

PRIPREMILE:

Maja Mrkonjić, Anđela Bogdan, Matea Sruk,
Ana Marija Malešević, Marina Zvornik, Ana Jerbić

Stadioni Svjetskoga nogometnog prvenstva 2026.- II. dio

Serijal članaka o stadionima velikih nogometnih natjecanja, koji se u časopisu *Građevinar* kontinuirano objavljuje od 2014., nastavlja se prikazom stadiona domaćina Svjetskoga nogometnog prvenstva (FIFA World Cup) 2026., koji se održava od 11. lipnja do 19. srpnja 2026. u Sjedinjenim Američkim Državama, Kanadi i Meksiku na ukupno 16 nogometnih stadiona

Uvodne napomene

U prethodnome broju časopisa *Građevinar* 4/2026. predstavljeno je osam sportskih arena – domaćina turnira. To su stadioni u američkim gradovima Dallasu, New Yorku, Atlanti, Houstonu, San Franciscu, Bostonu, kanadskome Vancouveru i meksičkome Monterreyu. Opisane su njihove konstrukcije, razlozi izgradnje ili obnove te sudionici u gradnji i načini financiranja.

Nastavljajući prikaz domaćina Svjetskoga nogometnog prvenstva 2026., u ovome je članku predstavljeno preostalih osam stadiona na kojima se odigravaju utakmice toga najvećega međunarodnog nogometnog natjecanja. To su sportske arene u Kansas Cityju, Los Angelesu, Seattleu, Philadelphiji, Miamiju, Torontu, Mexico Cityju i Guadalajari. Time želimo zaokružiti cjelovitu analizu sportske infrastrukturne mreže raspoređene na prostoru triju država, koja po svojoj složenosti, prostornoj rasprostranjenosti i investicijskoj zahtjevnosti predstavlja jedan od najopsežnijih sportskih infrastrukturnih zahvata u povijesti. Osnovni podaci o natjecanju i financijska usporedba svih 16 stadiona prikazani su u prvo me dijelu rada.

Kao i u prethodnome članku, u nastavku detaljno su analizirana arhitektonska i konstrukcijska obilježja stadiona, specifičnosti njihovih projektnih rješenja, razlike u pristupima gradnji te izazovi po-

vezani s izgradnjom i rekonstrukcijama, koje su provedene radi prilagodbe arena zahtjevima suvremenih sportskih i zabavnih događanja.

Kansas City Stadium, Kansas City, Missouri, SAD

Kansas City, smješten u američkoj saveznoj državi Missouri, zauzima posebno mjesto u svjetskoj sportskoj arhitekturi i inženjerstvu. Grad je sjedište brojnih projektantskih i arhitektonskih tvrtki specijaliziranih za sportske građevine, među kojima se posebno ističe tvrtka *Populous*,

jedna od vodećih svjetskih tvrtki za projektiranje arena. Prema podacima objavljenima uoči početka Svjetskog prvenstva 2026., tvrtke iz Kansas Cityja sudjelovale su u projektiranju čak 13 od 16 stadiona domaćina prvenstva te u razvoju velikog broja NFL-ovih stadiona diljem SAD-a.

U tome gradu smješten je stadion *Arrowhead*. Naziv je dobio prema simbolu strijele (engl. *arrowhead*), koji je dio vizualnog identiteta momčadi *Kansas City Chiefs*, koja je njegov stalni korisnik. U vlasništvu je Uprave sportskog kompleksa okruga Jackson. S kapacitetom od 73.000 gledatelja jedan je od najvećih NFL-ovih stadiona u Sjedinjenim Američkim Državama. Osim toga poznat je kao jedan od najbučnijih stadiona na svijetu, a navijači *Kansas City Chiefsa* više su puta postavili *Guinnessov* svjetski rekord u glasnoći publike. Tijekom utakmice 2014. izmjerena je razina buke od čak 142,2 decibela, što je ekvivalent jačini zvuka pri polijetanju mlaznog zrakoplova. To je i dalje jedan od najviših ikad zabilježenih rezultata na



Pogled na Kansas City Stadium



Pogled na tribine stadiona Kansas City

sportskim stadionima. Zbog specifičnoga otvorenog dizajna i načina na koji se zvuk odbija od betonskih tribina stadion je stekao reputaciju vrlo teškog terena za gostujuće momčadi. Ta je arena ugostila brojne međunarodne glazbene zvijezde, uključujući izvođače poput *The Rolling Stonesa*, *U2-a*, Taylor Swift i Beyoncé te je bila domaćin više međunarodnih nogometnih utakmica, među kojima su i susreti američkih reprezentacija te prijateljske utakmice protiv europskih klubova.

Kansas City Stadium poznat je kao jedan od najbučnijih stadiona na svijetu, a navijači Kansas City Chiefsa više su puta postavili Guinnessov svjetski rekord u glasnoći publike

Razvoj profesionalnog sporta u Kansas Cityju te povećanje infrastrukturnih i kapacitetnih zahtjeva nakon reorganizacije američkih profesionalnih liga rezultirali su potrebom za izgradnjom novoga, suvremenoga sportskog kompleksa. NFL-ova momčad *Kansas City Chiefsa* prvotno je igrala na *Municipal Stadiumu*, koji je imao kapacitet od 35.000 mjesta, ali je nakon obnove i promjena u NFL-u postao pre-

malen. Nakon spajanja liga AFL-a i NFL-a uvedeni su stroži standardi pa je klub odlučio sagraditi novi stadion. Tako je nastao *Truman Sports Complex*, u kojemu su izgrađena dva stadiona: *Arrowhead* za američki nogomet i *Kauffman* za bejzbol. Gradnja kompleksa trajala je od 1968. do 1972.

Projekt stadiona *Arrowhead* osmislili su projektant Charles Deaton i Jack Steadman. Razradio ga je lokalni arhitektonski ured *Kivett & Myers*. Ured je osnovan 1931. kao samostalni ured arhitekta Clarencea Kivetta, a od 1945. djelovao je kao partnerski ured *Kivett & Myers* nakon što se pridružio arhitekt Ralph E. Myers. Tvrtka je sredinom 20. stoljeća bila jedan od vodećih arhitektonskih ureda u regiji te je imala važnu ulogu u razvoju modernističke arhitekture u Kansas Cityju.

Glavni izvođač radova bila je tvrtka *Hunt Midwest* u suradnji s inženjerskim konzorcijem *Sharp-Kidde-Webb*. *Hunt Midwest* američka je tvrtka za razvoj nekretnina sa sjedištem u Kansas Cityju. Djeluje kao dio poslovnog sustava obitelji Lamar Hunt te je specijalizirana za planiranje, razvoj i upravljanje velikim industrijskim, logističkim, komercijalnim i stambenim projektima. Tvrtka je tijekom svojeg djelovanja sudjelovala u realizaciji brojnih infrastrukturnih i razvojnih projekata na području

SAD-a, među kojima se ističe *SubTropolis*, najveći podzemni poslovni kompleks na svijetu, kao i veliki logistički parkovi poput *KCI 29 Logistics Parka* i *Heartland Logistics Parka*. *Sharp-Kidde-Webb* bio je američki inženjerski konzorcij specijaliziran za projektiranje i nadzor izvedbe velikih infrastrukturnih i građevinskih projekata.

U gradnju stadiona uloženo je 43 milijuna dolara. Koncipiran je kao sportska građevina s armiranobetonskom konstrukcijom u obliku zdjele i tribinama. Osnovni konstrukcijski princip temelji se na radijalnome rasporedu tribina oko središnjeg igrališta, kako bi se omogućila bolja preglednost s većine gledateljskih pozicija te učinkovit prijenos vertikalnih i horizontalnih opterećenja prema temeljnome tlu.

Karakteristična armiranobetonska konstrukcija u obliku zdjele oblikovana je kontinuiranim kružnim zatvaranjem tribinskog prstena, što doprinosi izraženoj akustičkom efektu pojačanja buke, jer taj prsten reflektira i zadržava zvučnu energiju unutar volumena stadiona.

Nosivi sustav tribina izveden je kao kombinacija armiranobetonskih i prednapetih elemenata. Ploče tribine oslonjene su na radijalno raspoređene kose nosače (engl. *raker beams*) koji prenose opterećenja prema glavnim vertikalnim jezgrama i temeljima. Konstrukcija je djelomično izvedena kao predgotovljeni armiranobetonski sustav, dok su jezgre i dijelovi "zdjele" stadiona izvedeni monolitno na gradilištu.

Gornje tribine oblikovane su kao konzolni elementi, čime je postignuto minimalno zaklanjanje pogleda, bez potrebe za učestalim vertikalnim stupovima. Takvo rješenje omogućuje slobodan pogled na teren, ali zahtijeva povećanu krutost konstrukcije te kontrolu progiba i dinamičkih vibracija koje stvaraju gledatelji tijekom događaja na stadionu.

Stadion je djelomično ukopan u teren, a uz građevinu izvedene su četiri spiralne armiranobetonske rampe koje omogućuju učinkoviti ulazak i izlazak velikog broja gledatelja. Prema izvornome projektnom rješenju, stadion je trebao imati pomični krov, no on nikada nije izgrađen zbog financijskih poteškoća.



Uređenje travnjaka na stadionu Kansas City

Stadion je djelomično ukopan u teren, a uz građevinu izvedene su četiri spiralne armiranobetonske rampe koje omogućuju učinkoviti ulazak i izlazak velikog broja gledatelja

Tijekom devedesetih godina 20. stoljeća stadion *Arrowhead* moderniziran je više puta. Godine 1991. postavljen je veliki JumboTron ekran, a između 1994. i 1996. prošireni su dijelovi stadiona i poboljšani uvjeti za gledatelje. Važna odluka iz 1994. bila je da stadion ostane otvoren, bez kupole ili krova, što se kroz iduća tri desetljeća pokazalo kao mana, jer bez krova stadion nije mogao ugostiti neke od najvećih sportskih i glazbenih događaja poput *Super Bowla*.

Sljedeća velika obnova stadiona razmatrana je 2006. kada su birači okruga Jackson odobrili povećanje poreza za financiranje 850 milijuna dolara vrijednih obveznica za obnovu stadiona *Arrowhead* i *Kauffman*. Zahvaljujući tome dogovoru, momčad *Kansas City Chiefs* produžila je ugovor o korištenju stadiona *Arrowhead* do 2031. Konačni plan obnove predstavljen je 2007., a vrijednost projekta izno-

sila je 375 milijuna dolara. Obitelj Hunt dodatno je donirala 125 milijuna dolara. Radovi su započeli sredinom 2007. i završeni krajem 2010. Tijekom obnove stadiona poseban naglasak stavljen je na očuvanje prepoznatljive geometrije tribina i konstrukcijskog sustava zdjele stadiona, uz istodobno proširenje funkcionalnih sadržaja i modernizaciju prostora za gledatelje. Po završetku svih radova dobio je nove sadržaje poput Dvorane časti *Chiefs*, modernizirane tribine i bolji doživljaj gledanja utakmica. Osim toga ojačana je konstrukcija te su poboljšani sustavi odvodnje i infrastruktura, čime je stadion postao moderniji i funkcionalniji. Na stadionu postavljena je prirodna bermudska trava. Kroz godine korištene su različite vrste podloge: *TartanTurf* (1972. – 1993.), *Latitude 36 Bermuda Grass* (1994. – 2012.) te *NorthBridge Bermuda-grass* od 2013. Teren ima i sustave grijanja, hlađenja i odvodnje koji omogućuju igranje u svim vremenskim uvjetima. Nakon velike obnove, koja je završila 2010., nastavilo se s modernizacijom arene. Uvedena je Wi-Fi mreža, dodatno su unaprijeđeni semafori, obnovljeni su apartmani i trgovine, a sjedala na tribinama zamijenjena su novima. Sve te promjene omogućile su da stadion zadrži reputaciju jednog od najboljih mjesta za

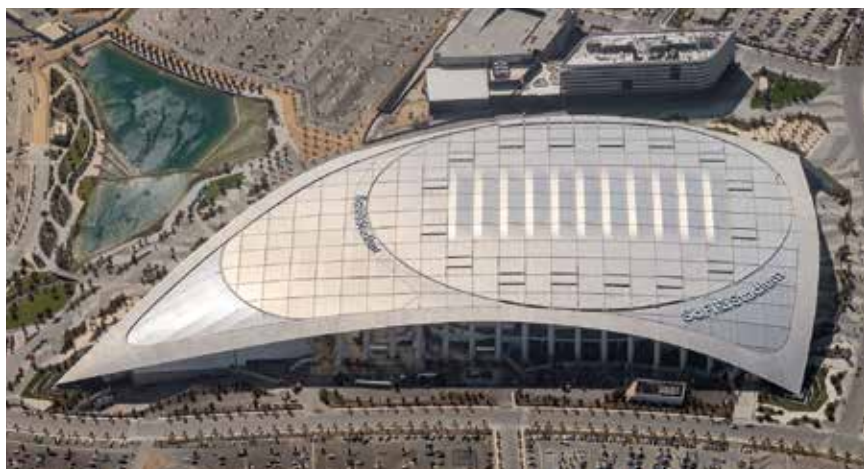
praćenje NFL-ovih utakmica sve do danas.

Sljedeća velika obnova razmatrana je 2024., ali nije realizirana jer nije odobreno produljenje lokalnog poreza koji je trebao financirati projekt. Zbog toga je najavljeno da će momčad *Kansas City Chiefs* napustiti stadion i preseliti se u novi. Vlasnici kluba željeli su zadržati i obnoviti *Arrowhead* zbog njegove povijesti, ali visoki troškovi i ograničenja starog stadiona doveli su do inicijative da se izgradi novi, moderniji i natkriveni stadion u *Wyandotte Countyju*. Postoje planovi da se nova arena izgradi do 2031., a vrijednost projekta procijenjena je na 3,3 milijarde dolara. Omogućit će održavanje velikih događanja tijekom cijele godine, uključujući velike koncerte, što nije moguće u postojećemu otvorenom stadionu.

Tijekom FIFA-ina Svjetskog prvenstva 2026. na stadionu *Arrowhead* igrat će se ukupno šest utakmica: četiri utakmice grupne faze, jedan ogled šesnaestine finala i jedna četvrtfinalna utakmica. Tijekom turnira stadion će koristiti privremeni naziv *Stadium Kansas City*.

