



TEHNIČKA ŠKOLA
POŽEGA

KONFERENCIJA SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
**PRIMENA NOVIH TEHNOLOGIJA I IDEJA U
ŠKOLSKOM INŽENJERSKOM OBRAZOVANJU**
CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
**APPLICATION OF NEW TECHNOLOGIES AND
IDEAS IN ENGINEERING EDUCATION**



POŽEGA, SERBIA, MAY 15-16, 2017

KONFIGURISANJE MODULARNIH TREZORSKIH PROSTORA

Vladan Grković, Milan Kolarević, Nataša Obradović

Rezime: Modularni trezorski prostori se grade od industrijski proizvedenih elemenata, koji se sastavljaju na mestu korišćenja. Projektuju se po individualnom zahtevu kupca koji bira stepen sigurnosti po standardu EN 1143-1 i definiše raspoložive dimenzije prostora u koje je potrebno smestiti ovakav proizvod.

Konfigurisanje modularnog trezorskog prostora se ostvaruje kombinacijom standardnih modula koji se, za određeni stepen sigurnosti, ponavljaju u svakom novom projektu i međusobno se razlikuju samo po broju i dimenzijama. Primena savremenih CA (Computer Aided) alata omogućuje skraćanje vremena i eliminisanje mogućih grešaka u procesu projektovanja čime se obezbeđuje zahtevani nivo kvaliteta proizvoda i manji troškovi proizvodnje.

U radu je prikazan postupak za izračunavanje parametara neophodnih za automatsko konfigurisanje modularnog trezorskog prostora u softverskom paketu Autodesk Inventor.

Ključne reči: automatsko konfigurisanje, modularno projektovanje, trezorski prostor.

CONFIGURATION OF MODULAR VAULT ROOMS

Vladan Grković, Milan Kolarević, Nataša Obradović

Abstract: Modular vault rooms are constructed of industrially made elements which are composed in situ. They are made at the request of the client who chooses the safety degree according to standard EN 1143-1 and provides the available dimensions of the space where the vault room is set.

Configuration of modular vault room is designed using combination of standard modules which, for requested safety degree, differ only by their number and dimensions. The use of modern CA (Computer Aided) tools shorten design time and eliminate possible errors in the process of design of modular vault rooms, which reduces the costs of production and increases the level of product quality.

The paper presents the procedure for calculation of parameters which are necessary for automatic configuration of modular vault rooms in software package Autodesk Inventor.

Keywords: automatic configuration, modular design, vault room.

1. UVOD

Trezorski prostor je prostor sa posebnim sigurnostnim karakteristikama i namenjen je za čuvanje novca, dragocenosti, vrednosnih papira, poverljivih dokumenata i sl. Korisnici trezorskih prostora su bankarske institucije, pošte, Vlade i državne službe, vojne i policijske organizacije, farmaceutske kompanije, industrijska preduzeća i dr.

S obzirom da je klasičan način gradnje trezorskih prostora skup i dugo traje, sistem gradnje trezorskih prostora koji je zasnovan na modularnoj strukturi sve više dobija na značaju. Modularni trezorski prostori (MTP) rade se po zahtevu kupca koji bira stepen sigurnosti i daje raspoložive dimenzije prostora u koje je potrebno smestiti ovakav proizvod. Osnovne prednosti sistema modularne gradnje trezorskih prostora su [1]:

- tanki zidovi osiguravaju veliku korisnu zapreminu,
- mogućnost postavljanja trezorskog prostora u višim etažama novogradnje ili preuređivanje već postojećeg prostora u trezorski prostor,
- moduli trezorskog prostora se pri montaži međusobno spajaju zavarivanjem, što daje objektu kompaktnost.
- kratko vreme izgradnje trezorskog prostora.

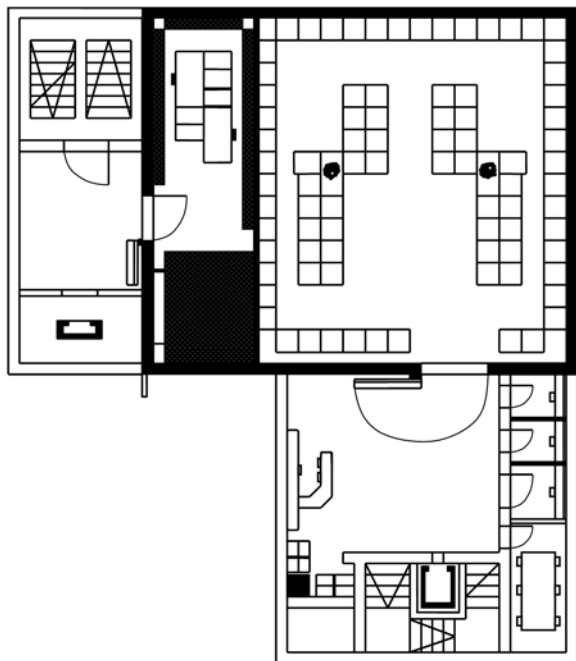
U svakom novom projektu moduli trezorskog prostora se ponavljaju tako da se modularni trezorski prostori istog stepena sigurnosti međusobno razlikuju samo po broju i dimenzijama pojedinačnih modula. Korišćenje savremenih CA (Computer Aided) alata i mogućnost primene parametarskog i varijantnog modeliranja skraćuje vreme i eliminiše moguće greške u procesu projektovanja trezorskog prostora a time i smanjuje troškove proizvodnje i obezbeđuje kvalitetan proizvod [2].

U nastavku je predstavljen postupak konfigurisanja modularnog trezorskog prostora tipa Modulprim 6 iz proizvodnog programa „Primat“ a.d. Maribor.

