

RAZŠIRITEV POTNIŠKEGA TERMINALA TE NA LETALIŠČU JOŽETA PUČNIKA LJUBLJANA

WIDENING OF THE TE PASSENGER TERMINAL AT THE LJUBLJANA JOŽE PUČNIK AIRPORT

Uroš Razpet, univ. dipl. inž. arh., MBA
PLAN B, d. o. o., Gregorčičeva ulica 21 b,
2000 Maribor

Janko Mele, univ. dipl. inž. grad.
Simon Kogoj, univ. dipl. inž. grad.
Gradbeni biro Mele, Janko Mele, s. p.,
Cesta gradenj 6, 1360 Vrhnika

Strokovni članek
UDK 625.712.12:72(497.4Brnik)

Povzetek | V članku je opisano načrtovanje razširitve potniškega terminala na Letališču Jožeta Pučnika Ljubljana. Opisani so izhodišča in smernice arhitekturne zasnove, ki je v veliki meri definirala tudi konstrukcijsko zasnovo, ki je skoraj v celoti vidna. Pri projektiranju je bilo uporabljeno BIM-projektiranje. Na kratko je opisana konstrukcijska zasnova terminala.

Ključne besede: potniški terminal, Letališče Jožeta Pučnika, arhitekturna zasnova, konstrukcija, BIM

Summary | The article presents the widening of the passenger terminal at the Ljubljana Jože Pučnik Airport. Starting points and guidelines of architectural design are presented, which, to a large extent, have also defined almost completely visible structural design. BIM design was used. Structural design of the terminal is presented in brief.

Key words: passenger terminal, Ljubljana Jože Pučnik Airport, architectural design, structure, BIM

1 • UVOD

Projekt razširitve potniškega terminala na Letališču Jožeta Pučnika Ljubljana izhaja iz velike rasti števila potnikov in za območje našega največjega letališča predstavlja velik korak k ustvarjanju izraza novega sodobnega mednarodnega letališča. Z zasnovo in umestitvijo novega objekta se v precej raznolikem letališkem grajenem okolju ponudi priložnost oblikovanja nove hierarhije in berljivosti prostora, ki bo predvsem potniku omogočila jasnejšo orientacijo. Z novim terminalom želimo potrditi kvaliteto zasnove obstoječega terminala, ki so ga do danes prerasle gradnje v okolici. Z novim objektom

terminala obstoječega spoštljivo povežemo v eno celoto in ga pri tem ohranimo v njegovi primarni podobi. Prenova obstoječega terminala ni bila predmet naloge.

Obstoječi terminal T1 je bil grajen v več fazah v obdobju med letoma 1963 in 2007. Sedanja podoba T1 na cestni strani (land-side) je posledica širitve v letu 1974. Značilnost objekta je poliestrska fasada modularne izvedbe, za katero je avtor objekta, arhitekt Ciril Oblak, prejel tudi nagrado Prešernovega sklada. Na letališki strani (air-side) je objekt dobil današnjo podobo leta 2007 po projektu arhitekta Vladimirja Koželja. Po takratnih projektih je

bila širitev predvidena v dveh fazah, izvedena je bila zgolj 1. faza.

Zasnovo razširitve potniškega terminala, arhitekturno kot konstrukcijsko, v veliki meri narekujejo tehnološke zahteve letališča. Z zasnovo želimo programu letališča omogočiti možnost prilagajanja, ki ga narekujejo spreminjajoči se trendi v letalskem prometu. To dosežemo z enostavno in jasno konstrukcijsko skeletno zasnovo, ki ostaja prezentna tudi v končni podobi notranjosti terminala. Da pa letališče ne bi bil zgolj objekt, podrejen tehnologiji, ampak bi ob tem nosil svojo sporočilnost identitete prostora, kamor potniki prihajajo, smo pri snovanju sodelovali še z umetniškim timom Aleksandro Vajd in Lauro Amann.

Zaradi kompleksnosti objekta in vidnih konstrukcijskih kot tudi inštalacijskih elementov smo kot orodje za pripravo projekta izbrali

BIM-projektiranje, kar nam tako v fazi projektiranja kot v nadaljevanju gradnje omogoča večjo usklajenost med posameznimi ses-

tavinami objekta (konstrukcijo, arhitekturo, inštalacijami).

