

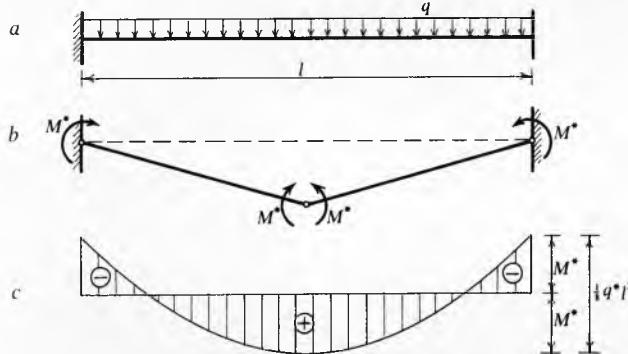
Mekhanizam loma može se direktno odrediti samo za jednostavne oblike statički neodređenih sustava. Takav jedan sustav prikazan je na sl. 25 (obostrano upeta greda opterećena jednolikom raspodijeljenim opterećenjem). S porastom opterećenja najprije se stvaraju plastični zglobovi na mjestima uklještenja, čime se dobiva slobodno oslonjena greda. S daljim porastom opterećenja stvara se plastičan zglob i u sredini raspona, pa granični moment iznosi

$$2M^* = \frac{1}{8}q^*l^2. \quad (89a)$$

Tada je jednoliko raspodijeljeno kritično opterećenje

$$q^* = \frac{16}{l^2}M^*. \quad (89b)$$

Granično se opterećenje, dakle, određuje iz mehanizma loma. Kad je taj mehanizam poznat, lako se primjenom principa virtualnih radova nalazi kritično opterećenje. Međutim, on redovito nije poznat, pa se problem rješava primjenom dvaju ekstremnih principa, statičkog i kinematičkog.



Sl. 25. Jednoliko opterećena greda, upeta na oba kraja, jest jednostavan, statički neodređeni sustav. a) skica grede, b) raspored za računanje principom virtualnih radova, c) dijagram momenata uzduž grede

a) *Statički poučak.* U statički neodređenom sustavu može postojati beskonačno mnogo različitih ravnotežnih stanja. Svako moguće ravnotežno stanje, kad nije prekoračen moment pune plastičnosti, spada u grupu statički mogućih sustava. Statički poučak tada glasi: Ako postoji barem jedna statički moguća raspodjela sila, onda promatrani sustav može prenijeti zadano opterećenje.

Pripadno vanjsko opterećenje P_s tada nije veće od graničnog opterećenja; od svih mogućih sustava bira se onaj za koji je vanjsko opterećenje P_s najveće, a to je onda ujedno i sila loma, tj.

$$P^* = \max P_s. \quad (90)$$

b) *Kinematički poučak.* Taj se poučak odnosi na mehanizme loma u koje je moguće pretvoriti nosač.

Mehanizam loma obično nije poznat, ali se može pretpostaviti, pa se za takav pretpostavljeni mehanizam može napisati jednadžba radova, odakle se dobiva neka sila P_k koja nije i stvarna kritična sila. Kinematički poučak tada glasi: Za zadani sustav i raspored opterećenja vrijednost je opterećenja koje se dobiva iz zadanog mehanizma veća ili jednaka vrijednosti graničnog opterećenja, tj. $P_k \geq P^*$. Tada za sve kinematički moguće mehanizme i za sve moguće nađene sile P_k vrijedi

$$P^* = \min P_k. \quad (91)$$

Pri tom je kinematički mogući sustav pomaka onaj koji je dozvoljen kinematičkim vezama sustava. Za linjski sustav te su veze zglobovi, pa se dobiva kinematički lanac. Taj mogući sustav pomaka ne smije narušavati rubne uvjete pomaka.

Na temelju obaju poučaka dobiva se

$$P_s \leq P^* \leq P_k. \quad (92)$$

Graničnom opterećenju P^* odgovara jedan stvarni kinematički mogući sustav pomaka; to je mehanizam koji je kinematički mogući, a osim toga on daje takve unutrašnje sile da ni u jednom presjeku nije poremećen uvjet plastičnosti.

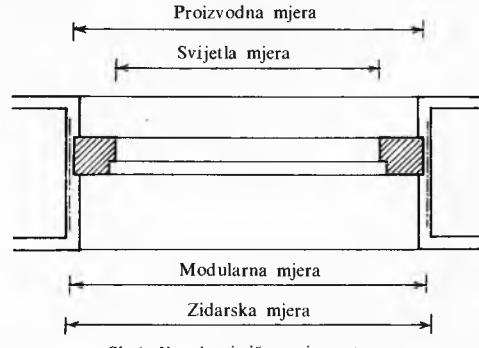
Kad je granično opterećenje poznato, može se odabrat i prikladno dopušteno opterećenje, čime je riješeno i dimenzioniranje nosača. Kao što je već naglašeno, od konstanata materijala potrebno je znati samo naprezanje pri plastičnom tečenju σ_T koje se doznae eksperimentom, obično pomoću vlačnog ispitivanja pokušne gredice.

Metoda je granične ravnoteže postupak kojim se procjenjuje nosivost čitavog konstruktivnog sustava, bez obzira na lokalno prekoračivanje otpornosti materijala, čime se dobiva logičniji kriterij za dimenzioniranje.

LIT.: A. M. Freudenthal, H. Geiringer, The Mathematical Theories of the Inelastic Continuum. Handbuch der Physik, Vol. VI. Springer, Berlin 1958. — M. Reiner, Rheology. Ibid. — B. G. Neal, The Plastic Methods of Structural Analysis. Chapman and Hall, London 1965. — Ю. Н. Работин, Ползучесть элементов конструкций. Наука, Москва 1966. — L. M. Kachanov, Foundations of the Theory of Plasticity. Northholland Publ. Co., Amsterdam-London 1971. — M. Reiner, K. Weissenberg, A Thermodynamic Theory of the Strength of Materials (Sel. Papers on Rheology). Elsevier, Amsterdam 1975. — W. N. Findley, J. S. Lai, K. Onaran, Creep and Relaxation of Nonlinear Viscoelastic Materials. Northholland Publ. Co., Amsterdam-New York-Oxford 1976. — W. Wagner, G. Erhart, Praktische Baustatik, Bd. 2. Teubner, Stuttgart 1977. (Prijevod: Praktična građevinska statika, dio 2. Građevinska knjiga, Beograd 1980). — V. Brčić, Otpornost materijala. Građevinska knjiga, Beograd 1978. — M. J. Marcinkowski, Unified Theory of the Mechanical Behaviour of Water. J. Wiley and Sons, New York 1979.

V. Brčić

OTVORI, proboji u stijeni, zidu, ogradi, stropu, podu i krovu, koji mogu biti otvoreni ili zatvoreni s posebnim ugrađenim elementima (prozori, vrata i sl.). Otvor u stijeni i zidu završava s gornje strane ravnim ili lučnim nadvojem koji preuzima opterećenja iznad otvora i prenosi ih na bočna uporišta. Bočno je otvor omeđen špaletama (ostijenjem), na donjoj strani ima parapetni zid koji najčešće nosi naslon i zajedno se naziva parapet, a ako seže do poda, završava pragom. Otvori mogu biti različitih oblika, a najčešće su pačet-tvorinasti. Otvor i elementi koji se u njih ugrađuju označuju se u načrtima širinom (sl. 1): *zidarska mjera*, mjera širine i visine zidanog otvora bez žbuke; *proizvodna mjera*, mjera vanjske širine i visine elemenata koji se ugrađuje u otvor; *modularna mjera*, proizvodna mjera povećana za 1 cm; *svjetla mjera*, unutrašnja mjera širine i visine okvira koji je ugrađen u otvor.



Sl. 1. Karakteristične mjere otvora

PROZORI

Prozor je drvena, metalna, armiranobetonska, plastična ili kombinirana konstrukcija ugrađena u otvor, s pokretnim ili nepokretnim krilima za osvjetljenje i provjetravanje prostorija. On je važan građevni element o kojem ovisi upotrebljivost zgrade, a njegov oblik, izgled i raspored odlučni su faktori

u estetskom oblikovanju vanjskog izgleda građevine i unutrašnjih prostorija. Balkonska vrata smatraju se prozorom koji seže do poda.

Funkcije su prozora: osvjetljenje prostorija, toplinska zaštita, prozračivanje, zaštita od atmosferskih utjecaja, zvučna zaštita i osiguranje građevine.

Osvjetljenje prostorija. Veličina prozora radi osvjetljenja prostorija određuje se empirijski omjerom ostakljene površine i podne površine, već prema namjeni prostorije, a iznosi za stambene prostorije $1/6 \dots 1/8$, za upravne zgrade $1/6 \dots 1/7$, a za škole i bolnice $1/5 \dots 1/3$ podne površine. Takvo određivanje površine prozora nije uvijek dovoljno, jer zanemaruje više faktora koji utječu na danje svjetlo, a to su dimenzije prostorija, položaj prema strani svijeta, visina, udaljenost i boja suprotnih objekata, oblik otvora i njegov položaj u stijeni, boja zidova, stropa i poda, i niz drugih teško mjerljivih faktora. Standard JUS U.C9.100 daje osnovne zahtjeve i elemente za potrebno dnevno osvjetljenje pojedinih prostorija s obzirom na njihovu namjenu, te raspored i održavanje svjetlosnih površina (v. *Insolacija*, TE 6, str. 488). Oblik i položaj prozora utječe na rasvjetu prostorija. Povoljno je mjesto za smještaj prozora u sredini šire stijene prostorije i rasvjeta je to jednoličnija što je prozor širi. Širok prozor može se podijeliti na uže prozore, ali međustupovi moraju biti uži od 120 cm da bi se izbjeglo jače osjenjenje. Stupovi uz zidove moraju biti široki $60 \dots 80$ cm da bi se mogli smjestiti zastori i pokućstvo, te da bi se dobio dojam zatvorene prostorije. Visina prozora određena je visinom prostorije, visinom parapeta i nadvoja. Kroz visoki prozor bolje je osvjetljena prostorija, a što je nadvoj manji, to je jača refleksija osvjetljenog stropa. Visina parapeta ovisi o namjeni prostorije. U stambenoj prostoriji ona iznosi obično $80 \dots 90$ cm, u radnoj prostoriji $90 \dots 100$ cm, u kuhinji $100 \dots 125$ cm, u sporednim prostorijama $130 \dots 150$ cm, a u garderobi 175 cm. Ako su uz parapet smješteni radijatori, parapet mora biti za ~ 20 cm viši od radijatora.

Parapet na gornjoj strani završava prozorskom klupčicom, koja je na vanjskoj strani prekrivena limom, pločama naravnog ili umjetnog kamena ili azbestnog cementa, a na unutrašnjoj

drvotom, keramitom ili kamenom. Kad je parapet niži od 70 cm ili kad je prozor bez parapeta, stavlja se zaštitna parapetna rešetka s vanjske strane. Kad su zidovi debeli, parapetni zid često je oslabljen, a špaletni su zidovi skošeni radi bolje rasvjete. Jednoličnost rasvjete prostorija može se postići svjetlom bojom stijena i stropova, uskim prozorskim međustupovima i primjenom stakla koje raspršuje svjetlo. Zbog štednje preporučuje se da prozori ne budu veći negoli je rasvjeto-tehnički potrebno, te da se samo dio prozora može otvarati.

Toplinska zaštita. S obzirom na toplinsku zaštitu prozor je slaba točka u vanjskoj stijeni, pa transmisijski gubici topline kroz prozore mogu biti veliki. Smanjenje gubitaka topline postiže se ograničenjem veličine prozora, višestrukim ostakljnjem, izborom pogodnog materijala za okvire i brtvenjem prozora.

Standard JUS U.J5.600 propisuje koeficijent prolaza topline k za prozore i balkonska vrata (tabl. 1).

S propisanim vrijednostima koeficijenta k smiju se ugrađivati prozori samo kad ukupna ostakljena površina nije veća od $1/7$ površine poda prostorije. Prozori većih dimenzija smiju se ugrađivati ako prosječna vrijednost koeficijenta k zida s prozorom nije veća od prosječne vrijednosti k dopušteno standardom, koja bi se dobila da ostakljena površina prozora iznosi $1/7$ površine prostorije.

Prozračivanje. Prema propisu svaka prostorija mora imati najmanje jedan otvor koji se može otvarati radi prirodnog prozračivanja, a koji nije manji od trećine ukupne površine otvora. Kad prostorija ima umjetnu ventilaciju, uz zatvorene prozore mora biti osigurana minimalna izmjena zraka od $20 \text{ m}^3/\text{h}$ po osobi. Prirodno prozračivanje ostvaruje se uzgonom zraka zbog razlike temperature zraka u prostoriji i u okolišu, ili zbog vjetra.

Djelovanjem uzgona topli zrak struji iz prostorije kroz gornji dio otvorenog prozora i kroz procijepu u okoliš potiskivan od težeg hladnog zraka koji struji kroz donji dio u prostoriju. Suprotni smjer strujanja zraka može se pojavitи ljeti, kad je zrak u prostoriji hladniji nego izvan nje. Volumen prozračivanja ovisi o razlici unutrašnje i vanjske temperature, o visini otvora i o razlici tlakova koja pri tom nastaje i koja raste s udaljenosću od ravnine u sredini otvora. Što je nadvoj manji i parapet niži, to je prozračivanje uzgonom jače. Prozračivanje je najintenzivnije kad prozori sežu od poda do stropa.

Vjetar na udarnoj strani zgrade stvara nadtlak, a na suprotnoj strani, u zavjetrimi, podtlak. Nadtlak utiskuje sveži zrak kroz otvore i nedovoljno zabrtvene reške u prostoriju, a podtlak siše zrak iz prostorije. Za prozračivanje vjetrom najprikladniji su posebni prozračni otvori u obliku procijepa i proreza u konstrukciji prozora, koji omogućuju reguliranje i usmjerivanje struje zraka.

Zaštita od atmosferskih utjecaja određena je standardom JUS D.E8.193 prema kojemu je propisana dopuštena propustljivost prozora i balkonskih vrata. Dopuštena količina zraka koji prolazi kroz reške i procijepu između krila i doprozornika ovisi i o razlici tlakova prilikom ispitivanja, o mjestu ugradnje, te o visini, obliku i izloženosti građevine vanjskim utjecajima. Postoje 4 kategorije nepropusnosti (tabl. 2). Kategorija A odnosi se na najblaže, B na srednje, C na teške i posebni uvjeti na vrlo teške slučajeve.

Tablica 2
PROPUSTLJIVOST PROZORA I BALKONSKIH VRATA

Kategorija	Razlika tlakova pri pokusima Pa	Dopušteno propuštanje zraka po duljini reške $\text{m}^3 \text{m}^{-1} \text{h}^{-1}$	Brzina vjetra km h^{-1}
A	10...50	2,0...6,0	33
B	10...150	2,0...12,5	55
C	10...300	1,0...9,5	79
Posebni uvjeti	10...500	1,0...13,5	105 i više

Tablica 1
KOEFICIJENT PROLAZA TOPLINE k ZA PROZORE I BALKONSKA VRATA S OKVIRIMA RAZLIČITIH TOPLINSKIH PROVODNOSTI λ

Ostakljenje	Koeficijent prolaza topline k $\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$		
	za drvo, PVC i kombinacije drva i PVC ($\lambda < 0,35 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)	za toplinski izolirane metalne okvire ($0,35 < \lambda < 1,2 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)	za metal i beton ($\lambda > 1,2 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)
Jednostruki okvir s dvosstrukim izostaklom (6 mm zraka među staklima)	3,3	3,5	3,8
Jednostruki okvir s dvosstrukim izostaklom (12 mm zraka među staklima)	3,0	3,3	3,5
Jednostruki okvir s trostrukim izostaklom ($2 \times 12 \text{ mm}$ zraka među staklima)	1,9	21	2,3
Jednostruki okvir sa spjenim krilima (krilo na krilo)	2,8	3,0	3,3
Jednostruki okvir sa spjenim krilima (jedno izostaklo i jedno obično staklo)	2,0	2,6	2,8
Jednostruki okvir sa spjenim krilima (dva izostakla)	1,7	2,0	2,3
Dvostruki okvir s razmaknutim staklima	2,6	—	—

Dopuštena propustljivost prozora i balkonskih vrata za vodu navedena je u tabl. 3. Standard predviđa također 4 kategorije nepropusnosti.

