

SLNEČNÉ ŽIARENIE V BRATISLAVE

I. VŠEOBECNE

Tepelná energia, ktorá sa k nám dostáva zo Slnka ako slnečné žiarenie, má veľký vplyv na živé bytosti a ľudský organizmus a možno o nej povedať, že je prameňom života na zemi a zdrojom všetkých dejov, ktoré sa odohrávajú v atmosfére.

Slnečné žiarenie je najdôležitejší, ale súčasne najkomplikovanejší poveternostný činiteľ. Na hranicu atmosféry dopadá zo Slnka na plošnú jednotku postavenú kolmo k svetelným lúčom slnečná energia, ktorej hodnota je známa ako solárna konštanta a činí priemerne 1,94 gcal/cm² min. Na povrch zeme dostane sa táto energia značne oslabená.

Oslabenie intenzity slnečného žiarenia prechádzajúceho ovzduším udáva B o u g e r — L a m b e r t o v zákon:

$$I_m = I_0 \cdot q^m,$$

kde I_m značí intenzitu slnečného žiarenia pri mase (hrúbke) atmosféry m , I_0 je solárna konštanta a q koeficient priepustnosti.

Čím dlhšiu dráhu musia prekonávať slnečné lúče cestou na zem cez atmosféru, tým menej tepelnej energie dostáva povrch zeme. Sila žiarenia závisí teda od hrúbky (masy) atmosféry, ktorá odrazí časť žiarenia nazpät do svetového priestoru, časť pohltí a časť rozptýli, od zakalenia vzduchu, miesta merania, zemepisnej šírky a nadmorskej výšky, od uhla sklonu terénu a jeho expozície oproti svetovým stranám od oblačnosti a predovšetkým od výšky slnka nad obzorom. Sila slnečného žiarenia je závislá hlavne od uhla dopadu slnečných lúčov a stúpa so sinom uhla výšky slnka nad horizontom.

Nakoniec treba si ešte uvedomiť, že ovzdušie oslabuje najviac slnečné žiarenie kratších vlnových dĺžok, kým priepustnosť k väčším vlnovým dĺžkam stúpa. Toto nám vysvetľuje aj veľký nedostatok ultrafialového žiarenia v nížinách v zimných mesiacoch.

Časť slnečného žiarenia, ktorá sa dostane priamo až na našu zem, označujeme pojmom *priame slnečné žiarenie*. Jeho intenzitu meriame prístrojmi, ktoré sa nazývajú pyrliometre a aktinometre.

Rozptýlením slnečných lúčov v ovzduší sa žiarenie nestráca, práve tak ako pohlcovaním. Pri rozptyle sa mení len smer žiarenia a absorpciou mení sa energia žiarenia na iné formy žiarenia, najmä na teplo. Teda celkové množstvo slnečnej tepelnej energie, ktoré prichádza až na našu zem, nespočíva iba v priamom slnečnom žiarení, ale tiež v tepelnej energii, ktorou žiari celá obloha (difúzna reflexia a dlhovlnné žiarenie, ktoré spôsobujú atmosferické plyny tým, že pohlcujú časť priameho žiarenia). Všetky tri druhy žiarenia (priame, difúzne a dlhovlnné žiarenie atmosféry) označujeme pojmom *totálne slnečné žiarenie*. Množstvo totálnej slnečnej energie zisťuje sa pyranometrami a samopisnými prístrojmi pyranografmi, nazývanými často nesprávne tiež aktinografy.

Keď poznáme totálne a priame slnečné žiarenie, môžeme z ich rozdielu vypočítať difúzne žiarenie, ktoré sa najčastejšie označuje pojmom *žiarenie oblohy*. Tento druh žiarenia vnímame zrakom ako denné svetlo.

II. SLNEČNÉ ŽIARENIE V BRATISLAVE

Pri výskume slnečného žiarenia v Bratislave brali sme ohľad na to, aby výsledky neslúžili len čisto pre poznanie klímy Bratislavv aj v odbore tohto poveternostného činiteľa, ale aby sa mohli použiť tiež v praxi, t. j. pre regulačný plán mesta, resp. v otázkach poľnohospodárskych.

A. Priame slnečné žiarenie

Základom pre výpočet priameho slnečného žiarenia je jeho energia, ktorá sa meria pri kolmom dopade lúčov a najčastejšie sa udáva v $\text{gcal/cm}^2 \text{ min}$.

Pre Bratislavu bolo potrebné najprv nájsť tieto základné intenzity žiarenia pri kolmom dopade lúčov. Vypočítaly sa z priemerných hodnôt intenzít priameho slnečného žiarenia pri kolmom dopade lúčov pre Potsdam ($\varphi=52^\circ 23'$, $h=106 + 25 \text{ m}$) a z denného chodu slnečného žiarenia v rôznych nadmorských výškach pre zemepisnú šírku $\varphi=47^\circ$ (Met. Zeit. 1939, 174), a to väčšinou metódou grafickou a čiastočne výpočtami.

Pomocou takto vypočítaných hodnôt znázornil sa denný chod slnečného žiarenia pre 15-ty deň v každom mesiaci v systéme súradníc výšok slnka a kalorických hodnôt žiarenia na cm^2 za jednu minútu vo veľmi

veľkom meradle a súčasne sa urobila graficky ďalšia úprava príslušným snížením jednotlivých kriviek žiarenia na základe porovnávania denného chodu intenzity slnečného žiarenia vo Viedni. Pokiaľ to bolo možné, krivky sa tiež vhodne overily a upravily hodnotami slnečného žiarenia nameranými v Bratislave. Okrem toho sme brali do úvahy všetky poveternostné faktory, ktoré vplývajú na žiarenie.

V tabuľke 1 sú uvedené intenzity slnečného žiarenia pri kolmom dopade lúčov pre Bratislavu ($\varphi=48^{\circ} 10' N$, $\lambda=17^{\circ} 08' E$, $h=160$ m n. m.) na pravé poludnie.

a) Priame slnečné žiarenie na vodorovnú plochu pri jasnej oblohe

Keď rozložíme intenzitu slnečného žiarenia pri kolmom dopade lúčov (I) na zvislú složku (Z) — zo zenitu smerom dolu — a na horizontálnu (H) a túto opäť na složku južnú (X) — intenzita slnečného žiarenia z juhu na sever — a na složku západnú (Y), dostaneme základné komponenty, z ktorých možno vypočítať ožiarenie akejkoľvek roviny. Pre ožiarenie horizontálnej plochy je potrebné zaoberať sa iba složkou zvislou:

$Z=I \cdot \sin h$, kde $Z=I_{\nu}$, t. j. intenzita slnečného žiarenia na vodorovnú plochu, I je už známa intenzita pri kolmom dopade lúčov a h = výška slnka nad obzorom.

Tabuľka č. 1 obsahuje okrem hodnôt I tiež výšky slnka pre 12-tu hodinu, ďalej pre pravé poludnie hodnoty $I \cdot \sin h$ a pre každý mesiac priemernú dĺžku dňa vzhľadom na skutočný horizont z pozorovacej veže meteorologického observatória.

Denný chod priameho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu za jasných dní (podobne tiež ročný chod) v Bratislave vidieť z tab. č. 2. Sumy slnečného žiarenia medzi jednotlivými hodinami poukazujú výstižne na denné zmeny intenzity slnečného žiarenia. Čím je slnko nižšie nad obzorom, tým sa dostáva do stále viac zakalených vrstiev ovzdušia a straty žiarenia — najmä kratších vlnových dĺžok — sú veľmi vysoké. Pri vyššom stave slnka sa denné zmeny žiarenia stále zmenšujú, čo dobre vidíme aj v celkovom vzraste kalorických hodnôt žiarenia medzi jednotlivými hodinami. Maximálny úhrn žiarenia za 1 hod. na cm^2 pripadá v Bratislave na mesiac jún (66,6 gcal).

Maximálna denná suma priameho slnečného žiarenia na horizontálnu plochu za jasných dní (578,8 gcal. cm^2) pripadá tiež na mesiac jún a predstavuje v ročnom chode mesačných priemerov žiarenia 14,5 %. Minimum pripadá na december, kedy je slnko najnižšie nad obzorom. Denných súm žiarenia teda pribúda od zimných mesiacov k letným stále

viac preto, lebo výška slnka nad obzorom stúpa a dni sa stále predlžujú, takže plošná jednotka je so dňa na deň dlhšie ožiarovaná. Avšak iná je intenzita žiarenia v jednotlivých mesiacoch pri tej istej výške slnka (pri tej istej mase atmosféry). Napr. intenzity priameho slnečného žiarenia pri kolmom dopade lúčov pre Bratislavu za prvý polrok pri výške slnka $h=20^\circ$ sú:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1,05	0,982	0,924	0,85	0,81	0,78 gcal/cm ² . min.

Tu vidíme opačné poradie. Najväčšiu intenzitu máme v januári a najmenšiu v júni. Zapríčiňuje to hlavne obsah vodných pár vo vzduchu, ktoré žiarenie silne absorbujú. V lete je vo vzduchu viac vodných pár ako v zime, preto aj intenzita žiarenia pri tej istej výške slnka je nižšia.

V percentách vyjadrené kalorické hodnoty priameho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu za jasných dní (z tab. č. 2) sú pre jednotlivé ročné obdobia v Bratislave tieto:

jar	leto	jeseň	zima
32,0 %	40,6 %	17,8 %	9,6 %.

Najviac žiarenia pripadá na letné mesiace, najmenej na zimu, ale aj v jarných mesiacoch je žiarenie veľmi výdatné.

Celkové množstvo žiarenia v gcal/cm² za rok, ktoré dospeje až na zem ($I_0=2$ gcal . cm⁻² . min⁻¹., $q=0,8$) pre zem. šírky 40° , 50° , 60° vychádza: 168 720, 138 640, 108 350 gcal/cm².

Pre Bratislavu ($\varphi=48^\circ 10'$) vyšlo: 121 243 gcal/cm².

Tieto údaje sme uviedli preto, aby bolo vidieť, že v Bratislave je menšia priepustnosť atmosféry pre žiarenie v dôsledku väčšieho zakalenia vzduchu a tým aj nižšie žiarenie. No vcelku je to žiarenie dosť vysoké a ako ďalej uvidíme, Bratislavu môžeme pre hojnosť slnečného svitu zaradiť medzi mestá pomerne bohaté na slnečné žiarenie.

b) Priame slnečné žiarenie na horizontálnu plochu pri priemernej oblačnosti:

1. Denné sumy a ročný úhrn žiarenia za roky 1947—1948:

Priame slnečné žiarenie pri priemernej oblačnosti je lineárnou funkciou slnečného svitu, preto ak chceme správne ohodnotiť slnečné žiarenie

za tieto dva roky, je potrebné aspoň v krátkosti poukázať na oblačnosť a slnečný svit v Bratislave.

Zimné mesiace s najnižším slnečným svitom v decembri boli značne oblačné. Február bol tiež mimoriadne oblačný, takže maximum oblačnosti bolo za obidva roky nie v decembri, ako to najčastejšie býva, ale vo februári, preto tiež februárová hodnota žiarenia bola o 26 gcal/cm² nižšia ako za roky 1901—1930 (pozri ďalšiu kapitolu). Jarné a letné mesiace však vcelku vykazujú oblačnosť len okolo 50%, ba dokonca september len 37%, lebo bol za obidva roky silne nadnormálne slnečný a suchý, takže slnečný svit za roky 1947—1948 v septembri bol skoro 71 % možného slnečného svitu.

Obláčnosť a slnečný svit v Bratislave za dlhšie obdobie (1901—1940) podrobne rozobral a popísal Dr. Štefan Petrovič v štúdiu *Obláčnosť a slnečný svit v Bratislave*.

V dennom a ročnom chode žiarenia za roky 1947—1948 prejavily sa v dôsledku extrémnosti počasia značné odchýlky oproti priamemu slnečnému žiareniu za jasných dní. Ročný chod tohto druhu žiarenia je zachytený v tab. č. 8, časť d.

Júnový mesačný priemer priameho slnečného žiarenia 403,3 gcal/cm² — predstavujúci v ročnom chode maximum — je o 30 % nižší ako hodnota žiarenia za jún pri jasnej oblohe. Priemerná mesačná hodnota žiarenia v decembri, ako najnižšia kalorická hodnota žiarenia pri priemernej oblačnosti v roku, je oproti hodnote žiarenia za jasných dní nižšia až o 77 %.

