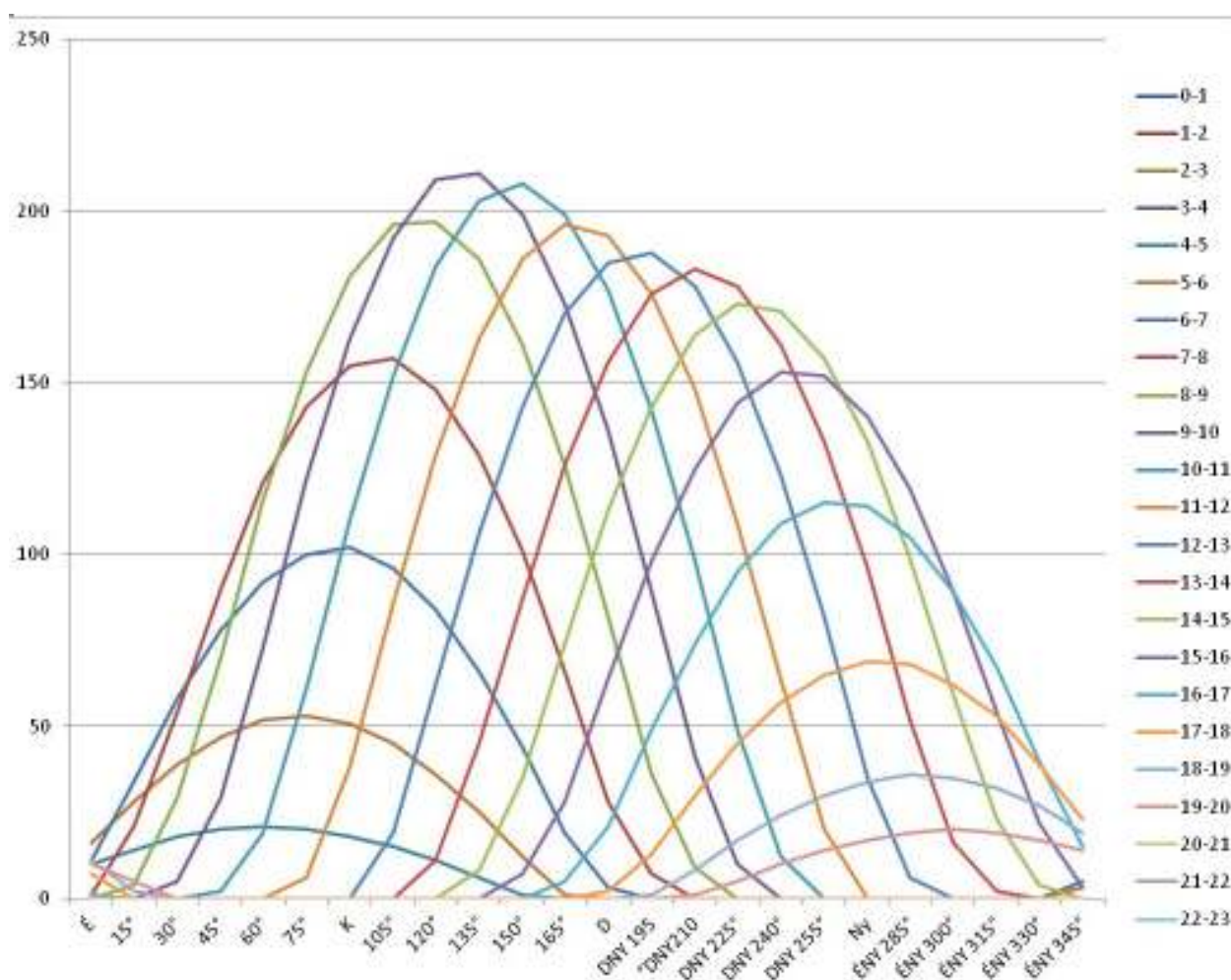
A feladat beállítása után, a betöltés parancsra megnyitható a négy klímarégiót felsoroló városok közül valamelyiket kijelöljük, majd a **megnyitás** parancsra kattintunk, a program betölti a választott régió energia hozam adatait. Ezután **Energiahozam számítás** parancssal kinyitjuk a 84. sz. ábrán 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 választhatunk, amire a vizsgálathoz szükségünk van. A táblázaton az értékek a kiválasztás után, valamint a **Táblázat újraszámítása** gomb működtetése után átrendeződnek.

A táblázatban a felső sorban az égtáji irányok, a függőleges oszlopokban az irány szerint és óránként érkező energiahozamok, alul az irány szerinti összesített hozamok találhatók.

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).



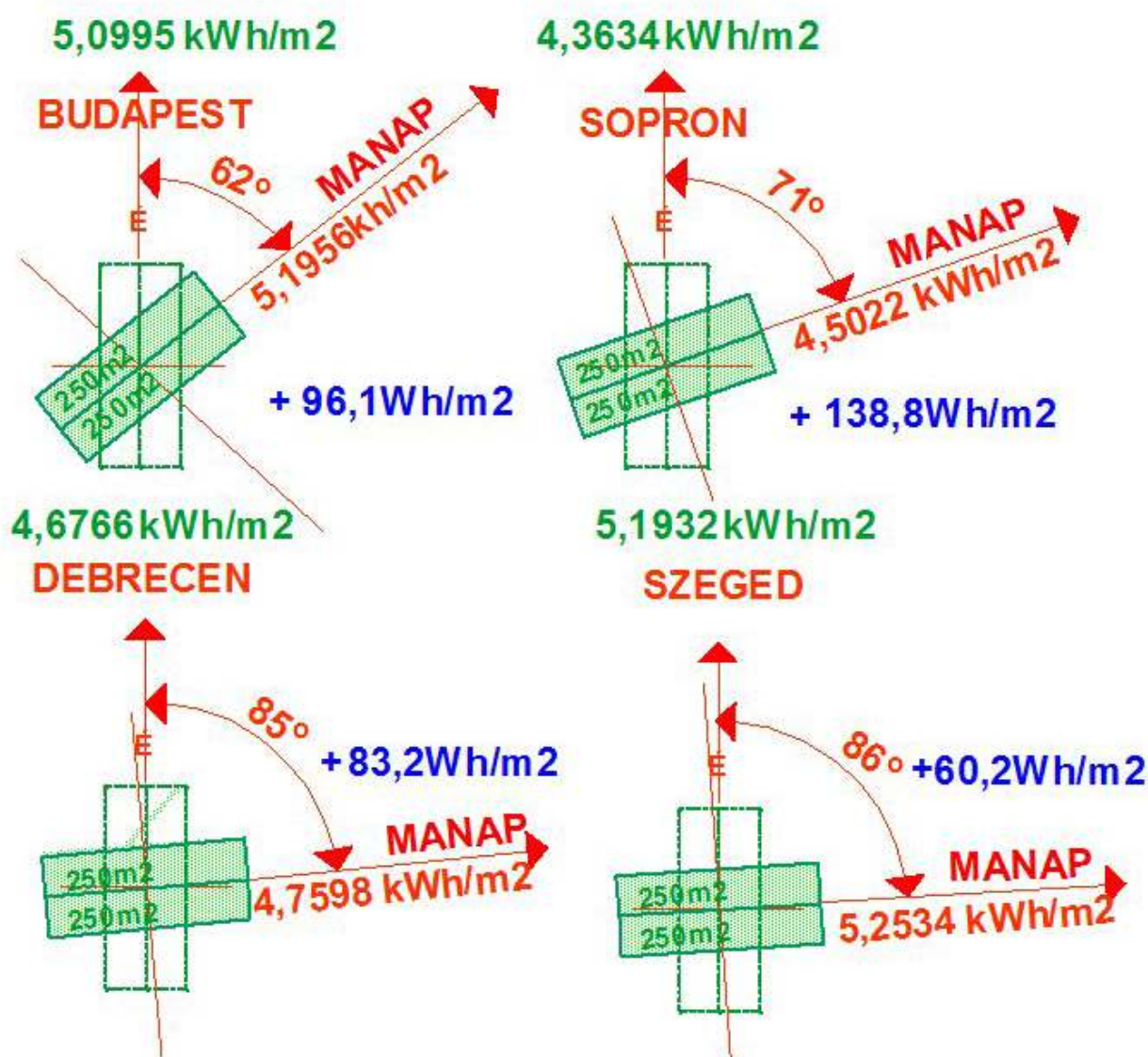
85. sz. ábra TÁJOLÁS SZERINT FÜGGŐLEGES FELÜLETRE JUTÓ NAPENERGIA HOZAM BUDAPESTEN ÉS KÖRZETÉBEN

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 klímaregióban.

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 NYERESÉG NÉGY KLÍMARÉGIÓBAN**

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

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

Több sík együttes vizsgálatához az energia számítások paranccsal kinyitható az *Energiahozam számítás* párbeszéd ablaka, ha előtte betápláltuk az adott régiók napenergia adatait. A *Több sík együtt* 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.

Energiahozam számítása

Vizsgált időszak kezdete: január 1. Vizsgált sík hajlásszöge: 40°

vége: december 31.

Táblázat | Diagram | Több sík együtt

A [m²]	Azimut [°]	Hajlásszög [°]	E _{dk} [kWh]	E _{dlt} [kWh]	E _{totál} [kWh]	E _{SRG} [kWh]
250	270 (Ny)	40	1,0915...	1,3554...	2,4453...	2,0071...
250	90 (K)	40	1,2626...	1,3934...	2,6542...	2,1923...
250	340 (É)	40	53852	1,4036...	1,9421...	1,518E...
250	100 (K)	40	1,3597...	1,4228...	2,7807...	2,3055...

Táblázat újraszámítása

RTF export

Új sík adatai

Felülete: 250 m²

Tájolása: 100

Hajlásszöge: 40

Új síkként felvesz

Kijelölhet módosítja

Kijelölhet törli

Optimum keresése

Elforgatás alsó határa: -180

felső határa: 180

Optimalizálandó érték: Teljes sugárzás

Maximum Minimum

Javasolt elforgatás: -90

Eredeti érték: 509951

Elforgatás után: 520520

Elforgatás szöge:

Síkok elforgatása

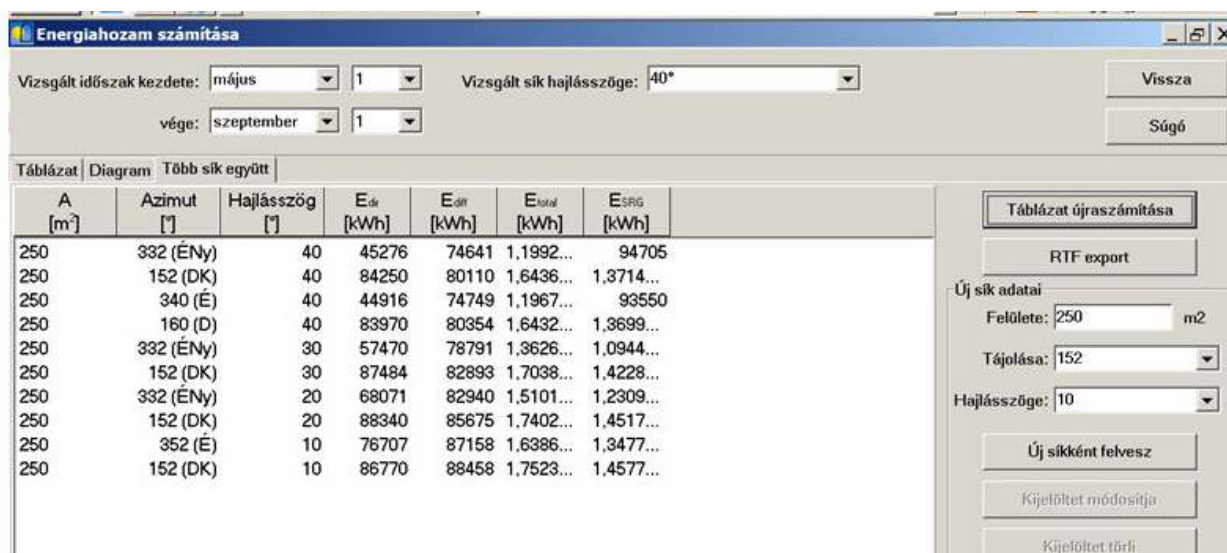
87.sz. ábra TÖBB SÍK EGYÜTTES ENERGIAHOZAMÁT SZÁMÍTÓ TÁBLÁZAT

Az E_{dr} a direkt, az E_{dir} a szórt, az E_{total} az összes, a globál energia hozamot jelöli, az E_{SRG} 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 hossztengetyére 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 *E_{total}* energia oszlop adatainak összeadásával. Az eredmények egy darabig növekedtek. Végül a két legmagasabb energiaadat között interpolálva, fokként haladva, megkerestük azt a tájolást amely a legmagasabb értéket adta. Az ehhez tartozó égtáji irány 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 klímaregióban.

A 86.sz. ábrán régióként, 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 klímaregiók 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 ősztavaszi hónapok hozamával, hogy miként alakul a MANAP, az optimális naptengely iránya. Az alábbi (88.sz. ábra) táblázaton követhető az eljárás menete.



A [m²]	Azimut [°]	Hajlásszög [°]	E _{dr} [kWh]	E _{dir} [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 IDŐCIKLUSSAL

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

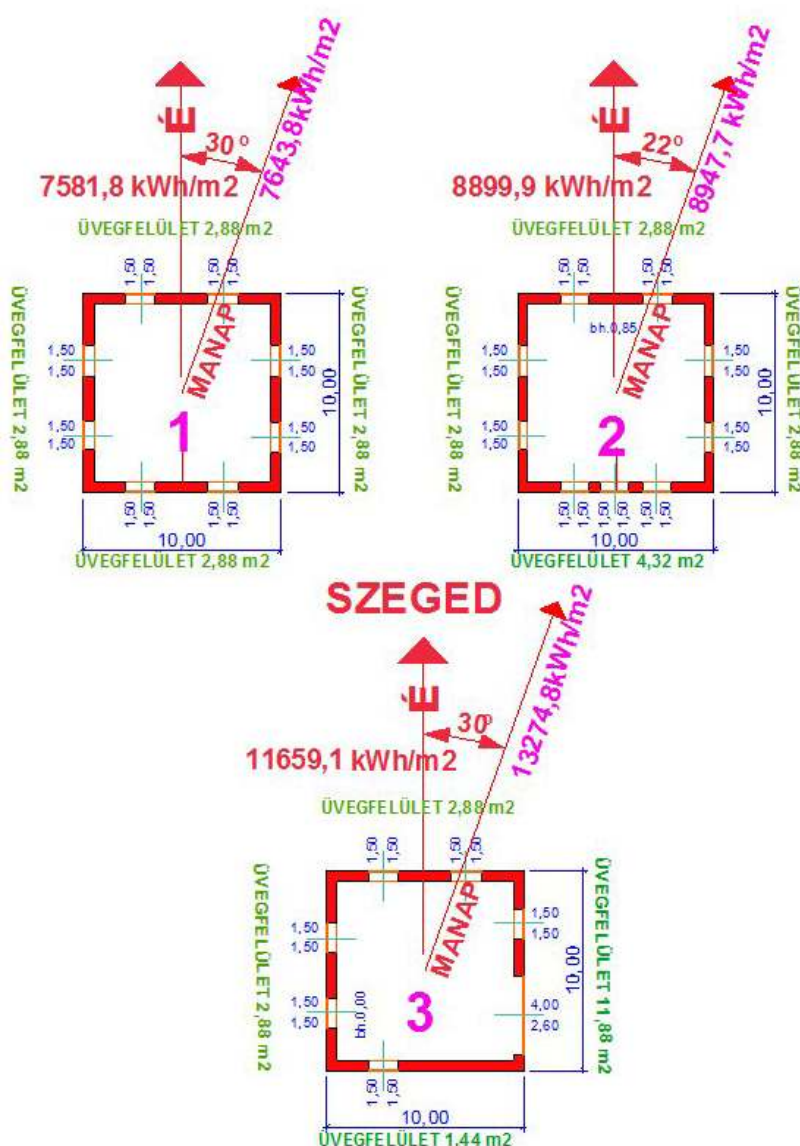
A két tetősík azonos tájolását használva, de csak szeptember 1 - május 1 közötti időszak napenergia hozamát számba véve, az elérhető hozam teljes sugárzással az összesített hozam – összeadva a sor total hozamait - 2,8428 kWh/m² eredményt nyertük.