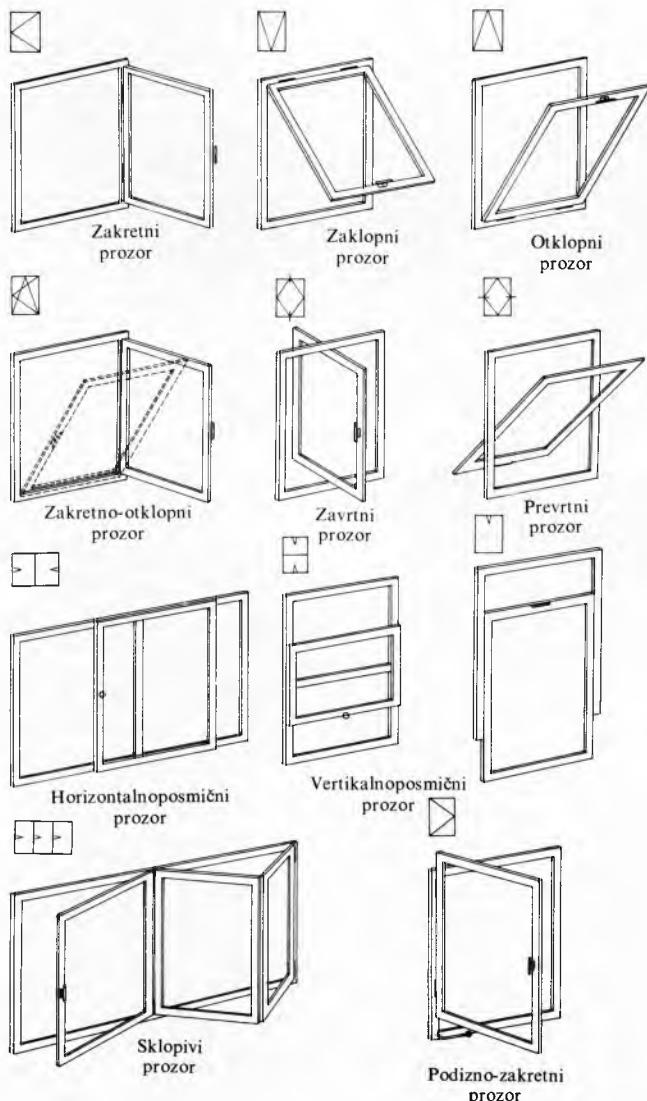
Tablica 3

PROPUSTLJIVOST PROZORA I BALKONSKIH VRATA
ZA DOPUŠTENU KOLIĆINU VODE $2,0 \text{ L/m}^2$ I TRAJANJE
DJELOVANJA VJETRA 10 MINUTA

Kategorija	Razlika tlakova Pa	Ocjena kvalitete
A	50	Zatvoreni prozor ne smije kroz reške propustiti vodu u unutrašnjost prozora ili prostorije
B	150	
C	300	
Posebni uvjeti	—	

Zvučna zaštita. Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za zvučnu zaštitu zgrada propisuje da se zvučna izolacija prozora računa kao srednja vrijednost izolacije u frekventnom opsegu od $100\cdots3150 \text{ Hz}$ i mora zadovoljiti vrijednost od 30 dB u stambenim, poslovnim i javnim zgradama, a 35 dB u bolnicama.

Jednostruki prozori zbog male težine nedovoljno štite od zvuka, a dvostruki su prozori mnogo djelotvorniji. Preporuča se radi bolje zaštite od zvuka veći razmak između stakala i



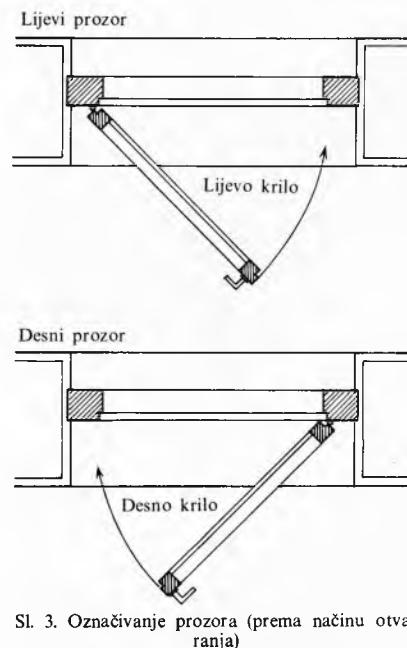
Sl. 2. Vrste i simboli prozora (prema načinu otvaranja)

ugradba stakala različitih debljina (vanjsko deblje, a unutrašnje tanje), ili kombinacija termostakla i običnog stakla s razmakom većim od 15 cm. Bočne plohe doprozornika između krila treba načiniti od materijala koji apsorbira zvuk, prostor između doprozornika i stijene mora biti zabrtven i prekriven letvicom, a u utorima krila moraju biti mekani trajni ulošci.

Osiguranje građevine. Radi osiguranja građevine prozori moraju prema propisima imati uređaj za zatvaranje iznutra, a izvana moraju izdržati tlak od $1,0 \text{ kPa/m}^2$, a posebno izložene građevine na visini većoj od 30 m tlak od $1,3 \text{ kPa}$. Balkonska vrata moraju se otvarati s obje strane, a s unutrašnje strane moraju imati uređaj koji ih osigurava kad su zaključana. Prozori moraju biti tako projektirani da bude moguće njihovo čišćenje s obje strane.

Zaštita od insolacije. Prozori moraju imati zaštitu od izravne insolacije. Zimi Sunčeve zrake zagrijavaju prostor, ali su one neugodne i često onemogućuju boravak u prostorijama s velikim staklenim površinama. Zaštita od Sunčeva zračenja morala bi biti na vanjskoj strani prozora da zrake ne udaraju izravno na staklo. Kao zaštita od insolacije u stambenim zgradama prednost ima pojedinačna zaštita u obliku zakretnih i posmičnih zaslona, žaluzija, roleta i sl., dok u javnim zgradama upotrebljavaju se horizontalne i vertikalne zaštitne lamele s mogućnošću regulacije. Za zaštitu od Sunčeva zračenja primjenjuju se i specijalna stakla koja apsorbiraju i reflektiraju toplinske zrake.

Vrste prozora. Prozor se sastoji od doprozornika, čvrsto ugrađenog u otvor, i od krila, koja su pomična ili čvrsta (fiksna). Krila se obično otvaraju prema unutra, rjeđe prema vani jer se tada teško čiste i više su izložena vjetru. Prema broju stakala krilo može biti jednostruko, dvostruko ili višestruko ostakljeno, a prema broju krila prozor može biti jednokrilan, dvokrilan i višekrilan. Prema načinu otvaranja krila mogu biti zakretna, zaklopna, otklopna, zavrtna, prevrta, horizontalno i vertikalno posmična, sklopiva i podizno-zakretna (sl. 2). Veliki prozori dijeljeni su horizontalnim i vertikalnim prečkama u polja i po potrebi s različitim načinom otvaranja krila.



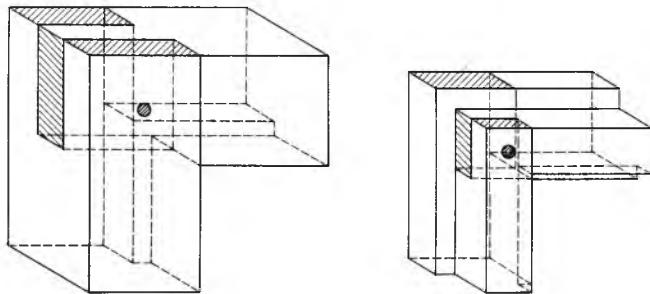
Sl. 3. Označivanje prozora (prema načinu otvaranja)

Zakretni prozori, koji se i najčešće proizvode, mogu biti desni ili lijevi prozori, tj. ime dobivaju prema zatvaranju krila. Ako prozor ima jedno krilo, onaj prozor kojem se krilo zatvara u smjeru kretanja kazaljke na satu zove se desni prozor, a onaj kojem se krilo zatvara u suprotnom smjeru lijevi prozor (sl. 3). Ako je prozor dvokrilan, naziv ovisi o krilu koje se zadnje zatvara.

Drveni prozori

Drvo je zbog svojih tehnoloških svojstava najpodesniji materijal za prozore. Za prozore i ostale građevnostolarske radeve upotrebljava se mekano drvo četinjača i tvrdvo drvo listača, a rjeđe i vrste egzotičnog drveta (mahagoni, pič-pajin, tik itd.). Ako u opisu rada nije propisana vrsta drveta, u praksi se za sve vanjske dijelove izložene atmosferi-ljama upotrebljava borovina, a za ostale dijelove u unutrašnjosti smrekovina. Drvena grada mora biti zdrava, ravna, neusukana, jednolične strukture, bez pukotina i smoljnjača, i bez ostalih pogrešaka koje bi mogle umanjiti mehanička svojstva proizvoda. Kvaliteta materijala za građevnu stolariju propisana je standardom JUS D.E1.011 koji određuje dozvoljene pogreške u materijalu i relativnu vlažnost materijala koja ne smije biti veća od 10...14%. Kad je postotak vlage veći od dopuštenog, drvo se sušenjem steže, reške se proširuju, a kad je taj postotak manji od dopuštenog, drvo upija vlagu i rasteže se, pa se pojavljuju teškoće i smetnje pri obradbi i ugrađivanju.

Radi ekonomičnijeg iskorištenja drva dimenzije se elemenata određuju prema građi standardnih dimenzija. Kod toga se uzima u obzir stanjivanje drva obrad bom, koje iznosi uz jednostranu obradbu 2...3 mm, a uz obostranu 4...5 mm. Sve površine elemenata koje se vide moraju biti čisto, glatko i jednolično oblanjane i prebrušene, a svii bridovi, uglovi i profili pravilno i jednolično obrađeni. Mjere obrađenih drvenih elemenata označuju se u milimetrima kao razlomak, kojemu je brojnik širina, a nazivnik visina (npr. 10/16). Duljina elementa označuje se u centimetrima. Veličine gotovih prozora označuju se stolarskom proizvodnom mjerom, stolarskom svjetlom mjerom ili modularnom mjerom (sl. 1), i to najprije širina, a zatim visina. Modularne mjere širine i visine prozora navedene su u standardu JUS D.E1.100 (širina 6...24, a visina 6...18 modula). Tolerancija smije iznositi ± 3 mm.



Sl. 4. Stolarski vezovi okvira

Pojedini dijelovi prozora međusobno se spajaju stolarskim vezovima, potpuno se priljubljuju i čvrsto slijede (sl. 4). Spojevi koji su izloženi atmosferskim utjecajima ili vlazi moraju se lijepti sintetskim vlagootpornim ljepljima. Doprzornici se spajaju na uglovima rašljastim preklopom, drvenim klinicima ili zvjezdolikim čavlima, a srednjaci s doprozornikom ili međusobno s usađenim čepom. Na donjoj strani doprozornika treba na vanjskoj strani predvidjeti kosi urez za limenu klupčicu ili utor za kamenu ploču, a na unutrašnjoj strani za drvenu ili kamenu klupčicu. Donji je unutrašnji utor doprozornika uži od bočnih utora, da se omogući otjecanje vode iz vertikalnih bočnih utora, koji imaju još i vertikalne žljebiće. Slično se spajaju dijelovi krila, a donji dio vanjskog krila s okapnicom mora biti od jednog komada. Umjesto okapnice stavljaju se na donji dio doprozornika specijalni okapni žljebići od aluminija.

Ofov služi za okretanje, zatvaranje, fiksiranje, ojačanje i spajanje krila. On mora biti čvrst, jednostavan za rukovanje, trajan, mora dobro zatvarati i što manje oslabiti drvenu konstrukciju. Okovi za građevnu stolariju propisani su u standardima JUS M.K3.020...M.K3.324 u kojima su prikazani nacrti i dimenzije okova i njihova propisana kvaliteta. Postoje okovi različitih izvedbi za okretanje, otvaranje i zatvaranje, fiksiranje, ojačanje i spajanje krila.

Ostakljivanje prozora. Za ostakljivanje prozora upotrebljava se najčešće *ravno vučeno staklo* (JUS B.E1.011). Ono je prozirno, bezbojno, jednolično debelo i glatkih površina, te se proizvodi u debljinama od 1,6...10 mm. Stakla debljine 2, 3 i 4 mm služe za ostakljivanje prozora, a stakla veće debljine za izloge i staklene stijene. Debljina ploča ovisi o veličini otvora prozorskog krila. Debljina od 2 mm dovoljna je za površinu stakla do 60/140 cm, debljina od 3 mm za površinu do 100/200 cm, a od 4 mm za površinu 130/245 cm. Ako prozirnost stakla nije poželjna, upotrebljava se *ravno lijevano staklo* (JUS B.E1.050) koje je prozračno, bezbojno ili obojeno, glatko ili sa šarama s jedne ili s obje strane, debelo je 3...6 mm, a proizvodi se u pločama 120/120...300 cm. *Ravno armirano staklo* (JUS B.E1.180) proizvodi se kao lijevano staklo bez šara ili s njima, s utisnutom žičanom mrežom s kvadratnim ili poligonalnim okancima, debljine 6...7 mm i veličine ploča 120/50...300 cm. Prozirno staklo može biti oplemenjeno ili obradeno. *Zrcalno (kristalno) staklo* je vučeno ili lijevano, obostrano planparalelno brušeno i polirano, tako da ne pokazuje nikakvih deformacija. *Mutno staklo* ima površinu s jedne strane ohrapljenu pijeskom ili kiselinom, pa je jednolično mutno i prozračno, odnosno djelomice prugasto ili ornamentirano. *Kaljeno sigurnosno staklo čvrsto na udar* (JUS B.E3.701) proizvodi se posebnim termičkim postupkom od vučenog ili zrcalnog stakla u debljini 4...14 mm. Ono se ne može rezati i obrađivati, a pri jakom udarcu najprije se prekrije mrežom pukotina, a zatim se raspada u male granule oblih rubova.

Višeslojno (vezano) sigurnosno staklo sastoji se od dvije ili više staklenih ploča koje su slijepljene s uloženim prozirkim elastičnim listovima od plastičnog materijala, a mogu biti i armirane tankom čeličnom mrežom. Takvo staklo može se rezati, bušiti i obrađivati. Oklopno (pancer) staklo je višeslojno staklo debljine 20...200 mm, neprobojno za puščano zrno, a termoluks-staklo višeslojno je staklo s uložkom staklenog pletiva.

Termoizolacijska stakla (termopan, izostaklo) sastoje se od dvije ili više staklenih ploča debljine po 4 mm i više, koje su na obodu hermetički povezane metalnim ili plastičnim okvirima, lijepljenjem, kitanjem ili svarivanjem. Razmak stakala iznosi 6...12 mm, a zrak između njih mora biti čist i posve suh. Proizvode se po mjeri s potrebnim prostorom za podmetaće.

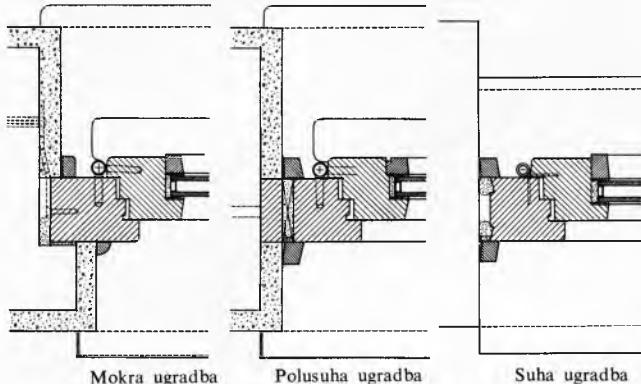
Za ostakljenje otvora koji se ne otvaraju služe i staklene prizme od lijevanog stakla u obliku plosnatih, udubljenih ili šupljih opeka različitog formata i oblika s vidljivim ili skrivenim betonskim rebrima, te različita profilna stakla u obliku slova U (profilit).

Osim sa silikatnim staklima, može se ostakljivati i sintetskim staklima od termoplastičnih akrilnih i poliesterskih smola pojačanih staklenim vlakancima. Ta stakla mogu biti prozirna, obojena ili mutna, a ploče ravne, savinute ili valovite, te u obliku kupola. Sintetska su stakla laganija i imaju malu površinsku tvrdću.

