

Predgelirani se škrobovi upotrebljavaju u proizvodnji hrane (osobito za pudinge za brzu pripremu, tzv. instant pudinge), papira i tekstila te za rudarske isplake, kad su potrebne njihove prednosti u usporedbi sa svojstvima nativnih škrobova (veća moć i brzina bubrenja, veća moć stabilizacije isplaka).

Glavna je upotrebna prednost rijetkokuhajućih škrobova u usporedbi s nativnim škrobovima manja viskoznost njihovih pasta, pa, zahvaljujući tome, mogućnost da imaju veći udio čvrste tvari, odnosno da lakše prodiru u pore i kapilare. Zbog toga se rijetkokuhajući škrobovi, osobito proizvodi oksidacije škroba hipokloritom, upotrebljavaju za apretiranje papira i tekstila. Tim apretiranjem površina papira postaje glatka i elastična, pa dobro prima tiskarske boje. Pri apretiranju tekstila ti se proizvodi upotrebljavaju za škrobljenje osnove, da bi se povećala otpornost njenih vlakana prema abraziji. U prehrambenoj industriji primjena je rijetkokuhajućih škrobova višestruka (npr. u proizvodnji krema, kao zamjena za arapsku gumu).

Za primjenu je škrob-aldehida važno to što on, najvjerojatnije, može tvoriti poluacetalne veze (v. *Aldehidi*, TE 1, str. 189) sa slobodnim hidroksi-skupinama celuloznih lanaca i tako povećati čvrstoću proizvoda. Zbog toga se upotrebljava za povećavanje čvrstoće papira, osobito čvrstoće u mokrom stanju. Posebno je to važno u proizvodnji omotnog i sanitarnog papira.

Za primjenu proizvoda oksidacije škroba, osobito u proizvodnji hrane, važno je njihovo svojstvo da geliraju pri temperaturama nižim od temperatura geliranja nativnih škrobova, tvoreći bistre otopine s manjom viskoznošću.

Dekstrini se najviše upotrebljavaju kao vezivo za dobivanje adheziva poznatih pod nazivom *dekstrinska ljepila* (v. *Ljepila*, TE 7, str. 585). Njihova se svojstva često poboljšavaju dodacima, npr. natrij-tetaboratom (za povećanje ljepljivosti), glicerolom ili glukoznim sirupom (za plastifikaciju, za smanjenje lomljivosti filmova).

Glavne su upotrebne prednosti škrobnih acetata s niskim stupnjem supstitucije njihova niska temperatura geliranja i mala sklonost retrogradaciji, što je važno u proizvodnji prehrambenih proizvoda (npr. instant pudinga ili voćnih pita koje se čuvaju smrznute). Acetati su škroba s visokim stupnjem supstitucije ($DS = 2 \cdots 3$) plastomerni (termoplastični) i topljivi u organskim otapalima, pa se upotrebljavaju za dobivanje filmova i vlakana.

I paste od škrobnih monofosfata stabilne su prema smrzavanju i odmrzavanju, pa su i ti fosfati vrlo prikladni za proizvodnju namirnica koje se čuvaju smrznute. Među ostalim, oni se upotrebljavaju i kao vezivo pri izradbi kalupa u ljevaonicama i za poboljšavanje čvrstoće i kakvoće površine papira. Fosfatni diesteri škroba još su stabilniji prema smrzavanju, odmrzavanju i retrogradaciji. Osim toga, otporni su prema miješanju, kiselim medijima i kuhanju na višim temperaturama, pa su prikladni za preradu mnogih namirnica, osobito onih koje se čuvaju sterilizirane. Posebna je odlika fosfatnih diestera škroba i škrobnih frakcija što kuhanjem tvore vrlo bistre otopine.

I drugi poprečno povezani derivati škroba imaju slična svojstva kao i njegovi fosfatni diesteri, pa onda imaju i istu namjenu.

U usporedbi s nativnim škrobovima, škrobni hidroksialkili-eteri topljiviji su i manje skloni agregaciji molekula. Ta ih svojstva čine široko upotrebljivima u proizvodnji papira, jer čine površinu papira otpornom prema penetraciji materijala s kojima dolazi u dodir, kao što su masti i tinte. Škrobni hidroksietil-eteri upotrebljavaju se i kao aditivi za ugušćivanje namirnica.

Osnovna je razlika kationskih škrobova prema ostalim škrobnim derivatima što imaju pozitivan naboj. Zbog toga im je temperatura geliranja razmjerno vrlo niska, to niža što im je DS veći. Tako npr. škrobni kvaternarni amonijski eteri sa $DS = 0,07$ počinju bubriti već u hladnoj vodi, a škrobni hidroksietil-eter se tako ponaša tek kad mu je $DS = 0,2 \cdots 0,3$. Zbog tih su svojstava kationski škrobovi ekonomičniji od

drugih škrobnih derivata kad se rabe za iste svrhe. Glavno je područje upotrebe kationskih škrobova u proizvodnji papira. Pritom je najvažnije njihovo vezanje ionskim silama s nitima celuloze. U proizvodnji tekstila važna je njihova moć emulgiranja hidrofobnih sredstava za apreturu. Osim svega navedenoga, oni su dobri flokulanti disperzija mineralnih tvari i sredstava za obradbu otpadnih voda.

LIT.: R. L. Whistler, E. F. Paschall (ed.), Starch: Chemistry and Technology. Academic Press, New York (Vol. 1) 1965, (Vol. 2) 1967. – J. A. Radley (ed.), Starch and its Derivatives. Chapman Hall, London 1968. – J. A. Radley, Starch Production Technology. Appl. Science Publ., London 1976. – J. A. Radley (ed.), Industrial Uses of Starch and its Derivatives. Appl. Science Publ., London 1976. – G. Tegge, Stärke, u djelu: Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Band 22. Verlag Chemie, Weinheim 1982. – O. B. Wursburg, Properties and Uses for Modified Starches. Chemical Rubber Co., Boca Raton 1986.

Z. Gerić Ž. Viličić

ŠPORTSKE DVORANE I STADIONI, vrsta športskih građevina. Športske su dvorane natkrivene građevine za natjecanja i priredbe, s gledalištem (što je predmet opisa ovog članka), za nastavu tjelesnog odgoja, rekreaciju i vježbanje. Stadioni su u pravilu otvorene građevine s velikim borilištem i velikim, najčešće amfiteatralnim gledalištem. Izgradnjom potpuno natkrivenih stadiona sa stalnim ili pomičnim krovom te dvorana s kapacitetom za više od 30000 gledatelja nestaju čvrste razlike, pa se i velike dvorane nazivaju zatvorenim stadionima.

Suvremene športske građevine moraju osigurati veliki komfor korisnicima, natjecateljima i gledateljima, mogućnost višenamjenske upotrebe i visoke razine medijskog prijenosa, te održavanje glazbenih i sličnih priredaba i javnih skupova bez obzira na sezonu, doba dana i vremenske prilike.

U posljednjih je dvadesetak godina televizija ušla u svijet športa i postupno ga prožela i komercijalizirala, pa danas svojim zahtjevima izravno utječe na koncepciju športskih građevina. Ponašanje gledateljstva, pogotovo na nogometnim utakmicama, utječe u posljednje vrijeme na donošenje sve strožih sigurnosnih propisa na stadionima.

U drevnoj je Grčkoj stadion bio poprište natjecanja u rvanju, trčanju, skokovima, bacanju koplja, te u igrama loptom (sl. 1). Najstariji je od njih stadion u Olimpiji (sl. 1a), gdje su se, počevši od 776. svake četvrte godine redovito održavale panhelenske Olimpijske igre. U Olimpiji, pokraj Zeusova i Herina svetišta i uz padinu brda Kronos koja je služila kao gledalište, sagrađeni su stadion, hipodrom, kupalište, palestere i gimnazij, što je bilo prvo poznato kompleksno športsko središte u povijesti. Dekretom Teodozija II. (426. godine) potpuno je srušeno svetište u Olimpiji, a dva su snažna potresa (522. i 551. godine) dovršila prijašnja rušenja. Naplavine okolnih potoka potpuno su prekrile ruševine nanosom visokim i do 8 m.

Rimsko doba, pogotovo od 4. do III. st., odlikuje se visokim komunalnim standardom gradova i izrazitom kulturom okolice. O tome svjedoče ostaci mnogih arena, cirkusa, hipodroma, amfiteatara i termi.

U 3. st. sagrađeno je u Rimu prvo javno kupalište. U doba Carstva gradile su se mnoge terme, među kojima su najveću površinu zauzimala Karakaline terme u Rimu, sagrađene 210. godine, sa stadionom, perivojem, predavaonicama, knjižnicama, gimnazijem i trijemovima.

Kao što je teatar, stoljen s reljefom, okrenut mediteranskom krajoliku, s polukružnim redovima auditorija oko scene, prototip otvorene javne građevine s gledalištem u Grčkoj, tako je prototip rimskog graditeljstva arena i gledališta Flavijev amfiteatar u Rimu, poznatiji kao Kolosej. Četverokutni elipsoidni cilindar gledališta podignut na 80 polukružnih kamenih lukova mogao je primiti 45000 gledatelja (sl. 2).

U IV. st. izgrađene su posljednje velike terme. Tada su Rimljani osim terma upotrebljavali 2 amfiteatra, 5 cirkusa, 856 javnih kupališta i 1352 fontane i cisterne. Prema nekim izvorima, amfiteatri, cirkusi, teatri i terme antičkog Rima mogli su istodobno primiti više od polovice stanovništva.

Grčki stadion i teatar te rimski amfiteatar još su i danas glavni konceptijski modeli športskih arena s gledalištem.

Prvi ciklus razvoja građevina za šport i dokolicu završava s propašću Rimskog Carstva. Suvremena kultura športa i posebnih športskih građevina javlja se ponovno nakon stanke od ~1500 godina. Iako u tom razdoblju nisu zamrla natjecanja i igre (jahanje, mačevanje, streličarstvo, igre loptom, viteške igre i turniri), nisu, osim iznimaka, poznate stalne građevine koje su se u te svrhe upotrebljavale.

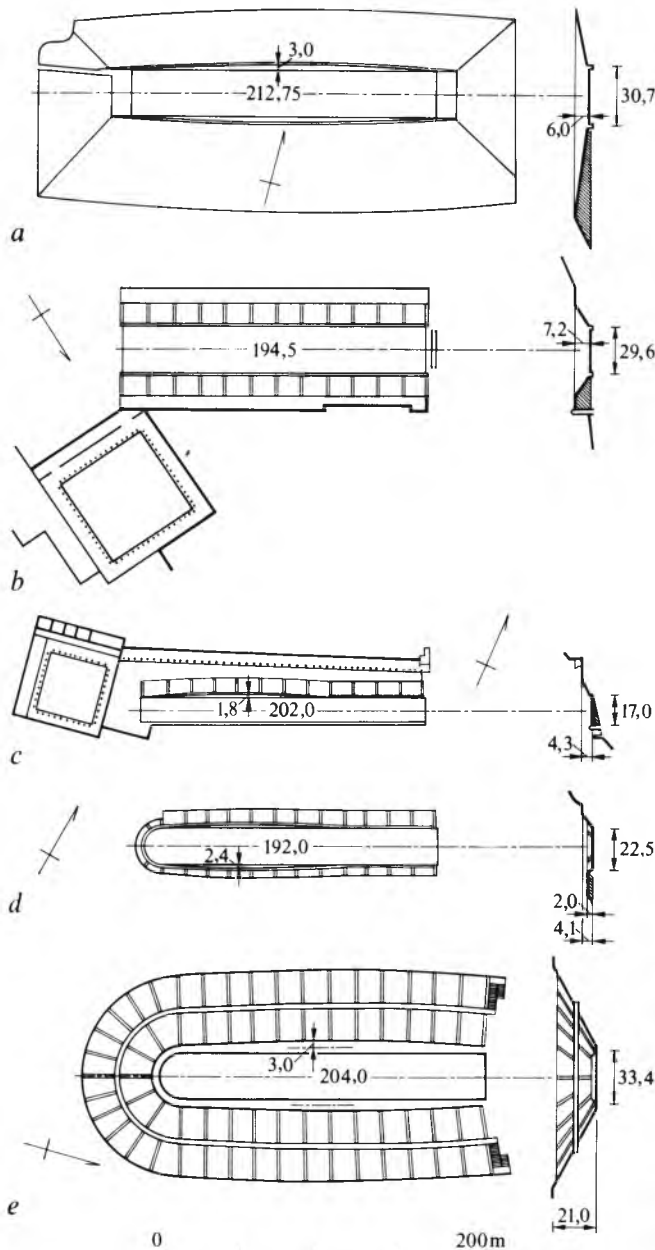
Polovicom XIX. st. počinju se na visokim školama u zemljama zapadne Europe organizirati športska vježbanja i natjecanja u veslanju, atletici i dr. Moderne Olimpijske igre snažno su potaknule razvoj športskih građevina. Od

1896. svake se četvrte godine održavaju ljetne, a od 1924. i zimske Olimpijske igre. One su uz športska natjecanja ujedno i smotre dometa u gradnji športskih građevina. Utjecaji politike i tehnologije, a osobito novca što ga je u sport unijela televizija u drugoj polovici ovog stoljeća, potaknuli su gradnju nove generacije športskih građevina.