Los Angeles Stadium, Los Angeles, Kalifornija, SAD

Los Angeles, poznat i pod skraćenicom L. A., najveći je grad u Kaliforniji i jedno od najvažnijih gospodarskih, kulturnih i zabavnih središta Sjedinjenih Američkih Država. Osobito je poznat po filmskoj i televizijskoj industriji sa sjedištem u Hollywoodu, ali i po važnoj ulozi u glazbenoj, zrakoplovnoj i svemirskoj industriji. U metropolitanskom području Los Angelesa, u gradu Inglewoodu smješten je natkriveni višenamjenski stadion *SoFi*. Od svih 16 stadiona domaćina Svjetskoga nogometnog prvenstva najnoviji je i otvoren u rujnu 2020. Služi kao domaći NFL-ov stadion dvjema profesionalnim momčadima američkog nogometa: *Los Angeles Rams* i *Los Angeles Chargers*. U NFL-ovoj ligi rijetkost je da jedan stadion koriste dva kluba. Osim stadiona *SoFi* jedini takav primjer jest *MetLife Stadium* u New Yorku, dom klubova *New York Giants* i *New York Jets*.



Pogled na Los Angeles Stadium iz zračne perspektive

Stadion ima kapacitet od 70.000 gledatelja, a za velika događanja može se povećati na više od 100.000 mjesta. Nosi naziv po američkoj *fintech*-tvrtki *SoFi*, koja je otkupila prava na imenovanje stadiona u dvadesetogodišnjemu ugovoru vrijednome više od 30 milijuna dolara na godinu. Arena je središnji dio sportsko-zabavnoga kompleksa *Hollywood Park*, koji se sastoji od stadiona, trga za posjetitelje i koncertne dvorane. Ondje se u istome trenutku može održavati koncert u dvorani *YouTube Theater*, NFL-ova utakmica na stadionu *SoFi* te javno gledanje događanja na otvorenome trgu *American Airlines Plaza*, bez međusob-

nog ometanja programa. Cijeli kompleks smješten je uz prometni koridor *Century Boulevard*, što mu osigurava laku dostupnost i dobru povezanost s gospodarskim i prometnim središtima regije. Na zemljištu današnjeg stadiona nekada se nalazio hipodrom *Hollywood Park*, gdje su se od 1938. održavale utrke konja. Ideja o gradnji NFL-ove arene na toj lokaciji postoji još od ranih devedesetih godina 20. stoljeća. Nakon odlaska *Los Angeles Ramsa* u *St. Louis* 1995. liga je podržala plan izgradnje privatno financiranog stadiona vrijednog 200 milijuna dolara. Projekt je prvotno bio namijenjen *Las Vegas Raidersima*, no tadašnji

vlasnik *Al Davis* to je odbio jer nije želio dijeliti stadion s drugim klubom. Sljedećih godina projekt je bio u mirovanju, bez konkretnog roka realizacije, a prostor bivšeg hipodroma nastavio je funkcionirati u postojećemu obliku sve do njegova zatvaranja 2013. To razdoblje između 1995. i 2013. obilježeno je nizom prijedloga i pokušaja realizacije NFL-ova stadiona, ali bez konačnog investitora i jasne razvojne vizije.

Nova faza razvoja započela je 2014. kada je *Stanley Kroenke*, vlasnik *Ramsa*, kupio veliko zemljište pokraj nekadašnjeg hipodroma. Time su započele špekulacije o povratku NFL-a u *Los Angeles*. U početku se na lokaciji planirao graditi trgovački centar, no *Kroenke* je imao drugačiju viziju. Početkom 2015. predstavljen je plan velikoga sportsko-zabavnoga kompleksa koji uključuje stadion, koncertnu dvoranu, trgovine, uredske prostore, hotel, parkove, jezero i stambene jedinice. Gradsko vijeće *Inglewooda* jednoglasno je podržalo projekt.

Istodobno se vodila borba između dvaju projekata za povratak NFL-a u *Los Angeles*. Dok se projekt u *Inglewoodu* razvijao pod vodstvom *Ramsa*, momčadi *Las Vegas Raiders* i *Los Angeles Chargers* predložile su izgradnju vlastitog stadiona u *Carsonu* vrijedan 1,85 milijardi dolara. NFL je tijekom 2015. razmatrao



Pogled na sportsko-zabavni kompleks Hollywood Park



Gradilište armiranobetonske konstrukcije u obliku zdjele stadiona

oba projekta, ali je službenu podršku dao projektu u Inglewoodu, koji je tada imao bolju financijsku strukturu i osigurano zemljište. Time je otvoren put povratku Ramsa u Los Angeles. Nakon što je povratak Ramsa odobren, *Los Angeles Chargers* prihvatili su preseljenje i pridružili se kao druga momčad koja dijeli isti stadion. Tada je započeto rušenje kompleksa bivšeg hipodroma kako bi se oslobodio prostor za gradnju stadiona.

SoFi Stadium u Inglewoodu u Kaliforniji realiziran je kao jedan od najsloženijih sportskih infrastrukturnih projekata u svijetu. Građen je od 2016. do 2020. Glavni arhitektonski projekt izradio je *HKS Architects*, međunarodno priznati arhitektonski ured specijaliziran za velike sportske i složene javne građevine koji je definirao cijeli koncept stadiona i okolne prateće sadržaje u sklopu kompleksa *Hollywood Park*.

SoFi Stadium u Inglewoodu u Kaliforniji realiziran je kao jedan od najsloženijih sportskih infrastrukturnih projekata u svijetu zbog kombinacije vrlo dubokog iskopa, složenih uvjeta tla te visoke seizmičke aktivnosti područja Los Angelesa

Projekt konstrukcije stadiona izradila je tvrtka *Walter P Moore*, čiji su inženjeri

projektirali cjelokupnu nosivu konstrukciju, uključujući armiranobetonsku konstrukciju u obliku zdjele i seizmičko projektiranje u skladu s visokim zahtjevima potresne zone južne Kalifornije. Posebnu pozornost posvetili su integraciji krovne konstrukcije i visećih elemenata, uključujući ovjes velikog LED videoekrana.

Za glavnog izvođača radova odabrana je zajednica ponuditelja *Turner AECOM Joint Venture*, koju su činile američke tvrtke *Turner* i *AECOM*. Taj je konzorcij bio odgovoran za upravljanje gradilištem, koordinaciju podizvođača, logistiku, kontrolu troškova te faznu realizaciju građevinskih aktivnosti.

Temeljenje stadiona *SoFi* bilo je jedan od geotehnički i konstrukcijski najzahtjevnijih dijelova cijelog projekta, ponajprije zbog kombinacije vrlo dubokog iskopa, složenih uvjeta tla te visoke seizmičke aktivnosti područja Los Angelesa. Arena je smještena u neposrednoj blizini međunarodne zračne luke *Los Angeles International Airport*, koja je udaljena samo nekoliko kilometara. Zbog strogih pravila Američke savezne uprave za zrakoplovstvo (engl. *Federal Aviation Administration – FAA*), koja propisuje maksimalne dopuštene visine građevina u blizini zračnih luka kako ne bi ometale prilazne i odlazne putanje zrakoplova, glavna armiranobetonska konstrukcija stadiona izvedena je 30 metara ispod razine okolnog terena. Time je formirana velika građevna jama promjera nekoliko stotina metara, unu-

tar koje su se istodobno izvodili zemljani radovi te gradile potporne konstrukcije i temelji. Oko cijele građevne jame izveden je mehanički stabilizirani zemljani sustav, tzv. MSE zid (engl. *Mechanically Stabilized Earth Wall*), koji predstavlja jedan od najvećih takvih sustava u svijetu. Sastoji se od armiranog tla i obložnih elemenata koje istodobno djeluju kao privremena i trajna konstrukcija.

Projekt je izvorno predviđao bušene pilote promjera od približno 0,6 do 1,8 m, no tijekom izvedbe dio njih zamijenjen je CFA pilotima dubine do približno 38 m radi ubrzanja gradnje i optimiranja troškova. CFA piloti su armiranobetonski piloti izvedeni kontinuiranim pužnim svrdlom, pri čemu se beton ugrađuje istodobno s izvlačenjem svrdla.

Glavni inženjerski izazov tijekom projektiranja i izvedbe bila je interakcija između temelja, armiranog tla i MSE zida. Budući da se znatan broj temelja nalazi unutar armiranog tla, trebalo je detaljno analizirati raspodjelu naprežanja te utjecaj pojedinih temeljnih elemenata na stabilnost potporne konstrukcije. Temelji su povezani s više od 550 armiranobetonskih naglavnica pilota i 1100 temeljnih greda. Izvodili su se paralelno s napredovanjem iskopa i izgradnjom potpornih konstrukcija. Takav pristup omogućio je kontrolu stabilnosti građevne jame tijekom svih faza gradnje te postupno aktiviranje nosivog sustava bez naglih promjena u stanju naprežanja tla.

U konstrukcijskome smislu, stadion se sastoji od triju međusobno funkcionalno povezanih, ali konstrukcijski odvojenih dijelova: armiranobetonske konstrukcije u obliku zdjele, krovne konstrukcije i vanjskih pratećih konstrukcija (trga i kazališta).

Glavna nosiva konstrukcija stadiona u obliku zdjele izvedena je od predgotovljenih armiranobetonskih elemenata i sustava ukrućenja. U glavnome gledalištu primijenjena su brojna seizmička ukrućenja tipa *Buckling-Restrained Brace (BRB)*. To su čelični dijagonalni elementi čija nosiva jezgra preuzima tlačna i vlačna naprežanja, dok vanjski dio sustava sprječava njezino izvijanje, čime se omogućuju kontrolirane deformacije

konstrukcije i smanjuju oštećenja tijekom potresa. Uz njih ugrađeni su posebni uređaji za blokiranje pomaka (engl. *lock-up devices – LUD*), koji povezuju pojedine dijelove konstrukcije tijekom potresa te omogućuju kontroliranu redistribuciju sila i smanjenje relativnih pomaka. Time se omogućuje kontrolirano ponašanje konstrukcije u slučaju potresa, dok se u normalnim uvjetima dopuštaju pomicanja uslijed temperaturnih razlika.

Mogućnost "spuštanja" tribina ispod razine tla omogućila je usklađenost s regulatornim zahtjevima zračnog prometa, ali je istodobno imala znatan utjecaj na prostornu organizaciju i doživljaj arene. Posjetitelji se kreću prema tribinama spuštanjem u "udubljeni" stadion, što je oblikovalo specifičnu cirkulaciju i njegov arhitektonski identitet. Položaj i visinska konfiguracija stadiona dodatno doprinose i njegovoj vizualnoj prepoznatljivosti, a putnici u zrakoplovima pri slijetanju u Los Angeles imaju pogled na cijeli kompleks, koji je nakon izgradnje postao jedna od novih orijentacijskih točaka grada.

Krov stadiona *SoFi* izveden je kao lagana, ali složena čelična konstrukcija temeljena na sustavu dvostruke ortogonalne kableske mreže (engl. *double cable-net system*), radi minimiziranja opterećenja na konstrukciju tribine stadiona. Krov prekriva cijeli kompleks, ali istodobno propušta prirodnu svjetlost i omogućuje ventilaciju. U njega je ugrađeno oko 27.000 LED modula koji mogu prikazivati različite vizualne efekte vidljive iz zraka. Iako je stadion natkriven, bočne strane ostavljene su otvorenima kako bi se osigurala prirodna cirkulacija zraka.

Krov stadiona *SoFi* izveden je kao lagana, ali složena čelična konstrukcija temeljena na sustavu dvostruke ortogonalne kableske mreže

Krovna ovojnica izvedena je ETFE membranskim panelima, koji omogućuju visoku propusnost svjetla. Sustav se sastoji od više od 300 individualnih ETFE "jastuka" (engl. *pillow panels*), integri-



Pogled na unutrašnjost stadiona Los Angeles

ranih u kabelski nosivi sustav. Kabelski sustav oslanja se na masivni asimetrični čelični tlačni prsten, koji prenosi sile na visoke čelično-betonske stupove. U sustav ugrađeni su seizmički izolatori (engl. *triple pendulum isolators*), koji omogućuju relativno pomicanje konstrukcije tijekom potresa i smanjuju dinamička ubrzanja u krovnoj konstrukciji. Za njegovo projektiranje i izvedbu odabrane su tvrtke *PFEFER Structures* i *Enclos Tensile Structures*. Na krovnu konstrukciju nisu ugrađeni fotonaponski solarni paneli. Umjesto proizvodnje električne energije na krovu, velika prozirna ETFE membrana omogućuje prodor prirodnog svjetla, smanjuje toplinska opterećenja i potiče prirodnu ventilaciju arene. Takvo rješenje predstavlja pasivnu strategiju energetske učinkovitosti, za razliku od stadiona koji ostvaruju dio energetske potrebe integriranim fotonaponskim sustavima.

Stadion *SoFi* projektiran je ponajprije za potrebe NFL-ove lige te u redovitome režimu korištenja koristi umjetni travnjak (*synthetic turf*). Na teren ugrađen je sustav umjetne trave *Hellas Matrix Hellix*, koji omogućuje intenzivno korištenje igrališta tijekom cijele godine za sportska natjecanja, koncerte i druga javna događanja. Međutim, za potrebe Svjetskoga nogometnog prvenstva 2026. razvijen je poseban privremeni hibridni sustav travnjaka, koji se sastoji od prirodne trave ojačane sintetičkim vlaknima, postavljene na modularnu potkonstrukciju tipa *Permavoid*, koja je ugrađena iznad postojećega umjetnog travnjaka. Zbog speci-

fičnih uvjeta unutar natkrivenog stadiona ta potkonstrukcija ima ugrađene sustave drenaže i regulacije vlage, kako bi se osigurali uvjeti potrebni za rast i održavanje prirodne trave. Travnata površina za FIFA-ina natjecanja podignuta je 71 cm iznad osnovne NFL-ove podloge, čime je osiguran prostor za smještaj ventiliranoga nosivog sloja i tehničke infrastrukture potrebne za održavanje travnjaka. Takvo rješenje omogućuje zadovoljavanje strogih FIFA-inih zahtjeva za kvalitetu prirodne trave na igralištu koje izvorno nije bilo projektirano za trajnu ugradnju prirodnog travnjaka.

Veliku pozornost na stadionu privlači središnji viseći ekran *Infinity Screen*, jedan od najvećih sportskih ekrana na svijetu. Riječ je o ovalnome dvostranom LED ekranu ukupne površine približno 6500 m², postavljenome na visini od 37 m iznad razine igrališta. Konstrukcija ekrana duga je 110 m, visoka 12,2 m, a teži tisuću tona.

