

Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Индустријски дизајн

Број индекса: 358/2010

Младен М. Аксић

Моделирање и визуелизација противпожарних врата

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Лозица Ивановић - ментор

2. _____

Датум одбране: _____

3. _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да моделира противпожарна врата. Полазећи од анализе постојећих решења потребно је утврдити ограничења и потенцијалне недостатке. Врата конструисати према захтевима произвођача и прописаног стандарда. Потребно је извршити и програмирање рама противпожарних врата у модулу *ILogic*. После израде модела потребно је урадити анализу критичних делова коришћењем алата из *CAD* софтвера.

Препоручена литература:

- [1] Марјановић. Н.: *Методe конструисања*, Машински факултет, Крагујевац , 1998.
- [2] Ивановић Л.: *Предавања из предмета Индустијски дизајн*, школске 2010/2011, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2010.
- [3] Кузмановић С.: *Индустијски дизајн*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.

Крагујевац, 01. 02. 2012.

Ментор:

Др Лозица Ивановић, ванр. проф

РЕЗИМЕ

Овај рад описује конструкцију противпожарних врата са свим саставним деловима који су прорачунати, измоделирани и на крају анализирани уз помоћ *CAD* софтвера.

Поред моделирања, извршено је и програмирање рама врата у софтверском пакету *Autodesk Inventor 2012* у модулу *ILogic*.

Као резултат је добијен модел врата пројектован у потпуности у складу са прописаним стандардима и проверен у програмском пакету *Autodesk Inventor 2012*.

Кључне речи: противпожарна врата, моделирање, *CAD*

ABSTRACT

This paper describe the construction of firewall door with all component parts being designed, which were calculated, modeled and at the end analyzed in CAD environment.

Aside from modeling, the door frame has also been programmed in AD Inventor in the ILogic module.

As a result is made a 3D model of the door projected by specially written standards and checked by Autodesk Inventor 2012.

Key words: fire doors, modeling, CAD

ЛИСТА ТАБЕЛА

<i>Табела 3.3.1 – Хемијски састав нерђајућег челика AISI 316L</i>	33
<i>Табела 3.3.2 – Механичке карактеристике нерђајућег челика AISI 316L</i>	33
<i>Табела 3.3.3 – Физичке особине нерђајућег челика AISI 316L</i>	33
<i>Табела 6.1.1 – Физичке карактеристике</i>	63
<i>Табела 6.1.2 – Особине материјала</i>	64
<i>Табела 6.1.3 – Притисак</i>	64
<i>Табела 6.1.4 – Реакције сила и момента</i>	64
<i>Табела 6.1.5 – Целокупан резултат</i>	65

ЛИСТА СЛИКА

Слика 1.2.1 – а) Дрвена врата; б) Камена врата	10
Слика 1.2.2 - Врата на улазу у храм краља Соломона	11
Слика 1.3.1 – Салун врата	12
Слика 1.3.2 – Лоувред врата	12
Слика 1.3.3 – Равна врата	13
Слика 1.3.4 – Лажна врата	14
Слика 1.3.5 – Противпожарна врата	14
Слика 2.1.1 – Лагана Лигхт Дути А60 ватроотпорна врата	17
Слика 2.1.2 – Алуминијумска А60 врата са шаркама за висока оптерећења	18
Слика 2.1.3 – Алуминијумска клизна врата	18
Слика 2.1.4 – Тешка једнокрилна клизна врата А60 за висока оптерећења	19
Слика 2.1.5 – U, Z, L профил	20
Слика 2.2.1 – Једнокрилна противпожарна врата, челична и алуминијумска	20
Слика 3.1.1 – Једнокрилна врата	29
Слика 3.1.2 – Двокрилна врата	30
Слика 3.1.3 – Клизећа врата	30
Слика 3.2.1 – Димензије противпожарних врата	31
Слика 3.4.1.1 – Рам противпожарних врата	34
Слика 3.4.2.1 – Криво противпожарних врата	35
Слика 3.4.2.2 – Криво са округлим	36
Слика 3.4.3.1 – Прозор	36
Слика 3.4.4.1 – Затварач врата	37
Слика 3.4.4.2 – Полука за отварање врата са унутрашње стране	37
Слика 3.4.4.3 – Систем закључавања	38
Слика 3.4.4.4 – Заштитник	38
Слика 4.1.1 – Рам врата	43