2 • PREDSTAVITEV PROJEKTA

Objekt razširitve potniškega terminala je postavljen v kontekst obstoječih letaliških objektov, ki si od jugovzhoda proti severozahodu sledijo v

skozenj potniki vstopajo oz. izstopajo iz objekta. Objekt je od ceste odmaknjen za širino pločnika, ki omogoča varno komunikacijo.



Slika 1 • Pogled na novi terminal.

naslednjem vrstnem redu: cargo del letališča, obstoječi terminal T1, terminal T2 – 1. faza na letališki strani (air-side), kontrolni stolp, obstoječa (stara) upravna stavba. Severno od obstoječega terminala je nova upravna stavba s parkirno hišo. Zahodno od terminala TE je manjši cargo (TNT) del letališča. Osrednja prometnica vodi k terminalu s severne strani, zahodno od nje je parkirišče (slika 1).

Razširitev potniškega terminala TE pomeni podaljšanje obstoječih potniških terminalov T1 in T2 1. faza v smeri proti severozahodu. Novi del potniškega terminala ima 16.000 m², od tega 2000 m² posega v obstoječi terminal. Obstoječi objekt terminala ima 14.000 m².

Projektne avtorski tim je skupina arhitektov PlanB, ki jo sestavljajo Uroš Razpet, Petar Vidanoski, Karin Grdešič Rožman, Gašper Medvešek, Danaja Vastič, Jernej Markič, Jure Kolenc, Mojca Zavasnik, Mojca Grabrič, Tina Silič in Maja Pečar. Skupaj smo pripravili celotno arhitekturno zasnovo novega terminala in notranje opreme objekta.

Novi objekt tipološko predstavlja nizek podolgovat, pravokoten objekt, ki ga deli ločnica med cestno (landside) in letališko (airside) stranjo. Objekt se odpira na cestno stran, kjer

Vzdolž pločnika je predviden nadstrešek brez motečih stebrov (slika 2). Objekt je izrazito linearen kot posledica grajenega konteksta in narave programa.

Vzhodni del terminala se naveže na obstoječi terminal T1 s povezovalnim hodnikom s komercialnimi vsebinami. Osrednji del objekta je zaradi programa dvoetažen. Zahodni del objekta je ponovno enoetažen. Objekt definira

njegova linearnost, ki se oblikovno naslanja na izročilo terminala T1 arhitekta Oblaka. Terminal TE se na južni strani nasloni na terminal T2 – 1. faza arhitekta Koželja. Zasnova terminala TE poveže omenjena terminala v smiselno celoto, katere notranjost je v celoti podrejena potniškim tokovom in tehnologiji.

Objekt definira poteza nadstreška na cestni strani. Nad pritličnim objektom se v osrednjem delu dvigne enakovredna etaža (slika 3). Fasada je transparentna, z namenom, da je notranjost svetla in orientacijsko ustrezna. Transparentne površine se odpirajo proti razgledom na severu. S severne strani sta predvidena vhod in izhod v objekt (landside).

Objekt je oblikovan praktično in skladno s pričakovanji potnika, ki si želi kvalitete in udobne storitve. Objekt združuje tehnične, komercialne in potnikove potrebe v enoten ovoj (slika 4). Raznolikost programa in potreb bi lahko privedla do drobljenja objekta, zato je ta oblikovan kot enotna mreža, ki omogoča optimalno umestitev tehnološke opreme s kar najmanj motečimi konstrukcijskimi elementi. Konstrukcija objekta je dovolj odprta, da omogoča fleksibilnost pri uporabi (slika 5). Fasade, kjer v objekt vstopa potnik, so transparentne, prav tako je odprt vzhodni del objekta, ki se navezuje na T1. Ostale fasade so polne, kot narekuje funkcionalnost objekta oz. njegov notranji ustroj. Etažne plošče so izrazito horizontalen element, ki dominirajo. Močni liniji nadstreška in strehe prekinja ritem fasade, ki se nadaljuje tako



