

## A BENAPOZÁSI IDŐ MEGHATÁROZÁSA GRAFIKUS MÓDSZERREL

A benapozási idő meghatározását egészségügyi és gazdaságossági okok indokolják. Az egymástól messze elhelyezett épületek általában több napsütést kapnak, egészségügyi szempontból kedvezőbbek. A zsúfolt elrendezés ebben a tekintetben kedvezőtlen. — Gazdaságosság oldaláról nézve a helyzet fordított. A laza telepítés nagyobb, a sűrű beépítés kisebb költséggel oldható meg. Hasonló a helyzet a magasépítési tervezésnél is. A homlokzati fal teljes megnyitása a helyiség teljes benapozása szempontjából kedvezőbb, mint a kis-méretű ablak. A nagyobb falnyílással elért jobb eredmény azonban általában több költséggel jár.

Az egymással ellentétben álló fenti szempontokat a tervezőnek kell összehangolni. Meg kell keresni azt a leggazdaságosabb megoldást (beépítési sűrűséget, épületalaprajzot), mely mellett még az egészségügyi feltételek biztosítva vannak. Az összehangolásnak — az optimum keresésnek — módszere elvben adott: a gazdaságosságot a ráfordítási költséggel, az egészségügyi követelményeket — tanulmányunkban — a benapozás időtartamával mérjük.

Városrendezési szempontból akkor tekinthetjük optimálisnak a megoldást, ha az épületek olyan közel vannak egymáshoz, hogy éppen a szükséges benapozást kapják meg. Ennél sűrűbb beépítés egészségtelen, lazább telepítés gazdaságtalan. A feladat tehát a szükséges benapozási időhöz tartozó épület-távolság megkereséséből, vagy a *felvett épület-távolságokhoz tartozó benapozási idők ellenőrzéséből áll.* A tanulmány módszere az utóbbi utat választja.

Magasépítési szempontból akkor optimális a megoldás, ha — adott helyen és környezetben — az épület konfigurációja, helyiségeinek elrendezése, tájolása, falnyílásainak mérete stb. a benapozás követelményeit kielégíti.

A gyakorlatban az optimális megoldásokat általában nem lehet elérni, de törekedni kell ennek megközelítésére.

*Felépített lakótelep, vagy épület* esetén a tényleges benapozási időt erre alkalmas műszerrel lehet megmérni. Ez a megoldás nem kielégítő, mert ekkor már nem lehet változtatni a beépítésen, vagy az épület elrendezésén. Olyan módszer kidolgozását tűztük ki célul, *melyet már tervezés közben is fel lehet használni és a terv változtatásával kereshető meg az optimális megoldás.*

Az optimális megoldásra — városrendezési vonatkozásban — már eddig is voltak jól használható gyakorlati előírások. Két épület egymástól való legkedvezőbb távolságát a „légtérarány”-ra vonatkozó szabályokkal állapították meg. Légtérarány alatt az épület magasságának és az épületek közötti távolságnak viszonyát értjük. A légtérarány szabályok betartása az ellentétes gazdaságossági és egészségügyi követelmények között a legkedvezőbb ered-

ményt adja. A légtérarányokra vonatkozó előírások használata, ill. azok alkalmazása addig felelt meg, amíg az épületek egymás mellett, zárt sorban helyezkedtek el és összességükben „utcát” alkottak. — A légtérarány szabályok olyan utcára vonatkoznak, amelyekben az épületek egymással párhuzamosak, azonos párkánymagasságúak, vízszintes terepen állnak és hosszú — megszakítás nélküli — sort alkotnak. A városrendezés ma már általában nem utcák tervezésével oldja meg feladatát. Az épületek rendszerint harmonikus, de egymáshoz képest szabad, laza elrendezésben helyezkednek el. Az utcákból rendszerint csak a közlekedési utak területei maradtak meg és a merev térfalak — utcahatároló falak — eltűntek. Az épületek magassága változó és egymáshoz való helyzetük gyakran nem párhuzamos. A megváltozott körülmények között légtérarányról beszélni már alig lehet. Az új városrendezési tervekben csak kivételesen találunk olyan elrendezést, ahol a régi értelemben vett utca minden kritériuma megvan. *A megszokott és eddig jól bevált légtérarány szabályokat helyettesíteni kell olyan módszerrel, mely alkalmas arra, hogy tetszőleges beépítés, vagy épületalaprajz esetén is egyértelműen megoldja a feladatot.*

A gyakorlati tervező módszerre tart igényt, mellyel teljesen általános esetben is meg tudja határozni a benapozás idejét. Városrendezési és magasépítési vonatkozásban általánosnak tekinthetünk olyan elrendezést, ahol az épületek magassága, egymáshoz való helyzete, konfigurációja, ezen belül a helyiségek elrendezése, a falnyílások mérete teljesen tetszőleges és az épületek bármilyen terepen állhatnak. — Az általánosság fogalmához tartozik ezen kívül még az, hogy a lakótelep, épület, környezete (dombok, fák, tereptárgyak stb.) sem lehet kötött és hogy az épület bármely földrajzi helyen (szélességi körön) helyezkedhetik el.

A magyar és külföldi szakirodalom sok módszert ismer, melynek segítségével meghatározható a benapozási idő. Ezek a módszerek általában két főcsoportra oszthatók. Az egyik csoportba tartoznak a grafikus, vagy számítási, a másikban a műszeres eljárások. A fent említett „légtérarány” szabályok ebből a szempontból nem tekinthetők módszereknek.

Az általunk ismert különféle módszereknek vagy az a hibájuk, hogy nem elég általánosak (a gyakorlattal nehezen összeegyeztethető feltételeket szabnak), vagy költséges és nehezen beszerezhető gépeket, modelleket használnak. A módszerek egyik része csak a csillagászatilag lehetséges napsütés idejét veszi figyelembe és nincs tekintettel a helyi meteorológiai viszonyokra, a módszerek másik része nem, vagy kevésbé veszi figyelembe az épület közeli, vagy távoli környezetének módosító (elárnyékoló) hatását.

A tanulmányban ismertetett módszer igyekszik a fenti hiányosságokat kiküszöbölni.

Célunk az, hogy azt már tervezés közben és egyszerű eszközök felhasználásával lehessen alkalmazni. A módszernek általánosnak kell lennie, vagyis meg lehessen vele állapítani a benapozás idejét:

- a Föld tetszőleges helyén,
- bármely terepalakulat mellett,
- tetszőleges számú, alakú, magasságú és elrendezésű épület, vagy tereptárgy (környezet) esetén,
- az év bármely napján és órájában,
- az épület, vagy terep tetszőlegesen kiválasztott pontján

úgy, hogy a csillagászatilag lehetséges napsütés mellett, a helyi (országos) meteorológiai viszonyokat is figyelembe vegye.



Településtervezésnél, magasépítési tervezésnél általában követelményként állítjuk fel, hogy egyes meghatározott részletpontokat napsütés érje. A napsütés egészségügyi hatását itt nem tárgyalhatjuk, de elfogadjuk azt az általános orvosi megállapítást, hogy hasznos, ha egyes részletpontokat (pl. helyiségeket, gyermekjátzótereket) minél több napsütés ér.

Már ezzel kapcsolatban is egy sor kérdés merül fel. A napfényigénynek fenti általános megfogalmazása — településtervezés, vagy épülettervezés vonatkozásában — nem elégséges. Tisztázni kell, hogy *milyen részletpontok, milyen naptári időpontban, mennyi ideig* kapjanak napsütést?

A kérdések megválaszolása — alapfeltételek kialakítása — csak szakemberek közös együttműködésével lehetséges. Több mint 10 év előtt orvosok, meteorológusok, építészek, városrendezők vizsgálták a kérdés hazai vonatkozását. A szakértők arra a megállapításra jutottak, hogy benapozás szükségesége szempontjaiból azokat a részletpontokat veszik figyelembe, ahol emberek huzamosan tartózkodnak. Így pl. egyszobás lakásnál a szobát, többszobás lakásnál a szobák egy részét, kommunális létesítményeknél meghatározott rendeltetésű helyiségeket (pl. tantermet) érje napsütés. A szakemberek a helyiség benapozásánál — az egyszerűsítés érdekében — az ablakot érő napsütést vették figyelembe. Városrendezési szempontból nem voltak tehát tekintettel arra, hogy a helyiség belső részeit (pl. hátsó falát) mennyi napsütés éri. Ez függ — többek között — az ablak helyétől és méretétől is. Ennek szabályozása azonban már a magasépítési előírások körébe tartozik. Azzal, hogy a szakértők az alapfeltételek meghatározásánál az ablakot vették figyelembe, *lényegében napfényigényes homlokzatot* (az a homlokzat, amely mögött pl. szobák sorakoznak) határoztak meg. Ezzel ellentétben van a *nem napfényigényes homlokzat*, amely mögött olyan helyiségek vannak, amelyeknek napfényre szükségük nincs.