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 **előzőkben 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 öntisztulásának feltétele, a kellő meredekség, amely mellett a nagyobb sebességgel lefolyó csapadék még biztonsággal lesodorja az atmoszférikus lerakodást, a port és egyéb szennyeződések. 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 kifejti 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 klímaregióban 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* paranccsal bevittük a szegedi klímakörzet napenergia adatait, s ezután kijelöltük az *Energiahozam számítása* parancsot, amelyre az fentebb látható párbeszéd ablak nyílt ki (lásd a

A [m ²]	Azimut [°]	Hajlásszög [°]	E _{dk} [kWh]	E _{dif} [kWh]	E _{totál} [kWh]	E _{SRG} [kWh]
2,88	0 (É)	90	66,915	1096,1	1163,1	927,58
2,88	90 (K)	90	840,56	1059,6	1900	1554
2,88	180 (D)	90	1253,8	1492,1	2745,4	2206,6
2,88	270 (Ny)	90	843,87	968,26	1812	1483

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 következtében 90°-ra állítottuk be. Az *Optimalizálandó érték*nek a *Teljes sugárzást* vettük, s ezután betápláltuk az északi homlokzattól indulva, az egyes homlokzatokhoz tartozó üvegfelületek nagyságát a *Felület* 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 mind 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 égtájrányhoz, amikor az új eredmény már csökkenőre fordul. Ekkor negatív előjellel a forgatást visszafelé addig folytatjuk, amíg a legmagasabb értéket meg nem kapjuk. Ekkor érkezünk el a napenergia hozam szempontjából ahhoz 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, elértük 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 _{dei} [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 szárny szélességeket, 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 a szoláris táblázat eredményeit.

A [m ²]	Azimut [°]	Hajlásszög [°]	E _{dk} [kWh]	E _{diff} [kWh]	E _{total} [kWh]	E _{SRG} [kWh]
2,88	0 (É)	90	65,907	1090,6	1156,5	922,46
11,55	90 (K)	90	3024,1	4228,1	7251,3	5905
1,44	180 (D)	90	623,93	742,18	1365,9	1097,8
2,88	270 (Ny)	90	922,03	963,4	1885,4	1545,3

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.

ESÉSVONAL

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

FÖLDRAJZI HOSSZÚSÁG

A pólusokon áthaladó, a Föld felszínén fekvő virtuális körök szögtávolsága fokokban, a 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° hosszúságonként egy órával növekvő, nyugat felé csökkenő óraidő. Csillagászatilag csak a 15°-os és ennek többszörösei mentén fekvő hosszúságokon egyezik a közepes napidővel. Ezekről a hosszúságokról kelet-nyugat felé 7,5° szögtávolságig terjedően egységesen használt úgynevezett „pontos idő”, vagy zónaidő. A zónák kiterjedése politikai határok miatt eltérhet ettől a szabálytól. A zónán belül zónaidőnek is szokták nevezni.

HELYI KÖZÉPIDŐ

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

Magyarországon a közepes idő =: zónaidő („pontos” idő) + (a vizsgált földrajzi hely hosszúsága fokokban -15°) 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 vizsgálatához választott térbeli pontra. Ez független az időjárási viszonyoktól.

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 grinicsi középídőtől (GMT) kerek órákban mérhető az eltérés. Ezen kitüntetett hosszúságok szerint van a Föld idő zónákra osztva. Ezeket a hosszúságokat kitüntetett szerepük okán időmeridiánoknak nevezzük. Az időmeridiánoktól keletre-nyugatra eltérve azonban – amennyiben a vizsgált hely nem időmeridiánra esik – a zónaidőt ki kell igazítani, hogy csillagászatilag közepes napidőt kapjunk a Nap égbolti állásának meghatározásához.

KORREKCIÓ

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

KÖZEPES NAPIDŐ

Lásd helyi középídő.

LEHETSÉGES NAPPÉNYTARTAM

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

MAGASSÁGI SZÖG

A függőleges síkban mért szögtávolság.

MAGASSÁG VONALAK

A horizontsíktól azonos magasságban fekvő égbolti pontok mértani helye.

MERIDIÁN

Az égbolt olyan főköre, amely a pólusokon halad át, 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.

NAPPÉNYTARTAM

A Nap direkt sugárzásának időtartama órákban kifejezve.

NAPMAGASSÁG

A Nap horizontsík fölötti szögtávolsága fokokban.

NAPNYOMVONAL

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

NAPPÁLYA

Lásd napnyomvonal.

ÓRAVONAL

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

NAPSZÖGEK

A Nap égbolti helyzetét meghatározó napazimút és napmagasság fokokban.

NAPPÁLYA DIAGRAM

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

NAPFORDULÓ

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

NAPÉJEGYENLŐSÉG

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

SZÖGTÁVOLSÁG

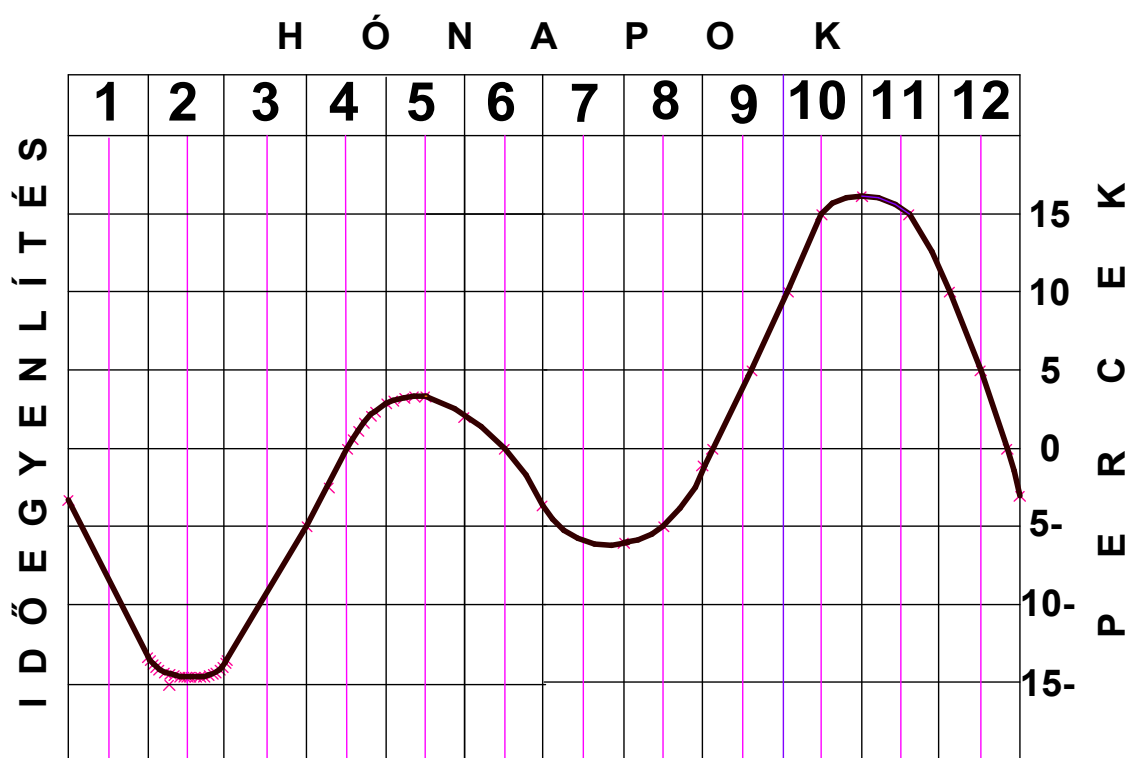
Két pont közötti szögnyílás szögfokokban mérve.

SZTEREOGRAFIKUS VETÍTÉS

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

VALÓS NAPIDŐ (VALÓS IDŐ)

Helyi középido + 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 óráperceket 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

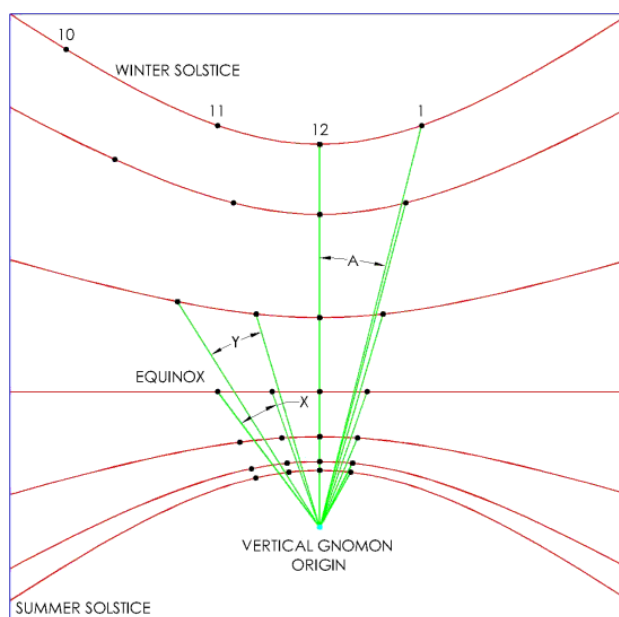
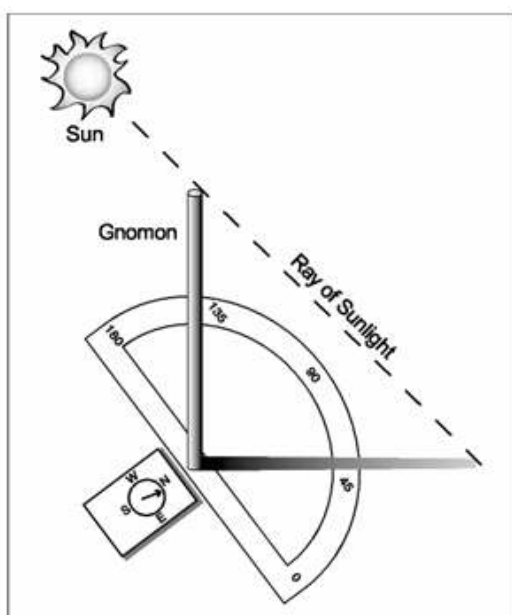
Meteorológiai adatok alapján, statisztikailag valószínűsített napos órák száma

ZÓNAIDŐ

Meghatározott földrajzi kiterjedésben, megegyezés alapján egységesen használt, „pontos idő” néven ismert óraidő. A zónaidő a grinicsi középidejéhez (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°-7,5°, 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 fokként 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.



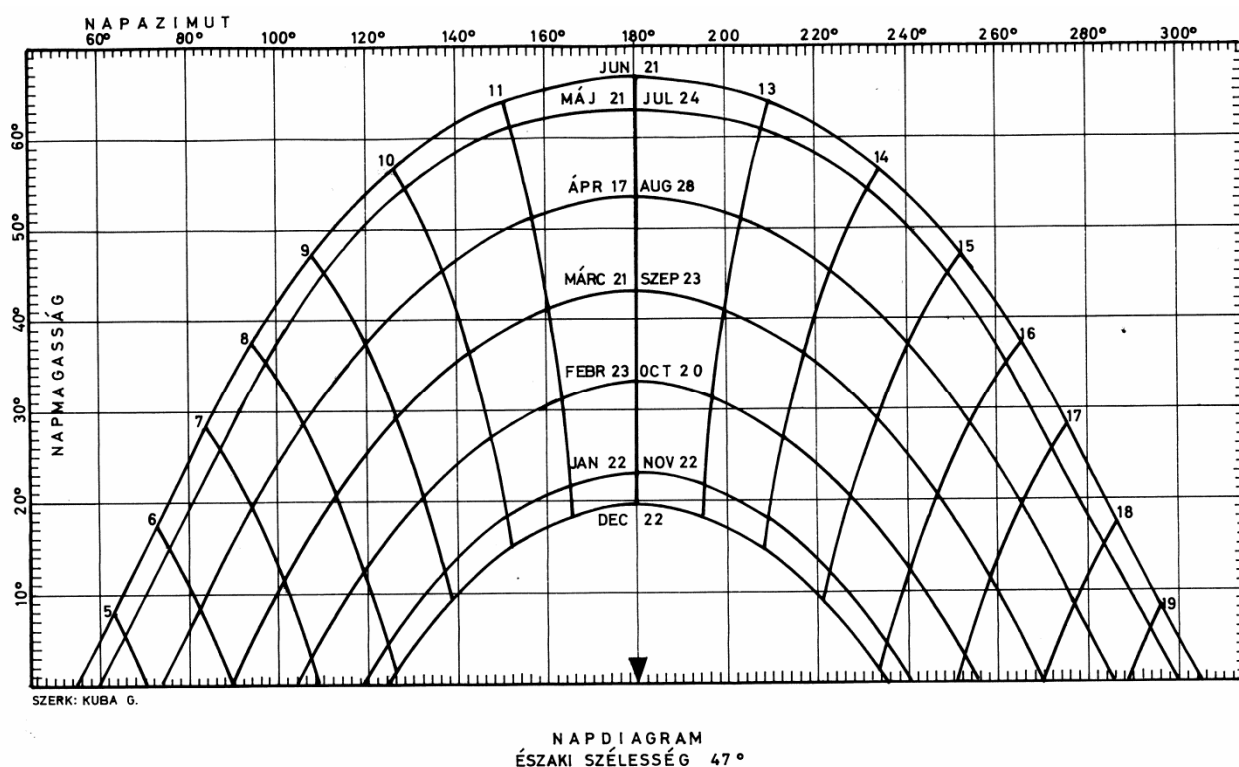
SZÁMTALAN GNOMON MEGOLDÁS KÖZÜL NÉHÁNY PÉLDA

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

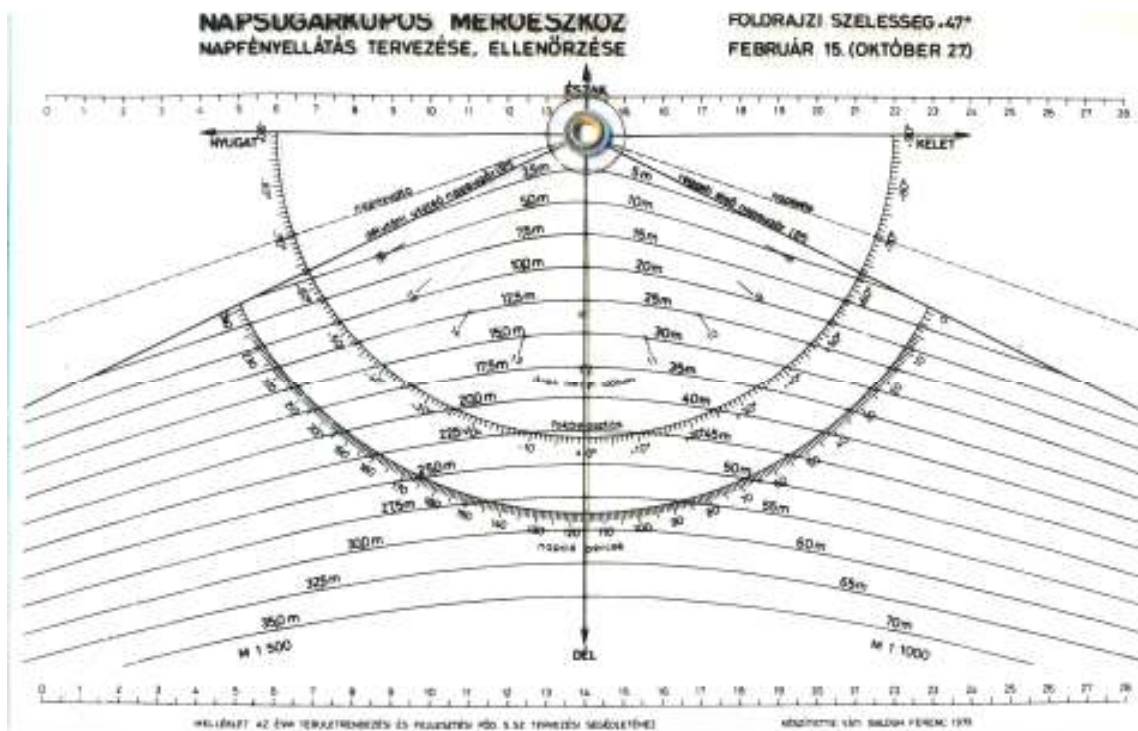
nappályák nyomvonalaival, óraidő és égbolt magassági vonalakkal. Nemzetközileg azért vált elterjedté, mert könnyen szerkeszthető, kezelhető. Az égbolt metszetek mindig körszegmenssek.