Слика 4.1.1.1 – Параметар функције	44
Слика 4.1.1.2 – Опција „All“ и „Add Numeric“	44
Слика 4.1.1.3 – Комбинација профила	45
Слика 4.1.1.4 – Избор везивања	45
Слика 4.1.1.5 – Избор материјала	45
Слика 4.1.1.6 – Промена висине и ширине врата	45
Слика 4.1.2.1 – Прозор „Add Rule“	46
Слика 4.1.2.2 – Прозор „Rule Name“	46
Слика 4.1.2.3 – Дијалог прозора „iLogic Rule editor dialog“	46
Слика 4.1.3.1 – Дијалог прозор „iLogic Browser“	49
Слика 4.1.3.2 – Дијалог прозор „Form Editor“	50
Слика 4.1.3.3 – Прозор „Form“	50
Слика 4.1.4.1 - „R“ профил са одређеним карактеристикама	51
Слика 4.1.4.2 – „U“ профил са одређеним карактеристикама	52
Слика 4.1.4.3 – „Z“ профил са одређеним карактеристикама	52
Слика 6.1 – Основни типови коначних елемената	60
Слика 6.1.1 – Рам оптерећен на притисак	61
Слика 6.1.2. – Фиксиране области на раму	62
Слика 6.1.3 – Резултат испитивања	62
Слика 6.1.4 – Фактор сигурности	63
Слика 6.1.5 – Визуелни приказ противпожарних врата	66

ЛИСТА СИМБОЛА

t [mm]	Дебљина лима
L [mm]	Дужина укрућења
R_m [N/mm ²]	Затезна чврстоћа
E [N/mm ²]	Модул еластичности
f_y [MPa]	Чврстоћа материјала
b [mm]	Растојање укрућења
h [mm]	Висина укрућења
t_w [mm]	Дебљина укрућења
b_f [mm]	Ширина прирубнице
t_f [mm]	Дебљина прирубнице
A [mm]	Попречни пресек
W_p [mm ³]	Модул пластичности
Z_0 [mm]	Удаљеност од осе
ρ [$\frac{kg}{m^3}$]	Густина
ε_p [%]	Дозвољена пластична деформација
ε_y [%]	Еластична деформација
DLF	Динамички фактор оптерећења
P [bar]	Притисак

РЕЗИМЕ	3
ABSTRACT	3
ЛИСТА ТАБЕЛА.....	4
ЛИСТА СЛИКА	5
ЛИСТА СИМБОЛА	7
1. УВОД	10
1.1 ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА	10
1.2 ИСТОРИЈАТ	10
1.3 ДИЗАЈН И ПРИМЕНА У ПРАКСИ	11
1.4 МОТИВАЦИЈА.....	15
2. РАЗМАТРАЊА ПОСТОЈЕЋИХ РЕШЕЊА	16
2.1 РЕШЕЊА ИЗ ФИРМЕ	16
2.2 КОНКУРЕНТСКА РЕШЕЊА	20
2.3 СТАНДАРДИ КОЈИ МОРАЈУ БИТИ ИСПУЊЕНИ	21
3. ДИЗАЈН НОВОГ РЕШЕЊА	28
3.1 КОНЦИПИРАЊЕ	29
3.2 ДЕФИНИСАЊЕ ОСНОВНИХ ДИМЕНЗИЈА	30
3.3 ИЗБОР МАТЕРИЈАЛА, ОСОБИНЕ МАТЕРИЈАЛА	31
3.4 МОДЕЛИРАЊЕ ОБЛИКА.....	34
3.4.1 РАМ	34
3.4.2 КРИЛО	35
3.4.3 ПРОЗОР.....	36
3.4.4 СИСТЕМ ЗА ЗАТВАРАЊЕ И ЗАКЉУЧАВАЊЕ.....	37
3.4.5 РАЗМАТРАЊЕ ИДЕЛНОГ РЕШЕЊА СА СТАНОВИШТА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА	39
4. „ILOGIC”	42
4.1 ПРИМЕНА “ILOGIC-a” НА МОДЕЛУ	42
4.1.1 ОДРЕЂИВАЊЕ ПАРАМЕТРА ФУНКЦИЈЕ	44
4.1.2 КРЕИРАЊЕ ПРАВИЛА	45
4.1.3 ОДРЕЂИВАЊЕ ФОРМЕ.....	49
4.1.4 ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА	51
5.ПРОРАЧУН ВРАТА НА ЕКСПЛОЗИЈУ	53
6. АНАЛИЗА НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИОНОГ СТАЊА ПРОТИВПОЖАРНИХ ВРАТА.....	59