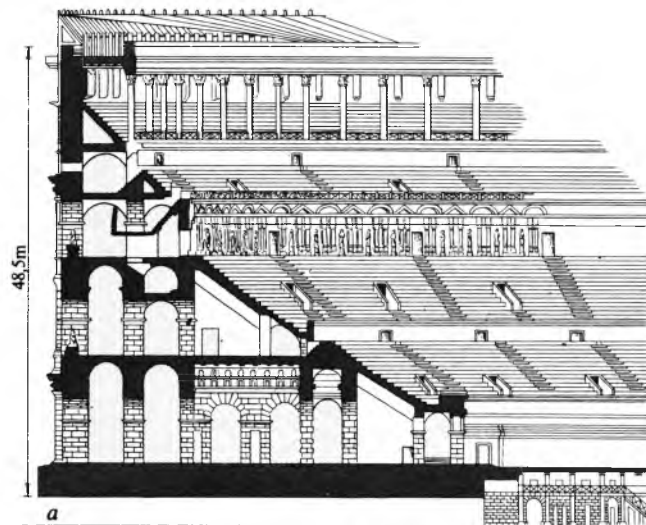
Izgradnja športskih objekata u Hrvatskoj. Izgradnja građevina za tjelesni odgoj, igru, šport i dokolicu u Hrvatskoj je vremenski, sadržajem, oblicima i arhitektonskim dometima vrlo raznolika i diskontinuirana. Iako su joj počeci u rimskom dobu u vrijeme gradnje amfiteatra u Puli i Saloni te terma u Saloni, današnjim Varaždinskim Toplicama i drugdje, ona se u novije vrijeme može pratiti od izgradnje streljane u Osijeku 1804. i Zagrebu 1808. pa sve do intenzivnije izgradnje objekata za velika međunarodna natjecanja, npr. za Mediteranske igre u Splitu, Svjetsko streljačko prvenstvo u Osijeku i Univerzijadu u Zagrebu.

Zagrebačka građanska streljana. Povijest zagrebačkih športskih građevina počinje građanskom streljanom, projektiranom 1801, izgrađenom u Tuškancu 1808. god. Sačuvani nacrt streljane važan je kao najstariji projekt športske građevine u Zagrebu. Projekt s uzdužnim i poprečnim presjekom izradio je natporučnik Stauff von Beaulieux.

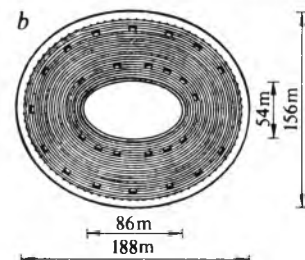
Streljana se nalazila na platou, 10 m iznad potoka Tuškanac, što bi odgovaralo gornjoj terasi današnjega »Cibonina« košarkaškog igrališta. Širina joj je iznosila 6,20 m, a duljina, između linije gadanja i cilja, 105,60 m. Iza ciljeva bio je zemljani usjek visine 6 m nad kojim je bio izveden 6 m visok zaštitni zid od opeke. Zemljani nasip uzdignut oko 1 m iznad podnožja ciljeva



Sl. 1. Tlocrt i presjeci grčkih stadiona. *a* u Olimpiji (← 776. godine, 40000 gledatelja, zemljani nasip), *b* u Miletu (← 180, pregrađen u III. st., 15000 gledatelja, od kamena), *c* u Prieni (5000 gledatelja, od kamena), *d* u Delfima (← V. st., pregrađen u II. st., 7000 gledatelja, od kamena), *e* u Ateni (← 330, obnovljen 1896. godine, 50000 gledatelja, od kamena)



Sl. 2. Kolosej u Rimu. *a* presjek, *b* tlocrt

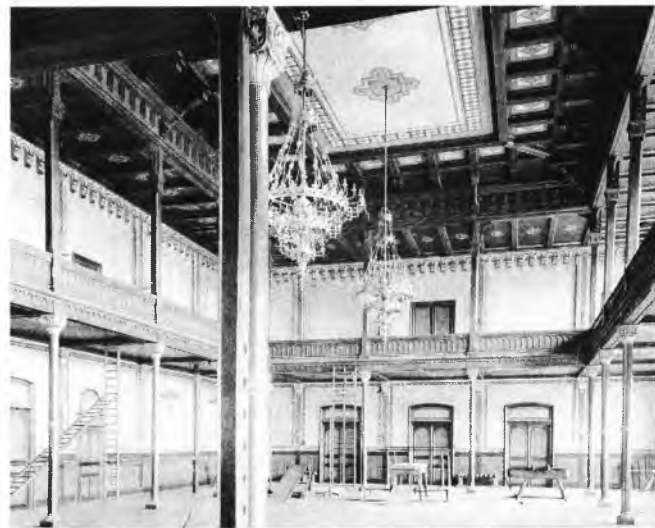


osiguravao je prolaznike od odbijenih ili zalutalih zrna. Vatrena je linija bila natkrivena drvenom nadstrešnicom širine 5,60 m i visine 2,80 m sa zidanim temeljima i naslonom za strijelce. Zgrada je imala dvostrešni krov s visinom sljemena 6 m iznad tla.

Streljačko je društvo 1835. kupilo kuću i posjed u Tuškancu, a 1837. postavljen je kamen temeljac za novu zgradu streljane koja je svečano otvorena 1. rujna 1838. god. Streljana je desetljećima bila središtem društvenog života tadašnjeg Zagreba. U vrijeme Ilirskog preporoda streljačko je društvo bilo žarištem preporodnih ideja. Godine 1840. članovima društva postaju Gaj, Demeter, Štoos i Rakovac. Djelatnost društva i zabave koje ono priređuje bili su prožeti narodnim duhom. U dvorani je prilikom proslave 600. obljetnice proglašenja Zagreba slobodnim kraljevskim gradom Ivan Kukuljević Sakcinski održao rodoljubni govor na hrvatskom jeziku.

Krajem stoljeća vanjsko je strelješte postalo nepodobno, te se streljačka aktivnost sve više odvija u dvorani. Godine 1883. dograđuje graditelj J. Jamrišak dvoranu. Streljana ujedno postaje moderan i komforan društveni centar i prva javna zgrada s električnom rasvjetom u gradu.

Gradansko streljačko društvo djelovalo je u Tuškancu 128 godina, sve do 1914. god. Pri kraju stoljeća izgrađena su na gornjoj terasi tri teniska igrališta, a 1910. otvoreno je kotaljkalistište od brušenog betona. Uz teniska igrališta i kotaljkalistište nastaje 1922. vrtni restoran i ljetno kazalište. Dvorana streljane je od 1923. do 1929. područno kazalište matične kuće u Frankopanskoj ulici. Godine 1931. izgrađena je na sjevernom rubu nekadašnjeg streljašta zgrada Športskog društva »Shell«. Bio je to građevni zametak današnjega društvenog doma »Cibona«.



Sl. 3. Dvorana »Hrvatskog Sokola«

Gombaonica »Hrvatskog Sokola« u Zagrebu, današnja dvorana Gimnastičkog društva »Sokol-Zagreb«, podignuta je krajem 1883. na prvom sportskom terenu tada novog, Donjeg grada, na južnom obodu još bezoblična Sajmišnog trga. Već je ranije na tom prostoru, uz dopuštenje gradskog zastupstva, mladi gradski inženjer M. Lenuci organizirao klizalište. To omiljeno mjesto sportskog nadmetanja i zabave mladih, a ponekad i blistavih noćnih spektakla i produkcija na ledu uz vojnu glazbu, ostalo je na Sajmišnom trgu do zime 1880/81. godine. Nakon toga počelo se s nasipavanjem terena za gradnju zajedničke kuće »Sokola« i Pjevačkog društva »Kolo«. U zamisli i usavršavanju arhitektonskog projekta kuće sudjelovali su, uz Lenucija, i mnogi tadašnji istaknuti stručnjaci, arhitekti i graditelji. Zgrada je trebala biti sastavljena od dvije posebne jednokatne kuće među kojima bi bila prizemna visoka dvorana, za trećinu veća od one u Glazbenom zavodu.

Prva polovica 1882. god. ispunjena je »Sokolovim« pripremama za gradnju i za organizaciju proslave svečane obljetnice postojanja »Kola«. Sredinom godine mijenja se arhitektonski i stilski koncept doma, vjerojatno pod utjecajem Sokolskog doma u Pragu, kamo na proslavu 20. obljetnice češkog »Sokola« putuje i Lenuci. Odustaje se od privremene zgrade, projektira se čvrsta kuća s dvoranom četiri puta većom od one u Glazbenom zavodu (sl. 3).

Nakon svečanog polaganja kamena temeljca 10. lipnja 1883. »Sokol« počinje gradnjom doma, a završava ga za pet i pol mjeseci.

Srednjoškolsko igralište nastaje 1896, u doba kada se planskom izgradnjom daje velika važnost sportskim i školskim građevinama. Kao što je Lenuci u svoju zelenu potkovicu uvrstio zgradu »Sokola« i »Kola«, I. Kršnjavi na parceli nedaleko novog kazališta, kao stvorenoj za reprezentativnu upravnu zgradu, gradi Srednjoškolski forum. Zgrada Realne gimnazije i Trgovačke škole s dvoranom za tjelesni odgoj izvedena je prema projektu berlinskih arhitekata Ludwiga i Hülsnera, a igralište i dvorana prema projektu arh. K. Weidmanna. To je bio prvi srednjoškolski zavod s dvoranom za tjelovježbu, s garderobama, kupaonicama, centralnim grijanjem i uređenim igralištem, koje je pod nazivom »Elipsa« upisano zlatnim slovima u povijest zagrebačkog i hrvatskog sporta. Sklop zgrada srednjih škola s gombaonicom, muzejem i uređenim zelenilom te sportskim igralištem prvi je moderni školski centar u Zagrebu.

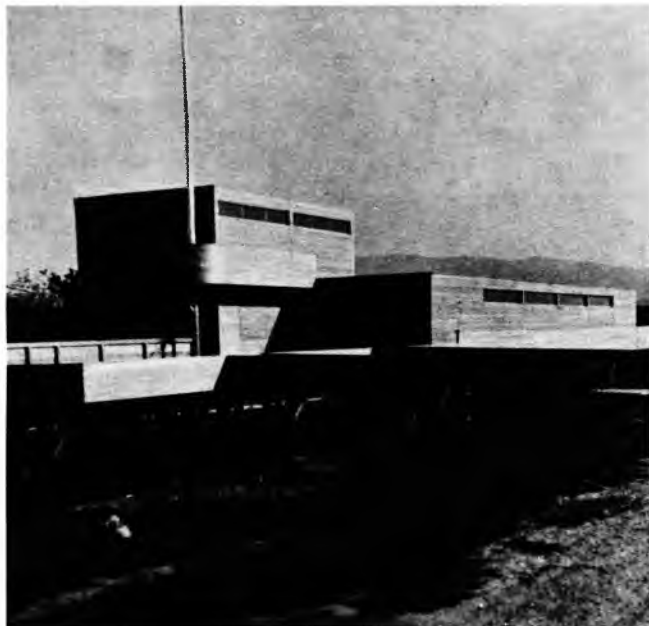
Igralište je uređeno pod nadzorom F. Bučara, promotora mnogih sportova u Zagrebu, koji je ondje vodio nastavu i sportske tečajeve, a 1905. organizirao prvu hrvatsku srednjoškolsku gimnastičku svečanost. Na »Elipsi« su vježbali i igrali od 1903. i nogometaši HAŠK-a, a 1909. igraju se tamo prve međunarodne nogometne utakmice u Zagrebu.

Srednjoškolsko igralište tih je godina jedino ogradoeno igralište u Zagrebu. Početkom prvoga svjetskog rata na igralištu su bile izgrađene drvene bolničke barake, koje su tamo ostale sve do 1930. god.