Tijekom projektiranja arene korišteni su prilagođeni računalni alati koje je razvio HKS-ov Laboratorij za intenzivna istraživanja (engl. *Laboratory for INTensive Exploration - LINE*), koji su omogućili izradu detaljnoga digitalnog modela složene geometrije cijelog stadiona. Grad Inglewood prvi je put u Sjedinjenim Američkim Državama prihvatio ovjereni digitalni dokument nazvan *Model of Record* kao službenu dokumentaciju za izdavanje građevinske dozvole, čime je papirnata projektna dokumentacija u cijelosti zamijenjena digitalnim modelom. Time

je projekt postao jedan od pionirskih primjera potpune primjene BIM-a u administrativno-pravnome okviru odobravanja gradnje.

U BIM-u razvijani su svi glavni elementi projekta, uključujući čeličnu krovnu konstrukciju velikog raspona, armiranobetonsku konstrukciju u obliku zdjele, temelje i kompleksni MSE sustav potpornih zidova. Svaki od tih sustava modeliran je s visokom razinom detalja (LOD – *Level of Development*), pri čemu su pojedini elementi bili razrađeni do razine pogodnosti za izravnu proizvodnju i montažu. U stadion ugrađeno je gotovo 100.000 tona čelika i kabela te oko 12.500 m³ betona. Na gradilištu dnevno je radilo do 3500 radnika, a ukupno je sudjelovalo više od 17.000 radnika koji su ostvarili 18 milijuna radnih sati.

U BIM-u razvijani su svi glavni elementi projekta, uključujući čeličnu krovnu konstrukciju velikog raspona, armiranobetonsku konstrukciju u obliku zdjele, temelje i kompleksni MSE sustav potpornih zidova

Gradnja stadiona financirana je privatnim kapitalom. Početna procjena iznosila je 2,66 milijardi dolara, dok je konačni trošak narastao na približno 5,5 milijardi dolara, čime je stadion *SoFi* postao najskuplji stadion ikad izgrađen. Duboki iskop od oko 30 metara i izgradnja jednog od najvećih MSE zidova na svijetu zahtijevali su znatno više materijala, vremena i inženjerskih intervencija nego što je to početno bilo predviđeno. Osim toga, tijekom izvedbe dolazilo je do prilagodbi zahtjevima NFL-a, vlasnika klubova i operativnih potreba (VIP sadržaji, komercijalne zone i tehnička poboljšanja), što je generiralo dodatne troškove kroz revidirane projekte i naknadne radove. Značan utjecaj imale su i tržišne okolnosti u građevinskoj industriji južne Kalifornije, uključujući rast cijena rada, materijala i logistike tijekom višegodišnje izgradnje. Službeno otvorenje stadiona održano je 8. rujna 2020. u obliku zatvorene i virtualne ceremonije rezanja vrpce, a javni spektakl izostao je zbog ograničenih uvjeta uzrokovanih pandemijom koronavirusa. Prva utakmica odigrana je 13. rujna 2020. bez prisutnosti gledatelja. Zbog epidemioloških ograničenja koja su tada bila na snazi u cijelome svijetu planirani inauguracijski zabavni i sportski programi s publikom

odgođeni su, a stadion je u punome kapacitetu počeo funkcionirati tek tijekom 2021. Već sljedeće godine arena je bila domaćin *Super Bowla 2022.*, zatim finala *College Football Playoff National Championship 2023.*, događanja *WrestleMania 39* te finala *CONCACAF Gold Cupa 2023.* i *LA Bowl* utakmica od 2021. do 2025.

Tijekom FIFA-ina Svjetskog nogometnog prvenstva 2026. stadion će privremeno nositi naziv *Los Angeles Stadium*, a ugostit će ukupno osam utakmica, i to pet utakmica grupne faze, dvije utakmice šesnaestine finala i jednu četvrtfinalnu utakmicu.

Seattle Stadium, Seattle, Washington, SAD

Seattle, smješten na obali Tihog oceana u američkoj saveznoj državi Washington, poznat je kao jedan od najvažnijih tehnoloških centara SAD-a. U njemu nalaze se sjedišta svjetski poznatih tvrtki poput *Amazona* i *Microsofta*. Osim razvijene industrije grad je poznat po izraženoj sportskoj kulturi, a najpopularniji sportovi u gradu su američki nogomet, nogomet i bejzbol.

U gradskoj četvrti SoDo nalazi se *Lumen Field*, moderan stadion otvorenog tipa,



Pogled na Seattle Stadium



Gradilište stadiona Seattle snimljeno 2001.

koji je zbog svojeg izgleda u obliku potkove postao jedan od simbola toga grada. Služi kao domaći teren za momčadi *Seattle Seahawks* i *Seattle Sounders FC*, ali se koristi i za koncerte i druga velika javna događanja. Stadionom upravlja državna agencija *Washington State Public Stadium Authority*, koja je osnovana kako bi nadzirala upravljanje i održavanje stadiona u ime savezne države Washingtona.

Lumen Field je po veličini jedan od najmanjih stadiona NFL-ove lige, a bruto površina kompleksa iznosi 140.000 m². Kapacitet mu je 68.740 sjedećih mjesta, koji se, prema potrebi, može proširiti do 72.000 mjesta. Osim toga ima 111 loža, više od 7000 klupskih mjesta te 1400 mjesta prilagođenih osobama s invaliditetom. Zahvaljujući svojoj lokaciji blizu središta grada i dobroj povezanosti javnim prijevozom, lako je dostupan posjetiteljima.

Tijekom godina mijenjao je naziv ovisno o sponzorima pa je bio poznat kao *Seahawks Stadium*, *Qwest Field* i *CenturyLink*

Field. Nakon što je tvrtka *CenturyLink* promijenila naiv u *Lumen Technologies*, stadion od 2020. nosi naziv *Lumen Field*. Tijekom FIFA-ina Svjetskoga nogometnog prvenstva koristit će se naziv *Seattle Stadium*, a na njemu će se odigrati šest utakmica turnira.

Izgrađen je 2002. na mjestu nekadašnjeg stadiona *Kingdome*. Taj stari stadion, izgrađen davne 1976., nije pružao idealne uvjete za održavanje velikih sportskih i zabavnih događanja. Nedostajali su mu suvremeni sadržaji poput luksuznih loža, boljih gledateljskih zona i modernih komercijalnih prostora, zbog čega je s vremenom gubio prihode i konkurentnost u odnosu na novije stadione u SAD-u. Osim toga, zbog zastarjelosti građevine, pojavili su se i sigurnosni te tehnički problemi koji su dodatno ubrzali odluku o njegovu rušenju i gradnji nove, modernije sportske arene.

Na zemljištu nekadašnjeg stadiona izgrađeni su novi stadion, izložbeni centar te prateća infrastruktura (parkiralište i

garaža). Glavni projekt izradila je tvrtka *Ellerbe Becket* u suradnji s arhitektonskim studijima *LMN Architects* i *Streeter & Associates*. Voditelj projekta bio je David Murphy iz tvrtke *Ellerbe Becket*, koji je koordinirao planiranje, projektiranje, izradu dokumentacije i gradnju stadiona. Projekt konstrukcije stadiona izradio je *Magnusson Klemencic Associates*, a glavni izvođač radova bio je *Turner Construction Company*. Ukupni troškovi gradnje stadiona bili su procijenjeni na 430 milijuna eura. Gradnja je trajala od 1999. do 2002., a projekt je dovršen unutar budžeta i mjesec dana prije roka. Financiran je kombinacijom javnih i privatnih sredstava. Veći dio sredstava osigurala je savezna država Washington putem javnih fondova, uključujući poreze i obveznice koje su odobrili birači krajem devedesetih godina 20. stoljeća. Manji dio financiranja osiguran je privatnim ulaganjima vlasnika kluba *Seattle Seahawks*.

U sklopu priprema za provedbu toga opsežnog zahvata održane su brojne javne

rasprave, nakon čega je osnovan fond vrijedan šest milijuna dolara za ublažavanje utjecaja gradnje na okolna naselja. Uz to investitori su imali uvjet da se u projekt uključe lokalne tvrtke pa su ugovori ukupne vrijednosti 81 milijun dolara dodijeljeni poduzećima u vlasništvu manjina i žena, dok su pripravnici, koji su tada pohađali programe stručnog osposobljavanja, činili gotovo petinu radne snage.

Prva faza radova odnosila se na gradnju izložbenog centra, koji je otvoren 1999. Gradnja je trajala 14 mjeseci, a radove je izvodila tvrtka *First & Goal*. Nakon toga počele su pripreme za drugu fazu projekta, odnosno za rušenje starog stadiona i izradu projektne dokumentacije za gradnju novog.

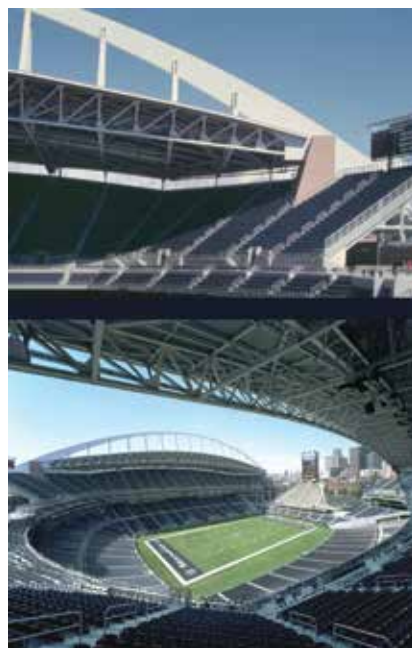
Konstruktivni sustav armiranobetonske zdjele izveden je kao osam dilatacijski odvojenih cjelina, projektiran je da može izdržati potrese pomoću posebnog sustava prigušivanja za apsorpiranje seizmičke energije

Kingsdome je srušen kontroliranom implozijom 2000. Gotovo sav građevni otpad nastao rušenjem recikliran je, a polovina tih sekundarnih sirovina iskorištena je za gradnju novog stadiona. Nakon čišćenja terena pojavili su se geotehnički problemi koje su inženjeri morali riješiti. Veliki izazov bilo je nestabilno temeljno tlo, jer je područje gradilišta nekada bila močvara. Zbog toga su se projektanti odlučili za geotehničko rješenje koje se odnosilo na poboljšanje temeljnog tla zabijanjem više od 2200 pilota duljine od 15 do 21 metar, kojima je postignuta odgovarajuća nosivost temeljnog sloja. Stadion je projektiran s otvorenim sjevernim krajem, s kojeg se vidi središte grada Seattlea, a s južne strane pruža se pogled na planinu Rainier i susjedni stadion *T-Mobile Park*.

Konstruktivni sustav armiranobetonske zdjele izveden je kao osam dilatacijski odvojenih cjelina. Projektiran je da može izdržati potrese pomoću posebnog su-

stava prigušivanja za apsorpiranje seizmičke energije. Glavni konstruktivni materijali bili su čelik i armirani beton zbog svoje duktilnosti i otpornosti na dinamička opterećenja. To se pokazalo kao dobro rješenje, jer se tijekom izgradnje dogodio potres jačine 6,8 stupnjeva, pri čemu je konstrukcija reagirala prema očekivanjima, bez većih oštećenja.

Krovna konstrukcija izgrađena je kao čelični rešetkasti sustav, a prekriva 70 posto svih sjedećih mjesta. Iako su kiše česte u Seattleu, krov namjerno nije u cijelosti zatvoren kako bi se omogućila snažna akustika. Zato su umjesto zatvorenoga krova izgrađene velike nadstrešnice kao konzole nad tribinama, koje gledatelje štite od oborina.



Pogled na tribine stadiona Seattle

Na *Lumen Fieldu* su 2013. zabilježene rekordne vrijednosti glasnoće zvuka, pri čemu je izmjeren maksimum od 137,6 dB. Te je godine potvrđen kao *Guinnessov* svjetski rekord za buku publike na stadionu. Već sljedeće godine tu je titulu preuzeo stadion *Arrowhead* u Kansas Cityju, na kojemu je izmjerena razina buke navijača od čak 142,2 dB.

Na sjevernome dijelu stadiona nalazi se toranj s 13 katova, na koji je postavljen vertikalni semafor, prvi takve vrste u NFL-u, te tribina *Hawks' Nest* s 3000

mjesta. Fasada stadiona izvedena je kao kombinacija armiranog betona svijetlosmeđe boje, crvene opeke i staklenih površina kako bi se građevina integrirala u najstariju gradsku četvrt Pioneer Square, koja se nalazi blizu stadiona, a prepoznatljiva je po fasadama od crvene opeke.

Sportska podloga na igralištu kroz godine je prolazila kroz više faza razvoja i zamjena, a od samog početka bila je predmet stručnih i javnih rasprava. Iako je prvotnim planom predviđena prirodna trava, godine 2002. ugrađen je sustav umjetne trave *FieldTurf*, što je ujedno bio prvi takav slučaj u NFL-u. Takva odluka donesena je zbog klimatskih uvjeta u Seattleu, gdje česte kiše otežavaju održavanje prirodne trave. Dodatni argument bio je i trošak sustava za grijanje i navodnjavanje prirodne trave, koji bi znatno povećao investiciju i operativne troškove. Podloga je mijenjana 2008., 2012., 2016., 2019. te ponovno 2024. Tada su uvedena poboljšanja u slojevima podloge radi smanjenja rizika od ozljede igrača. Riječ je o umjetnoj travi *FieldTurf CORE*, koja se sastoji od sintetičkih vlakana u kombinaciji s elastičnim granulatom gume i pijeska. To je izazvalo različite reakcije sportskih organizacija i sudionika. Dok su pojedini nogometni savezi i treneri izražavali zabrinutost zbog umjetne trave, drugi su isticali njezinu funkcionalnost i stabilnost, osobito tijekom sezona kada stadion koriste i *Seattle Seahawks* i *Seattle Sounders FC*. Zbog potrebe brze transformacija terena između američkog nogometa i nogometa, umjetna trava pokazala se boljim rješenjem jer dobro podnosi brzo uklanjanje i ponovno iscrtaavanje linija na igralištu.

Lumen Field je tijekom godina moderniziran, ali bez većih konstrukcijskih obnova. Godine 2015. izgrađena je tribina Toyota Fan Deck, a kasnije je uvedena Wi-Fi mreža, ugrađeno su novi LED zaslone te uređeni ugostiteljski prostori. Tijekom 2022. i 2023. prostor ispod tribina prenamijenjen je u ugostiteljske sadržaje, a stari videozaslone zamijenjeni su novima. U sklopu priprema za Svjetsko nogometno prvenstvo na stadion je postavljen novi prirodni travnjak te su uklonjene



Pogled na unutrašnjost stadiona Seattle

reklame i sponzorski natpisi. Također su uređene tribine te prostori za igrače i medije kako bi sve bilo spremno za nadolazeće utakmice.