2. MODULARNI TREZORSKI PROSTORI

2.1 Namena i opis MTP

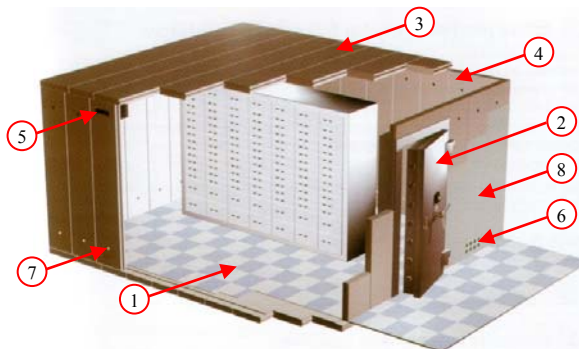
Osnovna funkcija trezorskih prostora je da ispunjavaju sigurnosne karakteristike tj. da su otporni prema napadima sa provalnim alatima. Trezorski prostor obično ima četiri zida, pod i plafon. Kao i svaki drugi prostor ima vrata, obično jedna, a u izuzetnim slučajevima dvoja. Osim otvora vrata, u zidu [podu i plafonu] ima i drugih otvora: za prirodno ili veštačko provetravanje, uvodnice za električne provodnike za svetlost i struju, otvori za telekomunikacijsko i računarsko povezivanje, otvori za provodnike protivprovalnih naprava i otvori za automatizovan unos i/ili iznos stvari[1].



Slika 1 - Hipotetički prikaz trezorskog prostora i trezorska okolina u bankarskoj ustanovi [1]

Modularna gradnja trezorskih prostora je sistem gradnje od industrijski proizvedenih modula koji se sastavljaju na mestu korišćenja. Pojedinačni moduli (zidni, podni i plafonski) se u celosti izrađuju kod proizvođača sigurnosnih uređaja, transportuju se na mesto upotrebe i u kratkom vremenu se od njih sastavlja trezorski prostor. Završni deo trezorskih prostora u modularnoj gradnji čine vrata trezorskog prostora uglavljena u okvir vrata. Vrata sa okvirom se takođe izrađuju kod proizvođača sigurnosnih uređaja i obično su ista kao pri masivnoj gradnji. Izgled i osnovni elementi modularnog trezorskog prostora su (slika 2.):

1. Elementi krova i dna,
2. Trezorska vrata,
3. Građevinski elementi,
4. Unutrašnje obloge,
5. Ventilacija,
6. Provetravanje,
7. Kablovski vodovi,
8. Spoljašnje obloge.



Slika 2 - Šematski prikaz trezorskog prostora [3]

Trezorski prostori u modularnoj gradnji najčešće imaju pravougaoni oblik jer su najjednostavniji za izradu. Međutim, pravougaoni oblici nisu i jedini [4]. Često se realizuju oblici sastavljeni od više pravougaonika dok prostori sa zaobljenim stranicama i uglovima nisu poželjni.

2.2 Stepen sigurnosti trezorskog prostora

Standard EN 1143 – 1 predviđa raspon sigurnosnog stepena trezorskih prostora od 0 do XIII. Opcija CD – napad alatima sa pločicama od tvrdog metala nije predviđena za stepene sigurnosti od 0 do V ni kod trezorskih prostora ni kod trezorskih vrata dok opcija Ex – napad sa eksplozivom nije predviđena u sigurnosnom stepenu 0 i I. Prema ovom standardu, nije predviđena izrada vrata trezorskog prostora u sigurnosnom stepenu XIII (tabela 1.).

2.3 Modularni trezorski prostori tipa MODULPRIM

„Primat“ a.d. Maribor proizvodi modularne trezorske prostore tipa MODULPRIM. Prostori su testirani u akreditovanoj laboratoriji Verband der Schadenversicherer Köln (Nemačka) i poseduju potrebne sertifikate. Trezorski prostor MODULPRIM se oprema sa znakom kvaliteta – tablica VdS, koja potvrđuje, da je proizvod kvalitetan, primereno testiran i da je proizvodnja kontrolisana. U tabeli 2. su prikazani sertifikovani modeli Modularnog trezorskog prostora preduzeća „Primat“ a.d. Maribor.

Tabela 1 – Izborne mogućnosti trezorskih prostora sa trezorskim vratima prema EN 1143 – I[5]

Prostori sigurnosnog stepena	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Vratasi sigurnosnog stepena	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Opcija Ex	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Opcija CD	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabela 2 – Sertifikovani modeli Modularnog trezorskog prostora preduzeća „Primat“ a.d. Maribor[3]

Model	Sigurnosni stepen po EN 1143 – 1	Debljina zida [mm]	Težina / m ² [kg]	Mah. raspon kod opterećenja	
				100 dN/m ² [mm]	300 dN/m ² [mm]
MODULPRIM 0	0 / 30 RU	55	60	6000	3000
MODULPRIM 1	I / 50 RU	55	70	6000	3000
MODULPRIM 2	II / 80 RU	75	210	6000	3000
MODULPRIM 3	III / 120 RU	75	210	6000	3000
MODULPRIM 4	IV / 180RU	75	210	6000	3000
MODULPRIM 5	V / 270RU	100	295	6000	5000
MODULPRIM 6	VI / 400RU	100	310	6000	5000
MODULPRIM 7	VII / 600RU	100	320	5000	4600
MODULPRIM 8	VIII / 825RU	135	480	6700	6000
MODULPRIM 9	IX / 1050 RU	150	530	7400	6400

Svi moduli se pri sklapanju međusobno spajaju zavarivanjem. U statičkom smislu je to veoma pogodno. Proračun se radi tako da trezorski plafon u modularnoj gradnji, pored svoje težine, mora nositi dodatno površinsko opterećenje do 300 daN/m² na rasponu između zidova od 3,0 do 6,4m, bez posebne potkonstrukcije ili dodatnih nosećih greda. To je neophodno u slučajevima kada se trezorski prostor naknadno postavlja u kancelarijske sale odnosno bankarske holove.

