

МЕТОДОЛОШКЕ ОСНОВЕ ЗА ПЛАНИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ STOL АЕРОДРОМА ЗА МАЛИ САОБРАЋАЈ - ПРИМЕР АЕРОДРОМА „ВЕЛИКИ РАДИНЦИ“**METHODOLOGICAL BASIS FOR PLANNING AND DESIGNING THE STOL OF THE AIRPORT FOR SMALL TRAFFIC - AN EXAMPLE OF THE AIRPORT "VELIKI RADINCI"**

Бојан Зарић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Пројектовање STOL аеродрома помоћу програма Plateia CGS Labs са примером аеродрома Велики Радинци.

Кључне речи: Пројектовање аеродрома, AutoCAD, Plateia CGS Labs

Summary - Designing a STOL airport using the Plateia CGS Labs program with the example of Veliki Radinci airports

Keywords: Airports design, AutoCAD, Plateia by CGS Labs

1. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА

Циљ спровођења анализе постојећег стања је утврђивање параметара којима се описује постојеће стање аеродрома (локација аеродрома, джина полетно слетне стазе, хоризонтални и вертикални елементи маневарских површина и ПСС, зоне сигурности око аеродрома), коловоза и пратећих објеката аеродрома, као и остали параметри који су значајни за безбедно одвијање ваздушног саобраћаја, нарочито при полетању и слетању ваздухоплова (нпр. климатолошке карактеристике) [1].

Теренским истраживањима, прикупљени су следећи параметри којима је описано постојеће стање аеродрома “Велики Радинци”:

- Геометријске карактеристике аеродромских површина (полетно слетне стазе, рулне стазе, платформе);
- Подаци о врсти застора на аеродромским површинама и његовом стању;
- Подаци о коловозној конструкцији платформе;
- Подаци о одводњавању (површинско, привржено, подземно);
- Подаци о саобраћајном оптерећењу;
- Климатолошке карактеристике;
- Подаци о пратећим објектима на аеродрому.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Милош Шешлија

2. МЕТОДОЛОШКЕ ОСНОВЕ ЗА ПЛАНИРАЊЕ И ПРОЈЕКТОВАЊЕ STOL АЕРОДРОМА ЗА МАЛИ САОБРАЋАЈ**2.1 КАРАКТЕРИСТИКЕ ВАЗДУХОПЛОВА МЕРОДАВНЕ ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ АЕРОДРОМА ВЕЛИКИ РАДИНЦИ**

Физичке карактеристике аеродрома, димензије његових маневарских површина и стаза, зависе у првом реду од перформанси меродавног авиона и његових димензија, од структуре и фреквенције саобраћаја на том аеродрому и сл.

Перформансе авиона: брзина летења, висина летења, радијус заокрета, потребна дужина за полетање и слетање.

Референтни авион је авион на основу чијих се техничких карактеристика дефинишу елементи један и два референтног кода аеродрома и који:

- захтева највећу дужину полетно слетне стазе (терена), и
- има највећи распон крила и највећи размак између спољашњих ивица точкова главног стајног трапа.

Опште карактеристике				
Посада	1-2	пилота и копилот	/	/
Капацитет	6	путника	/	/
Дужина	10,57	m	34,7	ft
Распон крила	13,01	m	42,7	ft
Висина	3,89	m	12,8	ft
Маса празног авиона	2.209	kg	4.870	lb
Мах. маса приликом полетања	4.082	kg	9.000	lb
Мотори	2x pratt and Whitney PT-6-28 turboprop, 620 shp (462 kW) сваки			
Перформансе				
Мах. крстарећа брзина	393	km/hr TAS	244	mph
Мах. домет (ISA, FL140, резерва горива за 45 min)	2.739	km	1.702	mi
Мах. радна надморска висина (оперативна висина)	8.840	m	29.000	ft
Стопа успона	14,2	m/s	2.800	ft/min

Слика 1. Опште карактеристике и перформансе авиона Piper PA-31 Cheyenne [1]

2.2 КЛАСИФИКАЦИЈА АЕРОДРОМА

Према врсти авиона које аеродроми могу прихватити, деле се на:

- **STOL** аеродроме (*Conventional Take off and Landing*), намењени за стандардне или конвенционалне типове авиона, с полетно слетном стазом (ПСС) дужом од 1.800 m;
- **RTOL** аеродроме (*Reduced Take off and Landing*) код којих се смањује (редукује) потребна дужина ПСС на 1.200 до 1.800 m за нове савремене типове turboprop и turbofan авионе;