Na kraju treba istaknuti i tzv. *zero waste* sustav gospodarenja otpadom na stadionu. Zato mu je 2025. dodijeljen TRUE Gold Certification u sklopu sustava *Total Resource Use and Efficiency* (TRUE), koji dodjeljuje *Green Business Certification Inc.* Taj certifikat potvrđuje implementaciju koncepta "nultog otpada", kojim se 90 posto otpada nastalog tijekom događanja na *Lumen Fieldu* ne odlaže na deponij, već reciklira, kompostira ili ponovno koristi. Stadion ima posebne spremnike za razdvajanje otpada, a organizacija njegova prikupljanja i odvoza prilagođena je kako bi se što više materijala moglo reciklirati, a biootpad kompostirati. Kontinuirano se održavaju i edukacije za zaposlenika i posjetitelje. Time se stadion svrstava među vodeće sportske arene u području održivoga gospodarenja otpadom te je jedan od rijetkih stadiona NFL-a s takvim priznanjem.

Philadelphia Stadium, Philadelphia, Pennsylvania, SAD

Stadion *Lincoln Financial Field* smješten je u Philadelphiji, najvećemu gradu američke savezne države Pennsylvanije. Philadelphia je jedan od najvažnijih povijesnih

gradova Sjedinjenih Američkih Država, poznata kao mjesto usvajanja Deklaracije neovisnosti i Ustava SAD-a te po znamenitostima poput Zvona slobode (*Liberty Bell*), ali i bogatoj sportskoj i kulturnoj tradiciji.

Stadion je otvoren 2003. i može primiti 69.000 gledatelja. Dom je NFL-ove momčadi *Philadelphia Eagles*. Osim utakmica američkog nogometa često je domaćin velikih koncerata te drugih sportskih i kulturnih događanja. Nosi naziv *Lincoln Financial Field* prema američkoj financijskoj i osiguravajućoj tvrtki *Lincoln Financial Group*, koja je prije njegova otvaranja sklopila ugovor o kupnji prava na imenovanje stadiona. Tijekom Svjetskoga nogometnog

prvenstva 2026. stadion će, u skladu s FIFA-inim pravilima, nositi službeni naziv *Philadelphia Stadium*, što će biti prvi put da se za tu arenu koristi drugi naziv.

Izgrađen je kao suvremena zamjena za dotadašnji *Veterans Stadium*, u cilju stvaranja multifunkcionalne sportske građevine prilagođene zahtjevima modernih sportskih i zabavnih priredbi. Arena je dio sportskoga kompleksa *South Philadelphia Sports Complex*, u kojemu se nalaze i druge sportske građevine koje služe kao domovi za ostale profesionalne sportske momčadi Philadelphije.

Projektiranje stadiona započelo je krajem devedesetih godina 20. stoljeća, a građen je od 2001. do 2003. Arhitektonsko rješenje izradili su projektantski uredi *NBBJ* i *Agoos Lovera Architects*. Glavni izvođač radova bila je tvrtka *Turner Construction*, koja se ubraja među vodeće američke izvođače sportskih građevina te posjeduje veliko iskustvo u gradnji stadiona velikih kapaciteta i složenih čelično-armiranobetonskih konstrukcija. Ukupna vrijednost investicije iznosila je približno 512 milijuna američkih dolara. Projekt konstrukcije izradila je tvrtka *Ove Arup & Partners*, koju je 1946. osnovao sir Ove Arup, konstruktor koji je zagovarao usku suradnju arhitekata i inženjera kroz koncept *Total Design*, odnosno integrirano projektiranje arhitekture i konstrukcije. Među najpoznatijim projektima tvrtke *Arup* jesu *Sydney Opera House* i *Centre Pompidou*. Upravo se na tim primjerima, kao i na samome stadionu, vidi kako je



Philadelphia Stadium iz zračne perspektive



Pogled na tribine stadiona Philadelphia

konstrukcija sastavni dio arhitektonske ideje, a ne samo klasično inženjersko rješenje za prijenos opterećenja.

Nosiva konstrukcija stadiona projektirana je kao kombinacija armiranobetonske i čelične konstrukcije prilagođene velikome broju korisnika i zahtjevima suvremenih sportskih događanja. Temeljena je na 3200 armiranobetonskih pilota prilagođenih uvjetima tla i opterećenjima konstrukcije. Na temeljni sustav oslanjaju se armiranobetonski stupovi, zidovi i komunikacijske jezgre koje predstavljaju osnovne vertikalne nosive elemente konstrukcije.

Primarnu konstrukciju stadiona čini armiranobetonska konstrukcija u obliku zdjele s više razina gledališta, unutar koje su raspoređene tribine, komunikacijski koridori, servisni prostori i vertikalne jezgre za pristup gledatelja. Takvo rješenje omogućilo je ostvarivanje velike prostorne krutosti konstrukcije te učinkovitu organizaciju kretanja i evakuacije više desetaka tisuća posjetitelja. Građevina je visoka 46 m te se sastoji od dvanaest nadzemnih razina.

Krovnna konstrukcija ukupne mase približno 15.500 tona izvedena je od dugorasponskih čeličnih rešetkastih nosača i konzolnih elemenata kojima su natkrivene gornje tribine bez potrebe za unutarnjim stupovima koji bi ometali pogled na igralište. Opterećenja od vlastite težine,

vjetra i snijega prenose se preko sekundarnih krovnih elemenata na glavne čelične nosače, zatim na armiranobetonske vertikalne nosive elemente te konačno na temeljni sustav. Na vanjskome obodu stadiona vidljivi su čelični spregovi koji sudjeluju u osiguravanju prostorne stabilnosti krovne konstrukcije i prijenosu horizontalnih opterećenja od vjetra. Njihova izvedba na pročelju ujedno je dio arhitektonskog identiteta građevine. Karakterističan element stadiona jesu velike konzolne čelične nadstrešnice iznad istočnih i zapadnih tribina. Njihov oblik u arhitektonskome smislu inspiriran je krilima orla, simbola kluba *Philadelphia Eagles*. Za razliku od brojnih suvremenih stadiona zatvorenog volumena, *Lincoln Financial Field* projektiran je s otvorenim kutovima konstrukcije, čime je omogućena prirodna ventilacija gledališta.

Karakterističan element stadiona jesu velike konzolne čelične nadstrešnice iznad istočnih i zapadnih tribina, njihov oblik u arhitektonskome smislu inspiriran je krilima orla, simbolu kluba

Do sada izvedeno je više njegovih modernizacija i rekonstrukcija. Najveća obnova

izvedena je između 2013. i 2014. i bila je vrijedna približno 125 milijuna američkih dolara. Rekonstrukcija je obuhvatila proširenje kapaciteta gledališta, modernizaciju VIP prostora, izvedbu novih mostova između gornjih komunikacijskih koridora te ugradnju suvremenih LED videozaslona visoke rezolucije. Iako je primarna svrha bila modernizacija stadiona, za njezinu provedbu bilo neophodno intervenirati u postojeću konstrukciju izgradnjom novih samostalnih čeličnih konstrukcija. Poseban izazov predstavljalo je njihovo uklapanje u postojeći konstruktivni sustav bez znatnijih zahvata na primarnim armiranobetonskim nosivim elementima stadiona.



Detalj čelične konstrukcije i vanjskog pročelja stadiona Philadelphia

Izvedeni su novi mostovi između gornjih komunikacijskih koridora, dograđene su nove platforme za gledatelje i dodatni sjedeći kapaciteti, a ugrađeni su znatno veći LED videozaslona, što je zahtijevalo nove nosive čelične konstrukcije. Projektiranje svih konstrukcijskih radova vodila je tvrtka *Thornton Tomasetti*, pri čemu je korišten detaljan trodimenzionalni model izrađen u programskome paketu *Tekla Structures* radi koordinacije čelične konstrukcije, spojeva i montažnih faza. Zahtjev postavljen tijekom rekonstrukcije bio je taj da se svi radovi moraju izvesti bez prekida korištenja stadiona, što je rezultiralo faznom gradnjom tijekom razdoblja između dviju NFL-ovih sezona. Igralište dimenzija 105 × 68 m izvedeno je s prirodnom travom te zadovoljava FIFA-ine zahtjeve za održavanje utakmica Svjetskoga nogometnog prvenstva. S konstruktorskoga gledišta, *Lincoln Financial Field* uspješan je primjer racionalnoga kombiniranja armiranobetonskoga i čeličnoga konstrukcijskog sustava.

Masivna armiranobetonska konstrukcija u obliku zdjele osigurava potrebnu nosivost i prostornu krutost, dok čelična krovna konstrukcija velikih konzolnih raspona omogućuje natkrivanje većeg dijela gledališta bez elemenata koji bi ometali preglednost. Dodatnu vrijednost predstavlja činjenica da je stadion tijekom više od dvaju desetljeća upotrebe uspješno prilagođavan novim funkcionalnim zahtjevima bez znatnijih zahvata na primarnome nosivom sustavu, što potvrđuje kvalitetu izvornoga konstrukcijskog rješenja.

Tijekom nogometne smotre 2026. *Philadelphia Stadium* ugostit će pet utakmica grupne faze te jednu utakmicu šesnaestine finala. Za potrebe Prvenstva početkom 2026. izvedene su manje prilagodbe stadiona koje uključuju izvedbu prirodne travnate podloge dimenzija 105 × 68 m, uklanjanje dijela kutnih sjedala radi osiguravanja FIFA-om propisanih sigurnosnih zona uz teren te prilagodbu signalizacije i prateće infrastrukture. Dostupni podaci ne upućuju na potrebu za znatnijim konstruktivnim zahvatima, što potvrđuje da je stadion već tijekom izvorne gradnje bio dobro projektiran za

prilagodbu međunarodnim nogometnim natjecanjima.

Osim NFL-ovih utakmica stadion je tijekom svojega uporabnog vijeka bio domaćin brojnih međunarodnih sportskih i glazbenih događanja, uključujući utakmice *CONCACAF Gold Cupa*, prijateljske susrete europskih nogometnih klubova te velika koncertna događanja.

Miami Stadium, Miami Gardens, Florida, SAD

Na jugoistoku Sjedinjenih Američkih Država, u saveznoj državi Floridi, poznatoj po tropskoj klimi, uraganima i dugim pješčanim obalama Atlantskog oceana, smjestio se *Hard Rock Stadium*. Nalazi se u predgrađu Miamijsa, poznatom kao Miami Gardens. Otvoren je 1987. kao *Joe Robbie Stadium*, prema vlasniku NFL-ove momčadi *Miami Dolphins*, koji je pokrenuo i najvećim dijelom financirao projekt izgradnje novog doma toga kluba, što je bila rijetkost među velikim američkim stadionima tog doba, koji su se uglavnom gradili kombinacijom javnog i privatnog novca.

Arena je u proteklih nekoliko desetljeća više puta mijenjala ime te je, među

ostalim, nosila nazive *Pro Player Stadium*, *Dolphin Stadium*, *Sun Life Stadium* i *New Miami Stadium*, prije nego što je 2016. prava na imenovanje preuzela tvrtka *Hard Rock International*. Tijekom prvenstva će, u skladu s FIFA-inim pravilima, nositi službeni naziv *Miami Stadium*. Danas je u vlasništvu tvrtke *Miami Dolphins Ltd.*, a osim NFL-ovih utakmica redovito ugošćuje sveučilišni američki nogomet, teniski turnir *Miami Open*, koncerte i velika međunarodna sportska događanja. Planiranje projekta započelo je sredinom osamdesetih godina 20. stoljeća, a stadion je građen od 1985. do 1987. Jedan od glavnih razloga pokretanja projekta bilo je najavljeno povećanje najamnine za korištenje stadiona *Orange Bowl*, na kojemu je tada igrala momčad *Miami Dolphins*. Zbog toga je vlasnik kluba *Joe Robbie* odlučio investirati u izgradnju novog stadiona, prilagođenog različitim vrstama događanja. U gradnju nove arene uloženo je 115 milijuna američkih dolara, što je krajem osamdesetih godina 20. stoljeća predstavljalo iznimno velik infrastrukturni pothvat.

Arhitektonsko rješenje izvorne građevine izradio je *HOK Sport* (današnji *Po-*



Miami Stadium

pulous), jedna od najpoznatijih svjetskih projektantskih tvrtki specijaliziranih za sportsku infrastrukturu. Njihov pristup temelji se na stvaranju prostora koji nadilazi samu sportsku funkciju te kroz arhitekturu potiče društvenu interakciju, osjećaj zajedništva i intenzivnije iskustvo gledatelja.

Izvorna građevina bila je projektirana kao pretežito otvoreni stadion, bez cjelovitog natkrivanja gledališta, što je bilo tipično za NFL-ove stadione tog razdoblja. Projekt nosive konstrukcije izradila je tvrtka *Bliss & Nyitray Inc.*, osnovana 1955., specijalizirana za projektiranje velikih armiranobetonskih i čeličnih konstrukcija na području Floride, s posebnim iskustvom u sportskim, infrastrukturnim i javnim građevinama izloženima vrlo zahtjevnim klimatskim uvjetima.

Zbog ograničene dostupnosti izvorne projektnje i tehničke dokumentacije opis konstrukcijskog sustava temelji se na analizi dostupnih fotografija, arhitektonskih prikaza i stručnih izvora objavljenih tijekom izgradnje te naknadnih rekonstrukcija. Projekt je zamišljen kao građevina velikoga kapaciteta, prilagođena višefunkcionalnoj upotrebi i budućim rekonstrukcijama.

Temeljenje na vapnenačkoj podlozi, karakterističnoj za južnu Floridu, izvedeno je kombinacijom dubokih pilota i plitkih temelja. Posebna pozornost posvećena je rizicima visoke razine podzemnih voda i mogućim diferencijalnim slijeganjima tla. Armiranobetonska konstrukcija u obliku zdjele izvedena je monolitnom gradnjom.

U njezinoj unutrašnjosti nalaze se armiranobetonske tribine, komunikacijske jezgre, servisni prostori i pristupni koridori. Gledalište je organizirano u dvije glavne razine tribina, između kojih su smješteni VIP prostori i komunikacijske etaže.

Tribine su izvedene kao armiranobetonski sustav kosih nosača oslonjenih na mrežu greda, stupova i okvirnih konstrukcija koje prenose opterećenja prema temeljima. U kutovima stadiona nalaze se po dvije kružne rampe koje omogućuju vertikalnu cirkulaciju gledatelja prema višim razinama te istodobno pridonose prostornoj krutosti konstrukcije.

U proteklih nekoliko desetljeća izvedeno je nekoliko rekonstrukcija i modernizacija arene, u koje je uloženo više od 500 milijuna dolara. Jedna od većih obnova provedena je 2006. i 2007., kada su modernizirane unutarnje komunikacije, VIP prostori i dijelovi gledališta, bez većih zahvata na nosivoj konstrukciji.