Debljina zida, poda i plafona modularnih trezorskih prostora je, u preseku, za dva do pet puta manja od debljine zida trezorskog prostora u masivnoj gradnji. Shodno tome srazmerno su manje i mase (težine) modularnih trezorskih prostora.

3. KONFIGURISANJE MODULARNOG TREZORSKOG PROSTORA

3.1 Proces konfigurisanja proizvoda

Proces konfigurisanja proizvoda predstavlja aktivnost pomoću koje se određuje struktura varijante proizvoda koja je prilagođena zahtevima kupaca, unutar ograničenja postavljenih arhitekturom proizvoda [6]. Proces konfigurisanja započinje definisanjem liste zahteva koja se formira na osnovu zahteva kupca. Čest je slučaj da rezultat procesa konfigurisanja nije samo jedna konfiguracija, već ih može biti i više. Takođe, proces konfigurisanja je i iterativni postupak koji se često ponavlja sve dok se ne dobije konfiguracija koja u potpunosti zadovoljava sve postavljene zahteve [7].

Zadatak procesa konfigurisanja je da iz zadatog skupa elemenata proizvoda, koristeći poznata pravila i ograničenja među odabranim elementima, odredi varijantu proizvoda koja će zadovoljiti zadate zahteve.

Proces konfigurisanja treba da izvrši sledeće zadatke [6]:

- određivanje veza između modula i zahteva,
- izbor modula prema listi zahteva,
- određivanje veza između modula,
- određivanje instanci modula prema listi zahteva,
- provera nekompatibilnosti instanci modula, i
- provera potpunosti konfiguracije.

Za primer konfigurisanja modularnog trezorskog prostora je odabran trezorski prostor Modulprim 6 preduzeća „Primat“ a.d. Maribor koji se proizvodi u privrednom društvu „Primat oprema“ d.o.o. Baljevac na Ibru.

3.2 Kriterijumi izbora konfiguracije MTP

Za konfiguraciju modularnog trezorskog prostora su relevantni sledeći kriterijumi (tabela 3.):

- stepen sigurnosti (otpornosti),
- oblik trezorskog prostora,
- smer otvaranja trezorskih vrata, i
- odnos dužine i širine trezorskog prostora.

Prvi kriterijum uzima u obzir stepen sigurnosti prema EN 1143 – 1. Izborom stepena sigurnosti definisani su debljina zida trezorskog prostora MODULPRIM, unutrašnja struktura i način ispunje modula.


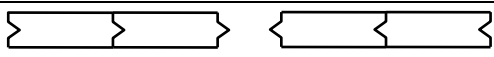
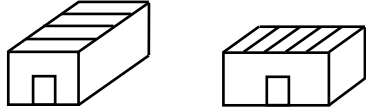
Drugi kriterijum je oblik trezorskog prostora. Najčešća potreba je za pravougaonim oblikom. Međutim, u nekim situacijama kupac može, u zavisnosti od raspoloživog prostora u koji želi postaviti trezorski prostor, zahtevati i složenije oblike koji se sastoje od mnoštva pravougaonih elemenata.

U zavisnosti od smera otvaranja trezorskih vrata (leva ili desna) razlikuje se i način povezivanja modula a time i smer u kome se vrši formiranje celog prostora (s leva udesno ili suprotno).

U zavisnosti od odnosa dužine i širine trezorskog prostora definiše se i pravac postavljanja podnih i krovnih modula (lamela). Ukoliko je prednja strana trezorskog prostora, na kojoj se postavljaju trezorska vrata, kraća od bočne strane, krovne i podne lamele se postavljaju i spajaju paralelno sa prednjom stranom, u

suprotnom se postavljaju i spajaju paralelno sa bočnim stranama trezorskog prostora. U oba slučaja je potrebno voditi računa da li dužina krovnih modula može izdržati zahtevano površinsko opterećenje ili je potrebno uraditi posebnu potkonstrukciju ili dodati noseće grede.

Tabela 3 – Podela modularne strukture prema ustanovljenim kriterijumima

Kriterijum	Opis kriterijuma	Skica
I	Stepen sigurnosti	Od 0 do IX
II	Oblik MTP	
III	Smer otvaranja vrata	
IV	Pravac podnih i krovnih modula	

3.3 Klasifikacija osnovnih modula

Klasifikacija osnovnih modula za konfigurisanje trezorskog prostora se može izvršiti na osnovu sledećih kriterijuma (tabela 4):

- Prema funkciji koju imaju, moduli se dele na osnovne i vezne. Osnovni (gradivni) moduli su moduli od kojih se formiraju stranice, krov i pod trezorskog prostora. Vezni moduli služe za povezivanje osnovnih modula u zajedničku konfiguraciju.
- Prema položaju ugradnje, moduli se dele na pet tipova označenih slovima A, B, C, D i E. Osnovni tip modula od kojih se formiraju stranice trezorskog prostora je označen sa A, dok se za formiranje krova i poda koristi modul tipa D. Vezni moduli koji služe za povezivanje stranica su označeni sa B a moduli koji služe za međusobno povezivanje krovnih i podnih modula sa modulima od kojih su sastavljene stranice su označeni sa C. Prednja stranica se sastoji iz dve celine tj. deo levo od trezorskih vrata i deo desno od trezorskih vrata. Ove dve celine se međusobno spajaju trezorskim vratima i modulom tipa E.
- Prema širini, moduli se klasifikuju na standardne i nestandardne. Standardna širina modula je 550 mm. Sve ostale dimenzije su razvrstane u nestandardne.