Učiteljskim doprinosom izgrađena je 1935. gimnastička dvorana sa svlačionicama na zapadnom rubu igrališta prema projektu arh. E. Steinmanna, a prema projektu arh. L. Senderdija obnovljeno je igralište s površinom od tučenca, obrubljeno nasadima jasmína, izgrađena atletska staza od šljake duljine 333,33 m i gledalište u zemljanom nasipu.

Igralište »Gradanskog« na Koturaškoj cesti u Zagrebu, veličine 100 × 60 m, bilo je omeđeno kružnim trkalištem duljine 400 m i drvenom ogradom (sl. 4). Zapadna tribina, sagrađena prema nacrtima inž. Gj. Kastla početkom tridesetih godina, bila je drvena, veličine 75 × 16 m, a potpuno je natkrivala 1618 sjedećih mjesta u gledalištu. Ispod gledališta bile su svlačionice sa sanitarnim prostorijama. Zanimljiv su komforni dodatak bili otvori za odražavanje iznad krova gledališta. Igralište »Gradanskog« napušteno je početkom pedesetih godina zbog izgradnje javnih zgrada na tom prostoru.

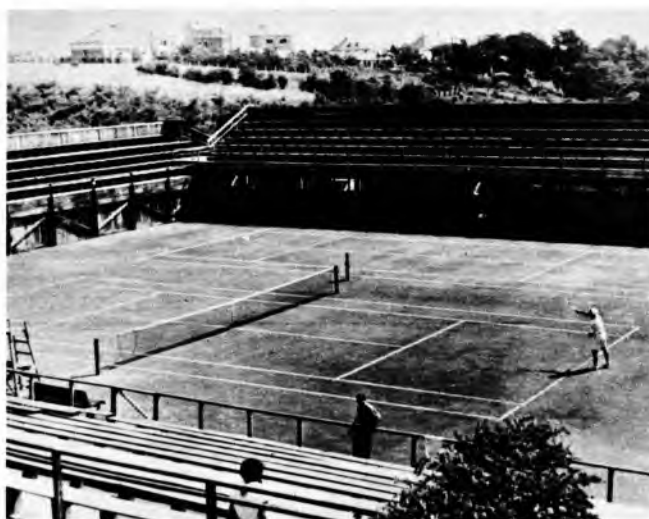
Veslački dom »Uskok« na Savi u Zagrebu, koji je prema projektu arh. A. Ulricha sagrađen 1931, vrijedan je kao sportska građevina i kao arhitektonsko dostignuće. Skladnošću funkcije, čistoćom i igrom volumena te uzornim uklapanjem u okoliš, ta je zgrada među prvima u Zagrebu propagirala arhitektonske i stilske odlike *moderne* (sl. 5). Terasa, koja je masom hangara i dvokatnim tornjem zaštićena od hladnog sjeveroistočnjaka, proširivala je tada usku krunu savskog nasipa i bila jedini prostor za rad i boravak. Dva ulaza s terase i nasipa te onaj iz smjera grada oblikovani su primjereno funkciji. Dvostruki mostići i stube na prilazu s rijeke dimenzionirani su prema mjerama svih čamaca, od skifa do osmerca. Jednostavan i drvu primjeren raster konstrukcije od drvenih platica omogućio je brzu i jeftinu gradnju i jednostavno održavanje. Racionalnost i čistoća ideja uz skromnost do siromaštva još su više potencirali domet Ulrichove zgrade. Sustav drvenih stupova kao temeljna i



Sl. 5. Veslački dom »Uskok«

prizemna etaža pružio je najjednostavniju zaštitu od čestih poplava u proljeće i jesen, a ljeti duboki hlad za rad na čamcima. Čitava je zgrada bila izvedena od drva i stakla. Uska je horizontalna prozora naglašavala funkciju čuvanja imovine, čamaca i pokala. Zgrada je nažalost kasnijim pregradnjama degradirana.

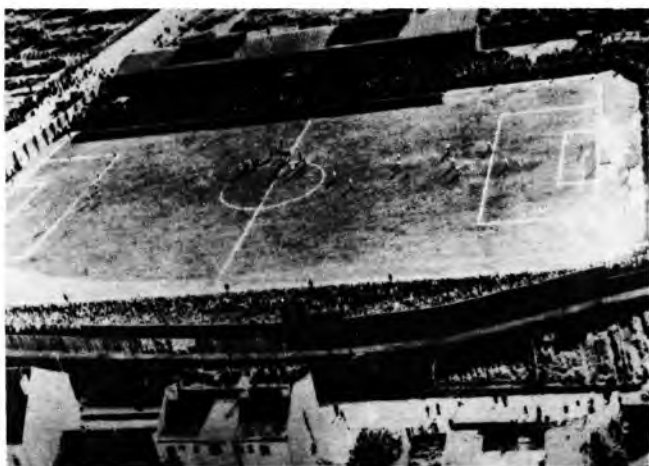
Sportski centar na Šalati. Krajem dvadesetih godina ovog stoljeća počinje, na inicijativu dr. Čopa i Teniskog kluba pomoćnih liječnika, na brežuljku Šalata u Zagrebu izgradnja teniskih igrališta. Do travnja 1930. bilo je izgrađeno šest igrališta, a već 1931. igra se u Zagrebu prva utakmica Davis Cupa protiv Japana. Godine 1936. kad Jugoslavija ulazi u finale Evropske zone Davis Cupa, bio je u kratkom vremenu izgrađen drveni stadion za 5000 gledatelja na mjestu današnjeg klizališta (sl. 6). Tenis postaje sve popularniji pa se grade još tri igrališta, a 1939. stadion je, prema projektu A. Freudenreicha i P. Deutscha, proširen za još 3000 mjesta.



Sl. 6. Drvena tribina teniskog stadiona na Šalati (oko 1936. god.)

Arhitekt F. Bahovec projektirao je 1939. društveni dom s kabinama, tuševima, kuhinjom, bifeom, prostorijama za boravak članstva, a uz to bazen veličine 20 × 8 m i dubine 1,1-1,6 m. Godine 1946. projektira se i izvodi plivalište veličine 50 × 22 m na istočnom obronku padine prema Vončinovoj ulici, s tribinama za 3500 gledatelja i tornjem za skakanje (sl. 7). Također prema projektu arh. Bahovca izvodi se 1957. novo betonsko, transparentno gledalište oko središnjeg terena u povodu Gimnaestrade s 3500 sjedećih mjesta. Na tom se mjestu 1961. gradi umjetno klizalište. Arhitektonski natječaj za uređenje Šalate raspisan je 1980, a program je djelomično realiziran tek za Univerziju 1987. godine. Rekonstruirano je i dograđeno otvoreno plivalište, zgrada sa svlačionicama i restoranom, kuglana, pogonski dio, klizalište, teniska igrališta i gledališta.

Stadion u Maksimiru. Na mjestu ranijeg stadiona HAŠK-a u Zagrebu projektirali su 1947. arhitekti F. Neidhardt i V. Turina novi stadion, poznat kasnije kao stadion »Dinamo«. Vrlo delikatna situacija tik do perivoja Maksimir, stiješnjena sa sjeverne strane prometnom Maksimirsom cestom, s istoka školom u Jakićevoj ulici, a sa zapadne strane zgradom samostana, bila



Sl. 4. Igralište i trkalište »Gradanskog« (oko 1935. god.)



Sl. 7. Plivalište na Šalati (izgled prije uređenja, 1979. god.)

je projektantima veliko ograničenje, ali i izazov. Potkavsto je gledalište prema projektu potpuno otvoreno prema Maksimirskom perivoju, a stadion je primao 35000 gledatelja (18000 stajaćih mjesta). Trećina je zapadnoga i čitavo istočno gledalište bilo na nasipu, dok je gornji dio zapadne tribine položen na originalnu armiranobetonsku okvirnu konstrukciju temeljenu na pilotima i djelomično natkrivenu konzolnom čeličnom rešetkom zategnutom čeličnim užetima u temelj stupa. Geometrija atletske staze radena je po uzoru na olimpijski stadion u Helsinkiju, s eliptičnim krivinama zavoja. Nogometno je igralište bilo veličine 105×70 m. Drenaža je projektirana tako da se cijevi što se granaju od sredine prema krajevima igrališta mogu ispirati vodenim mlazom. Gledalište je 1952. god. povećano na 48000 mjesta. Podignuta je i sjeverna tribina, čime je donekle smanjen kontakt s Maksimirom (sl. 8).

Turinin je stadion po uklapanju u pejzaž i otvaranju izvanredne vizure na maksimirski perivoj i Medvednicu te po visokoj razini oblikovanja detalja i cjeline, avangardno djelo športske arhitekture svog vremena. Posebno je važan konstruktivni i dizajnerski koncept zapadne tribine. Stadion je dogradnjom i povećanjem istočne tribine, koja ujedno natkriva zapadnu tribinu pomoćnog igrališta (autor V. Turina, konstruktor O. Erlich), proširen na ukupno 60000 mjesta. Dogradnjom za Univerzijadu 1987. godine čitavo je zapadno gledalište natkriveno čeličnom krovnom konstrukcijom, a proširene su i svećane lože, prostorije za novinare te garderobe i sanitarne prostorije za natjecatelje.

Sl. 8. Stadion »Dinamo« u Maksimiru (oko 1950. god.). a zračna snimka, b detalj konstrukcije

Stadion na Poljudu u Splitu arh. B. Magaša, poznat kao stadion »Hajduka«, izgrađen je kao središnja građevina Mediteranskih igara u Splitu 1979. godine. Projektiran i izveden u vrlo kratkom vremenu, poljudski je stadion djelo vrhunske suvremene športske arhitekture u svijetu. Kapacitet je stadiona 50000 gledatelja. Istočna i zapadna tribina potpuno su natkrivene transparentnim valjkastim odsječcima veličine 205×47 m, koji daju stadionu poseban oblikovni pečat. Krovna konstrukcija površine 18000 m^2 izvedena je u prostornom sustavu Mero, a raspon od 205 metara najveći je te vrste u svijetu. Valjkasta prostorna konstrukcija natkrivena je s 20000 m^2 transparentnog



pokrova od pleksi-stakla. Po obodu i unutar krovne konstrukcije ovješeni su reflektori za rasvjetu borilišta. Ispod zapadne tribine nalaze se svlačionice, saune, bazeni, dvije male i jedna velika dvorana za vježbanje s podom od umjetne trave, uredi, klupske prostorije, spavaonice, kuhinje, skladišta i druge prostorije ukupne površine 11000 m². Površinu od 9100 m² ispod istočne tribine zaprema poslovni prostor s ulazima s obodne prometnice. Zona oko stadiona površine 60000 m² namijenjena je prometu posjetitelja koji ulaze i izlaze iz gledališta preko dvanaest mostova i po osam ulaznih stubišta. Potpuno praznjenje gledališta, moguće u vremenu kraćem od 5 minuta, dokaz je kvalitetnog rješenja prometa gledatelja.

Za Mediteranske igre 1979. izgrađeno je u Splitu i dvoransko i otvoreno plivalište s tornjem za skokove na Poljudu, otvorena plivališta na Zvončacu i Zenti, velika dvorana na Gripama, atletsko borilište na Turskoj kuli, obnovljen je i proširen teniski centar na Firulama.

Strelište »Pampas« u Osijeku (projektanti arhitekti S. Lovrinčević, M. Mitevski i M. Orlandini) izgrađeno je 1985. za Evropsko prvenstvo u streljaštvu. Smješteno je uz rub starog predgrada Retfale na površini od 1,5 ha s 5000 m² izgrađenog prostora. Sastoji se od glavne zgrade s 3460 m², pomoćne zgrade s restoranom i kuglanom od 800 m² te platoa, trijemova i kolonada. Odlikuje se jedinstvenom prikladnošću za sve zahtjeve športskog streljaštva i streličarstva, a ujedno je ishodište urbanizacije rubnog dijela Osijeka. Građevina strelišta sadrži polivalentne prostore za različite društvene i kulturne djelatnosti kao nastavak tradicije hrvatskih streljana s početka XIX. st. Arhitektura zgrada i trijemova priziva morfologiju salaša, čime se postiže prirodno uklopanje u okolnu ravninu. Zgrada se sastoji od niza društvenih prostorija te športskih i funkcionalnih prostora za gađanje, opreme za specifičnu tehničku zaštitu i servisa. Zahvaljujući razmještanju, obliku i adaptabilnosti dijelova i čitavog strelišta, moguće je istodobno održavati natjecanja i vježbanja sa športskim i vojničkim oružjem te u gađanju lukom i strijelom. Dio prostora može se jednostavno pregraditi i za druge športske ili društvene namjene.