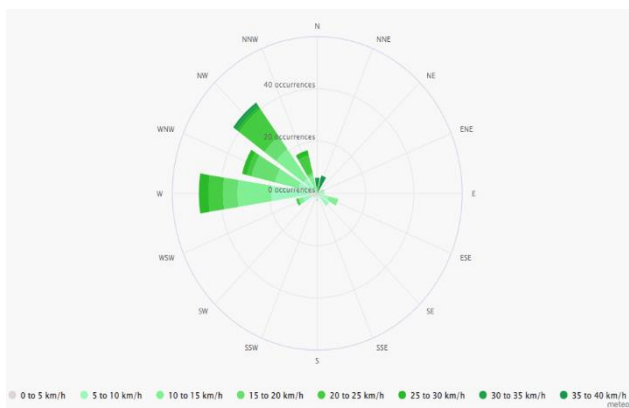
- **STOL** аеродроме (*Short Take off and Landing*) с дужином ПСС од 800 до 1.200 m;
- **VTOL** аеродроме (*Vertical Take off and Landing*) са кратком (тзв. ултракратком) ПСС мањом од 800 m.

У ову групу спадају хидродроми и хелидроми. Аеродром Велики Радинци припада гурупи **STOL аеродрома** према врсти авиона које може прихватити.

2.3 ЛОКАЦИЈА АЕРОДРОМА И ОРЈЕНТАЦИЈА ПОЛЕТНО СЛЕТНЕ СТАЗЕ

На избор локације аеродрома утичу топографски и метеоролошки услови:

- Топографски услови
- Метеоролошки услови
- Основне метеоролошке појаве и атмосфера
- Температура и притисак ваздуха
- Магла и облаци
- Ваздушна струјања
- Оријентација полетно-слетне стазе



Слика 2. Ружа ветрова за аеродром “ Велики Радинци ”

2.4 ЕЛЕМЕНТИ СИТУАЦИОНОГ ПЛАНА И ПОПРЕЧНОГ ПРОФИЛА ПОЛЕТНО СЛЕТНЕ СТАЗЕ

Полетно слетна стаза (ПСС) је површина на земљи или води намењена за полетање и слетање авиона (*енгл. Runway*).

Геометрија ПСС и рулних стаза, као и платформи и стајанки дефинисана је према меродавном авиону (авион L 410 UVP-E20 turbolet) за аеродром Велики Радинци.

Избор меродавног авиона зависи од укупне слике циљаних путовања и области коју аеродром треба да покрије.

Фактори који утичу на дужину ПСС су следећи:

- карактеристике меродавног авиона;
- временски услови, нарочито ветар и температура;
- карактеристике ПСС са становишта нагиба и коловозне површине;
- фактори локације аеродрома, надморска висина, топографија;
- околина простора, ефекти барометарског притиска.

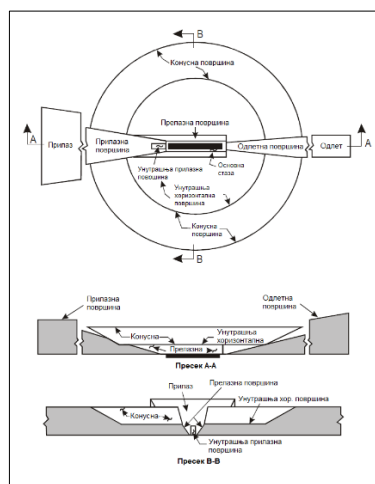
2.5 ЗОНЕ СИГУРНОСТИ ОКО АЕРОДРОМА

Безбедност летења захтева да се на извесном, тачно дефинисаном простору у подручју аеродрома отклоне све природне или вештачке препреке, које би могле представљати опасност за прилаз, слетање или за нормално кретање авиона по коловозу.

Тај простор на земљи и у ваздуху назива се заштићени простор аеродрома и обухвата заштићене ваздушне зоне и заштићене површине на тлу.

Заштита авиона у лету, на ширем подручју аеродрома, обухвата обезбеђење повољних услова за кружење авиона над аеродромом у случају чекања на дозволу за слетање или из неког другог разлога.

Заштита авиона у кретању на земљи обухвата обезбеђење дозвољених површина за рулање и уклањање свих сметњи на одређеним површинама [2].



Слика 3. Површи за ограничење препрека - заштићена зона аеродрома [1]