Sljedeća znatna rekonstrukcija izvedena je 2015. i 2016., kada je stadion dobio novo krovšte, rekonstruirane tribine te suvremene infrastrukturne sustave za međunarodna događanja. Potreba za obnovom nije proizlazila samo iz funkcionalnih zahtjeva, nego i iz specifičnih klimatskih uvjeta Miamijske. Tropska klima, s visokom razinom vlage u zraku, intenzivnim oborinama i mogućnošću uragana, predstavljala je znatan izazov u održavanju građevine.

Za projektiranje konstrukcijskih zahvata bila je zadužena tvrtka *Thornton Toma-*

setti u suradnji s arhitektonskim uredom *HOK*.

Glavni izazov obnove bilo je djelovanje snažnih vjetrova jer je Južna Florida u području visokog rizika od tropskih ciklona

Glavni izazov obnove bilo je djelovanje snažnih vjetrova. Južna Florida nalazi se u području visokog rizika od tropskih ciklona. Pri projektiranju uzeto je u obzir djelovanje uragana IV. kategorije prema Saffir-Simpsonovoj ljestvici. Takvi uragani imaju brzine vjetra od približno 209 do 251 km/h, što izravno utječe na zahtjeve nosivosti, stabilnosti i duktilnosti konstrukcije. Za dimenzioniranje građevina u SAD-u primjenjuje se standard ASCE 7, uz česta dodatna ispitivanja u vjetrovnim tunelima.

Tribine, raspoređene u dvije razine, rekonstruirane su u višim redovima upotrebom lakših montažnih elemenata radi smanjenja ukupne mase. Uklonjen je i znatan broj sjedala u najudaljenijim zonama gledališta kako bi se poboljšali preglednost i kvaliteta boravka gledatelja. Najveći je zahvat bio izvedba novoga čeličnog krova kojim se trebalo natkriti gledalište bez znatog povećanja opterećenja postojeće armiranobetonske konstrukcije. Projektanti su razvili relativno lagan, ali vrlo krut sustav dugorasponskih čeličnih nosača i prostornih rešetki otpornih na udare jakog vjetra.



Detalj dugorasponske čelične konstrukcije krova stadiona Miami



Izgradnja novog krovšta tijekom rekonstrukcije stadiona Miami



Pogled na stadion Miami uoči Svjetskog nogometnog prvenstva 2026.

Čelična konstrukcija proteže se iznad gotovo svih tribina te natkriva gotovo cijelo gledalište, površine približno 56.700 m². Krovnište kvadratnog tlocrta nosi sustav osam masivnih armiranobetonskih stupova, raspoređenih u kutovima stadiona. Između njih uzdižu se četiri čelična jarbola visoka 106 m. Na njih se oslanja sustav dugorasponskih čeličnih rešetki i 64 čelična spiralna kabla duljine do 90 m, kojima se osiguravaju stabilnost i raspodjela opterećenja. Time su omogućeni prirodno provjetranje i rast prirodne trave na terenu.

Opterećenja od vlastite težine, vjetera i oborina prenose se s krovnog pokriva preko sekundarnih čeličnih elemenata i poprečnih greda na glavne rešetkaste nosače, zatim na armiranobetonske stupove i dalje u temelje.

Posebna pozornost posvećena je aerodinamičkom ponašanju krova pri uraganskim vjetrovima. Analize su provedene numeričkim modelima u programu SAP2000, s više desetaka faza montaže i preraspodjele opterećenja. Za detaljnu razradu korišten je *Tekla Structures*, koji je omogućio modeliranje spojeva, montažnih faza i tolerancija.

Prema dostupnim podacima, u svim fazama primijenjeno je 3D modeliranje, uključujući analize konstrukcije, kabelskog sustava, montažnih faza i kolizija te pozicioniranje dizalica i opreme. Zbog velike statičke neodređenosti konstrukcije trebalo je pratiti promjene krutosti i preras-

podjelu sila u svakoj fazi. Konstrukcija je izvedena uz minimalno privremeno podupiranje, pa su deformacije morale biti precizno predviđene. Model je obuhvaćao 52 faze gradnje.

Zbog velike statičke neodređenosti konstrukcije trebalo je pratiti promjene krutosti i preraspodjelu sila u svakoj fazi zbog čega se primjenjivalo 3D modeliranje

Pokrov krova izveden je kombinacijom metalnih panela i membrane otporne na UV zračenje, vlagu i morsko okruženje. U obalnome području Floride trajnost materijala ključan je zahtjev zbog korozije uzrokovane solju u zraku. Dio krova izveden je ETFE membranskim jastucima ukupne površine približno 8850 m², koji propuštaju prirodno svjetlo, a štite od oborina i sunčeva zračenja. Sustav odvodnje i navodnjavanja projektiran je za vrlo intenzivne oborine karakteristične za tropsku klimu.

Velik uspjeh rekonstrukcije jest to što su se radovi izvodili fazno tijekom izvansezonskih razdoblja NFL-a, čime je omogućeno kontinuirano korištenje stadiona. To je postignuto faznom montažom i uravnoteženim opterećenjima kako se ne bi ugrozila postojeća konstrukcija. Igralište dimenzija 105 × 68 m izvedeno je s prirodnom travom tipa *Tifway 419 Bermuda*

grass, prilagođenom toploj i vlažnoj klimi. Stadion danas raspolaže kapacitetom od 65.000 mjesta za Svjetsko nogometno prvenstvo 2026., a za potrebe NFL-ovih utakmica i ostalih događanja može primiti više od 67.000 gledatelja.

Vanjsko pročelje izvedeno je od armiranobetonskih i čeličnih elemenata sa suvremenim LED sustavima i ekranima. Tijekom rekonstrukcije 2016. težište je bilo na energetske učinkovitosti i optimiranju potrošnje energije. Stadion sadržava velik broj VIP prostora, restorana, multi-medijskih sadržaja i luksuznih loža, prateći trend američkih sportskih arena kao višenamjenskih zabavnih kompleksa. S konstrukcijskoga gledišta, *Hard Rock Stadium* svijetli je primjer primjene naprednih tehnologija i analitičkih postupaka u projektiranju i rekonstrukciji suvremenih građevina velikih raspona.

Od velikih svjetskih događanja ta je arena ugostila *Super Bowl*, finale sveučilišnog prvenstva u američkome nogometu te utrke Formule 1 na privremenoj stazi oko stadiona. Tijekom Svjetskoga nogometnog prvenstva 2026. na njemu će se odigrati sedam utakmica, i to četiri utakmice grupne faze, jedna utakmica šesnaestine finala, jedno četvrtfinale i utakmica za treće mjesto, odnosno za brončanu medalju.

Toronto Stadium, Toronto, Ontario, Kanada

U kanadskoj provinciji Ontariju, na sjevernoj obali istoimenog jezera, čijim se središtem pruža granica između Kanade i SAD-a, smjestio se Toronto, najveći kanadski grad. Više od polovine njegova stanovništva, koje broji više od tri milijuna, rođeno je izvan Kanade. Utemeljen prije 230 godina Toronto danas nosi nadimak *The Six*, nastao nakon administrativnog ujedinjenja šest općina u jedinstvenu gradsku cjelinu krajem 20. stoljeća.

Na javnome gradskom prostoru Exhibition Place još je 1879. izgrađen stadion *Exhibition Stadium*. Tijekom vremena pretrpio je dva požara, zbog kojih je građevina djelomično ponovno građena. Zbog toga se spominje kako su ukupno četiri stadiona *The Ex*, kako se tu višenamjensku



Pogled na Toronto Stadium iz zračne perspektive



i pogled na čeličnu konstrukciju nadstrešnice zapadne tribine

arenu nazivalo, tijekom vremena izgrađena na istome mjestu. Četvrti je službeno otvoren 1959., a konačno je srušen 1999. Do danas nosi nadimak *Mistake by the Lake*, odnosno "Greška uz jezero".

Početak dvijetisućitih, zbog različitih potreba, pojavili su se prijedlozi za gradnju novog stadiona na spomenutom mjestu, ali i na drugim područjima grada. Nekoliko zainteresiranih strana obratilo se gradu sa zahtjevima za odobrenje i financiranje svojih prijedloga. Jedan od njih bio je Kanadski nogometni savez (CSA), koji se u to vrijeme natjecao za domaćinstvo Svjetskog prvenstva u nogometu za žene do 20 godina, održanog 2007., što je stvorilo potrebu za reprezentativnim stadionom koji bi preuzeo ključnu ulogu domaćina.

Nadalje, tu je bio i *Maple Leaf Sports & Entertainment* (MLSE), organizator sportskih i zabavnih događanja koji djeluje od 1931. te u svojem vlasništvu ima različite sportske klubove i brojne stadione. Bilo je to razdoblje u kojemu je MLSE tražio stadion za nogometni klub iz Toronta, koji je tek planirao osnovati. Za razliku od europskih nogometnih liga, u kojima postoji sustav promocije i ispadanja, sjevernoameričke profesionalne lige poput MLS-a, NFL-a i CFL-a djeluju kao zatvorene franšizne lige. Klubovi tako ne mogu ispasti iz lige zbog loših rezultata, dok ulazak novih ovisi o odobrenju same lige. Uvjet MLS-a za prihvaćanje novoga kluba bio je osigurati stadion namijenjen isključivo nogometu za novu franšizu.

Treći zainteresirani dionik koji je od grada tražio dozvolu za gradnju novoga ili moguće proširenje postojećih stadiona bio je *Toronto Argonauts*, najstariji aktivni klub CFL-a, za čije potrebe igralište mora biti većih dimenzija nego za MLS. Spomenimo i to kako je CFL, odnosno *Canadian Football League*, najviša profesionalna liga kanadskog nogometa, osnovana 1958. Sjedište joj je u Torontu, a sastoji se od ukupno devet momčadi podijeljenih u dvije divizije: Istočnu, koja broji četiri kluba, i Zapadnu, u kojoj ih je pet. Kroz različite potrebe i dogovore MLSE i CSA odlučili su 2005. graditi stadion koji će stajati 62,9 milijuna kanadskih dolara, odnosno približno 52 milijuna američkih dolara. Od toga je 27 milijuna osigurala kanadska vlada, osam milijuna vlada provincije Ontario, dok je Grad Toronto ustupio zemljište u protivvrijednosti od deset milijuna te za projekt izdvojio dodatnih 9,8 milijuna kanadskih dolara, zadržavši pritom vlasništvo nad stadionom, koji je u početnome razdoblju nosio naziv *National Soccer Stadium*. MLSE se obvezao uložiti osam milijuna dolara u izgradnju te pokriti sva eventualna prekoračenja troškova, a zauzvrat je postao upravitelj građevine. Dodatnih deset milijuna platio je kako bi stadion nosio njegov naziv sljedećih dvadeset godina, no ta je prava naknadno prodao kanadskoj banci *Bank of Montreal* (BMO) za čak 27 milijuna dolara i to za dvostruko kraće razdoblje. Zato se sportska arena danas zove *BMO Field*. Napomenimo i to kako se stadion tije-

kom Svjetskog nogometnog prvenstva 2026. službeno naziva *Toronto Stadium*. Iako je grad odobrio gradnju višenamjenske arene, na kraju je na Exhibition Placeu, zbog vremenskih i financijskih ograničenja, kako je to objasnio MLSE, niknuo prvi kanadski stadion namijenjen isključivo nogometu. Tako je na istome mjestu u manje od 130 godina izgrađen peti stadion.

Gradnja stadiona započela je u ožujku 2006. Voditelj projekta bila je *PMX, Inc.*, mala kanadska tvrtka iz Toronta. Osnovana je u vrijeme planiranja stadiona *BMO Field*, a 2016. preuzela ju je velika međunarodna tvrtka *Jones Lang LaSalle*. Arhitektonski projekt izradila je tvrtka *Brisbin Brooks Beynon Architects* (BBB Architects), osnovana 1984. u Torontu. Proračun konstrukcije pripremila je europska tvrtka *Halcrow Yolles* iz Londona. Osnovana 1868., djelovala je u 70 država te bila među vodećim britanskim konzultantskim tvrtkama u području inženjerstva, prometa i zaštite okoliša, s realiziranim velikim projektima mostova, željeznica, zračnih luka i hidroelektrana. Njezino bogato naslijeđe preuzela je 2011. američka tvrtka *CH2M Hill*, koja je kasnije postala dio *Jacobsa*.

Za strojarne projekte bila je zadužena tvrtka *The Mitchell Partnership Inc.* iz Montreala, koja se od 1956., kada je osnovana, bavi projektiranjem tehničkih sustava zgrada. Danas se zove BPA i ima oko 1000 zaposlenika. Za stadion *BMO Field* izvela je tada jedan od najmoderni-

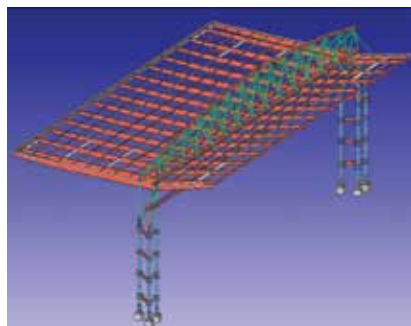
jih sustava grijanja unutar igrališta. Uz to osigurali su posebne sustave ventilacije te kontrolu kvalitete zraka u VIP zonama. Glavni izvođač radova bila je tvrtka *PCL Constructors Canada Inc.*, grupacija neovisnih građevinskih tvrtki osnovana 1906. u gradu Stoughtonu, u kanadskoj provinciji Saskatchewanu. Danas je u stopostotnom vlasništvu svojih zaposlenika.

Za stadion *BMO Field* izveden je jedan od najmodernijih sustava grijanja unutar igrališta, a osigurani su i posebni sustavi ventilacije te kontrola kvalitete zraka

Prije izvedbe temeljnog sustava izvedeni su zemljani radovi koji su uključivali iskopu, uklanjanje preostalih temelja bivšeg *Exhibition Stadiuma* te premještanje postojećih podzemnih instalacija. Stadion je potom izveden na sustavu armiranobetonskih temelja samaca. Glavni nosivi sustav tribina činila je predgotovljena čelična konstrukcija sastavljena od čeličnih stupova, kosih nosača tribina i sustava ukrućenja, na koju su postavljeni predgotovljeni armiranobetonski elementi gledališta. U sklopu zatvorenih dijelova ispod zapadne tribine u gradskim je izvješćima dokumentirana izvedba zidova od betonskih blokova, lakih metalnih pregradnih sustava i ostakljenih pročelja, a spominju se i zidani dijelovi donjeg nosivog sustava.