6.1	АНАЛИЗА НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИОНОГ СТАЊА РАМА КОД ПРОТИВПОЖАРНИХ ВРАТА	61
7.	ЗАКЉУЧАК	67
8.	ЛИТЕРАТУРА.....	68

1. УВОД

1.1 ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет рада је пројектовање врата применом методологије индустријског дизајна, са концептом који обухвата комплексну анализу објективних околности, како би се сагледали реални услови у којима ће се производ користити, израде 3D модела у CAD софтверу и одговарајуће техничке документације, програмирање оквира врата у CAD софтверу у модулу *iLogic*, као и упоређивање анализа једнокрилних и клизних противпожарних врата. Уз помоћ рачунарских програма, концептуалних решења, конструкције циљ је да се креира облик производа у складу са захтевима функције, технологије, ергономије и тржишта, користећи рачунарске програме који за резултат дају визуелне и друге податке потребне за израду реалног објекта предвиђеног за индустријску производњу.

Модел и део прорачуна је преузет из компаније Рап Марине Груп (Rapp Marine Group), Рап Бомека (Rapp Bomek), фирме која се бави производњом и продајом противпожарних врата.

1.2 ИСТОРИЈАТ

Врата су врста покретне структуре која служи за затварање неког улаза или пролаза, а најчешће се састоје од плоче која се отвара према унутра или вани. Отварање врата омогућава вентилацију и осветљење, а затварање сигурност, топлотну изолацију, заштиту од буке и пожара.

Најранији подаци о постојању врата били су представљени на сликама египатских гробница, прављена су као појединачна или двострука врата од по једног комада дрвета (слика 1.2.1. а) У Индији је сува клима и има мало падавина, тако да нису морали да брину о томе да ли ће се врата савити под утицајем влаге, што није био случај у другим земљама, па су их правили од камена (слика 1.2.1. б) или друге врсте материјала. [2]



а)



б)

Слика 1.2.1 – а) Дрвена врата; б) Камена врата[2]

Један од интересантних података је тај да су врата на улазу у храм краља Соломона била од маслиновог дрвета, и била су уклесана и цела обложена златом (слика 1.2.2). Поред маслиновог дрвета, врата су још била рађена и од храста, бреста, чемпреса, кедара. Била су толико квалитетна да су трајала и по 5000 година, једва таква врата пронађена су од стране археолога у Швајцарској. [2]



Слика 1.2.2 - Врата на улазу у храм краља Соломона[2]

Та врата су била дебљине 80 милиметара а висине 360 милиметара. Древна Грчка и Римска врата су била једнокрилна, клизна или хармоника, дупла. Грчки научник Херон из Александрије је изумео прва аутоматска врата у 1. веку нове ере. Прва аутоматска врата са сензором направљена су у Кини за време владавине цара Јанг Суи (604-618), и имали су их у својој краљевској библиотеци. Од 11. и 12. века постоје бројни примери бронзаних врата, најранији модел био је у Хилдесхеиму, Немачка (1015). [2]

1.3 ДИЗАЈН И ПРИМЕНА У ПРАКСИ

Многе врсте врата имају конкретна имена, у зависности од њихове намене. Најзаступљенија врста врата су једнокрилна врата која се састоје од једног ригидног панела који испуњава улаз. Постоје многе варијације на овом првобитном дизајну, па тако постоје једнокрилна, двокрилна или дупла врата, клизећа врата, ротирајућа.

Полу-врата (half door) или Холандска врата или стабилна врата су подељена на пола хоризонтално. Традиционално горња половина може да се отвори како би коњ или друга животиња били нахрањени, а доња половина је остала затворена да би животиња остала унутар. Овај стил врата је адаптиран за домове.

Салун врата „Saloon doors” су направљена од пар лаганих крила врата, често се налазе у јавним баровима, а посебно на америчком западу. Салун врата (слика 1.3.1), такође су познат као кафанска врата (safe doors), често су причвршћена са двосмерним шаркама помоћу којих се затварају врата, без обзира у ком правцу се отварају. „Saloon doors”

врата која се протежу од само колена нивоа до нивоа груди су познати као Батвинг врата.