Svjetske športske studentske igre, Univerzijada 1987. u Zagrebu, bile su povodom za izgradnju mnogih športskih objekata u Zagrebu: parka i kupališta s veslačkom stazom na Jarunu, športske dvorane »Cibona«, plivališta HAŠD »Mladost«, športske studentske dvorane na Martinovki, športske dvorane »Sutinska vrela« u Podusedu, a dograđeni su i uređeni Športsko-rekreativni centar na Šalati, Dom športova, stadion u Maksimiru, Športski park HAŠD »Mladost« i mnogi drugi (v. slikovni prilog).

Rekreativni športski centar na Jarunu arh. F. Wenzlera nastajao je od 1961. kada je započelo projektiranje i izvedba, dakle punih 26 godina. Smišljenim iskopom šljunka mnogo je divljih šljunčara i napuštenih korita hirovite Save povezano i oblikovano u jezero s parkom na površini od 220 ha. Nakon katastrofalne poplave Save 1964. izveden je novi nasip na lijevoj obali, što je pospjelo dalju realizaciju projekta. Upornim je radom arh. Wenzlera sve do realizacije 1987. ostao sačuvan osnovni kvalitetni koncept tog prostora. Centar se sastoji od veslačke staze, tribina, veslačkih i jedriličarskih domova i spremišta, turističkih i ugostiteljskih zgrada, prometnih objekata, parka i kupališta sa sunčalištima i igralištima za više od 20000 kupaca.

Športsko-poslovni kompleks i Košarkaški centar »Cibona«, građen 1986-87. prema projektu arhitekata M. Hrčića, I. Piteše i B. Šerbetića, skladan je i vitalan sklop i društveno žarište. Dvorana za športske, scenske i javne priredbe ovalnog je tlocrta za 3000-5000 gledatelja, natkrivena sfernom kupolom sustava Mero. Teleskopsko gledalište na ovalnom tlocrtu tehnički je doprinos opremanju športskih objekata.

Plivačko-vaterpolistički centar HAŠD »Mladost« u Zagrebu (projektanti arhitekti V. Penezić, K. Rogina i V. Rukavina), projektiran je za natjecanja u plivanju i vaterpolu, rekreaciju i nastavu plivanja, a izgrađen je 1986. uoči Univerzijade u Zagrebu. Plivalište je smješteno u kvalitetnom pejzažu priobalja Save u središnjoj zoni športskog parka HAŠD »Mladost«. Sastoji se od dvoranskog plivališta s bazenima 50 × 25 m i 25 × 8 m, sa svlačionicama, saunama, trim-kabinetima i sl., te od otvorenog plivališta s bazenima 50 × 25 m i 25 × 8 m, s pračakalištem s tuševima i sunčalištem te svlačionicama koje podsjećaju na arhitekturu obližnjega staroga savskog kupališta. Konstrukcija je plivališne zgrade dvojaka. Veliki raspon (60 × 45 m) bazenske dvorane nadsvodene je prostornom čeličnom rešetkom. Ostali rasponi nadsvodeni su armiranobetonskom okvirnom konstrukcijom te sustavom armiranobetonskih zidova i punih ploča. Objekt je stabiliziran postavom četiriju armiranobetonskih jezgri stubišta u uglovima građevine. Bazenske su školjke konstruktivnim dilatacijama odvojene od ostalih dijelova plivališta. Objekt je oblikovno i funkcionalno podijeljen u dvije razine: suteran s ulazom i svlačionicama za kupaće, korpusom bazenskih školjki i pogonskim prostorijama te visoko prizemlje i galerija s bazenskim dvoranama, gledalištem, izlazima na vanjsko plivalište, prostorijama nadzornika plivališta, ugostiteljskim sklopom itd. Na galerijskoj su razini smještene prostorije za reportere, komentatore i novinare, te prostor za smještaj teleskopskih tribina kao dopunsko gledalište za velike priredbe. Većina gledališnog prostora upotrebljava se višenamjenski. Prostor svlačionice povezan su s teretanama i trim-kabinetima, a mogu služiti i kao dopunske svlačionice prilikom velikih atletskih natjecanja na susjednom atletskom borilištu. Voda i zrak griju se geotermalnom vodom iz obližnje bušotine. Izrazito suvremena arhitektura dvoranskog plivališta, kvalitetno oblikovanje atletskog borilišta, teniskih igrališta, parkovnih površina sa skulpturama i opremom, novi su doprinosi ljepoti športskog parka HAŠD »Mladost«.

Teniski centar »Stella Maris« u Umagu (projektant arh. M. Videc) izgrađen je 1990. kao poprište prvog turnira Udruženja profesionalnih tenisača (ATP) u našoj zemlji. Smješten je tik uz morsku obalu, u razvedenom i niskom crnogoricom obraslom zaljevu. Tlocrtni obris stadiona upisan je u kružnicu promjera 64 m. Redovi gledališta usporedni su s rubovima igrališta. Donji dio istočnog i zapadnog gledališta s 1500 sjedala leži na kosom krovu zgrade svlačionica, sanitarija, servisnih i pogonskih prostorija ukupne površine 2000 m², a građen je od monolitne armiranobetonske konstrukcije. Konstruktivni sklop gornjeg dijela gledališta čine statički određeni nosači od čeličnih valjanih profila. Sekundarne grede oblikovane su kao ravninske rešetke s

usporednim pojasevima koji su ujedno nosači redova sjedala. Primarni su nosači kose čelične grede s konzolom od tipskog normalnog profila I. Zbog željene prozirnosti cjelokupne konstrukcije hrbat nosača olakšan je kružnim otvorima. Rubni konstruktivni element od čelične cijevi, koja oblikovno podcrtava konturu tribine, sekundarni je nosač i služi kao ukrčenje krajeva konzola primarnih nosača. Vrlo vitki čelični stupovi, oslonci primarnih nosača, ostaju u svim vizurama gotovo neprimjetni, čime je također ostvaren osnovni dojam prozirnosti čelične konstrukcije. Kapacitet je gornjeg dijela gledališta 2000 sjedala. Četiri visoka kosa čelična stupa nose sustav reflektora za rasvjetu stadiona prilikom noćnih priredbi. Geometrijska čistoća oblikovanja, jasnoća prometa gledalaca te posebno izbor prozirne konstrukcije pridonijeli su uklapanju te razmjerno velike građevine u delikatni okoliš.

Planiranje športskih građevina sastavni je dio prostornog, urbanističkog, športskog, školskog, turističkog i zdravstvenog planskog razvoja, a ovisi o društvenim htijenjima, potrebama i mogućnostima. Promašaji zbog manjkava planiranja, pretjerane monumentalnosti ili konstrukcijskih ekshibicija mogu se izbjeći ako se športske građevine grade komplementarno, npr. uz zgrade za turističke, uslužne, kulturne ili poslovne namjene, ako se kratkotrajni interesi neke športske priredbe podrede dugotrajnim potrebama područja u kojemu se podiže športska građevina te ako se ima na umu da monumentalnost građevine često uzrokuje neekonomično održavanje i upotrebu. Športske građevine bliže ljudskom mjerilu bit će privlačnije širem krugu korisnika.

Pri planiranju gradnje športskih građevina posebno se nastoji osigurati izgradnja školskih športskih građevina, njihov optimalan broj i kvaliteta. Poželjno je da su budući korisnici uključeni u planiranje i gradnju. Potrebna je i fleksibilnost građevine zbog očekivanih promjena interesa korisnika, etapnost gradnje, prostor za moguća proširenja te stalni prihodi za održavanje.

ŠPORTSKE DVORANE

Dvorane za veća športska natjecanja samostalne su građevine. Na izbor lokacije za športsku dvoranu utječu položaj prema gravitacijskom području, pješački prilazi i veza sa sredstvima prijevoza, mogućnost energetskog priključka, pristupa vatrogasnih kola i kola prve pomoći, te osiguranje dovoljno velikog i pogodno smještenog parkirališta, pogotovo ako dvorana ima veći gledališni prostor.

Športske se dvorane s obzirom na energetsku i instalacijsku infrastrukturu i potrošnju dijele na nespecifične, s relativno niskim zahtjevima, i na specifične, kao što su dvoranska plivališta i klizališta, koja su veliki potrošači energije.

U športskim se dvoranama održavaju natjecanja u mnogim športovima: košarci, odbojci, rukometu, borilačkim športovima, tenisu, stolnom tenisu, plivanju, skokovima u vodu, vaterpolu, atletici, biciklizmu, gimnastici, mačevanju, kuglanju, umjetničkom klizanju, hokeju na ledu i drugima. Osim zatvorenih plivališta (sl. 9) i kuglana, rijetko se grade dvorane specijalizirane za natjecanja u samo jednoj športskoj grani. Češće su to polifunkcionalne dvorane u kojima se mogu održavati različite športske priredbe (sl. 10), a njihova je veličina i oprema primjerena zahtjevima športova kojima su namijenjene.



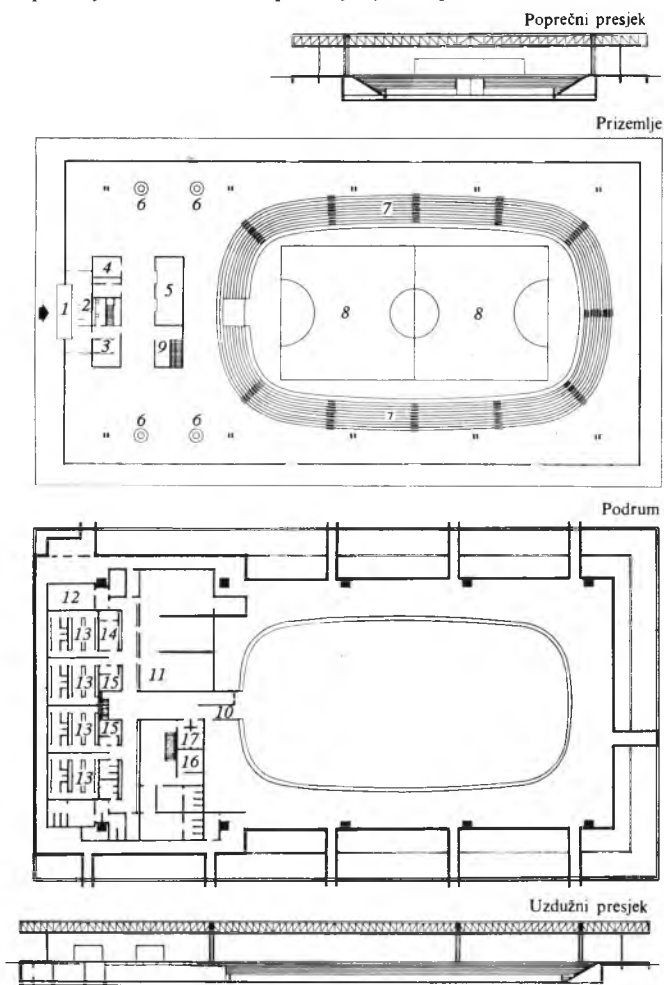
Sl. 9. Dvorana olimpijskog plivališta u Montrealu



Sl. 10. Dvorana u Sindelfingenu (Njemačka) pripremljena za atletsko natjecanje

U manjim se dvoranama gledalište obično nalazi samo s jedne strane borilišta i uvlačivo je (teleskopsko), dok je u većim dvoranama borilište okruženo velikim amfiteatralnim gledalištem (sl. 11).