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

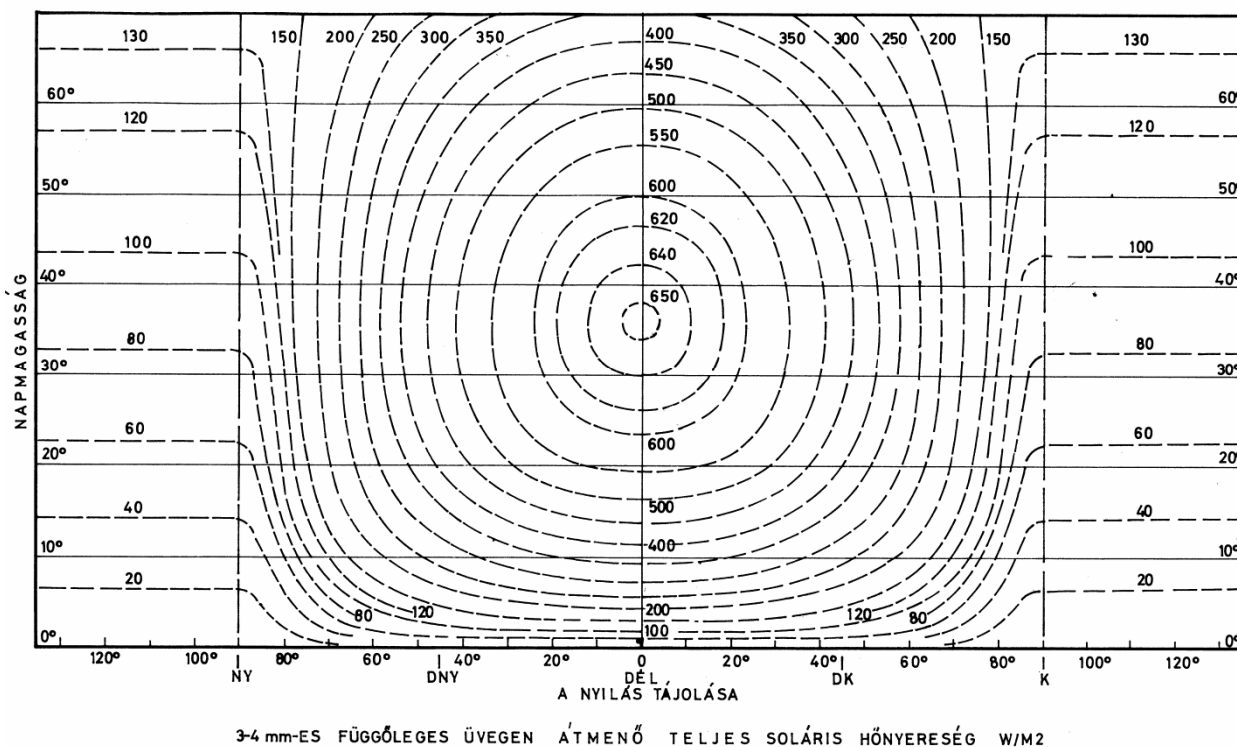
A Nap égbolti helyzetének meghatározása, árnyék keletkezésének időpontja és geometriája, minden korban arra készítette az embereket, hogy minél egyszerűbb eszközöket, grafikai eljárásokat szerkesszenek a kérdések megválaszolására. Az összes – egy két kivétellel - alább látható eszköz, vagy diagram, csupán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



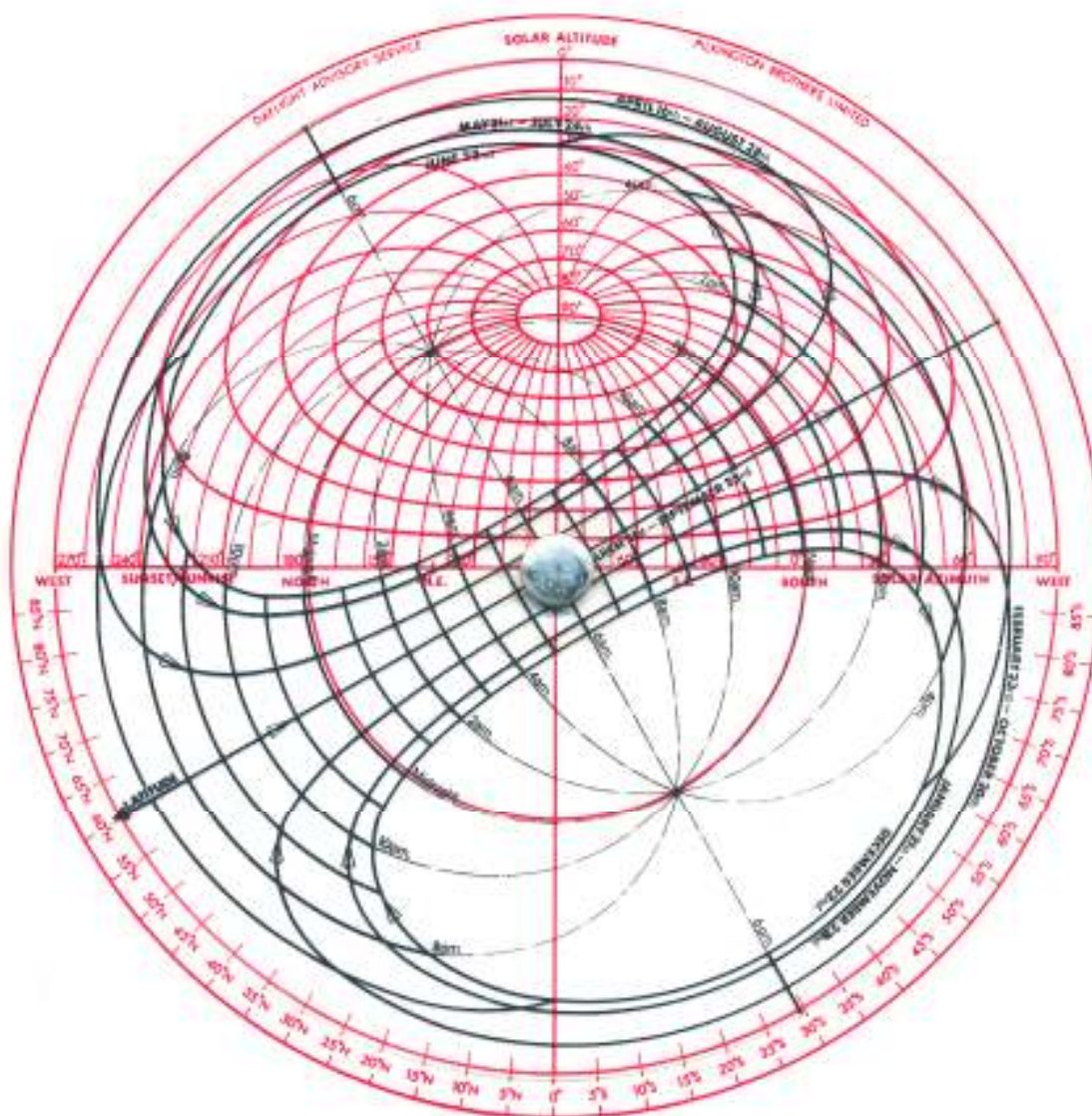
KIFEJTETT HENGERFELÜLETRE RAJZOLT NAPPÁLYÁK



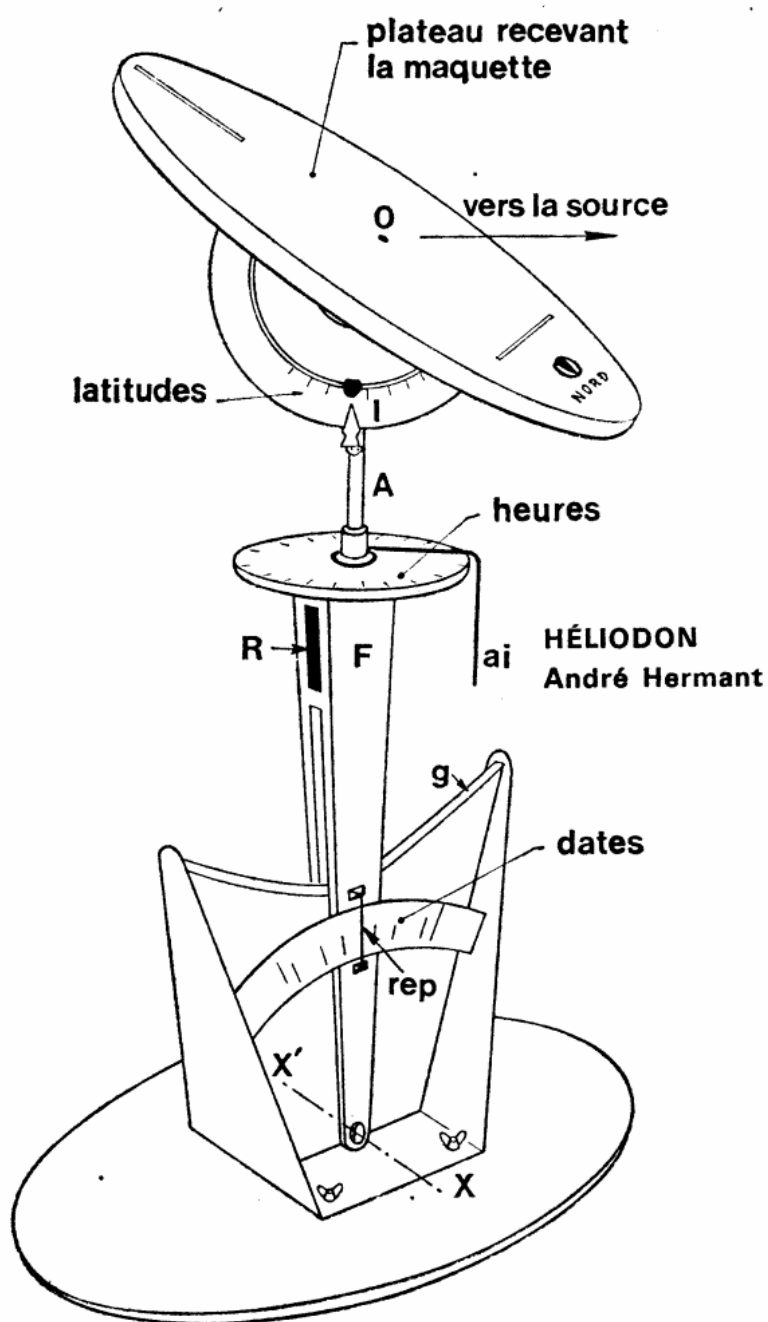
NAPSUGÁRKÚPOS MÉRŐESZKÖZ
VÁROSTERVEZŐ INTÉZET BALOGH FERENC 1979



3-4 mm-ES ÜVEGEN ÁTMENŐ HŐNYERESÉGET MEGHATÁROZÓ
DIAGRAM

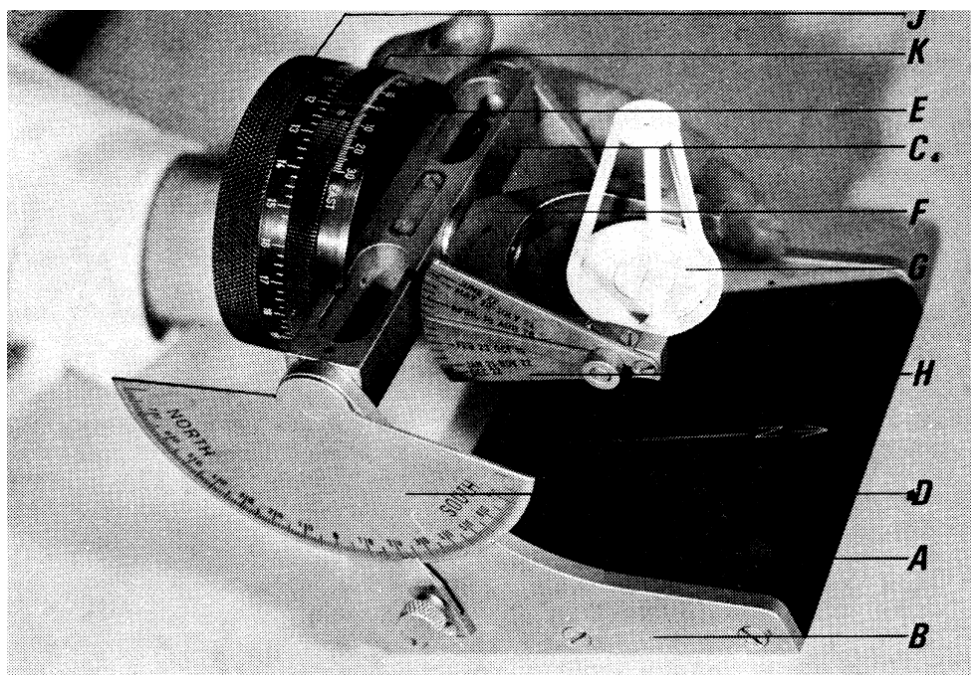


**PILKINGTON BROTHERS LIMITED
FORGATHATÓ TÁRCSÁS RENDSZERE**



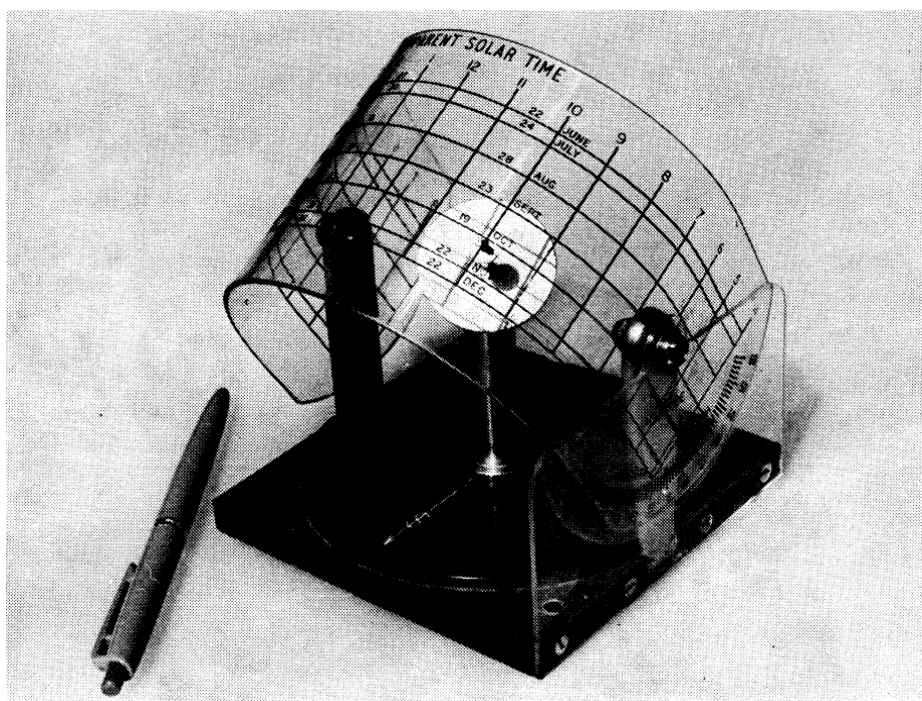
HELIODON

A Nap árnyékának szimulálására szolgáló műszer, amelyet építészeti modellekkel párosítva használnak. Beállítják a naptári időpontot, s párhuzamosított fénnel 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 ismerethiányában jött létre az alább ismertető **World Solar Chart**, egy univerzálisan, tehát minden szélességi körön használható, korábban ismeretlen nappályá diagram rendszer.

A szudáni National Building Research Station (Nemzeti Épület Kutató Állomás) mint kutatási eredményt publikálta a kiadványt, amely véletlenszerűen Olgyai Viktor kezéhez került, aki akkor ikertestvérével, 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 érdekességként csatom Olgyai 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 megghiúsult.

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 nomograms 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.