Vplyv veľkej oblačnosti na priame slnečné žiarenie v zimnom období (november—február), ako aj hojnosť slnečného svitu v letných mesiacoch sa dobre odzrkadľuje v nasledujúcom percentuálnom vyjadrení priemerných hodnôt žiarenia pri priemernej oblačnosti pre ročné obdobia:

jar	leto	jeseň	zima
33,1 %	45,6 %	17,5 %	3,8 %

2. Denný a ročný chod priameho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu pri priemernej oblačnosti za 30-ročné obdobie:

Skutočné priemerné hodnoty priameho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu nájdeme v tab. 3. Tieto hodnoty boli vypočítané na základe tabuľky denného chodu slnečného svitu v Bratislave za 30-ročné obdobie, uverejnenej v publikácii ŠMÚ v štúdiu Dr. Š. Petroviča *Obláčnosť a slnečný svit v Bratislave*.

Najvyšší denný úhrn žiarenia v júni 372,3 gcal/cm² znamená v ročnom chode skoro 17 % žiarenia, kým decembrové minimum 19,2 gcal/cm² ani nie celé percento. Z toho vidieť, o koľko menej tepelnej energie dostáva každý cm² vodorovnej plochy v zime oproti letu (viac ako 19 krát).

Ročný úhrn priameho slnečného žiarenia na horizontálnu plochu pri skutočných pomeroch oblačnosti v Bratislave vychádza 66 161,3 gcal/cm², čo znamená, že plošná jednotka v Bratislave dostáva 66 2 kcal tepelnej energie, t. j. 54,6 % z možnej tepelnej energie. Toto veľké množstvo priameho slnečného žiarenia v Bratislave je zapríčinené predovšetkým veľkým slnečným svitom.

V rokoch 1947—1948 vyšiel ročný úhrn priameho slnečného žiarenia 78,2 kcal/cm², t. j. o 12 kcal vyšší ako dlhoročný priemer. To jasne potvrdzuje, že skutočne roky 1947—1948 boli bohaté na slnečné žiarenie.

Aby sme si urobili názornejší prehľad o rozdieloch množstva tepelnej energie medzi rokmi 1947—1948 a tridsaťročným obdobím, uvedieme pre jednotlivé mesiace rozdiely množstva žiarenia v gcal/cm² za jeden deň medzi týmito dvoma obdobiami.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
5,2	—25,6	27,5	88,5	61,4	31,0
VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
30,0	70,2	75,4	28,3	—1,5	1,4 gcal.

Z tohto prehľadu vidíme, že vo všetkých mesiacoch okrem februára a novembra vyšlo pre roky 1947—1948 vyššie žiarenie ako za obdobie 1901—1930. Tu však treba poznamenať, že hodnoty priameho slnečného žiarenia pri priemernej oblačnosti za 30-ročné obdobie boli vypočítané zo slnečného svitu pre Štátne výskumné ústavy poľnohospodárske v Bratislave ($\varphi=48^{\circ} 10'$, $\lambda=17^{\circ} 7'$, $h=206$ m), ktoré ležia na svahu Malých Karpát nad hlavnou stanicou, kde je slnečný svit oproti hodnotám býv. ŠMÚ ($\varphi=48^{\circ} 10'$, $\lambda=17^{\circ} 8'$, $h=160$ m) nižší. Napr. za roky 1947—1948 zaznamenal heliograf na Štátnych výskumných ústavoch poľnohospodárskych ročný priemer 2198,5 hodín slnečného svitu, kým za to isté obdobie na ŠMÚ svietilo slnko v priemere 2248,5 hod. Nie sú to síce veľké rozdiely, ale pre správne posúdenie slnečného žiarenia v Bratislave bolo potrebné na ne poukázať, pretože intenzity žiarenia, ako aj výsledky aktinografických záznamov sa vzťahujú na observatórium býv. ŠMÚ ($h=160$ m).

Tabuľka č. 5 podáva prehľad priameho slnečného žiarenia na horizontálnu plochu pri priemernej oblačnosti z rôznych miest v Európe, v rôznych zemepisných šírkach a nadmorských výškach. Tabuľka ukazuje, že Bratislava má skutočne vyššie priame slnečné žiarenie ako Viedeň a v porovnaní s ostatnými stanicami má ozaj výdatné žiarenie.

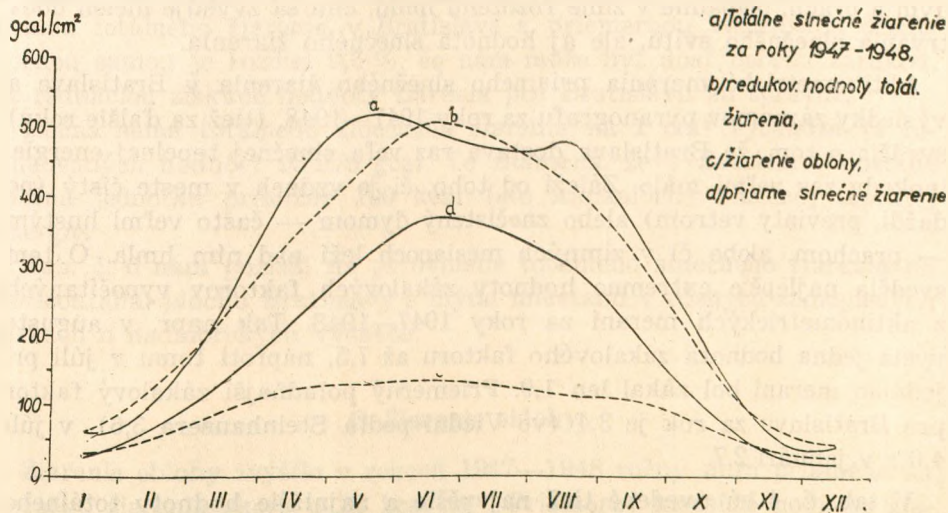
B. Totálne slnečné žiarenie na horizontálnu plochu v Bratislave

Zhodnotenie aktinografických záznamov z Bratislavy za roky 1947—1948 umožnilo získať cenné poznatky o totálnom slnečnom žiarení a nepriamo stalo sa tiež dobrou pomôckou pre určovanie priameho žiarenia a žiarenia oblohy.

Tabuľka č. 4, v ktorej je zachytený tiež ročný chod totálneho žiarenia v Bratislave za roky 1947—1948, potvrdzuje nám znova veľkú závislosť žiarenia od oblačnosti. Ešte lepšie to vidieť na grafe č. 1 (krivka *a*).

Graf aj tabuľka svedčia o tom, že maximum totálneho slnečného žia-

GRAF Č.1. SLNEČNÉ ŽIARENIE V BRATISLAVE
NA HORIZON. PLOCHU



renia nepripadlo na mesiac jún, keď podľa dĺžky dňa a výšky slnka normálne býva, ale vplyvom oblačnosti o mesiac skôr (máj: 521 gcal. cm²). Táto májová maximálna hodnota žiarenia značí z ročného úhrnu žiarenia 15 %, ale decembrové minimum 45 gcal/cm² len 1,3 %. Nepravidelný chod krivky *a* na grafe č. 1 vyplýva z pomerov oblačnosti a sl-

nečného svitu. Z totálneho slnečného žiarenia pripadá totiž najväčšie percento na priame slnečné žiarenie, ktoré je lineárnou funkciou slnečného svitu.

Ročná suma totálneho slnečného žiarenia na horizontálnu plochu vychádza za roky 1947—1948: 105 823,7 gcal/cm². To znamená, že žiarenie oblohy zvýšilo priame slnečné žiarenie o 27,6 kcal/cm², čo je 26 % totálneho žiarenia. Z toho vidíme, aký veľký podiel na žiarení má žiarenie oblohy ($\frac{1}{4}$).

Keď porovnáme ročnú sumu totálneho slnečného žiarenia Bratislavy za to isté obdobie so žiarením vo Viedni, ktorá tu činí 96,8 kcal/cm², vidíme, že Bratislava má slnečné žiarenie vyššie (pozri tab. 6). Viedenský ročný úhrn totálneho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu je o 9 % nižší ako bratislavský.

Viedeň má nižšie hodnoty žiarenia preto, lebo je tu oproti Bratislave nižší slnečný svit a okrem toho ako veľkomesto má viac továrenských objektov, takže znečistenie vzduchu je vo Viedni väčšie ako v Bratislave, ktorá sa vyznačuje dobrou ventiláciou. Časté, dosť silné vetry, ktoré sa vyskytujú v Bratislave, rozoženú skôr nielen oblačnosť, ale odvejú aj dym a prach, prípadne v zime rozoženú hmlu, čím sa zvyšuje nielen doba trvania slnečného svitu, ale aj hodnota slnečného žiarenia.

Aktinometrické merania priameho slnečného žiarenia v Bratislave a výsledky záznamov pyranografu za roky 1947—1948, (tiež za ďalšie roky) svedčia o tom, že Bratislava dostáva raz veľa slnečnej tepelnej energie, inokedy zas veľmi málo. Záleží od toho, či je vzduch v meste čistý (po daždi, previaty vetrom) alebo znečistený dymom — často veľmi hustým — prachom, alebo či v zimných mesiacoch leží nad ním hmla. O tom svedčia najlepšie extrémne hodnoty zákalových faktorov vypočítaných z aktinometrických meraní za roky 1947—1948. Tak napr. v auguste vyšla jedna hodnota zákalového faktoru až 7,5, naproti tomu v júli pri jednom meraní bol zákal len 1,9. Priemerný poludňajší zákalový faktor pre Bratislavu za rok je 3,4 (vo Viedni podľa Steinhausera 3,6), v júli 4,0 a v januári 2,7.

V tab. č. 4 sú uvedené tiež najvyššie a najnižšie hodnoty totálneho slnečného žiarenia v Bratislave za roky 1947—1948. Najvyššiu dennú sumu žiarenia na horizontálnu plochu zaznamenal pyranograf v Bratislave 31. mája 1947 (751,8 gcal). Je to skutočne veľmi vysoký denný úhrn žiarenia. O absolútnom minime ťažko hovoriť, lebo v januári, júli, novembri a decembri vyskytly sa dni, keď pyranograf nezaznamenal ani

stopu po žiarení. Bolo to v dňoch s veľkou, hustou, nízkou oblačnosťou, prípadne hustou hmlou.

Výsledky totálneho slnečného žiarenia v Bratislave za roky 1947—1948 nevystihujú skutočný chod žiarenia v Bratislave cez rok, preto bolo potrebné nájsť spôsob, ako vypočítať na základe hodnôt žiarenia z týchto rokov totálne žiarenie, ktoré by čo najviac vystihovalo ročný chod priemerného množstva dopadajúcej tepelnej energie na vodorovnú plochu v Bratislave. To sa urobilo na základe porovnania žiarenia a slnečného svitu za uvedené roky a pri slnečnom svite aj za dlhšie obdobia medzi Bratislavou a Viedňou. Za základ sme vzali mesačné priemery totálneho slnečného žiarenia vo Viedni za roky 1937—1946 a vykonali sme patričnú redukciu pre Bratislavu.

Takto vypočítané redukované hodnoty totálneho slnečného žiarenia pre Bratislavu (uvedené v tab. č. 4 a znázornené krivkou *b* na grafe č. 1) oveľa lepšie vystihujú priemerné denné sumy totálneho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu v Bratislave (v porovnaní so slnečným svitom za dlhšie obdobia) a staly sa podkladom pre určenie žiarenia oblohy.

Zatiaľ čo za roky 1947—1948 bol celkový úhrn totálneho slnečného žiarenia vo Viedni o 9 % nižší ako v Bratislave, medzi redukovanou sumou totálneho žiarenia v Bratislave a priemernou viedenskou desaťročnou sumou je rozdiel 9,6 %, čo nám môže byť dosť dobrou zárukou, že redukciou získané hodnoty žiarenia pre Bratislavu sú správne.

Ročná suma totálneho slnečného žiarenia na 1 cm² vychádza (z redukovaných hodnôt) 98 970 gcal. To znamená, že v Bratislave dostane plošná jednotka približne 100 kcal (sto kilokalórií) slnečnej tepelnej energie.

Tab. č. 6 nám poslúži na porovnanie totálneho slnečného žiarenia na horizontálnu plochu Bratislavy s inými miestami v rôznych zemepisných šírkach a nadmorských výškach.

