

Većina autora preporuča tlak pri injektiranju u stanovitoj ovisnosti o masi nadsloja. Potrebni tlak za injektiranje ovisi o otpornosti i raspucanosti stijene i dubini injektiranog odsjeka bušotine, i treba ga prilagoditi karakteristikama stijene i vrsti injektiranja. Preporuča se tlak od 0,3...0,5 MPa (3...5 atm) za vezno, 0,5...0,7 MPa (5...7 atm) za konsolidacijsko injektiranje, a 0,5...3 MPa (5...30 atm), pa i više, za brtvljenje.

Zbog heterogenosti tla ne može se postupak injektiranja uvijek točno propisati projektom. U toku radova moraju se uskladiti reološka svojstva i sastav suspenzije s razvojem tlaka, odnosno otporom bušotine da se uz prihvatljiv potrošak smjese i kroz razumno vrijeme postigne zadovoljavajuće ispunjavanje praznina u potrebnom dosegu oko bušotine. Radi reguliranja radova na injektiranju pripremaju se opći tehnički propisi kao jugoslavenski standard za injektiranje.

LIT.: C. F. Kollbrunner, Fundation und Konsolidation, Zürich 1948. — A. H. Adamovici и Д. В. Колмунов, Цементация оснований и гидросооружении, Москва 1953. — Grupa autora, Injektiranje hidrotehničkih tunela i okana pod pritiskom, Institut «J. Černi», Knjiga 17, Beograd 1961. — H. Cambefort, Injections des Sols, Vol. I, II, Paris 1964. — E. Nonveiller, Injektiranje tla, Zagreb 1970. — Grupa autora, Injekcione zavjese. Upute za projektiranje, organizaciju i izvođenje radova, Institut «J. Černi», Knjiga 20, Beograd 1974. — B. Kujundžić, Injektiranje, Građevinski priručnik, Beograd 1974.

I. Kleiner

INSOLACIJA (osunčavanje) je ozračivanje Sunčevim zrakama na površini Zemlje (ako drugačije nije naznačeno). Insolacija se definira gustoćom toka, tj. snage, na jedinicu ploštine na horizontalnoj površini Zemlje (v. Fotometrija, TE 5, str. 608). Jedinica insolacije jest vat po kvadratnom metru (Wm^{-2}), a za veće jedinice vremena (dan, mjesec i godinu) džul po danu i kvadratnom metru, $J/(danm^2)$.

Zračenje Sunca sastoji se od širokog spektra elektromagnetskog zračenja i od korpuskularnog zračenja. Mjerljivo zračenje je ustanovljeno u području valnih duljina od 30 m do 1 nm, dakle, od kratkih radio-valova, pa sve do rendgenskog zračenja. Većinu energije (~95%) prenose vrlo kratki valovi, valnih duljina 0,29...2,5 μm . Zračenje duljina kraćih od 0,29 μm apsorbira se u gornjim slojevima atmosfere, najviše u dušiku, kisiku i ozonu.

Solarna konstanta definirana je kao ukupna energija koja zračenjem upada na jedinicu ploštine Zemljine atmosfere, okomite na smjer zračenja, u jedinici vremena (dakle kao gustoća toka zračenja) kada je Zemlja na srednjoj udaljenosti od Sunca. Tu je veličinu vrlo teško odrediti mjerenjem na dnu atmosfere, i ona je tokom mjerenja od jednog stoljeća ostala nesigurna za 4%. Solarna konstanta iznosi $1,374 \cdot 10^3 Wm^{-2}$, tj. 118,7 MJ/(m^2 dan). Solarnu je konstantu teško mjeriti radi apsorpcije i raspršenja u atmosferi Zemlje, koji su jako ovisni o položaju Zemlje i valnoj duljini.

Korpuskularno zračenje Sunca skrenuto je magnetskim poljem Zemlje i apsorbirano u gornjim slojevima atmosfere. Zato su ti dijelovi gotovo uvijek ionizirani, pa se nazivaju ionosfera. Međudjelovanje atmosfere i tog zračenja posebno je izrazito iznad magnetskih polova, a posljedica je intenzivna ioniziranost tih slojeva, pojava tzv. aurore popraćene i svjetlosnim pojavama tzv. polarne svjetlosti.

Raspored insolacije. Zračenje Sunca koje je dospjelo na površinu Zemlje selektivno je apsorbirano (filtrirano) u atmosferi, što znači da mu je smanjen intenzitet i promijenjena spektralna raspodjela energije po valnim duljinama. U spektralnom području od 290...2500 nm, koje uglavnom dopiye na površinu Zemlje, mogu se prema učinku uočiti tri posebna područja, koja postupno prelaze jedno u drugo. To su: ultraljubičasto zračenje (~290...~400 nm), vidljivo zračenje, tj. svjetlo (~400...~700 nm) i infracrveno zračenje (~700...~2500 nm).

Intenzitet insolacije, a donekle i spektralna raspodjela, ovisi o kutu nekog dijela Zemljine površine prema smjeru upadnog zračenja, a to znači o geografskoj širini i o doba dana i godine. Orijentacijske vrijednosti dnevne insolacije za područja oko polova i ekvatora dane su u tabl. 1.

Zagrijavanje uzrokuje uglavnom infracrveno zračenje. Predavanje toplinske energije odvija se uglavnom apsorpcijom u tlu, a tek zagrijano tlo predaje toplinu zraku. Radi različitih temperatura i tlaka premješta se zrak u atmosferi, pa je insolacija glavni izvor energije premještanja zraka.

Stupanj predavanja energije tlu ovisi o zraku iznad tla, oblacima, svojstvima tla i vodi u tlu ili na tlu.

Tablica 1
DNEVNA INSOLACIJA IZVAN ATMOSFERE

Područje	Doba	Insolacija MJ m ² dan
Ekvatorsko	zima	~37,6
	ljetno	~33,4
Polarno	zima	0
	ljetno	41,8

Tablica 2
ALBEDO VODENE
POVRŠINE ZA
DIREKTAN SUNČEV
SNOP

Kut prema okomici	Albedo
0°	0,02
70°	0,13
80°	0,35
90°	1

Zračenje koje je dospjelo na površinu Zemlje djelomično se apsorbira a djelomično reflektira. Svojstvo reflektivnosti naziva se albedo. Odnos tih dviju komponenti ovisi o tlu i o pokrovu tla (raslinje, snijeg). I refleksija i apsorpcija obično su selektivne. Svjež snijeg reflektira gotovo sve svjetlo, ali apsorbira infracrveno zračenje. Šuma apsorbira podjednako, gotovo sve upadno zračenje, a polja i travnjaci podjednako apsorbiraju i reflektiraju.

No, ukupna apsorpcija u tlu ovisi o zraku iznad tla. Dio komponente reflektirane od površine Zemlje ponovno se vraća refleksijom na oblacima. Albedo oblaka jest, već prema vrsti oblaka, 0,1...0,9, veći za svjetlo a manji za infracrveno zračenje. Debeli oblaci, zasićeni parom, izrazito dobro apsorbiraju. Zbog višestruke refleksije između tla i oblaka ukupna apsorbirana energija je znatno veća od apsorbirane energije pri prvoj apsorpciji. Ovisna je o albedu obaju dijelova, tla i oblaka. Tako je npr. stupanj ukupne apsorpcije u tlu, uz naoblaku, za tlo prekriveno šumom ~0,4, a za tlo prekriveno snijegom ~0,7, i to zbog višestruke refleksije, iako šuma apsorbira više nego snijeg.

Glatka i mirna vodena površina ima posebno velik albedo, ovisan o kutu upada Sunčevih zraka prema okomici na vodenu površinu. Albedo za različite upadne kutove direktnog Sunčevog snopa prema okomici, uz uvjet da Sunce prolazi kroz zenit, dan je u tabl. 2. Na albedo utječe i vjetar koji uznemiruje vodenu površinu. Pri brzini vjetra od ~30 km/h albedo se smanjuje otprilike na polovicu.