2.6 ЕЛЕМЕНТИ СИТУАЦИОНОГ ПЛАНА И ПОПРЕЧНОГ ПРОФИЛА РУЛНИХ СТАЗА

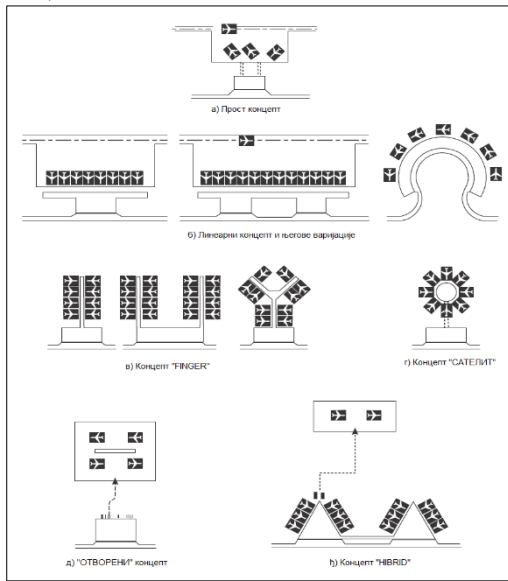
Рулна стаза (РС), је утврђена површина или прилазни коловоз по којим се авиони крећу од полетно слетне стазе (ПСС) до стајанке (платформе) и обратно (*енгл. Taxiway*). Служе за везу ПСС са појединим платформама, односно за међусобну везу платформи.

На аеродрому мора да постоји довољан број улазних и излазних рулних стаза са и на полетно слетну стазу, како би се омогућило брзо кретање ваздухоплова ка полетно слетној стази и од ње, као и да би се омогућило брз излаз на полетно слетну стазу или напуштање исте када је обим саобраћаја повећан.

2.7 ПРИСТАНИШНА ПЛАТФОРМА

Пристанишна платформа за авионе је уређена и прописно означена површина на аеродрому, која омогућава прихват и отпрему авиона, путника, поште и робе, пуњења горива, паркирања и одржавања авиона. По пристанишној платформи за авионе могу се кретати само возила и опрема која је у служби прихвата и отпреме авиона, где учествују разне службе са задатком да у одређеном, кратком временском периоду обаве све неопходне радње,

сигурно и квалитетно. Могући начини формирања пристанишних платформи приказани су на слици (Слика 4).



Слика 4. Могући начини формирања пристанишних платформи [1]

2.8 ПРИСТАНИШНА ЗГРАДА (ТЕРМИНАЛ)

Пристанишна зграда - терминал је намењен за прихват и отпрему путника и робе. Према функцији коју обавља, пристанишна зграда може се поделити у два дела, саобраћајни и технички, који могу бити у истом или раздвојеном објекту. Рад ових служби мора бити координиран.

Саобраћајни део зграде, који је у функцији прихвата и отпреме путника и робе, може се поделити на:

- једноетажне;
- једнопоетажне; и
- двоетажне.

Код аеродрома са малим саобраћајем, до пет авиона истовремено на стајанци, путници се воде до авиона, док се код већег саобраћаја путници превозе аутобусима.

Аеродроми са већим обимом саобраћаја захтевају и већу површину зграде, специјално чекаонице. У приземљу се налазе шалтери за регистрацију путника и пртљага и контроле при одласку. На спрату су остали садржаји, као чекаонице, продавнице, ресторани, тоалети и др.

3. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА СВИХ МАНЕВАРСКИХ ПОВРШИНА НА АЕРОДРОМУ “Велики Радинци”

На аеродрому Велики Радинци пројектоване су следеће маневарске површине под коловозом (крути, флексибилни, стабилизовани и затрављени):

- полетно слетна стаза;
- рулна стаза;
- окретница;
- платформа;
- заштитни појасеви;
- основне стазе.

Одређивање прорачунског броја операција годишње, сведено на меродавни тип авиона

Свођење броја пролаза различитих модела авиона, на број пролаза меродавног (критичног) авиона обавља се према следећем изразу:

$$\log N_1 = \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}} \cdot \log N_2$$

где су:

N_1 и N_2 одговарајући бројеви операција авиона модела 1 и 2 ,а

Q_1 и Q_2 оптерећења по точку авиона.

Табела 1. Категорија саобраћајног оптерећења [2]

Група саобраћајног оптерећења	Укупно еквивалентно осовинско оптерећење од 82 kN (Tu) у пројектном периоду
Врло теško	$>7 \times 10^6$
Теško	$2 \times 10^6 - 7 \times 10^6$
Средње	$7 \times 10^5 - 2 \times 10^6$
Лак	$2 \times 10^5 - 7 \times 10^5$
Врло лак	$<2 \times 10^5$

3.1 ПОЛЕТНО-СЛЕТНА СТАЗА, ОКРЕТНИЦА ПОЛЕТНО-СЛЕТНЕ СТАЗЕ И РУЛНЕ СТАЗЕ (ФЛЕКСИБИЛНА КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА)

Предложено је да коловозна конструкција полетно слетне стазе, окретнице на полетно слетној стази и рулне стазе буде униформног типа, флексибилна коловозна конструкција.

Изабрана је флексибилна коловозна конструкција пре круте из следећих разлога:

- извођење флексибилног застора је брже;
- могући су прекиди у раду на извођењу;
- није потребна нега коловоза после изградње;
- рулање авиона по ПСС је мирније јер нема спојница;
- нема током експлоатације посебно осетљивог проблема одржавања спојница;
- могуће су лакше и брже интервенције у случају оштећења коловоза.