C. Žiarenie oblohy

Žiarenie oblohy zvýšilo v rokoch 1947—1948 ročný úhrn priameho slnečného žiarenia skoro o 28 kcal/cm². Priemerné mesačné hodnoty žiarenia oblohy, uvedené v tab. č. 4, sa pre Bratislavu vypočítali z rozdielu redukovaných hodnôt totálneho slnečného žiarenia a priameho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu za 30-ročné obdobie. Kalorické hodnoty žiarenia oblohy hovoria o tom, o koľko môže tento druh žiarenia zvýšiť priame slnečné žiarenie v jednotlivých mesiacoch a roku. Keď uvážime, že

napr. v zime je žiarenie oblohy relatívne veľmi vysoké, ba vo všetkých mesiacoch ešte vyššie ako priemerné množstvo dopadajúcej tepelnej energie priameho slnečného žiarenia, potom mu musíme pripísať skutočne veľký význam. Napríklad v decembri, kedy slnko dosahuje najmenšej výšky, je mesačný priemer žiarenia oblohy o 10 gcal/cm² vyšší ako priemerná hodnota priameho slnečného žiarenia a z hodnoty totálneho slnečného žiarenia predstavuje 60 % (pozri tab. č. 4). V lete je žiarenie oblohy relatívne nižšie ako v zime, ale aj tak je jeho hodnota dosť vysoká (v júni 138 gcal/cm² za 1 deň; 27 % z totálneho žiarenia). Percentá žiarenia oblohy, ktoré vyjadrujú podiel na totálnom žiarení, sú tiež uvedené v tabuľke č. 4.

Aby sme si mohli urobiť názorný prehľad o ročnom chode slnečného žiarenia v Bratislave, uvedieme si percentá množstva slnečnej tepelnej energie dosiaľ popísaných druhov žiarení na ročné obdobia z ich ročných úhrnov:

slnečné žiarenie:	jar:	leto:	jeseň:	zima:
priame:	31,0	47,9	15,9	5,2 %,
totálne:	31,6	44,0	17,5	6,9 %,
difúzne:	32,7	36,0	20,6	10,7 %.

V lete vychádza najväčšie percento pre priame, v zime pre difúzne žiarenie.

Ročný chod totálneho, priameho a difúzneho žiarenia v Bratislave je znázornený na grafe č. 1.

Difúzne žiarenie prichádza k nám za každého počasia a pôsobí ešte dlhšie ako priame slnečné žiarenie, preto bolo žiadúce naň poukázať aj pri žiarení Bratislavy.

D. Priame slnečné žiarenie v Bratislave na steny a svahy rôzne orientované

Pri hodnotení terénu pre účely mikroklimatické, resp. stavebné, je potrebné poznať tiež množstvo tepelnej energie, ktorá dopadá na steny a svahy rôzne orientované.

Pre Bratislavu sme za týmto účelom vyrátali denné priemery priameho slnečného žiarenia na steny a svahy sklonu $\alpha=15^\circ$ a $\alpha=30^\circ$ rôzne orientované (N, S, E, W a NW, SW, NE, SE) a na horizontálnu plochu. Denné sumy žiarenia pre spomenuté steny a svahy sú prehľadne zachytené v tabuľkách č. 7 a 8.

Ak označíme výšku slnka, pre ktorú platí intenzita pri kolmom dopade lúčov (I), písmenom h , azimut A a hodinový uhol τ , potom platí:

$H = I \cdot \cos h$ (horizontálna intenzita),

$Z = I \cdot \sin h = I \cdot (\sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau)$, (t. j. vertikálna intenzita) — ožiarenie vodorovnej plochy,

$X = I \cdot \cos h \cdot \cos A = I \cdot (-\sin \delta \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau)$ — južná složka,

$Y = I \cdot \cos h \cdot \sin A = I \cdot \sin \tau \cos \delta$. — západná složka.

Z týchto komponentov možno vyrátať ožiarenie akejkoľvek roviny. Napríklad ožiarenie južnej steny = X , ožiarenie západnej steny = Y , ožiarenie severnej steny = $-X$, ožiarenie juhovýchodnej steny = $(X - Y) \cdot \cos 45^\circ$, ožiarenie severovýchodnej steny = $(-X - Y) \cdot \cos 45^\circ$.

Vo vzorcoch pre výpočet intenzity ožiarenia svahov prichádza do úvahy aj vertikálna složka (Z) a uhol sklonu α . Príklady:

Ožiarenie južného svahu sklonu $\alpha = 30^\circ$:

$X \cdot \sin 30^\circ + Z \cdot \cos 30^\circ$, alebo:

severovýchodný svah sklonu $\alpha = 15^\circ$:

$(-X - Y) \cdot \cos 45^\circ \cdot \sin 15^\circ + Z \cdot \cos 15^\circ$.

Podľa tabuľky č. 7 dostáva južná stena najviac tepelnej energie vo februári (387 gcal/cm^2), podružné maximum vidíme v októbri (369 gcal/cm^2) a najnižší denný úhrn žiarenia vidíme v júni (180 gcal/cm^2). Podobne máme maximum žiarenia v marci (podružné v septembri) u stien juhozápadných a juhovýchodných. Zvyšujúce steny a všetky svahy spomenutých sklonov dostávajú v ročnom chode najviac tepelnej energie vždy v júni. Minimum žiarenia na všetky steny (okrem južnej) a svahy je v decembri. Príčina, prečo pri južnej stene vychádza maximum žiarenia vo februári a minimum v júni väzí v tom, že v zimných mesiacoch žiarivá sila slnečných lúčov je pri tej istej výške slnka väčšia ako v letných (keď je žiarenie silne pohlcované veľkým množstvom vodných pár v ovzduší) a okrem toho v zime dopadajú na južnú stenu slnečné lúče pre malú výšku slnka nad obzorom oveľa kolmejšie ako v lete. Čím kolmejšie dopadá slnečný lúč na plošnú jednotku, tým sa tejto ploche dostáva viac slnečnej tepelnej energie. Podobne si môžeme vysvetliť tiež maximum žiarenia v marci s podružným maximom v septembri na juhozápadné a juhovýchodné steny.

Keď pozorne sledujeme ročné úhrny žiarenia v tab. č. 7, vidíme, že steny a svahy dostávajú tým väčšie množstvo slnečnej tepelnej energie, čím sú viac orientované na juh, a tým menšie, čím sú viac obrátené na

sever. Najmenej slnečného žiarenia dostávajú steny a svahy orientované priamo na sever, preto sú domy s oknami na sever so stránky zdravotnej najmenej vyhovujúce a svahy severných smerov málo priaznivé pre zdatný vývoj vegetácie.

Pre lepšiu predstavu insolácie v Bratislave uvedieme jednotlivé steny a svahy s hľadiska bioklimatického od priaznivejších k menej priaznivým:

1. južná stena (110 kcal/cm²),
2. SW a SE steny (97 kcal),
3. východná a západná stena (62 kcal),
4. NW a NE steny (22 kcal),
5. severná stena (4 kcal).

Z tohto poradia jasne vidno, že skutočne, čím je stena viac obrátená na juh, tým je viac vystavená žiarivej sile slnečných lúčov a dostáva viac tepelnej energie a čím viac na sever, tým je menej ožiarovaná.

U svahov sklonu 30° bolo by poradie takéto:

1. južný svah (158 kcal/cm²),
2. SW a SE svah (144 kcal),
3. svahy E a W (111 kcal),
4. svahy NW a NE (75 kcal)
5. severný svah (60 kcal).

Aj tu treba zdôrazniť, že svahy toho istého sklonu dostávajú tým viac slnečného žiarenia, čím sú viac obrátené k juhu a tým menej, čím je ich expozícia viac na sever.

Poradie pre svahy sklonu 15°:

1. južný svah (144 kcal/cm²),
2. svahy SW a SE (137 kcal),
3. svahy východné a západné (118 kcal),
4. svahy NW a NE (98 kcal),
5. svah severný (90 kcal).

Nakoniec treba ešte poznamenať, že na severnú stenu nedopadá žiadna energia priamo zo slnka za celých šesť mesiacov a v septembri len tak málo, že nemôže prísť vôbec do úvahy. Pri severnom svahu sklonu 30° je to podobne za štyri mesiace (november až február), avšak svah sklonu 15° je už ožiarovaný po celý rok.

Ak chceme správne posúdiť slnečné žiarenie v Bratislave, musíme si uvedomiť, že jednotlivé miesta zastavanej plochy mesta ležia v dosť rozdielnych nadmorských výškach. Priemerná nadmorská výška zastavanej časti Bratislavy je približne 145 m n. m., kým najvyšší bod na vrchu

Kamzík leží vo výške 439 m n. m. To je okolnosť, na ktorú sa nesmie zabudnúť pri celkovom hodnotení žiarenia, ktorého s nadmorskou výškou pribúda.

Z toho vyplýva, že aj denné sumy žiarenia v Bratislave, ktoré sú uvedené v tabuľkách, pri správnom hodnotení žiarenia mali by sa primerane zvýšiť v prípade, keď ide o väčšiu nadmorskú výšku ako 160 m (zastavané plochy Malých Karpát); vyplýva to tiež z toho, že v uvedenej nadmorskej výške ležiaca väčšia časť mesta má často nižšie žiarenie tiež pre väčšie znečistenie vzduchu (dym, prach), kým napr. na Machnáči, Kolíbe, Kamzíku, Krásnej hôrke a iných vyššie položených miestach je vzduch čistejší, teda prajnejší pre žiarenie.

Priame slnečné žiarenie na steny a svahy rôzne orientované pri priemernej oblačnosti za 30-ročné obdobie

Tabuľka č. 8 a graf č. 2 podávajú prehľad priameho slnečného žiarenia na steny a svahy rôzne orientované pri priemernej oblačnosti za 30-ročné obdobie.

Graf aj tabuľka potvrdzujú znova to, čo sme si už povedali o ožiarovaní stien a svahov pri jasnej oblohe, totiž že expozícia stien a svahov smerom na juh je pre žiarenie výhodnejšia ako smerom na sever.

Okrem toho treba ešte vyzdvihnúť, že steny a svahy obrátené na západ dostávajú v dôsledku prajnejších pomerov slnečného svitu v popoludňajších hodinách viac tepelnej slnečnej energie ako steny a svahy východných smerov.

a) Slnečné žiarenie na steny.

1. Južná stena.

Pri ožiarení južnej steny pri priemernej oblačnosti maximum žiarenia v roku je v septembri (204 gcal/cm^2) a nie v októbri ako za jasných dní. Februárové maximum je posunuté na marec, pretože február je hodne oblačný. Aj najnižšia hodnota ožiarenia tejto steny je pri priemernej oblačnosti v dôsledku veľkej oblačnosti v zimných mesiacoch v decembri (63 gcal/cm^2) a nie v júni ako za jasných dní. Z ročnej sumy žiarenia ($49,2 \text{ kcal/cm}^2$) pripadá na december v ročnom priebehu 4 %, na jún 7,3 % a na september (maximum) 12,4 % žiarenia.

Maximálna hodinová hodnota žiarenia je v septembri medzi 11. a 12. hod. ($32,3 \text{ gcal/cm}^2$).

Denný chod kalorických hodnôt priameho slnečného žiarenia na južnú stenu je zachytený v tab. č. 9. Južná stena je ožiarovaná od apríla do

augusta kratšiu dobu ako horizontálna plocha. To je zapríčinené tým, že od 21. marca do 23. septembra je azimut východu a západu slnka v Bratislave posunutý na sever, a to tým viac, čím je deň dlhší. 21. júna vychádza slnko v Bratislave o 37° severnejšie ako 21. marca. Takto je južná stena ožiarovaná v lete cez deň hodne kratšiu dobu ako napr. horizontálna plocha.

2. Juhovýchodná stena.

Pri ožiarení juhovýchodnej steny pri priemernej oblačnosti maximum slnečného žiarenia v roku neprichádza ani na jarné dni, ani na jesenné mesiace ako pri žiarení za jasných dní, ale vplyvom prajných pomerov slnečného svitu na mesiac august (171 gcal/cm^2), čo je v ročnom chode z celkovej sumy žiarenia ($43,1 \text{ kcal/cm}^2$) $12,3 \%$, kým decembrové minimum predstavuje v ročnej bilancii ožiarovania tejto steny $3,1 \%$.

Z pootočenia steny smerom k E vyplýva, že pri východe slnka je táto stena ožiarovaná oveľa skôr (hneď po východe) ako južná stena, ale zrejme posledné lúče dopadnú na túto stenu — najmä v letných mesiacoch — oveľa skôr (od mája do augusta ešte pred 14. hod.). Najdlhšie je ožiarovaná v decembri (do 15. hod. 20 min.).

Maximálna hodinová hodnota ožiarovania tejto steny je v auguste a v septembri medzi 9. a 10. hod. ($32,5 \text{ gcal/cm}^2$).

SE-stena oproti juhozápadnej stene má tú výhodu, že je ožiarovaná predpoludním viac ako popoludní, keď bývajú v lete v Bratislave často veľké horúčavy, takže v domoch s priečelím juhozápadným sa v lete horšie býva ako v bytoch s oknami na SE.