Tapasztalati tény, hogy általában a homlokzat legalsó része (földszintje) kevesebb napot kap, mint az emeleti falak. Ezért az épületre vonatkozó alapfeltételek (benapozási értékek) a földszinti ablak alsó élére érvényesek.

A szakértők megvizsgálták az ország meteorológiai viszonyait és arra a megállapításra jutottak, hogy hazai vonatkozásban a *szükséges benapozás időtartamát az év egy meghatározott napjára és Budapest szélességi fokára vonatkozóan határozzák meg*. Véleményük szerint ugyanis a *téli* napokat (hónapokat) figyelmen kívül lehet hagyni. Ezekben a téli napokon (102 napon) a lakás benapozásának valószínűsége — a fokozott felhő- és ködképződés miatt — úgyis igen csekély. Orvossalakértők szerint elégséges, ha II. 15. és XI. 5. között éri a szobát kellő besugárzás. Véleményük az, hogy *e két napon — illetve e két határnap között — naponként minimálisan 60' napsütést kell kapjon az ablak*, ahhoz, hogy az egészségügyi feltételek biztosítva legyenek. A magyar szakértők fenti megállapításai a külföldi eredményekkel jól egyeznek.

A feltett három kérdésre (mit? mikor? és mennyi ideig?) adott szakértői válaszok alapján az alábbi (hazánkban érvényesíthető) alapfeltételek állíthatók fel:

- az épületek napfényigényes homlokzatán a földszinti ablak alsó élét,
- a II. 15.-én, ill. XI. 5.-én,
- 60' hasznos napsütés érje.

Az ismertetett hazai vonatkozású alapfeltételek megállapítása óta a tervezési gyakorlat és a hatósági előírások ezekből indultak ki. Hangsúlyozni kívánjuk, hogy az alapfeltételek nem megváltozhatatlanok és az újabb tuda-

mányos kutatás még módosíthat azokon. — Az egységes szemlélet és a tervek egyöntetű elbírálása érdekében azonban helyesnek tartjuk *addig a fenti alapfeltételek* használatát.

A tanulmányban ismertetett grafikus benapozási időmeghatározó módszer *általános* alakja bármilyen alapfeltétel esetén alkalmazható. A módszer a Föld bármely pontjára, tetszőleges naptári napon megadja a hasznos napsütés idejét. Hazai használatra a módszer *leegyszerűsített* példáját dolgoztuk ki, vagyis figyelembe vettük hazánk

- földrajzi szélességét,
- meteorológiai viszonyait és
- a fenti alapfeltételeket.

A módszer általános alakjából könnyen lehet más földrajzi helyre, más alapfeltételekre új leegyszerűsített szerkesztési formát kidolgozni.

A grafikus szerkesztési módszer ismertetése előtt tisztázni kell még a napsütés fogalmát is. A tanulmány szempontjából foglalkoznunk kell:

- a *csillagászatilag lehetséges*,
- a *meteorológiaiilag valószínű* és
- az *egészségügyi szempontból hasznos* napsütés fogalmával.

A Nap teljesen sík horizont, valamint árnyékvető elemektől (pl. épület, felhőzet) mentes környezet esetén, napkeltétől-napnyugtáig egyenletesen sugározná fényét. Ennek a *csillagászatilag lehetséges* napsütésnek idejét a csillagászat meghatározza. A csillagászatilag lehetséges napsütés ideje függ a földrajzi szélességtől és a naptári naptól. Ez Magyarországon (kb. Budapest szélességi fokán) december 21-én kb. 8 óra, június 21-én kb. 16 óra. Egy napon belül a csillagászatilag lehetséges napsütés egyenletesen oszlik meg (óránként a Nap egy órán át süt). Ennek a természetes dolognak a tisztázását azért tartottuk szükségesnek, mert ez a megállapítás a *meteorológiaiilag valószínű* napsütésre már nem vonatkozik.

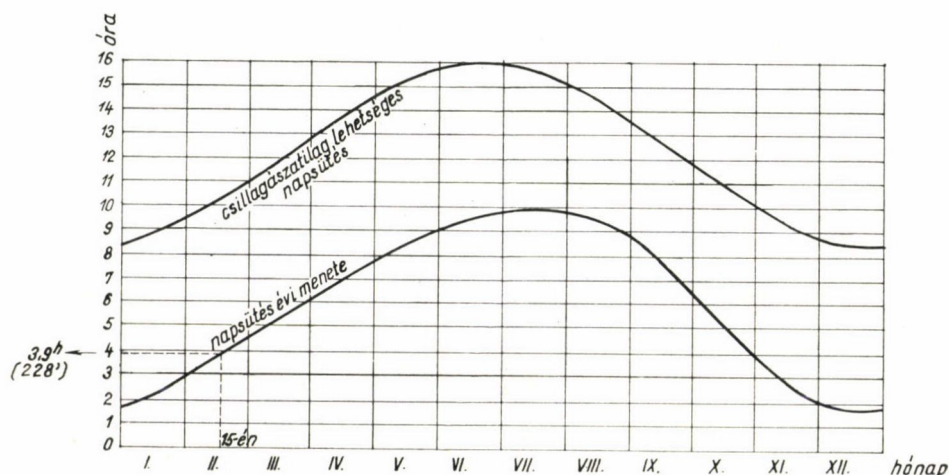
A csillagászatilag lehetséges napsütés idejét módosítja a felhőzet. A borultság fokát, ill. a valószínű napfénytartamot tehát nem hanyagolhatjuk el, ha a *meteorológiaiilag valószínű* napsütést keressük. A meteorológiaiilag valószínű napfénytartam meghatározása már sokkal bizonytalanabb kérdés, mint a matematikai úton meghatározható csillagászatilag lehetséges napsütés ideje. Már magának a *napsütésnek* fogalma is bizonytalan. Általában azt vesszük napsütésnek, amikor a Nap jól észrevehető árnyékot vet, illetve azt, amit a regisztráló műszerek napsütésnek jeleznek. A meteorológiaiilag valószínű napsütés tehát szoros összefüggést mutat a csillagászatilag lehetséges napsütéssel és a vizsgált hely (ország, tájegység) meteorológiai viszonyaival. Hazánkban a napsütés valószínű tartamára műszeres megfigyelésből származó adatsorokból lehet következtetni. Több évtizeden át folytatott megfigyelés alapján összeállították a *meteorológiaiilag valószínű napsütés évi menetét*. A csillagászatilag lehetséges (min. 8 óra és max. 16 óra) napsütést a borultság olymértékben befolyásolja, hogy télen a valószínű napsütés ideje napi 2 óra alá csökken és nyáron sem haladja meg a napi 10 órát.

A csillagászatilag lehetséges és a meteorológiaiilag valószínű napsütés évi menetének összefüggését az 1. ábrán mutatjuk be. Az ábrán a csillagászatilag lehetséges napsütés  $47^{\circ} 30'$  (budapesti) szélességre vonatkozik, a meteorológiaiilag valószínű napsütés évi menete a kalocsai meteorológiai állomás mérési adatainak átlagát mutatja be.

A napsütés évi menete csak arra ad felvilágosítást, hogy az év bármely



napján mennyi a napsütés ideje összesen, ahhoz azonban, hogy vizsgálatunk általános legyen, ismernünk kell azt is, hogy ez a napfény mennyiség hogyan oszlik meg a nap folyamán. A megoszlást órákra, ill. negyedórákra bontva kell ismernünk. A tapasztalat és a műszeres mérések azt mutatják, hogy a kora reggeli és a késő délutáni órákban viszonylag kevesebb a napsütés, mint a déli órákban. A hazai felhőzet alakulása miatt általában télen a délelőtti órákban néhány perccel kevesebb a napsütés, mint a megfelelő délutáni órákban. Nyáron a helyzet fordított. — A napsütés időtartamának finomabb mérését folyamatosan végzik és annak eredményét a napsütés *napi menete*



1. ábra

adja meg. Ezek az adatok hazai vonatkozásban — több évtizedes mérési átlag alapján — az év minden napjára és ezen belül minden tizedórára rendelkezésünkre állnak.