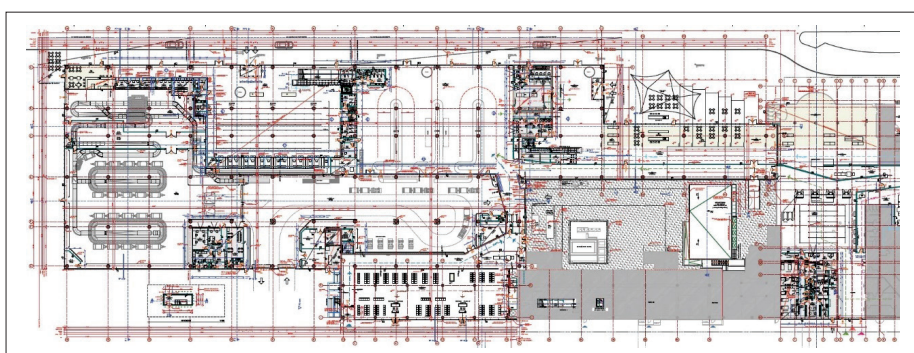
Slika 2 • Nadstrešek vzdolž celotnega novega dela terminala.

v steklenem kot polnem delu. Predviden je metrični raster, ki se pomensko navezuje na obstoječi terminal T1.

V notranjosti novega terminala so, vezano tudi na finančni okvir, prisotni materiali osnovnih gradnikov objekta z vidno betonsko konstrukcijo stebrov in stropnih plošč z nosilci (slika 6), tlak v brušenem betonu, vidna jeklena konstrukcija in lesene stenske obloge. Z novim terminalom želimo ponuditi potnikom tudi izkušnjo prostora, ki bo nosil sporočilo okolja, v katero vstopajo. Skozi terminal si sledijo intervencije v sodelovanju z Aleksandro Vajd in Lauro Amann.



Slika 3 • Osrednji vhodni prostor z višjim delom nadstreška.



Slika 4 • Tlorisna zasnova s skeletno konstrukcijo v celotni razširitvi terminala.



Slika 5 • Prezek skozi vhodni dvovišinski del.



Slika 6 • Vidni konstrukcijski elementi v notranjosti objekta terminala.

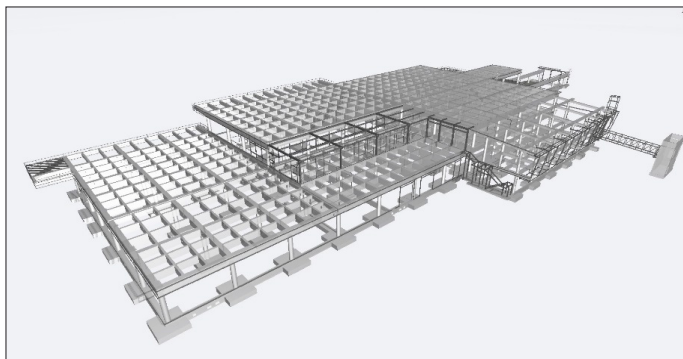
3 • IZDELAVA PROJEKTA V BIM

Projektiranje objekta letališkega terminala predstavlja kompleksen proces usklajevanja številnih sodelujočih z upoštevanjem vseh procesov delovanja letališča in varnostnih komponent. Za zagotovitev celostnega in usklajenega projekta smo uporabili 3D-projektiranje BIM. To predstavlja sodoben proces

načrtovanja objekta, pregleda v času gradnje in tudi možnost uporabe v času poznejšega obratovanja in vzdrževanja objekta. Proces vključuje vse udeležence projekta na skupnem digitalnem modelu. Projekt smo v 3D-modelu snovali vse od začetka s preveritvami možnosti umeščanja, navezovanja na obstoječe

objekte in zasnovo novega potniškega terminala. V modelu smo nadzorovali in združevali informacije arhitekturne zasnove, gradbenih konstrukcij (sliki 7 in 8), strojnih in električnih inštalacij (sliki 9 in 10).