3. Juhozápadná stena.

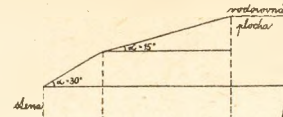
Maximum žiarenia tejto steny je podobne ako u SE steny v auguste (170 gcal/cm^2 za deň), čo je z ročnej sumy žiarenia ($44,8 \text{ kcal/cm}^2$) $11,7 \%$ a minimum, ktoré je v decembri ($46,5 \text{ gcal/cm}^2$), znamená v ročnom chode žiarenia $3,2 \%$. V zime je táto stena ožiarovaná približne medzi 9. a 17. hod., v lete medzi 10. a 19. hod. Po 19. hod. v mesiacoch máj—august je ožiarovanie tejto steny už len veľmi nepatrné.

Maximálna hodinová hodnota žiarenia pripadá na september medzi 14. a 15. hod. ($33,9 \text{ gcal}$).

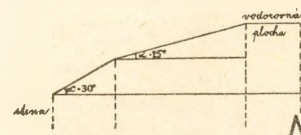
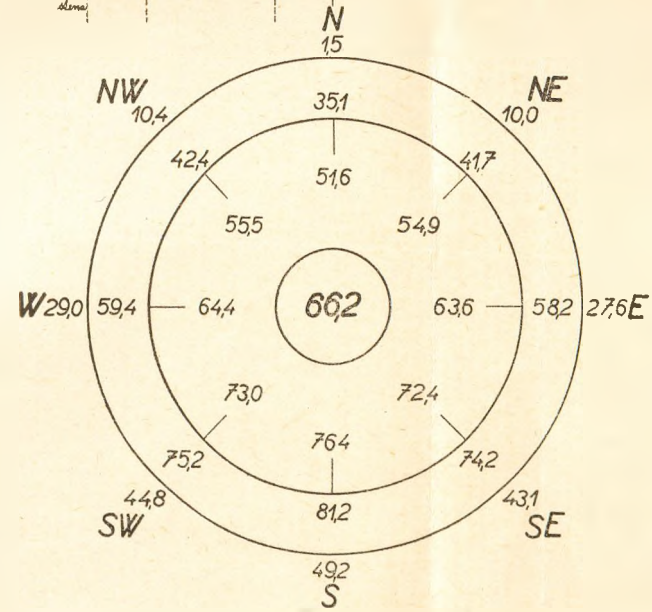
4. Západná stena.

Každý cm^2 západnej steny dostáva ročne 29 kcal tepelnej slnečnej energie. Najviac je ožiarovaná v júni 148 gcal/cm^2 ($15,3 \%$ z ročnej sumy)

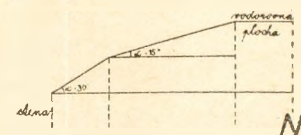
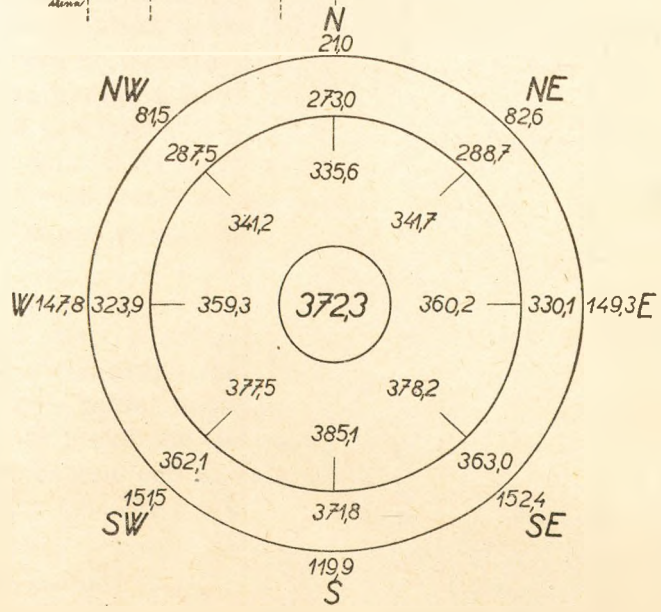
PRIAME SLNECNE ZIARENIE V BRATISLAVE /1901-1930/



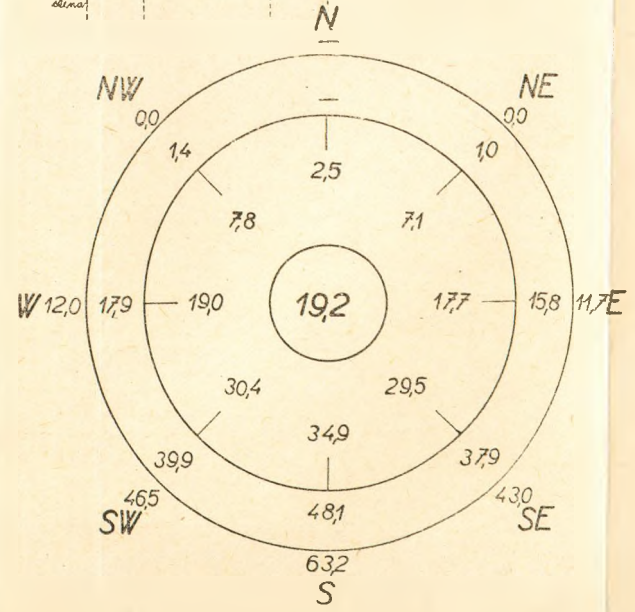
Ročné sumy žiarenia v kcal/cm² na steny a svahy rôzne orientované a na vodorovnú plochu.



Denné sumy žiarenia v kcal/cm² v júni.



Denné sumy žiarenia v kcal/cm² v decembri.



a najmenej v decembri (len 1,3 %). Prvý slnečný lúč môže na ňu dopadnúť až na pravé poludnie, preto predpoludním nie je vôbec ožiarená. Najintenzívnejšie je ožiarovaná medzi 14.—16. hod. s najvyššou hodnotou v júni 30,4 gcal/cm² medzi 15. a 16. hod.

5. *Východná stena.*

Východná stena dostáva ročne v priemere o niečo menej slnečného žiarenia ako západná (27,6 kcal/cm²). Môže byť ožiarená len predpoludním, najintenzívnejšie medzi 8.—10. hod. Júnové maximum (149 gcal/cm²) značí v ročnom chode 16,2 %.

Východné priečelia domov sú v Bratislave oproti západným pre bývanie pri veľkých letných horúčavách vo výhode.

6. *Steny NE a NW.*

Ožiarenie severovýchodnej steny je v zime veľmi nepatrné, napr. v januári iba 0,1 gcal/cm² za deň a v decembri ešte menej. V máji a v ostatných letných mesiacoch začnú dopadať na túto stenu slnečné lúče pri východe slnka, ale po 10 hod. žiarenie na túto stenu už prestáva. V novembri, decembri a januári je slabo ožiarovaná len medzi 8. a 9. hod. Maximálna hodinová hodnota žiarenia je u tejto steny medzi 7. a 8. hod. v júni (21,4 gcal/cm²). V tomto mesiaci je aj priemerné denné maximum 82,6 gcal/cm², ktoré v ročnom chode predstavuje až 24,9 %, t. j. štvrtinu slnečného žiarenia v roku.

Severozápadná stena je ožiarovaná v letných mesiacoch až popoludní medzi 13. a 14. hod. a slnečné lúče na ňu dopadajú až do západu slnka. Od novembra do januára môže na ňu svietiť slnko len medzi 15. a 16. hod. Maximálna hodinová hodnota žiarenia je medzi 16. a 17. hod. v mesiaci júni (20,9 gcal/cm²).

Byty s oknami na severovýchod a severozápad dostávajú aj v lete pomerne málo slnečnej tepelnej energie. V zimných mesiacoch sú chladné a prichádza pre ne do úvahy takmer len žiarenie oblohy.

7. *Severná stena.*

Severná stena je so stránky možnosti ožiarenia na tom najhoršie, čo vidieť aj z celkovej ročnej sumy žiarenia (1,5 kcal/cm²). V mesiacoch september — marec nedostane severná stena ani 1 gcal tepelnej energie a aj júnové maximum, predstavujúce v ročnom chode 42,5%, je naozaj malé (iba 21 gcal/cm² za deň). Denný a ročný chod ožiarenia tejto steny je zrejмый z tabuľky č. 10.

b) Ožiarovanie svahov sklonu 30°:

1. Južný svah.

Južný svah sklonu 30° dostáva v Bratislave i pri priemernej oblačnosti zo všetkých svahov, ktoré tu popíšeme, najviac slnečnej energie.

Denný a ročný chod slnečného žiarenia na tento svah je zachytený v tabuľke č. 11.

2. Juhovýchodný svah.

Juhovýchodný svah sklonu 30° je po južnom a juhozápadnom svahu toho istého sklonu najviac ožiarovaný (74,2 kcal/cm² ročne). Maximum žiarenia je u tohto svahu v júni (363 gcal/cm²; 14,7 % z ročnej sumy) a minimum v decembri (1,6 %).

Zrána je tento svah ožiarený hneď po východe slnka, ale večer je západ slnka pre tento svah skôr (v zime po 15. hodine, v máji — júli po 17. hod.).

Najväčšia hodinová hodnota žiarenia je v júni medzi 10. a 11. hod. (49,6 gcal/cm²).

3. Juhozápadný svah.

Pri juhozápadnom svahu sklonu 30° je maximum žiarenia v júni (362 gcal/cm²) a minimum v decembri (40 gcal/cm²) podobne ako u juhovýchodného svahu.

Najvyššia hodinová hodnota žiarenia je v júni (50 gcal/cm²) medzi 13. a 14. hod. Popoludní môže byť tento svah ožiarovaný až do západu slnka, ale pri východe začína žiarenie neskoršie, napr. v lete tesne pred 7. hodinou.

4. Západný svah.

Na západný svah dopadá ročne 59,4 kcal/cm² tepelnej energie. Najviac žiarenia je u tohto svahu — podobne ako pri ostatných — tiež v júni (329 gcal/cm²), čo je z ročnej sumy 16,6 %, a najmenej v decembri (18 gcal/cm²; 0,9 %). Večer je tento svah ožiarený až do západu slnka, ale predpoludním začína žiarenie najmä v zime veľmi neskoro (v decembri až po 10. hodine, v letných mesiacoch a máji medzi 7.—8. hod.).

Aj najvyššia hodinová hodnota žiarenia je posunutá, takže vo všetkých mesiacoch je najintenzívnejšie ožiarovanie tohto svahu medzi 13. a 14. hod. (v júni 46 gcal/cm²).

5. Východný svah.

Východný svah dostáva ročne 58,2 kcal/cm² tepelnej slnečnej energie, teda trochu menej ako západný. Ináč ožiarenie tohto svahu je podobné ako u západného. Rozdiel je v tom, že východný svah sklonu 30° je ožiarovaný hneď zrána a popoludní prestáva žiarenie o toľko skôr, o čo neskoršie začína pri západnom svahu.

Maximálne hodinové hodnoty žiarenia sú u tohto svahu predpoludním medzi 10. a 11. hod.

6. NE a NW svahy.

Svahy severovýchodné a severozápadné sklonu 30° ležia v bilancii žiarenia medzi svahmi N, W a E.

Svah NE má maximum žiarenia v júni (288,7 gcal/cm²; 20,8 % z ročnej sumy) a minimum v decembri (1,0 gcal/cm²; iba 0,1 % z ročného úhrnu žiarenia). Podobne je to aj u svahu NW, ktorý dostáva ročne trochu viac tepelnej energie ako svah NE.

Svah severovýchodný je najintenzívnejšie ožiarovaný v júni medzi 9. a 10. hod. (37 gcal/cm²) a svah severozápadný tiež v tom istom mesiaci medzi 13. a 14. hod. (37 gcal/cm²).

Doba ožiarenia týchto svahov v jednotlivých mesiacoch je značne rozdielna, napr. svah NW je ožiarovaný v januári a v decembri až popoludní od 12.—13. hod. do 16.—17. hod., kým v júni začína žiarenie už pred 6. hod. ráno a trvá ešte medzi 19.—20. hod. U svahu NE je to opačne, t. j. popoludní končí žiarenie v júni po 18 hod. a začína hneď po východe slnka.

7. Severný svah.

Severný svah sklonu 30° dostáva zo všetkých spomenutých svahov najmenej tepelného slnečného žiarenia (35 kcal/cm² ročne). Z tabuľky č. 12 vidíme, že v mesiacoch november — február nie je vôbec ožiarovaný, pretože slnečné lúče pre malú výšku slnka vôbec naň nemôžu dopadnúť.

c) Svahy sklonu 15°:

1. Južný svah.

Južný svah sklonu 15° dostáva menej tepelnej energie ako južný svah sklonu 30° (76 kcal/cm²), pretože slnečné lúče dopadajú na tento svah šikmejšie. Denný a ročný chod slnečného žiarenia na tento svah podáva tabuľka č. 13.