A hazai viszonyokra alkalmas leegyszerűsített grafikus szerkesztési módszerhez ezeket az adatokat használtuk fel, de elvben semmi akadályja annak, hogy általánosítás esetén a vizsgált földrész tényleges napsütési viszonyait regisztráló adatsorokat alkalmazzuk.

Hazánkban három helyen végeznek hosszú idő óta ilyen jellegű méréseket. A budapesti, tarcali és kalocsai mérések között eltérések vannak. A műszereken regisztrált adatok közötti eltérésnek legfőbb oka nem a különböző földrajzi szélességben és az eltérő meteorológiai viszonyokban, hanem a műszerek nem azonos elhelyezésében és különböző érzékenységében keresendő. Tanulmányunkban a több mint 50 éven át — megszakítás nélkül — gyűjtött kalocsai adatokat használtuk fel.

A meteorológiaiailag valószínű napsütés további tárgyalásánál most bekapcsoljuk a szakértők által fent ismertetett alapfeltételnek II. 15-ére vonatkozó részét. A szóban forgó napon a Nap 7<sup>h</sup>-kor kel és 17<sup>h</sup>-kor nyugszik.\* A csillagá-

\* Egész órára kerekített érték!

szatilag lehetséges napsütés ideje:  $10^h \times 60' = 600'$  lesz. Ugyanezen a napon a napsütés *évi menete* szerint a napsütés időtartama 228' ( $3^h$  és  $48'$ ). (Lásd I. ábrát.) Ugyanezen naptári napon belül a napsütés *napi menete* óránként, ill. negyedóránként bontva az I. számú táblázatban közölt értéket adja.

I. sz. táblázat

II. 15.

Órák	$7^h-8^h$	$8^h-9^h$	$9^h-10^h$	$10^h-11^h$	$11^h-12^h$	$12^h-13^h$	$13^h-14^h$	$14^h-15^h$	$15^h-16^h$	$16^h-17^h$	$17^h-18^h$
Negyed-órák	I II III IV	I II III IV	I II III IV	I II III IV	I II III IV	I II III IV	I II III IV	I II III IV	I II III IV	I II III IV	-
Csillagászati	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	15' 15' 15' 15' -60'	600'
Meteorológiai idők	2' 2' 3' 4' -11'	4' 5' 5' 6' -20'	6' 6' 6' 6' -24'	6' 7' 7' 7' -25'	7' 7' 7' 8' -29'	8' 7' 7' 7' -29'	7' 7' 7' 7' -28'	7' 7' 6' 6' -26'	6' 6' 5' 5' -22'	5' 3' 2' 2' -12'	228'

A napsütés fogalmával összefüggő harmadik pontnak — az egészségügyi szempontból *hasznos napsütésnek* — tisztázása még hátra van.

A csillagászatilag lehetséges és meteorológiaiilag valószínű napsütés időtartamának ismerete még mindig nem adja azt a napsütési időt, amelyre egészségügyi szempontból szükségünk van. A gyakorlatban ugyanis a nappálya és a vizsgált pont között árnyékvető elemek lehetnek. A felhőzetnek — mint árnyékvető elemnek — kérdése már elintézett, mert a meteorológiaiilag valószínű napsütés időtartamának meghatározásánál a felhő esetleges csökkenti hatását már figyelembe vettük. Azonban egyéb árnyékvető elemekre is tekintettel kell lennünk, ha a tényleges — *hasznos* — napsütést kívánjuk meghatározni. Ezeknek egy részét (pl. dombokat, facsoportokat, meglévő épületeket) adottságnak, másik részét (pl. tervezendő épületeket) változónak kell tekinteni.

A meteorológiaiilag valószínű napsütés idejét a fenti árnyékvető elemek jelenléte csökkenti. A csökkentés mértéke arányos azzal az idővel, ameddig a Nap — az égbolton leírt pályán — az árnyékvető elem mögött halad el (ameddig a Nap a vizsgált pontról nézve nem látszik). Figyelembe kell venni még azt, hogy egészségügyi szempontból hasznosnak csak a helyiségbe tényleg behatoló napsugarakat tekinthetjük. Ezért számításán kívül kell hagyni mindazokat a napsugarakat, amelyek a homlokzatot  $15^\circ$ -nál kisebb oldalszög (vízszintesen mért szög) alatt érik (súrolt fényeket).

A fenti szempontok egyidejű figyelembevételével meghatározott nappályatartamot tekintjük *egészségügyi szempontból hasznos* napsütésnek. (Lásd 2. ábrát. A folyamatos vonallal megrajzolt nappálya-szakaszok képviselik a hasznos napsütést.)

Az eddigi megállapítások és alapfeltételek elégségesek a hazai viszonyokra vonatkozó leegyszerűsített grafikus módszer leírására. Az egyes részleteknél kitérünk az általános módszer elvének ismertetésére is.

A szerkesztéshez az alábbi adatok szükségesek (zárójelben a hazai leegyszerűsített módszer adatai):

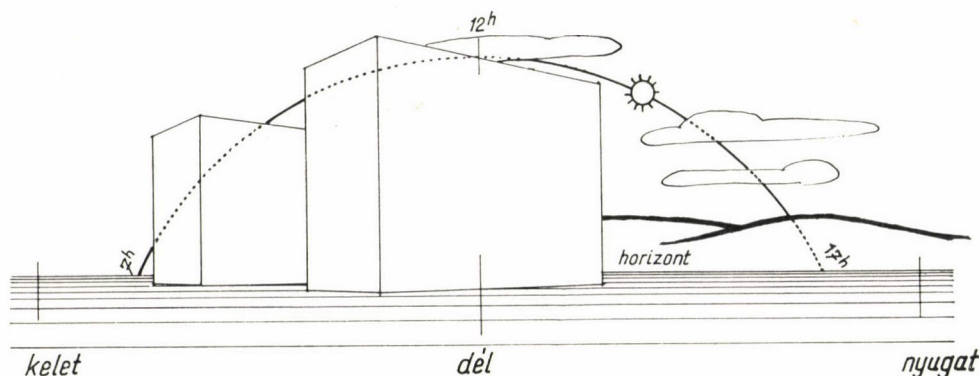
- a vizsgált pont földrajzi szélessége, (Budapest földrajzi szélessége  $47^\circ 30'$ ),
- a vizsgált pont térképszerű helye, vízszintes és magassági értelemben,
- a terep alakulatának térképszerű adatai, vízszintes és magassági értelemben,
- a környezet létesítményeinek térképszerű adatai, vízszintes és magassági értelemben,



— a vizsgált helyre jellemző meteorológiai adatok: a napsütés évi és napi menete (a kalocsai állomás adatsorai),

— a vizsgálatra kijelölt naptári nap meghatározása (hazai alapfeltételeink szerint: II. 15. Az összehasonlítás érdekében felvesszük II. 15-én kívül XII. 21., VI. 21. és III. 21.-t, vagyis a csillagászatilag legrövidebb, leg-hosszabb és a napéjegyenlőségi napokat is),

— a hasznos napsütés időtartamának és a vizsgált pont helyének megállapítása (hazai alapfeltételeink szerint 60'; II. 15-én; a földszinti ablak alsó élén).



2. ábra

Amennyiben a fenti adatok rendelkezésre állnak, úgy a hasznos napsütés időtartamát a Föld bármely pontján meg tudjuk állapítani és a grafikus módszerhez szükséges szerkesztéseket elvégezhetjük.

A szerkesztés lényege az, hogy a csillagászati, a meteorológiai, a térképi, a városrendezési és az építészeti stb. adatokat közös ábrában egyesítsük. Az ábrákból meg kell tudni állapítani, hogy a Nap mennyi ideig halad a 2. sz. ábrán folyamatos vonallal jelzett szakaszokon. Ez az idő lesz a vizsgált pontra vonatkozó hasznos benapozás ideje.

A benapozási idő meghatározásánál a csillagászati ismereteknek azt a részét használjuk fel, amelyik a Napnak az *égbolton leírt látszólagos járásával* foglalkozik.

A gömbháromszögtan segítségével a Nap látszólagos helyét bármely időpontban és tetszőleges földrajzi szélességen meghatározhatjuk. Ilyen módon az égbolton feltüntethetjük az egyes naptári napokhoz tartozó nappályákat. A tanulmányban csak a jellegzetes naptári napokhoz tartozó nappályákat fogjuk feltüntetni. Így elsősorban az alapfeltételekben lerögzített II. 15-hez, és tájékozódásul a III. 21., VI. 21. és XII. 21-hez tartozókat. Az égbolton leírt nappályák a *csillagászatilag lehetséges* napsütést képviselik.