Ukupno ozračenje površine Zemlje ovisi, dakle, o primarnoj insolaciji (ova o geografskoj širini i o doba dana i godine), o vrsti tla, odnosno pokriva tla te o atmosferi, u prvom redu oblačnosti. Za neki se predjel insolacija navodi za cijelu godinu, za neki dio godine, ili kao srednja godišnja insolacija na dan. U tabl. 3 dani su primjeri izmjerenih srednjih godišnjih insolacija za dan, s obzirom na geografsku širinu.

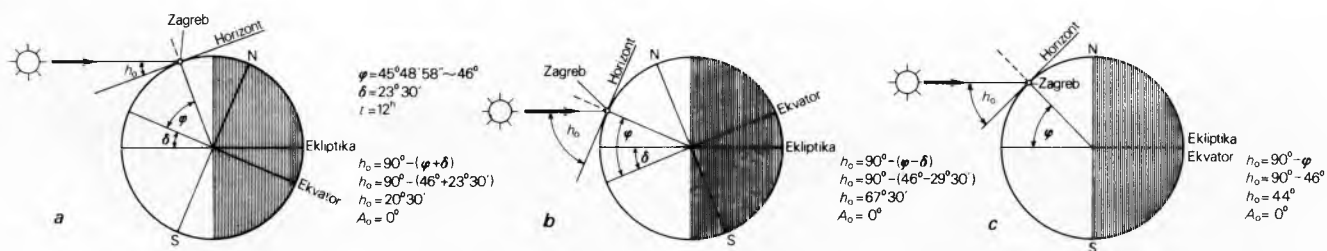
Insolacija veoma utječe na pojave na Zemlji i životne uvjete čovjeka (v. Klimatologija, Meteorologija).

Z. Jakobović

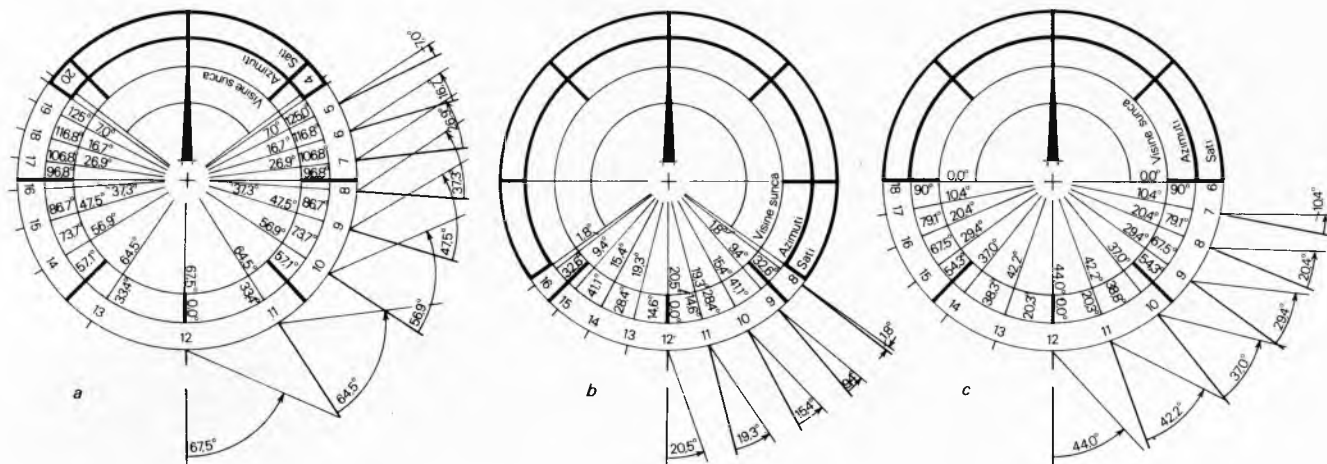
INSOLACIJA U ARHITEKTURI

Insolacija je osnovni element arhitektonskog i urbanističkog projektiranja. Svojim fiziološkim djelovanjem na ljudski organizam insolacija poboljšava ili pogoršava uvjete rada i stanovanja. Pozitivno djeluje na rasvjetu, zagrijavanje prostorija, uništava i sprečava razvitak bakterija, povećava i stimulira radnu sposobnost, životne funkcije i sl. Negativno djeluje blještanjem, prejakim zagrijavanjem prostorija, prouzrokuje eriteme, glavobolje, nesvjestice i slično od čega se čovjek zaštićuje.

Intenzitet, trajanje i spektralna raspodjela insolacije ovise o doba dana i godine, o geografskoj širini i stanju atmosfere. Trajanje je insolacije npr. u našoj zemlji (~45° sjev. geografske širine) ljeti 15...15,5 sati na dan, a zimi samo oko 8,5...9 sati. Ono se mjesečno mijenja otprilike za sat i po. Stvarno trajanje



Sl. 1. Nagib Zemlje u vrijeme a zimskog solsticija (21. XII), b ljetnog solsticija (21. VI), c proljetnog i jesenjeg ekvinočija (21. III i 23. IX), s naznačenim položajem Zagreba



Sl. 2. Azimuti i visine Sunca za Zagreb (46° sjeverne geografske širine): a u vrijeme ljetnog solsticija ($\delta_0 = +23,5^\circ$), b u vrijeme zimskog solsticija ($\delta_0 = -23,5^\circ$), c u vrijeme proljetnog i jesenjeg ekvinočija ($\delta_0 = 0^\circ$)

insolacije jest kraće zbog naoblake i magle, neravnina Zemljine površine i ostalih zapreka (zgrade, drveća). Stvarno je trajanje insolacije u Evropi 20...66% od mogućeg, ovisno u prvom redu o meteorološkim uvjetima.

Prilikom projektiranja i formiranja unutrašnjih i vanjskih prostora treba računati na djelovanje insolacije. Stanovnicima gradova i naselja treba omogućiti maksimalno iskorištenje Sunčevih zraka — radi poboljšanja zdravstvenih uvjeta u zatvorenim prostorijama i u urbanim prostorima — ostvarenjem međublokovskih prostora, komunikacijskih arterija, sportskih terena, površina za odmor itd.

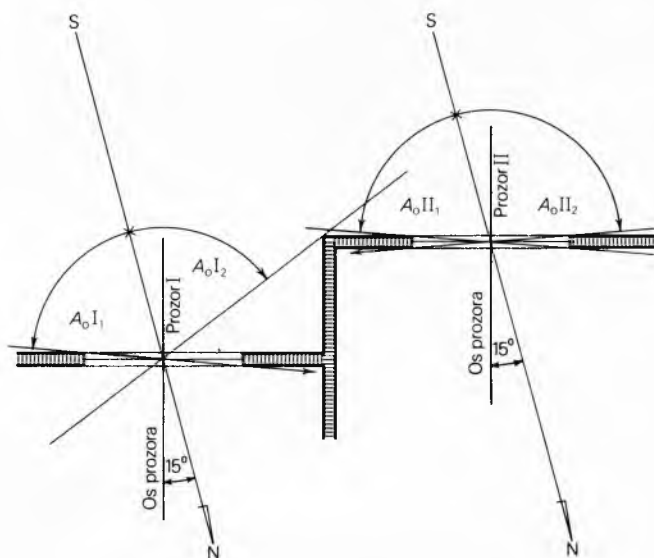
Sunčevo zračenje u najvećoj mjeri utječe na mikroklimu prostorija, na lokalnu klimu te na klimu grada i naselja (temperatura, relativna vlažnost, kretanje zraka i sl.). Prilike na omeđenim prostorima ovise o stanju okoliša. U prizemnim prostorijama nije ista mikroklima kao na katovima. Zgrada okružena visokim raslinstvom ima drugu mikroklimu od zgrade okružene popločenim, odnosno zagrijanim površinama. Ljeti su velike razlike temperatura (do 15°C) i vlažnosti zraka u prostorijama smještenim uz južnu ravnu fasadu i u prostorijama uz lođe, balkone i fasade obrasle zelenilom.