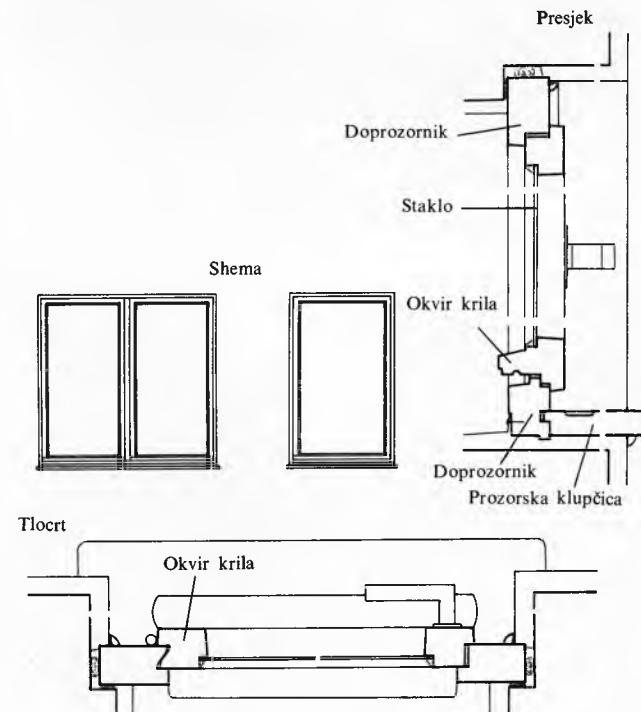
Prije ostakljenja prozorska se krila moraju očistiti i premazati temeljnim naličem. Staklene ploče polazu se u utor i u ležaj od kita; za staklo debljine od 2 mm utor je ~12 mm dubok i 9 mm širok, a za deblje staklo utor je veći. Staklena ploča mora imati naokolo slobodan prostor od 3 mm radi rastezanja ploče i rada drveta. Da bi se sprječilo pomicanje težih staklenih ploča i da bi se težina ploče prenesla na određene nosive dijelove krila, ploče se fiksiraju u utoru ulaganjem podmetača od neoprena ili sličnog materijala na mjestima koja su određena prema načinu otvaranja krila. Ploča se u utor učvršćuje staklarskim čavlicima ili limićima, a utor se zatvara kitom koji se nosi staklarskim nožem pa utor postaje nepropustan, a površina glatka. Obični staklarski kit proizvodi se od krede i lanenog ulja, a služi za drvene prozore. Za željezne prozore primjenjuje se minijski kit. Proizvode se i plastični kitovi, te kitovi na tiokolnoj i butilnoj bazi. Na unutrašnjim krilima staklo se često učvršćuje letvicama, a kad su prozori od aluminija, elastičnim brtvilima od gume i plastike.

Gradevna stolarija doprema se na gradilište okovana, podmazana i zaštićena, te se mora pažljivo pohraniti. Stolarija

se mora čvrsto i elastično ugraditi, dobro usidriti u obodne zidove, a sudarne reške sa zidovima moraju biti trajno brtvene plastičnim kitom, elastičnim trakama i pokrovnim letvicama da se sprijeći prodor vlage, vjetra, zvuka i topline. Ugrađuje se mokrim, polusuhih ili suhim postupkom (sl. 5). Pri mokroj ugradbi stolarija se ugrađuje u otvore s neožbukanim špaletama kad su dovršeni grubi građevni radovi, a građevina je prekrivena i prosušena. Ako se primjenjuje polusuhi postupak, najprije se ugrađuju i sidre slijepi okviri ili ugradbene letve u grubo izveden otvor, a kad je dovršena vanjska i unutrašnja žbuka, u okvir se ugrađuje dogotovljeni i zaštićeni doprozornik. Kad se primjenjuje suha ugradba, ugrađuje se u potpuno dovršen i pripremljen otvor zida, gotov, često već ostakljen i ličen element stolarije, pa se sidri, brtvi, kita, opšiva letvicama i na kraju se ugrađuju klupčice.



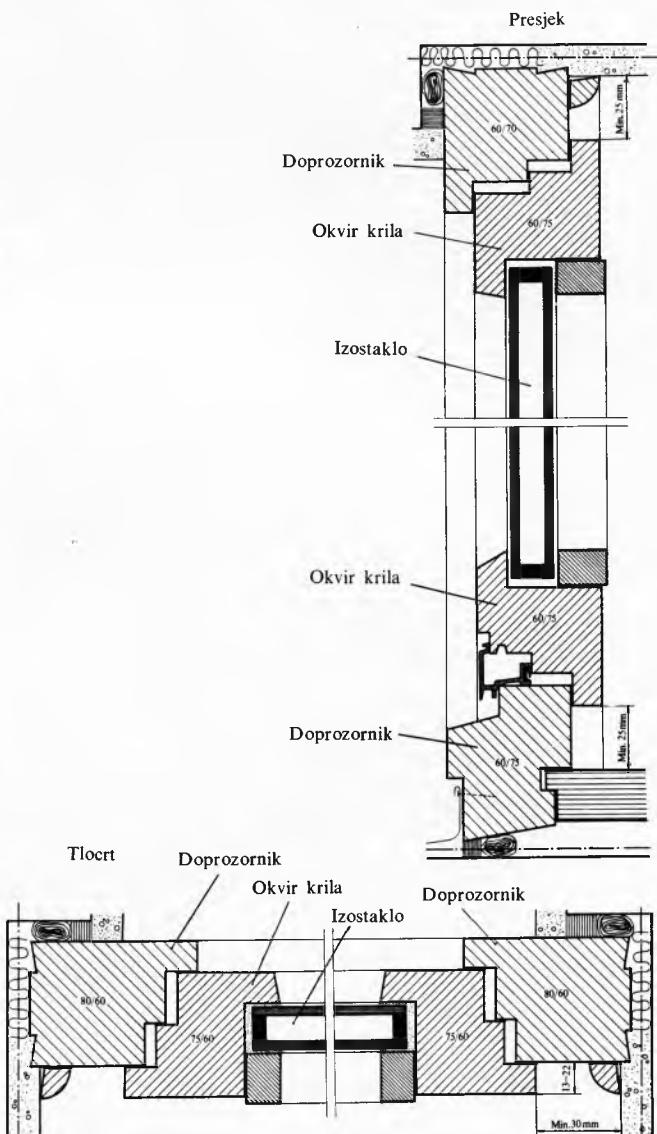
Sl. 5. Način ugradbe prozora



Sl. 6. Jednostruki prozor

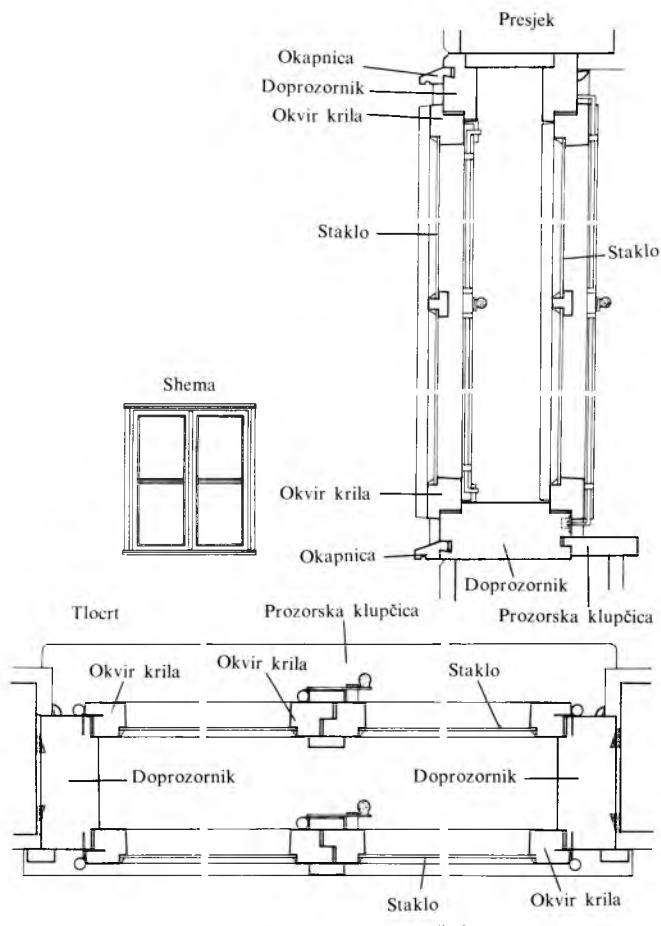
Jednostruki prozor s jednostrukim ostakljenjem (sl. 6) upotrebljava se u sporednim prostorijama koje se ne griju. Doprozornik presjeka 60/70 mm ugrađen je u zid plosnim sidrima 20/4 mm. Krila su presjeka 42/50 mm, i na donjoj strani imaju okapnicu ako se otvaraju prema unutra, ili metalni okapničić. Krila dvokrilnog prozora preklapaju se u sredini, a preklop je obostrano prekriven letvama 45/14 mm.

Jednostruki prozor s dvostrukim ostakljenjem (sl. 7) vrlo se često primjenjuje jer je jednostavniji i lakše se čisti od spomenog prozora. Konstrukcija prozora mora biti jača, zbog veće težine ploča od izostakla, doprozornik je veličine 75/60...80/70 mm, a krila 60/50...75/60 mm s dvostrukim rubnim utorima.

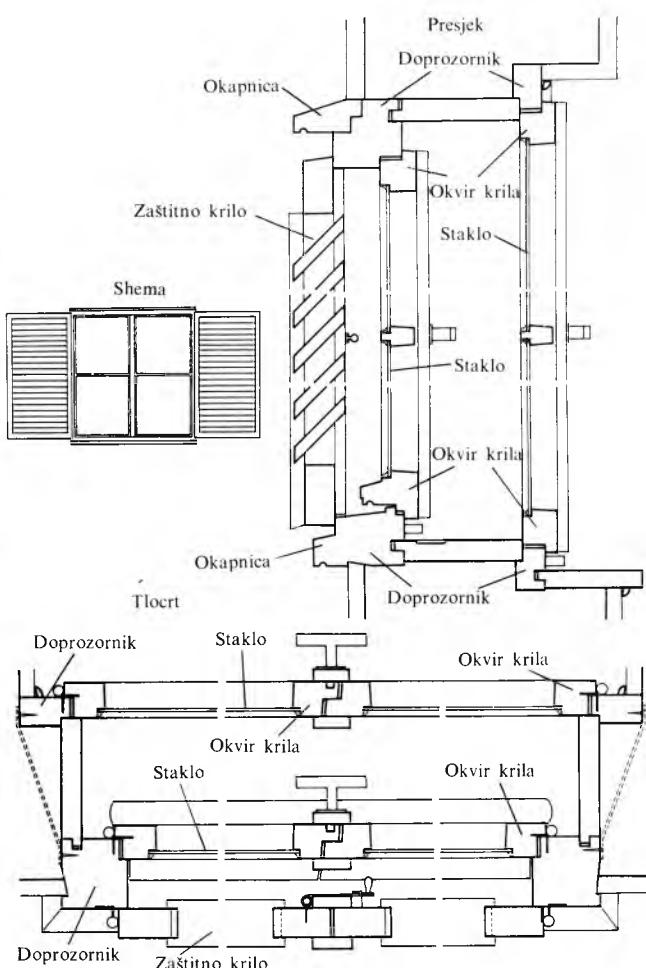


Sl. 7. Jednostruki prozor s dvostrukim ostakljenjem

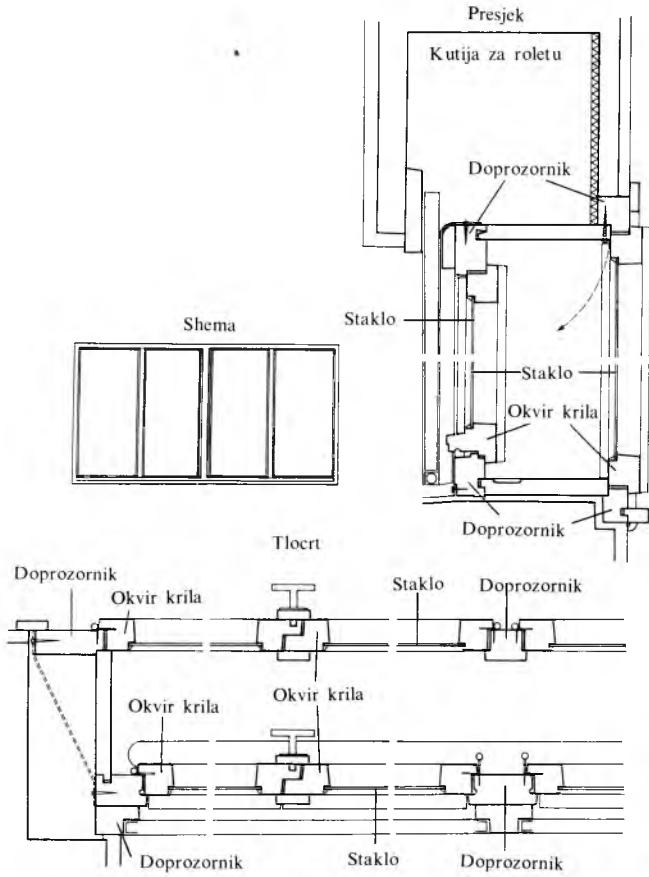
Dvostruki prozor može se izvesti tako da se vanjsko krilo otvara prema vani, a unutrašnje prema unutra (sl. 8), ili da se oba krila otvaraju prema unutra. U prvom je slučaju doprozornik (presjek 110...160/70 mm) ugrađen uz vanjsko lice zida s okapnicom na gornjoj i donjoj strani, a sudar sa zidom prekriven je s obje strane pokrovnim letvama. U drugom slučaju doprozornik je sandučast, širine 25 cm, sastavljen od vanjskog i unutrašnjeg doprozornika i špaletne daske. Ako kao zaštita od sunca služe platnene rolete, između krila na gornjoj strani nalazi se udubljena kutija za smještaj rolete, a ako su rolete od daščica, iznad doprozornika je zatvoreni sanduk u koji se



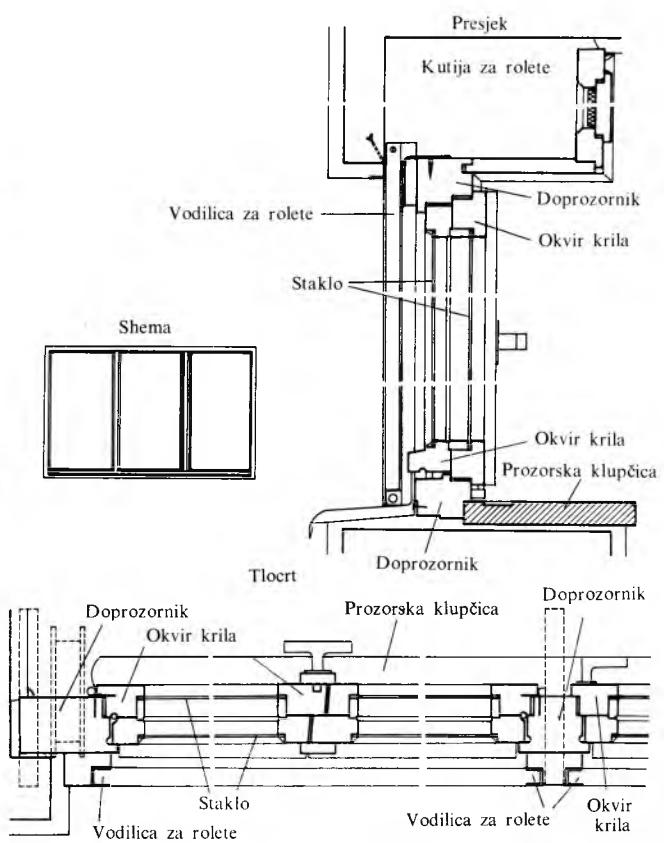
Sl. 8. Dvostruki prozor, stariji tip



Sl. 10. Dvostruki prozor sa zaštitnim krilima



Sl. 9. Dvostruki prozor s kutijom za rolete



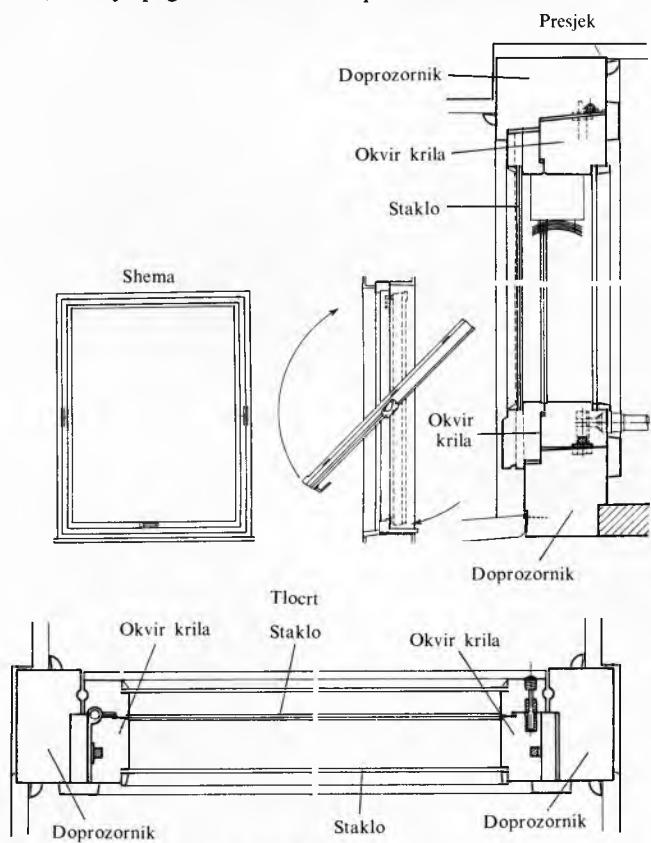
Sl. 11. Spojeni prozor (krilo na krilo) s kutijom za rolete

namata roleta (sl. 9), ili su na vanjskoj strani izvedena posebna krila (grilje, žaluzije, rebrenice, sl. 10).