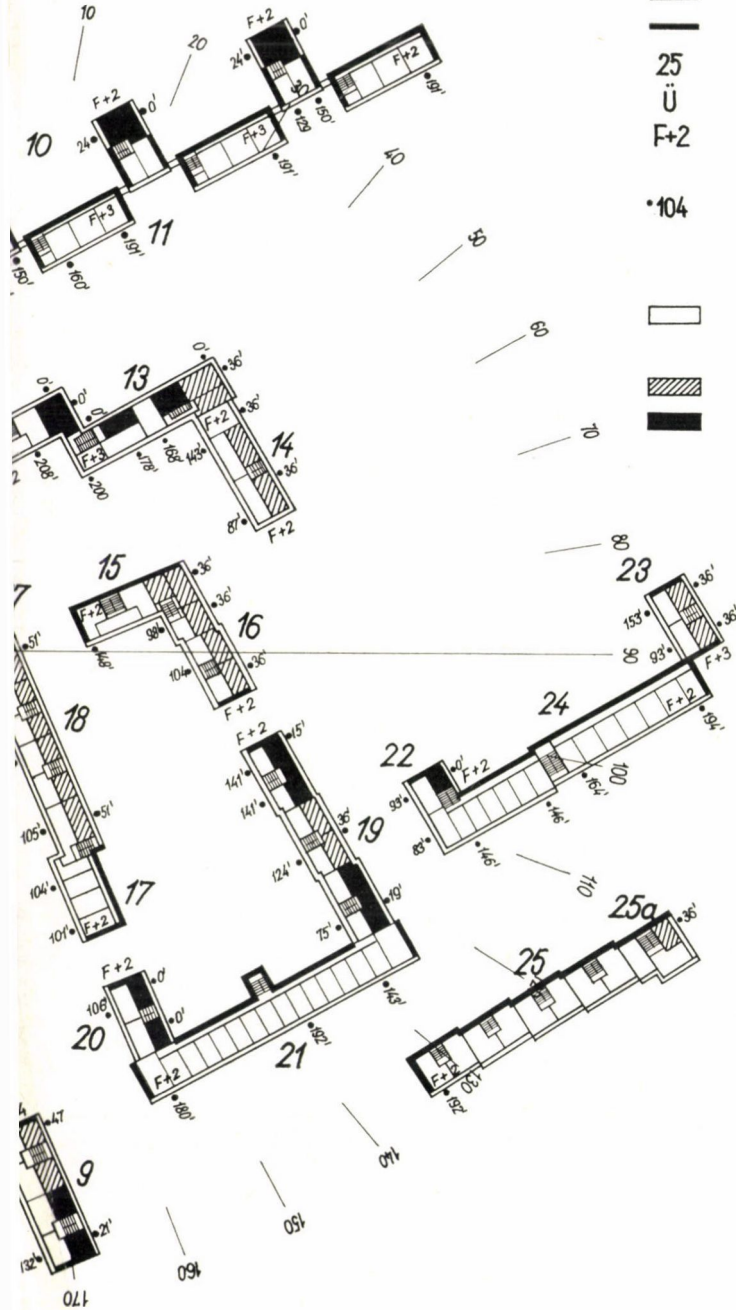
Ahhoz, hogy a *meteorológiailag valószínű* napsütés idejét is figyelembe tudjuk venni, a kiválasztott napokra vonatkozó napsütés *napi menetét* is ábrázolni kell. Ezt úgy oldhatjuk meg, hogy a csillagászatilag lehetséges napsütés egyes időszakaihoz (pl. 60'-hez) a napsütés napi menetéből meghatározott időket (pl. 22'-t) írunk. Ezzel figyelembe vettük a borultság fokát, ill. meteo-





Jelmagyarázat:

- ==== Napfény igényes homlokzat
- Nem napfény igényes homlokzat
- 25 Épület jele
- Ü Üzlet
- F+2 Épület szintszáma.  
pl. F + 3 = 4 szintes épület.
- 104 A valószínű napsütés ideje febr. 15-én  
a földszinti ablak parapett  
magasságában
- 60' és 60' előtt, jó benapozású lakás
- ▨ 30' — 59' rossz benapozású lakás
- 0' — 30', igen rossz beosztású lakás



(Szövegmagyarázatot l. a 226.  
és 227. oldalakon)

rológiaailag valószínű napsütést. (L.: I. sz. táblázatot.) A táblázat értékei II. 15-re vonatkoznak.

Ahhoz, hogy a grafikus módszer teljes legyen, megoldandó még az egészségügyi szempontból *hasznos napsütés* idejének ábrázolása. Hasznos napsütésnek azokat a *vizsgált pontból látható* nappálya szakaszokat tekintjük, amelyeket az árnyékvető elemek (pl. épületek) nem takarnak le. A hasznos napsütés idejének megállapítása érdekében az *árnyékvető elemek* képét rávetítjük az égboltra. Itt ábrázoljuk ezenkívül a vizsgálat tárgyává tett épület *önárnyékához* és a *súrolt fényekhez* tartozó nappálya szakaszokat is. A meteorológiaiailag valószínű napsütést jelző nappálya *le nem takart szakaszai adják meg a vizsgált homlokzati pont hasznos benapozási idejét.*

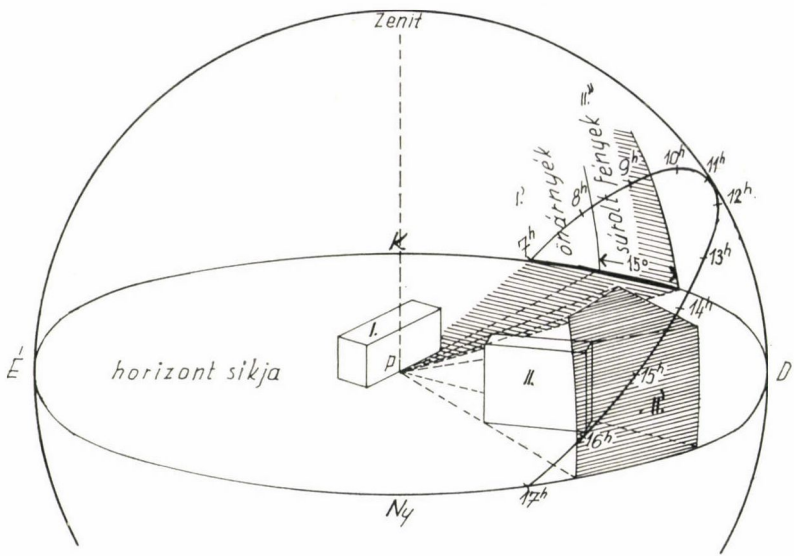
A grafikus módszer fent leírt elvét először képies ábrákon mutatjuk be (lásd 3., 4. és 5. sz. ábrák). Ezek a rajzok a könnyebb megértést szolgálják.

A 3. sz. ábrán a horizont síkjára állított I. jelű épület  $P$  jelű pontját vizsgáljuk. Előtte — általános helyzetben — álljon egy épület. Ezt II-vel jelöltük. Megvizsgálandó a  $P$  pont hasznos napsütésének ideje. Az égboltot képviselje a  $P$  pont fölé rajzolt félgömb. A Napnak az égbolton leírt látszólagos nappályái közül egyet a II. 15.-it tüntettük fel. A nappálya órabeosztását napkeltétől ( $7^h$ -től) kezdve napnyugtáig ( $17^h$ -ig) a nappályán bejelöltük. A rajz erősen torzított, ugyanis az épületekhez képest az égbolt félgömbje kicsi. Az I. jelű épület önárnyékának határát az épület homlokzati síkjának meghosszabbítása adja. Ez a vonal a horizonton kimetszi az önárnyék határát, ill. az égbolton az  $I'$  területet. Ez nem egyéb mint az I. jelű épület homlokzatának az égboltra vetített képe. Ezen területről napsugár nem éri a  $P$  pontot. A  $P$  pontból a homlokzat síkjához húzott  $15^\circ$ -os oldalszög adja az egészségügyi szempontból figyelembe nem vehető súrolt fényeket. Ez az égbolton a  $I''$  területet takarja le. Hátra van még a II. jelű épület kivetítése az égboltra. A vetítés a vizsgált  $P$  pontból történik az ábrán látható módon. Az I. jelű épület kivetített képét az égbolton II'-vel jelöltük. A kivetített kép határvonala az égbolton — jelen esetben — körívekből áll. A II' területről sem éri napsugár a  $P$  pontot.