Trajanje osunčavanja i površine osunčanih ploha ovise o namjeni prostorija i vanjskih površina. Pretjerano osunčavanje cijelog stana više šteti nego nedovoljno osunčavanje. Treba

osigurati, pored osunčanih mjesta, i mjesta s punom sjenom. Poželjno je predvidjeti i poluosjenjena mjesta za ljude koji ne podnose direktno osunčavanje. U gospodarskim je objektima određena ploština i raspored prozora (otvora), kako bi se osigurao prolaz Sunčevih zraka u određeno vrijeme.

Trajanje insolacije u prostorijama i slobodnim površinama ovisi o orijentaciji građevina, obliku zgrade, međusobnom razmaku objekata, površini i rasporedu otvora na vanjskim ploham, rasporedu zelenila itd.

Smatra se da je potrebno osigurati osunčavanje prostorija za boravak ljudi ~4 sata dnevno u proljeću, ljeti i u jeseni, a prostorije za boravak djece ~4 sata tokom cijele godine.



Sl. 3. Orijentiranje zgrade za najveće osunčavanje prostorija (za Zagreb na dan 21. VI u 12h). Početak osunčavanja 9h i 10min (A_0 za oba prozora 70°), završetak osunčavanja za prozor I 14h i 40min (trajanje 5h i 30min, $A_0 = 68^\circ$) a za prozor II 17h i 35min (trajanje 8h i 25min, $A_0 = 79^\circ$)

Tablica 3

OVISNOST SREDNJE GODIŠNJE INSOLACIJE O GEOGRAFSKOJ ŠIRINI

Mjesto	Insolacija $\frac{J}{m^2 \text{ dan}}$			
	Geografska širina (sjeverna)			
	0°	30°	60°	90°
Izvan atmosfere	35,5	30,9	19,6	14,6
Na tlu (vedro nebo)	23,8	21,7	13,4	9,2
Na tlu (oblačno nebo)	17,1	18,4	8,36	6,27
Ukupno apsorbirano (u tlu i atmosferi)	23,8	22,15	10,87	5,02

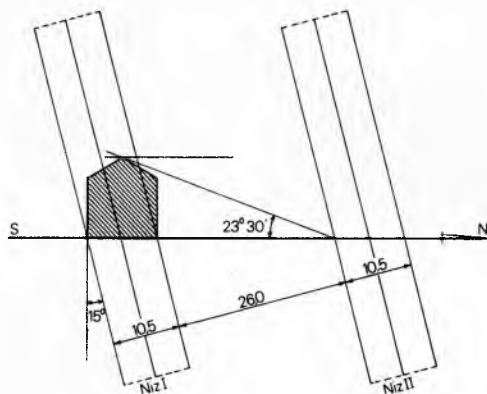
Minimalno je trajanje insolacije za nastambe domaćih životinja u III i IX mjesecu 4...6 sati dnevno.

Stambene prostorije treba različito osunčavati s obzirom na njihovu namjenu.

Podnevno je osunčavanje pogodno za prostorije za boravak male djece, ali je ono neugodno za umni rad. Blagovaonice se mogu osunčavati u večernjim satima, a insolaciju spavaonica u večernjim satima treba izbjevati.

Iako se u većim stambenim zgradama ne može udovoljiti svim zahtjevima pravilne insolacije, ipak se mogu postići stanovne razlike osunčavanja s balkonima, lođama, istakama u zidovima i prirodnom i umjetnom zaštitom.

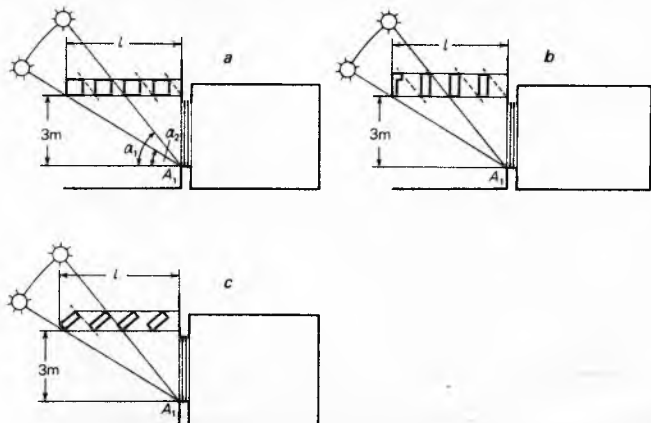
Na trajanje insolacije može se utjecati izborom pogodnog tlocrta zgrada (sl. 3) i njihovog razmještaja (sl. 4).



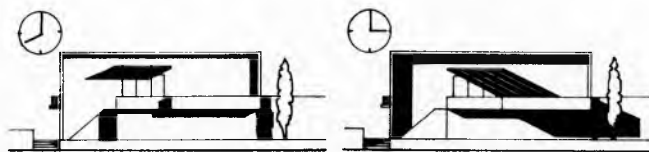
Sl. 4. Određivanje razmaka nizova zgrada za uvjet maksimalnog osunčavanja ($\varphi = 46^\circ$, $\delta = 23^\circ 30'$, $t = 12$ h)

Prostorije se zaštićuju od prekomjernog djelovanja Sunčevih zraka različitim zaštitnim sredstvima (zavjese, zastori, žaluzije i sl.), različitim građevnim i fasadnim dodacima (zaštitne ploče, brisoleji, vijenci, istaci na fasadi, pergole, tranzene i sl.) (sl. 5) te različitim istaknutim dijelovima zgrade (balkon, lođa, peristil, atrij, arkada, veranda, natkrpita terasa i trijem) (sl. 6). To se postiže i upotrebom različitih vrsta stakla i izvedbom fasada građevnim materijalima koji selektivno propuštaju, odnosno sprečavaju prodiranje Sunčevih zraka u prostorije.

Arhitektonsku kompoziciju treba prilagoditi postojećim uvjetima rasvjete. Najsuptilniji elementi u arhitekturi (često na građevinama i spomenicima velike vrijednosti) jesu finesa forme, igra svjetla i sjene, te plastika, boje i fakture. Sunčeve zrake, koje padaju pod različitim kutovima, mijenjaju stalno oblik objekta i okoline (sl. 6). Plastika objekta može se predvidjeti za određeno doba dana u godini, odnosno prilagoditi određenom položaju Sunčevih zraka, ili se može prihvatiti nekoliko kompozicija u jednom sklopu prilagođenih za različita doba dana i godine. Na takav se način postiže živost forme i promjena plastičnih izraza koji mogu biti efektni i raznovrsni. Ostvarivanjem igre svjetla i sjene naglašava se ljepota i plastika



Sl. 5. Zaštita prostorija od prekomjernog osunčavanja različitim sjenilima

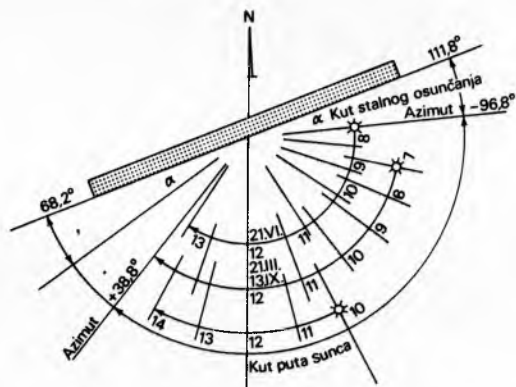


Sl. 6. Primjeri zaštite od prekomjernog osunčavanja istaknutim dijelovima zgrada (balkonima, lođama, sjenilima)