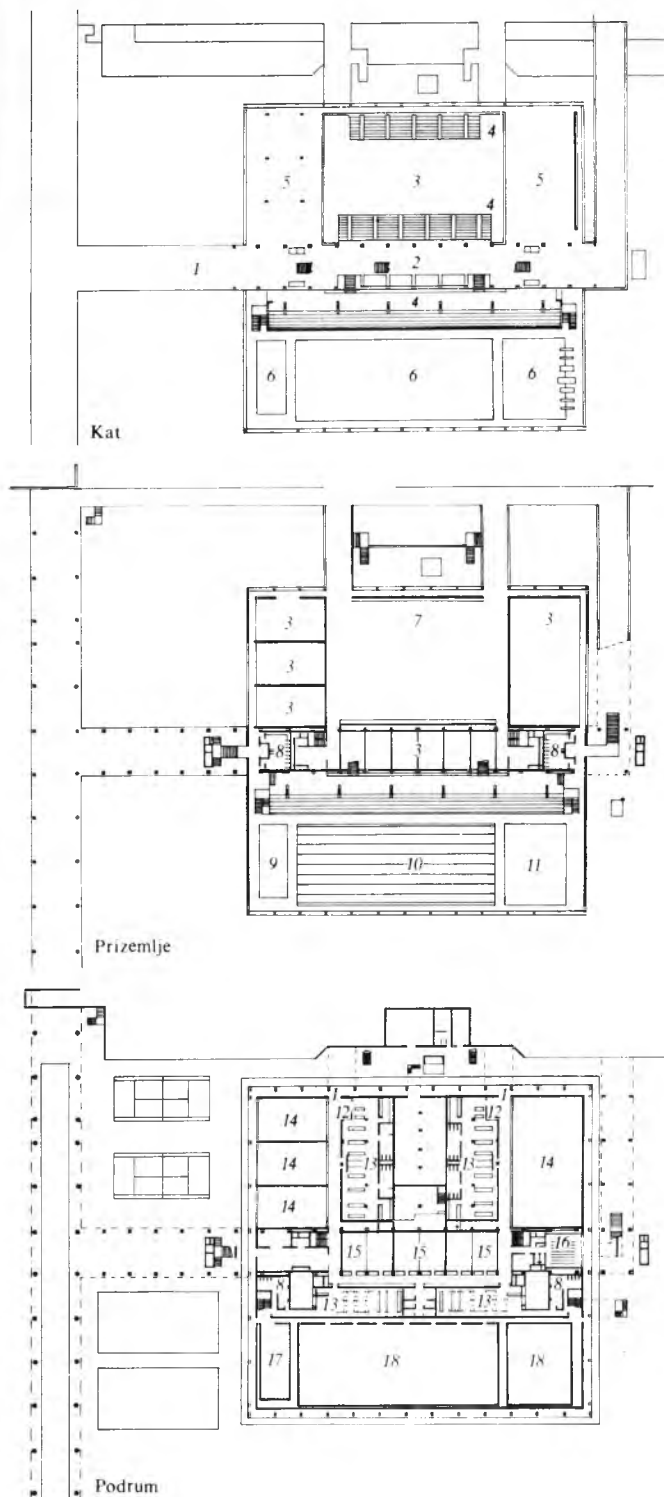
Ponekad se grade velike višetažne kompleksne športske građevine s više športskih dvorana različitih veličina (npr. Dom športova u Zagrebu). Velike se dvorane i njihovo gledalište obično mogu pregraditi pokretnim stijenama u dvije ili više manjih dvorana. Takve športske građevine mogu biti opremljene rashladnim postrojenjima, pa se velika dvorana



Sl. 11. Tlocrt športske dvorane u Landskroni (Švedska). 1 ulaz, 2 blagajna, 3 nadzor, 4 novinari, 5 garderoba, 6 bife, 7 gledalište, 8 borilište, 9 pristup u sanitarne prostorije, 10 ulaz za natjecatelje, 11 prostorije za vježbanje, 12 soba za sastanke, 13 svlačionice, 14 ambulanta, 15 sauna, 16 skladište, 17 sanitarne prostorije

po potrebi lako pretvara u klizalište za građanstvo, revije na ledu te natjecanja u umjetničkom klizanju i hokeju na ledu. Uz veliku su dvoranu obično i manje dvorane s manjim gledalištem te dvorane za vježbanje bez gledališta (sl. 12).

Športska dvorana kao samostalna građevina sadrži ulazni prostor s pratećim sadržajima, prostore za športske aktivnosti (velika dvorana, plivalište, teretana, trim-kabinet i sl.), svlačionice, sanitarne prostore, gledalište, prostor za trgovačku i ugostiteljsku ponudu i sl., prostor za administraciju i tehnički pogon.



Sl. 12. Tlocrt kompleksne športske dvorane u Londonu. 1 ulaz, 2 gornja galerija, 3 prostor iznad dvorane, 4 gledalište, 5 prostor za vježbanje, 6 prostor iznad plivališta, 7 glavna dvorana, 8 sanitarne prostorije, 9 bazen za vježbanje, 10 plivalište, 11 bazen za skokove, 12 blagajna, 13 svlačionice, 14 dvorane za vježbanje, 15 dvorana za squash, 16 predavaonica, 17 spremište, 18 dno bazena

Pod dvoranskog borilišta treba u svim dijelovima biti jednako elastičan. Ako na pod djeluje koncentrirana sila, deformirana površina poda ne smije imati promjer veći od 1 m. Udarana sila od 2500 N ne smije uzrokovati progib veći od 4 mm. Površina poda ne smije biti skliska.

Ako je jednodijelna dvorana osvijetljena dnevnim svjetlom, njezina uzdužna os treba biti što bliže pravcu istok-zapad. Takvom se orijentacijom postiže da je jedna od uzdužnih strana okrenuta prema sjeveru. Sjeverno pročelje dvorane treba biti što prozračnije, odnosno osvijetljeno po cijeloj

duljini. Rasvjeta prostora po dubini postiže se stropnim ili krovnim otvorima. Čelni zidovi trebaju biti bez prozora da bi se izbjeglo zaslijepljivanje natjecatelja na uzdužnom pravcu. Treba spriječiti izravan upad sunčanih zraka što se postiže ostakljenjem koje daje difuzno svjetlo i zaštitnim uređajima koji se mogu postavljati izvan zgrade.

U tabl.1 nalaze se podaci o potrebnom osvijetljenju za dvoranske športove.

U posljednjih se desetak godina grade velike višenamjenske dvorane za športske i ostale priredbe i skupove s gledalištem za 10...30 tisuća gledatelja, pa i više, npr. višenamjenska dvorana u Budimpešti (sl. 13), dvorana Madison Square Garden u New Yorku, športska palača u Parizu (Bercy, Palais omnisports, sl. 14), dvorana Toronto SkyDome u Torontu koja može biti i otkrivena i natkrivena, velika dvorana Tokyo Metropolitan Gymnasium u Tokiju (sl. 15), buduća olimpijska dvorana u Barceloni (sl. 16) itd. Dvorana Superdome u New Orleansu može primiti čak 97000 gledatelja.

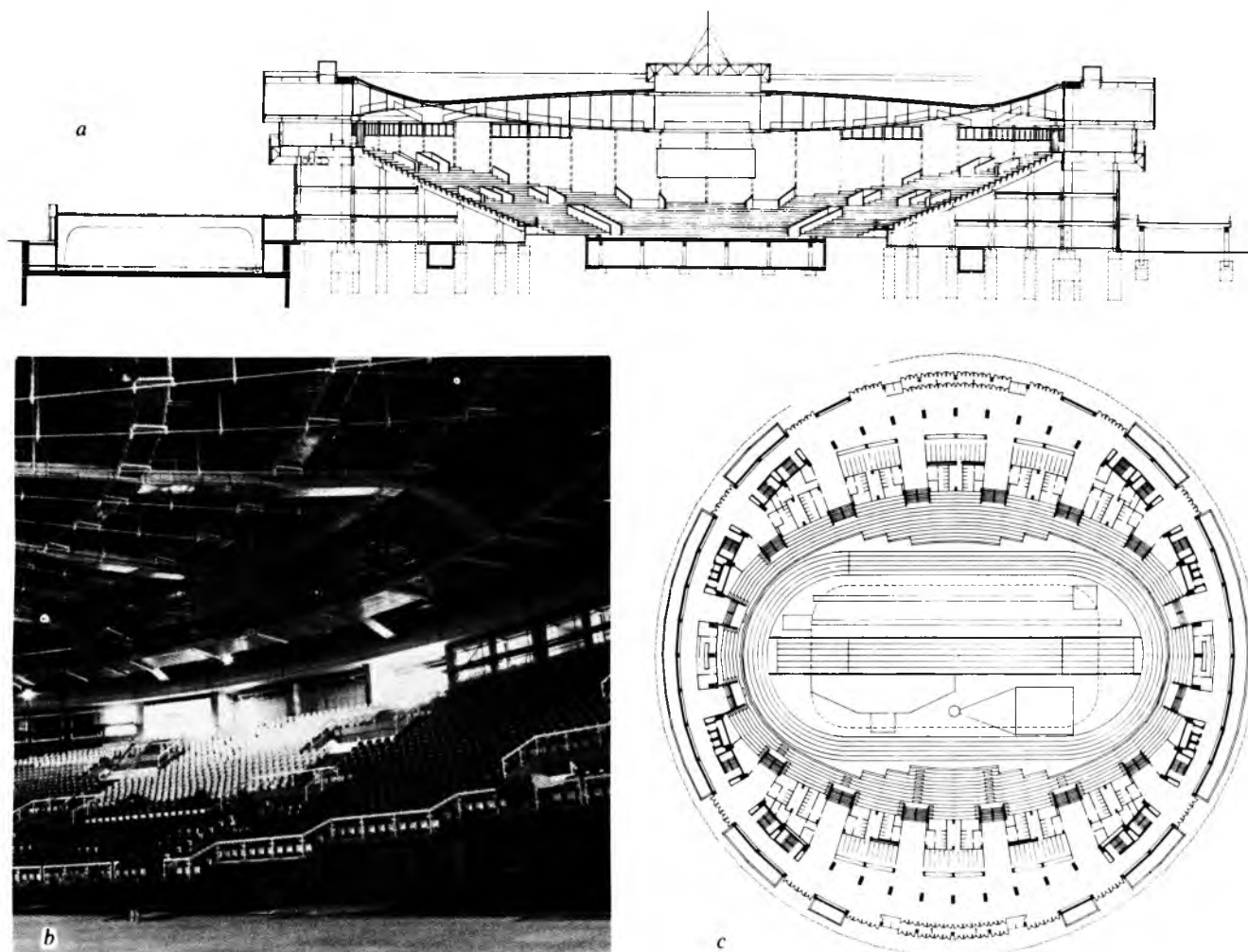
Tablica 1
RASVJETA ZA DVORANSKE ŠPORTOVE

Vrsta športa	Osvjetljenje lx	
	Vježbanje	Natjecanje
Gimnastika	200	400
Rukomet	200	400
Košarka	200	400
Odbojka	200	400
Hokej na ledu	300	500
Tenis	300	500
Stolni tenis	200	600
Boks	300	500
Rvanje	200	400
Džudo	200	400
Dizanje utega	200	400
Mačevanje	300	600
Plivanje	200	400
Skokovi	200	500
Vaterpolo	200	400

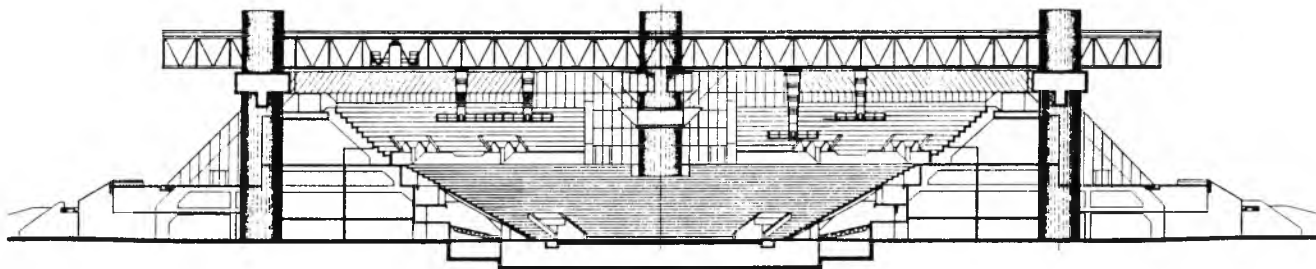
Napomena: Jednolikost rasvjete za vježbanje iznosi 1:2, a za natjecanje 1:1,5.