Spojeni prozori (krilo o krilo, sl. 11) imaju vanjska i unutrašnja krila zajedno spojena, koja se kao jedno krilo otvaraju oko zajedničke osovine prema unutra. Krila se mogu rastvoriti radi čišćenja. Razmak između stakala iznosi 30...70 mm. Krila mogu biti posve sljubljena ili s malim međurazmakom. Doprzornik presjeka ~70/70 mm obično je slijepljjen od dva dijela. Unutrašnje jače krilo okovom je povezano na doprozornik, a vanjsko slabije krilo ovješeno je rastavljivim okovom na unutrašnje krilo. Spojena krila mogu biti zakretna, otklopna, zaklopna, posmična i specijalne konstrukcije. Okov je važan dio takvih prozora, pa se s obzirom na detalje konstrukcije i učvršćivanja okova treba držati uputa proizvođača okova. Za ostakljenje se najčešće upotrebljava izostaklo radi jednostavnije konstrukcije.

Zakretno-otklopni prozor najčešće je jednokrilan, širine krila manje od 150 cm, ili kao dvokrilan jednakih ili različitih širina krila, od kojih je jedno zakretno-otklopno, a drugo zakretno ili fiksno.

Prevrtni prozor (sl. 12) ima jedno krilo koje se zakreće oko horizontalne osovine do 180°, a može se fiksirati u svakom položaju. Pogodan je za brzo prozračivanje prostorija i lako se čisti, ali nije pogodan kad se žele postaviti rolete, zastori i sl.



Sl. 12. Prevrtni prozor

Zavrtni prozori imaju krilo koje se okreće oko vertikalne osovine, koja je obično u sredini doprozornika. Povoljniji su uži prozori, jer tada krilo ne izlazi previše izvan ravnine zida.

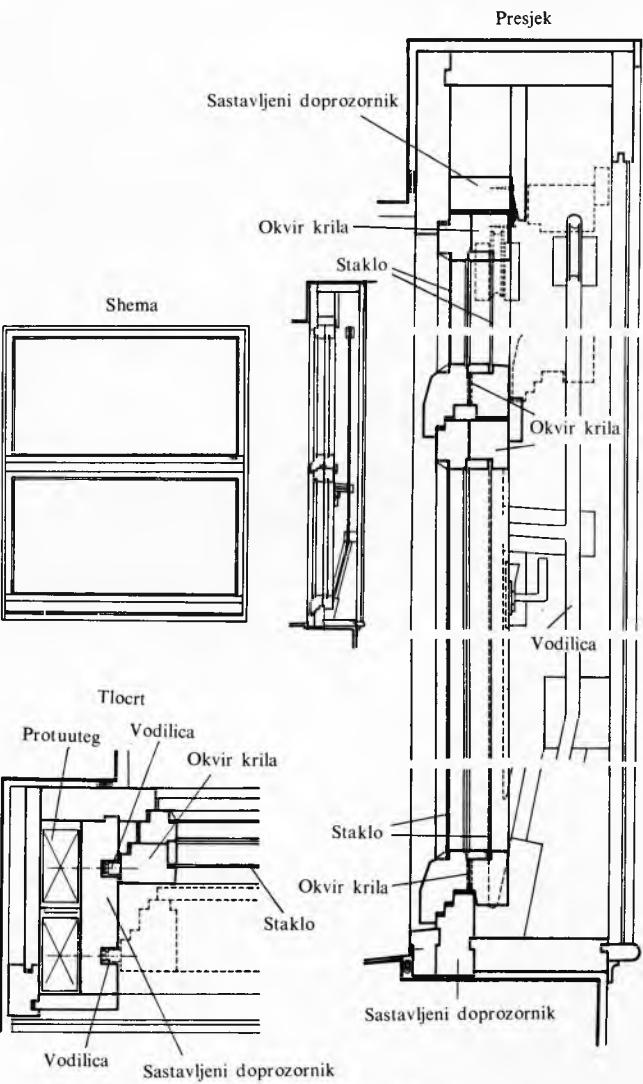
Podizno-zakretni prozor ima prozorsko krilo koje sjedi na sedlastom donjem dijelu doprozornika i potpuno sprečava podiranje atmosferilja. Na gornjoj strani mora biti dovoljno mesta za podizanje krila. Nakon što je otvoren bočni okov, krilo se podiže polugom i zatim okreće.

Posmični prozori imaju prozorska krila koja se posmiču vertikalno ili horizontalno usporedno s licem zida; ona ne izlaze izvan površine zida i mogu se zaustaviti u svakom

položaju. Najčešći su vertikalno posmični dvokrilni prozori (sl. 13), koji se lako otvaraju i zatvaraju i koji se lako čiste. Težina je krila izbalansirana protutezima koji su smješteni s obje strane uz zid u zatvorenim ormarićima. Horizontalno posmični prozori sa staklenim krilima (Pierson) imaju vrlo precizno izrađen okvirni doprozornik (od mahagonija ili od kombinacije mahagonija i aluminija) s naokolo izvedenim utorima kao vodilicama za posmična staklena krila. Takvi su prozori široki do 900 mm, s okvirima brušenih rubova debljine 5...6 mm. Ukupna širina prozora bez vertikalnih prečaka može iznositi do 3 m. Staklene se ploče preklapaju i prijavljuju i imaju mehanizam za zatvaranje i fiksiranje.

Sklopivi prozor omogućuje široke slobodne otvore. Sastoje se od više zakretnih krila koja mogu biti široka do 600 mm. Krila su povezana specijalnim petljama. Svako drugo krilo obješeno je na gornjoj strani o tračnicu, a na donjoj strani umetnuto u vodilicu. Krila se posmiču po tračnici i sklapaju prema unutra na jednu ili obje strane.

Prozorski montažni elementi. U montažnim građevinama često se prozori ugrađuju zajedno s parapetom kao vanjski zidni montažni element, koji stoji na stropnoj ploči između, ispred ili iza stupova skeletne konstrukcije, ili je ovješen i usidren na vanjskoj strani stropne ploče kao zidna zavjesa. Elementi su izrađeni od drva i stakla, ili češće od drva, aluminija, azbestnog cementa, plastike i toplinskih izolacijskih materijala. Reške između nosive konstrukcije i elemenata moraju biti nepropusno brtvene, a elementi dobro usidreni. Prostor iza parapeta može biti zidan, a međuprostor ventiliran, ili



Sl. 13. Vertikalnopošmični prozor

je parapet građen kao višeslojna ploča (sendvič) kojoj su površine od aluminija ili specijalnih ploča od azbestnog cementa, a jezgra je od ploča od mineralne ili staklene vune, pjenostakla, okipora i sl., što služi kao toplinska izolacija.

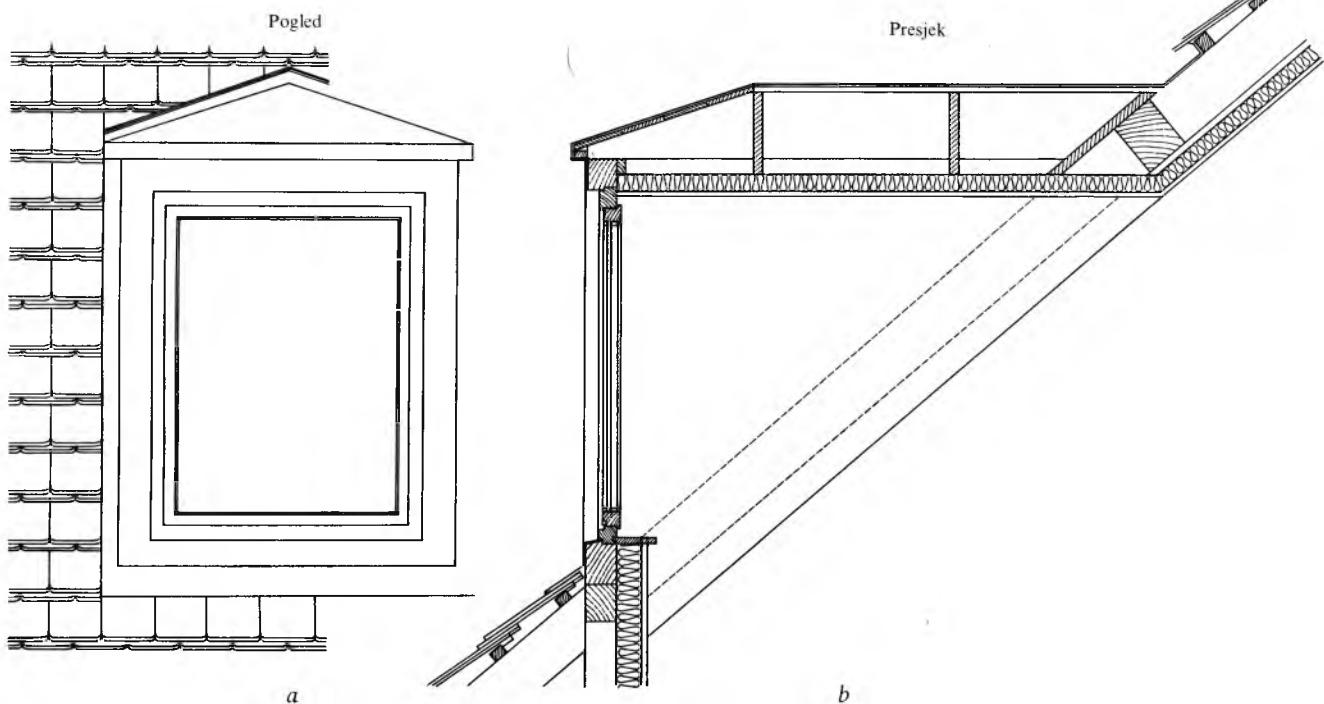
Krovni prozori. Da bi se osiguralo osvjetljenje i prozračivanje tavana, te izlazak na krov, postavljaju se na strmim krovovima limena, polukružna ili trokutasta okna, položeni limeni prozori, ili stojeći krovni prozori pokriveni dvostrukim ili skošenim krovićem (sl. 14), a bočno zatvoreni drvetom ili limom.

Danas se krovni prozori najčešće proizvode industrijski kao položeni aluminijski prozori različitih formata s prevrtnim krilom i dvostrukim ostakljenjem, te po potrebi s roletom za zaštitu od sunca (sl. 15).

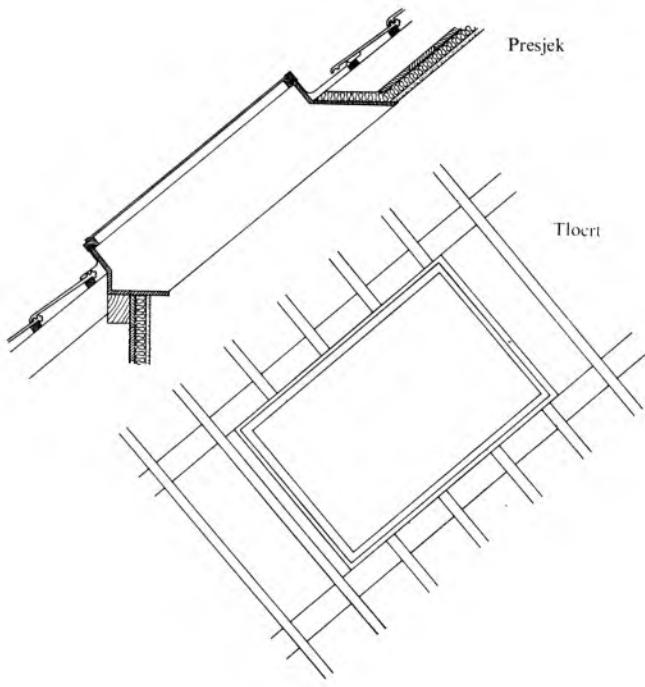
Kad su krovovi ravni i kad imaju mali nagib, za osvjetljenje i ventiliranje potkrovila služe jednostrukе i dvostrukе kupole od akrilnog stakla ili poliestera pojačanog staklenim vlakancima.

Zaštita od provale i insolacije postiže se postavljanjem mehaničkih zaslona ispred prozora. Djelomična zaštita od Sunčeva zračenja može se postići pomoću specijalnih stakala koja upijaju ili odbijaju toplinsko zračenje.

Puni prozorski kapci izrađeni su od međusobno utorenih vertikalnih dasaka povezanih poprečnim rebrima, ili od okvira s ukladom od utorenih daščica. Krila se učvršćuju na zid ili na doprozornik. Radi zaštite od provale puni kapci mogu se izvesti i na unutrašnjem dijelu prozora.



Sl. 14. Stojeci krovni prozor



Sl. 15. Ležeći krovni prozor

Drvene žaluzije (rebrenice, grilje) sastoje se od okvira u kojemu su učepljene 12 mm debele horizontalne koso nagnute daščice na međusobnim razmacima od 20–25 mm (sl. 10). Daščice mogu biti i pomicne, povezane na vertikalnu vodilicu, pa se mogu okretati i posve zatvoriti, a mogu biti i na posebnom krilu. Drvene žaluzije i puni kapci mogu se otvarati i kao posmična vrata (usporedno sa zidom). Krila su tada obješena u zatvorenim vodilicama, a na donjoj strani imaju utor koji klizi po tračnici.

Rolete od drvenih, plastičnih ili aluminijskih profiliranih letvica kližu po bočnim vodilicama s profilom u obliku slova U, podižu se i namataju na drveni ili metalni valjak, koji je smješten u zatvorenoj kutiji iznad prozora. Dimenzija kutije ovisi o visini prozora i debeljini letvice, a za normalnu visinu prozora i debeljinu letvice od 11 mm iznosi 25–30 cm. Kutija je obično izvedena zajedno s doprozornikom, toplinski je izoliran i zatvoren s poklopcom s unutrašnje bočne ili donje strane. Valjak promjera 62 mm ima na jednoj strani okruglu ploču na koju se namata vrpca. Rolete se podižu potезanjem vrpce, rjeđe vitlom ili motorom, koja se sama namata na navijač ugrađen u zidu ili u doprozorniku. Drvene rolete rade se od borovine, a donja završna daska od hrastovine. Daščice su profilirane tako da sjedaju jedna u drugu i povezane su gibljivim pocinčanim limićima ili žičanim kopčama. Plastični profili proizvode se vučenjem iz termoplastičnog materijala i međusobno su ovješeni.

Lamelne žaluzije stavljaju se ispred prozora kao zaštita od sunca, a u prevrtnim i zavrtnim prozorima između stakala. Aluminijске lagano savinute lamele sa zaobljenim rubovima, širine 25...80 mm, povezane su užicama od terilena, a svaka druga lamela na kraju ima plastični valjak koji ulazi u bočne aluminijске vodilice. Lamele se podizaju i njihov se otklon regulira s unutrašnje strane komandnom polugom preko zupčanih valjaka i prijenosnika, ili pomoću elektromotora. Lamele se podizanjem slazu u zaštitni ormarić iznad prozora. Takve se žaluzije mogu namatati i na valjak koji je montiran u kutiji iznad prozora.