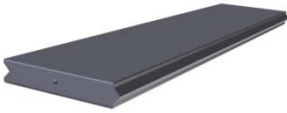

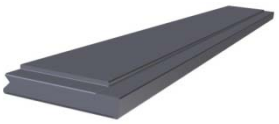
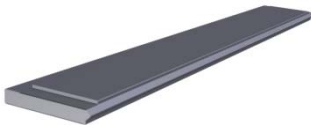
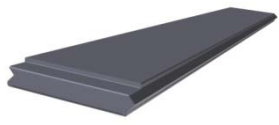
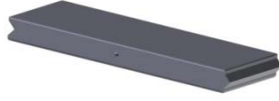
Tabela 4 – Klasifikacija modula [8]

Kriterijum	Modul								
	I	Funkcija	Osnovni (gradivni)		Vezni				
	II	Tip	A	D	B	C	E		
III	Širina	Standardna	Nestandardna	Standardna	Standardna	Nestandardna	Standardna	Nestandardna	Standardna
Oznaka		A	A1 A2 A3 A4	D	B	B1 B2 B3	C	C*	E

- Postoje i dopunski kriterijumi na osnovu kojih se moduli dalje razvrstavaju prema tome da li u sebi sadrže otvore za ventilaciju, provetravanje, prolaz kablovskih vodova i dr. što zbog obima rada neće biti razmatrano.

Izgled osnovnih modula trezorskog prostora prema gore usvojenoj klasifikaciji je prikazan u tabeli 5.

Tabela 5 – Izgled osnovnih modula [8]

Oznaka	Izgled modula
A	
B	
C	
C*	
D	
E	

3.4 Ograničenja u procesu konfigurisanja MTP

Prilikom konfigurisanja modularnog trezorskog prostora sa desnim trezorskim vratima se srećemo sa sledećim ograničenjima:

- pravougaoni oblik trezorskog prostora¹,
- najveća moguća dužina modula koju je moguće ostvariti klasičnim postupcima savijanja na presi je $l_{max}=6000\text{ mm}$,
- minimalna širina modula koju je moguće ostvariti je $b_{min}=400\text{ mm}$,
- maksimalna dozvoljena širina modula zbog manipulacije i mogućnosti savijanja omotača je $b_{max}=850\text{ mm}$,
- minimalno rastojanje trezorskih vrata od leve strane prostora je $D_{min}=400\text{ mm}$,
- pravac podnih i krovnih modula zavisi od odnosa dužine prednje i bočne strane. Ako je prednja strana duža od bočne, moduli se postavljaju upravno na prednju stranu a u suprotnom se postavljaju paralelno sa prednjom stranom,
- minimalna visina trezorskog prostora ne može biti manja od visine trezorskih vrata odnosno, $C_{min}>F$,
- visina trezorskog prostora treba da ispunjava uslov $C_{max}<6000\text{ mm}$,

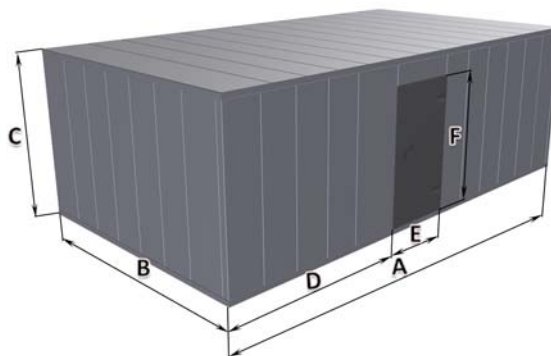
Smer otvaranja trezorskih vrata određuje i smer formiranja trezorskog prostora od modula. Ako su vrata desna formiranje stranica trezorskog prostora se vrši s leva udesno od modula V1. Ako je potrebno ugraditi desna trezorska vrata konfigurisanje se vrši simetrično i počinje od desne strane ulevo.

3.5 Proračun parametara za konfigurisanje trezorskog prostora

Najzahtevniji i najodgovorniji posao pri konfigurisanju trezorskog prostora je proračun parametara pojedinačnih modula kao i broja i rasporeda istih [4]. Za proračun parametara modula je korišćen *MS Excel* zbog jednostavnosti izračunavanja, mogućnosti ugrađivanja logičkih funkcija i mogućnosti da softverski paket *Autodesk Inventor* uveze ove parametre prilikom modeliranja pojedinačnih modula.

U *Microsoft Excel*-u se, na osnovu raspoloživog prostora u koji kupac želi da smesti modularni trezorski prostor, unose osnovne dimenzije trezorskog prostora (dužina A , širina B i visina C), dimenzije trezorskih vrata (širina E i visina F) i rastojanje vrata od leve ivice prostora D (slika 3.). Na osnovu ovih podataka se pomoću ugrađenih logičkih funkcija izračunavaju: potreban broj modula i dimenzije svih modula od kojih se formiraju stranice trezorskog prostora. Parametri na osnovu kojih se formiraju 3D modeli modula i njihovih sastavnih delova se automatski generišu na prvom listu *Excel*-ovog dokumenta a softverski paket *Autodesk Inventor Professional* ih uvozi preko modula *Parameters*. Na istom listu se generišu i parametri na osnovu kojih se vrši automatsko konfigurisanje celog trezorskog prostora od pripadajućih modula čiji su modeli već formirani. Programski kodovi za konfigurisanje trezorskog programa su urađeni u modulu *iLogic*.

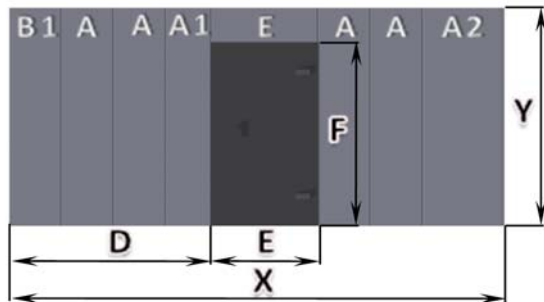
Osnovni parametri koje je potrebno izračunati su širina b i dužina l svakog modula. Debljina modula u ovom razmatranju nije uzeta u obzir jer je za potrebe ovog rada analizirana mogućnost konfiguracije trezorskog prostora *Modulprim 6* kod kog je debljina svih modula ista i iznosi 100 mm. Dimenzije sastavnih komponenti svakog modula je moguće izračunati na osnovu ova dva parametra.