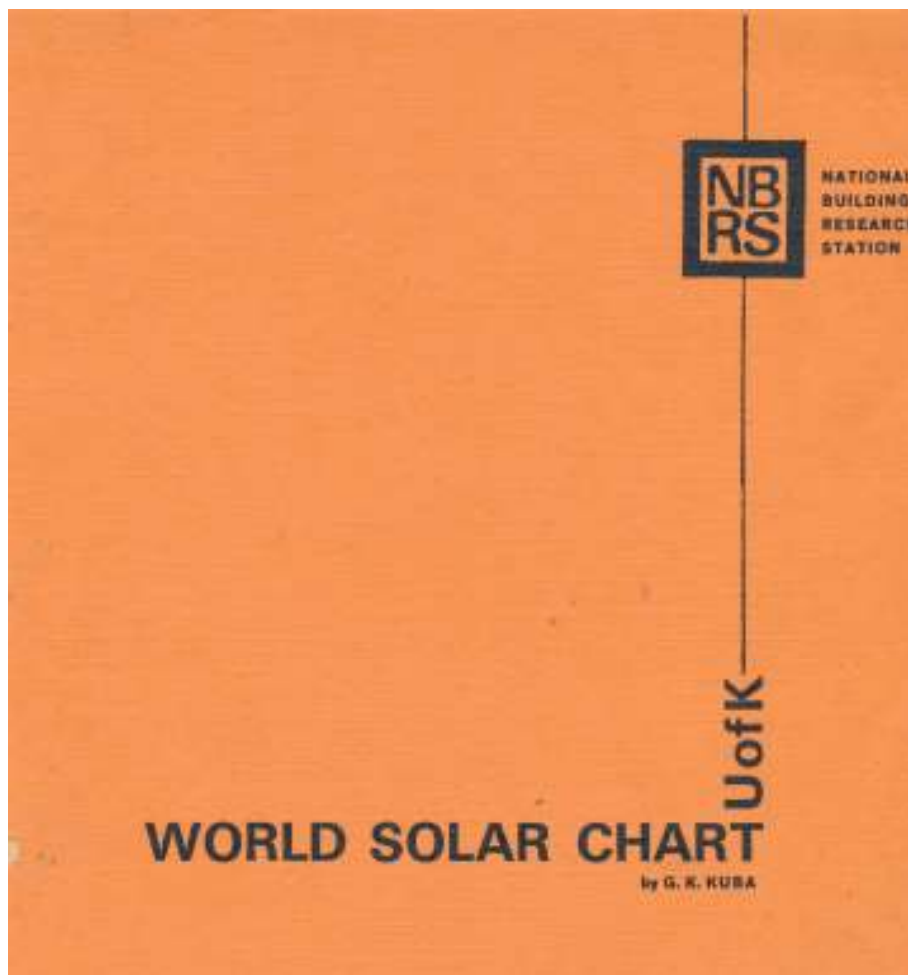
Thank you again for your booklet and for the knowledge of the good work that your Research Station is producing. If we can be of any help in this field, please do not hesitate to contact us.

Sincerely yours,



Victor Olgyay
Associate Professor

Encl



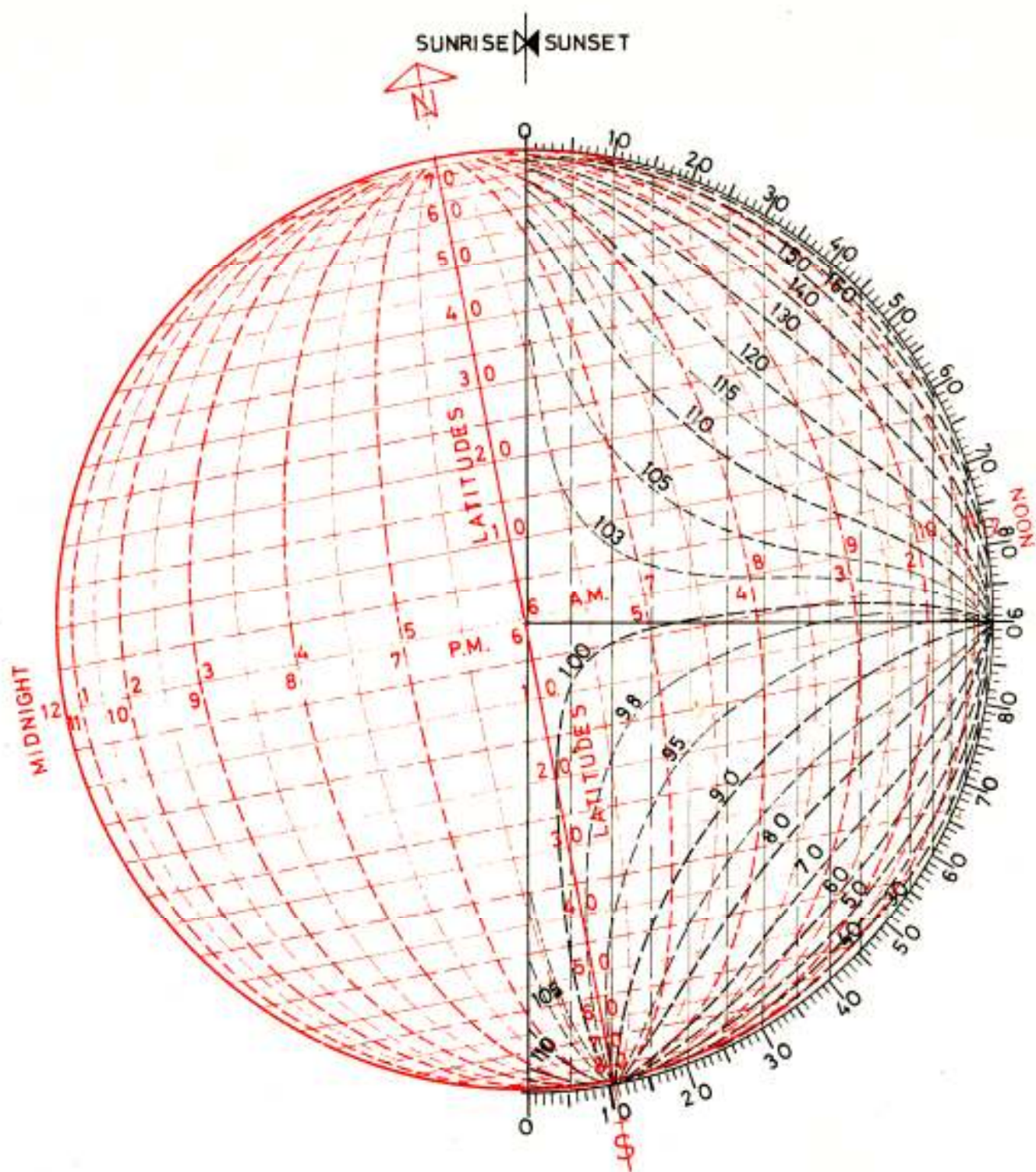
A DIAGRAM HASZNÁLATÁNAK RÖVID ISMERTETÉSE

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.

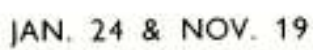
A diagram tengelye a nappálya síkjához (az eclipticához) képes, az adott időpontnak megfelelő hajlását jelöli. Ezért napéjegyenlőség idején a Föld tengelye a nappálya síkjára merőleges, a téli-nyári napfordulók idején $\pm 23^{\circ}27'$ az elhajlás.

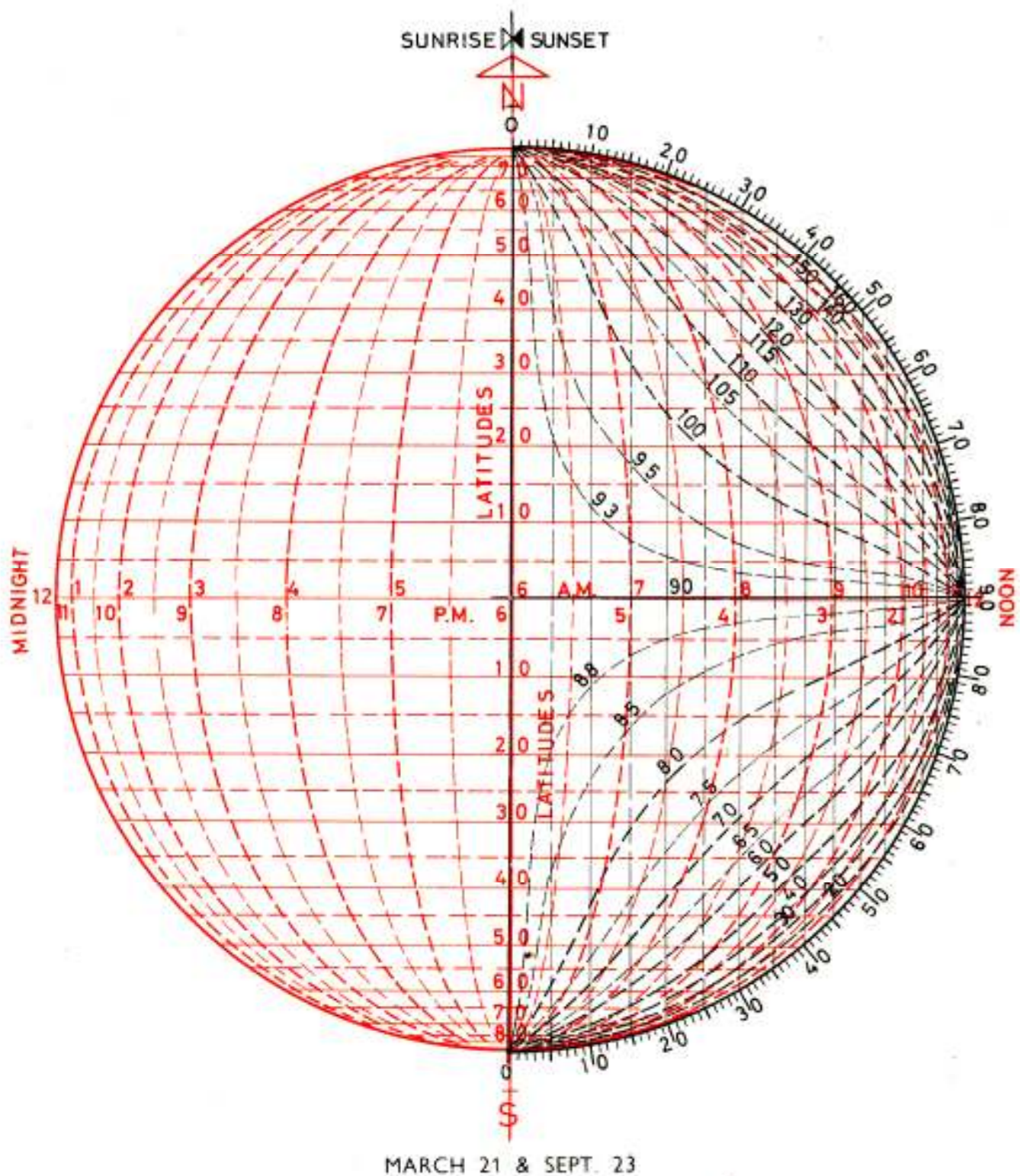
Az árnyékszög leolvasásához kiegészítő diagram készült,

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.