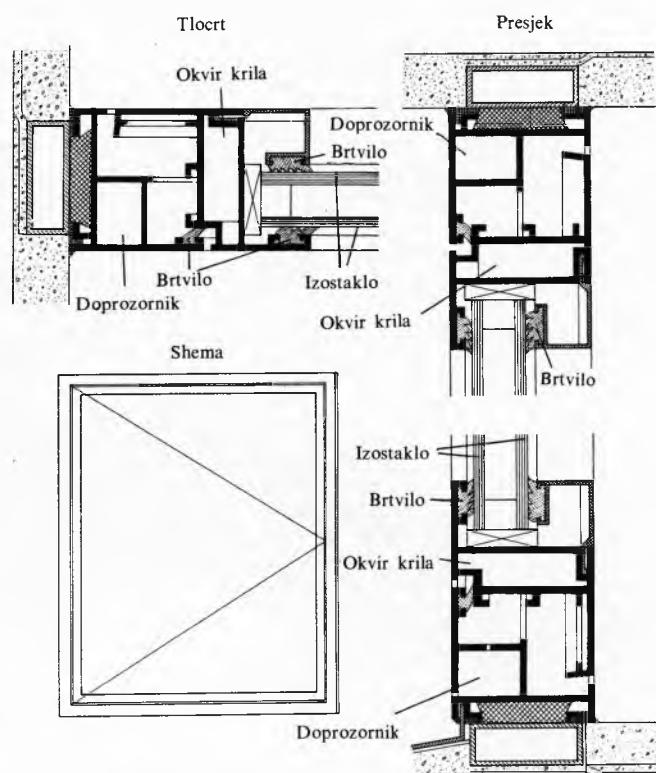
Namotne rolete. To je zastor od tankog tekstila koji se automatski pomoću jakih pera namata na valjak, promjera 30 mm, što leži na metalnim nosačima učvršćenim bočno ili gore na stjeni prozorske kutije. Zastor se povlači užicom koja je učvršćena u sredini donjeg ruba zastora i može se zaustaviti u svakom položaju. Ako se traži potpuno zamraćenje prostorije, zastor je od materijala nepropusnog za svjetlo i s unutrašnje se strane namata na valjak u kutiji iznad otvora, a na objema stranama klizi u dubokim utorima. Donji je dio opterećen čeličnom šipkom koja upada u donji duboki utor.

Zasloni protiv insekata su od žičanog ili plastičnog pletiva sitnih okanaca koje je napeto u drvene ili aluminijске okvire i postavljeno pred prozor. Takvi zasloni mogu biti u obliku roleta koje se namataju na valjak u kutiji iznad otvora.

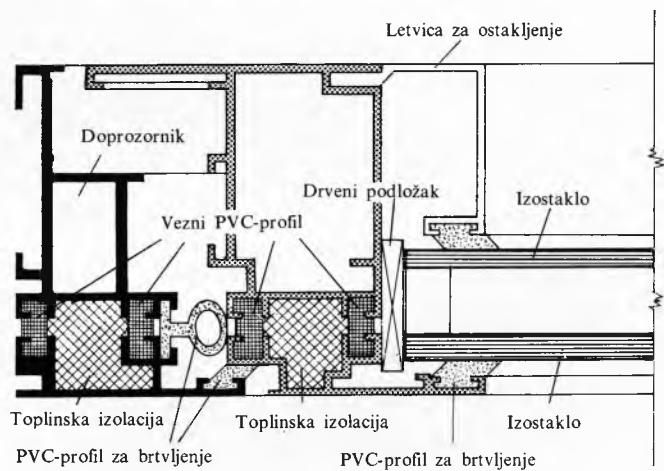
Metalni i plastični prozori

Čelični prozori. Prozori od čeličnih profila upotrebljavaju se zbog slabe toplinske izolacije okvira i stvaranja kondenzata samo u građevinama i prostorijama koje se ne griju. Proizvode se od profiliranog željeza (oštrobriđno profilno željezo, šuplji prozorski profili, specijalni prozorski profili). Obično se otvara samo dio prozora, a drugi je dio čvrst. Radi bolje toplinske izolacije šuplji profili mogu biti ispunjeni pjenastim materijalom. Doprzornik mora imati sidra za ugradbu od plosnatog željeza (čeličnih traka). Prije opreme iz radionice prozori se moraju očišćiti temeljnim zaštitnim naličem, a nakon montaže završnim naličem.

Aluminijski prozori (doprzornik i krila, sl. 16, 17, 18 i 19) izrađuju se od šupljih vučenih aluminijskih profila. Veća trajnost i tražena boja postiže se eloksiranjem (anodna oksidacija, v. *Aluminijum*, TE 1, str. 241), čime se povećava trajnost i dobiva jači zaštitni sloj (debljine 5...25 µm) koji ima boju bronce ili zlata. Prozori na okapu i bočnim otvorima imaju rebrasta brtvia koja sprečavaju prodor vode. Stakla se pričvršćuju u četkasta brtvia. Radi bolje toplinske izolacije šupljine profila ispunjuju se tvrdom pjenom sitnih pora, a u posljednje vrijeme krila su sastavljena od dvije zasebne ljske povezane rebrima od tvrdog poliuretana ili armiranog poliamida s ispunjenim šupljinama da se smanji koeficijent prolaza topline. Prozori od drva i aluminija imaju vanjsku oblogu drvenih doprozornika i krila od profiliranog eloksiranog aluminija. Tako se dobiva



Sl. 17. Aluminijski prozor od vučenih profila, detalji

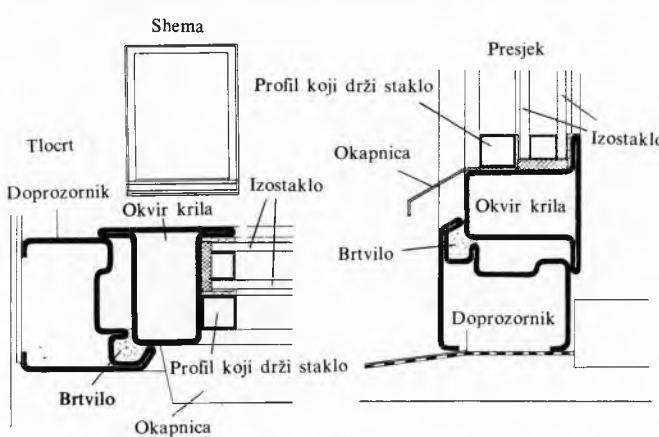


Sl. 18. Zaokretno-otkloneni aluminijski prozor »Termotop«, detalj tlocrta

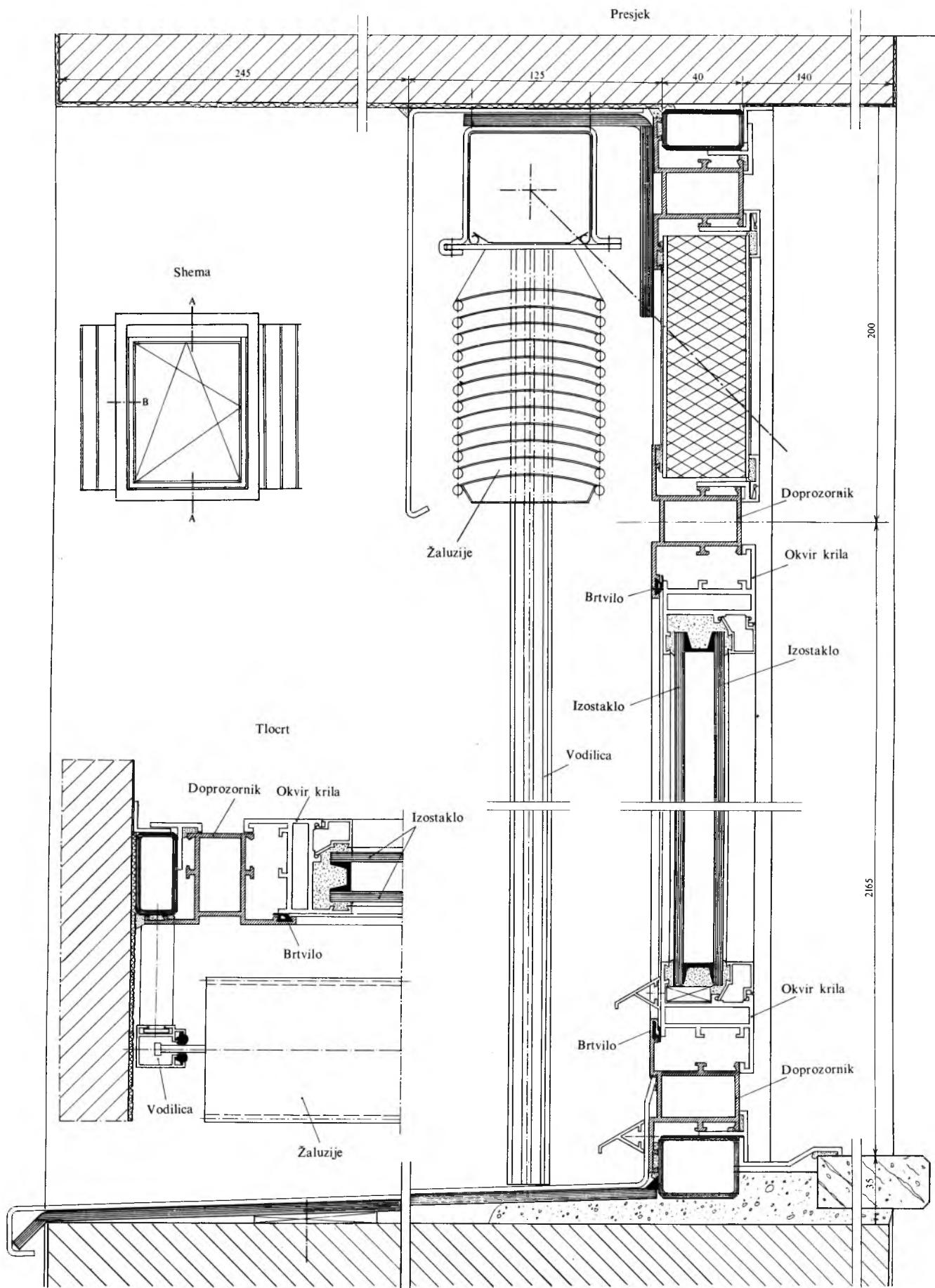
lijep izgled i otpornost prema atmosferskim utjecajima, a drvo osigurava dobru toplinsku i zvučnu izolaciju.

Plastični prozori proizvode se od tvrdog polivinilklorida, poliester ili kao kombinacija mekanog polivinilklorida i čelične jezgre u obliku šupljih profila. Materijal ne korodira, lako se održava, dobro brti, a dobar je toplinski i zvučni izolator.

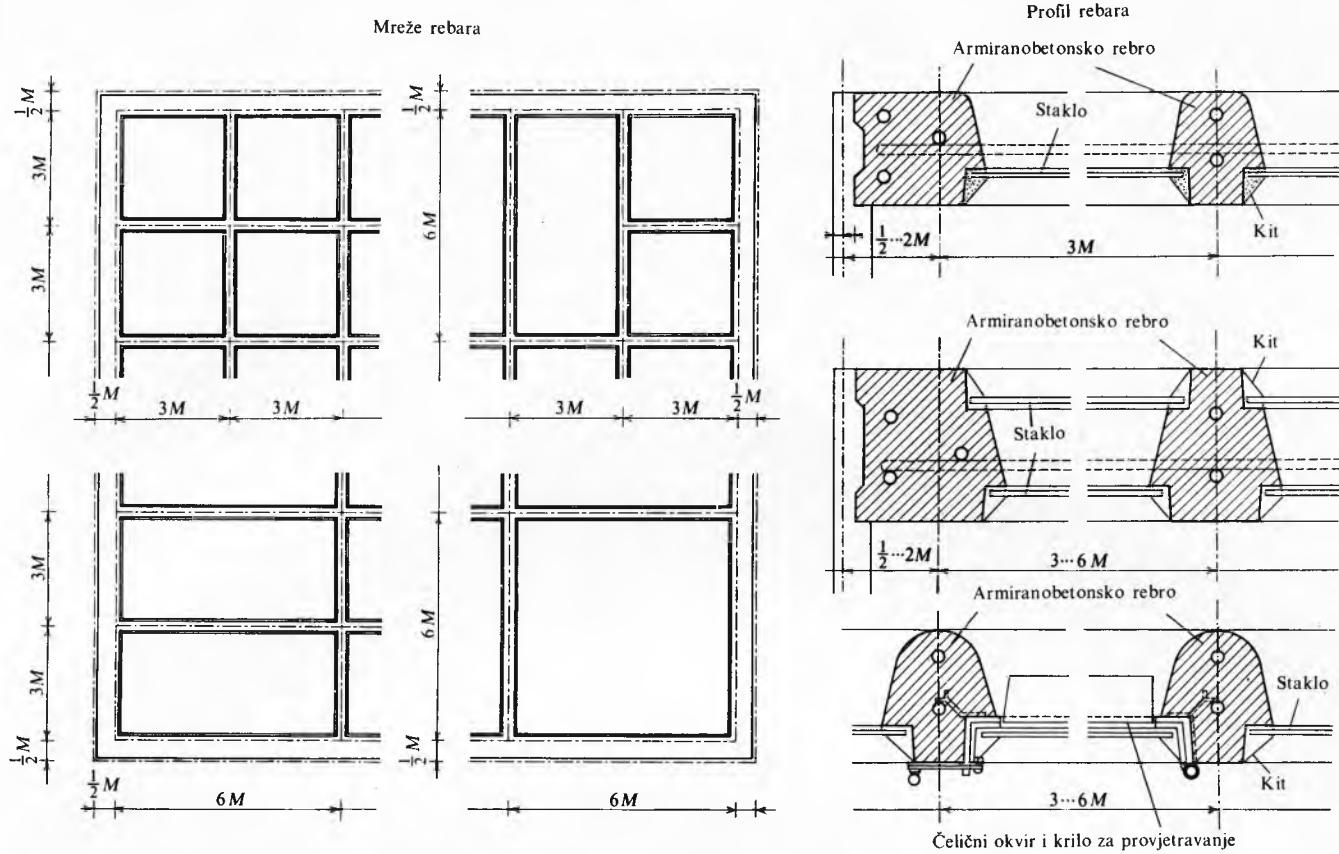
Armiranobetonski prozori sastoje se od okvira i mreže malih armiranobetonskih rebara koja s unutrašnje strane imaju utore za ostaklenje (sl. 20). Standard JUS U.N1.250 propisuje dimenzije, oblik i kvalitetu takvih prefabriciranih prozora. Sve dimenzije standardnih prozora određene su prema projektom modulu $M = 100$ mm. Proizvode se prozori s osnovnim dimenzijama 3M, 6M i 12M. Prema veličini prozora određene su i dimenzije rebara i vanjskog okvira, koji mora na vanjskoj strani imati rupe za ulaganje čeličnih sidara radi vezanja prozora u zid prigodom ugradbe. Beton prozora mora odgovarati marki MB 300, a betonski čelik treba dimenzionirati prema statičkom proračunu. Radi zaštite od korozije za-



Sl. 16. Aluminijski prozor od vučenih profila, detalji



Sl. 19. Aluminijski prozor sa žaluzijama



Sl. 20. Armiranobetonski prozori

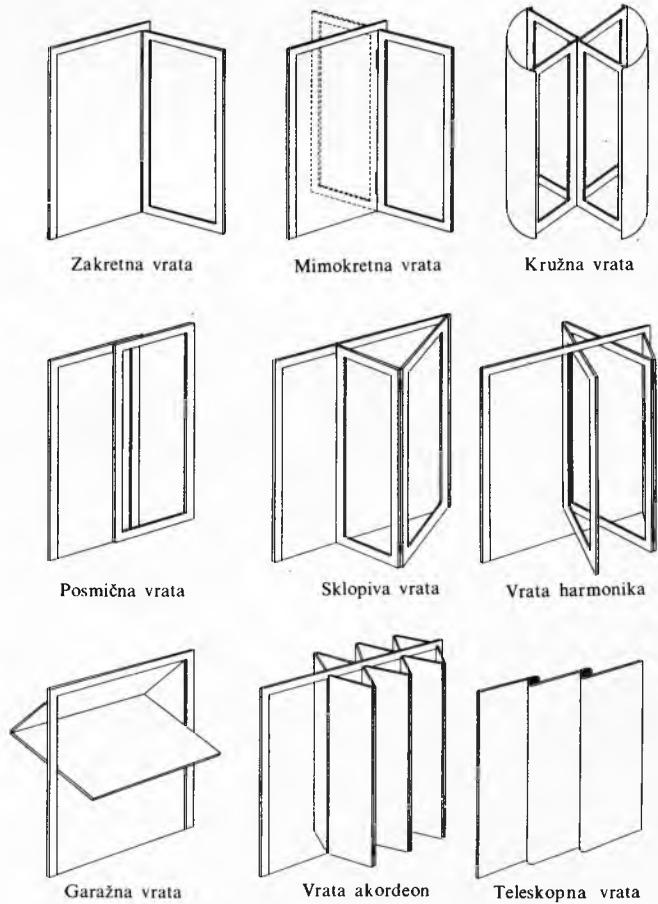
titni sloj betona iznad armature ne smije biti tanji od 10 mm, a sve površine betonskih dijelova moraju biti glatke i gусте, a rubovi ravni i pravilno oblikovani. Utor za ostakljenje ima ugrađene male limene pridržače za staklo ili rupice za ugradbu malih klinova. Ostakljenje s kitom može se primijeniti za sve vrste stakla. Ako se traži dvostruko ostakljenje, stavljaju se utori na obje strane profila, a ako se prozor mora otvarati radi ventilacije i čišćenja, moraju se ugraditi metalna okna s čvrstim okvirom i krilom za otvaranje. Prefabricirani betonski prozori upotrebljavaju se uglavnom na industrijskim i poljoprivrednim građevinama, a u stambenim zgradama samo u sporednim prostorijama i stubištima.