2. Svahy SE a SW.

Aj pri svahoch SE a SW sklonu 15° je žiarenie najvýdatnejšie v júni a minimum pripadá na december. Najvyšší denný úhrn žiarenia u juhovýchodného svahu je 378 gcal/cm^2 (15,7 % z ročnej sumy) a minimum $29,5 \text{ gcal/cm}^2$ (1,3 %); maximum žiarenia juhozápadného svahu je $377,5 \text{ gcal/cm}^2$ (15,5 % z ročnej sumy) a minimum $30,4 \text{ gcal/cm}^2$ (1,3 %).

Najintenzívnejšie ožiarovanie juhovýchodného svahu je medzi 11. a 12. hod. ($48,6 \text{ gcal/cm}^2$) a najvyššia kalorická hodinová hodnota pre juhozápadný svah je medzi 13.—14. hod. ($48,2 \text{ gcal/cm}^2$). V oboch prípadoch je to v júni.

Juhozápadný svah dostáva za rok viac slnečnej tepelnej energie ako svah juhovýchodný. V porovnaní svahov tej istej orientácie sklonu 30° sú svahy sklonu 15° chudobnejšie na žiarenie (podobne ako pri južných svahoch).

Doba ožiarovania juhozápadného a juhovýchodného svahu sklonu 15° je dlhšia ako pri tých istých svahoch sklonu 30° .

3. Západný a východný svah.

Na západný svah sklonu 15° dopadá najväčšie množstvo slnečnej tepelnej energie v júni (359 gcal/cm^2), čo značí z ročnej sumy žiarenia 16,8 % (podobne u východného svahu 360 gcal/cm^2 ; 17,0 %) a najmenej v decembri $19,0 \text{ gcal/cm}^2$, čo je z ročného úhrnu len 0,9 % (u východného svahu $17,7 \text{ gcal/cm}^2$; 0,9 %).

Najvyššia hodinová suma žiarenia pre západný svah je v júni medzi 13. a 14. hod. ($46,2 \text{ gcal/cm}^2$) a pre východný svah medzi 10. a 11. hod. ($45,8 \text{ gcal/cm}^2$). Na západnom svahu máme v decembri žiarenie už medzi 9. a 10. hod., ktoré trvá až do západu slnka, kým na tom istom svahu sklonu 30° začína žiarenie približne o 1 hodinu neskoršie. V júni je západný svah sklonu 15° ožiarovaný už medzi 5. a 6. hod., zatiaľ čo na svah sklonu 30° začnú dopadať slnečné lúče až medzi 7. a 8. hod. Z toho vidíme, že svahy sklonu 15° sú dlhšiu dobu ožiarované, čo sa prejavuje aj v tom, že je tu aj vyšší ročný úhrn žiarenia ako pri svahoch sklonu 30° . Poznávame, že toto platí nielen pre svahy východné a západné sklonu 15° , ale aj pre svahy toho istého sklonu orientované na NW, NE a N, a to tým viac, čím je svah viac pootočený k severu.

U východného svahu sklonu 15° je doba ožiarovania predpoludním a popoludní opačného charakteru ako pri západnom svahu.

4. Svahy NE a NW.

Svahy NE a NW sklonu 15° dostávajú najväčšie množstvo tepelnej energie tiež v mesiaci júni a najmenej v decembri. Avšak aj tu treba vyzdvihnúť, že severozápadný svah dostáva ročne viac žiarenia ako svah severovýchodný.

Maximum žiarenia na svahu NE je 342 gcal/cm^2 , čo je v ročnom chode $18,7 \%$ a najnižšia hodnota v decembri $7,1 \text{ gcal/cm}^2$ (znamená z ročnej sumy len $0,4 \%$ žiarenia); pre NW je maximum 341 gcal/cm^2 ($18,5 \%$) a decembrové minimum $7,8 \text{ gcal/cm}^2$ ($0,4 \%$).

Najintenzívnejšie ožiarovanie severovýchodného svahu je medzi 10. a 11. hod. a 11. a 12. hod. v júni ($41,1 \text{ gcal/cm}^2$) a pre svah severozápadný medzi 13. a 14. hod. ($41,5 \text{ gcal/cm}^2$).

Doba ožiarovania je pre tieto svahy v jednotlivých mesiacoch značne rozdielna, ale omnoho dlhšia ako u svahov sklonu 30° (aj výdatnejšie žiarenie), napr. u svahu SE trvá ožiarovanie v decembri približne od 8. do 14. hod., v júni od 5. do 19. hod. a v marci od 7. do 16. hod.

5. Severný svah.

Kým severný svah sklonu 30° v zimnom období za celé štyri mesiace nemá priame slnečné žiarenie, severný svah sklonu 15° má nepomerne lepšie podmienky. Najlepšie to môžeme pozorovať, keď porovnáme tabuľky č. 12. a 14. V tabuľke č. 14 je zachytený ročný aj denný chod slnečného žiarenia na svah sklonu 15° a pekne vidieť aj dobu trvania ožiarovania tohto svahu.

Názornejší prehľad insolácie Bratislavy podáva graf č. 2, ktorý okrem ročných súm žiarenia v kcal/cm^2 na steny a svahy sklonov 15° a 30° rôzne orientované podáva prehľad žiarenia tiež pre mesiac jún (s najvyšším stavom slnka) a december (s najnižším stavom slnka). K tomuto grafu podávame ešte menšie vysvetlenie:

- hodnoty na okraji najväčšej kružnice platia pre steny,
- ďalšie hodnoty v prvom medzikruží pre svahy sklonu 30° ,
- hodnoty v najväčšom medzikruží pre svahy sklonu 15° ,
- uprostred najmenších kružníc sú hodnoty žiarenia na horizontálnu plochu.

Z tohto grafu pre praktickú potrebu možno veľmi ľahko približne určiť hodnotu žiarenia na akúkoľvek stenu alebo svahy rôznych sklonov (od 0° — 30°).

III. OHODNOTENIE A VÝZNAM SLNEČNÉHO ŽIARENIA V BRATISLAVE

Význam slnečného žiarenia je mnohonásobný a spočíva obzvlášť v tom, že slnečná energia, či už prichádza na našu zem ako svetlo alebo teplo, je základným prameňom všetkého života na zemi. Slnečné lúče sú nositeľmi tej energie, ktorá na našej zemi umožňuje a podmieňuje všetok organický život, pretože svojím svetelným a tepelným účinkom spôsobujú mnoho fyzikálnych, chemických a biologických premien v prírode. Z toho dôvodu je preto skutočne veľmi dôležité vedieť, koľko dostáva plošná jednotka niektorého miesta na zemi z tejto život udržiavajúcej slnečnej energie v priebehu dňa a roka.

V predchádzajúcich kapitolách sme poznali, že Bratislava má vplyvom hojnosti slnečného svitu pomerne veľmi dobré podmienky pre žiarenie (okolie Bratislavy pre čistejší vzduch ešte lepšie). Aj tá časť mesta, ktorá leží prevažne na rovine, dostáva pekné množstvo tepelnej slnečnej energie — každý cm^2 v priemere 66,2 kcal priameho slnečného žiarenia 32,8 kcal difúzneho žiarenia ročne.

Keďže svetlo a teplo sú najzákladnejšie klimatické faktory pre zdravý vývoj vegetácie, má intenzita slnečného žiarenia veľký význam aj v poľnohospodárstve. Agronomovi, ako aj každému poľnohospodárovi a vinohradníkovi nemôže byť táto otázka ľahostajná. Zaiste aj v tomto ohľade môže tu uverejnený tabelárny a grafický prehľad bilancie žiarenia v Bratislave dobre poslúžiť v praxi.

Na porovnanie s inými miestami uvedieme ešte priemerné denné sumy žiarenia na horizontálnu plochu pri priemernej oblačnosti za hlavné vegetačné obdobie pre niektoré ďalšie miesta (pozri štúdiu Joh. Schuber-Eberswaldeho *Die Sonnenstrahlung im mittleren Norddeutschland nach den Messungen in Potsdam*, Met. Z., 1928, sošit 1.) podľa výsledkov z rôznych časových období: Agra 341, Davos 330, Arosa 314, Bratislava 314, Kolberg 296, St. Blasien 275, Karlsruhe 266, Potsdam 257, Taunus 244 gcal/cm^2 . Tieto údaje jasne svedčia o výdatnosti slnečného žiarenia v Bratislave.

Tak v ríši rastlinnej, ako aj pre živočíšstvo a najmä pre človeka má slnečné žiarenie veľký význam.

Veľa pravdy je v našom ľudovom prísloví: „Kde nechodí slnko, ta chodí lekár.“ A tu sa nám hneď vynára veľmi dôležitá otázka správnej, so zdravotnej stránky čo najviac vyhovujúcej výstavby našich miest a dedín. Je to jedna z najzávažnejších otázok hygienického a sociálneho

významu, na ktorú v našom plánovanom hospodárstve nezabúdame, pretože dôkladná sociálna starostlivosť v bytovej otázke je základným pilierom zdravia, vzdelania a spokojného života pracujúceho človeka.

Z poznatkov o ožiarovaní rôzne orientovaných stien a svahov v Bratislave vidíme, že budovy majú sa podľa možnosti stavať tak, aby obytné miestnosti, kancelárie, učebne v školách, nemocnice, rekreačné strediská a iné inštitúcie a pracovné prostredia dostávaly čo najviac slnečného žiarenia.

Tabuľky zachycujúce v prehľade denný a ročný chod žiarenia v Bratislave, ako aj grafy č. 1 a č. 2 môžu byť dobrou pomôckou pre praktickú potrebu nielen v otázkach poľnohospodárskych, ale tiež pri výstavbe mesta, pretože na základe mapy, prípadne priamo v praxi v teréne môžeme veľmi jednoducho použitím tabuliek a grafov zistiť pre ktoréhoľvek miesto v Bratislave a v jej okolí výdatnosť žiarenia v hociktorom mesiaci.

Nakoniec poznamenávame, že to, čo sme si povedali o žiarení na steny a svahy rôzne orientované, ako aj na horizontálnu plochu, môže v podstate platiť (pre malý rozdiel v zemepisnej šírke) aj pre iné miesta na Slovensku. Pravda, mohli by sme sa ľahko zmýliť v takom prípade, ak by terén, nadmorská výška miesta, zakalenie vzduchu a hlavne oblačnosť a doba trvania slnečného svitu boli značne odlišné od týchto klimatických faktorov v Bratislave.

LITERATÚRA

1. Dr. V. Conrad, *Die strahlungsklimatischen Elemente* (Handbuch der Klimatologie I, časť B).
2. Dr. C. Dorn, *Physik der Sonnen- und Himmelstrahlung*.
3. Dr. F. W. Paul Götz, *Das Strahlungsklima von Arosa*, Berlin 1926.
4. Hann—Süßing, *Lehrbuch der Meteorologie I*.
5. B. Hrudíčka, *Úvod do technické meteorologie*, Brno 1935.
6. Jahrbücher der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien 1947, 1948.
7. K. Kacvinská, *Slnečné žiarenie na vodorovnú plochu na Skalnatom plese, v Bratislave a Hurbanove* (disertačná práca podaná dňa 20. X. 1950 na Prírodovedeckej fakulte Slovenskej univerzity v Bratislave).
8. Ing. V. Krch, *Oslunění budov a vnitřku*, Praha 1952.
9. F. Lauscher, *Ueber den Trübungsfaktor* (M. Z., sv. 47, 1930).
10. F. Lauscher, *Die Wiener Sonnenstrahlungsmessungen 1930 bis 1932* (Jahrbuch der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, 1939).
11. F. Lauscher, *Zur Berechnung des Trübungsfaktors* (M. Z., sv. 48, 1931, 212).
12. F. Linke, *Meteorologisches Taschenbuch IV* (tabuľky).
13. W. Marten, *Normalwerte der Sonnenstrahlung in Potsdam* (M. Z. sv. 37, 1920, 252).
14. Doc. Dr. J. Nusberger, *Viditelné záření*, Praha 1946.
15. Dr. Š. Petrovič, *Obláčnosť a slnečný svit v Bratislave* (Publikácie St. hydrologického a meteorologického ústavu v Bratislave).

16. F. Sauberer, *Ergebnisse der Strahlungsregistrierungen mit dem Robitsch-Aktinographen bis 1947 in Oesterreich* (Jahrbuch der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. 1947).
17. J. Schubert-Eberswalde, *Die Sonnenstrahlung im mittleren Norddeutschland nach Messungen in Potsdam* (M. Z., sv. 45, 1928, 1).
18. F. Steinhauser, *Die Zunahme der Intensität der direkten Sonnenstrahlung mit der Höhe im Alpengebiet und der Verteilung der „Trübung“ in den unteren Luftschichten* (M—Z. sv. 56, 1939, 172).
19. Prof. Dr. Fr. Vitásek, *Fysický zeměpis I.*, Praha 1948.