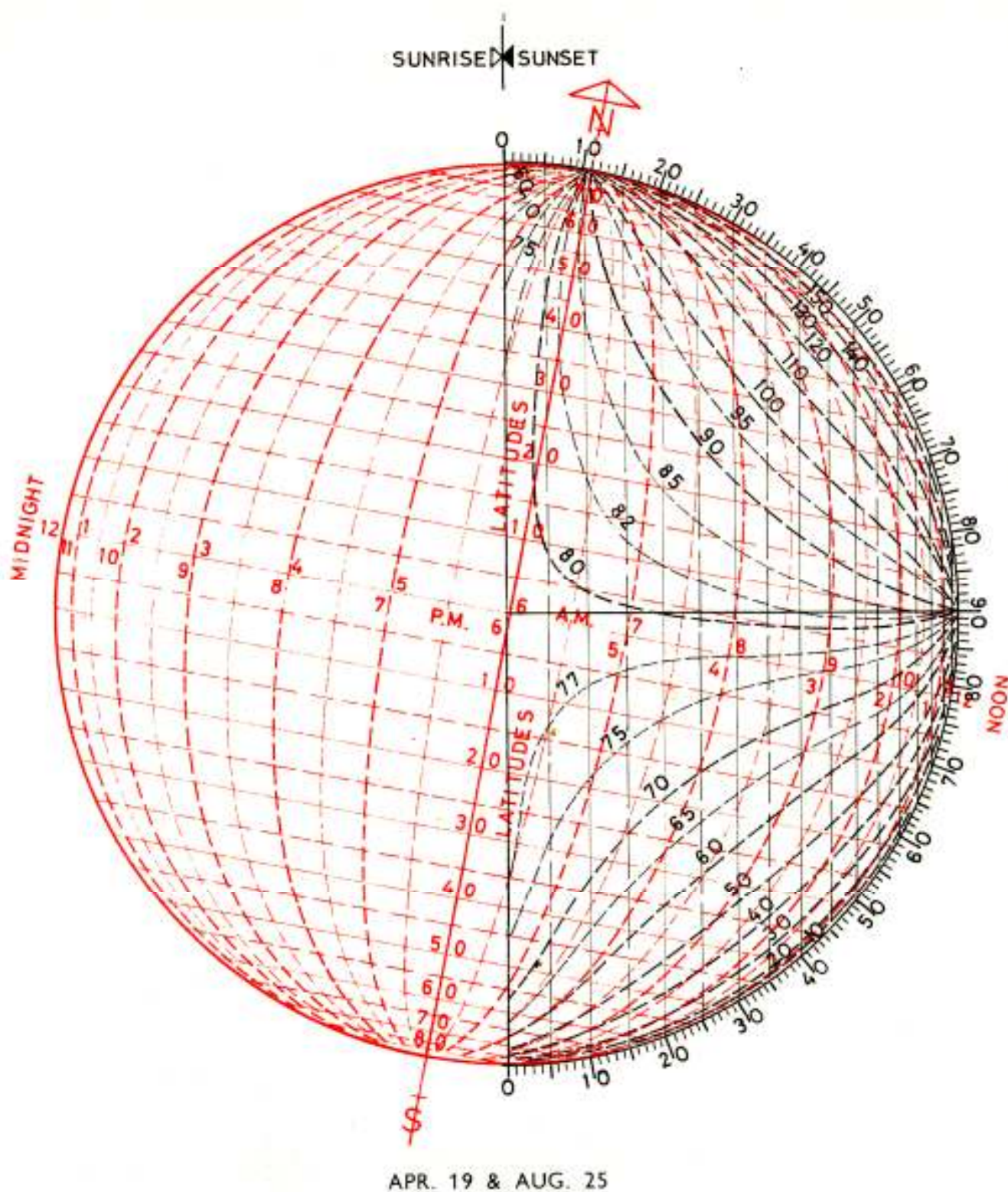
FEB. 21 & OCT. 22

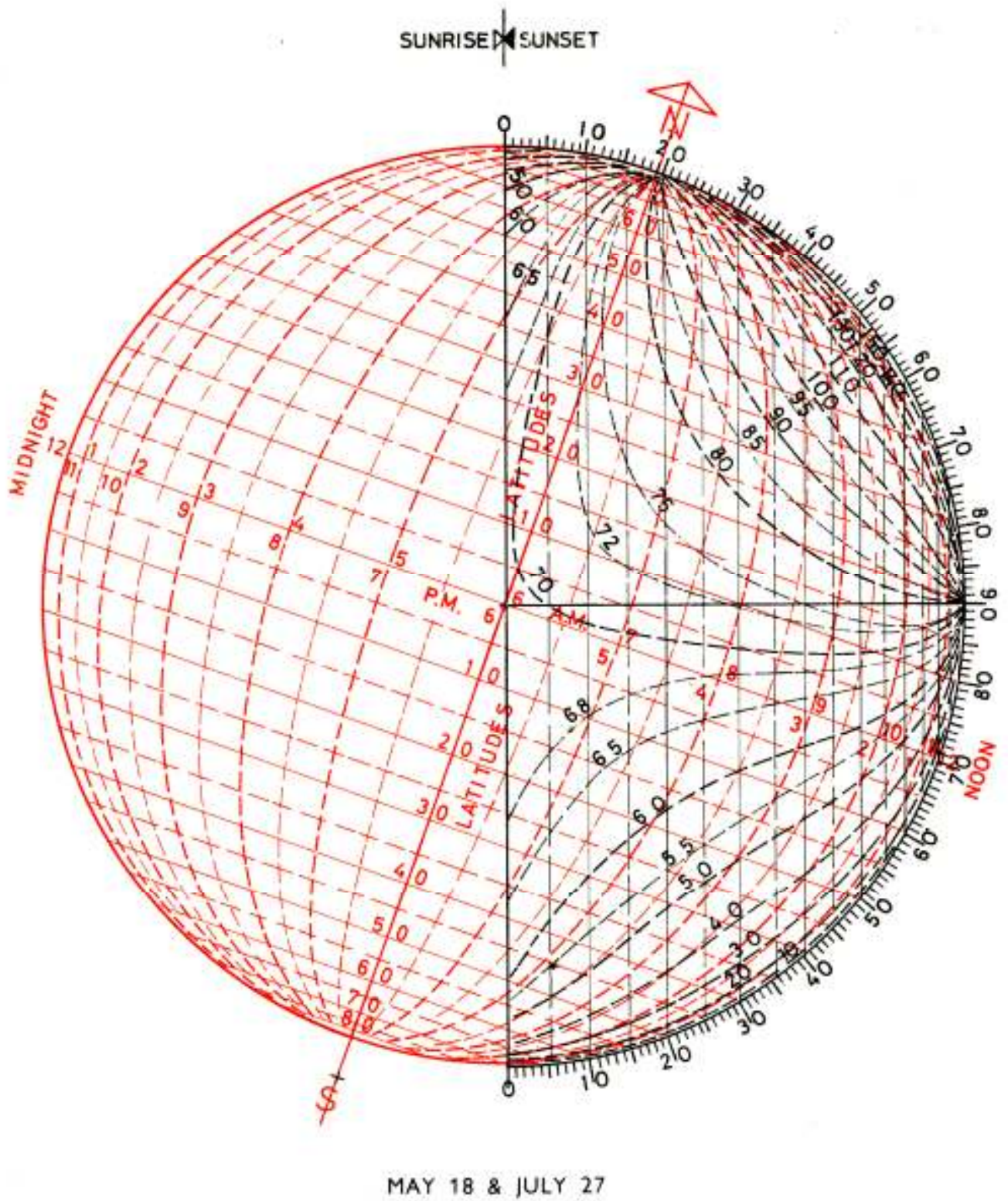


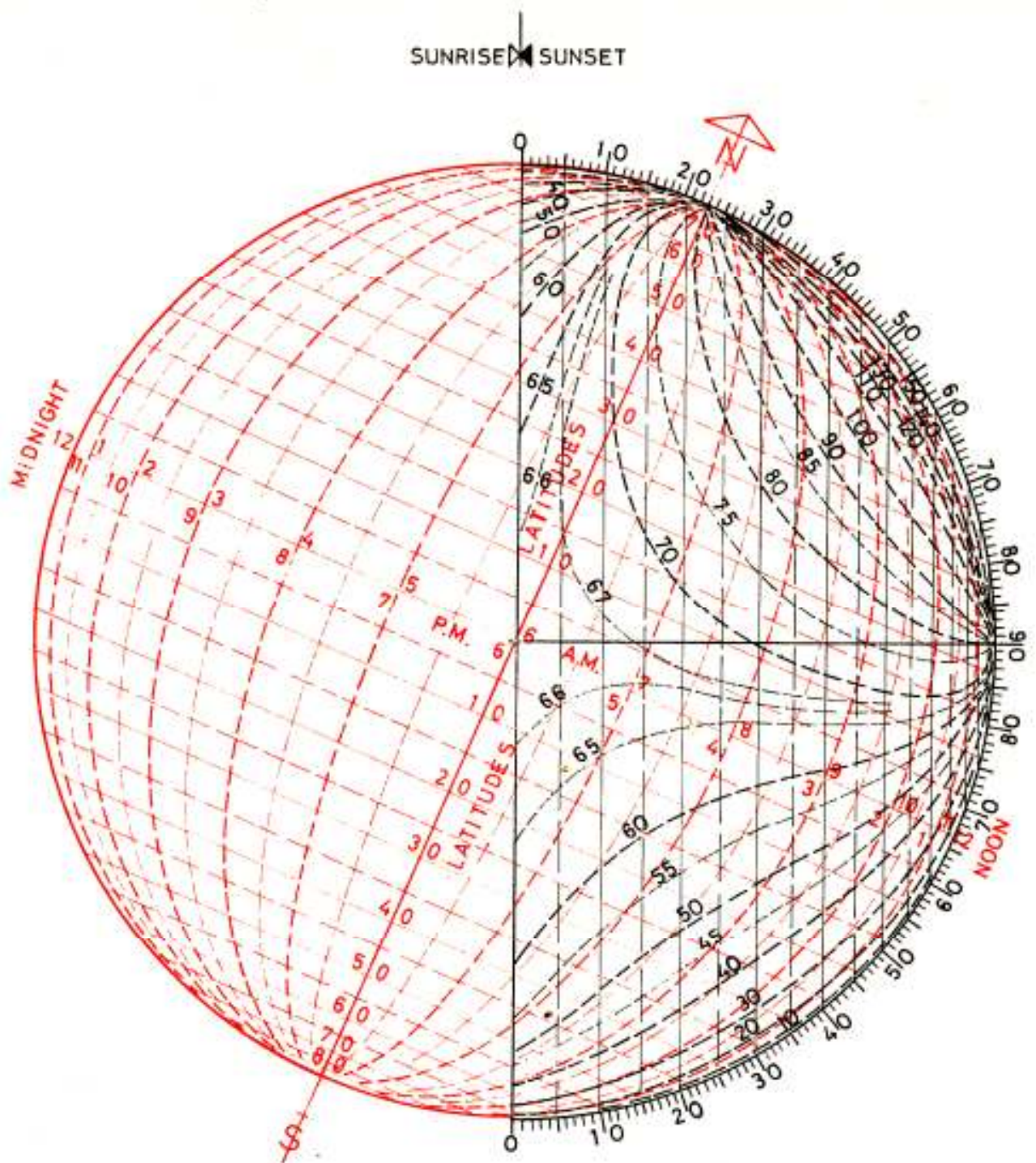


EQUINOX

NAPÉJ EGYENLŐSÉG



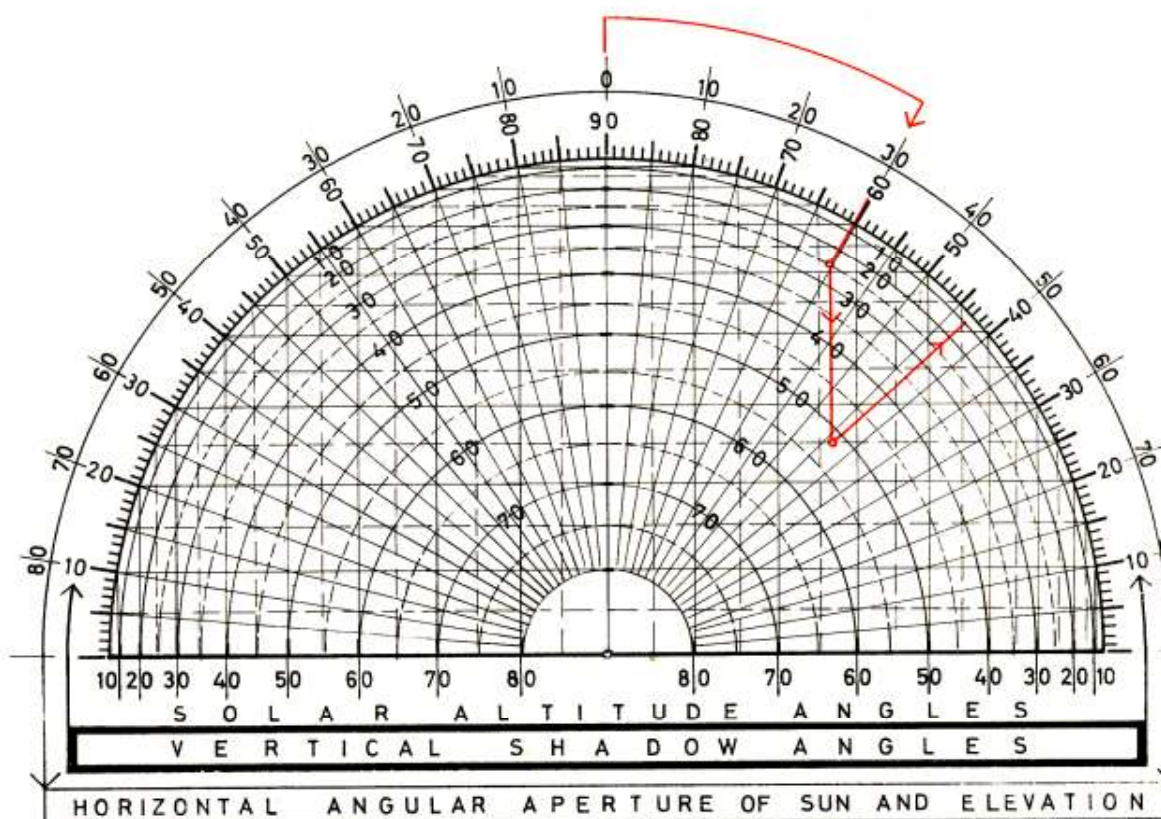




JUNE 22

SUMMER SOLSTICE

NYYÁRI NAPFORDULÓ



SHADOW ANGLE PROTRACTOR

ÁRNYÉK SZÖGMÉRŐ

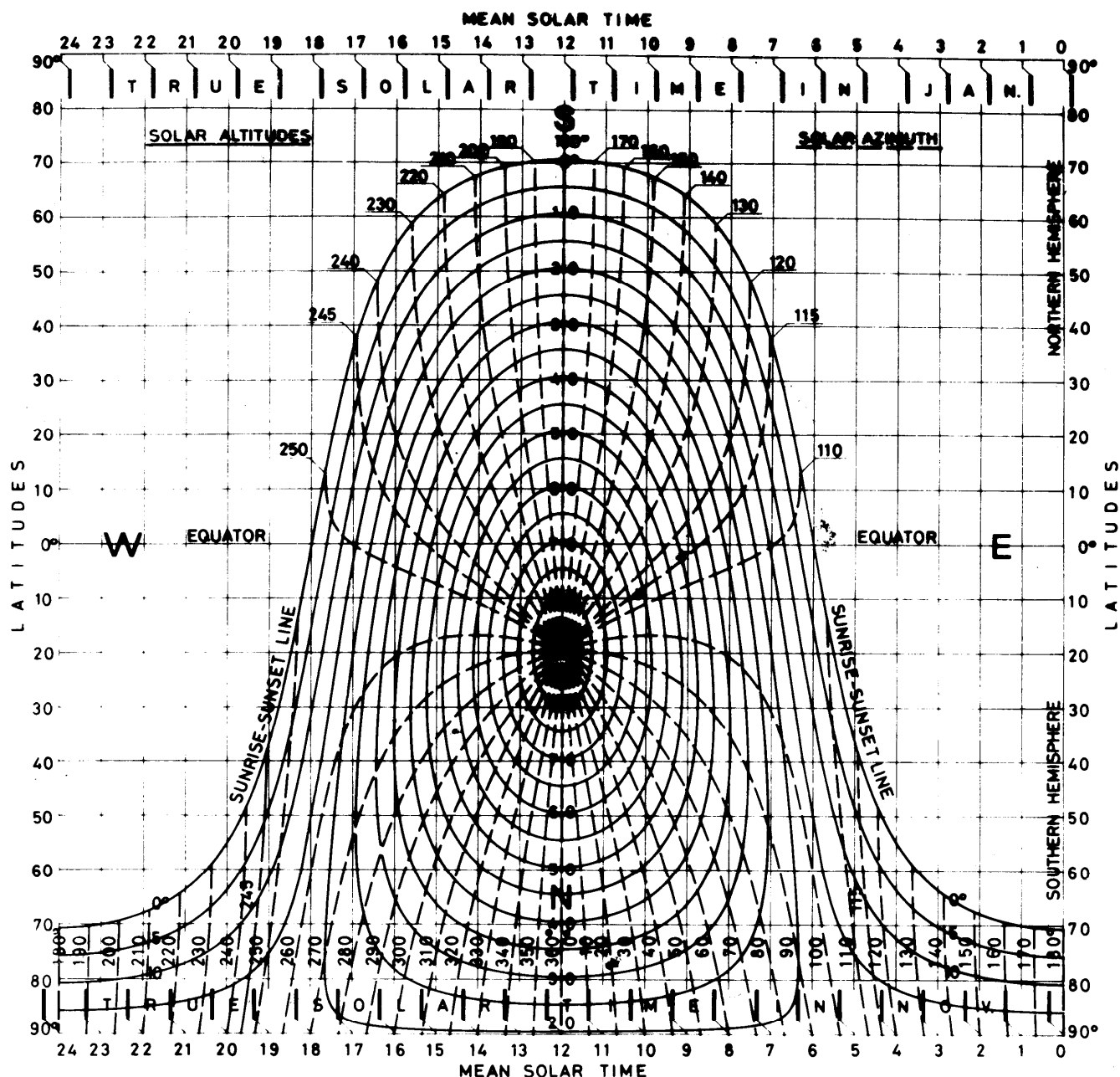
Az árnyékszögmérő használata.

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.

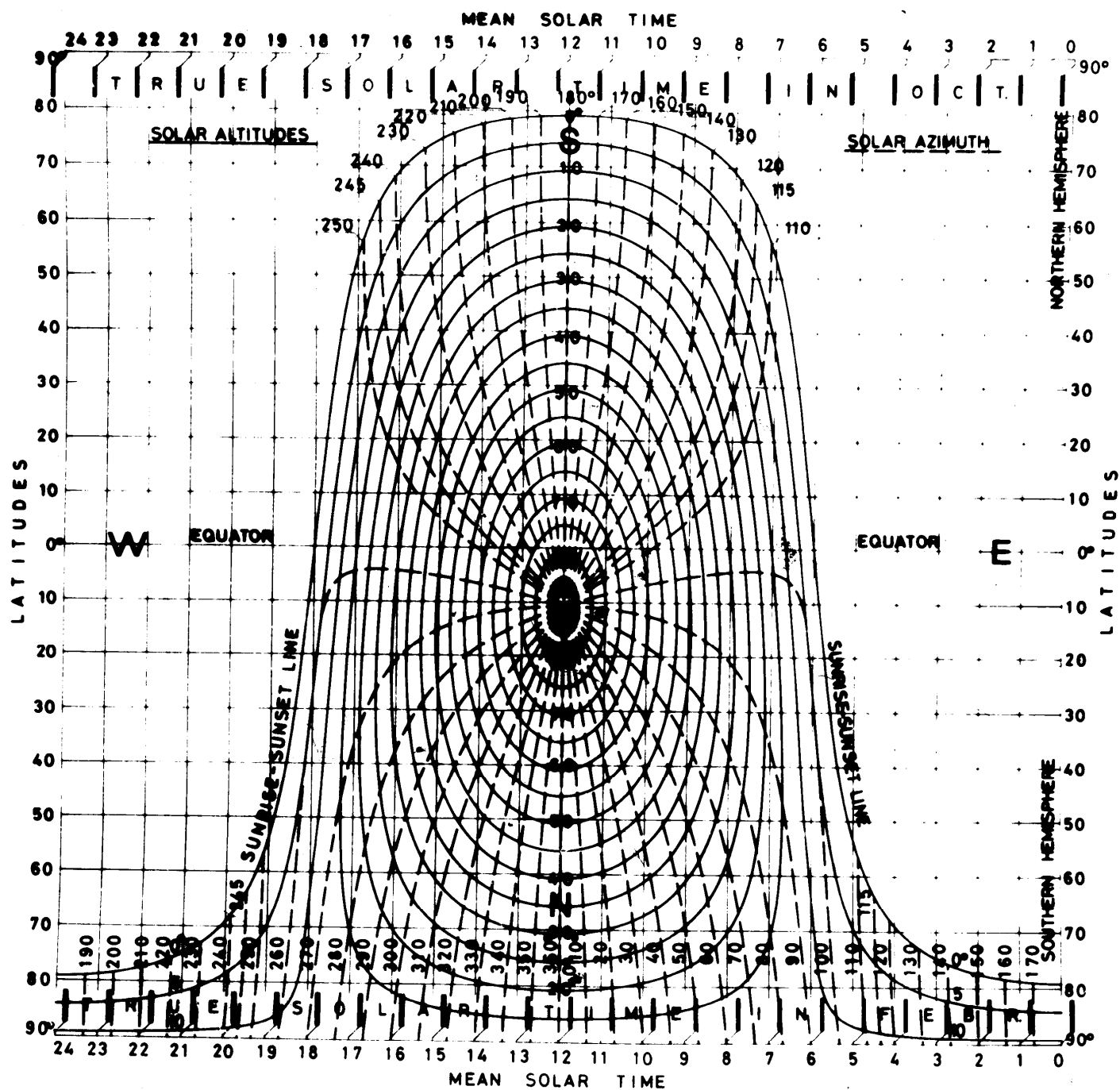
A homlokzat vízszintes vetülete és a napazimut (nap vízszintes vetülete) közötti szögtkülönbséget a külső fokbeosztáson megkeresve, onnan sugárirányban befelé kell haladni a napmagasságot jelző félkörrel való metszéspontig. Ezt a metszéspontot függőlegesen le kell vetíteni a szóban lévő azonos napmagasságot 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