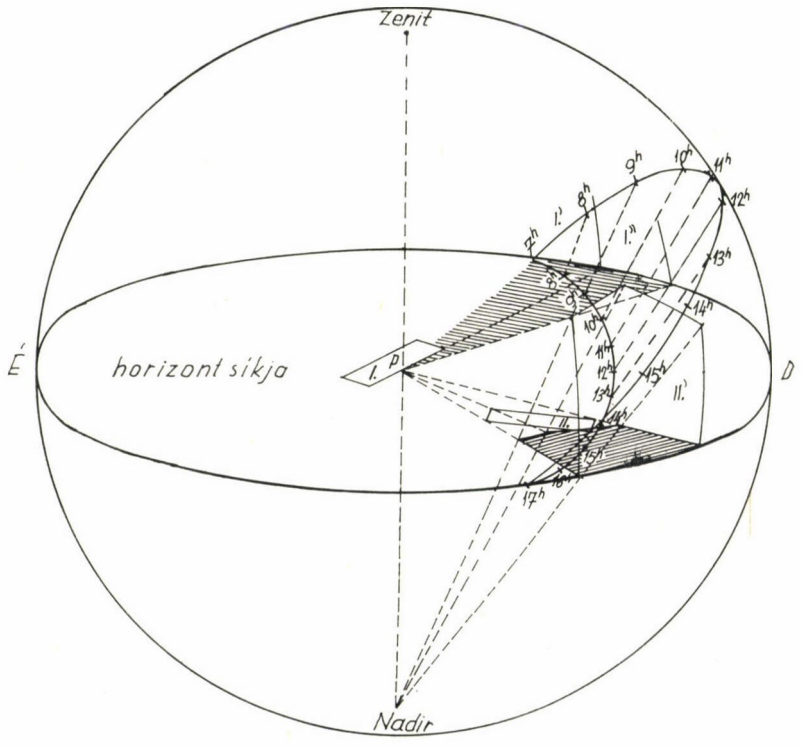
A  $P$  vizsgálati pontot csak a nappálya *le nem takart szakaszairól* érheti hasznos sugárzás.

A 3. sz. ábrán bemutatott — képies — módszer természetesen a gyakorlatban nem alkalmazható. Ezen olyan átalakítást kell végrehajtani, hogy a szerkesztést a rajz (városrendezési terv, épület alaprajz) síkjában lehessen elvégezni. A képies módszernek ezt az átalakítását a 4. sz. és 5. sz. ábrán mutatjuk be. Az égboltra vetített  $I'$  és  $II'$  jelű területeket, vagyis az I. és II. jelű épületek képét és az  $I''$  jelű (súrolt fények) területét a horizont síkjára tovább vetítjük. Ide vetítjük a Nap látszólagos pályáját is. A vetítéshez a Nadir pontot használjuk fel (l.: 4. sz. ábrát). A horizont síkján ábrázoljuk — alaprajzszerűen — az I. és II. épületeket is. A Nadir pont segítségével elvégzett fenti vetítéssel már minden szükséges adat a terv (a horizont) síkján van. Már csak a 4. sz. ábrán perspektivikusan ábrázolt horizont síkjának beforgatott képét kell bemutatni. A beforgatott horizont síkot az 5. sz. ábra mutatja be. Itt látszanak a vizsgált (I. jelű) épület és azon a  $P$  pont, és az előtte levő — árnyékvető — (II. jelű) épület kontúrjai (alaprajzai), az önárnyék és súrolt fények területe, a II. jelű épületnek a horizontra vetített képe, valamint a nappálya a meteorológiaiailag valószínű napsütési időekkel. Az 5. sz. ábráról — összeadással — a hasznos napsütés időtartama leolvasható.

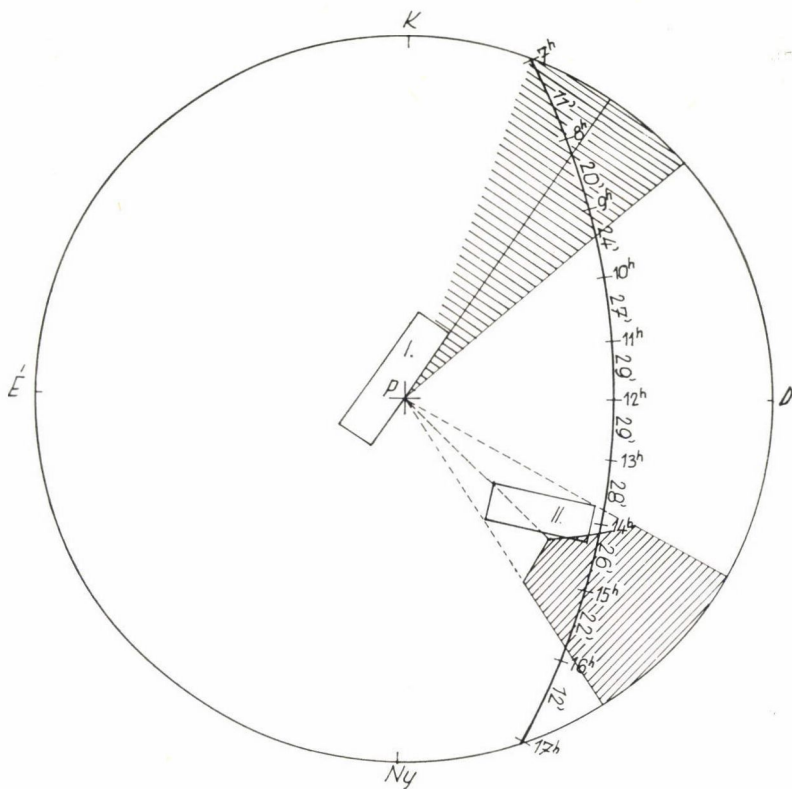




3. ábra



4. ábra



5. ábra

A grafikus módszer megszerkesztésének részletes leírásától eltekintünk, de bemutatjuk példaként a nappálya egy pontjának, valamint egy épület két sarokpontjának elméleti megszerkesztését. (lásd 6., 7. és 8. sz. ábrákat.) A gyakorlati — tervet ellenőrző — szerkesztés menete ennél is egyszerűbb lesz, mert átlátszó papírra nyomtatott ábrák — melyek elméleti szerkesztés alapján készültek — megkönnyítik majd a feladat végrehajtását.

A 6. sz. ábrán (felső rajz) jelzett kör képviselje az égboltot. A kör középpontjában a Föld áll (végtelen kicsire összezsugorítva), rajta a vizsgált  $P$  ponttal. A  $P$  ponton átmenő vízszintes egyenes legyen a horizont síkja. A Föld képzeletbeli tengelye a Polus (Sarkcsillag) felé mutat. A horizont síkja és a Föld képzeletbeli tengelye által bezárt szög a vizsgált pont földrajzi szélességi fokával azonos. Budapest esetében ez  $47^\circ 30'$ . Az ábrán ezt a helyzetet ábrázoltuk. Természetesen a szerkesztés bármely földrajzi helyre (szélességi fokra) elvégezhető. A Nap látszólagos pályája (égi nappálya) egy gömbi körön (deklinációs körön) van, helyzete összefüggésben van a naptári nappal és a vizsgált pont földrajzi szélességével. A 6. sz. ábrán példaként a VI. 21-i, III. 21-i, II. 15-i és XII. 21-i nappályákat tüntettük fel. Az égi nappályának a horizont feletti szakaszai a nappalokat jelentik. A szerkesztés bemutatásához a II. 15-hez tartozó nappályából a szimmetrikusan elhelyezkedő  $15^h$  és  $9^h$ -hoz



tartozó pontoknak a horizont síkjára való vetítését végeztük el. A  $15^h$  ill.  $9^h$ -hoz tartozó pontok vetítéséhez — mint előbb is — a Nadir pontot használtuk fel. A szerkesztés menete a 6. ábrán jól követhető (l. a nyilakat). Az ábra alsó része a horizont síkját felülnézetben ábrázolja az erre vetített  $9^h$  és  $15^h$  jelű pontokkal, ill. a vastag vonallal jelzett II.  $15$ -hez tartozó teljes nappályával.