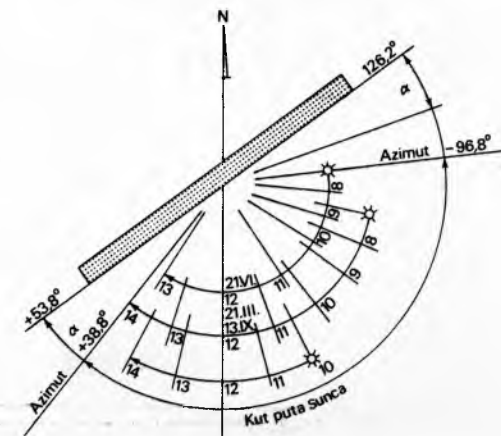
gradova. Igrom Sunčevih zraka tokom dana smjenjuju se različiti izgledi okoliša i grada. U gradovima u kojima se arhitektura nije prilagodila Suncu i životu stanovnika, dobiva se dojam sivila i bezličnosti. Prilikom projektiranja zgrada i gradova treba težiti ostvarenju kompozicije s više plastičnih izraza u toku dana. Najefektnije kompozicije trebaju se ocrtavati u vrijeme kad se najviše uočavaju. Arhitektura novih gradova trebala bi stvoriti nove ljepote, svakodnevnu harmoniju oblika sjena, svjetla i boja.

Orijentacija zgrade ili izgrađenog prostora znatno utječe na insolaciju.

Stambena zgrada orijentira se prema potrebnom trajanju i vremenu insolacije. Npr., ako se zahtijeva da u VI mjesecu treba osigurati trajanje insolacije 7 do 13 sati (za geografsku širinu Zagreba azimut $-96,8^\circ \dots 33,4^\circ$), u III i IX mjesecu 7 do 14 sati ($-79,1^\circ \dots 38,8^\circ$), u XII mjesecu 10 do 14 sati ($-28,4^\circ \dots 28,4^\circ$), azimuti su graničnih položaja Sunca $-96,8^\circ$ i $38,8^\circ$. Prihvaćene pretpostavke o insolaciji omogućuju projektiranje svih prostorija u nizu u jednom traktu, jer je kut koji obuhvaća put Sunca u svako godišnje doba $135,6^\circ$. Ako se prihvati da je najmanji kut osunčavanja 15° , uzdužna os zgrade može odstupati od smjera sjever—jug za $53,8^\circ \dots 68,2^\circ$ od juga prema zapadu (sl. 7 i 8). Koju od ovih dviju orijentacija treba odabrati odlučuju potrebe produženog trajanja osunčavanja pojedinih prostorija, te potrebe dubljeg prodiranja Sunčevih zraka u prostorije. U zgradi orijentiranoj kao na sl. 8, podnevne Sunčeve zrake (11...13 sati) prodire dublje u prostorije.



Sl. 7. Maksimalno odstupanje uzdužne osi zgrade od smjera sjever—jug jest $68,2^\circ$ za najmanji kut osunčavanja od 15°



Sl. 8. Minimalno odstupanje uzdužne osi zgrade od smjera sjever—jug jest $53,8^\circ$ za najmanji kut osunčavanja od 15°

Udaljenost između stambene zgrade i ostalih paralelnih zgrada ili drugih zapreka na južnoj strani, a uz zadovoljenje spomenutih zahtjeva s obzirom na insolaciju, ne smije biti manja od šesterostruke visine zgrade.

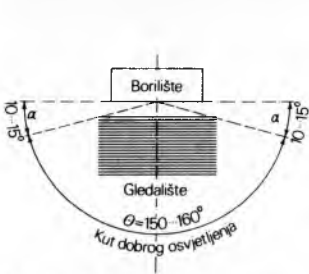
Bolničku zgradu najbolje je orijentirati prema jugu (iskorištenje djelovanja ultraljubičastih zraka, jednoliko osunčavanje bolesničkih soba ljeti i zimi). Ako se želi izbjeći pregrijavanje prostorija uz istodobnu insolaciju u dubini prostorija, bolesničke se sobe orijentiraju prema istoku. Jednoličnost zagrijavanja prostorija i fasada, te jednoličnost osunčavanja u toku dana postiže se orijentacijom pročelja zgrade na jugoistok. Uzimajući dozvoljeno odstupanje od 30° na obadje strane azimuta 45°, može se prihvatiti orijentacija unutar granice od 15° do 75°. Često zbog teškog izbora pogodnih parcela za gradnju bolnica, izuzetno su dozvoljena odstupanja u smjeru istoka ($A = -90^\circ$) ili jugozapada (ali ne više od $A = 15^\circ$).

Sportski objekti projektiraju se tako da osunčavanje što više iskoriste, da se zaštite od njegovog štetnog djelovanja, te s obavezanim zelenim pojasevima koji stvaraju povoljnu lokalnu klimu i zaštićuju od prašine i buke. Širina pojasa ovisna je o lokalnim uvjetima.

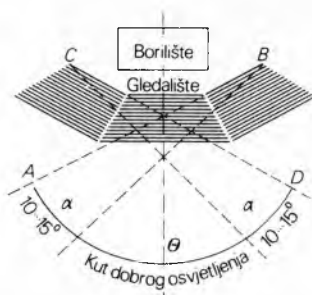
Sportska igrališta uglavnom se orijentiraju u pravcu sjever-jug, što može različito utjecati na protivničke momčadi. Osunčavanje u popodnevним satima uvjetuje postavljanje tribina na zapadnoj strani igrališta. Ako prirodni pad zemljišta ili brda zaklanjaju igralište od popodnevne i večernje insolacije, tribine se mogu i drukčije postaviti. Kad zrake Sunca padaju pod malim kutom (do 15°), smetaju sportašima i gledaocima. Igralište i gledalište treba zaštititi od takvog zračenja drvećem, tribinama, zgradama ili iskorištavajući terenske zapreke.

Plivački bazeni orijentiraju se duljim stranicama u pravcu sjever—jug. Dobro se osunčavanje bazena postiže kad se zgrade, drveće i slično u okolišu bazena smjeste tako da ne zasjenjuju vodu pri upadnom kutu Sunčevih zraka od 46°, III do IX mjesec.

Staze za sanjanje, skijanje ili skakaonice orijentiraju se u pravcu sjever—jug, s padinom okrenutom prema sjeveru. Tako se osiguravaju najbolji snježni uvjeti, te povoljna rasvjeta za takmičare i gledaoce.



Sl. 9. Gledalište s redovima mjesta u ravnim linijama. θ kut dobrog osvjetljavanja Suncem, α kut bliještenja Sunca gledaocima u oči



Sl. 10. Gledalište s redovima mjesta u lomljenim linijama. θ i α kao na sl. 9

Otvoreno gledalište smješta se tako da Sunčevo zračenje osvjetljava pozornicu ili borilište i da se Sunce nalazi iza leđa gledalaca, tj. da os gledališta ima azimut 150°...160° (sl. 9).

Kad je gledalište u obliku luka i izlomljeno (sl. 10), smanjuje se kut dobre rasvjete. Tada se dio gledališta zaštićuje od blještanja.

Prekrivene sportske dvorane, hale i bazeni smještaju se u pravcu istok—zapad s maksimalnim odstupanjem od 30°. Prozorski otvori postavljaju se po duljoj strani objekta, s obje ili bar s južne strane. Da bi se omogućilo prodiranje Sunčevih zraka, poželjno je da južni zid ima veće staklene plohe.

Danja rasvjeta

Danje svjetlo na nekom mjestu na Zemljinoj površini smjesa je direktnog zračenja Sunca filtriranog u atmosferi, difuznog zračenja atmosfere i zračenja reflektiranog od različitih objekata. Ono se i po intenzitetu i po sastavu mijenja tokom dana. Zato se kao standardno svjetlo, uglavnom jednolike spektralne raspodjele, uzima svjetlo sjevernog vedrog neba.