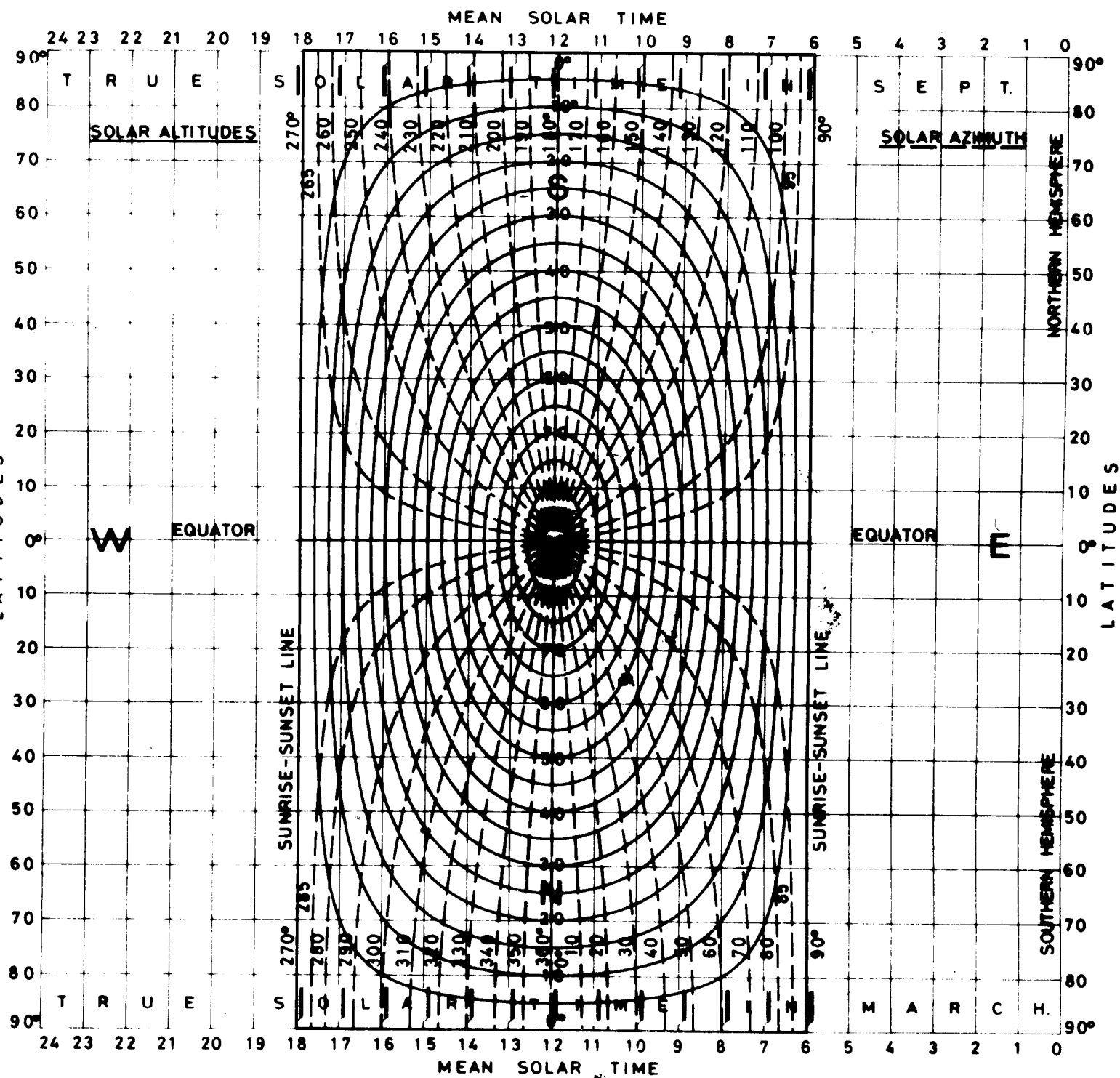
A vízszintes háló a földrajzi szélességet, a függőleges az óraidőt zónaidőben jelzi. A fejlécen a közepes napidőre kiigazított óraidő szerint olvashatóak az értékek. A folyamatos görbe vonalak mentén a napmagasság szögét, a szaggatott vonalak mentén az azimut szögek olvashatóak le a diagramról.