A 7. sz. ábrán a II. épület meghosszabbított párkányának (X) pontjához tartozó X'-t szerkesztjük meg. A szerkesztés menete az ábrából követhető. Az épület árnyékvető függőleges éleinek képe nincs kiserkesztve. A párkányél — amelyen az X pont is van — a horizont síkján körív lesz. E körív átmegy az X' ponton és az „a” — „b” vonal és a horizont metszéspontjain, Y-on és Z-n. (Az „a” — „b” vonalat úgy kapjuk meg, hogy az árnyékvető párkánnyal párhuzamos húzunk a P ponton keresztül.) E három pont egyértelműen meghatározza a kört, melyből az árnyékvető íves párkányszakaszt az épület árnyékvető függőleges élei metszik ki (A' és B' pontok).

Az Y és Z pontok az épület végtelenbe levő pontjainak felelnek meg. Ezért minden — az ábrázolt épülettel — párhuzamos épület végtelenben levő pontjai az Y és Z pontokba esnek.

A 6. sz. és a 7. sz. ábra alsó részeit a 8. sz. ábrában egyesítettük és fel-tüntettük a VI. 21., III. 21., II. 15. és XII. 21. nappályákat. A nappályák egyes óráközeibe beírtuk a meteorológiailag valószínű napsütés időtartamát is. A vizsgált épület önárnyékos részét, valamint a  $15^\circ$ -nál kisebb oldalszög alatti sűrűlt fények területét is ábrázoltuk. Ez utóbbiak megszerkesztését a 3. sz. ábra alapján könnyen elvégezhetjük.

A nappályáknak az a szakasza adja a vizsgált P pont hasznos benapozási idejét, amelyet vonalkázott felületek nem fednek le. Az időtartamot közvetlenül (összeadás útján) leolvashatjuk. *Az ábra alkalmas arra, hogy a különféle napok hasznos benapozási idejét összehasonlíthassuk.* A gyakorlati szerkesztés célját szolgáló ábrát pauszpapíron célszerű elkészíteni, hogy a vizsgálandó tervre (alaprajzra), városrendezési tervre (térképre) közvetlenül ráhelyezhető legyen. A pausz-ábra a fenti vetítések nagyrészét (Bp. szélessége és II. 15-ére) már tartalmazza és az egyes óráközők a meteorológiailag valószínű napsütés idejét is tartalmazzák. A pausz-ábrán, áttekinthetőség érdekében, a tervi (alaprajzi) részt és a horizont síkján levő ábrákat szétbontva tüntetjük fel.

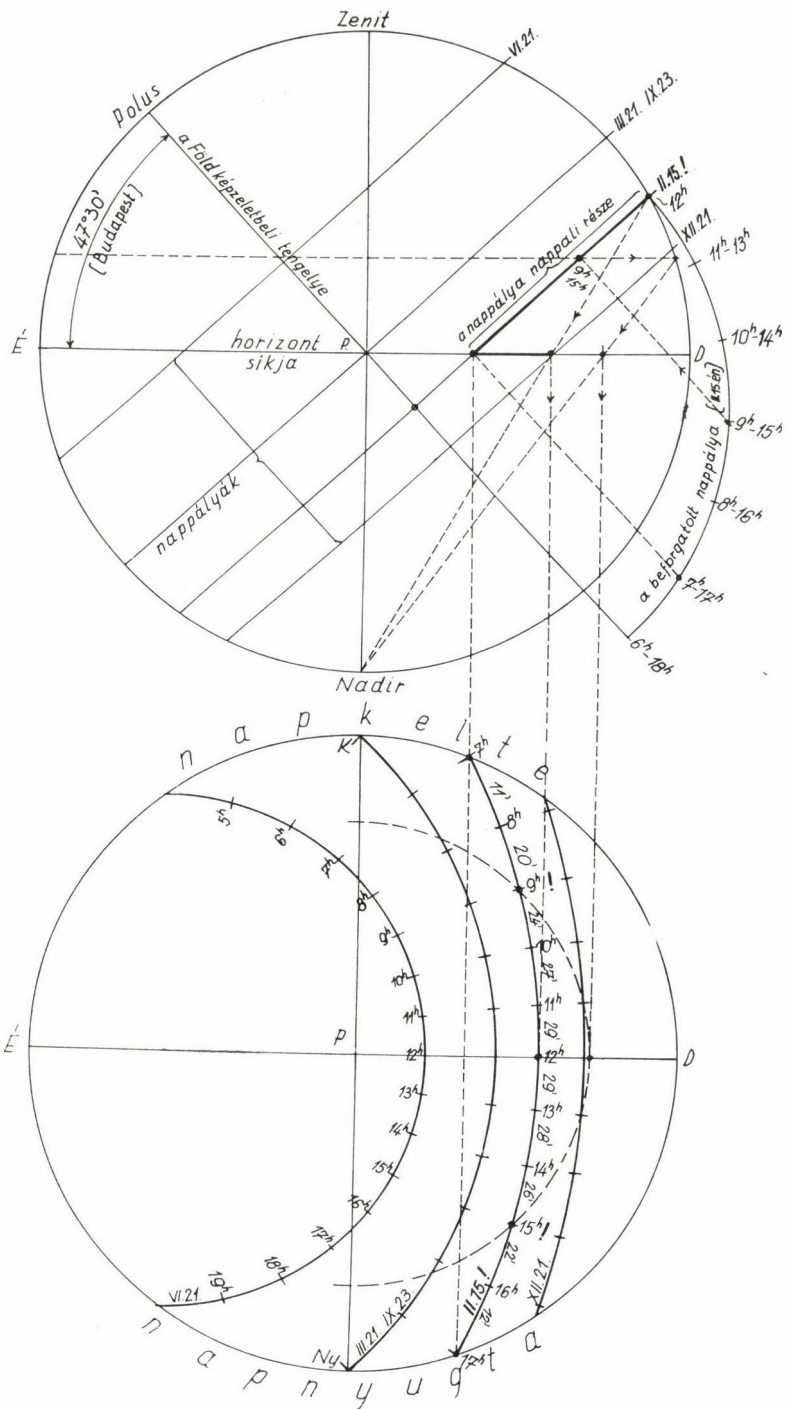
Az átlátszó papíron készült  $9/a$  ábrát a tervvel egyező tájolással úgy helyezzük a tervre, hogy a vizsgált pont a körök középpontjába kerüljön.

A 9. ábrán a grafikus módszer gyakorlati szerkesztését mutatjuk be. A szaggatott vonallal rajzolt épületek jelzik a pausz-ábra alatt elképzelt városrendezési tervet.

A vizsgálat szempontjából csak azok az árnyékvető elemek játszanak szerepet, amelyek a nappályára fölé emelkednek. Ezért meg kell állapítani az árnyékvető elemek jellegzetes pontjainak magasságát a horizont síkja felett. A magasságok megállapításánál — a lejtős terep esetén — a terep magasságát is figyelembe kell venni.