Igralište uobičajenoga pravokutnog tlocrtnog oblika okružile su navijačke tribine izvedene na trima stranama. Samo je zapadna tribina imala dvije razine, dok su istočna i južna bile jednorazinske. Time je stadion imao ukupno 22.000 sjedala. Natkriven je bio samo mali dio gornje razine zapadne tribine, gdje su bili smješteni prostori za medije. Sjeverna strana ostala je bez gledališta, što pokazuje kako je stadion, iako građen isključivo za nogomet, projektiran kao modularna konstrukcija s mogućnošću naknadnog proširenja za potrebe kanadskog nogometa. Tada su dimenzije igrališta iznosile 105 × 68 m. Na teren postavljena je

umjetna trava *FieldTurf*, proizvod kanadske tvrtke, koja djeluje unutar francuske grupacije i razvija umjetne podloge za sportske terene.



3D model projekta čelične konstrukcije krovništva istočne tribine stadiona Toronto

Kako bi na površini s umjetnom travom bilo moguće igrati različite sportove, pa i tijekom zime, nad igralištem instaliran je tzv. zimski balon (engl. *winter bubble*). Prema dostupnim podacima, tijekom 2006. izvedeni su temelji, dok je sama membranska kupola planirana za naknadnu montažu. Konstrukcija kupole nije bila oslonjena na glavni nosivi sustav stadiona, već se radilo o zasebnome, tlačno stabiliziranome sustavu sidrenome oko igrališta i održavanome stalnim nadtlakom zraka.

Stadion je otvoren u travnju 2007., a naglašava se kako je dovršen na vrijeme te unutar planiranog proračuna.

Umjetni teren zamijenjen je prirodnom travom 2010. Zamjena je započela uklanjanjem dotadašnje umjetne podloge, nakon čega je u debljini od 45 cm iskopan sloj zemlje za potrebe ugradnje sustava provjetravanja. Uslijedilo je postavljanje šljunčanog sloja unutar kojeg su položene cijevi sustava grijanja, na koji je dodan zemljani nadsloj debljine do 10 cm.

Prirodna trava kao završni sloj dopremljena je kamionima iz Cookstowna u Ontariju. Riječ je o vrsti *Kentucky bluegrass*, koja ima visoku otpornost na korištenje i habanje, a mekana tekstura prihvatljivija je igračima pri klizanju po terenu. Na terenu postavljen je sustav rasvjeta za poticanje rasta travnjaka, koji travi tijekom jednog dana omogućuje količinu svjetlosti dostatnu za dva dana.

Osim toga u Mount Hopeu, u provinciji Ontariju, otvorena je farma travnjaka. U

slučaju dotrajalosti ili oštećenja igrališta s farme se dopremaju role travnjaka starosti 18 mjeseci, debljine 4 cm, širine 1 m i težine 1100 kg. Težina je važna kako se travnati tepisi ne bi pomicali tijekom igre. S druge strane, takva travnata podloga nije otporna na zimske temperature kao ni na uvjete unutar zatvorenog balona, pa je nakon instalacije prirodnog travnjaka zimske sportove trebalo premjestiti na drugu lokaciju. Umjetni teren i balon premješteni su na susjedni stadion *Lampart*, udaljen 10 minuta hoda od *BMO Fielda*. U procesu izmjene lokacija, terena i rasporeda događanja neki su sportovi ostali bez svojih termina te im je pronađena dodatna, odnosno treća lokacija. Opisani proces iznosio je ukupno 5,5 milijuna kanadskih dolara, a troškove prelaske na prirodnu travu snosio je MLSE, i to 3,5 milijuna za zamjenu terena na *BMO Fieldu*, 1,2 milijuna za premještanje balona te 0,8 milijuna za konačnu instalaciju umjetnog terena na trećoj lokaciji. Krajnji rezultat bio je precizno kontroliran teren uz pomoć drenažnog sustava i sustava grijanja.

Godine 2014. započelo je planiranje rekonstrukcije i proširenja stadiona. Projekt je iznosio 120 milijuna dolara te je bio podijeljen u dvije faze. Prva faza trajala je do svibnja 2015. U tom je razdoblju povećana udobnost loža i drugih dostupnih sadržaja u sklopu stadiona, a kapacitet je povećan za 8400 sjedala izgradnjom gornje razine istočne tribine. Osim toga oko tribina dodana je pristupna staza, odnosno stadionska šetnica. Njezina namjena uključuje pristupne i evakuacijske putove, komunikaciju između tribina te pristup ugostiteljskim i drugim uslužnim sadržajima.

Iako je cijela faza bila planirana za 12 mjeseci, uvođenjem treće smjene, tijekom koje su se pripremali predgotovljeni elementi, rok izvođenja skraćen je na sedam mjeseci.

U listopadu 2015. započela je druga faza. Opseg radova uključivao je izvođenje nadstrešnica, odnosno natkrivanje nepomičnih dijelova tribina, ali i prilagodbu stadiona potrebama kanadskog nogometa, s obzirom na to da su *Toronto Argonauts* odlučili sezonu 2016. započe-



Podizanje južne nadstrešnice stadiona Toronto

ti na tome terenu kao svojem novom domu. Spomenuta prilagodba obuhvatila je proširenje igrališta, izgradnju dodatnih, pomičnih sjevernih i južnih tribina, nove svlačionice te sustave rasvjete i zvuka. Tada je odlučeno da se teren prekrije hibridnom travom, jer je kombinacija prirodne i umjetne trave zadovoljavala uvjete obje nogometne lige, MLS-a i CFL-a. Pokrov tribina izveden je kao čelična konstrukcija. U uglovima stadiona smještena su ukupno četiri velika čelična rešetkasta stupa temeljena na mikropilotima dubine 7 m. Na stupove nastavlja se rešetkasti glavni nosači na koje je ovješena krovna konstrukcija. Nadstrešnice su izvedene iznad zapadne, istočne i južne tribine. Prije podizanja i montaže istočne i zapadne nadstrešnice postavljene su privremene potporne konstrukcije. Svaka od njih sastoji se od 15 montažnih segmenata dimenzija 9 x 55 m i mase između 68 i 82 tone, koji su pripremljeni uz stadion te su jedan po jedan podizani i ugrađivani na projektirane pozicije. S druge strane, južna tribina, dimenzija 115 x 21 m i težine 490 tona, podignuta je u jednome komadu uz pomoć istodobnoga korištenja dviju gusjeničnih dizalica s rešetkastim krakom tipa CC2400, pojedinačne nosivosti 500 t. Te su dizalice dopremljene iz Nizozemske, a o njihovoj veličini svjedoči činjenica kako su na gradilište dopremljene u dijelovima koji su bili transportirani u više od stotinu prikolica kamiona. Pozicionirane su izvan zone travnjaka kako ga ne bi oštetile, što

je zahtijevalo izvođenje radova bez izravne vidljivosti te koordinaciju s monterima radiokomunikacijom.

Južna tribina stadiona, dimenzija 115 x 21 m i težine 490 tona, podignuta je u jednome komadu uz pomoć istodobnoga korištenja dviju gusjeničnih dizalica pojedinačne nosivosti 500 t

Temeljenje je izvela tvrtka *Keller*, izvorno osnovana u Njemačkoj 1860. kao tvrtka za bunare i crpne sustave. Danas je jedna od vodećih svjetskih specijalista u području geotehničkog inženjerstva. Temeljenje velikih stupova koji podupiru istočnu nadstrešnicu izvedeno je standardnim sustavom dubokog temeljenja na bušenim pilotima dubine 6 m. Temeljenje zapadne nadstrešnice bilo je tehnički zahtjevnije zbog ograničenog pristupa gradilištu, postojeće mreže podzemnih instalacija, *SubAir* sustava za grijanje i drenažu travnjaka te male slobodne radne visine. Zbog nemogućnosti primjene klasične mehanizacije i standardnih pilota odabrano je rješenje temeljeno na mikropilotima izvedenima unutar postojećih zatvorenih prostora stadiona. Za zaštitu građevne jame izveden je sustav čeličnih vođenih pilota s horizontalnom drvenom podgradom, gredama i razuporama, čime su omogućeni premještanje instalacija izvan zone

temeljenja te izvedba naglavnih i temeljnih greda mikropilota. Izvedeno je 46 mikropilota različitih nagiba, od vertikalnih do kosih pilota nagiba 1 : 4. Ugrađeni su s privremenih visećih radnih platformi te trajno zaštićeni čeličnim cijevima koje ulaze minimalno 0,3 m u zdravu stijensku podlogu od škriljevca, dok je ukupna dubina usidrenja u stijensku masu iznosila od 4 do 9 m. Projektirani su za pojedinačna opterećenja do 3000 kN na vlak i 4000 kN na tlak. Mikropiloti su armirani centralnim snopovima visokootpornih navojnih šipki koje se protežu njihovom cijelom duljinom. Ovisno o projektiranoj opterećenju korišteni su snopovi od dviju ili triju navojnih šipki oznaka #18 i #20, što odgovara promjerima 57 i 64 mm.

Voditelj projekta u fazi renoviranja bila je tvrtka *ICON Venue Group* iz Denvera, koja posluje od 2001. Istu je ulogu u tome razdoblju imala na 10 od ukupno 13 MLS-ovih stadiona. Glavni izvođač bila je kao i u početku gradnje stadiona tvrtka *PCL Constructors Canada Inc.* Arhitekt pri renoviranju stadiona bila je tvrtka *Gensler* iz Los Angelesa. Osnovana je 1965., a danas ima 57 ureda u 17 država. Za glavni projekt konstrukcije bila je odgovorna kanadska konzultantska i projektantska kuća *Entuitive* osnovana 2011. u Torontu. Tvrtka *Thornton Tomasetti*, koja je svoj doprinos dala i drugim stadionima domaćinima ovogodišnje svjetske nogometne smotre, i tom je prilikom isporučila proračun konstrukcije stadiona.



Detalj spoja čelične konstrukcije južne nadstrešnice i stupa stadiona

Tvrtka *Walter P Moore*, specijalizirana za projektiranje konstrukcija velikih raspona, izradila je izvedbeni projekt s radio-ničkom dokumentacijom, proračunom detalja spojeva, projektima potpornih tornjeva i drugih pomoćnih konstrukcija za podizanje i montažu krova te projekt montaže krova. Uloženi trud rezultirao je stabilnošću i kontrolom opterećenja tijekom montaže te smanjenim količinama građevnog otpada.

S obzirom na to da je najveći izazov renoviranja stadiona, kako u investicijskome smislu tako i u pogledu montaže, bila krovna konstrukcija, već je u početni proces projektiranja uključen izvođač čelične konstrukcije, kanadska tvrtka *Canam*. Osnovana je 1961. u Saint-Gédéon-de-Beauceu, a specijalizirana je za projektiranje, proizvodnju i montažu čeličnih konstrukcija. Ima više od 5000 zaposlenika te godišnje proizvede 500.000 tona čeličnih konstrukcija. Treba naglasiti i to da je, kao rezultat dobre pripreme, odnosno planiranja i same izvedbe, isporuka izvršena tri tjedna prije planiranog termina. Montažu čelične konstrukcije izveo je *Central Steel Erectors* kao dio sustava *Canam Group*, uz angažman radnika sindikata *Ironworkers Local 721*. Treba spomenuti i to da je u vrijeme izvedbe nove konstrukcije bila do tada najhladnija veljača u povijesti Toronta, s temperaturama do $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Zadnji proces proširenja i renoviranja stadiona izvodio se za potrebe Svjetskog nogometnog prvenstva. Kroz dvije faze, koje su trajale od prosinca 2024. do kolovoza 2025. te od prosinca 2025. do ožujka 2026., kapacitet stadiona povećan je s 28.000 na 45.000, i to tako što je sjevernoj tribini dodano 10.000 privremenih sjedala, a južnoj 7000. Obnovljen je i travnjak, a dodani su i unaprijeđeni različiti sadržaji, od videozaslona do prostora za igrače i navijače. Cijeli proces nije ometao uobičajeni raspored utakmica domaćina ni ostala planirana događanja.

Stadion BMO Field, odnosno *Toronto Stadium*, ugostit će šest utakmica Svjetskog prvenstva, od čega će jedna biti i susret Hrvatske i Paname.

Estadio Ciudad de México, Mexico City, Meksiko

Meksiko će 2026. treći put biti domaćin Svjetskoga nogometnog prvenstva. Njegov glavni grad Mexico City službeno je potvrđen kao jedan od gradova domaćina turnira u lipnju 2020., kada je FIFA objavila konačan popis lokacija. Time je postao jedan od triju meksičkih gradova uključenih u organizaciju natjecanja, uz Monterrey i Guadalajaru. U njemu nalazi se stadion *Azteca*. Taj naziv je odabran kao podsjetnik na povijest i kulturu Asteka, starog naroda koji je živio na tome području prije dolaska Španjolaca.

Ideja o izgradnji stadiona *Azteca* povezana je s razdobljem snažnog razvoja televizijskog prijenosa sportskih natjecanja i rastuće popularnosti nogometa u Meksiku sredinom 20. stoljeća. Potreba za većim kapacitetom gledatelja te ambicija da se zemlja kandidira za domaćinstvo Olimpijskih igara 1968. i Svjetskoga nogometnog prvenstva 1970. potaknule su razvoj projekta velikoga, modernoga sportskog stadiona. Projekt je pokrenut početkom šezdesetih godina 20. stoljeća na temelju suradnje privatnoga kapitala i sportskih institucija, a za njegovo upravljanje osnovana je posebna tvrtka *Fútbol del Distrito Federal, S.A. de C.V.* Glavnu ulogu u razvoju imao je Emilio Azcárraga, koji je prepoznao potencijal nogometa kao masovno-

ga medijskog i društvenog fenomena. Od samog početka *Estadio Azteca* zamišljen je kao simbol modernizacije Mexico Cityja te infrastrukturni projekt koji je trebao odgovoriti na rastuće potrebe grada i njegovu međunarodnu afirmaciju.

Danas je ta arena jedna od najprepoznatljivijih simbola sporta u Latinskoj Americi. Dom je kluba *Club América* i meksičke reprezentacije. S kapacitetom od 83.000 mjesta najveća je sportska građevina u Latinskoj Americi te jedan od osam najvećih stadiona na svijetu.

Posebno mjesto zauzima i u povijesti svjetskih prvenstava jer je to prvi stadion na kojemu su odigrana dva finala Svjetskoga nogometnog prvenstva, 1970. i 1986. Na njegovu travnjaku slavili su najveći nogometni velikani. Pelé je ondje predvodio Brazil do naslova svjetskog prvaka 1970. Godine 1986. Diego Maradona je s reprezentacijom Argentine u četvrtfinalnoj utakmici protiv Engleske postigao dva pogotka koja su obilježila povijest nogometa. Prvi, kontroverzno postignut rukom, ostao je poznat kao "Gol Božje ruke", dok je drugi, nakon prodora kroz obranu protivnika, proglašen "Golom stoljeća" i smatra se jednim od najboljih pogodaka svih vremena. U finalnoj utakmici istog turnira, također odigranoj na stadionu *Azteca*, Argentina je pobijedila Zapadnu Njemačku te drugi put osvojila naslov svjetskog prvaka.