Postupak ozračivanja svjetlom, osvjetljavanja, naziva se rasvjeta. Ona može biti danja, umjetna, električna, plinska, dobra, loša itd. Rasvjeta uzrokuje osvjetljenje E površine na koju pada, koje se definira kao svjetlosni tok u lumenima koji pada na plohu jedinične ploštine, a navodi se u luksima ($lx = lm\ m^{-2}$), (v. *Fotometrija*, TE 5, str. 608). Ako je učinak na nekom mjestu ovisan i o trajanju osvjetljavanja, navodi se veličina osvjetljenost (ekspozicija $H = Et$, kojoj je jedinica lukssekunda ($lx\ s$)).

Tablica 4
FAKTOR DANJE RASVJETE

Potreba rasvjete	Osvjetljenje lx	Faktor danje rasvjete f %
Vrlo mala	30...50	0,6...1,0
Mala (grubi rad)	50...80	1,0...1,6
Srednja (polufini rad)	80...150	1,6...3,0
Velika (fini rad)	150...300	3,0...6,0
Vrlo velika (vrlo fini rad)	300...600	6,0...12,0
Izuzetno velika	više od 600	više od 12,0

Danja je rasvjeta neke plohe ovisna o nizu parametara, o geografskom položaju, orijentaciji, stanju atmosfere, doba dana i godine.

Danja rasvjeta na nekom mjestu u prostoriji ovisna je o upadnom kutu svjetlosnih zraka i o udaljenosti tog mjesta od svjetlosne plohe (fenestracija), o položaju, obliku, veličini i konstrukciji te plohe, faktoru propusnosti i njenom održavanju, faktoru refleksije stropa, zidova, namještaja i ostalih predmeta. Pri proračunu danje rasvjete, kao izvor svjetla uzimaju se te svjetlosne plohe (v. *Fotometrija*, TE 5, str. 608).

Rasvjeta se u prostoriji sastoji od direktnog danjeg svjetla, od reflektiranog vanjskog danjeg svjetla i od reflektiranog danjeg svjetla u prostoriji. Ovisna je o ploštini i položaju ostakljenih ploha, obliku i unutrašnjoj obradi prostorija, vanjskoj reflektirajućoj površini, zaprekama i dr. Direktno je svjetlo, svakako, najvažnije. Određuje se na osnovi tzv. *nebeske komponente*, tj. razine osvjetljenja neba u prostoriji čiji otvori nisu ostakljeni.

Fizička svojstva stakla utječu na transmisiju svjetla. Vanjska nečistoća na staklima ovisi o lokalnim uvjetima, tj. o zagađenosti atmosfere prašinom i dimom, a unutrašnja o zagađenosti zraka unutar prostorije, tehnološkog procesa i održavanju čistoće. Gubici svjetlosnog toka na prolazu kroz staklo koje se ne čisti dosižu nakon 6 mjeseci i do 50%, a ovisni su o nagibu prema vertikali.

Od svjetlosnog toka koji uđe u prostoriju samo jedan dio pada na radnu plohu koja se obično nalazi 0,80...1,00m iznad poda.

Faktor danje rasvjete f na nekom mjestu u prostoriji definira se kao odnos stvarnog osvjetljenja E_s na tom mjestu i vanjskog difuznog osvjetljenja E_v : $f = E_s/E_v$. Navodi se obično u postocima.

Međunarodni komitet za rasvjetu preporučuje da se osvjetljenje radnih prostorija određuje na osnovi vanjskog danjeg osvjetljenja od najmanje 5000lx. Pri tome treba uzeti u obzir da je u našim krajevima minimalno osvjetljenje vedrog neba 3000lx (u prosincu, u 9^h 15^m).

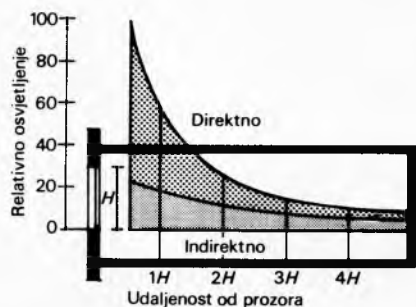
Osvjetljenje u prostoriji mijenja se od mjesta do mjesta, pa se obično računa za kritično radno mjesto ili za plohu 0,85m iznad poda, s upadnim kutom svjetla većim od 24°. Utvrđeno je da osvjetljenje u različitim prostorijama (škole, trgovine, radionice itd.) varira 30...50%.

Srednje horizontalno osvjetljenje u prostoriji E_{sr} dobiva se prema Frühlingu iz relacije:

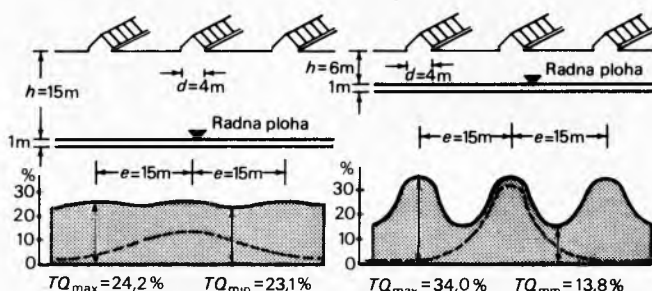
$$E_{sr} = E_v f \eta \frac{S_{pr}}{S_{po}}, \quad (1)$$

gdje je E_v vanjsko osvjetljenje prozora za vedrog neba, f omjer osvjetljenja unutrašnje i vanjske prozorske površine, η stupanj osvjetljenja prostorije ovisan o dimenzijama i obliku prostorije, obično 0,25...0,40, a S_{pr} i S_{po} ploštine prozora i poda.

Bočni prozori propuštaju danje svjetlo. Ta je rasvjeta nejednolika, jer se njezin intenzitet smanjuje udaljavanjem od prozora (sl. 11).



Sl. 11. Udio direktnog i indirektnog osvjetljavanja u prostoriji



Sl. 12. Osvjetljavanje prostorije svjetlarnicama na krovu ili na stropu

Rasvjeta je na otvorima stropa i na krovnim prozorima povoljnija jer je raspoređena jednoličnije u prostoriji (sl. 12).

Dobra danja rasvjeta u prostoriji stimulativno djeluje na subjektivno raspoloženje, te na kvalitetu i kvantitetu rada. Također se smanjuje umor i broj povreda pri radu te pojačava radna sposobnost (od 10-30%, pa i do 100%).

Minimalne površine otvora određuju se građevnim pravilnicima.

Najbolja je danja rasvjeta pri jednolikom i difuznom svjetlu. Ako se u radnoj prostoriji ne može spriječiti upad direktnog Sunčevog svjetla, treba ga zasjeniti (zastori, obojena stakla itd.) ili rasuti svjetlo (difuzori). *Blještanje* nastaje od direktnog svjetla, usmjerene refleksije na glatkoj površini i vrlo jakog kontrasta. Odnos osvjetljenja glavnog vidnog polja i njegove okoline treba biti, ovisno o namjeni prostorije, najviše 3:1 (škole, uredi, crtaonice) ili 5:1 (industrijske i obrtničke prostorije, trgovine).