Како ни једна од познатих методе за димензионисање асфалтних коловозних конструкција аеродрома (FFA, FULL-DEPTH) није намењена за авионе чија је укупна маса 6.600 kg, предлаже се коришћење било које од познатих метода за димензионисање флексибилних коловозних конструкција [1].

За димензионисање је коришћена једна од најчешћих метода за димензионисање флексибилних коловозних конструкција која се заснива на емпириској основи, а дата је према важећем стандарду *SRPS U.C4.012*.

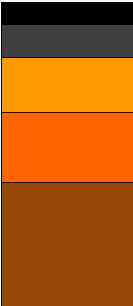
Полазни параметар за прорачун дебљине коловозне конструкције у овој методи је саобраћајно оптерећење (T_m), које је изражено преко броја прелаза еквивалентних стандардних осовина од 82 kN (ECO 82). Како је начин ослањања авион *L-410 UVP-E20 Turbolet*, једноструки трицикл и како главни стајни трап прихвата 95% укупне тежине авиона, врло лако се осовинско оптерећење може превести у стандардно осовинско оптерећење од 82 kN путем генерализованог закона четвртог степена.

На основу генерализованог закона четвртог степена добијамо фактор еквиваленције f_e који помножен са укупним бројем операција полетања меродавног авиона за пројектовани период, представља саобраћајно оптерећење на аеродрому изражено у броју ЕСО. Како је максимално осовинско оптерећење $L_1=62,7$ kN, а број операција полетања $N=20.461$ за пројектни период од 20 година, следи:

$$f_e = \left(\frac{L_1}{80}\right)^4 = \left(\frac{62,7}{80}\right)^4 = 0,3773$$

$$Tm = f_e \cdot N = 0,3773 \cdot 20.461 = 7.720,35$$

$$Tm = 7,72035 \cdot 10^3 \text{ ЕСО } 82\text{kN}$$

	d=4 cm	Асфалт-бетон АБ-11с
	d=7 cm	Битуменизирани носећи слој БНС-22 (А)
	d=15 cm	Дробљени камен 0/31,5 mm
	d=20 cm	Дробљени камен 0/63 mm
	d=∞	Постељница (шљунковит песак или прашинаст песак)

Слика 5. Коловозна конструкција полетно-слетне стазе

4. ЗАКЉУЧАК

За аеродром Велики Радинци пре свега треба урадити детаљну саобраћајно-економску анализу како би се утврдила рентабилност инвестирања у аеродром. На основу делимичног прегледа спортских резултата и активности, види се да је аеро клуб „Сремска Митровица“ врло активан и да је нарасла потреба да се створе бољи услови рада, а ту пре свега треба урадити полетно-слетну стазу са савременом подлогом од асфалта која би омогућила летење током целе године, такође створили би се услови и за проширење делатности и намене аеродрома и то:

- повезивање града Сремска Митровица са другим центрима у земљи и у иностранству;
- пољопривредна авијација;
- превоз путника и робе са пословно-комерцијалним летовима;
- развој туризма и спортског туризма;
- таксирање и панорамско летење.

Значај изградње (реконструкције) аеродрома Велики Радинци је пре свега у побољшању привредних активности Општине Сремска Митровица и ширег подручја (Сремски Округ), као и остварења још бољих спортских резултата и популаризације природних локалитета Општине Сремска Митровица и ваздушног саобраћаја.

Општина Сремска Митровица са својом околином и близином Националног парка Фрушке горе богате шумама и пропланцима, идеално место за одмор и разоноду.

Музеј Срема, који по богатству, вредности и реткости експоната, посебно из периода Римског царста спада међу најзначајније установе те врсте у земљи привлачи велику пажњу домаћих и иностраних гостију.

Аеродром се налази на изузетно повољној и приступачној локацији, на само 6 km од аутопуту Е70 (државни пут IА реда - IА1) до којег се стиже локалним путем 103-2 преко петње Сремска Митровица која се налази у северном делу града

На основу наведених чињеница примећује се велики потенцијал новопроектваног аеродрома који нам указује на највероватније остварење рентабилности инвестиције која би у великој мери значила за Општину Сремска Митровица, па и за шири регион.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Скрипта са предавања из предмета “АЕРОДРОМИ“ (школска 2017/18), В. проф. др Небојша Радовић,
- [2] Факултет Техничких Наука Универзитета у Новом Саду, Нови Сад 2018 Узелац, Ђ.: Коловозне конструкције, ФТН Издаваштво, Нови Сад, (2015)

Кратка биографија:

Бојан Зарић рођен је у Ивањици 1987. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Путеви, железнице и аеродроми одбранио је 2022. год.

kontakt: bojanzaric20@gmail.com