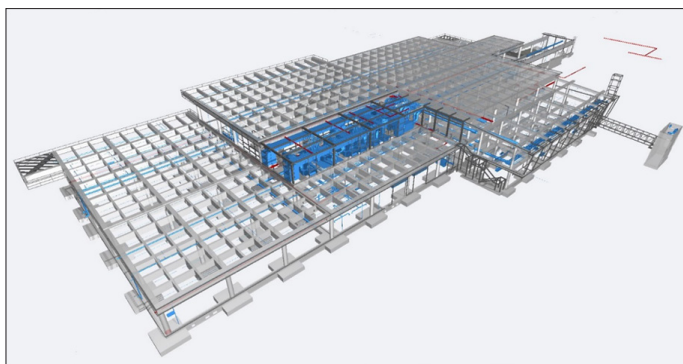
Poleg prednosti, ki jih prinaša možnost združevanja vseh informacij projekta na enem modelu, 3D-model omogoča tudi boljše predstavitev projekta naročniku in informiranje številnih sodelujočih pri projektu, kot je novi potniški terminal.



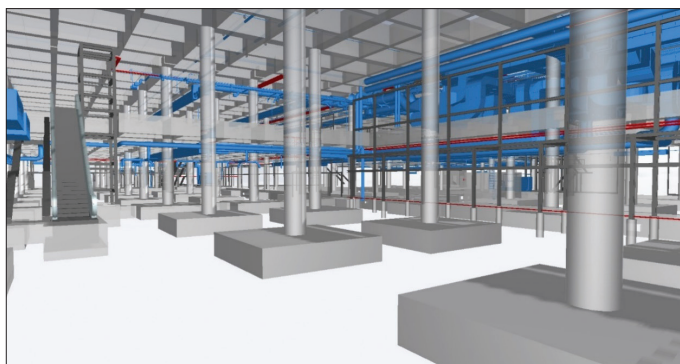
Slika 7 • Model konstrukcije.



Slika 8 • Model konstrukcije.



Slika 9 • 3D-model BIM z inštalacijami.



Slika 10 • 3D-model BIM z inštalacijami – pogled v notranjost.

4 • KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA

Novi objekt je konstrukcijsko zasnovan kot enoten konstrukcijski sklop, ki je razdeljen na posamezna dilatancijska polja (9 enot). Posamezne konstrukcijske enote imajo pravilne pravokotne tlorise. Med posameznimi enotami se izvedejo dilatacije (slika 11).

Dimenzije celotnega tlorisa pritličja znašajo 196 x 75 m, tloris nadstropja pa meri 92 x 75 m. Višinsko objekt obsega pritličje in nadstropje. Streha novega objekta je ravna.

Nosilno konstrukcijo objekta predstavljajo AB-okvirji v dveh ortogonalnih smereh, sestavljajo ga stebri v primarnih oseh, ki so

povezani s primarnimi AB-gredami dimenzij $b/h = 90/140$ cm. Polja med primarnimi gredami so razdeljena na tretjine s sekundarnimi AB-nosilci dimenzij $b/h = 40/140$ cm. Raster stebrov znaša v obeh smereh $e_x = 11,55$ m in $e_y = 11,55$ m ali manj. AB-stebri so okroglega prečnega preseka premera $d = 90$ cm (slika 12).

Medetažne konstrukcije so sestavljene iz AB-nosilcev v primarnih in sekundarnih oseh ter AB-plošč debeline $d = 15$ cm preko njih. Primarno polje je razdeljeno na tretjinska polja, ki jih premoščajo sekundarni nosilci. Medetažni

konstrukciji nad pritlično in nadstropno etažo predstavljata tudi nosilno konstrukcijo za sestavo ravne strehe. Nadstrešek ob objektu je izveden kot konzolna AB-konstrukcija.

Vertikalna komunikacija znotraj objekta poteka preko AB-stopnišč, montažnih tekočih stopnic in osebne dvigala.

Objekt je temeljen na sistemu točkovnih AB-temeljev s tlorisnimi dimenzijami $a \times b = 5,0 \times 5,0$ m, $4,0 \times 4,0$ m, $3,6 \times 3,6$ m in $3,2 \times 3,2$ m, visokih 1,0 m v primarnih oseh. Zaradi bližine obstoječih objektov je treba temeljenje višinsko prilagajati oziroma izvesti ustrezno podbetoniranje. Temeljenje se opravi ob upoštevanju podatkov iz geotehničnega poročila z navodili in pogoji temeljenja.



Slika 11 • Shemi dilatacijskih enot.