Slika 3 – Trezorski prostor Modulprim 6 sa osnovnim dimenzijama[8]

¹ za potrebe ovog rada nisu razmatrani složeni oblici trezorskog prostora

Proračun dimenzija i potrebnog broja modula za prednju stranicu trezorskog prostora je prikazan na slici 4. i u tabelama 6. i 7. Parametri se izračunavaju na osnovu unetih dimenzija trezorskog prostora i logičkih funkcija prikazanih u tabeli 7.



Slika 4 - Prednja stranica MTP-a[8]

Proračun parametara X,Y,Z:

$$X=A-d$$

$$Y=C-2(d-20)$$

$$Z=X-D-E$$

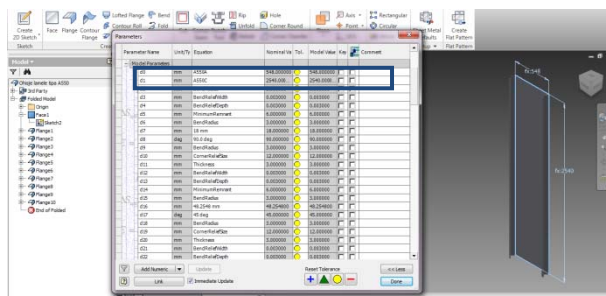
Tabela 6. Proračun parametara k i m

	Levo od vrata	Desno od vrata
k_{xx}	$=D/550$	$=Z/550$
k	$=INT(k_{xx})$	$=INT(k_{xx})$
m	$=(k_{xx}-INT(k))*550$	$=(k_{xx}-INT(k))*550$

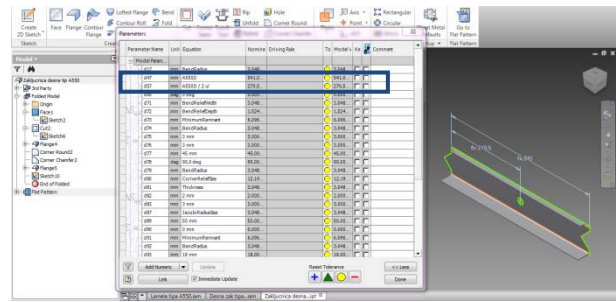
Proračun dimenzija i potrebnog broja modula za bočne stranice, pod i plafon trezorskog prostora se takođe dobijaju na osnovu logičkih funkcija koje su definisane na bazi ograničenja razmatranih u delu 3.4.

3.6 Konfigurisanje trezorskog prostora

Za dobijanje 3D modela koristi se softverski paket Autodesk Inventor, koji osnovne parametre uvozi iz MS Excel-a i pomoću njih formira 3D model trezorskog prostora. Potrebno je parametarski projektovati svaki tip modula posebno, kao i svaki njegov sastavni deo. Na slikama 5. i 6. suprikazani primeri parametarskog projektovanja omotača i desne zaključnice modula tipa A.



Slika 5 - Parametarsko projektovanje omotača modula tipa A u Autodesk Inventor-u[8]



Slika 6 - Parametarsko projektovanje desnezaključnice tipa A u Autodesk Inventor-u[8]

Nakon formiranja parametarskih 3D modela modula prelazi se na konfigurisanje trezorskog prostora. Prvo se formira pod, zatim sve četiri stranice i na kraju plafon.

Formiranje poda trezorskog prostora

Formiranje poda trezorskog prostora započinje postavljanjem modula tipa S* u koordinatni početak a zatim se do njega postavlja potreban broj modula tipa D, i na kraju poda se postavlja modul tipa S (slike od 7. do 9.). Svi moduli se parametarski vezuju za referentni modul tipa S*, jer se on uvek nalazi na početku poda. Potreban broj modula D i veze među modulima su parametri koji se uvoze iz MS Excel-a. Zbog spajanja modula zavarivanjem, potrebno je između modula obezbediti rastojanje od 2 mm. Postoje dva moguća pravca postavljanja podnih modula:

- paralelno sa bočnim stranama kada je $A > B$, i
- paralelno sa prednjom stranom kada je $B > A$.

Kod 1 - Programski kod u Inventor iLogic-u za određivanje pravca podnih i krovnih modula

```

IfParameter("POD")=0 ul Then
Constraint.IsActive("Flush:43")= False
Constraint.IsActive("Flush:38")= False
Constraint.IsActive("Flush:37")= False
Constraint.IsActive("Flush:60")= True
Constraint.IsActive("Flush:59")= True
Constraint.IsActive("Flush:58")= True
Else
Constraint.IsActive("Flush:43")= True
Constraint.IsActive("Flush:38")= True
Constraint.IsActive("Flush:37")= True
Constraint.IsActive("Flush:60")= False
Constraint.IsActive("Flush:59")= False
Constraint.IsActive("Flush:58")= False
EndIf

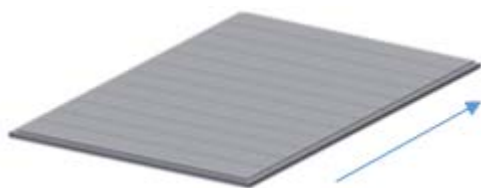
```



Slika 7 - Postavljanje modula tipa S*

Tabela 7 - Proračun širine, dužine i broja modula za prednju stranicu trezorskog prostora