РЕЗЮМЕ

Во введении говорится в общих чертах о солнечной радиации и ее значении, ссылаясь на условия солнечной радиации в Братиславе ($\varphi = 48^{\circ}10'$ с. м. $\lambda = 17^{\circ}08'$ в. д. и $H = 160$ м.). В отделе о прямой солнечной радиации дается описание способа вычисления интенсивностей солнечной радиации для Братиславы в условиях перпендикулярного падения лучей. Основные интенсивности солнечной радиации были определены по данным радиации для Потсдама, по суточному ходу увеличения интенсивностей солнечной радиации для $\varphi = 47^{\circ}$, по актинометрическим измерениям в Братиславе в 1947—1948 гг. и по сравнению с интенсивностями радиации в Вене (фактор помутнения).

В дальнейших разделах говорится о солнечной радиации на горизонтальную площадь в ясные дни и при средней облачности в 1947—1948 гг. и за период 1901—1930 (таблицы 2—4 и диаграмма 1).

Значения суммарной солнечной радиации, на основании которых была вычислена рассеянная радиация для Братиславы, определена обработкой, основанной на сравнении суммарной радиации Братиславы и Вены за 1947—48 г. (по записям актинографа «Робич») и годового хода суммарной солнечной радиации в Вене за 1937—1946 гг. Сравнением суммарной радиации Братиславы и Вены было установлено, что у Братиславы, ввиду более продолжительного солнечного сияния, радиация приблизительно на 10% большая, чем в Вене.

Облучение различно ориентированных склонов и стен дается в таблицах 7—14 и на диаграмме 2. Таблицы 5, 6 служат для сравнения солнечной радиации в Братиславе с иными станциями в разных широтах и высотах над уровнем моря.

Общий обзор радиационных условий в Братиславе дается в последнем разделе, из которого следует, что в Братиславе ввиду относительно небольшой облачности — особенно в летнее время — и значительного количества часов с солнечным сиянием в сравнении с остальными местами в Европе получается весьма большое значение солнечной радиации.

Объяснение таблиц:

1. Полученная интенсивность прямой солнечной радиации, высота солнца и длина дня (в часах) для Братиславы.
2. Прямая солнечная радиация в Братиславе, на горизонтальную поверхность при ясном небе (б. кал/см²).
3. Дневной ход прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность в б. кал/см² при умеренной облачности в Братиславе (1901—1930).

4. Дневные суммы солнечной радиации на горизонтальную поверхность (в б кал/см²) при умеренной облачности в Братиславе.

5. Средние дневные суммы прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность при умеренной облачности (в б. кал/см²) в различных географических широтах и на различных высотах над уровнем моря.

5. Средние дневные суммы общей солнечной радиации на горизонтальную площадь (в б. кал/см²) в различных географических широтах и на различных высотах над уровнем моря.

7. Дневные суммы прямой солнечной радиации в Братиславе (в б. кал/см²) в ясные дни: а) на стене; б) на склоне в 30°; в) на склоне в 15°.

8. Дневные суммы прямой солнечной радиации (в б. кал/см²) при умеренной облачности: а) на стене; б) на склоне в 30°; в) на склоне в 15°; г) на горизонтальной поверхности.

9. Дневной ход прямой солнечной радиации на стене обращенной к югу (в б. кал/см²) при умеренной облачности в Братиславе (1901—1930).

10. Радиация на стене обращенной к северу, при умеренной облачности, в Братиславе (1901—1930).

11. Дневной ход солнечной радиации на южном склоне крутизной в 30° (в б. кал/см²) при умеренной облачности (1901—1930).

12. Радиация на северном склоне в 30° при умеренной облачности за период 1901—1930 (в б. кал/см²) в Братиславе.

13. Дневной ход прямой солнечной радиации на южном склоне в 15° (в б кал/см²) при умеренной облачности в Братиславе (1901—1930).

14. Радиация на северном склоне в 15°, при умеренной облачности (в б кал/см²) за период 1901—1930 в Братиславе.

График 1. Солнечная радиация в Братиславе, на горизонтальной поверхности.

График 2. Прямая солнечная радиация в Братиславе (1901—1930).

ZUSAMMENFASSUNG

In der Einleitung wird die Sonnenstrahlung im allgemeinen und ihre Bedeutung mit Hinsicht auf die Sonnenstrahlungsverhältnisse in Bratislava ($\varphi = 48^{\circ} 10' N$, $\lambda = 17^{\circ} 08' E$, $H = 160 m$ Seehöhe) behandelt.

Im Kapitel über die direkte Sonnenstrahlung wird die Art der Berechnung der Intensitäten der Sonnenstrahlung bei senkrechtem Einfall der Strahlen für Bratislava beschrieben. Diese wurden aus den Werten der Strahlung für Potsdam, aus dem Tagesgange der Intensitätszunahme der Sonnenstrahlung für $\varphi = 47^{\circ} N$, aus den Aktinometermessungen in Bratislava in den Jahren 1947—1948 und durch Vergleich mit den Strahlungsintensitäten für Wien bestimmt.

Die weiteren Kapitel behandeln die Sonnenstrahlung auf die Horizontalebene bei wolkenlosem Himmel und bei durchschnittlicher Bewölkung in den Jahren 1947—1948 und im Zeitabschnitt 1901—1930 (Tabellen No 2—4 und Abbildung 1).

Die Werte der Globalstrahlung, die die Grundlagen für die Berechnung der diffusen Strahlung in Bratislava bildeten, wurden durch Reduktion auf Grund von Vergleichen der Globalstrahlung in Bratislava und in Wien für die Jahre 1947—1948 (aus den Aufzeichnungen des Strahlungsschreibers nach Robitsch) und des Jahresganges der Globalstrahlung in Wien in den Jahren 1937—1946 bestimmt. Durch Vergleichen wurde festgestellt, dass Bratislava gegenüber Wien infolge einer

reichhaltigeren Sonnenscheinmenge eine um ungefähr 10% höhere Strahlung besitzt.

Die Bestrahlung von Flächen verschiedener Neigung und Himmelsrichtung ist in den Tabellen No 7—14 und in der Abbildung 2 festgehalten. Die Tabellen 5—6 dienen zum Vergleich der Sonnenstrahlung in Bratislava mit anderen Beobachtungsorten verschiedener geographischer Breiten und Seehöhen.

Im letzten Kapitel wird die Gesamtauswertung der Strahlung in Bratislava behandelt, aus welcher man ersehen kann, dass Bratislava infolge einer verhältnismässig geringen Bewölkung — vornämlich in den Sommermonaten — im Vergleich mit anderen Orten Europas eine ziemlich ausgiebige Strahlung besitzt.

TABELLEN.

Tab. 1. Mittagsintensitäten der direkten Sonnenstrahlung in gcal/cm² min, Sonnenhöhe und Tageslänge in Stunden für Bratislava.

Tab. 2. Direkte Sonnenstrahlung in Bratislava auf die Horizontalebene bei wolkenlosem Himmel (gcal/cm²).

Tab. 3. Tagesgang der direkten Sonnenstrahlung auf die Horizontalebene in gcal/cm² bei durchschnittlicher Bewölkung in Bratislava (1901—1930).

Tab. 4. Tagessummen der Sonnenstrahlung auf die Horizontalebene in gcal/cm² bei durchschnittlicher Bewölkung in Bratislava.

Tab. 5. Mittlere tägliche Wärmesummen der direkten Sonnenstrahlung auf die Horizontalebene bei durchschnittlicher Bewölkung in gcal/cm² in verschiedenen geographischen Breiten und Seehöhen.

Tab. 6. Mittlere tägliche Wärmesummen der Globalstrahlung auf die Horizontalebene in verschiedenen geographischen Breiten und Seehöhen.

Tab. 7. Tagessummen der direkten Sonnenstrahlung in gcal/cm² bei wolkenlosem Himmel: a) auf Wände, b) auf Hänge von 30° Neigung, c) auf Hänge von 15° Neigung.

Tab. 8. Tagessummen der direkten Sonnenstrahlung in gcal/cm² bei durchschnittlicher Bewölkung: a) auf Wände, b) auf Hänge von 30° Neigung, c) auf Hänge von 15° Neigung, d) auf die Horizontalebene.

Tab. 9. Tagesgang der direkten Sonnenstrahlung auf die Südwand in gcal/cm² bei durchschnittlicher Bewölkung in Bratislava (1901—1930).

Tab. 10. Bestrahlung der Nordwand in gcal/cm² bei durchschnittlicher Bewölkung in Bratislava (1901—1930).

Tab. 11. Tagesgang der direkten Sonnenstrahlung auf den Südhang von 30° Neigung in gcal/cm² bei durchschnittlicher Bewölkung in Bratislava (1901—1930).

Tab. 12. Bestrahlung des Nordhanges von 30° Neigung bei durchschnittlicher Bewölkung in den Jahren 1901—1930 (gcal/cm²) in Bratislava.

Tab. 13. Tagesgang der direkten Sonnenstrahlung auf den Südhang von 15° Neigung in gcal/cm² bei durchschnittlicher Bewölkung in Bratislava (1901—1930).

Tab. 14. Bestrahlung des Nordhanges von 15° Neigung bei durchschnittlicher Bewölkung in den Jahren 1901—1930 in Bratislava (gcal/cm²).

ABBILDUNGEN.

Graf. 1. Die Sonnenstrahlung in Bratislava auf die Horizontalebene.

Graf. 2. Direkte Sonnenstrahlung in Bratislava (1901—1930).

Tabuľka č. 1.

Intenzity priameho slnečného žiarenia v gcal/cm² min. v výška slnka v stupňoch a dĺžka dňa v hod. pre Bratislavu.

Označenie	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Intenzita pre 12 hod. : (I) :	1,068	1,153	1,215	1,235	1,241	1,240	1,225	1,228	1,191	1,124	1,053	1,021
I. sín h :	0,377	0,564	0,774	0,962	1,078	1,125	1,093	1,018	0,842	0,622	0,422	0,327
Výška slnka pre 12 hod. :	20,7	29,3	39,6	51,2	60,3	65,0	63,2	56,0	45,0	33,6	23,6	18,7
Dĺžka dňa v hod. :	8,4	9,9	11,4	13,2	14,5	15,3	15,0	13,9	12,2	10,6	9,0	8,1

Tabuľka č. 2.

Priame slnečné žiarenie v Bratislave na vodorovnú plochu pri jasnej oblohe (gcal/cm-2).

Mesiac	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	Σ	Mesačný úhrn	%
Január				0,1	3,9	11,1	17,7	21,6	21,6	17,7	11,1	3,9	0,1				108,8	3372,8	2,8
Február			0,0	3,2	11,6	21,2	28,7	32,8	32,8	28,7	21,2	11,6	3,0				194,8	5454,4	4,5
Marec			1,9	10,2	21,9	32,8	40,9	45,3	45,3	40,9	32,8	21,9	10,2	1,7			305,8	9479,8	7,8
Apríl		1,1	8,3	20,2	33,0	44,3	52,5	56,7	56,7	52,5	44,3	33,0	20,2	8,3	0,9		432,0	12960,0	10,7
Máj	0,2	4,9	15,0	27,7	40,7	52,0	59,9	63,7	63,7	59,9	52,0	40,7	27,7	15,0	4,9	0,1	528,1	16371,1	13,5
Jún	1,4	7,7	18,5	31,6	44,9	55,9	63,1	66,6	66,6	63,1	55,9	44,9	31,6	18,5	7,7	0,8	578,8	17364,0	14,3
Júl	0,9	6,8	17,4	29,9	42,2	52,9	60,9	64,8	64,8	60,9	52,9	42,2	29,9	17,4	6,8	0,5	551,2	17087,2	14,1
August	0,0	2,9	11,5	23,8	36,7	48,0	56,0	60,1	60,1	56,0	48,0	36,7	23,8	11,5	2,6		477,7	14808,7	12,2
Septem.		0,0	4,5	14,7	26,7	37,4	45,4	49,5	49,5	45,4	37,4	26,7	14,7	4,5			356,4	10692,0	8,8
Október			0,2	5,3	14,7	24,6	32,3	36,3	36,3	32,3	24,6	14,7	5,3	0,1			226,7	7027,7	5,8
Nov.				0,6	5,8	13,6	20,5	24,3	24,3	20,5	13,6	5,8	0,5				129,5	3885,0	3,2
Dec.				0,0	2,2	8,3	15,0	18,7	18,7	15,0	8,3	2,2					88,4	2740,4	2,3
Rok	2,5	23,4	77,3	167,3	284,3	402,1	492,9	540,4	540,4	492,9	402,1	284,3	167,0	77,0	22,9	1,4	3978,2	121243,1	100,0

Tabuľka č. 3.