Blještanje velikih svijetlih ploha oko radnog mjesta sprečava se dodatnom rasvjetom, koja više reflektira na radnom mjestu, ili manjom refleksijom okoline. Isto se djelovanje postiže i indirektnom rasvjetom. Da bi se predmeti dobro vidjeli, potrebni su kontrasti u osvjetljenju. *Sjenovitost S* definira se kao razlika osvjetljenja bez zastiranja E_0 i osvjetljenja uz zastiranje E_z prema osvjetljenju bez zastiranja E_0

$$S = \frac{E_0 - E_z}{E_0} \quad (2)$$

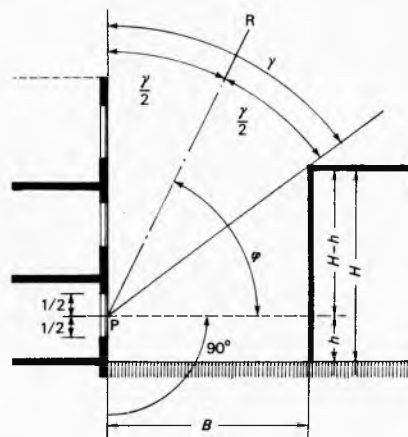
Za dobru rasvjetu sjenovitost treba biti u granicama 0,2-0,8.

Tok svjetla treba biti koso usmjeren da bi se zajedno s kontrastima i sjenama dobio što prirodni izgled predmeta.

Kada je potrebno ocijeniti ili usporediti boje predmeta, treba ih osvijetliti standardnim svjetlom sjevernog neba, dakle, takve plohe treba tako orijentirati da u prostoriju dolazi svjetlo samo sa sjeverne strane. U tamnim, nedovoljno osunčanim prostorijama, u prostorijama okrenutim prema sjeveru ili prostorijama s malim prozorskim otvorima, poboljšat će se osvjetljenje bojenjem zidova toplim bojama koje nadomještaju manjak Sunčevog svjetla. Bijela boja ima najveći postotak refleksije, ali je hladna. Ako je uz to prostor još i prevelik, svijetli topli tonovi vizuelno će ga smanjiti. Vrlo svijetle prostorije s velikim prozorskim otvorima orijentirane od jugo-

istoka do jugozapada, bit će udobnije i ugodnije ako se boje tamnim bojama. Ako se ne želi velika refleksija od stropa, treba ga obojiti u slabo tamnom tonu.

Razmak se zgrada određuje s obzirom na željeno osvjetljenje pojedinih prostorija (sl. 13). Osvjetljenje prozora, različito je s obzirom na orijentaciju zgrade, bez obzira na visinu Sunca. Najjednoličnije je na sjevernoj strani.



Sl. 13. Razmak zgrada B određuje se iz uvjeta željenog osvjetljavanja. R smjer središnjeg položaja Sunca, P prozor s najmanjim osvjetljavanjem, h srednja visina tog prozora, γ kut mogućeg osvjetljavanja, H visina zgrade koja zasjenjuje

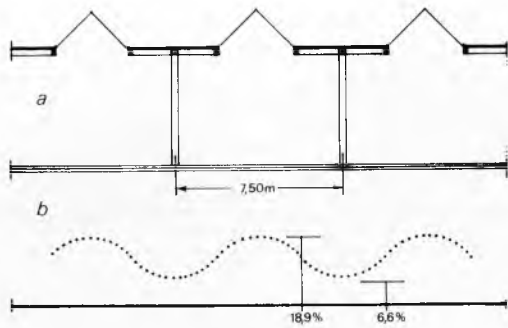
Zgradu treba postaviti tako da dnevno svjetlo može doprijeti bez smetnji do svih ostakljenih ploha. Za rasvjetu prostorija u zgradi s otvorima (ostakljenim ploham) koji su okrenuti prema drugim objektima ili zaklonima, važna je udaljenost i boja ovih objekata ili zaklona. Udaljenost treba biti najmanje dva puta veća od njihove visine.

Prirodna rasvjeta u stanovima doprinosi stvaranju ambijenta za boravak i odmor. Posebno je važno da prozori osiguravaju pogled na okoliš. Čovjeku je potrebna veza s prirodom. Osobito ako su manje prostorije i niži strop. Zato ostakljenje neke prostorije za boravak po danu treba biti to veće što je manja prostorija.

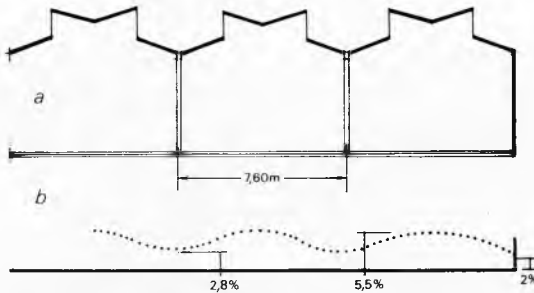
Prirodna rasvjeta radnih prostorija. Prirodna rasvjeta radnica postiže se bočnim prozorima i krovnim (stropnim) svjetlarnicama.

Razmak između stropa i gornjeg ruba prozora treba biti što manji da što više danjeg svjetla uđe u prostoriju. Visina parapeta treba biti ~1m u uredskim prostorijama, a najmanje ~2m u proizvodnim halama. Prozori daju dovoljno svjetla ako je mala dubina prostorije. Najveća se dubina prostorije b koja se može potpuno osvijetliti, uz visinu H , određuje za jednostrani prozor iz empirijske formule: $b = 2(H - 0,8)$. Za jednostrani prozor sa staklenim prizmama (opekama): $b = 3(H - 0,8)$. Za prozore na dvije stijene $b = 4(H - 0,8)$. Pri tome treba paziti da su prozori jedina veza s prirodom, potrebna zbog psihofizičke ravnoteže i akomodacije vida na bliske i daleke predmete. Prozori su, koji gledaju u neugledni ambijent, od matiranog stakla.

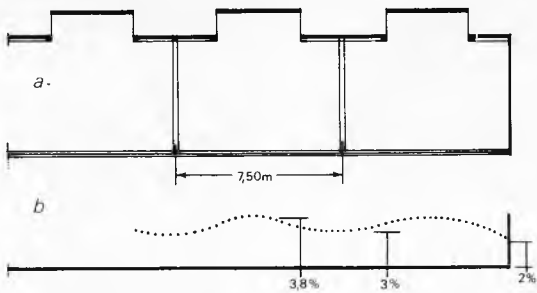
Širina se suvremenih industrijskih hala uvjetuje tehnološkim procesom, raspoloživim zemljištem ili često ekonomskim razlozima. Hala je redovito šira od obostranih dubina svjetlosnog toka. Suvremeni tehnološki procesi zahtijevaju procesni tok u zatvorenim prstenovima radi ekonomičnijeg unutrašnjeg transporta, te industrijski pogoni dobivaju oblik prostranih prizemnih dvorana. U takvim je prostorijama visina u odnosu na duljinu i širinu relativno mala te se zanemaruju fasadni prozori kao isključivi izvor dnevne rasvjete. Takve se dvorane ili hale osvijetljuju kroz ostakljene, različito oblikovane otvore na krovu, tzv. svjetlarnike. Kroz njih prolazi relativno mnogo svjetla, pa se svjetlarnici i najviše primjenjuju i za danju rasvjetu industrijskih hala (sl. 14). Osnovni je nedostatak svjetlarnika što se ne raspoređuje jednoliko danje svjetlo u hali, i što omogućuje direktan upad Sunčevih zraka.



Sl. 14. Trokutni krovni svjetlarnici. *a* presjek kroz zgradu, *b* raspored osvjetljenja



Sl. 15. Okrugli krovni svjetlarnici s otvorima sa strane. *a* presjek kroz zgradu, *b* raspored osvjetljenja

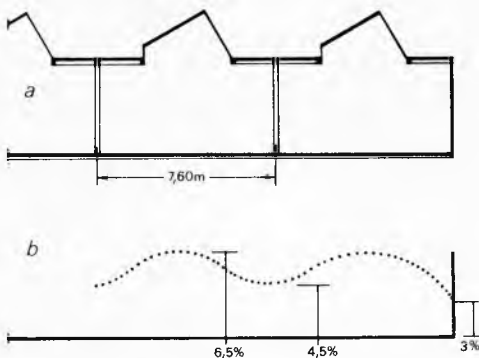


Sl. 16. Pravokutni krovni svjetlarnici s otvorima sa strane. *a* presjek kroz zgradu, *b* raspored osvjetljenja

Toplinsko djelovanje u toku ljeta može biti neugodno za zaposlene. Zbog toga se svjetlarnici u toku ljeta ponegdje premazuju vapnenim mlijekom, čime se smanjuje osvjetljenje u hali.