STADIONI

Stadioni su građevine s velikim gledalištem za održavanje športskih natjecanja, igara, priredaba i skupova (sl. 17). Stadion se može nalaziti u gradskoj jezgri (sl. 18), u predgrađu ili može biti potpuno izdvojen. Urbana i arhitektonska vrijednost i značaj športske građevine ovisi o kvalitetnoj razini prostornog odnosa prema okolini, te o rješenju funkcionalnog, oblikovnog, konstrukcijskog, energetskog, gospodarskog i društvenog aspekta. Funkcija stadiona ili veće športske građevine s gledalištem iskazuje se kvalitetom rješenja



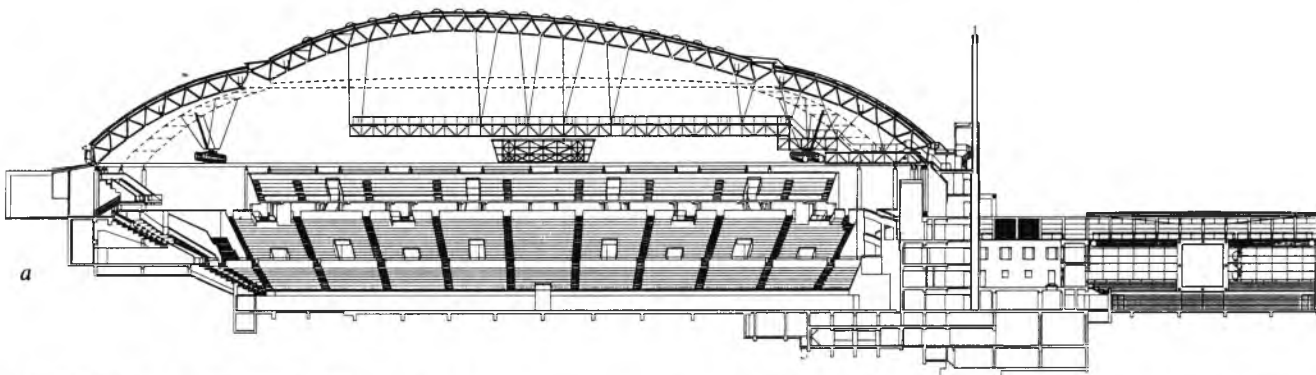
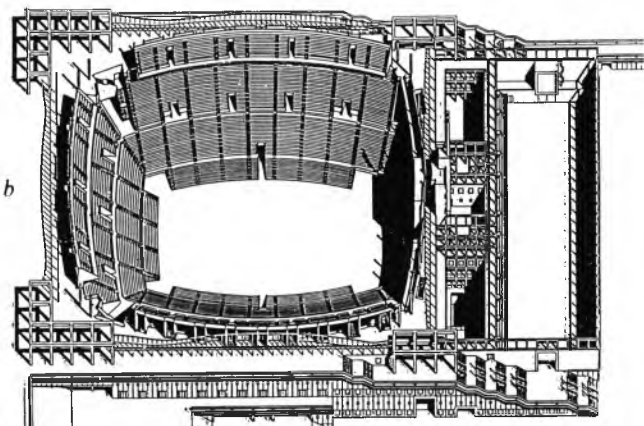
Sl. 13. Višenamjenska športska dvorana u Budimpešti (1982. god.). a presjek, b pogled na unutrašnjost dvorane, c tlocrt



Sl. 14. Presjek športske palače u Parizu (Bercy, Palais omnisports)



Sl. 15. Velika športska dvorana Tokyo Metropolitan Gymnasium (izgrađena 1990. god.)

Sl. 16. Dvorana za Olimpijske igre 1992. u Barceloni. *a* uzdužni presjek, *b* aksonometrijski prikaz

Sl. 17. Stadion za bejzbol (Memorial Stadium, Baltimore)

vanjskog i unutrašnjeg prometa (gledalaca, natjecatelja, osoblja te raznih vrsta osobnih i službenih vozila), vidljivosti, sigurnosti i udobnosti u gledalištu, natjecateljskog prostora (borilišta, svlačionica, sauna, teretana i sl.) te ekonomične i svrhovite upotrebe i održavanja.

Konstruktivski aspekt velikih športskih građevina ovisi o programskim zahtjevima te o tehnološkim i ekonomskim

mogućnostima izvedbe (sl. 19). Noseća struktura stadiona, velikih športskih dvorana ili plivališta predstavlja njihovu oblikovnu osnovu (sl. 20).

Na stadionu i širem prostoru oko njega vlada velika živost za vrijeme priredbe, ali je to obično beživotan prostor kad nema priredaba. Zbog toga je poželjno višenamjenskom



Sl. 18. Stadion usred gradske jezgre (stadion Luigi Ferraris u Genovi)



Sl. 19. Stadion SkyDome u Torontu s pomičnim krovom



Sl. 20. Presjek stadiona na Poljudu u Splitu

Sl. 21. Faze zatvaranja pomičnog krova na stadionu SkyDome u Torontu

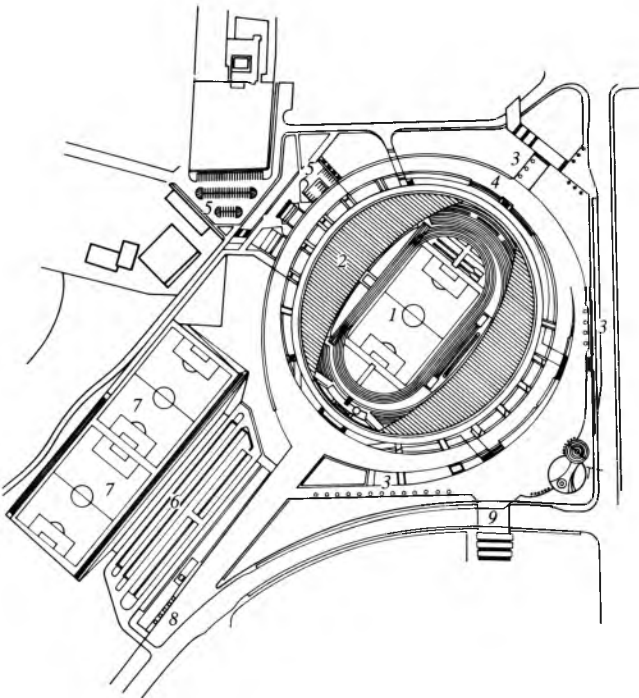
upotrebom vanjskih i unutrašnjih prostora ostvariti stalnu urbanu živost.

S obzirom na važnost stadioni mogu biti: *a*) međunarodni, nalaze se u većim gradovima, s gledalištem za ~80000 gledatelja i s tehnološkom i medijskom opremom za velike priredbe, *b*) nacionalni, s gledalištem za ~60000 gledatelja, s dobrom tehnološkom i medijskom opremom, *c*) regionalni, za ~10000 gledatelja i *d*) lokalni, za najviše 5000 gledatelja.

Stadioni se razlikuju i prema stupnju pokrivenosti. Oni su potpuno otkriveni, djelomično ili potpuno natkriveni (gledalište, pa čak i borilište) ili imaju pomičan krov (sl. 21).

Izgled i prostorni dojam što ga čine sportske dvorane i stadioni ovise primarno o oblikovanju konstruktivnog sustava velikih raspona. Veliki se rasponi svladavaju gredama i rešetkastim (ravninskim ili prostornim), okvirnim, lučnim, pneumatskim ili zavješanim sustavima. Uobičajeni su materijali nosivih konstrukcija drvo, armirani beton, metali (pretežno čelik) i polimerni materijali. Statički određeni sustavi prilagodljivi su nestabilnim tlima. Prostorni, statički neodređeni sustavi, npr. prostorne rešetke, kupole, ljuske i nabori, proračunavaju se elektroničkim računalima, simuliranjem pretpostavljenih opterećenja. Još 1970. raspodjela sila u konstrukciji krova olimpijskog kompleksa u Münchenu ispitivala se na velikom modelu.

Oblik borilišta i gledališta ovisi o namjeni, tj. o športu za koji se stadion gradi. Osnovni su dijelovi stadiona borilište (igralište, arena), gledalište (s prostorom za novinare i reportere), svlačionice, uređaji i oprema za vježbanje, društvene prostorije, prostorije za osoblje, servisi, instalacije, te prostori i uređaji za vanjski i unutrašnji promet pješaka i vozila. Stadionski kompleks (sl. 22) uključuje i pomoćna borilišta, parkirališta, ambulantu, mjesta za prodaju karata i suvenira, restorane, kioske itd.



Sl. 22. Stadion na Poljudu u Splitu. 1 borilište, 2 gledalište, 3 prodaja karata, 4 pristup sjevernom stajanju, 5 stadionsko parkiralište, 6 javno parkiralište, 7 pomoćni tereni, 8 kiosci, 9 pothodnik

Borilište. Na velikim je stadionima u Europi borilište obično namijenjeno održavanju nogometnih utakmica i atletskih natjecanja, a sastoji se od igrališta za nogomet (ili za hokej na travi, ragbi, kriket itd.), kružne atletske staze za trčanje duljine 400 m, te skakališta i bacališta. Borilišta nekih stadiona namijenjena su samo za nogometna natjecanja, pa nemaju atletske staze. Uz rub igrališta mogu se nalaziti klupe za rezervne igrače i trenere, prostor za suce, televizijske snimatelje, fotografe, osoblje, prostor za reklame itd.

Stadioni se grade i za natjecanja u biciklizmu (velodrom), konjičkom športu (hipodrom), plivanju i vaterpolu, tenisu, bejzbolu i dr.

Orijentacija borilišta. Nezgodno se bliještanje niskih sunčanih zraka (sa zapada, jer se natjecanja najčešće održavaju poslije podne) izbjegava pravilnom orijentacijom igrališta i gledališta. Uzdužna se os stadiona postavlja u pravcu sjever-jug s dopuštenim odstupanjem od 21° u pravcu sjeveroistok-jugozapad. Zbog orijentacijske prednosti zapadni je dio gledališta obično veći. Na zapadnoj se strani obično nalaze počasne i novinarske lože, staze za sprint, skakalište za skok u dalj i cilj atletskih utrka.

Rasvjeta. Nekadašnji sustav reflektora na stupovima u uglovima igrališta sve se više zamjenjuje linearnim sustavom reflektora ovješanih o krovnu (sl. 23) ili samostalnu konstrukciju. Potrebna intenzivnost i jednolikost rasvjete ovisi o zahtjevima pojedinog športa i o razini kvalitete treninga i natjecanja (tabl. 2). Za kvalitetan televizijski prijenos potrebno je vertikalno osvjetljenje od ~1000 lx i dobra jednolikost rasvjete.



Sl. 23. Sustav linearne rasvjete na Poljudu u Splitu ovješan o krovnu konstrukciju

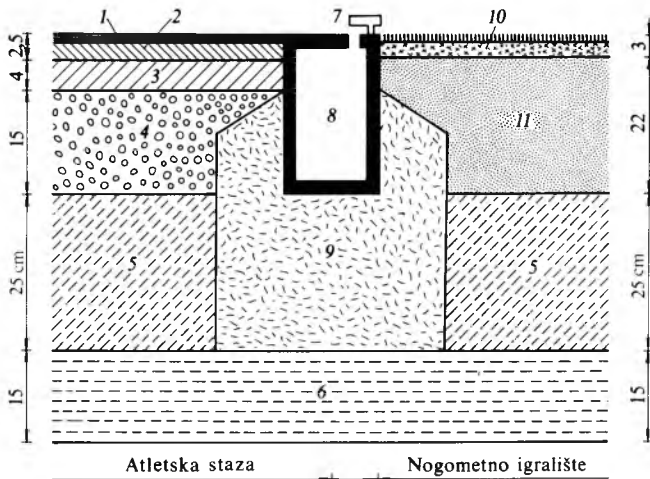
Tablica 2
RASVJETA ZA ŠPORTOVE NA OTVORENOM STADIONU

Vrsta športa	Horizontalno osvjetljenje lx		Jednolikost rasvjete	
	Vježbanje	Natjecanje	Vježbanje	Natjecanje
Nogomet, ragbi i atletika: udaljenost do 100 m	100	200	1:3	1:2
	100	400	1:3	1:1,5
	100	600	1:3	1:1,5
više od 120 m	100	600	1:3	1:1,5
Rukomet	100	200	1:2	1:1,5
Košarka	100	200	1:2	1:1,5
Odbojka	100	200	1:2	1:1,5
Tenis	300	500	1:2	1:1,5
Hokej na ledu	200	400	1:2	1:1,5
Plivanje	200	400	1:2	1:1,5

Tla sportskih borilišta na otvorenom. Konstrukcija tla borilišta ili igrališta odabire se prema vrsti aktivnosti i zahtijevanoj kvaliteti. Pri projektiranju igrališta treba ispitati geomehanička svojstva tla (propusnost, mineralni sastav, slojevitost, nosivost) te promjene razine podzemne vode.

Više je svojstava tla koja su važna za pojedine športove: *a*) stabilnost tla, sposobnost zadržavanja oblika unatoč utjecaju oborina, igre i opreme; *b*) odskok lopte od tla, koji treba biti jednak po čitavoj površini igrališta; *c*) odskočnost (tla s mogućnošću malog odskoka umaraju, a tla velike odskočnosti uzrokuju nesigurno kretanje); *d*) tvrdoća tla, važna zbog mogućih ozljeda pri padu igrača; *e*) trenje obuće o površinu; *f*) otpor kotrljanju; *g*) otpor površine rotaciji lopte (posebno važan u tenisu, a ovisi o trenju lopte o površinu tla i o tvrdoći podloge); *h*) trajnost površine, osnova ekonomičnosti koja se iskazuje kao otpor brušenju, kidanju i oštećenjima te *i*) sposobnost brzog upijanja vode, ovisna o poroznosti slojeva i drenažnom sustavu.

Tla igrališta na otvorenome mogu se izvesti sa završnim slojem od travnatog busenja, zrnatog mineralnog sloja, polimernih, asfaltnih i betonskih materijala (sl. 24).