Denný chod priameho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu v gcal/cm² pri priemernej oblačnosti v Bratislave. (1901—1930.)

Mesiac	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	Σ	Mesačný úhrn	%
Január				0,0	0,3	2,2	4,3	6,4	6,5	5,3	3,0	0,6	0,0				23,6	886,6	1,4
Február				0,1	2,5	6,5	10,2	13,1	13,3	11,7	8,0	3,6	0,2				69,2	1937,6	2,9
Marec			0,0	1,5	7,9	14,7	19,5	22,2	22,2	19,8	15,8	9,3	2,3	0,0			135,2	4151,2	6,3
Apríl		0,0	1,9	7,9	16,2	23,6	29,0	31,9	31,9	23,5	23,3	16,2	8,6	2,3	0,1		221,4	6642,0	10,0
Máj	0,0	1,2	7,1	14,9	23,2	31,0	37,1	40,4	40,1	37,5	32,0	24,3	15,6	7,5	1,4	0,0	313,3	9712,3	14,7
Jún	0,1	3,5	10,5	19,2	28,2	37,3	42,7	45,3	44,6	43,1	37,1	28,2	18,7	10,4	3,4	0,0	372,3	11169,0	16,9
Júl	0,0	2,3	9,3	17,8	27,1	35,2	41,5	43,9	43,9	41,7	35,6	27,0	18,1	9,3	2,3	0,0	355,0	11005,0	16,6
August		0,3	5,1	13,9	23,4	32,2	38,3	41,3	41,5	38,1	31,4	22,5	13,7	5,3	0,4		307,4	9509,4	14,4
Septem.		0,0	0,2	4,8	14,6	22,7	28,7	32,3	31,3	29,4	23,7	15,8	6,0	0,5			210,0	6300,0	9,5
Október				0,4	5,0	10,7	14,8	17,7	17,8	15,7	11,9	6,1	0,9	0,0			101,0	3131,0	4,8
Nov.				0,0	0,8	3,1	5,6	7,2	7,7	6,2	3,7	1,1	0,0				35,4	1062,0	1,6
Dec.					0,1	1,3	3,1	4,4	4,8	3,5	1,8	0,2					19,2	595,2	0,9
Rok	0,1	7,3	34,1	80,5	149,3	220,5	274,8	306,1	305,6	205,2	227,3	154,9	84,1	35,3	7,6	0,0	2168,0	66161,3	100,0

Tabuľka č. 4.

Denné sumy slnečného žiarenia na vodorovnú plochu (v gcal. cm⁻²) pri priemernej oblačnosti v Bratislave.

Označenie:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ	Ročný úhrn
a) Totálne slnečné žiarenie na vodorovnú plochu (1947—1948):														
Denné priemerné hodnoty	60,1	102,0	241,2	432,3	521,2	497,4	471,1	482,1	357,2	192,4	63,2	45,0	3465,2	105823,7
Maximum	186,7	277,3	441,9	683,9	751,8	719,4	675,2	651,9	517,5	362,3	192,8	105,3	—	106591,1
Minimum	—	26,0	32,8	76,3	8,4	103,8	—	100,0	84,9	21,4	—	—	—	105055,3
b) Redukované hodnoty celkového slnečného žiarenia:														
Denné priemerné hodnoty	62	125	230	345	445	510	485	425	320	175	75	48	3245	98970
c) Žiarenie oblohy:														
Denné priemerné hodnoty	33	56	95	124	132	138	130	118	110	74	40	29	1079	32869
V percentách celkového žiarenia	53	45	41	36	30	27	27	28	34	42	53	60	—	33%

Tabuľka č. 5.

Priemerné denné sumy priameho slnečného žiarenia na vodorovnú plochu pri priemernej oblačnosti v $gcal/cm^2$ v rôznych zemepisných šírkach a nadmorských výškach.

Miesto	φ	λ	h(m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Φ
Washington	38,9° N	77,1° W	127	87	159	194	286	323	356	361	298	270	188	120	92	228
Bratislava 1947-1948	48,2°	17,1°	160	34	44	163	310	375	403	385	378	285	129	34	21	213
Bratislava 1901-1930	48,2°	17,1°	160	29	69	135	221	313	372	355	307	210	101	35	19	180
Kijev	50,4°	30,5°	183	24	67	99	122	318	325	328	306	227	125	34	13	166
Kolberg	54,2°	15,6°	2	14	42	109	226	340	358	313	238	180	72	19	7	160
Paríž	48,8°	2,5°	50	24	56	104	190	269	273	279	260	172	77	32	18	146
Karlsruhe	49,0°	8,4°	128	17	56	125	194	291	314	291	238	169	74	27	11	151
Potsdam	52,4°	13,1°	106	20	44	102	196	276	319	269	223	165	81	25	15	145
Viedeň	48,2°	16,4°	202	23	52	109	189	256	287	284	242	159	72	29	15	143
Varšava	52,2°	21,0°	120	15	27	74	123	266	279	294	232	160	59	13	5	130
Špicberky	79,9°	16,8°	—	—	—	15	53	143	127	114	55	40	—	—	—	46
Zugspitze	47,4°	11,0°	2960	87	166	215	298	349	316	344	329	280	204	110	64	230
Agra	45,8° N	9,0°	550	102	160	189	253	313	420	372	347	242	147	87	67	225
Arosa	46,8°	9,7°	1860	86	157	226	276	280	306	350	358	289	176	110	73	224
Davos	46,8°	9,8°	1600	64	132	167	274	291	302	340	337	205	154	80	52	196

Tabuľka č. 6.
 Priemerné denné sumy totálneho snečného žiarenia na horizontálnu plochu v gal/cm²
 v rôznych zemepisných šírkach a nadmorských výškach.

Mie-to :	φ	λ	h(m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Φ
Washington	38,9° N	77,1° W	127	173	268	348	417	536	525	518	456	375	298	203	168	357
Bratislava (1947-1948)	48,2°	17,1°	160	60	102	241	432	511	497	471	482	357	192	63	45	289
Bratislava (red.)	48,2°	17,1°	160	62	125	230	345	445	510	485	425	320	175	75	48	270
Karlsruhe	49,0°	8,4°	128	68	148	240	342	502	518	525	370	302	202	69	52	278
Viedeň (1947-1948)	48,2°	16,4°	202	60	109	231	362	450	489	453	409	312	169	79	47	264
Viedeň (1937-1946)	48,2°	16,4°	202	61	123	217	312	408	452	443	375	282	154	64	48	245
Klagenfurt (1937-1946)	46,6°	14,3°	449	100	180	289	366	462	523	508	444	317	198	97	71	296
Davos	46,8°	9,8°	1600	154	307	470	528	538	621	640	511	468	358	191	141	411
Zugspitze	47,4°	11,0°	2960	130	234	325	424	473	562	433	509	368	277	160	107	335
Sonnblick	47,0°	12,9°	3106	152	242	362	483	554	582	540	444	375	275	172	127	359

Tabuľka č. 7.

Denné sumy priameho slnečného žiarenia v Bratislave v gcal/cm^2 za jasných dní.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok:
a) na steny													
N				3,6	26,4	50,2	42,0	11,0	0,0				4075,4
S	339,4	387,4	380,0	301,2	223,4	179,8	190,0	257,6	340,6	369,4	343,2	303,6	119756,6
E - W	76,0	119,9	170,9	219,8	242,6	255,3	248,7	227,8	190,3	133,6	86,4	59,7	61849,5
NW - NE	1,1	10,1	38,4	83,2	125,6	152,4	142,9	102,4	56,5	19,0	3,0	0,3	2456,5
SW - SE	240,9	284,2	306,4	294,1	264,5	243,9	247,5	276,9	297,7	280,0	245,3	214,4	97136,2
b) na svah sklonu 30°													
N			74,8	225,0	359,6	437,2	403,8	291,4	138,2	16,6			59544,2
S	264,2	362,8	455,4	522,8	556,2	568,6	552,8	536,0	479,6	381,0	283,6	228,4	157990,4
E - W	105,1	172,7	283,7	394,1	476,0	519,3	496,1	432,4	327,8	211,9	123,9	84,0	110553,8
NW - NE	14,0	63,3	151,9	278,4	390,8	457,7	426,1	331,7	203,4	91,1	26,2	6,9	74530,9
SW - SE	213,7	305,7	402,4	487,0	538,8	562,0	543,4	509,8	433,7	328,0	233,5	183,4	144350,1
c) na svah sklonu 15°													
N	20,4	87,2	197,2	340,2	459,8	528,4	490,4	397,4	257,2	123,2	31,8	10,6	90078,6
S	193,0	286,6	394,4	502,0	557,6	593,0	571,0	523,8	431,6	314,8	214,0	163,8	144543,2
E - W	106,4	189,7	298,2	419,9	512,3	561,3	534,6	463,2	346,7	221,3	126,8	86,1	117837,7
NW - NE	48,1	120,4	227,5	363,3	474,1	535,7	505,4	415,9	283,0	153,8	67,4	34,3	98485,3
SW - SE	167,1	258,4	365,7	470,9	548,1	585,0	561,9	507,3	406,9	216,6	187,9	140,7	126655,6

Tabuľka č. 8.

Denné sumy priameho snečného žiarenia v Bratislave v gcal/cm² pri priemernej oblačnosti.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
a) na steny													
N				05	8,8	21,0	15,4	2,8	0,0				1482,0
S	85,5	139,9	166,6	159,6	137,2	119,9	127,6	171,6	203,8	160,9	90,4	63,2	49250,8
E	14,1	31,1	56,6	94,2	126,4	149,3	142,0	128,9	87,2	45,3	17,6	11,7	27594,8
W	18,4	38,6	64,1	97,3	132,0	147,8	142,9	128,1	95,5	52,8	21,1	12,0	28991,1
NW	0,1	1,9	10,2	31,1	62,6	8,5	74,4	50,9	21,5	4,8	0,3	0,0	10378,2
NE	0,1	1,3	7,8	28,8	58,9	82,6	73,8	50,7	18,2	3,6	0,2	0,0	9972,3
SW	63,6	101,3	130,5	143,8	153,8	151,5	153,6	169,6	167,9	122,6	65,4	40,5	44770,6
SE	57,5	91,4	122,2	141,7	149,2	152,4	152,9	171,0	159,7	113,5	61,5	43,0	43106,5
b) na svah sklonu 30°													
N			33,8	112,2	207,5	273,0	251,3	181,8	79,8	8,0			35104,4
S	67,5	127,1	201,6	271,5	335,5	371,8	363,2	350,4	283,6	163,1	75,7	43,1	81172,2
E	21,5	58,9	117,1	191,0	275,6	330,1	313,8	271,6	183,0	87,7	30,9	15,8	58200,3
W	28,1	65,1	123,8	198,1	230,9	328,9	314,6	272,3	183,8	91,0	31,0	17,9	59264,4
NW	3,5	22,2	65,0	138,9	224,9	287,5	268,2	207,6	116,5	31,8	7,0	1,4	42365,0
NE	2,6	19,1	61,0	137,0	224,8	288,7	267,3	203,2	111,5	35,2	5,7	1,0	41658,9
SW	56,4	110,2	178,9	250,3	322,3	362,1	351,4	323,0	257,1	147,1	63,9	39,9	75211,6
SE	53,3	105,0	173,4	248,5	318,7	333,0	353,7	328,7	251,3	141,8	61,3	37,9	74202,5
c) na svahu sklonu 15°													
N	5,7	32,5	87,6	127,9	269,8	335,6	312,4	252,8	150,2	55,9	11,3	2,5	51577,7
S	49,8	101,5	173,8	251,7	335,1	385,1	371,8	340,5	255,5	139,5	57,3	34,9	76386,4
E	26,5	65,3	128,9	213,8	301,6	360,2	342,6	297,2	211,0	96,1	33,3	17,7	63606,0
W	0,0	69,1	132,9	214,9	304,7	359,3	343,1	297,1	235,0	99,7	35,1	19,0	64385,3
NW	13,2	44,3	101,6	185,5	280,3	341,2	322,4	261,8	167,1	69,6	19,0	7,8	55506,1
NE	12,0	41,6	93,9	184,3	278,0	341,7	320,9	265,8	164,1	67,0	17,1	7,1	51921,5
SW	44,0	93,1	162,6	243,2	327,8	377,5	361,1	317,8	241,5	123,5	51,3	30,4	72530,0
SE	42,3	90,3	159,8	242,1	325,8	378,2	363,8	328,1	238,6	123,8	50,1	29,5	72426,5
d) na horizontálnu plochu													
1901-1930	28,6	69,2	135,2	221,4	313,3	372,3	355,0	307,4	210,0	101,0	35,4	19,2	66161,3
1947-1948	33,8	43,6	162,7	319,9	374,7	403,3	385,0	377,6	285,4	121,3	33,9	20,6	78190,5

Tabuľka č. 9.