VRATA

Vrata su drvene, metalne ili staklene pokretne konstrukcije ugrađene u otvor stijene ili stropa, a služe za vezu između susjednih prostorija ili za ulaz u zgradu. Sastoje se od čvrsto ugrađenog dovratnika i jednog ili više pokretnih krila. Krilo može biti i bez dovratnika izravno obešeno na zid. Nekada se zahtijeva da vrata služe i kao toplinska, zvučna, protupožarna i protuprolazna zaštita, a za vanjska se vrata traži da štite od atmosferskih utjecaja. Vrata mogu poslužiti i za osvjetljavanje i provjetravanje prostorija.

Temeljni oblik vrata određuje veličina čovjeka. Vrata mogu imati nadsvjetlo, ili mogu biti kombinirana s prozorom. Prema broju krila vrata su jednokrilna, dvokrilna i višekrilna, a prema načinu otvaranja krila ona su zakretna, zavrtna, mimokretna, kružna, posmična (klizna), sklopiva (u obliku harmonike i akordeona, teleskopna, rolo-vrata i garažna vrata) (sl. 21).

Zakretna vrata imaju krila obešena petljama (šarkama) uz jedan rub na dovratniku, a zatvaraju se bravama, zasunima i sl. Prema smjeru zatvaranja krila vrata su desna ili lijeva, već prema smjeru zatvaranja krila, kao i kod prozora. Ako su vrata zbog akustičnih ili drugih razloga dvostruka, krila mogu biti povezana i mogu se otvarati u istom smjeru, ili je svako krilo zasebno i vrata se otvaraju u suprotnim smjerovima.

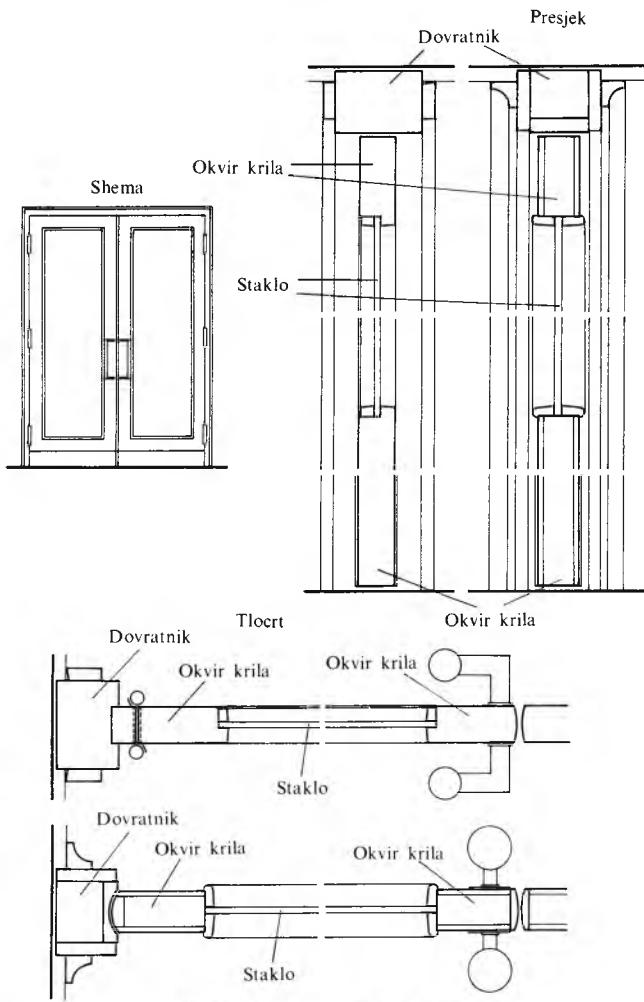


Sl. 21. Vrste vrata (prema načinu otvaranja)

OTVORI

Zavrtna vrata imaju krilo koje se okreće oko osovine, koja je odmaknuta od ruba krila, ili je u sredini krila. Takva vrata grade se kad su krila vrlo široka radi lakšeg otvaranja.

Mimokretna vrata imaju zakretna ustakljena krila koja se pokreću na jakim mimokretnim petljama (sl. 22), ili na upuštenim podnim zatvaračima. Ona su jednokrilna ili dvokrilna, a služe u hodnicima i kao vjetrobrani u prostorijama s velikim prometom.



Sl. 22. Mimokretna ostakljena vrata

Kružna vrata služe u istu svrhu kao mimokretna, a sastoje se od pokrivenog cilindra, promjera 210...240 cm, u kojem kruže oko vertikalne osovine 3 ili 4 krila. Krila se mogu sklopiti i pomaknuti na stranu.

Posmična vrata (sl. 23). Krilo posmičnih vrata obješeno je na gornjoj strani ili stoji na donjoj strani gdje ima kočače koji se kotrljaju po tračnicama. Ono se pomiče horizontalno uz stijenu. U skladištima i gospodarskim zgradama krila se kližu ispred stijene (sl. 24). Ako, međutim, stijene moraju ostati slobodne, većinom krila ulaze u bočne udubine u šupljem zidu. Krila se mogu, osim toga, vertikalno dizati ili spuštati u udubinu iznad ili ispod otvora, a široka se vrata mogu sastojati i od više krila spojenih zglobovima i mogu se pomicati bočno uz stijenu ili dizati na strop.

Sklopiva vrata sastoje se od više krila koja su uz rubove povezana i obješena te se posmiču i bočno sklapaju na unutrašnjoj strani. Vrata u obliku harmonike (sl. 25) imaju krila obješena u sredini, prvo krilo je za polovicu uže, vrata se pomiču i sklapaju bočno, tako da krila iskaču na obje strane. Vrata u obliku akordeona su sklopiva, a sastoje se od dva sloja tankih, mjestimice povezanih ploča, ili od ploča od fles-

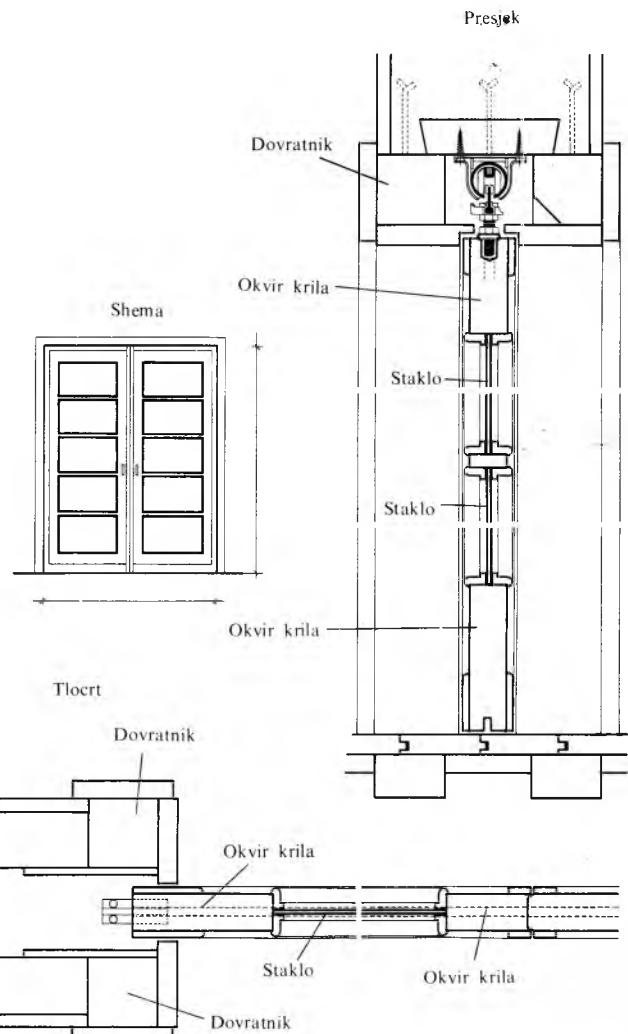
sibilnog materijala koje se pri otvaranju valovito slažu na obje strane. Teleskopna su vrata posmična vrata s više krila koja se pri otvaranju slažu poput teleskopa i posmiču bočno uz zid ili u udubinu zida.

Rolo-vrata sastoje se od valovitog čeličnog lima ili od čelične rešetke koja kliže po bočnim vodilicama i namata se oko osovine uz nadvoj otvora. Garažna su vrata podizno-sklopiva vrata. Njihova se krila podižu, ili podižu i sklapaju, pomoću protutrega ili jakih pera u horizontalni položaj pod nadvoj otvora.

Veličina, smještaj i način otvaranja vrata ovisi o namjeni prostorija i prometu kroz vrata. U stambenim zgradama širina jednokrilnih vrata iznosi 55...110 cm, dvokrilnih s nejednakim krilima 100...130 cm, a s jednakim krilima 125...150 cm.

U standardu JUS D.E1.020 određene su modularne mjere za vrata u stambenim zgradama. Svjetla je širina jednokrilnih vrata 61, 71, 81 i 91 cm, a dvokrilnih 121 i 141 cm. Modularna širina jednaka je svjetloj širini povećanoj za 9 cm. Svjetla je visina 198,5 cm, mjereno sa strane na koju se vrata otvaraju. U zgradama za posebne namjene dimenzije vrata određuju se prema frekvenciji prolaza ili prema veličini vozila. Svjetla veličina vrata za garaže ne smije biti manja od 220/200 cm, provoznih vrata 230/380 cm, a vrata kolnica i suša 380/380 cm. U prostorijama gdje se skuplja mnogo ljudi vrata se moraju otvarati u smjeru izlaza i ne smiju smetati prolazu, pa nisu dozvoljena posmična ili kružna vrata.

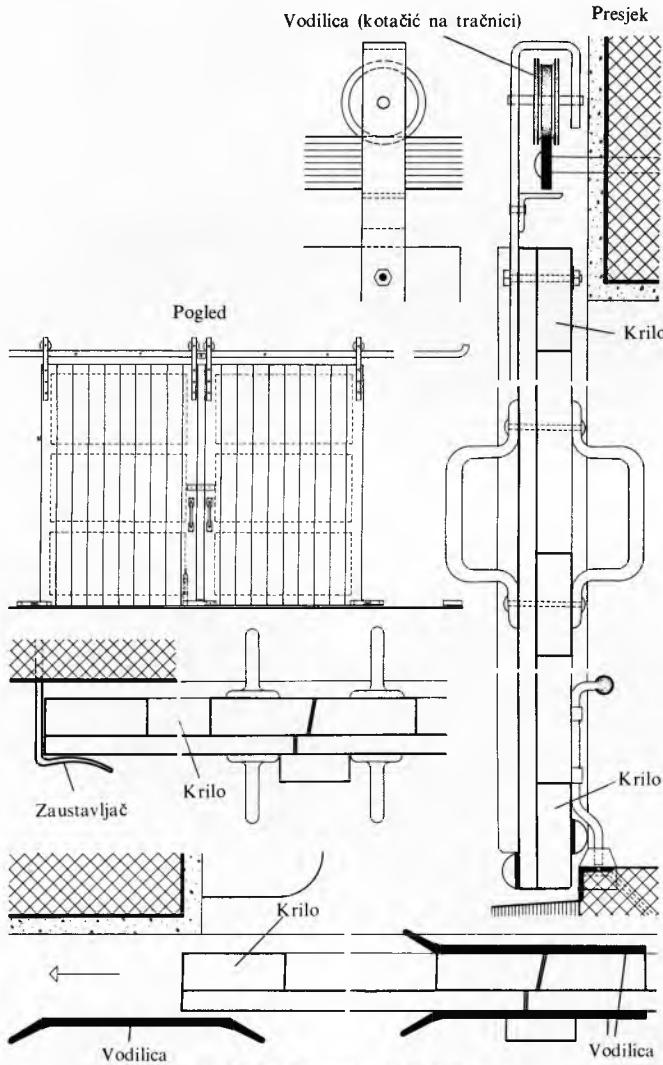
Ulazna vrata u zgradu važan su arhitektonski elemenat građevine i često su naglašena svojom veličinom, arhitekton-



Sl. 23. Posmična ostakljena vrata

skom obradbo, materijalom, prilaznim stubama i harmoničnim odnosom prema pročelju.

Prema propisima zaključana vrata ne smiju se otvoriti bez oštećenja pod pritiskom manjim od 1,0 kPa, a minimalna zvučna izolacija ulaznih stambenih vrata mora biti 12 dB. Za vanjska vrata vrijede svi uvjeti i propisi kao i za prozore.



Sl. 24. Skladišna posmična vrata

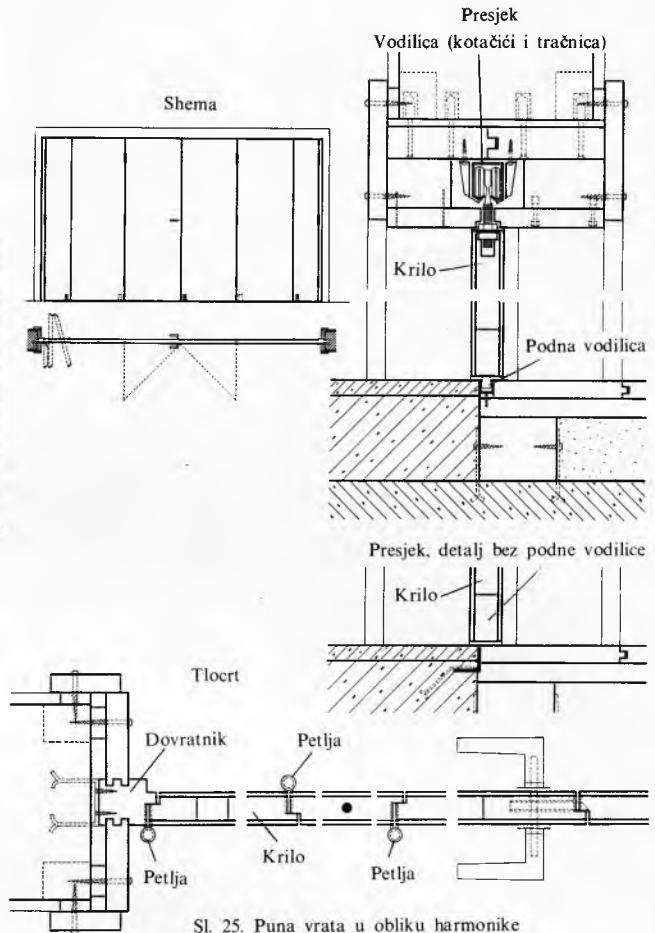
Prag vrata. Vrata završavaju na donjoj strani pragom. Ako prostorije s obje strane vrata služe istoj svrsi, pod je obično u istoj visini (nema praga), a krilo vrata podignuto je 7 mm iznad poda da bi se pokretalo bez smetnje. Ako prostorije služe različitim namjenama, ne smije ispod krila ostati otvorena reška, pa zbog toga pod prostorije u koju se krilo otvara mora biti za ~2 cm niži, tako da se krilo za ~1,5 cm prislanja uz prag. Nije dobro da se prag uzdigne za 2 cm uz jednaku visinu podova u prostorijama jer tada prag postaje zapreka pri prolazu. Vanjska vrata imaju prag kao donji dio prozora, a izrađuje se od hrastovine ili željeza, a krilo ima okapnicu.