			Oblast					Funkcija		
			400≤D≤850	850<D≤950	950<D≤1400	1400<D≤1500	D>1500			
							m≤400			m>400
Modul levo od vrata	B1	širina	D	D/2	550	550	550	550	=IF(D≤850;D;IF(D≤950;D/2;550))	
		dužina	Y					= Y		
		broj	1	1	1	1	1	1	=1	
	A	širina	0	0	0	0	550	550	=IF(D≤1500;0;550)	
		dužina	Y					= Y		
		broj	0	0	0	0	k-2	k-1	=IF(D≤1500;0;IF(m≤400;k-2;k-1))	
	A1	širina	0	D/2	D-550	(D-550)/2	550+m	m	=IF(D≤850;0;IF(D≤950;D/2;IF(D≤1400;D-550; IF(D≤1500;(D-550)/2;IF(m≤400;550+m;m))))))	
		dužina	Y					= Y		
		broj	0	1	1	2	1	1	=IF(D≤850;0;IF(D≤1400;1;IF(D≤1500;2;1)))	
Modul iznad vrata	E	širina	E					=E		
		dužina	Y-F					=Y-F		
		broj	1					=1		
			Oblast					Funkcija		
			400≤Z≤850	850<Z≤950	950<Z≤1400	1400<Z≤1500	Z>1500			
							m≤400			m>400
Modul desno od vrata	A	širina	0	0	550	550	550	550	=IF(Z≤950;0;550)	
		dužina	Y					= Y		
		broj	0	0	1	1	k-1	k	=IF(Z≤950;0;IF(Z≤1500;1;IF(m≤400;k-1;k)))	
	A2	širina	Z	Z/2	Z-550	(Z-550)/2	550+m	m	=IF(Z≤850;Z;IF(Z≤950;Z/2;IF(Z≤1400;Z-550; IF(Z≤1500;(Z-550)/2;IF(m≤400;550+m;m))))))	
		dužina	Y					= Y		
		broj	1	2	1	2	1	1	=IF(Z≤850;1;IF(Z≤950;2;IF(Z≤1400;1;IF(Z≤1500;2;1))))	



Slika 8 – Postavljanje potrebnog broja modula tipa D



Slika 9 – Završetak poda dodavanjem modula tipa S

Formiranje prednje stranice trezorskog prostora

Prilikom formiranja prednje strane trezorskog prostora uvek se prvo postavlja modul V1 u

koordinatni početak a zatim se do njega redom postavljaju: potreban broj modula tipa A, modul A1, modul E i trezorska vrata, potreban broj modula tipa A za prednju stranu desno od vrata i na kraju prednje strane se postavlja modul A2 (slike 10.-13.). Moduli tipa A (s leve strane vrata) i A1 se parametarski vezuju za referentni modul tipa V1 (uvek se nalazi na početku prednje stranice), a moduli tipa A (s desne strane vrata) i A2 se parametarski vezuju za trezorska vrata koja se uvek moraju nalaziti na prednjoj stranici trezorskog prostora. Potreban broj modula A i sve veze među modulima su parametri koji se uvoze iz MS Excel-a. Međusobno rastojanje između svih modula je takođe 2 mm. Postoje slučajevi kada su:

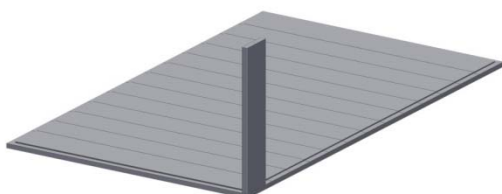
- vrata udaljena od leve stranice trezorskog prostora 400-850 mm- tada se s leve strane postavlja samo modul V1 a moduli A (s leve strane od vrata) i A1 se isključuju (Kod 2.),
- vrata skroz desno - tada nema ni jednog modula s desne strane vrata, te se moduli tipa A (s desne strane od vrata) i A2 ne prikazuju (Kod 3.).

Kod 2 – Programski kod u Inventor iLogic-u za izbor modula levo od vrata

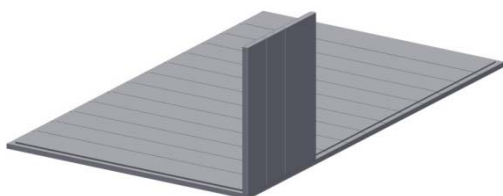
```

IfParameter("BA550")=0 ul Then
Component.IsActive("Component Pattern
1:1")= False
Else
Component.IsActive("Component Pattern
1:1")= True
EndIf
IfParameter("BA1")=0 ul Then
Component.IsActive("Component Pattern
8:1")= False
Else
Component.IsActive("Component Pattern
8:1")= True
EndIf

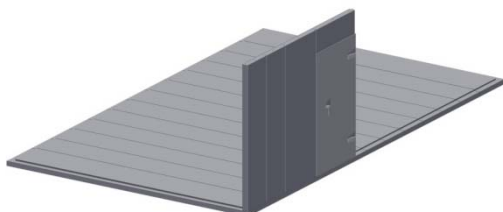
```



Slika 10 – Postavljanje modula tipa V1



Slika 11 – Formiranje prednje stranice levo od vrata od modula A i A1



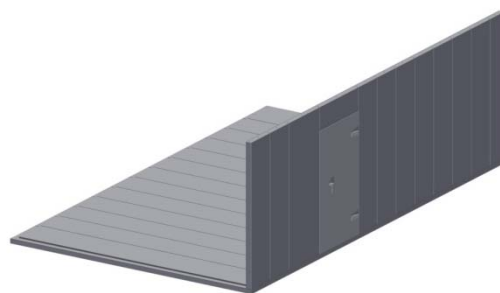
Slika 12 – Postavljanje trezorskih vrata i modula tipa E

Kod 3 – Programski kod u Inventor iLogic-u za izbor modula desno od vrata

```

IfParameter("BA550D")=0 ul Then
Component.IsActive("Component Pattern
2:1")= False
Else
Component.IsActive("Component Pattern
2:1")= True
EndIf
IfParameter("BA2")=0 ul Then
Component.IsActive("Component Pattern
9:1")= False
Else
Component.IsActive("Component Pattern
9:1")= True
EndIf

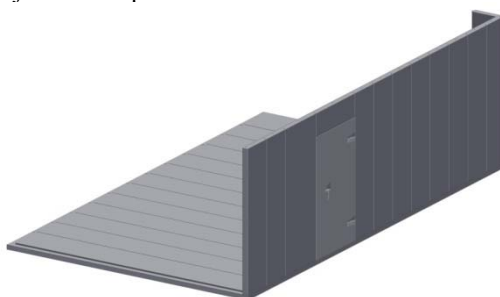
```