Pogled na Mexico City Stadium



Pogled na armiranobetonsku konstrukcija u obliku zdjele stadiona Mexico City

Danas je ta arena spremna za Svjetsko nogometno prvenstvo 2026. Time je postala prva u povijesti koja će ugostiti utakmice na trima Svjetskim nogometnim prvenstvima (1970., 1986. i 2026.). Osim nogometa redovito ugošćuje i utakmice NFL-ove lige, koja povremeno organizira i utakmice izvan SAD-a (npr. u Londonu i Meksiku). Osim sporta ondje su održana i brojna glazbena i društvena događanja, od rasprodanih koncerata svjetski poznatih izvođača poput Michaela Jacksona i grupe U2 do političkih skupova i vjerskih okupljanja, uključujući posjet pape Ivana Pavla II. 1999.

Projekt stadiona *Azteca* izradili su arhitekti Pedro Ramírez Vázquez i Rafael Mijares Alcérrece, koji su djelovali kroz vlastite projektantske urede u suradnji s državnim institucijama. Vázquez je bio poznati meksički arhitekt, urbanist, književnik i javni dužnosnik. Autor je nekih od najvažnijih arhitektonskih djela u Meksiku poput Nacionalnog muzeja antropologije, Nove bazilike Gospe od Guadalupe te Zakonodavne palače San Lázaro. Bio je i predsjednik Organizacijskog odbora Olimpijskih igara koje su održane 1968. u Meksiku na stadionu *Azteca*.

Za glavnog izvođača radova odabrana je tvrtka *Empresas ICA*. Osnovao ju je meksički građevinski inženjer Bernardo Quintana Arrijoja 1947. Šezdesetih godina 20. stoljeća bila je angažirana kao glavni izvođač radova na većim infrastrukturnim projektima kao što su brana

Infiernillo, metro u Mexico Cityju, a na međunarodnoj razini i brana Aguacapa u Gvatemali. *Empresas ICA* posluje i danas, ali je kroz posljednja desetljeća prošla kroz ozbiljnu financijsku krizu i restrukturiranje (posebno nakon prvog desetljeća 21. stoljeća). Zbog dugova i problema s likvidnošću tvrtka je reorganizirana, pa više nema istu dominantnu ulogu u velikim državnim projektima kao ranije. Nakon što je odobrena izgradnja novog stadiona, trebalo je pronaći odgovarajuću lokaciju. Jedan od glavnih kriterija bila je dobra prometna povezanost koja bi omogućila jednostavan dolazak gledatelja, bilo javnim prijevozom bilo osobnim automobilima. Također je bilo važno da zemljište raspoláže dovoljno prostranim terenom za razvoj pratećih sadržaja, parkirališta i komercijalnih građevina, ali i da je tlo stabilno.

Važnost geotehničkih uvjeta proizlazi iz činjenice da velike sportske arene generiraju znatna opterećenja na tlo, zbog čega nestabilna ili heterogena podloga može uzrokovati diferencijalna slijeganja, konstrukcijska oštećenja te smanjenu otpornost na seizmička djelovanja, što je osobito važno u seizmički aktivnim područjima. Mexico City smješten je na visokoj Meksičkoj visoravni, u zatvorenoj dolini okruženoj planinskim i vulkanskim reljefom, na nadmorskoj visini od približno 2200 metara. Područje karakterizira složena struktura tla, s prevladavajućim mekanim jezerskim sedimentima ne-

kadašnjeg jezera Texcoco te vulkanskim formacijama nastalima erupcijama u širem području doline. Takvi uvjeti znatan su inženjerski izazov pri projektiranju i temeljenju velikih infrastrukturnih građevina. Tijekom planiranja projekta razmatrano je nekoliko lokacija, među kojima i naselje Santa Úrsula Coapa u općini Coyoacánu, smješteno u južnome dijelu Mexico Cityja, koje je na kraju i odabrano zbog dobre prometne povezanosti. Gradnja stadiona započela je 1961.

Zemljište na kojemu je izgrađen stadion nalazi se na području nekadašnjeg jezera Texcoco. Nakon dolaska Španjolaca u 16. stoljeću započeo je proces njegova isušivanja. Glavni su razlog bile učestale poplave koje su ugrožavale grad izgrađen na močvarnome i vodenome tlu. Kolonijalne vlasti počele su graditi kanale, nasipe i sustave odvodnje kako bi kontrolirale vodostaj i omogućile širenje urbanog područja. Tijekom 19. i osobito 20. stoljeća jezero je u cijelosti nestalo zbog intenzivne urbanizacije, regulacije vodotoka i crpljenja podzemnih voda. Na njegovu nekadašnjem dnu danas se nalazi velik dio Mexico Cityja i njegove metropolitanske zone. Iako je isušivanje omogućilo razvoj grada, ostavilo je ozbiljne geotehničke posljedice. Tlo nekadašnjeg jezera sastoji se uglavnom od mekanih glina i jezerskih sedimenta vrlo osjetljivih na slijeganje i potresna djelovanja. Zbog toga Mexico City danas ima izražene probleme sa slijeganjem tla, pojavom pukotina i oštećenjima infrastrukture, a pojedini dijelovi grada tonu i po nekoliko centimetara na godinu zbog prekomjernog crpljenja podzemnih voda.

Nakon što je lokacija odabrana, inženjeri su proveli geotehnička istraživanja. Uočili su da stratigrafiju tla čine pretežno pjeskoviti slojevi s lećama siltne gline i pjeskovito-silitnih materijala, uz prisutnost bentonitne gline vulkanskog podrijetla na približno 11 m dubine. Iako su nosivost tla ocijenili zadovoljavajućom, prisutnost glinovitih slojeva upućivala je na mogućnost znatnih slijeganja konstrukcije stadiona.

Dio zemljišta bio je prekriven slojem bazaltne stijene nastale erupcijom vulkana Xitle. Bazaltni sloj, debljine približno 10



Detalj s gradilišta stadiona Mexico City



Pogled na unutrašnjost stadiona Mexico City

m, prethodno je konsolidirao podložne glinovite naslage te poboljšao njihova mehanička svojstva u odnosu na okolna područja bez vulkanske stijene. Međutim, budući da je takva zona obuhvaćala relativno mali dio ukupne površine stadiona, projektanti su odlučili da se glavni nosivi elementi ne temelje izravno na glinovitome sloju. Temeljenje glavnih armiranobetonskih okvira izvedeno je sustavom pilota promjera 60 cm, sa zvonastim proširenjem baze promjera 2 m. Piloti su izvedeni na licu mjesta te oslonjeni na sloj vrlo zbijenog pijeska na približno 12 m dubine, ispod sloja vulkanske gline. Takvo rješenje odabrano je radi smanjenja diferencijalnih slijeganja i osiguranja stabilnosti konstrukcije velikih raspona i opterećenja.

Temeljenje glavnih armiranobetonskih okvira izvedeno je sustavom pilota promjera 60 cm, sa zvonastim proširenjem baze promjera 2 m

Konstrukcijski sustav stadiona *Azteca* podijeljen je na dvije osnovne cjeline. Prvu cjelinu čine donje tribine, izvedene pretežno kao zemljani nasipi i usjeci u prirodnome terenu, uz minimalnu primjenu nosivih konstrukcijskih elemenata. U tome dijelu nalaze se donje zone gledališta i prvi redovi sjedenja, a konstrukcijski zahvati bili su ograničeni uglavnom na potporne zidove i manje armiranobetonske elemente.

Drugu cjelinu čini glavna nosiva konstrukcija stadiona, odnosno sustav vi-

sokih tribina i pratećih komunikacijskih prostora. Konstrukcija je izvedena kao niz armiranobetonskih okvira raspoređenih prstenasto oko igrališta. Svaki okvir sastoji se od triju stupova: dvaju vertikalnih i jednoga kosog vanjskog stupa, međusobno povezanih gredama na različitim etažama. Na vrhu okvira nalazi se masivni naglavak koji nosi gornje tribine i krovnu konstrukciju. Ukupno je izvedeno 66 armiranobetonskih okvira raspoređenih u osam kružnih lukova koji zajedno formiraju zatvorenu prstenastu geometriju stadiona.

Okviri su međusobno povezani sustavom poprečnih greda i ploča tribina koje osiguravaju prostornu krutost konstrukcije te prijenos horizontalnih opterećenja, osobito seizmičkih sila. Posebnu važnost imaju sekundarne poprečne grede koje stabiliziraju konstrukciju u smjeru okomitome na glavne okvire.

Gornje tribine izvedene su kombinacijom monolitnih i predgotovljenih armiranobetonskih elemenata. Donji dijelovi tribina betonirani su na licu mjesta, dok su viši segmenti izvedeni od predgotovljenih elemenata radi ubrzanja gradnje i smanjenja opterećenja konstrukcije. Tribine se sastoje od kosih armiranobetonskih greda na koje su oslonjene stepenaste ploče, na kojima su montirana sjedala.

Jedan od najupečatljivijih elemenata stadiona jest krovna konstrukcija iznad gornjih tribina. Krov je izveden kao sustav konzolnih čeličnih rešetki pričvršćenih za vrhove armiranobetonskog okvira. Rešetke su promjenjive duljine, od približno 20 do 50 metara, ovisno o položaju unutar stadiona. Na njih je postavljen aluminijski pokrov koji natkriva gledalište. Budući da je krov

oblikovan kao kontinuirani prsten, sile se raspodjeljuju kružno kroz cijelu konstrukciju, čime se postiže velika stabilnost bez potrebe za dodatnim stupovima unutar gledališta. Upravo je izostanak unutarnjih oslonaca bio jedna od glavnih prednosti pobjedničkog projekta Pedra Ramíreza Vázqueza, jer je omogućio neometanu vidljivost sa svih mjesta na stadionu.

U preliminarnoj fazi razmatrana su dva osnovna konstrukcijska sustava: čelična i armiranobetonska konstrukcija. Odbrano je armiranobetonsko rješenje zbog nižih troškova, jednostavnije izvedbe i bolje prilagodbe monumentalnim dimenzijama građevine. Čelična konstrukcija zadržana je samo za izvedbu krova, gdje je zbog velikih konzolnih raspona bila konstruktivno najprikladnije rješenje. Nogometno igralište ima standardne FIFA-ine dimenzije 105 m × 68 m. Podloga je bila izvedena od prirodne trave, postavljena na slojevit sustav drenaže i stabilizacije tla. Taj sustav posebno je važan zbog slabog i vlažnog tla u području Mexico Cityja, kako bi se spriječilo zadržavanje vode i neujednačeno slijeganje terena.

Vulkansko područje na kojemu je izgrađen stadion *Azteca* odabrano je zbog svoje dobre prometne povezanosti, no izgradnju su pratili brojni izazovi, posebno tijekom temeljenja konstrukcije na nestabilnim slojevima tla s visokom razinom podzemnih voda, zbog čega su se investicijski troškovi udvostručili, a radovi na njegovu dovršetku produljeni su dvije godine u odnosu na ugovoreni rok. Dodatne poteškoće tijekom izgradnje stadiona pojavile su se i zbog rješavanja zemljišta i pristupnih puteva, pa je dio

zemljišta morao biti ekspropiriran kako bi se osigurala funkcionalna prometna povezanost. Početne procjene pretpostavljale su da će gradnja stadiona iznositi približno 100 milijuna meksičkih pezosa (približno 10 milijuna američkih dolara), no zbog svih izazova na gradilištu troškovi su znatno porasli. Konačna vrijednost investicije iznosila je približno 260 milijuna pezosa (25 milijuna američkih dolara). To je šezdesetih godina 20. stoljeća bio jedan od najvećih infrastrukturnih sportskih projekata u Latinskoj Americi. Na njegovoj gradnji angažirana su 34 inženjera i 800 radnika. Svečano otvorenje i prva utakmica odigrani su 29. svibnja 1966. između *Cluba Américe* i talijanskog *Torina FC-a*, a tadašnji kapacitet stadiona bio je 107 tisuća gledatelja.

Stadion *Azteca* je kroz godine postupno moderniziran. Početkom 2015. predstavljen je opsežan plan obnove koji je trebao biti dovršen do 50. obljetnice stadiona i stote obljetnice *Cluba Américe* 2016. Obnova stadiona provedena je u dvije faze. U prvoj fazi uklonjen je dio sadržaja na donjoj istočnoj tribini i izgrađeni su novi ugostiteljski prostori, a u drugoj su fazi izgrađene modernije medijske loža i privatni *skyboxovi* na gornjoj zapadnoj tribini. Postavljeni su moderni Panasonicovi LED ekrani na sjevernoj i južnoj strani arene, koji su zamijenili stare fosforne panele iz 1998. U sklopu te obnove razmatrana

je i izgradnja komercijalnoga kompleksa *Foro Azteca* s trgovačkim i uredskim prostorima, hotelima te parkiralištem, no taj projekt zbog financijskih poteškoća na kraju nije realiziran. Završetkom radova u studenome 2016. kapacitet je smanjen na 81.070 mjesta, kako bi se arena prilagodila suvremenim standardima.

U posljednjim modernizacijama ugrađeni su solarni paneli, koji se koriste ponajprije za dio rasvjete, urede te komercijalne prostore. Međutim, stadion nije u cijelosti održiv. Njegova potrošnja energije (rasvjeta, TV produkcija, ventilacija i sl.) i dalje se većinom oslanja na gradski elektroenergetski sustav.

U veljači 2024. potvrđeno je da će se u Mexico Cityu 11. lipnja 2026. održati svečano otvaranje Svjetskoga nogometnog prvenstva. Ukupno je planirano da će stadion ugostiti pet utakmica, uključujući tri susreta grupne faze te utakmice nokaut faze, uz mogućnost dodatnih nastupa meksičke reprezentacije, ovisno o plasmanu.