Okov vrata služi za pokretanje, otvaranje, zatvaranje i fiksiranje krila.

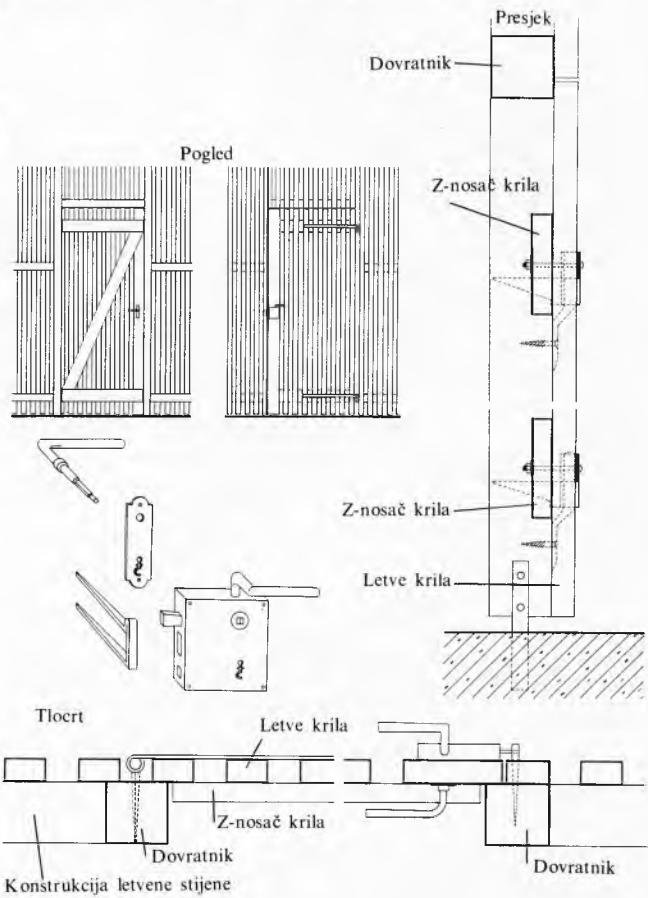
Drvena vrata

Sve što vrijedi za prozore s obzirom na vrstu i kvalitetu drva, dimenziju građe, obradbu, količinu vlage i ugradbu, vrijedi i za vrata.

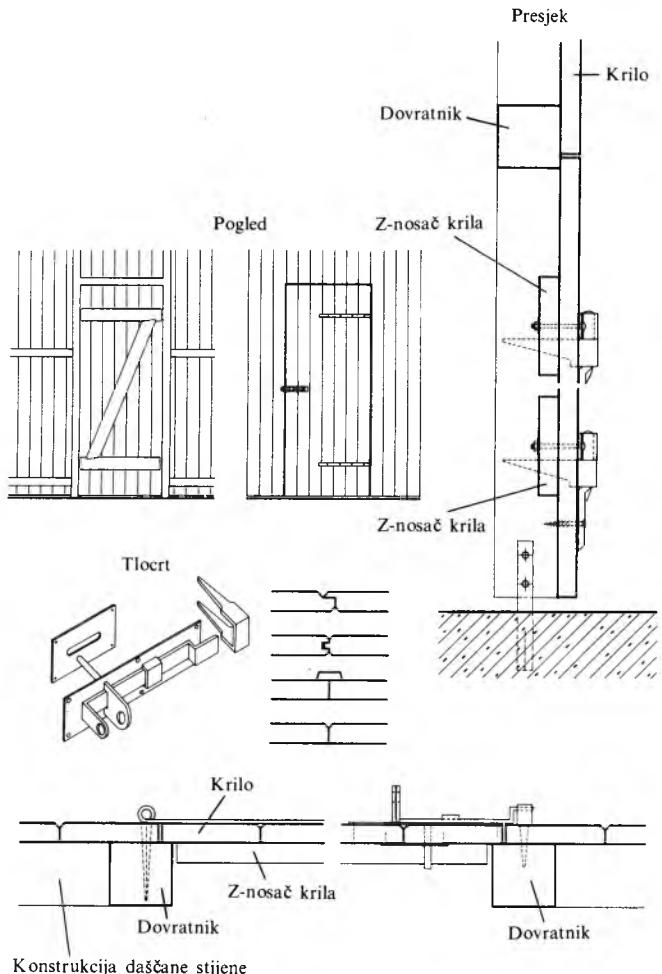
Kad se vrata mokro ugrađuju u tanke zidove, najprije se postavlja dovratnik koji na bočnim stranama ima plitke žljebove



Sl. 25. Puna vrata u obliku harmonike



Sl. 26. Letvena vrata



Konstrukcija daščane stijene

Sl. 27. Daščana vrata

ili pribijenu trokutastu letvicu, a zatim se s obje strane gradi zid koji ulazi u žlijeb dovratnika, ili se elementi zida trokutasto sijeku i prislove uz letvicu. U debele zidove ugrađuje se dovratnik redovito naknadno u gotov zid, ali prije žbukanja. Uvijek se, međutim, krila naknadno prilagoduju i okivaju.

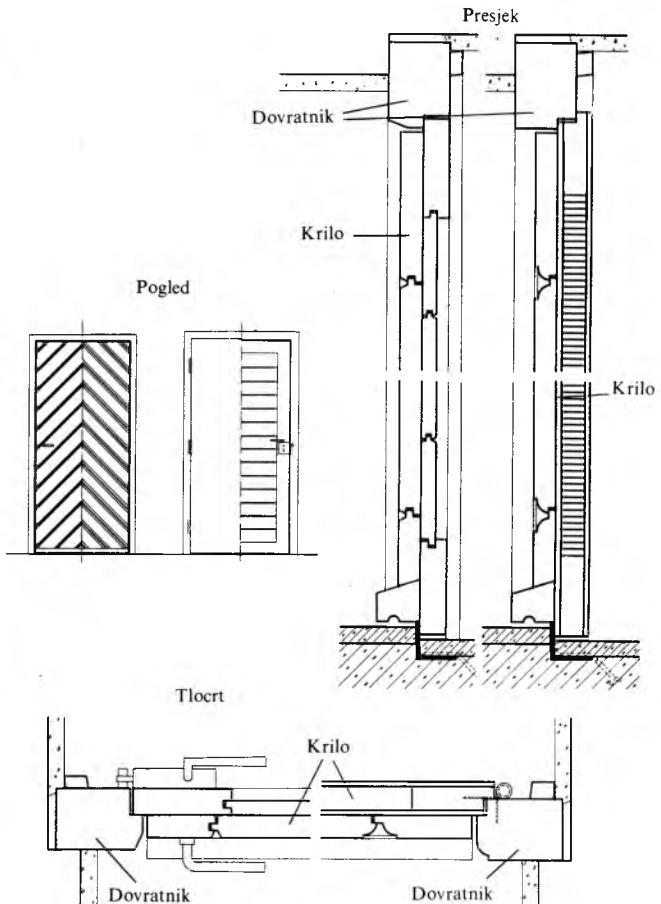
Pri polusuhoj ugradbi ugrađuju se u zid istodobno sa zidanjem okvira od letava na koje se kasnije učvrste već gotova vrata. Kad se suho ugrađuje, učvršćuju se već dovršena vrata na posebne ugrađene komade u ožbukan i obojen zid.

Dovratnici. Drvena vrata imaju drvene ili željezne dovratnike. Kad su zidovi tanki, širina je dovratnika obično jednaka debljini zida, a sudar zida i drvenog dovratnika prekriva se opšavni letvama ili daskama. Kad su zidovi deblji, dovratnik se stavlja uz jedno lice zida, sudari se prekriju, a špalte žbukaju, ili se oblažu pošvom (drvena oplata oko otvora). Tada se uz oba lica zida mogu ugraditi slijepi dovratnici koji se prekriju opšavima i pošvom. Željezni su dovratnici od čeličnog lima debljine 3 mm, ili od supljih čeličnih profila.

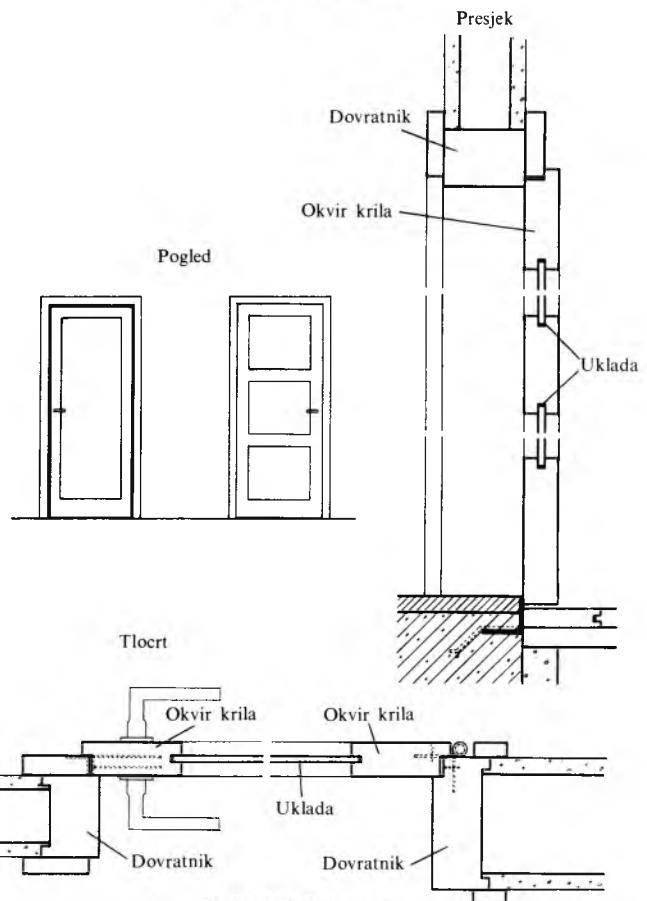
Prislon krila na dovratnik može biti dvostruk ili jednostruk. Ako je prislon dvostruk krilo i dovratnik imaju naokolo rubni utor, a ako je prislon jednostruk, koji je uobičajen za glatka vrata, krilo je bez rubnog utora i ulazi u dublji rubni utor dovratnika.

Prema izradbi krila drvena vrata mogu biti letvena, daščana, oplaćena, ukladena, glatka, ostakljena, tapetna, tapiceriana, vatrootporna, zvučnozaštitna, vrata otporna na zračenje i vrata hladionika.

Letvena vrata (sl. 26). Krilo se sastoji od neobrađenih ili obrađenih vertikalnih letava, presjeka 24/48 ili 30/50 mm koje su međusobno udaljene do 5 cm i koje su pribijene na dvije



Sl. 28. Oplaćena vrata



Sl. 29. Ukladena vrata

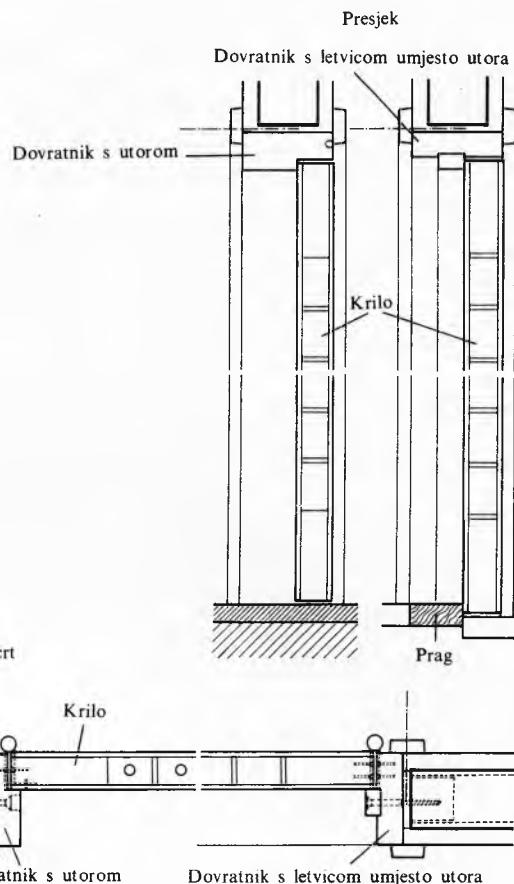
horizontalne prečke i na kosnik, presjeka 120/30 mm, što prenosi težinu vrata na donju petlju. Ako se vrata zatvaraju nasadnom bravom, stavlja se uz rub umjesto letve daska široka 120 mm. Krilo je petljama obešeno izravno na zid, drveni skelet ili na dovratnik.

Daščana vrata (sl. 27). Krilo je od neobrađenih ili obrađenih vertikalnih dasaka, debljine 24...40 mm, koje su tupo sudarene, preklapljene ili utorene, pričvršćene čavlima ili vijcima na dvije prečke i kosnik. Daske se mogu međusobno slijepiti ili povezati samo utorenim prečkama.

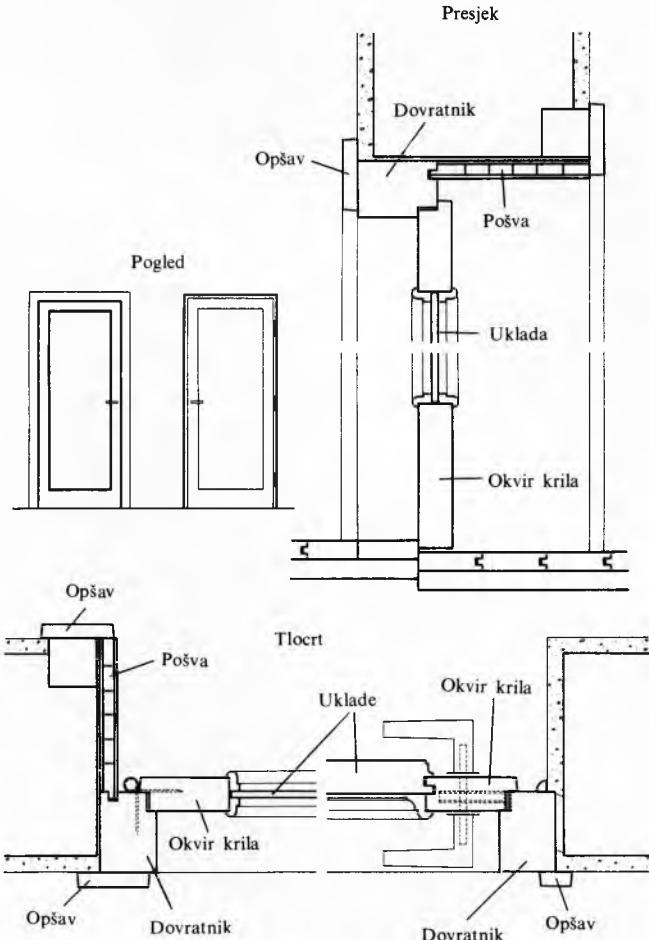
Oplaćena vrata (sl. 28). Krilo se sastoje od dvije daščane oplate koje se križaju i povezane su čavlima ili vijcima. Unutrašnja je oplata obično od vertikalnih utorenih ili preklapljenih dasaka s prečkama ili bez njih, dok se vanjska oplata sastoje od različitih kombinacija, kosih, vertikalnih ili horizontalnih, a često i profiliranih dasaka. Za bolje izvedbe upotrebljavaju se kovani čavli, odnosno mjeđeni vijci.

Ukladena vrata (sl. 29). Krilo se sastoje od okvira, presjeka 42/120 mm, koji može biti podijeljen horizontalnim ili vertikalnim pojasovima u više polja. Polja su ispunjena ukladama koje mogu biti od utorenih profiliranih daščica, ploča od 12...20 mm debelih slijepljenih dasaka, furnirskih ploča ili dvostrukih tvrdih ploča od vlakana. Okviri uz uklade mogu biti bogato profilirani ili nasadeni (sl. 30).