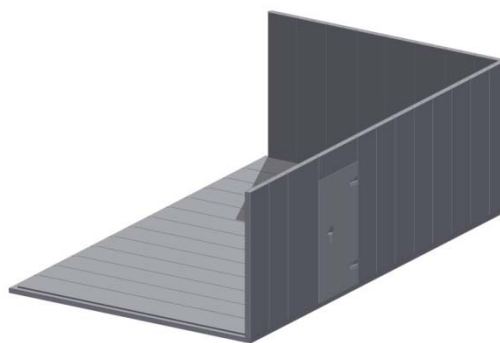
Slika 13 – Formiranje prednje stranice desno od vrata pomoću modula A i A2

Formiranje desne bočne stranice trezorskog prostora

Prilikom formiranja desne bočne stranice trezorskog prostora uvek se prvo postavlja modul tipa V2 na početku stranice a zatim se do njega redom postavljaju: potreban broj modula tipa A i na kraju stranice moduli tipa A3 (slike 14. i15.). Moduli tipa A i A3 se parametarski vezuju za referentni modul V2, koji je uvek na početku bočne stranice.



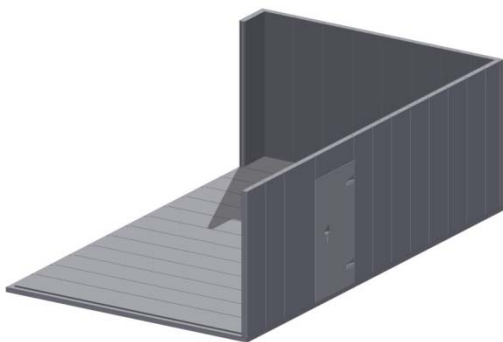
Slika 14 – Početak formiranja desne bočne stranice pomoću modula V2



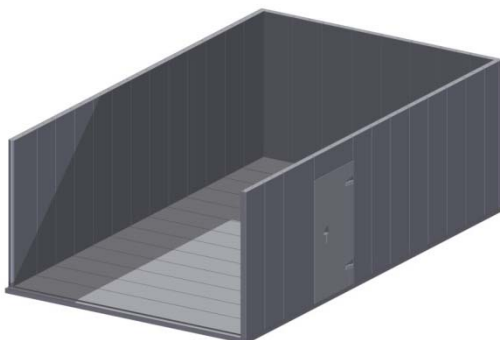
Slika 15 – Završetak bočne stranice dodavanjem modula A i A3

Formiranje zadnje stranice trezorskog prostora

Prilikom formiranja zadnje stranice trezorskog prostora uvek se prvo postavlja modul V3 na početku stranice a zatim se do njega redom postavlja potreban broj modula A i na kraju stranice modul A4 (slike 16. i17.). Moduli tipa A i A4 se parametarski vezuju za referentni modul tipa V3, koji se uvek nalazi na početku zadnje stranice. Potreban broj modula A i sve veze među modulima su parametri koji se uvoze iz MS Excel-a. Međusobno rastojanje između svih modula je takođe 2 mm.



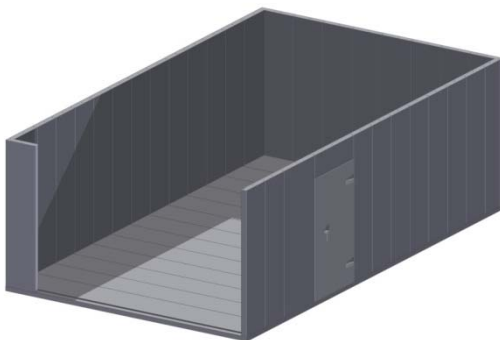
Slika 16 – Početak formiranja zadnje stranice



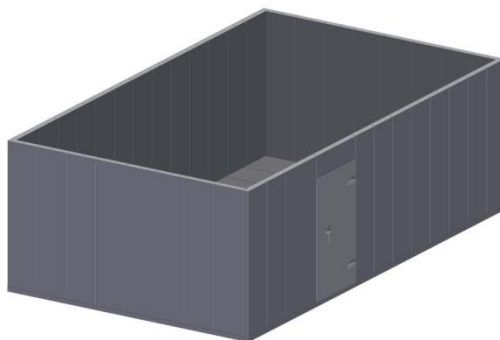
Slika 17 – Završetak formiranja zadnje stranice

Formiranje leve bočne stranice trezorskog prostora

Proces formiranja leve bočne stranice trezorskog prostora isti je kao i kod desne bočne stranice (slike 18. i 19.).



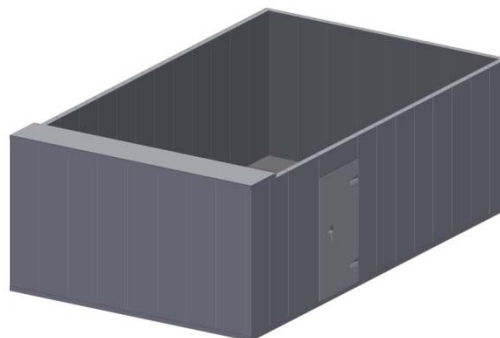
Slika 18 – Postavljanje modula tipa V2



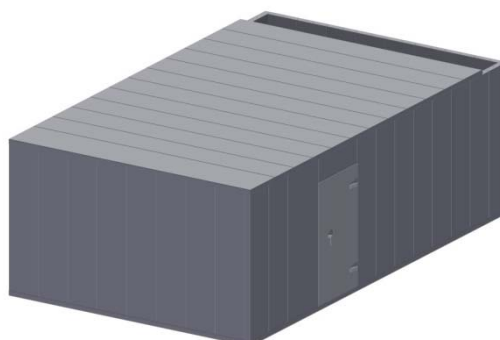
Slika 19 – Završetak formiranja leve stranice trezorskog prostora pomoću modula A i A3