Opsežna rekonstrukcija za potrebe tog turnira započela je u svibnju 2024., kada je stadion zatvoren zbog građevinskih radova. Prema podacima grupacije *Ollamani*, vlasnika stadiona i kluba *Club America*, u obnovu je uloženo 78,7 milijuna dolara. Projekt rekonstrukcije stadiona izradila je tvrtka *Populous*. Kapacitet stadiona povećan je na 83.000 mjesta. Ugrađeni su novi videoekrani i LED rasvjeta, na igra-

lište postavljen je novi hibridni travnjak, a svlačionice i tuneli za igrače modernizirani su. Postojali su i dodatni planovi za razvoj pratećih sadržaja oko stadiona poput ugostiteljskih prostora i obnove krovništa, no dio tih zahvata kasnije je znatno smanjen ili odgođen. Tijekom radova pojavile su se i kritike vezane uz sigurnosne standarde i kvalitetu izvedbe, no projekt je nastavljen prema planu završetka uoči turnira. Stadion je planiran za ponovno otvorenje u proljeće 2026., uoči početka turnira.

Ollamani je u ožujku 2025. objavio partnerstvo s bankom *Banorte*, koja je uložila 109,4 milijuna dolara u sponzorska prava, pa će stadion nositi njezin naziv. Tijekom Svjetskoga nogometnog prvenstva 2026. naziv će se ipak privremeno promijeniti zbog FIFA-inih pravila koja ne dopuštaju sponzorske nazive ni natpise, a tijekom turnira koristit će se naziv *Estadio Ciudad de México*.

Estadio Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, Mexico

Treći meksički grad domaćin FIFA-ina Svjetskog prvenstva jest Guadalajara, glavni grad savezne države Jalisco i jedno od najvažnijih urbanih, gospodarskih i kulturnih središta zapadnog Meksika. Stadion *Akron*, kapaciteta 48.000 gledatelja, smješten je u Zapopan, gradu koji



Pogled na stadion Guadalajara



Pogled na unutrašnjost stadiona Guadalajara

čini sastavni dio širega metropolitanskog područja Guadalajare, jednog od najvećih urbanih aglomeracija u zemlji.

Izgrađen je kao odgovor na potrebe nogometnog kluba *C.D. Guadalajara (Chivas)* za novim, većim i tehnološki naprednijim stadionom koji bi mogao zadovoljiti rastuće zahtjeve profesionalnog nogometa i suvremenih sportskih manifestacija. Klub je prethodno svoje domaće utakmice odigravao na stadionu *Jalisco*, izgrađenom 1960., a koji unatoč višekratnim adaptacijama više nije ispunjavao suvremene sigurnosne, infrastrukturne i funkcionalne standarde.

Inicijativa za izgradnju novog stadiona pokrenuta je početkom dvijetisućitih u sklopu šireg procesa modernizacije sportske infrastrukture i komercijalnog jačanja Kluba. Izgradnja je započela 2006., a završetak i službeno otvorenje realizirani su u srpnju 2010. Ukupna vrijednost investicije procjenjuje se na približno 220 milijuna američkih dolara. Projekt je u cijelosti financiran privatnim kapitalom tvrtke *Grupo Omniflex*, vlasnika nogometnoga kluba *C.D. Guadalajara*.

Za razliku od brojnih drugih velikih sportskih građevina u regiji, taj projekt nije bio izravno financiran iz javnih izvora, no gradske i državne vlasti naknadno su sudjelovale u razvoju komplementarne

infrastrukture. To se ponajprije odnosi na poboljšanje cestovne mreže, izgradnju i proširenje pristupnih prometnica te općenito na povećanje prometne dostupnosti šire zone kompleksa, osobito u kontekstu organizacije velikih sportskih i zabavnih događanja.

Nakon izgradnje novi stadion je tijekom vremena mijenjao ime u skladu s ugovorima o sponzorstvu. Prvotno je nosio naziv *Estadio Omniflex*, a potom je kratko, od 2016. do 2017., bio poznat kao *Estadio Chivas*. Od 2017. nosi naziv *Estadio Akron*, prema tvrtki *Grupo Akron*, koja je sponzorskim ugovorom osigurala prava na imenovanje stadiona. To je meksička tvrtka specijalizirana za proizvodnju, distribuciju i prodaju goriva, maziva i srodnih energetske proizvoda. Poznata je po širokoj prisutnosti u sektoru energetike i mobilnosti u Meksiku i Latinskoj Americi. Za potrebe FIFA-ina Svjetskog prvenstva stadion nosi naziv *Estadio Guadalajara*. Stadion ima pet etaža i kapacitet od 48.000 gledatelja. Dvije su smještene ispod, a tri iznad razine tla.

Idejni projekt izradili su francuski arhitekti Jean-Marie Massaud i Daniel Pouzet iz tvrtke *Massaud Pouzet*. Primijenili su koncept rijetko viđen u arhitekturi sportskih građevina, u kojemu se stadion doima kao da izrasta iz prirodnoga

krajolika. Izgled građevine inspiriran je oblikom vulkana te je djelomično ukopan u teren kako bi se postigao što bolji sklad s prirodom. Vanjska ovojnica arene (berma) jest umjetni nasip prekriven travom, površine oko 70.000 m², zbog čega stadion iz daljine podsjeća na zeleno brdo, s krovom koji poput bijelog oblaka lebdi iznad njega. Berma djeluje kao zeleni omotač koji ublažava visoke temperature, poboljšava mikroklimatske uvjete i omogućuje prodor prirodnog svjetla u unutrašnjost stadiona.

Glavni projekt izradila je tvrtka *VFO Arquitectos* u suradnji s tvrtkom *Populous* (nekadašnji *HOK Sports*). *VFO Arquitectos* meksički je arhitektonski ured sa sjedištem u Mexico Cityju, osnovan 2009., specijaliziran za projektiranje stambenih, poslovnih i sportskih građevina. Ured zapošljava oko 50 inženjera te djeluje u multidisciplinarnim timovima, često u suradnji s međunarodnim projektantskim uredima. Detaljnu razradu arhitektonskog projekta izvela je tvrtka *HOK Mexico*. To je meksička podružnica međunarodnoga arhitektonskog i inženjerskog ureda *HOK*, specijaliziranog za projektiranje sportskih, zračnih, zdravstvenih i javnih građevina. Glavni izvođač radova bile su meksičke građevinske tvrtke *ICA (Ingenieros Civiles y Asociados)*, jedno od najvećih građevinskih poduzeća u Latinskoj Americi, specijalizirano za realizaciju velikih infrastrukturnih i javnih projekata, te tvrtka *Lomas Lorenzo*, koja je sudjelovala u izvedbi specijaliziranih krovnih i membranskih elemenata konstrukcije.

Temeljenje stadiona *Estadio Akron* izvedeno je kao dio integriranog sustava armiranobetonske konstrukcije u obliku zdjele i umjetno oblikovanog nasipa koji čini vanjsku ovojnicu građevine. S obzirom na djelomičnu ukopanost arene u teren te znatne vertikalne i horizontalne reakcije iz tribinskog i krovnog sustava, temeljni sustav projektiran je tako da omogući ravnomjerno prenošenje opterećenja na nosivo tlo uz ograničenje diferencijalnih slijeganja.

Tribine su izvedene kao monolitna armiranobetonska konstrukcija koja se oslanja na kontinuirane temeljne trake i temeljne ploče ispod radialno organizi-



Gradnja berme oko stadiona

ranih nosivih zidova i stupova. U zona- ma koncentriranih opterećenja, osobito ispod oslonaca krovne čelične konstrukcije, primijenjena su lokalna ojačanja temeljnog sustava u obliku zadebljanja temeljne ploče i proširenih temeljnih stopa, kako bi se osigurala dovoljna nosivost i kontrola deformacija. Time je ostvaren prijenos velikih vertikalnih sila s krovnih rešetkastih nosača na podlogu bez potrebe za izrazito dubokim temeljenjem na pilotima u cijelome obuhvatu stadiona.

Temeljenje stadiona *Estadio Akron* izvedeno je kao dio integriranog sustava armiranobetonske konstrukcije u obliku zdjele i umjetno oblikovanog nasipa koji čini vanjsku ovojniju građevine

Dodatni stabilizacijski element jest zemljani nasip (berma) koji djelomično preuzima bočne tlakove tla te doprinosi ukupnoj stabilnosti ukopanih dijelova konstrukcije. Interakcija armiranobetonske zdjele i okolnog nasipa rezultira povoljnim raspodjelama naprezanja u tlu te smanjenjem horizontalnih pomaka konstrukcije. Sustav odvodnje i drenaže integriran je u temeljnu zonu kako bi se spriječilo zadržavanje vode u kontaktu

temelja i nasutih slojeva, što je osobito važno zbog velikih površina zelenih zona koje prekrivaju dijelove stadiona.

Tehničko rješenje nosive konstrukcije stadiona temelji se na konceptu velikih otvorenih prostora i minimalnog broja oslonaca, pri čemu je naglasak na optimiranome trodimenzionalnom sustavu prijenosa opterećenja. Takav pristup omogućuje učinkoviti prijenos sila kroz prostorni nosivi sustav uz smanjenje broja vertikalnih elemenata u gledalištu. Tribine su izvedene kao predgotovljeni armiranobetonski elementi. Međusobno su povezane u kontinuirani sustav koji osigurava globalnu stabilnost i ravnomjernu raspodjelu opterećenja. Integrirane su s čeličnom konstrukcijom krova, pri čemu beton osigurava krutost i nosivost.

Krov je oblikovan kao kombinacija radijalnih i kružnih čeličnih elemenata, preko kojih je zategnuta PTFE membrana.

Taj lagani i djelomično proziran materijal omogućuje difuzno propuštanje dnevne svjetlosti te pridonosi prepoznatljivome vizualnom identitetu stadiona. Krovna konstrukcija izvedena je kao prostorni čelični sustav površine 40.000 m², oslonjen na 16 armiranobetonskih stupova. Takva konfiguracija omogućuje znatne konzolne prepuste od približno 35 m, čime se postiže potpuno natkrivanje gledališta, bez vizualnih prepreka u vidnome polju gledatelja.

Estadio Akron koristi prirodni travnjak visoke kvalitete koji je projektiran za intenzivno korištenje u profesionalnome nogometu, uz razvijen sustav drenaže koji omogućuje brzo odvođenje oborinskih voda i stabilne uvjete igre tijekom cijele godine, unatoč sezonskim kišnim razdobljima u regiji Guadalajare. Treba pritom spomenuti i to da je arena izgrađena na nadmorskoj visini od 1500 metara, što utječe na uvjete igre zbog rjeđeg zraka, bržega kretanja lopte i većega fiziološkog opterećenja za gostujuće momčadi koje nisu naviknute na takvu visinu. Cijeli kompleks stadiona obuhvaća 70.000 m² zelenih površina, više od 200 mjesta za osobe s invaliditetom, 330 privatnih loža te središnji atrij površine 21.000 m² s ugostiteljskim i komercijalnim sadržajima koji omogućuje učinkovitu cirkulaciju posjetitelja. Izvan stadiona izgrađeno je približno 8500 parkirališnih mjesta te podzemna garaža kapaciteta 780 vozila. U slučaju nužde evakuacija stadiona može se provesti za manje od osam minuta, dok je evakuacija šire zone predviđena u manje od 20 minuta. Arena je opremljena i naprednim audiosustavom sa 180 zvučnika. Iako je u vrlo dobrom stanju, zbog priprema za Svjetsko nogometno



Presjek konstrukcije stadiona Guadalajara

prvenstvo, početkom 2025. započela je njezina obnova radi podizanja razine korisničkog iskustva za domaće i međunarodne posjetitelje. Stadion je tako dobio novu LED rasvjetu, novo ozvučenje, prirodni travnjak u skladu s FIFA-inim standardima kvalitete podloge te brzu Wi-Fi. Predviđena je mogućnost implementacije sustava temeljenih na umjetnoj inteligenciji i analizi podataka radi unapređenja upravljanja arenom, predviđanja posjećenosti te optimiranja sigurnosnih i operativnih procesa. Na stadionu u Guadalajari planirana su četiri susreta grupe faze FIFA-ina Svjetskog prvenstva 2026.

Zaključak

Analiza svih 16 stadiona domaćina Svjetskoga nogometnog prvenstva 2026. prikazana u serijalu članka objavljenih u časopisu *Građevinar* 4/2026. i 5/2026. pokazuje kako suvremena sportska infrastruktura nadilazi svoju izvornu funkciju mjesta održavanja sportskih natjecanja i postaje važan element urbanog razvoja, gospodarskih ulaganja i tehnoloških inovacija. Iako se stadioni međusobno razlikuju prema kapacitetu, konstrukcijskim sustavima i arhitekturi, zajedničko im je nastojanje da odgovore na visoke zahtjeve međunarodnih sportskih događanja, sigurnosti korisnika i održivosti.

Posebnost Svjetskoga nogometnog prvenstva 2026. očituje se i u činjenici da se prvi put održava u trima državama te na najvećemu broju stadiona u povijesti tog natjecanja. Takva organizacijska i infrastrukturna složenost zahtijevala je koordinaciju velikog broja sudionika, znatna financijska ulaganja te prilagodbu postojećih arena suvremenim FIFA-inim standardima. Većina odabranih stadiona izvorno je projektirana za potrebe profesionalnih liga američkog nogometa ili drugih sportova, što potvrđuje trend višenamjenskoga korištenja velikih sportskih građevina i njihovu prilagodljivost različitim događanjima. Među njima nalaze se povijesne arene koje su tijekom desetljeća više puta obnavljane i modernizirane, ali i novije na kojima su primijenjena napredna konstrukcijska rješenja, sofisticirani sustavi i najnovije digitalne tehnologije. Svi ti stadioni postali su simboli gradova i regija te važni generatori gospodarskih i turističkih aktivnosti. Zato FIFA-ino Svjetsko prvenstvo 2026. ne predstavlja samo vrhunac sportskog natjecanja nego i svojevrsnu prezentaciju dosega suvremenoga graditeljstva. Sportske građevine i prateća infrastruktura unaprijeđene za potrebe Prvenstva predstavljat će trajno nasljeđe tog turnira te će i nakon njegova završetka nastaviti služiti potrebama lokalnih zajednica kroz sportske, društvene, kulturne i gospodarske sadržaje.

Izvori:

Brojni internetski portali FIFA-e, investitora, projekatnata, suradnika, glavnih izvođača i podizvođača projekata stadiona: Članci o stadionima objavljeni u Građevinaru:

- http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE_66_2014_5_7_stadioni.pdf
- <http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-68-2016-5-6-Stadioni.pdf>
- <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-70-2018-05-6-Stadioni.pdf>
- <http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-73-2021-5-6-STADIONI.pdf>
- <http://casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-72-2022-11-6-Stadioni-Qatar.pdf>
- <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-76-2024-6-5-Stadioni.pdf>
- <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-78-2026-4-5-STADIONI.pdf>

Fotografije:

Structure.net, StadiumDB.com, West Coast Aerial Photography Inc., VFO, Marca.com, Getty Images, Wikipedia, FIFA, <https://www.thorntontomasetti.com/>, Walter P Moore, Populous