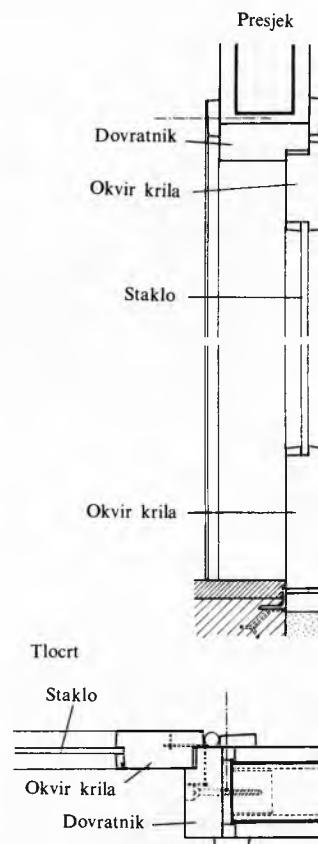
Glatka (furnirska) vrata. Obje su površine krila ravne i glatke (sl. 31). Obrtnički izrađena glatka krila sastoje se od slijepog okvira, dimenzija 120/24...30 mm, s poprečnim pojasovima, a polja su ispunjena horizontalnim ili vertikalnim letvicama, presjeka 30/24 mm, na udaljenosti od 50 mm, a s obje strane nalaze furnirske ploče lijepljene pod pritiskom, debele 6 mm, ili tvrde ploče od vlakana. Radi cirkulacije zraka okvir i vodoravni pojasci mjestimice su probušeni.



Sl. 31. Puna glatka vrata (furnirana)



Sl. 30. Ukladena vrata s profiliranim okvirom krila

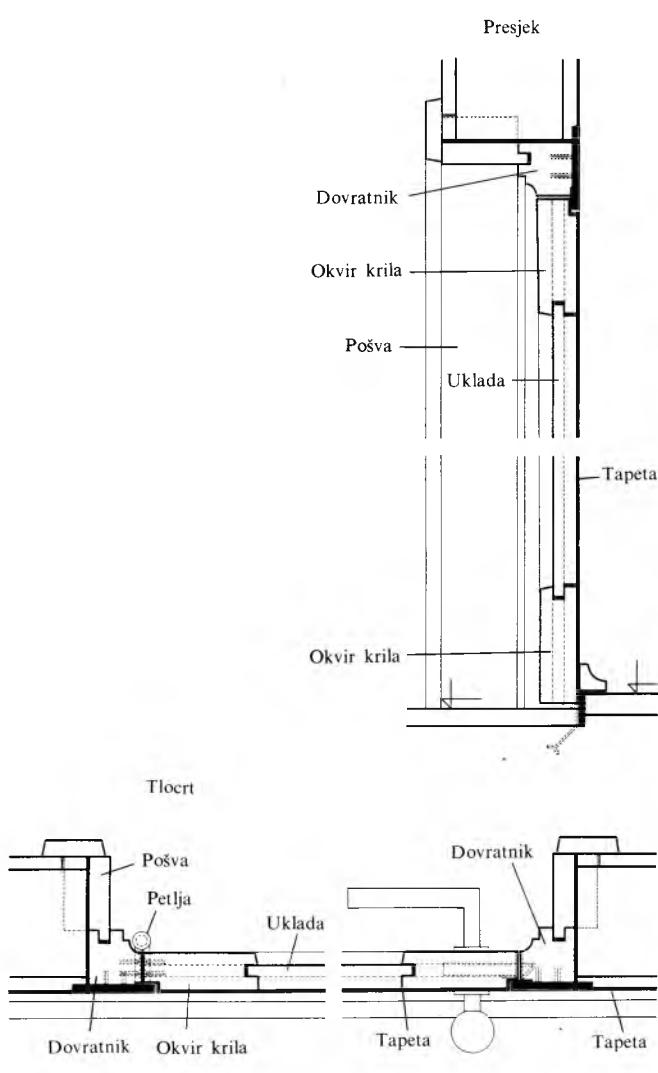


Sl. 32. Ostakljena vrata

Industrijski proizvedena krila imaju okvir, presjeka 50/24...90/30 mm, pojačan na mjestima gdje dolazi okov, a prostor između okvira podijeljen je na manje šupljine ispunjene različitim ulošcima (lamelna rešetka od uskih letvica, sačasta rešetka od kartona, mreža od valovitih furnirskih pruga, drveni prsteni). S obje strane prilijepeni su 3 mm debeli podložni furniri i preko njih pokrovni furnir, a za bolje izvedbe, kad se krilo ne liči, još i plemeniti furnir.

Ostakljena vrata. To su zapravo ukladena vrata kojima su uklade uložena stakla, ali to mogu biti i glatka vrata koja između okvira i pojasa imaju staklo (sl. 32). Staklene ploče podlažu se kitom u utoru i učvršćuju profiliranim letvicama. Veće staklene površine mogu biti dijeljene prečkama ili šprljicima u manja polja.

Tapetna vrata. Vratno krilo je barem s jedne strane glatko, a glatka je i strana s dovratnikom u ravnini zida. Glatka strana i dovratnik prevučeni su tapetama kao zid, ili je preko njih napeto platno obojeno kao zid (sl. 33).



Sl. 33. Tapetna vrata

Tapecirana vrata. Krilo je obloženo s jedne ili s obje strane prevlakom od naravne ili umjetne kože koja je podložena konjskom strunom ili kapokom (vlakno od plodova drveta kapok), a uz rubove pričvršćena ukrasnim metalnim čavlićima.

Vatrootporna vrata imaju krilo od masivnih vertikalnih hrastovih dasaka, presjeka 100/40...60 mm, koje su međusobno vezane hrastovim perima i slijepljene rezorcinskim ljepljom. Uz gornji i donji rub obostrano su vijcima učvršćene horizont-

talne prečke presjeka 120/40 mm. Dovratnik je također od masivne hrastovine presjeka 80/100 mm.

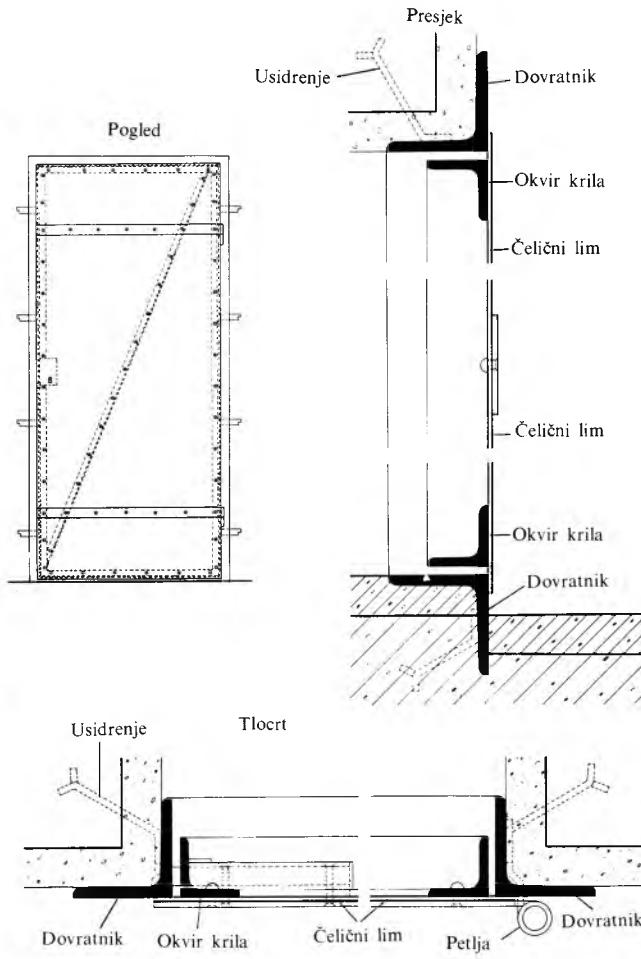
Zvučnozaštitna vrata. Kako industrijski proizvedena glatka vrata imaju zvučnu zaštitu od ~12...15 dB, to se bolja zaštita do 35 dB dade postići ispunom svih šupljih krila mineralnom vunom ili tapeciranjem vratnog krila i stavljanjem elastičnih profila za brtvenje u utore prisilna dovratnika i na prag. Ako je potrebna veća zvučna zaštitna, ugrađuje se krilo debelo 60...100 mm, sastavljeno od više slojeva (vanjske ljuske od različito debelih furnirskih ploča ili iverica, a unutrašnji slojevi od tvrdih ploča od vlakana, od salonita, od olovnog ili čeličnog lima). Oko krila postavlja se dvostruka pršta, a prostor između dovratnika i zida mora biti zvučno zaštićen.

Vrata otporna na ionizirajuće zračenje imaju krilo, debljine 42 mm, koje se sastoji od dvije panel-ploče između kojih je uložena ploča od olovnog lima debela 1 mm. Između opšava i dovratnika stavlja se također olovna ploča, a zid je ožbukan baritnom žbukom.

Vrata hladionika. Krilo debelo 80...120 mm sastoji se od masivnog okvira i prečaka od borovine, a međuprostor ispušten je pločama od ekspandiranog puta. Okvir je obostrano obložen vodootpornim furnirskim pločama. Vrata su okovana specijalnim okovom, a na cijelom rubu krila uložen je kabel za grijanje da se sprijeći zamrzavanje krila.

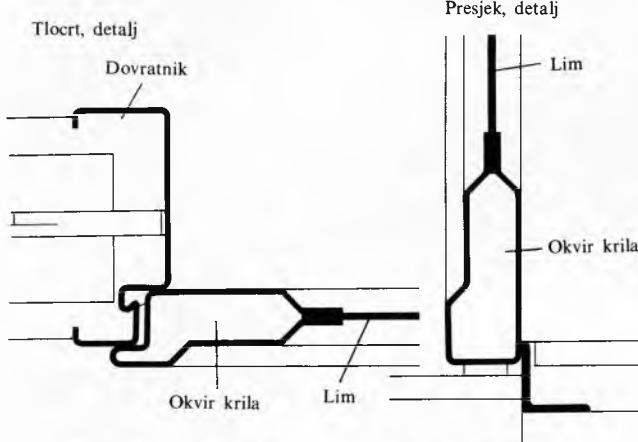
Metalna i staklena vrata

Metalna su vrata otporna prema mehaničkom oštećenju, provali, požaru i atmosferskim utjecajima. Mogu imati velike dimenzije jer se ne vitopere.

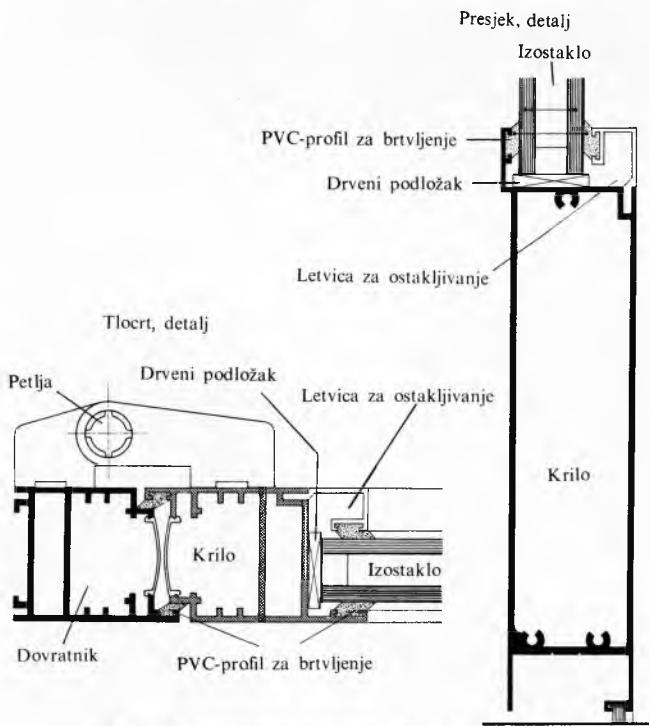


Sl. 34. Čelična vrata od kutnih profila

Zeljezna vrata. Jednostavna izvedba ima dovratnik od kutnih profila sa sidrima za učvršćenje u zid, a krilo je od limene ploče, debele 2 mm, pojačane uz rubove (sl. 34), a ako je potrebno vrata su križno pojačana kutnim ili pravokutnim cjevastim profilom. Obostrano glatka vrata sastoje se od skeleta pravokutnih cjevastih profila preko kojih su s obje strane pričvršćene ploče od čeličnog lima. Dovratnik također može biti od cjevastih profila s potrebnim sidrima. Dok su se prije dovratnik i krila radili većinom kao kombinacija različitih čeličnih profila i bili su razmjerne teški, danas se proizvode specijalni hladno valjani profili za dovratnike i za okvire krila (sl. 35). Pune uklade izvode se od čeličnog lima, a staklene uklade učvršćuju se pomoću punih ili šupljih čeličnih prutića.



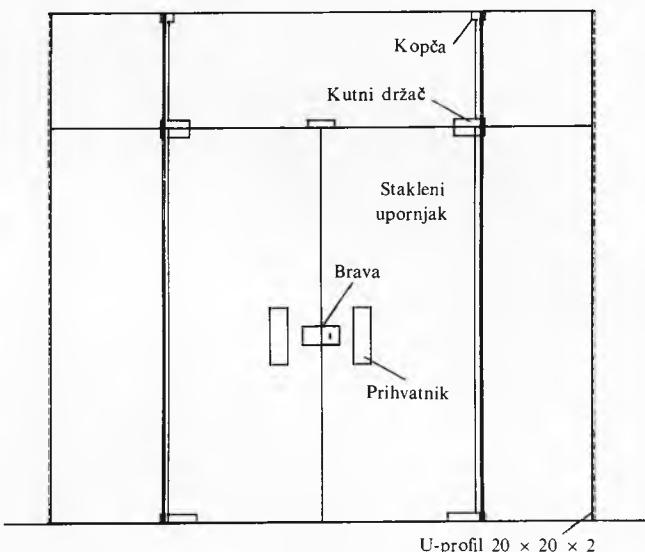
Sl. 35. Metalna vrata s hladno valjanim profilom dovratnika



Sl. 36. Zakretna aluminijска vrata »Topak«; tlocrt, detalj

Aluminijiska vrata. Kao i prozori, tako se i okviri vrata i dovratnici izvode od vučenih aluminijskih anodno oksidiranih profila. Aluminijski dovratnik pojačan je prema potrebi pravokutnim čeličnim cijevima. Vanjska krila, ako se traži toplinska zaštita, sastoje se od dvije ljske povezane rebrima od tvrdog poliuretana, a supljine se ispunjavaju tvrdom pjenom. Uklade krila mogu biti od glatkih ili lijevanih aluminijskih ploča, stakla, drva (sl. 36). Klizna vrata mogu imati površinu jednog polja do 4 m^2 maksimalnom visinom od 3 m. Vrata se brtve specijalnim brtvama od plastičnih materijala, četkastim brtvama, a okov je često sakriven u posebnim lako dostupnim utorima.

Staklena vrata. Vrata od kaljenog stakla mogu biti jednokrilna i dvokrilna sa zakretnim, mimokretnim, kliznim ili fiksnim krilima debljine 10–12 mm (sl. 37). Sječenje, bušenje, brušenje i poliranje stakla mora se izvesti prije kaljenja, jer se naknadnom obradom staklo raspada u oblike zrnate komade.



Sl. 37. Staklena vrata, pogled

Pojedini elementi staklenih vrata s obodnim stijenama, stropom i podom povezuju se metalnim kopčama, kapsulama i žlebovima u obliku slova U, a za pokretanje i zatvaranje krila služe petlje, podni zatvarači, brave i prihvativci. Radi otvaranja krila ostavljaju se slobodne reške (na donjoj strani reška je široka 7 mm, između krila 4 mm, na gornjoj strani 3 mm, a bočno 2 mm). Vrata se mogu otvarati i pomoću pneumatskog, električnog ili hidrauličnog pogona pomoću uređaja za upravljanje (nagazni sag, fotočelija, ultrazvučna prepreka). Za veće rasponе i veće visine mora se staklena površina ukrušiti prema potrebi s jedne ili s obje strane staklenim uporjacima trapeznog ili pravokutnog oblika.

LIT.: W. Wickop, Fenster, Türen, Tore aus Holz und Metall. Walter de Gruyter & Co. Verlag, Berlin 1955. — H. Söhlemann, Das Tischlerhandwerk. Killinger Verlag, Nordhausen 1956. — Metaliski priručnik. Zavod za unapređivanje zanatstva, Zagreb 1956. — Građevinska stolarija. Savezna komisija za standardizaciju, Beograd 1960. — U. Reitmayer, Holzfenster in handwerklicher Konstruktion. Hofmann Verlag, Stuttgart 1966. — U. Reitmayer, Holztüren und Holztore in handwerklicher Konstruktion. Hofmann Verlag, Stuttgart 1966. — A. Schneck, Fenster aus Holz und Metall. Hofmann Verlag, Stuttgart 1968. — A. Schneck, Türen aus Holz und Metall. Hofmann Verlag, Stuttgart 1968.

Z. Vrklijan