Denný chod priameho slnečného žiarenia na južnú stenu v gcal/cm² pri priemernej oblačnosti v Bratislave (1901—1930).

Mesiac	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	Σ	Mesačný úhrn	%
Január		0,0	1,6	7,7	12,7	17,1	17,5	15,5	10,6	2,8	0,0		85,5	2650,5	5,4
Február	0,0	0,5	6,1	13,2	19,1	23,6	24,0	21,7	16,3	8,6	0,8	0,0	133,9	3749,2	7,6
Marec	0,0	2,0	10,0	18,2	23,9	26,9	26,9	24,2	19,5	11,8	3,1	0,1	166,6	5164,6	10,5
Apríl	0,1	3,8	10,5	17,4	22,6	25,5	25,5	22,2	17,2	10,5	4,1	0,2	159,6	4788,0	9,7
Máj		2,2	8,4	14,8	19,9	22,8	22,6	20,1	15,3	8,8	2,3		137,2	4253,2	8,7
Jún		0,8	6,8	13,4	18,3	20,8	20,5	18,4	13,3	6,8	0,8		119,9	3597,0	7,3
Júl		1,1	7,5	14,1	19,2	21,7	21,7	19,3	14,3	7,5	1,2		127,6	3955,6	8,0
August	0,0	3,8	11,2	18,9	24,7	27,6	27,7	24,6	18,5	10,8	3,8	0,0	171,6	5319,6	10,8
September	0,1	4,1	13,6	22,0	28,4	32,3	31,3	29,0	23,0	14,7	5,0	0,3	203,8	6114,0	12,4
Október	0,0	1,0	9,2	17,4	22,8	26,7	26,9	24,2	19,4	11,2	2,1	0,0	160,9	4987,9	10,1
November		0,0	2,9	8,8	13,8	16,8	17,9	15,3	10,6	4,2	0,1		90,4	2712,0	5,5
December		0,0	0,6	5,1	10,1	13,2	14,3	11,4	7,2	1,3	0,0		63,2	1959,2	4,0
Rok	0,2	19,3	88,4	171,0	235,5	275,0	276,8	245,9	185,2	95,0	23,3	0,6	1620,2	49250,8	100,0

Tabuľka č. 10.

Ožiarenie severnej steny v gcal/cm² pri priemernej oblačnosti v Bratislave
(1901—1930).

Mesiac	4-5	5-6	6-7	7-8	16-17	17-18	18-19	19-20	Σ	Mesačný úhrn	°
Apríl		0,0	0,2			0,2	0,1		0,5	15,0	1,0
Máj	0,0	1,7	2,4	0,0	0,1	2,6	2,0	0,0	8,8	272,8	18,4
Jún	0,2	4,9	4,7	0,8	0,8	4,7	4,7	0,2	21,0	630,0	42,5
Júl	0,0	3,2	4,0	0,5	0,5	4,0	3,2	0,0	15,4	477,4	32,2
August	0,0	0,3	1,0			1,0	0,5	0,0	2,8	86,8	5,9
September		0,0	0,0			0,0	0,0		0,0	0,0	0,0
Rok	0,2	10,1	12,3	1,3	1,4	17,5	10,5	0,2	48,5	1482,0	100,0

Tabuľka č. 11

Denný chod slnečného žiarenia na južný svah sklonu $\alpha = 30^\circ$ v gcal/cm^2 pri priemernej oblačnosti v Bratislave (1901—1930).

Mesiac	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	Σ	Mesačný úhrn	%
Január			0,0	1,1	5,8	10,1	14,0	14,3	12,4	7,9	1,9	0,0			67,5	2092,5	2,6
Február		0,0	0,4	5,2	12,2	18,4	23,2	23,6	21,0	15,1	7,4	0,6	0,0		127,1	3558,8	4,4
Marec		0,0	2,3	11,9	21,9	23,8	32,7	32,7	29,2	23,5	14,0	3,5	0,1		200,6	6218,6	7,7
Apríl	0,0	1,7	8,7	19,3	29,2	36,4	40,4	40,4	35,8	28,8	19,3	9,5	2,0	0,0	271,5	8145,0	10,0
Máj	0,1	4,9	14,0	24,4	34,3	42,0	46,4	46,0	42,5	35,4	25,5	14,6	5,2	0,2	335,5	10400,5	12,8
Jún	0,5	6,7	16,7	27,7	39,0	46,2	49,6	48,8	46,6	38,8	27,7	16,3	6,7	0,5	371,8	11154,0	13,7
Júl	0,3	6,0	15,8	27,2	37,5	45,6	48,8	48,8	45,8	38,0	27,1	16,0	6,0	0,3	363,2	11259,2	13,9
August	0,0	4,0	14,0	25,9	37,3	45,5	49,5	49,7	45,3	36,4	24,9	13,7	4,2	0,0	350,4	10862,4	13,4
September	0,0	0,2	6,2	19,4	30,6	39,1	44,1	42,8	40,0	32,0	20,9	7,7	0,6	0,0	283,6	8508,0	10,5
Október		0,0	0,9	9,0	18,0	24,2	28,7	28,9	25,7	20,0	10,9	1,8	0,0		168,1	5211,1	6,4
November			0,0	2,1	7,1	11,7	14,6	15,6	13,0	8,5	3,1	0,0			75,7	2271,0	2,8
December			0,0	0,4	3,7	7,7	10,4	11,3	8,7	5,1	0,8	0,0			48,1	1491,1	1,8
Rok	0,9	23,5	79,0	173,6	276,6	355,7	402,4	402,9	366,0	289,5	183,5	83,7	24,8	1,0	2663,1	81172,2	100,0

Tabuľka č. 12.

Ožiarenie severného svahu sklonu $\alpha = 30^\circ$ pri priemernej oblačnosti za obdobie 1901—1930 (gcal. cm⁻²) v Bratislave.

Mesiac	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	Σ	Mes. činý úhra	%
Marec			0,0	0,3	1,8	3,6	5,0	5,8	5,8	5,0	3,9	2,2	0,4	0,0			33,8	1047,8	3,0
Apríl		0,0	1,6	5,0	8,8	11,8	13,8	14,9	14,9	13,6	11,6	8,8	5,4	1,9	0,1		112,2	3366,0	9,6
Máj	0,0	1,9	7,3	12,0	15,9	19,5	22,2	23,6	23,4	22,4	20,1	16,7	12,5	7,8	2,2	0,0	207,5	6432,5	18,3
Jún	0,2	5,5	11,4	16,6	21,0	25,6	27,9	28,8	28,4	28,1	25,5	21,0	16,2	11,4	5,2	0,2	273,0	8190,0	23,3
Júl	0,0	3,6	10,1	15,2	19,7	23,4	26,3	27,1	27,1	26,4	23,7	19,6	15,4	10,1	3,6	0,0	251,3	7790,3	22,2
August	0,0	0,4	4,8	10,1	14,7	18,4	21,1	22,1	22,2	21,0	17,9	14,1	9,9	5,1	0,0	0,0	181,8	5635,8	16,1
Sept.		0,0	0,1	2,1	5,8	8,6	10,7	11,9	11,5	10,9	9,0	6,3	2,6	0,3	0,0		79,8	2394,0	6,8
Október					0,0	0,6	1,4	1,9	2,0	1,5	0,6	0,0					8,0	248,0	0,7
Rok	0,2	11,4	35,3	61,3	87,7	111,5	128,4	136,1	135,3	128,9	112,3	88,7	62,4	36,6	11,1	0,2	1147,4	35104,4	100,0

Tabuľka č. 13.

Denný chod priameho slnečného žiarenia na južný svah sklonu $\alpha = 15^\circ$ v gcal/cm² pri priemernej oblačnosti v Bratislave (1901—1930).

Mesiac	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	Σ	Mesačný uhrn	%
Január				0,0	0,7	4,1	7,5	10,6	10,8	9,2	5,6	1,3	0,0				49,8	1543,8	2,0
Február			0,0	0,2	4,0	9,7	14,8	18,8	19,1	16,9	12,0	5,6	0,4	0,0			101,5	2842,0	3,7
Marec			0,0	2,0	10,2	18,9	25,0	28,4	28,4	25,4	20,3	12,1	3,0	0,1			173,8	5387,8	7,1
Apríl		0,0	1,9	8,6	18,3	27,3	33,9	39,7	39,7	33,3	27,0	18,3	9,4	2,3	0,0		259,7	7791,0	10,2
Máj		0,2	6,2	15,0	24,7	33,8	41,0	45,0	44,5	41,4	34,9	25,8	15,7	6,6	0,3		335,1	10388,1	13,6
Jún	0,0	2,1	9,0	18,6	28,9	39,5	46,0	49,1	48,4	46,4	39,2	28,9	18,1	8,9	2,0	0,0	385,1	11553,0	15,1
Júl		1,4	8,0	17,4	28,1	37,6	45,0	48,0	48,0	45,2	38,1	28,0	17,6	8,0	1,4		371,8	11525,8	15,1
August		0,1	4,7	14,4	25,6	36,0	43,4	47,0	47,2	43,2	35,1	24,5	14,2	4,9	0,2		340,5	10555,5	13,8
Sept.		0,0	0,2	5,7	17,6	27,6	35,1	39,6	38,4	35,9	28,8	19,0	7,1	0,5	0,0		255,5	7665,0	10,0
Október			0,0	0,7	7,2	14,9	20,2	24,0	24,2	21,5	16,6	8,8	1,4	0,0			139,5	4324,5	5,7
Nov.				0,0	1,5	5,3	9,0	11,3	12,1	9,9	6,3	2,2	0,0				57,6	1728,0	2,3
Dec.				0,0	0,3	2,6	5,6	7,7	8,3	6,3	3,6	0,5	0,0				34,9	1081,9	1,4
Rok	0,0	3,8	30,0	82,6	167,1	257,3	326,5	369,2	369,1	334,6	267,5	175,0	86,9	31,3	3,9	0,0	2504,8	76386,4	100,0

Tabuľka č. 14.

Ožiarenie severného svahu sklonu 15° pri priemernej oblačnosti za obdobie 1901—1930
v Bratislave (gcal cm⁻²).

Me-iac	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	Σ	Mesačný úhrn	%
Január						0,1	0,9	1,7	1,7	1,1	0,2						5,7	176,7	0,3
Február				0,0	0,8	2,9	5,0	6,6	6,7	5,7	3,6	1,2	0,0				32,5	910,0	1,8
Marec			0,0	0,9	5,0	9,5	12,7	14,5	14,5	12,9	10,2	6,0	1,4	0,0			87,6	2715,6	5,3
Apríl		0,0	1,8	6,7	12,9	18,3	22,2	24,3	24,3	21,8	18,1	12,9	7,3	2,2	0,1		172,9	5187,0	10,1
Máj	0,0	1,6	7,4	13,9	20,3	26,2	30,7	33,2	32,9	31,0	27,0	21,2	14,6	7,9	1,9	0,0	269,8	8363,8	16,2
Jún	0,1	4,7	11,4	18,5	25,5	32,5	36,6	39,0	38,5	36,9	32,4	25,5	18,1	11,3	4,5	0,1	335,6	10068,0	19,5
Júl	0,0	2,4	10,0	17,1	24,2	30,3	35,1	36,8	36,8	35,2	30,7	24,1	17,3	10,0	2,4	0,0	312,4	9684,4	18,8
August	0,0	0,3	5,2	12,4	19,7	26,2	30,6	32,7	32,8	30,4	25,5	18,9	12,2	5,4	0,5	0,0	252,8	7836,8	15,2
Sept.		0,0	0,2	3,6	10,6	16,2	20,4	22,9	22,2	20,9	16,9	11,4	4,5	0,4	0,0		150,2	4506,0	8,7
Október				0,2	2,5	5,8	8,4	10,1	10,2	8,9	6,5	3,0	0,3				55,9	1732,9	3,4
Nov.					0,0	0,7	2,1	2,6	2,8	2,3	0,8	0,0					11,3	339,0	0,7
Dec.						0,0	0,4	0,8	0,9	0,4	0,0						2,5	77,5	0,0
Rok	0,1	9,0	36,0	73,3	121,5	168,7	205,1	225,2	224,3	207,5	171,9	124,2	75,7	37,2	9,4	0,1	1689,2	51597,7	100,0