Formiranje plafona trezorskog prostora

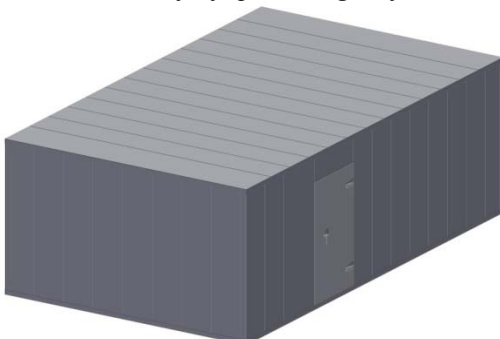
Kod formiranja plafona trezorskog prostora proces je isti kao i kod formiranja poda trezorskog prostora (slike 20.-22.).



*Slika 20 – Postavljanje modula tipa S**



Slika 21 – Postavljanje potrebnog broja modula D



Slika 22 – Postavljanje završnog modula S

Ovim postupkom je moguće automatsko konfigurisanje modularnog trezorskog prostora pravougaonog oblika bilo kojih dimenzija unutar zadatih ograničenja (maksimalna dužina modula, minimalna i maksimalna širina modula koje je moguće tehnološki ostvariti i sl.) i sa položajem trezorskih vrata na bilo kojem rastojanju većem od 400 mm od leve ivice prednje stranice prostora, variranjem broja i rasporeda osnovnih modula.

4. ZAKLJUČAK

Proizvodi kao što su trezorski prostori tipa „Modulprim“ se rade po zahtevu kupca koji bira stepen sigurnosti i daje raspoložive dimenzije prostora u koje je potrebno smestiti ovakav proizvod.

Modularnim pristupom osiguravaju se prednosti serijske proizvodnje i istovremeno omogućuje konstruisanje proizvoda prilagođenih individualnim zahtevima kupca.

Virtuelni 3D modeli koji se mogu dobiti savremenim softverskim paketima pružaju mogućnost da se na računaru proveri izgled trezorskog prostora i međusobno uklapanje pojedinih modula. Tako se vreme projektovanja novog trezorskog prostora koje sada iznosi od 4-10 dana (u zavisnosti od složenosti prostora) svodi na manje od 2 minuta koliko je potrebno da se unesu osnovne dimenzije i da softver generiše 3D modele trezorskog prostora, svih sastavnih modula i pripadajućih elemenata i radioničke crteže istih.

Konstrukciona dokumentacija dobijena na ovaj način je znatno kvalitetnija i bez dimenzionih grešaka što obezbeđuje da se uz kvalitetnu tehnologiju izrade i dobru organizaciju proizvodnje ostvari kvalitetan proizvod i da se eliminiše dorada i dodatni radovi koji su trenutno prisutni u proizvodnji ovih modula.

Na kraju, može se konstatovati da računarska podrška procesu projektovanja i konstruisanja mašinskih proizvoda uopšte a time i trezorskih prostora doprinosi povećanju produktivnosti, smanjenju proizvodnih troškova, skraćenju roka isporuke i poboljšanju kvaliteta proizvoda a time i povećanju uspešnosti celokupnog proizvodnog sistema i njegove konkurentnosti na tržištu.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru istraživanja na projektu TR 37020. Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije za podršku ovom istraživanju.

LITERATURA

- [1] Štefanec, E.(2003).Trezorski prostori, Narodna inuniverzitetna Knjižnica Ljubljana, Maribor.
- [2] Grković, V. Kolarević, M. Vukićević, M. Bjelić, M. (2012). Automatic Configuration of Modular Vault Walls. Facta Universitatis, Series Architecture and Civil Engineering, vol. 10, no. 3, pp. 291-300, ISSN 0354-4605, DOI: 10.2298/FUACE1203291G
- [3] „Primat“ a.d. Maribor - <http://www.primat.si>
Pristupljeno 15.05.2011.

- [4] Kolarević, M., Cvetković,LJ., Bošković, R. (2008). Parametric Modelling of Modular Vault Rooms.Proceedings of the Sixth International Triennial Conference Heavy Machinery HM 2008, Faculty of Mechanical Engineering, Proceedings, Kraljevo, pp F13-F18, 24-29 June.
- [5] Standard EN 1143-1: 2005.
- [6] Marjanović, D. (2003). Sustav za konfiguriranje proizvoda modularne arhitekture. Magistarski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- [7] Kolarević M., Grković V., Vukićević M., Bjelić M. (2012). Configuration of Modular Noise Barriers.Proceedings of theInternational Conference Noise and Vibration, Niš pp 95-100, 17-19 October. ISBN 978-86-6093-042-4
- [8] Grković,V. (2011). Softversko generisanje parametara za automatsko konfigurisanje modularnog trezorskog prostora, Master rad, Mašinski fakultet Kraljevo, Univerzitet u Kragujevcu, Kraljevo.

Podaci o autorima

Vladan Grković, mast. inž. maš., asistent
Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu
Katedra za proizvodno mašinstvo
Dositejeva 19, Kraljevo, Srbija
grkovic.v@mfv.kg.ac.rs

dr Milan Kolarević, redovni profesor
Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu
Katedra za proizvodno mašinstvo
Dositejeva 19, Kraljevo, Srbija
kolarevic.m@mfv.kg.ac.rs

Nataša Obradović, mast. inž. maš.,doktorand
Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu
Katedra za proizvodno mašinstvo
Dositejeva 19, Kraljevo, Srbija
natasaobradovic1991@gmail.com