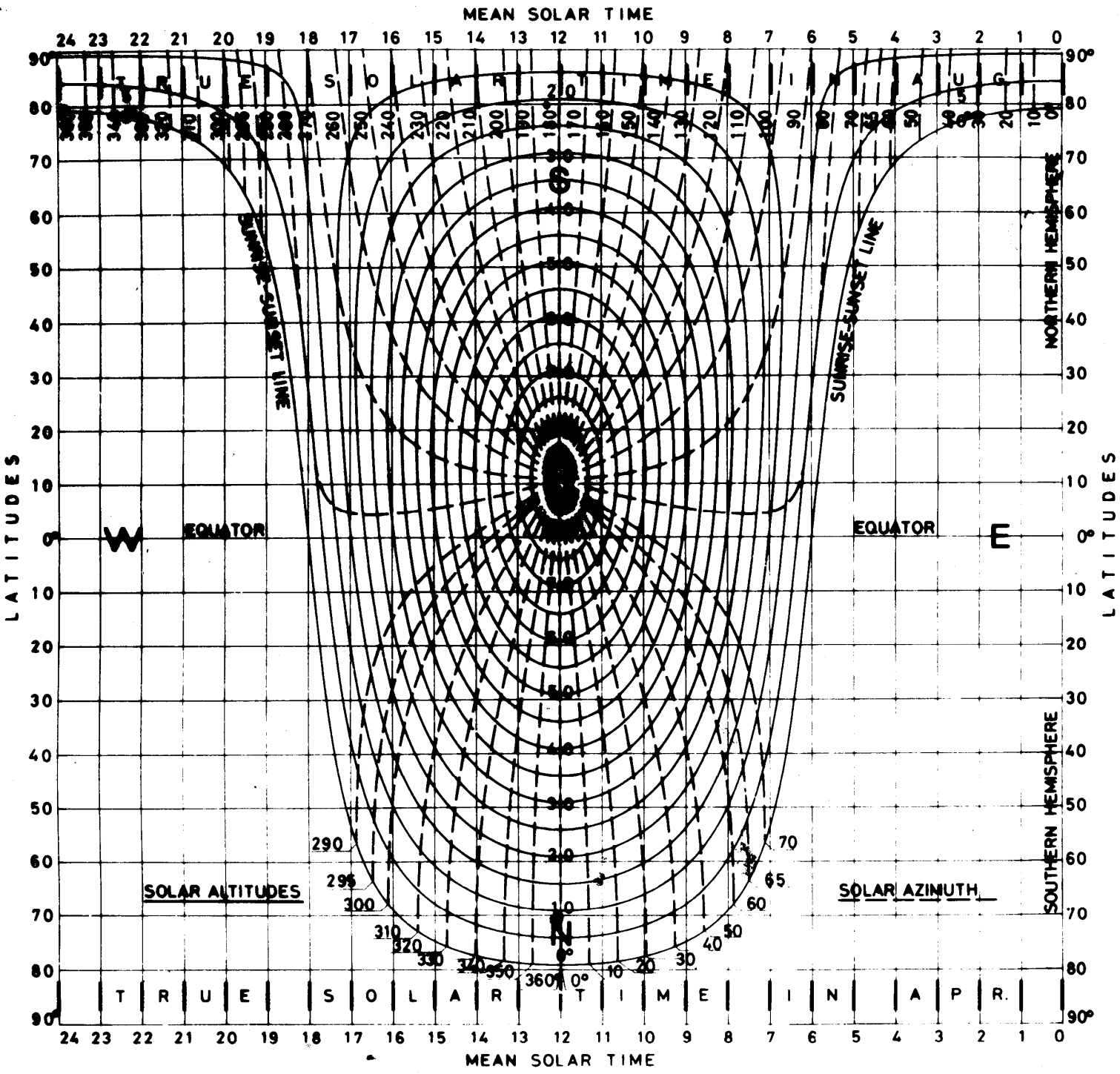
NOVEMBER 19, JANUARY 24



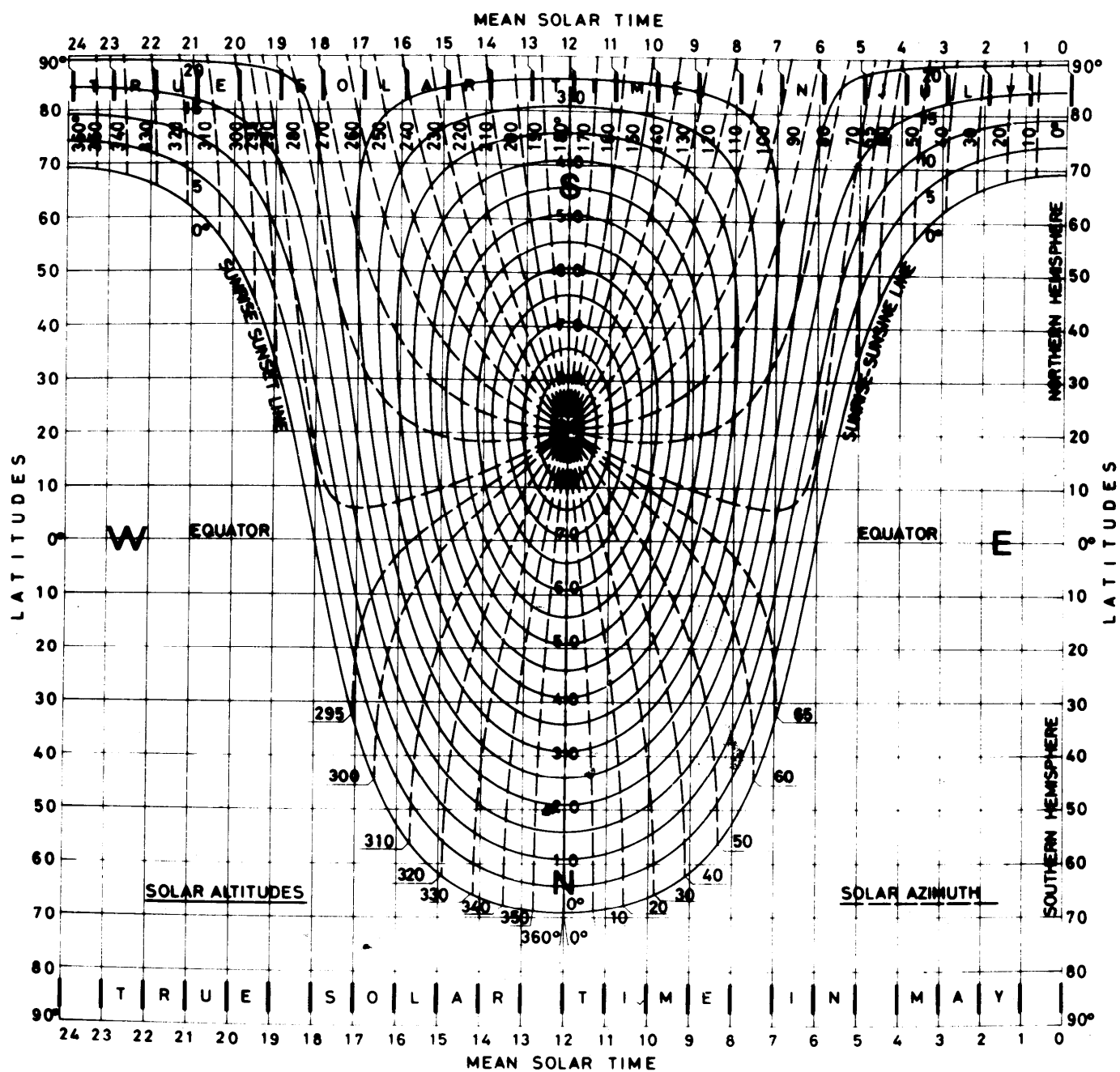
FEBRUARY 21, OCTOBER 22



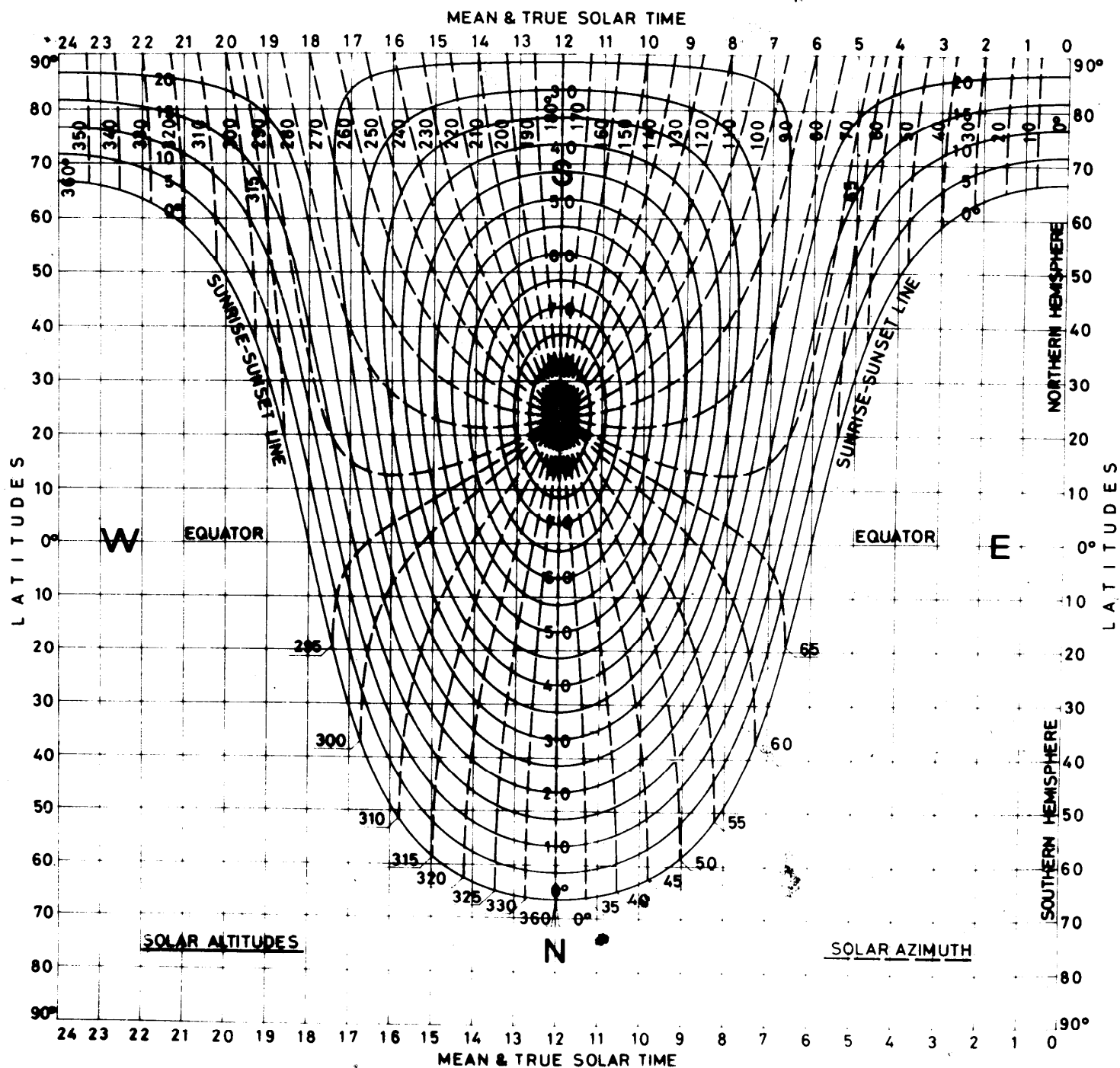
MARCH 21, SEPTEMBER 23



APRIL 19, AUGUST 25



MAY 25, JULY 20

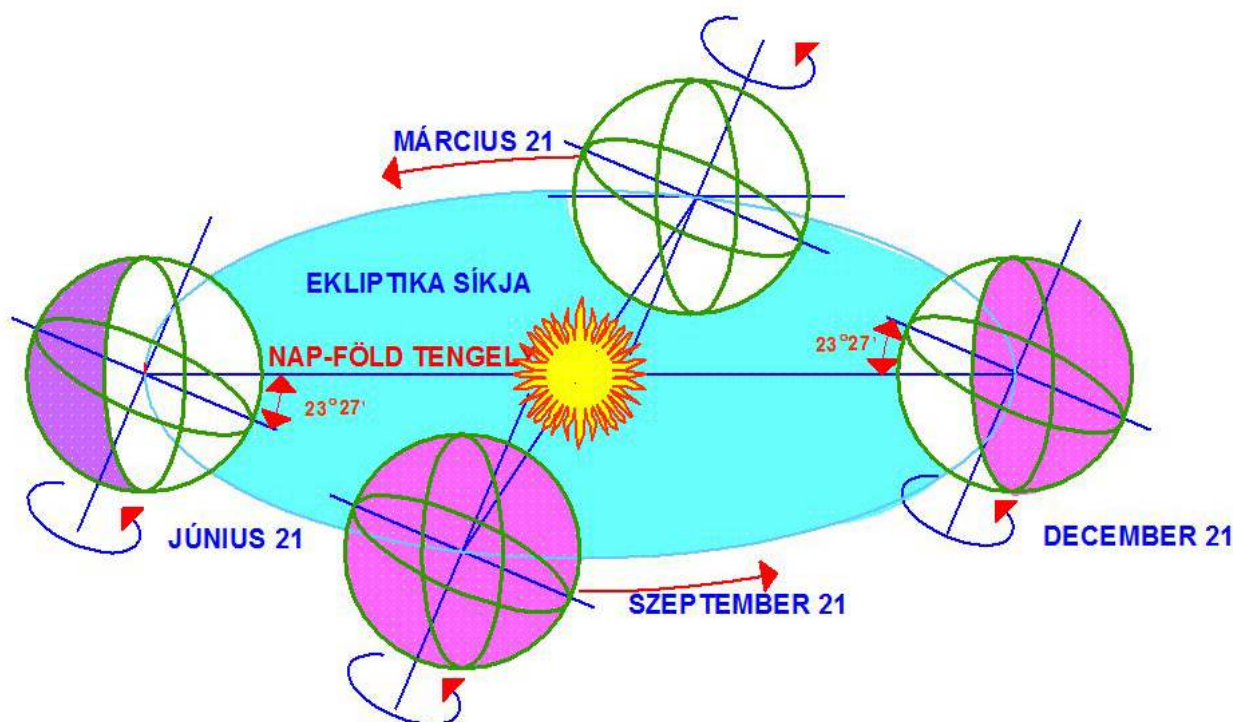


JUNE 22

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 térképészetben is használt 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 őszi szept.21 és tél dec.21. **Ezen 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 támoalgása, de ez csillagászati tárgykörbe tartozó ismeret. A forgástengely dőlése a Föld története során változásokon ment át, amely évezredek klímaváltozásokat is okozta. Ennek okán változott a jégkorszak elhelyezkedése az évezredek során a Föld szélességei mentén.

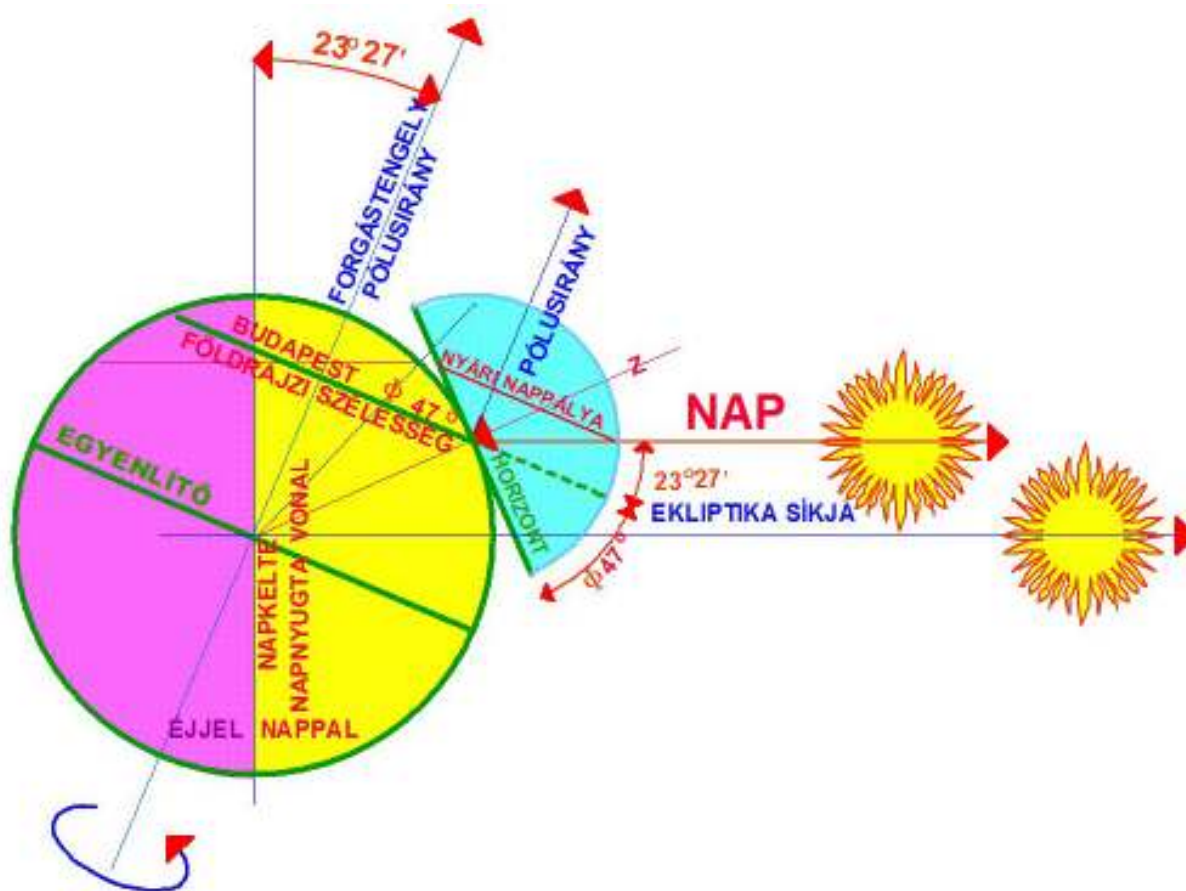


93.sz. ábra A FÖLD KERINGÉSE A NAP KÖRÜL

A Föld legjellemzőbb állása a napéjegyenlőség 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 szögektel megadva, ehhez

van viszonyítva. A deklinációs szögértékek előjelei a Föld forgástengelyének az ekliptikához viszonyított pozitív, vagy negatív értékű hajlását fejezik ki, a napéjegyenlőség 0° értékétől indulva. Értelem szerűen, a forgástengely deklinációja minden nappal változik, amíg a nyári és 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 sarkkörig elérik. És ellenkezőleg. Az Antarktiszon, a sarkkörön túl a Földet nem éri el a nap sugarai.

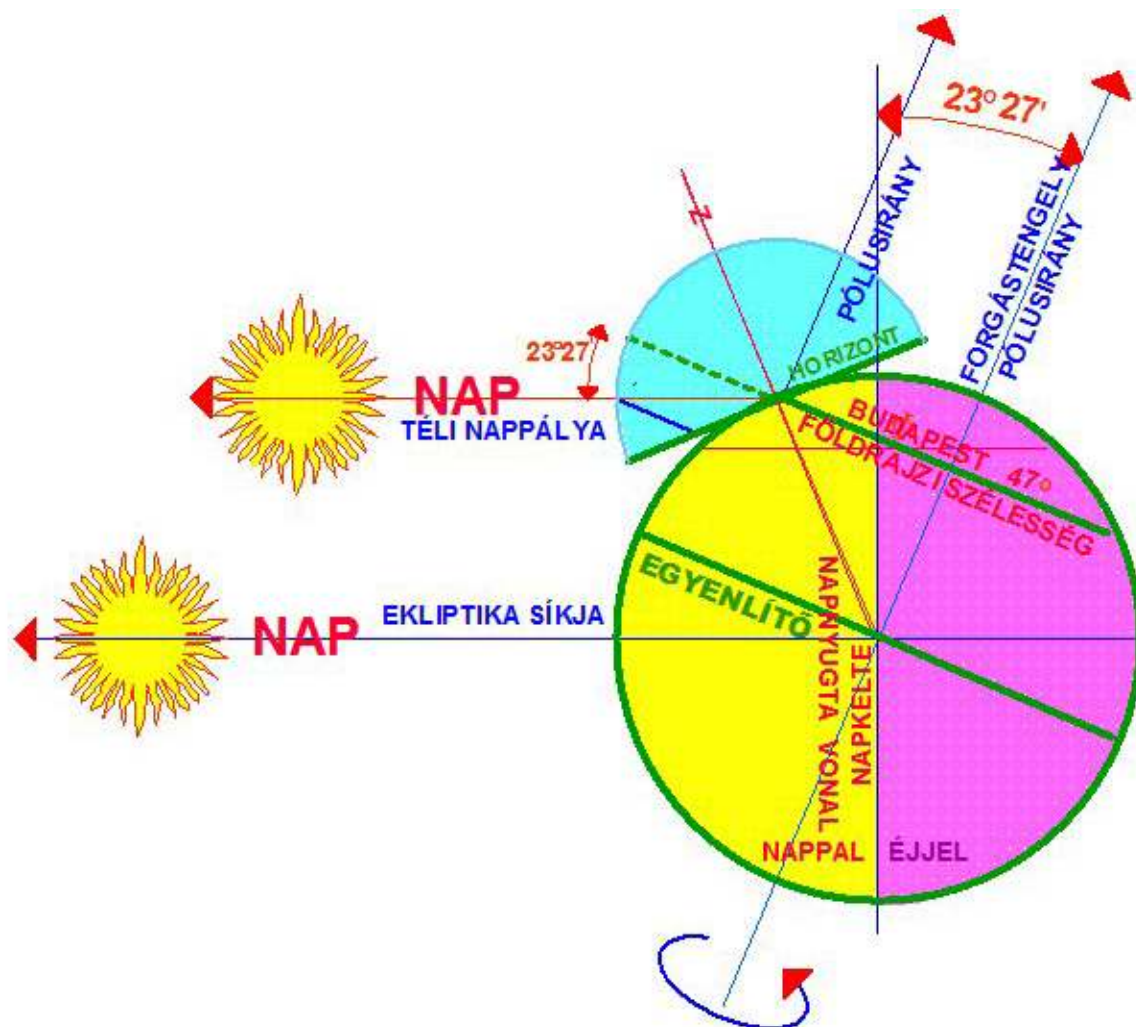


92. ábra A FÖLD HELIOGEOMETRIAI HELYZETE NYÁRI NAPFORDULÓ IDEJÉN MÁRCIUS 21-SZEPTEMBER 21-ÉN

A **nyári napforduló napján**, délben a Napot $23^\circ27'$ -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 helyünkhöz tartozó szélességi körhöz délben, az illeszkedő képzeletbeli horizontsíkot és a fölé boruló égboltot, akkor látható, hogy a szaggatott **ZÖLD** vonallal ábrázolt, napéjegyenlőségi nappálya síkja alatt $23^\circ27'$ -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.

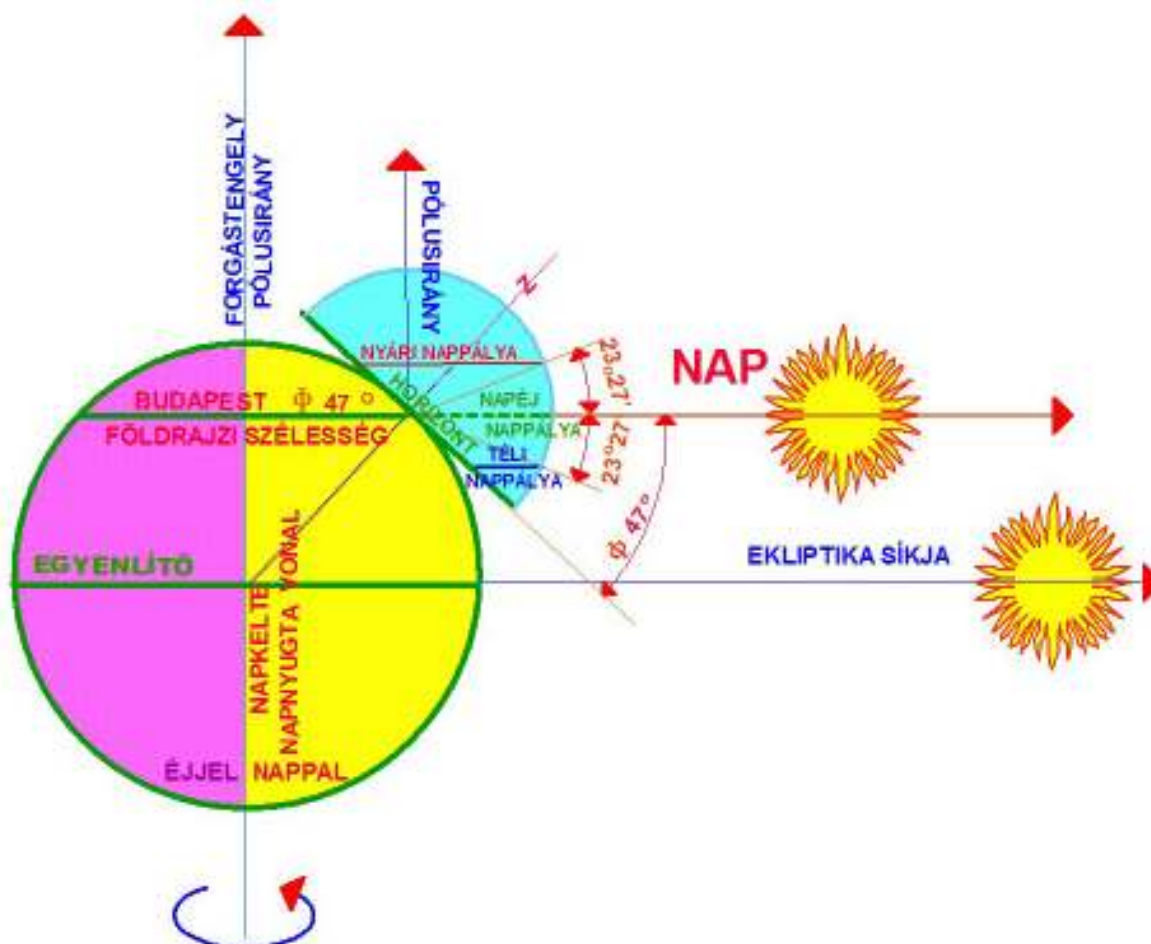


93.sz. ábra A FÖLD HELIOGEOMETRIAI HELYZETE TÉLI NAPFORDULÓ IDEJÉN DECEMBER 21-ÉN

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 naptengely és a Föld forgási tengelye derékszöget zár be, azaz a deklinációs szög értéke 0° . Lásd 94.sz. ábrát.