Za potrebe širitve terminala TE je bilo izdelano Geotehnično poročilo o sestavi tal in pogojih temeljenja objekta »Terminala za potnike T2, 2. Faza«, št. poročila: 20-8824a/08, izdelovalca Geoinženiring, d. o. o. V poročilu so navedeni pogoji za izvedbo plitvega temeljenja.

V aprilu 2018 je bila izdelana novelacija geomehanskega poročila.

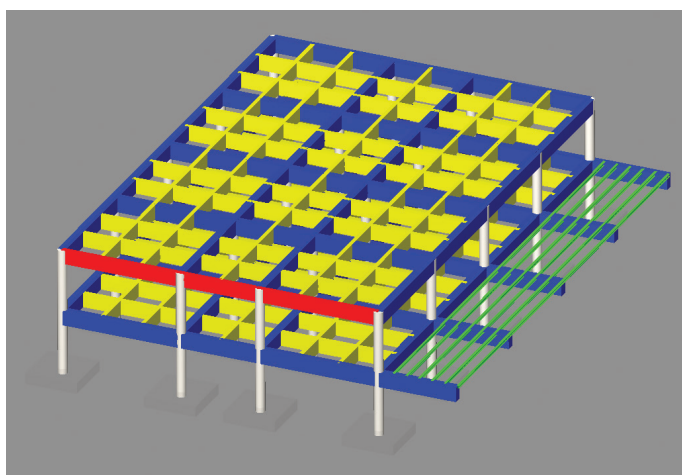
Armiranobetonska nosilna konstrukcija (stebri, nosilci, plošče) se izvede v kvaliteti vidnega betona razreda vidne površine VB3, za kar je bil izdelan projekt betona.

Za določitev obremenitev konstrukcije objekta so bili upoštevani naslednji obtežni primeri:

- g ... lastna in stalna obtežba (v območju dilat. enot DE 1- in DE 2-tehnologija, $g = 2,50 \text{ kN/m}^2$)
- p ... koristna obtežba prostorov ($p = 5,00 \text{ kN/m}^2$)
- s ... koristna obtežba s snegom (Brnik, 383 m n. v., cona A2, $s = 1,32 \text{ kN/m}^2$)
- v ... koristna obtežba z vetrom
- vzd. ... vzdrževanje strehe ($p_{vzd} = 0,40 \text{ kN/m}^2$)
- Q_x, Q_y ... potresna obtežba ($a_g = 0,225$; $q = 3$; tip tal C, faktor pomembnosti $\gamma = 1,2$)

Za betoniranje temeljev je bil uporabljen beton trdnostnega razreda C25/30, za ostale konstrukcijske elemente pa beton razreda C30/37 (vidni beton VB3).

Objekt je začelo graditi podjetje GIC GRADNJE, d. o. o., iz Rogaške Slatine julija 2019 (slike 13 do 15).



Slika 12 • Računski model dilatacijske enote IX.



Slika 13 • Armatura AB-stebrov v pritličju.



Slika 14 • Opaženje AB-stebrov.



Slika 15 • Zaščita in nega AB-stebrov po razopaženju.

5 • SKLEP

Z razširitvijo potniškega terminala na Letališču Jožeta Pučnika ustvarjamo nova vstopna vrata v slovenski prostor. Pri tem želimo poleg povečanja kapacitet in tehnološko posodobljenega letališča izpostaviti kontekst

prostora, kjer se letališče nahaja z okoliškimi pogledi v naravo in umetniškimi intervencijami v terminalu.

Arhitektonska zasnova objekta je sledila tehnološkim zahtevam investitorja, kar je hkrati

pogojevalo konstrukcijsko zasnovo v obliki prostorske skeletne konstrukcije. Raster konstrukcije stebrov je v obeh ortogonalnih smereh ca. 12 m, kar se izkaže za optimalno pri zahtevani tehnologiji objekta. Tako zasnovana konstrukcija omogoča tudi poznejše tehnološke spremembe na objektu brez večjih posegov v konstrukcijo.

6 • LITERATURA

GB Mele, Janko Mele, s. p., Projektna dokumentacija št. G-1729/2017 (PGD), Načrt gradbenih konstrukcij, 2018.

GB Mele, Janko Mele, s. p., Projektna dokumentacija št. G-1729/2017 (PZI), Načrt gradbenih konstrukcij, 2018.

PlanB, d. o. o., Foto arhiv, 2019.