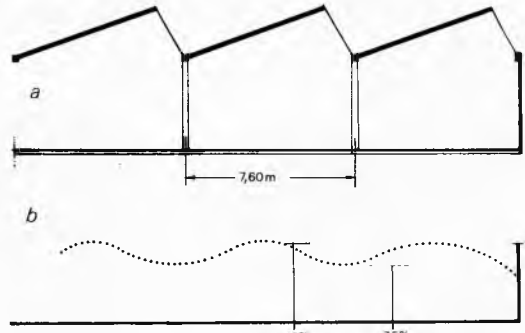
Svjetlarnici omogućavaju lako provjetranje, a njihova vertikalna stakla manje se onečišćuju. Ni ovi svjetlarnici ne sprječavaju direktan upad svjetla u halu. Osim kupolnih svjetlarnika izrađuju se i četverokutni ili višekutni svjetlarnici, koji puštaju manje svjetla, ali se lakše izvode. Svjetlarnike je najbolje orijentirati na istok ili na zapad.

Nazubljen krov (shed-krov) (sl. 17) jest najčešći na prizemnim industrijskim halama. Ako su njegove ostakljene plohe okre-

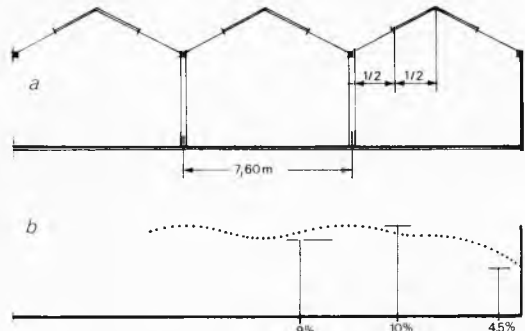


Sl. 17. Nazubljeni krov s otvorom na jednoj strani. *a* presjek kroz zgradu, *b* raspored osvjetljenja

nute prema sjeveru, zrake svjetla ne ulaze direktno u halu i rasvjeta je jednolika, pogotovo ako se neostakljeni dio stropa oboji bijelo (sl. 18). Širina zubaca nazubljenog krova treba biti manja od dvostruke visine izmjerene od tla do noseće grede krova. Umetanjem staklenih crepova ili providnih plastičnih ploča u pokrov (crepovi od salonitne ploče, valoviti lim i dr.) postiže se jednoliko i dovoljno osvjetljenje u hali (sl. 19). Staklom *Termoluks* koje apsorbira toplinu ostvaruje se zaštita od prevelike topline ljeti. Taj se način krovne rasvjete industrijskih hala najviše primjenjuje u krajevima s malo sunčanih dana. Kombinacijom krovne i bočne rasvjete postiže se također i dobra i jednolika rasvjeta.



Sl. 18. Nazubljeni krov s otvorima na jednoj strani i bijelo obojenom drugom stranom. *a* presjek kroz zgradu, *b* raspored osvjetljenja



Sl. 19. Osvjetljavanje prostorije providnim ili prozirnim krovom ili dijelovima krova. *a* presjek kroz zgradu, *b* raspored osvjetljenja

Indeks ostakljenja *i* definira se kao odnos ploština ostakljenog krova *T* i poda *S*: $i = T/S$. Neovisno o tome da li je horizontalno osvjetljenje ostvareno ostakljenim kosim krovovima, nazubljenim krovovima ili različitim svjetlarnicima, optimalni (empirijski) odnos indeksa ostakljenja i faktora danje rasvjete, uz pretpostavku vanjskog osvjetljenja od 5000lx, iznosi $i = 4f$.

Minimalni iznosi indeksa ostakljenja *i* za radionice jesu: montažne radionice 0,5, radionice za finu obradu 0,5, radionice za srednjefinu obradu 0,15, radionice za grubu obradu 0,1.

Prirodna rasvjeta u školama i postizavanje dovoljnog osvjetljenja osnova su pri njihovom projektiranju.

Škole se većinom grade kao višekatne zgrade i u njih se danje svjetlo uvodi kroz fasadne prozore. Često se danje učionice kao prizemne prostorije u kojima se danje svjetlo uvodi i kroz dodatne otvore. To su gornji otvori iste orijen-

Tablica 5

ODNOS OSTAKLJENJA I FAKTORA DANJE RASVJETE

Ostakljenje <i>i</i>	Faktor danje rasvjete <i>f</i>	Unutrašnje osvjetljenje lx
0,08	0,02	100
0,12	0,03	150
0,2	0,05	250
0,4	0,1	500

tacije kao i prozori na fasadama; gornji otvori suprotno orijentirani od prozora na fasadama; gornji prozori na srednjem (hodničkom) zidu pri sniženom stropu hodnika ili gornji prozori iz hodnika; te dodatni otvori ili prozori na stražnjem zidu učionica.

Za razred standardne veličine, odnosno za određeni broj učenika, danja rasvjeta kroz fasadne prozore daje dovoljno svjetla na klupe, stolove, katedru i ploču ako veličina prozora odgovara dubini učionice i ako Sunčeve svjetlosne zrake direktno ne upadaju u učionicu za vrijeme obuke ili nastave.

Gornji otvori orijentirani kao i prozori na fasadi propuštaju danje svjetlo iz istog smjera do najudaljenijeg reda klupa (stolova) uz zid hodnika. Postoji mala razlika u osvjetljenju između prvog reda klupa uz prozore i zadnjeg reda uz zid hodnika. Preporuča se da taj odnos ne bude veći od 10:1. Zbog kosog krova povećava se indirektna komponenta danje rasvjete jer reflektira direktni svjetlosni tok i doprinosi jednolikom osvjetljenju cijele učionice. Takva je konstrukcija kompliciranija, a gradnja i održavanje skuplje. Mehanizmi za otvaranje gornjih prozora lako se kvare. Djelovanje direktnih Sunčevih zraka sprečava se difuznim staklom. Postavljanjem gornjih otvora suprotno orijentiranih od prozora na fasadama nije poboljšan efekt danje svjetlosti, jer oni ne doprinose većem osvjetljenju klupa uz zid hodnika. Isto tako slabe rezultate daju i gornji prozori u zidu hodnika (bilo da je strop hodnika snižen, bilo da se koristi svjetlom s hodnika). Otvaranje dopunskih otvora na stražnjem zidu učionice jest dopuna direktnoj i indirektnoj komponenti rasvjete. To svjetlo može zablješati nastavnika ako je dio neba svjetliji od onog dijela prema kojemu su okrenuti prozori na zidu fasade. Budući da su fasade s prozorima orijentirane najčešće prema jugu, ovi su prozori orijentirani prema istoku ili zapadu, pa danja rasvjeta zasjenjuje radna mjesta.

Od direktnog upada Sunčevih zraka u učionice zaštićuje se ili nepokretnim stalnim zaštitnim sredstvima (isturene ploče iznad prozora, vertikalne i horizontalne lamele ili brisoleji), ili pokretnim platnenim zavjesama i aluminijskim lamelama (venecijanerima).