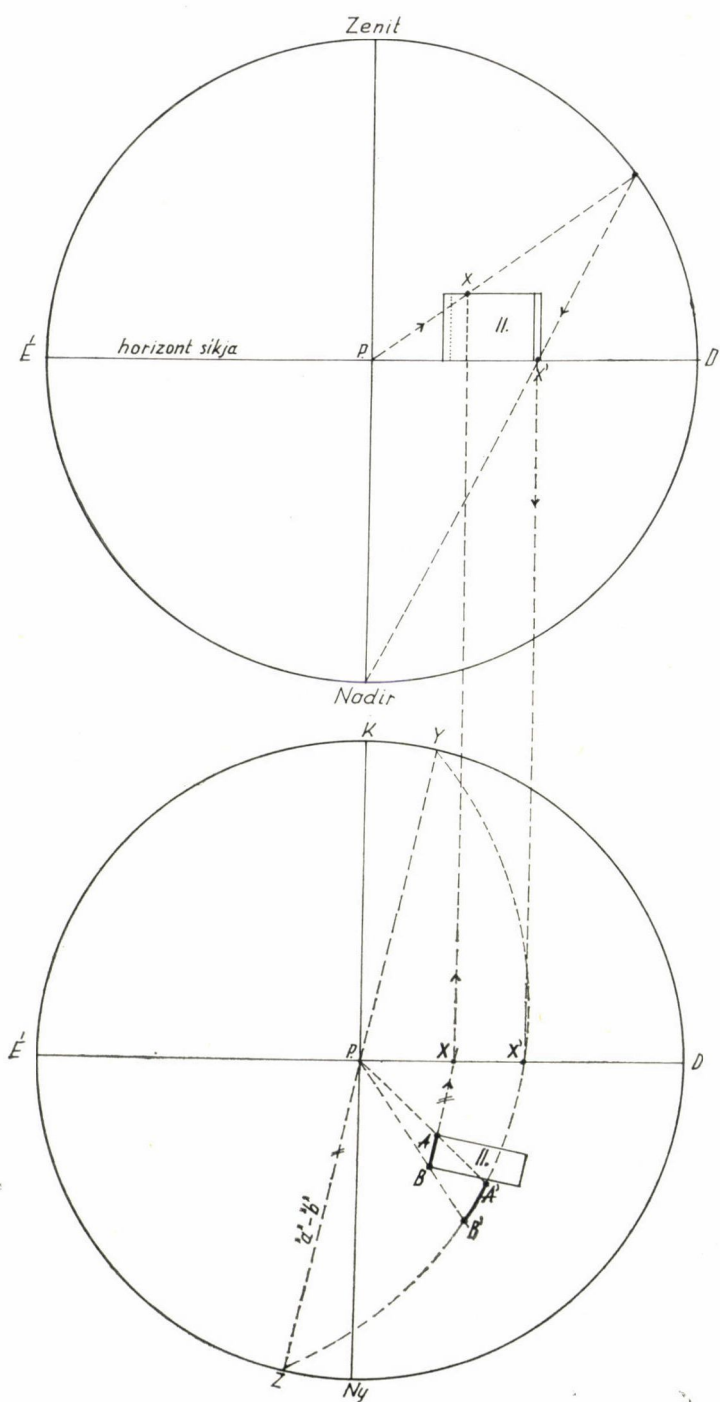
Az árnyékvető elem (épület) hosszát a horizont síkján úgy kapjuk meg, hogy az árnyékvető pontokat (függőleges éleket) a kör középpontján keresztül átvetítjük a horizont síkjára. Az épületek függőleges élei itt mind a középpont felé összetartó vonalakban jelentkeznek.

A pontok (függőleges élek) magasságát a horizont síkján úgy állapítjuk meg, hogy az alaprajzon a sarokpontokat a körívek segítségével átvetítjük



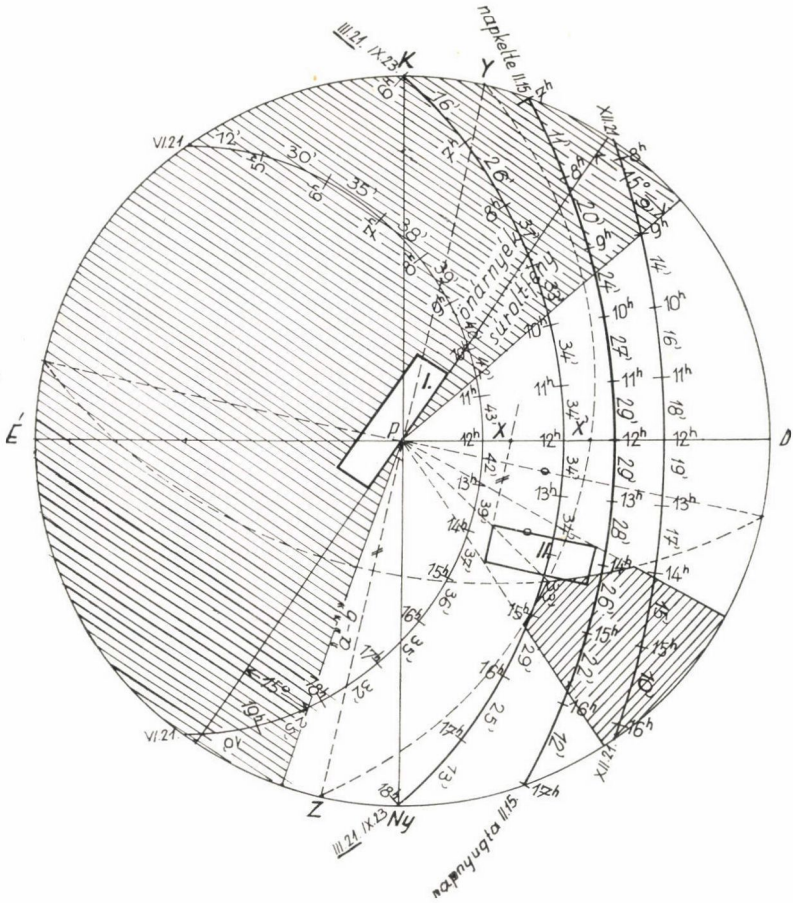
6. ábra





7. ábra

az ábra baloldalán levő segédábrára, ahol a méterbeosztás segítségével kijelöljük a pont (függőleges él) magasságát. A segédábrán 1–7 sorszámú megjelölt sugárirányú vonalaknak a horizont síkján azonos számú körívek felelnek meg. Amennyiben a sarokpont magasságát a segédábrán éppen valamely számított vonalra esik, úgy a horizont síkján a megfelelő körív metszi ki az él magasságát. Amennyiben a kijelölt magasság a segédábrán két sugárirányú



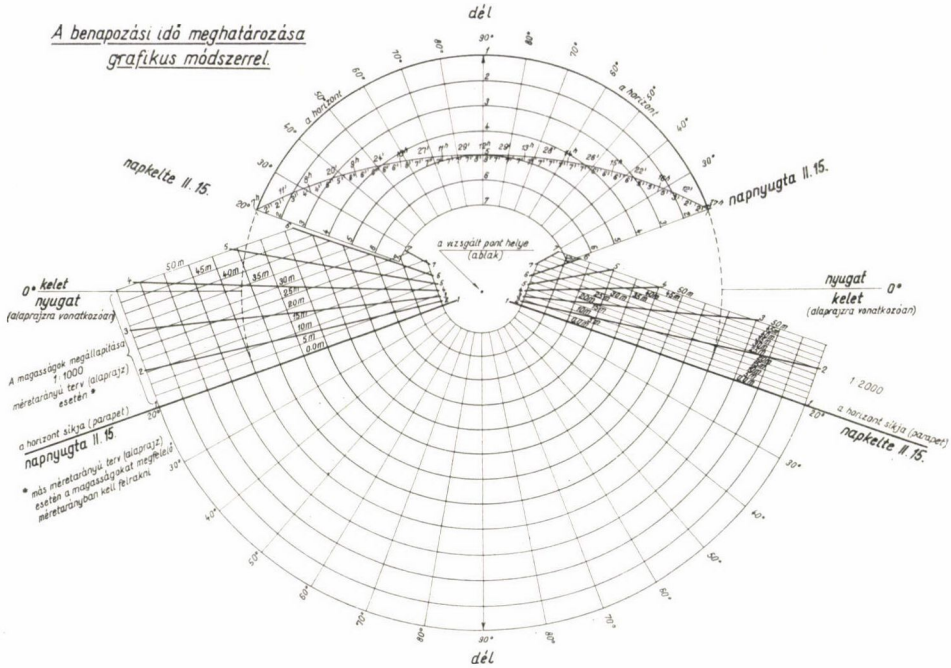
8. ábra

számított vonal között van, úgy a horizonton a megfelelő két körív közötti arányos részén helyezkedik el a pont (él) magassága. Ugyanígy határozzuk meg a tereptárgyak, dombok stb. magassági pontjait és kiterjedését is.