Sl. 24. Presjek tla športskog borilišta na otvorenom. 1 sloj polimernog materijala, 2 i 3 gornji i donji betonsko-asfaltni sloj, 4 stabilizirajući sloj, 5 noseći sloj, 6 drenažni sloj, 7 graničnik unutrašnje staze, 8 odvodni kanal, 9 betonski temelj, 10 travnati sloj, 11 hranjiva podloga (humus)

Gledalište. Stadioni se razlikuju veličinom gledališta. Najveći su stadioni Sokolsko sletišće u Pragu (300000 gledatelja) i Maracana u Rio de Janeiru (200000 gledatelja). U tako velikim gledalištima većini je gledatelja za praćenje igre potreban dalekozor. Ukupni kapacitet gledališta jednak je zbroju sjedećih i stajaćih mjesta. Svjetska nogometna federacija nalaže da broj stajaćih mjesta srednjih i većih stadiona ne smije biti veći od 25% ukupnog broja gledatelja. Proračun kapaciteta gledališta osniva se na procjeni zanimanja posjetitelja i učestalosti posjeta u budućnosti, na traženom komforu i sigurnosti gledatelja, te na ekonomskim, tehničkim i prostornim parametrima.

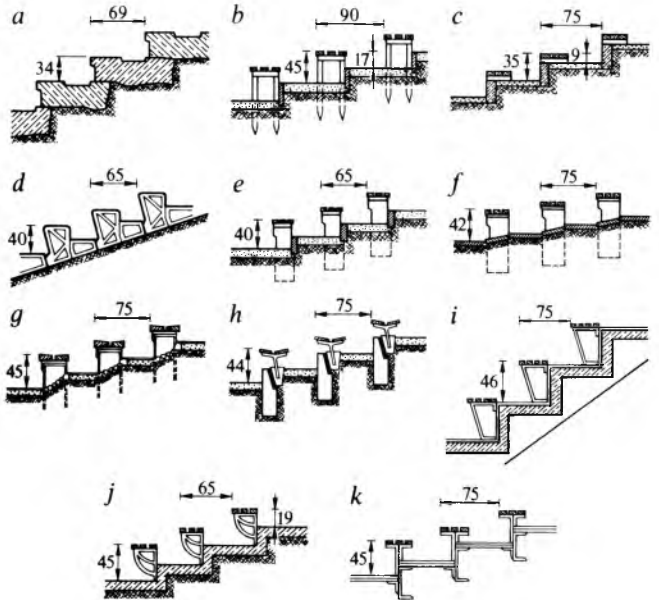
Gledalište mora omogućiti udobno i sigurno praćenje športske priredbe. Na kvalitetu i udobnost gledališta utječu mnogi, ali i oprečni elementi. To su: a) blizina borilišta i istodobno dovoljna visina s dobrim pregledom borilišta; b) udobno sjedalo; c) pogled bez smetnji (glave i kape gledatelja, stupovi krovne konstrukcije, semafori i dr.); d) zaštita od oborina i sunčanih zraka; e) osjećaj zajedništva i sigurnosti; f) kvalitetna ugostiteljska ponuda (automati za okrepu) te optimalan broj i raspored toaleta i g) mogućnost sigurnog i brzog pražnjenja gledališta nakon završetka priredbe i u slučaju panike izazvane požarom, rušenjem, nasiljem i sl.

Primjeri izvedbe sjedala vide se na sl. 25. Mogućnost podvlačenja stopala pod konzolno sjedalo ili udubljenje pod sjedalom povećava udobnost i smanjuje potrebnu širinu prolaza među redovima. To je bilo poznato i u antičkoj Grčkoj, gdje su dubine redova bile 67...73 cm. Na suvremenim je stadionima uobičajena dubina redova 70...80 cm, najčešće 75 cm. Dubinu reda čine širine sjedala i prolaza. Sjedala se obično izvode bez naslona radi manjih troškova i štednje prostora, te radi jednostavnijeg održavanja. Naslonjeni bi gledatelji, naime, zauzimali veću dubinu, a naslon bi suzio prolaz među redovima. Sjedala s naslonom postavljaju se uglavnom samo u počasnu ložu, pa to povećava dubinu reda najmanje na 85 cm. Širina mjesta za sjedenje određuje se prema prosječnoj širini ramena, a ovisi o klimi (debljina odjeće). Širina je sjedala 42...50 cm, najčešće 45...48 cm. Prosječna površina komfortnog mjesta za sjedenje, s površinom za komunikaciju, iznosi ~0,4 m² po gledatelju. Normalna je visina sjedala iznad poda 45 cm.

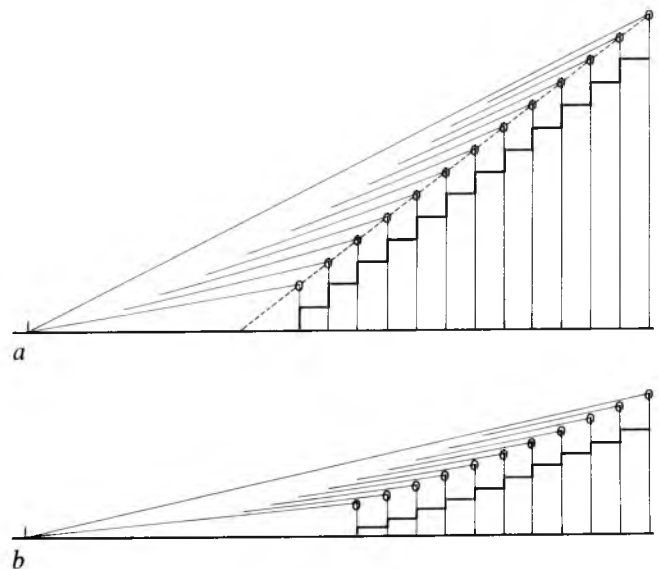
Pri gradnji novih stadiona nastoje se mjesta za stajanje izvesti samo kao provizorij da bi se povećao kapacitet gledališta za vrijeme velikih priredaba. Tako je, npr., prostor za stajanje u olimpijskom stadionu u Münchenu nakon igara opremljen sjedalima, pa se kapacitet gledališta smanjio za 20000 gledatelja. Prosječna je dubina reda za stajanje jednaka polovici dubine reda za sjedenje, pa se na četvorni metar može smjestiti 5...6 gledatelja. Pod se u gledalištu za

stajanje radi s nagibom od 10%, a svaki peti red ima ogradu visoku 110 cm.

Sa svakog se mjesta u gledalištu mora omogućiti nesmetano praćenje zbiljanja u borilištu. Zbog toga se za pravilno određivanje položaja pojedinih redova na poprečnom presjeku povišenog gledališta (tribine) zadaje žarište kao najbliža točka u presjeku koju svi gledatelji moraju vidjeti. Da bi svaki gledatelj mogao vidjeti tu točku u borilištu, svaki sljedeći red u gledalištu mora biti viši od prethodnoga. Ta se potrebna visina određuju pomoću tzv. *nadvišenja oka*, što je visina za koju oko gledatelja u vizuri žarišta nadvisuje oko niže sjedećeg gledatelja. Minimalno nadvišenje oka jednako je visinskoj razlici između dirališta tangente na glavi (kosa, kapa) i oka niže sjedećeg gledatelja. Povećavanjem nadvišenja oka poboljšava se vidljivost.



Sl. 25. Primjeri sjedala u gledalištima. a kamena sjedala (Delfi), b drvena sjedala na drvenoj konstrukciji, c drvena sjedala na kamenju ili betonskoj podlozi, d keramička sjedala, e drvena sjedala na kamenju konstrukciji, f drvena sjedala na betonskim stupićima, g, h, i drvena sjedala na čeličnim konstrukcijama, j drvena sjedala na konstrukciji od lijevanog željeza, k drvena sjedala na potporama od krutih željeznih profila na čeličnoj konstrukciji



Sl. 26. Presjek gledališta. a vizurna linija kao pravac, nejednako nadvišenje oka. b vizurna linija kao krivulja, jednako nadvišenje oka

Vizurna linija je spojnica očiju gledatelja u presjeku gledališta. Ako se gledalište gradi tako da su svi redovi jednake visine, vizurna će linija biti pravac (sl. 26a). Zbog toga će nadvišenje oka biti različito u pojedinim redovima.

Najveće će biti između prvog (najnižeg) i drugog reda, a smanjivat će se u svakom sljedećem redu prema vrhu gledališta, pa će se tako smanjivati i vidljivost. Najmanje će nadvišenje oka biti u posljednjem (najvišem) redu i ono ne smije biti manje od minimalno potrebnog za potpuno praćenje zbivanja na borilištu.

Ako se želi postići da svi gledatelji u gledalištu imaju jednake uvjete vidljivosti s obzirom na zadano žarište, dakle da je u svim redovima nadvišenje oka jednako, gledalište se mora graditi tako da se visine redova od dna prema vrhu gledališta stalno povećavaju. Vizurna će linija tada biti krivulja (sl. 26b). Takav je način gradnje složeniji, ali je potrebna manja visinska razlika između prvog i posljednjeg reda. Gledalište velikih stadiona s mnogo redova često se gradi tako da se sastoji od više skupina redova. Redovi iste skupine jednake su visine, ali je svaka skupina redova, idući prema vrhu, nagnuta prema borilištu pod većim kutom od prethodne skupine redova, pa se tako prosječno nadvišenje oka među pojedinim skupinama redova ne mijenja.

Kad je predviđeno jednako nadvišenje oka u svim redovima, što traži različite visine redova (sl. 26b), visina (s obzirom na žarište) na kojoj se nalazi oko gledatelja u nekom (n) redu (tzv. visina oka) određuje se iz izraza

$$v_n = d_n \left(\frac{v_1}{d_1} + ac \right), \quad (1)$$

gdje je d_n horizontalna udaljenost n -tog reda od žarišta, v_1 visina oka gledatelja u prvom redu, d_1 horizontalna udaljenost prvog reda od žarišta, c nadvišenje oka, dok se a određuje izrazom

$$a = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} + \dots + \frac{1}{d_n - 1}. \quad (2)$$

Tako se može odrediti i visina oka gledatelja u prvom redu ako je zadana visina oka u bilo kojem redu, pa se dobiva

$$v_1 = \frac{d_1}{d_n} (v_n - acd_n). \quad (3)$$

Također se može odrediti stvarno nadvišenje oka c kad su zadane visine oka u prvom i bilo kojem drugom redu, pa ono iznosi

$$c = \frac{v_n - v_1 \frac{d_n}{d_1}}{ad_n}. \quad (4)$$

Visina oka gledatelja u n -tom redu računa se pomoću visine v_{n-1} oka u prethodnom redu iz izraza

$$v_n = \frac{d_n}{d_n - s} (v_{n-1} + c), \quad (5)$$

gdje je s širina reda.

Kad su visine redova v_r jednake, pa je nadvišenje oka različito (sl. 26a), visina reda iznosi:

$$v_r = \frac{a(v_1 + c_{\min}) - v_1}{(r-1) - \frac{d_n}{d_n - s}(n-2)}. \quad (6)$$

Najčešće je potrebno nekoliko puta ponoviti proračun s različitim polaznim vrijednostima kako bi se postiglo optimalno rješenje. Preporučuje se da razlika visina redova ne bude veća od 60 cm.

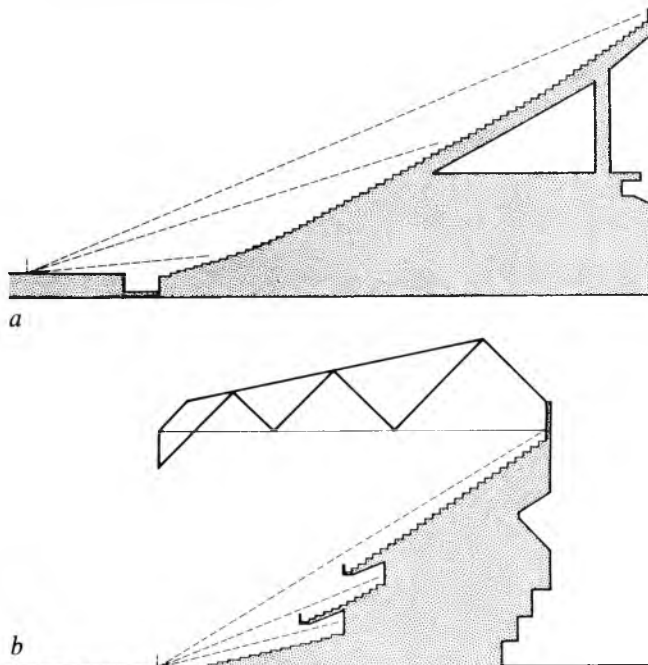
Visina se redova može smanjiti ako se pojedinačna sjedala svakoga drugog reda horizontalno izmaknu za polovicu širine, pa se nadvišenje oka uzima za svaki drugi red. Prednost je toga što je potrebna manja ukupna visina gledališta, ali je horizontalni vidni kut ograničen glavama gledatelja u prednjem redu.