Prvi način za naše klimatske prilike nije praktičan, jer smanjuje efektivnu visinu prozora i faktor danje rasvjete te zahtijeva dopunsku umjetnu rasvjetu (osim u primorskim krajevima s velikim brojem sunčanih dana). Zastori smanjuju visinu gornjeg ruba prozora zbog smještaja mehanizma za njezovo dizanje i spuštanje. Najpodesniji su venecijaneri jer sprečavaju direktan upad Sunčevih zraka, a istovremeno omogućuju prodiranje danje svjetlosti u učionicu te pogled u okoliš. Preporuča se da osvjetljenje učionica bude najviše 500 luksa, a najmanje 200 luksa, tj. faktor danje rasvjete $0,05 \dots 0,1$, a indeks ostakljenja $0,2 \dots 0,4$. Izbor indeksa ostakljenja obavlja se s obzirom na utjecaj orijentacije prostorije i klimatskih uvjeta na toplinski režim i faktor f . Boje zidova i namještaja moraju biti svijetle i harmonične (izbjeci tzv. praktične boje na kojima se nečistoća manje primjećuje) da bi se što više reflektiralo svjetlo. U industrijskim pogonima, u kojima se radi u više smjena, te u učionicama u kojima se nastava obavlja u više smjena, umjetnom se rasvjetom koristi i danju kada je nedovoljno danje svjetlo. Potrebno je da radna površina ima dovoljno svjetla za određeni rad kao i neposredna okolina u vidnom polju. Boje zidova, strojeva i namještaja moraju biti harmonične — mat površine, tj. na njima se ne smiju zrcaliti prozori ili svjetiljke. Prostor u kojima se radi ili uči moraju se tako graditi da im je osigurana barem tolika danja rasvjeta koliko se preporuča za umjetnu rasvjetu tih prostorija. Praktično će danja rasvjeta biti znatno veća od one koja se preporučuje za umjetnu rasvjetu.

LIT.: H. Langer, Planen und Gestalten. Erlenbach, Zürich 1952. — Cords-Parchim, Technische Bauhygiene. Teubner Verlag, Leipzig 1958. — N. Despot, Svjetlo i sjena. Tehnička knjiga, Zagreb 1966. — M. Tvarooski, Sunce u arhitekturi. Građevinska knjiga (prijevod), Beograd 1969. — Derek Filips, Osvjetljenje u arhitektonskom projektovanju. Građevinska knjiga (prijevod), Beograd 1971. — H. Frieling, Farbe im Raum. Angewandte Farbenpsychologie. Callway Verlag, München 1974.

S. Hasanagić Z. Jakobović

INSTRUMENTALNE METODE ANALITIČKE KEMIJE, metode analize kemijskog sustava, u kojima se za dobivanje podataka o analitu upotrebljavaju instrumenti. To su većinom složeni uređaji, koji podatke o reagiranju ispitivanog sustava na promjene pobuđene reagensima prevode u električni oblik pogodan za registraciju ili dalju električnu obradu. Za razliku od instrumentalnih metoda, u kemijskim (tzv. klasičnim) analitičkim metodama (v. *Kemijska analiza*) za opažanje ili mjerenje promjena dovoljni su jednostavni uređaji neelektrične prirode.

U ovom se članku opisuju slijedeće grupe instrumentalnih metoda analitičke kemije: elektrokemijske, optičke i termokemijske metode, te automatska analiza. Zasebno će biti opisane spektrometrijske metode (v. *Spektrometrija*), radiokemijske metode (v. *Radiokemija*), kromatografske analitičke metode (v. *Kromatografija*), metode u kojima se upotrebljava rendgensko zračenje (v. *Rendgenska tehnika*), te fluorescencija i fosforescencija (v. *Luminescencija*). Neke od instrumentalnih metoda već su opisane: turbidimetrija, nefelometrija i raspršenje svjetla (v. *Električna mjerenja*, TE3, str. 590), elektroforeza (v. *Elektrokinetičke operacije*, TE4, str. 397), elektronska mikroskopija (v. *Elektronski mikroskop*, TE5, str. 6) i fotometrija (v. *Fotometrija*, TE5, str. 608).

Analiza je kemijskog sustava vrlo važna djelatnost u istraživačkom radu, tehnologiji, medicini i ekologiji. Neka važnija područja primjene instrumentalnih metoda analize jesu: utvrđivanje sastojina materijala, istraživanje strukture i kvantitativnog sadržaja uzorka, analiza slitina, analiza lijekova, otkrivanje sastava polimera, analiza otrovnih supstancija, određivanje загаđivača okoline (kao što su npr. teški metali i organski klorini pesticidi), ispitivanje industrijskih otpadnih tvari, određivanje količine različitih elemenata i spojeva u tjelesnim tekućinama i drugo.

Od 1945. godine intenzivno se razvija nova grana analitičke kemije koja nastaje pod utjecajem naglog razvoja elektronike i optike. Kvalitativna i kvantitativna analiza (v. *Kemijska analiza*) danas više nije orijentirana samo na kemijske reakcije, već i na pogodne fizičke pojave. Ipak taj drugi princip analize nije nov. G. Kirchhoff i R. W. Bunsen još su 1860. godine objavili rad *Chemische Analyse durch Beobachtung des Spektrums*, u kojem opisuju mogućnost analize primjenom fizičke pojave. Nešto kasnije biljež se počeci razvoja spektrometrije masa (W. Wien, 1898) i elektrodepozicije (C. Winkler, 1899). U XX stoljeću dolazi do razvoja nekih danas vrlo poznatih analitičkih metoda. Bile su to konduktometrijska titracija (F. W. Kuster, M. Grüters, 1903), fluorescencija pomoću X-zraka (C. G. Barkla, C. A. Sadler, 1907), ultravioletna i vidljiva spektrofotometrija (R. Berg, 1911), difrakcija pomoću X-zraka (W. H. Bragg, W. L. Bragg, 1913), polarografija (J. Heyrovský, 1922), radiometrijska titracija (R. Ehrenberger, 1925), spektrografija plamenom fotometrijom (H. G. Lundegardth, 1928), infracrvena spektrofotometrija (J. Lecompte, 1928), neutronska aktivacijska analiza (G. Von Hevesy, H. Levi, 1936), kulometrijska titracija (L. Szebellédy, Z. Somogyi, 1938), nuklearno-magnetska rezonancija (E. M. Purcell, H. C. Torrey, R. W. Pouno, 1945), spektrografija atomskom apsorpcijom (A. Walsh, 1955) i spektrografija atomskom fluorescencijom (J. D. Winefordner, T. J. Vickers, 1964).

Djelatnost analitičkog kemičara sastoji se od ispitivanja određene tvari ili usavršavanja analitičkog postupka. Te se djelatnosti često međusobno isprepliću. Pojedine faze rada u analitičkoj kemiji jesu: postavljanje analitičkog zadatka, izbor prikladne metode, uzimanje uzorka, priprema uzorka za mjerenje (npr. otapanje, razrjeđivanje, obogaćivanje i odjeljivanje analita uzorka), mjerenje, utvrđivanje sastava uzorka, odnosno izračunavanje koncentracije analita i procjena rezultata mjerenja.

Uzorak je dio tvari, izuzetno cjelovita tvar, o kojoj se traži analitička informacija. *Analit* je sastavni dio uzorka, supstancija koju treba ispitati. To mogu biti atomi (ioni), radikali, funkcionalne grupe ili molekule (makromolekule). *Matrica* je dio uzorka koji preostaje kad se izuzme analit. Odnos uzorka prema cjelokupnoj količini materijala jest često vrlo malen, pa je stoga pravilno uzimanje uzorka neobično važno. Uzorak za analizu treba biti reprezentant skupa cjelokupne tvari, a to znači da u tom uzorku moraju biti sadržane iste informacije o kvalitativnom i kvantitativnom sastavu, kao i u cjelokupnoj tvari. Svaka komponenta uzorka je konstituent koji se može klasificirati kao glavna komponenta (>10% materije), sporedna komponenta (1...10%) i tragovi (<1%). Tragovi se dalje dijele na