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

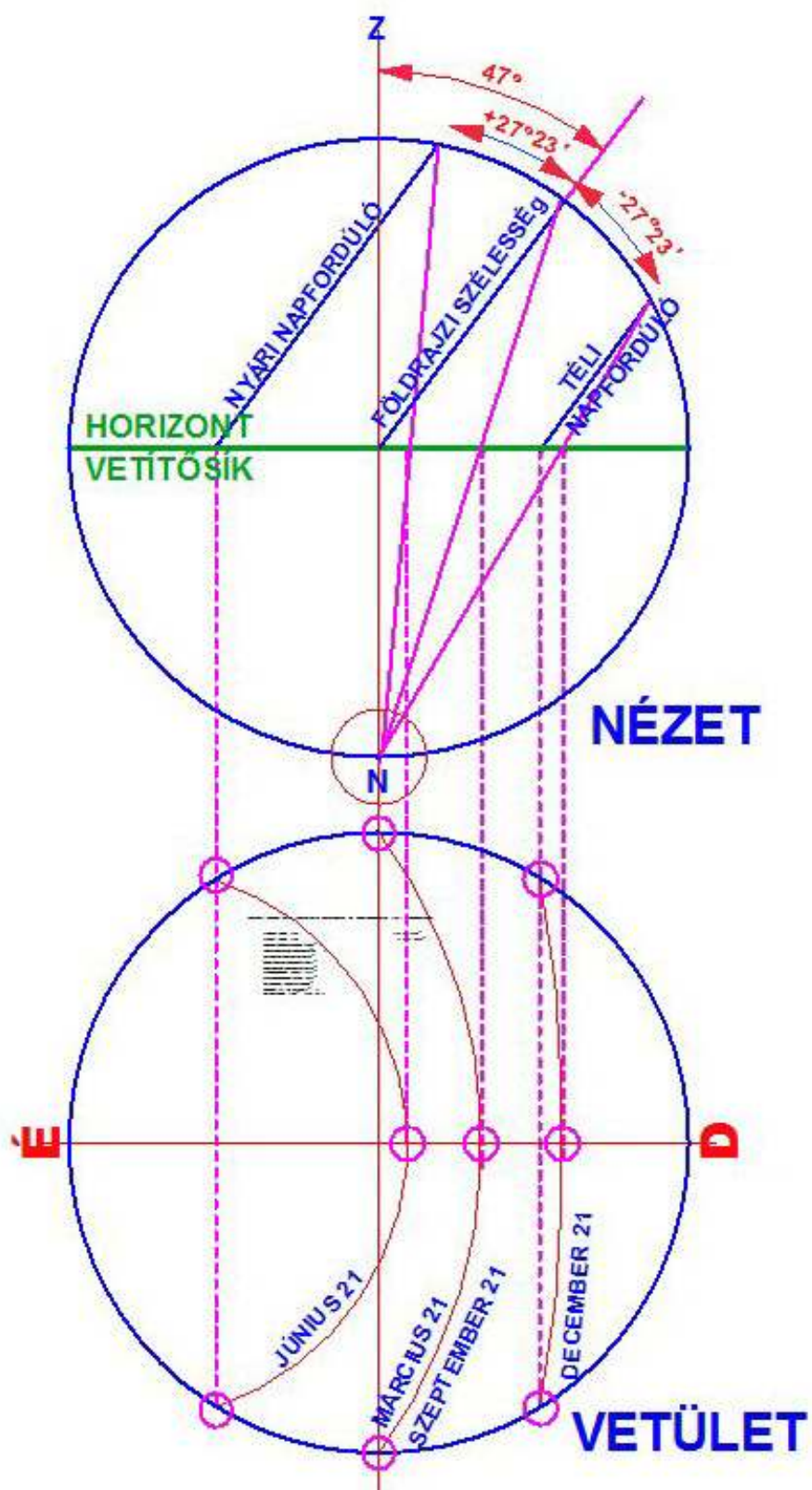
szélességi körének síkjával, amelyet az ábrán **SZAGGATOTT ZÖLD VONAL** jelez. S természetesen az össze többi, más napokhoz tartozó nappálya síkja ezzel párhuzamos, csupán a deklinációs szögértékkel magasabban vagy alacsonyabban észlelhető a Nap délben. A legnagyobb eltérés pozitív-negatív irányban megegyezik 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 SZEPTEMBER 21-ÉN

NAPPÁLYA VONALAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

A sztereografikus nappálya szerkesztés a napéjegylenlőségi geometrián alapszik, s ebből indul el. Fel kell rajzolni a horizontot, s a föléje boruló képzeletbeli égboltot nézetben. A nappályák síkját a napéj egyenlőségi 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 egyenlőségi 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 mindig kör**. 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

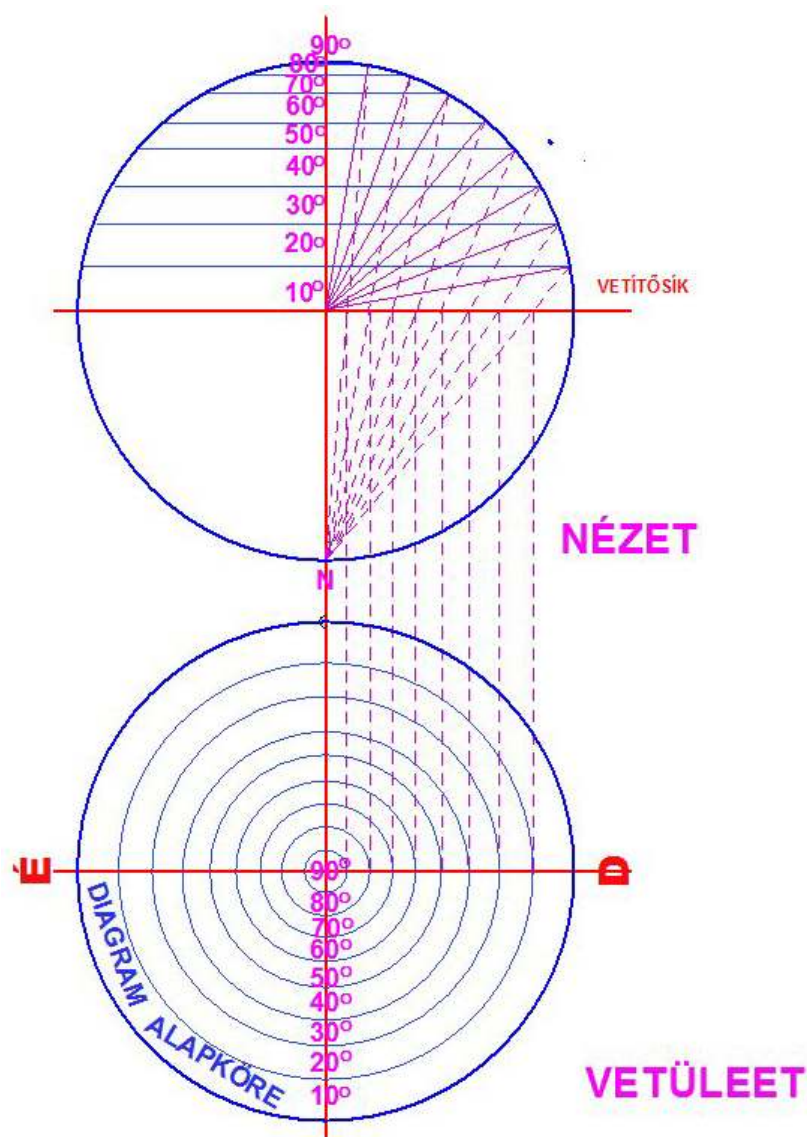
Az óravonalak megszerkesztéséhez felrajzoljuk a leendő nappályadiagram két alapkörét, közös tengelyre, nézetben és vetületben (96.sz. ábra). Nézetbe, Zenittől mérve belerajzoljuk a Φ napéjegyenlőségi nappálya síkját, amely mindig az adott földrajzi helyre vonatkozik, a földrajzi szélességgel megegyező Φ szöget zár be. A „horizontsík” végpontjait pontjait **N**-ből felvetítve a vetítősíkra, megkapjuk az óravonalak **PÉ** (északi és déli pólus) **PD** pontjait. Az óra köröket vetületben a **PK** középpontból indítva a **PÉ** és **PD**-en áthaladva 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 napnyugta van közepes napidő szerint.

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

ÉGBOLTI MAGASSÁGVONALAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

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

A napmagassági köröket úgy szerkeszthetjük meg, hogy azVirtuális égboltot 10°-os szögnyílásokkal rendre elmertszük, 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).

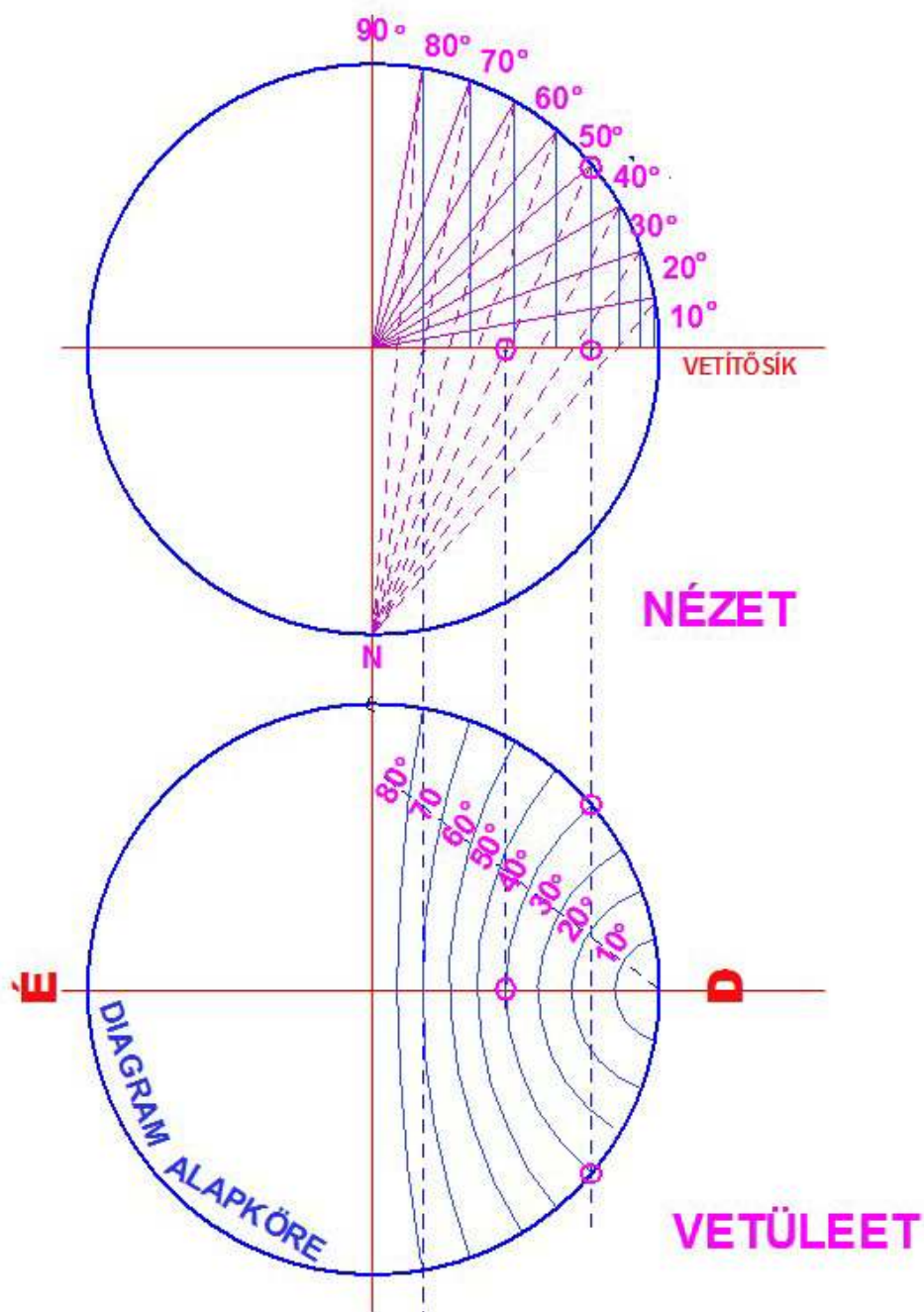


97.sz. ábra ÉGBOLTI MAGASSÁGVONALAK SZERKESZTÉSE

FÜGGŐLEGES SÍK BEESÉSI-SZÖG VONALAINAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

FÜGGŐLEGES SÍK BEESÉSI-SZÖG VONALAINAK SZTEREOGRAFIKUS SZERKESZTÉSE

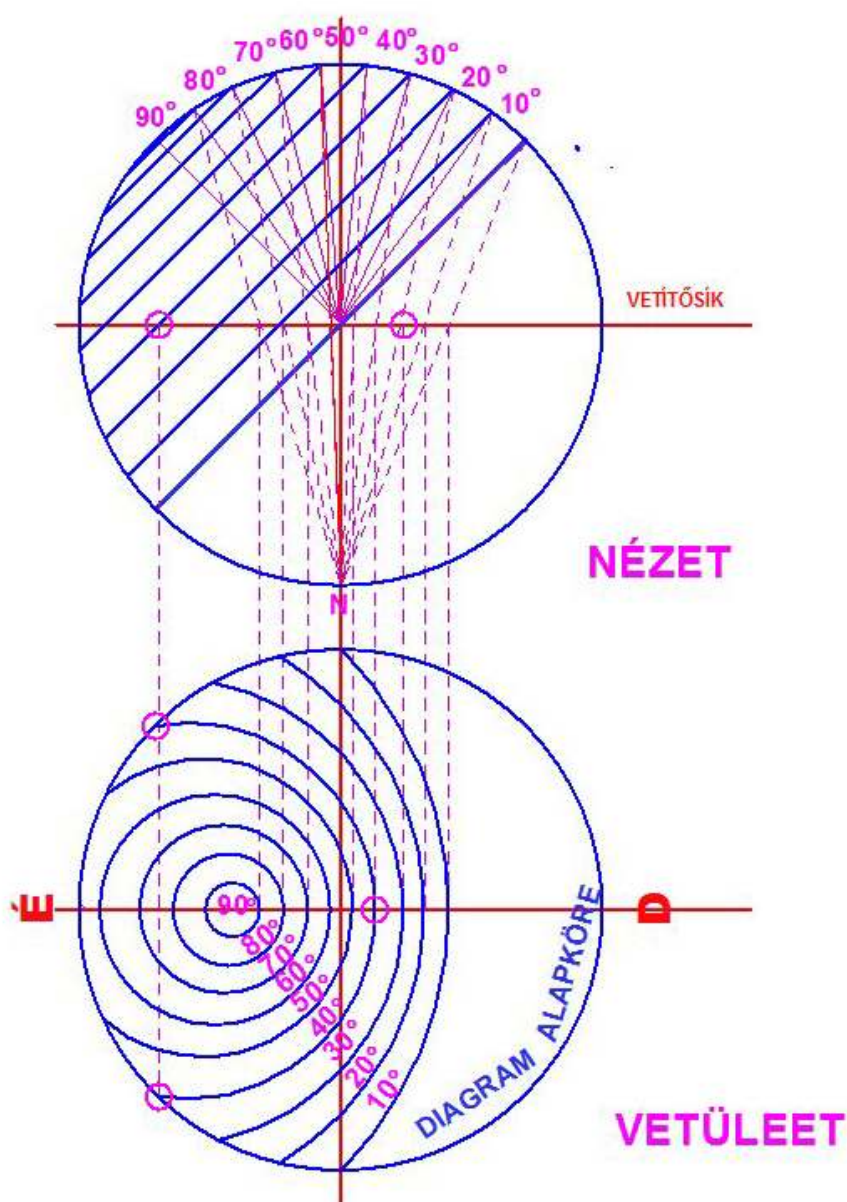
Függőleges sík beesési-szög vonalát megkapjuk, ha a virtuális égboltot egymástól 10° -os szögtávolságra, egymással párhuzamos függőleges síkokkal elmetsszük, s a metszésvonalakat sztereografikusan, **N** vetítési középpontot használva a vetítősíkra levetítjük (98. sz. ábra).



98.sz. ábra FÜGGŐLEGES SÍK BEESÉS-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 elmetsszük, 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.