Prosječna visina očiju iznad poda iznosi pri sjedenju 120 cm ili 75 cm iznad sjedala, a pri stajanju 160 cm.

Većina se gledališta određuje i prema mogućnosti najudaljenijeg gledatelja da dobro vidi bitne pojedinosti, npr.

nogometnu loptu ili trkače sa štafetnom palicom na suprotnom kraju borilišta. Uz najmanji dopušteni vidni kut od $4'$, kad je objekt gledatelja nogometna lopta promjera 30 cm, najveća dopuštena udaljenost iznosi 190 m, a preporučuje se 150 m. Približavanjem se pojačava interakcija gledatelja i igrališta. Doživljaj je to potpuniji što je veća mogućnost opažanja pokreta tijela ili izraza lica igrača. Kružnica polumjera 90 m opisana oko središta igrališta označuje prostor optimalnog praćenja nogometa ili ragbija. Zbog toga što je, npr., olimpijski stadion u Münchenu u prvom redu projektiran za atletiku, većina gledatelja prati nogomet izvan optimalne zone promatranja.

Najpovoljniji se pregled igre na cijelom igralištu postiže tek s dovoljne udaljenosti i visine, pri optimalnom položaju gledatelja prema sredini borilišta. Veći razmak od ruba igrališta omogućuje položajiji presjek gledališta i nižu tribinu, ali slabije uočavanje pojedinosti (sl. 27a). Približavanje gledatelja igralištu i štednja prostora postiže se preklapanjem i nadvišenjem gledališta podijeljena na katove (sl. 27b).



Sl. 27. Položaj gledališta prema borilištu. *a* veći razmak od ruba borilišta i položajiji gledalište, *b* preklapanje i nadvišenje gledališta podijeljena na katove

Izbor udaljenosti i visine prvog reda od igrališta izravno utječe na progresiju visine redova i strminu linije presjeka. Snižanjem visine oka gledatelja u prvom redu i odmicanjem prvog reda od igrališta dobiva se položajiji krivulja presjeka, ali i nedovoljan pregled igre i slabija prostorna percepcija, a i prostor između igrališta i gledališta ostaje neiskorišten.

Pomoćne prostorije stadiona namijenjene su natjecateljima, trenerima, sucima, liječnicima, novinarima i upravi. Gledatelji imaju izravnu vezu od ulaza do gledališta i ne smiju doći u dodir s natjecateljima i sucima. Natjecatelji i suci služe se posebnim putovima od ulaza do garderoba i borilišta. Garderoba natjecatelja izravno je povezana s vanjskim prostorom za zagrijavanje i s borilištem. Vezu se s borilištem ostvaruje kroz tunel ili natkriveni prolaz.

Natjecateljske i sudačke prostorije obično se nalaze ispod gledališta. Svaka nogometna ekipa mora imati svoju svlačionicu (40 m^2), sobu za masažu (10 m^2), prostoriju s tuševima i sanitarnim čvorom, sobu za preglede (10 m^2) i sobu za previjanje (10 m^2), koja može biti zajednička za obje ekipe. Nogometni suci imaju svlačionicu (20 m^2) s tuševima i sanitarnim čvorom.

Promet. S obzirom na promet oko stadiona i u stadionu razlikuje se vanjski i unutrašnji promet pješaka (gledatelja) i vozila.

Dobra organizacija kretanja gledatelja osnovni je element njihove sigurnosti na stadionu. Površina vanjskog prilaznog prostora ovisi o smještaju stadiona. Teži se da ta površina bude tolika da može odjednom primiti sve gledatelje pri pražnjenju stadiona. Najmanja dopuštena širina prostora S u metrima određuje se pomoću izraza

$$S = \frac{0,6 G_{\max}}{1000}, \quad (7)$$

gdje je G_{\max} najveći broj gledatelja.

Vrata na ogradi oko stadiona moraju biti široka najmanje 1,20 m, a grade se s uređajem za automatsko otvaranje. Preporučuju se odvojena vrata za ulaz i izlaz, pogotovo ako su ulazna vrata s automatskim brojačima gledatelja koji bi mogli smetati pri izlaženju. Na ulazna vrata širine 60 cm može ući 35 gledatelja u minuti.

Na putu do svojih mjesta i na izlazu gledatelji se služe prodorima kroz konstrukciju tribina, prstenastim platformama ako je gledalište ukopano i radijalnim stubama koje prate nagib gledališta i razdvajaju ga u sektore te omogućuju pristup u redove sjedala. U pojedinom su sektoru u jednom redu 24...32 sjedala, a najčešće 26...28 sjedala. Najveća dopuštena udaljenost mjesta u gledalištu od prolaza iznosi 20 m (u dvorani 12,5 m). Najmanja širina radijalnih stuba je 90 cm, a uobičajena 120 cm. U velikim gledalištima s pristupom s gornje strane grade se mnogo šire radijalne stube (i do 4 m).

Brzina pražnjenja gledališta u paničnoj situaciji ovisi o mogućnosti da svaki gledatelj brzo i sigurno napusti svoje mjesto. Osnovni je element proračuna da stazom širine 60 cm prolazi 50 osoba u minuti. Prema tom se normativu računaju svi izlazi, obilazni prostori i svi putovi gledatelja. Da bi se izbjeglo mnogo izlaza, omogućuje se u slučaju incidenta izlaz gledatelja i u središnju arenu. Minimalna širina izlaza i hodnika iznosi 1,20 m. Širina pješačkog hodnika mora biti jednaka zbroju širina ulaza ili hodnika kojima se dolazi u taj pješački hodnik.

Srednja brzina kretanja niz stube nagiba 12° iznosi 100 m/min, a uz stube do visine od 10 m brzina je 30 m/min. Za svakih daljih 5 m visine brzina se uspinjanja smanjuje za 50%. Brzina kretanja rampom nagiba jednakog stubama veća je od brzine kretanja stubama.

Prema sadašnjim je propisima za evakuaciju 500 gledatelja dovoljna širina evakuacijskog puta 1 m na razini terena. Ako stube služe kao evakuacijski put, propusna im je moć 63% od te vrijednosti. Najmanja širina otvora na evakuacijskom putu iznosi 1,50 m na otvorenom, a 1,20 m u dvoranama.

Potrebna ukupna širina (u metrima) svih prolaza za pražnjenje gledališta u zatvorenom prostoru određuje se formulom:

$$S_{uk} = \frac{G}{1,25t}, \quad (8)$$

gdje je G broj gledatelja, a t trajanje pražnjenja gledališta u sekundama. Obično se računa s trajanjem pražnjenja od 420...900 s (7...15 min). Prema britanskim propisima trajanje pražnjenja gledališta ne smije biti dulje od 480 s.

Vanjski prometni sustav uz stadion sastoji se od javnog prijevoza, parkirališta i prilaznih prostora s blagajnama. Stadion međunarodnog značenja trebali bi imati izravan priključak na brzi gradski promet (vlak, metro, autobus, tramvaj).

Parkiralište za sportske priredbe planira se za 20...25% gledatelja prema sljedećim normativima: bicikli za 3% gledatelja (1 m² po biciklu), motocikli za 1...2% gledatelja (3 m² po motociklu), osobni automobili za 9...15% gledatelja (25...30 m² po automobilu, 3 gledatelja po automobilu) i autobusi za 5...6% gledatelja (60...80 m² po autobusu, 40 gledatelja po autobusu). Parkiralište za navijače gostujuće nogometne momčadi treba se potpuno odvojiti od ostalog parkirališta i izravno spojiti na međugradske prometnice. Najveća dopuštena udaljenost ulaza u parkiralište od ulaza u

stadion iznosi 200 m, iznimno 300 m za 35% parkirališnih mjesta. Ta udaljenost za stadione do 10000 gledatelja ne smije biti veća od 100 m. Putovi za izlaz vozila s parkirališta omogućuju izlaz 2500 vozila na sat.

Nova generacija stadiona. Sve češći televizijski prijenosi, nedovoljno komforna gledališta, učestalost nasilja na utakmicama i aktivnije provođenje slobodnog vremena glavni su razlozi što se u posljednje vrijeme smanjuje posjet sportskim priredbama. Već danas kabelna televizija u mnogim zemljama prenosi tijekom čitavog dana sve važnije sportske događaje. Sve je to pridonijelo da gradnja velikih stadiona postaje anakroničnim luksuzom, jer je sve teže osigurati sredstva za ulaganje u zemljište, instalacije i gradnju, a pogotovo u stalno održavanje stadiona. Čini se da je gradnja i uređenje 12 stadiona uz trošak od 2000 milijuna švicarskih franaka za svjetsko nogometno prvenstvo u Italiji 1990. bila rezultat euforije i nedovoljne promišljenosti. Tako su neki gradovi sada prisiljeni održavati velike i skupe, a uglavnom prazne stadione.

Tek rekonstrukcijom sadašnjih i gradnjom novih stadiona prema novim sigurnosnim propisima omogućilo bi se udobnije praćenje priredaba i veća sigurnost, pa bi to moglo pridonijeti povratku gledatelja na velike sportske priredbe. Kriteriji za promet i distribuciju gledatelja posljednjih su se godina pooštrili, što uzrokuje promjene u opremi i izgledu stadiona. Zbog toga se više ne grade vrlo veliki stadioni, pa suvremeni stadioni građeni za Olimpijske igre i svjetska prvenstva nemaju više od 60000...80000 sjedala.

Prema novim propisima dio gledališta za stajanje potpuno je odijeljen od onoga za sjedenje. Organizira se odvojen promet i gledalište dijeli na potpuno odvojene sektore u koje se može smjestiti do 3500 gledatelja. Sektor se odjeljuje pregradama visine 0,70 m na koje se mogu dograditi dodatne pregrade do ukupne visine od 2,20 m. Svaki sektor mora imati svoj ulaz, bife i sanitarni čvor. Najmanje jedan sektor mora imati mjesta za hendikepirane osobe, i to za ~3% od ukupnog broja gledatelja. Između igrališta i gledališta grade se kanali ispunjeni vodom i žičane ograde, te prolazi koji olakšavaju intervenciju policije i prve pomoći.

LIT.: F. Roskam, *Bauten für Sport und Spiel*. Bertelsmann Fachverlag, Gütersloh 1970. – D. Fabian, *Bäderbauten*. Callwey, München 1970. – Knjiga o sportu I. i II, urednik Ž. Susić, Mladost, Zagreb 1971. i 1972. – M. Wimmer, *Bauten der Olympischen Spiele*. Verlag Ernst Wasmuth, Tübingen 1976. – J. Dawes, *Design and Planning of Swimming Pools*. The Architectural Press, London 1979. – Ph. Drew, *Tensile Architecture*. Granada Publishing, London 1979. – G. A. Perrin, *Design for Sport*. Butterworths, London 1981. – A. Konya, *Sports Buildings*. Architectural Press, London 1986. – B. Alaupović i drugi, *Modeli fizičke kulture*, sv. VII. RSIZFK, Zagreb 1987. – S. Inglis, *The Football Grounds of Europe*. Willow Books, London 1990.

K. Ivaniš

ŠUMARSKI STROJEVI, strojevi za mehanizaciju radova u šumarstvu. Potpuna je mehanizacija u šumarstvu moguća tek u dijelu radova koji se obavljaju na mehaniziranim skladištima. S mehanizacijom u šumarstvu najdalje se stiglo u eksploataciji šuma, i to u prvoj i drugoj fazi: rušenju, sječi i izradbi, privlačenju i prijevozu drva s potrebnim utovarno-pretovarnim radovima.

Mehanizacija šumskih radova upotrebom strojeva i uređaja započeta šezdesetih godina različito se razvijala u razvijenim i nerazvijenim zemljama. Na sl. 1 prikazan je porast proizvodnosti rada u švedskom šumarstvu za razdoblje od tridesetak godina. Nagli je porast proizvodnosti u razdoblju 1960–70. ostvaren upotrebom strojeva za sječu i izradbu, zatim za privlačenje drva, te napoljetku i pri izgoju šuma (priprema staništa, sadnja, rasadništvo i dr.). Istodobno je mehaniziran i prijevoz drva s utovarom i istovarom. S porastom proizvodnosti rada smanjivao se i uloženi rad (broj radnika-dana) u švedskom šumarstvu. Šumarstvo u Jugoslaviji približno je na razini šumarstva u Švedskoj polovicom