Az épületek függőleges élei a horizonton kijelölik a párkányvonal két pontját is. A párkányvonal képe a horizonton nem egyenes, hanem körív. A körív megszerkesztéséhez szükséges harmadik pont az I. sorszámú jelzett horizontvonalon van. A pont helyét úgy kapjuk, hogy az alaprajzon a keresett párkányvonallal párhuzamos egyenest húzunk a kör középpontján át, mely egyenes meghosszabbítása a horizontvonalon kimetszi a keresett har-



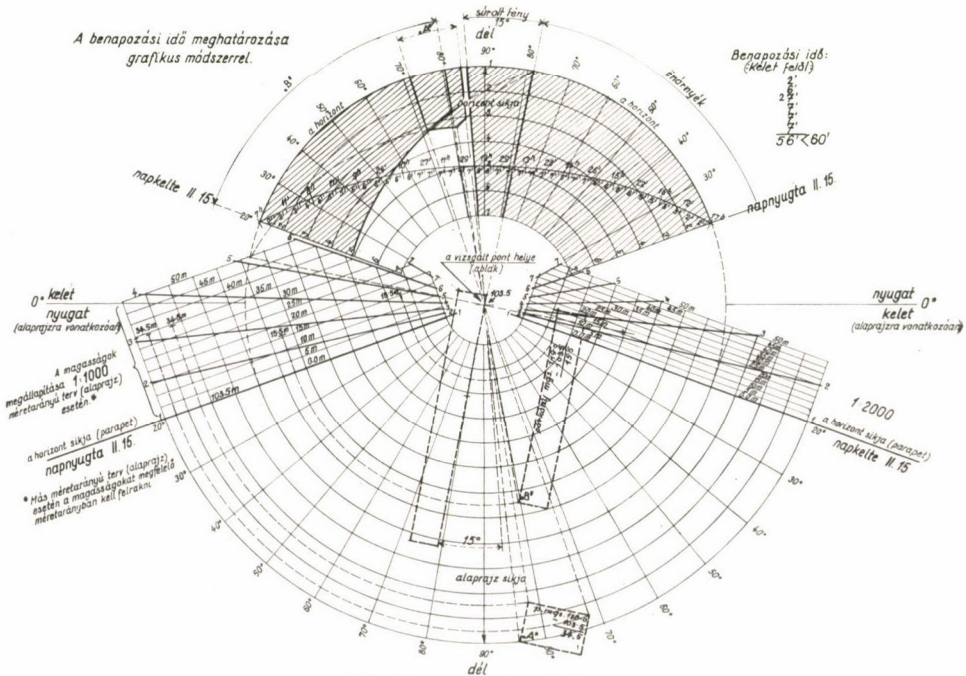
A benapozási idő meghatározása  
grafikus módszerrel.



A terv (alapsík) méretaránya tetszőleges (Budapest 47°30')

9/a. ábra

A benapozási idő meghatározása  
grafikus módszerrel.



9. ábra

madik (ill. negyedik) pontot. A párkányvonal képe a horizont síkján a három (ill. négy) pont segítségével már megszerkeszthető, de rendszerint már szabadkézzel is kellő pontossággal megrajzolható.

Ahhoz, hogy a hasznos napsütés idejét megállapíthassuk, még meg kell határozni az önárnyék kiterjedését és a súrolt fények okozta veszteséget is. Minden napsugár, mely a vizsgált ponttal ellentétes oldalán éri az épületet — önárnyékot ad. Az önárnyék határát a horizonton a vizsgált épület homlokzati síkjának meghosszabbítása metszi ki. A súrolt fények hatása — melyek a hasznos napsütésbe nem számíthatók be — a fentihez hasonlóan állapítható meg. A vizsgált épület síkjához  $15^\circ$  alatt húzott egyenes kimetszi a horizonton a súrolt fények területét. Az ábra  $10^\circ$ -os szögbeosztása segítségével ezt a vonalat könnyű megszerkeszteni. — Az önárnyékos terület, és a súrolt fények területének határvonala egybeesik és a két csatlakozó terület együtt csökkenti a vizsgált pont hasznos benapozási idejét.

A hasznos napsütés teljes idejét a részidők összeadásával állapítjuk meg. Le kell olvasni azokat az időtartamokat, amelyeket az árnyékvető elemek, az önárnyék és a súrolt fények területe *nem fed le*. A leolvasásnál — a negyedórákon belül — a hasznos napsütés töredék idejét becsléssel állapítjuk meg.

A fentiek alapján — elvben — földrajzilag bárhol és az év tetszőleges napján megállapíthatjuk a hasznos napsütés idejét. Természetesen ebben az esetben a horizont síkján más-más nappálya ívet kell szerkeszteni.

A hasznos napsütés idejének megállapítására bemutatott pausz-ábrák február 15-ére vonatkoznak és így alkalmasak arra, hogy hazai vonatkozásban azokat fel lehessen használni.

A bemutatott grafikus módszerrel — egy szerkesztéssel — a tervnek csak egy pontját lehet ellenőrizni. Kis gyakorlattal azonban már szemlélet útján is ki lehet választani a tervből azokat a pontokat, ahol a benapozás valószínűleg kevés, ill. azokat, ahol a benapozás mértéke feleslegesen nagy. Az előbbi pontok vizsgálatát napfény-egészségügyi okok, az utóbbi pontok ellenőrzését gazdasági okok indokolják.

A benapozás szempontjából túlságosan sűrű beépítést lazítással, indokolatlanul laza — gazdaságtalan — beépítést sűrítéssel lehet megfelelőbbé tenni.

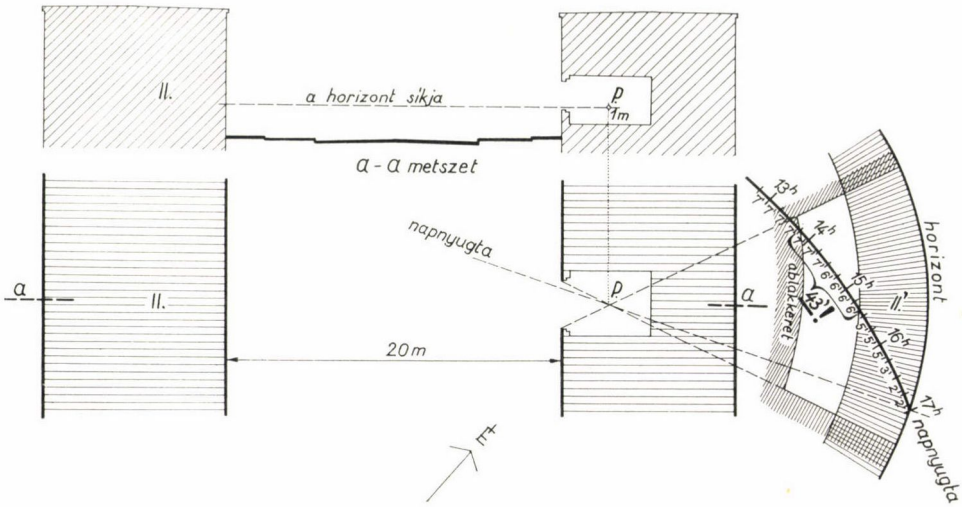
Az ismertetett módszerrel a látszólag ellentétes napfény-egészségügyi és gazdaságossági követelményeket már nemcsak becsléssel, hanem matematikai pontossággal is össze tudjuk hangolni.

Az I. mellékleten a fent ismertetett grafikus módszerrel végzett ellenőrzés eredményét mutatjuk be. A bemutatott példa egy hazánkban (kb. 8—10 évvel ezelőtt) felépített lakóterületre vonatkozik. A napfényigényes homlokzatokat (ablakkal ellátott homlokzatokat, amelyek mögött szoba van) kettős vonal jelképezi. A nem napfényigényes homlokzatokat vastag vonallal tüntettük fel. A földszinti ablak parapettjére szerkesztett hasznos napsütés időtartamát — percekben — a homlokzat előtt beírt számok jelzik. Azok a lakások, amelyek  $60'$  vagy annál több hasznos napsütést kapnak, fehéren maradtak, amelyek  $60'$ — $30'$  között kapnak napot egyirányban vonalkáztak. Azokat a lakásokat, amelyek  $30'$ -nél kevesebb hasznos napsütést kapnak feketén jeleztük.

A vizsgálat eredménye — egészségügyi szempontból — nem kielégítő. Minden statisztikai kimutatás nélkül, már az ábrára való egyszerű rátekintéssel is megállapíthatjuk, hogy a lakások nagy százaléka az egészségügyi alapfeltételeknek nem felel meg. Az épületek városrendezési elhelyezése sem elégti



ki a követelményeket. A rossz eredmény legfőbb oka mégis az, hogy az épületekhez hibásan választották ki a típus-alaprajzokat. Ezen felül még a jól megválasztott alaprajzok adta lehetőséget sem használták ki, mert azokat *180°-kal elfordítva* építették fel.



10. ábra

A 10. sz. ábra egy helyiség hasznos benapozásának vizsgálatát ábrázolja. A vizsgált pontot a helyiség mértani közepén 1 m magasságban tétéleztük fel. A hasznos benapozást csökkentő ablak mérete és az ablak előtt levő árnyékvető épületek helyzete a rajzról leolvasható.

Törekednünk kell a lakótelepek, épületek olyan kialakítására, mely egyaránt kielégíti mind az egészségügyi, mind a gazdaságossági követelményeket. Jobb eredményeket érhetünk el, ha már tervezés közben felhasználjuk a benapozás idejének meghatározására vonatkozó grafikus módszert.