Слика 1.3.1 – Салун врата

Слепа врата или (Gibb door) су врата без видљивих и оперативан компоненти. Пројектована су тако да се изједначе са суседном зидом на свим крајевима, и визуелно да буду део зида, прикривена врата.

Амбар врата (Ambarn door) су врата која се налазе на улазу у амбар. Она се често налазе на амбарима, и због огромне величине врата накнадно се наручују.

Лоувред врата (Louvred door) (слика 1.3.2) има фиксна или покретна дрвена пераја (често се та пераја називају летвице или отвори) који омогућавају отворену вентилацију уз очување приватности и спречавање пролаза светлости у унутрашњост. Релативно су слабе структуре, најчешће се користе за улажење и сушење соба, за вентилацију. Слична структура се често користи за формирање капака прозора. [2]



Слика 1.3.2 – Лоувред врата[2]

Композитна врата (composite door) су једнокрилна врата која могу бити чврста или са стаклом, и обично су испуњена пеном високе густине“. Већина композитних врата носе назив „Secured by Design accreditation and PAS 23 and PAS 24“.

Равна врата (flush door) (слика 1.3.3) су потпуно глатка врата, састављена су од шпер плоче и шупљих делова чија је унутрашњост обложена картоном. Плоче могу бити направљени од лесонита, првог који је измислио Вилијам Х Мејсон 1924. Најчешће се користе у унутрашњости стана, иако нешто више значајна верзија повремено се користи као спољашња врата, нарочито у оквиру хотела и других објеката који садрже многе независне станове. [2]



Слика 1.3.3 – Равна врата

Бифолд врата (bifold door) су врата састављена од неколико делова, савијена у паровима. Дрво је најчешћи материјал, а врата могу бити и од метала или стакла. Бифолдс су најчешће направљена за ормаре, али такође могу да се користи као преграде између соба.

Аустралијска врата (Australian doors) су направљена од иверице, често налазе у Аустралији кућама. Ова врата су генерално црвене или браон боје, а слична се могу приметити и на кућама других Британских колонија.

Лажна врата (слика 1.3.4) на зиду која изгледају као права врата. У древној египатској архитектури, то је уобичајени елемент у гробу, лажна врата представља капију ка загробном животу. Оне се такође могу наћи у погребној архитектури пустињских племена.



Слика 1.3.4 – Лажна врата

Противпожарна (слика 1.3.5) се користи као део система пасивне противпожарне заштите да се смањи ширење пожара или дима између преграда и да се омогући безбедан излазак из зграда или структура или брода. Противпожарна врата могу бити направљена од комбинације материјала, као што су:

- Дрво
- Челик
- Гипс
- Вермикулит-плоче
- Стакла. [2]



Слика 1.3.5 – Противпожарна врата

1.4 МОТИВАЦИЈА

Веома сужен простор за побољшање даје конструктору тежак задатак да направи нешто ново, а да то буде ефикасније и јефтиније у односу на претходна решења. Поред водећих светских стандарда за прорачун мора се укључити и нека од метода поузданости по могућности у свим фазама развоја производа, да би се постигла поузданост на највећем могућем нивоу због одговорности конструкције.

На основу досадашњих истраживања и искустава из индустрије, види се да постоје простори за побољшање. Међутим ти простори су веома узани, што задатку овакве природе даје још већу тежину.

Да би сви захтеви били у потпуности испуњени мора да се приступи ситемском конструисању, што захтева поседовање разних вештина конструктора. Системско конструисање подразумева:

- директан приступ проблему, што значи да мора да буде примељиво на све конструкторске активности;
- стимулише суштинско разумевање проблема и тиме олакшава пут до оптималног решења;
- да не зависи од случаја, односно да буде применљиво на различите задатке;
- да олакшава примену познатих решења на разматрани технички задатак;
- да буде прилагодљиво примени рачунара;
- да одржава модерни научни приступ руковођењу, тј. да смањује количину утрошеног рада, штеди време и спречава људске грешке.

2. РАЗМАТРАЊА ПОСТОЈЕЋИХ РЕШЕЊА

2.1 РЕШЕЊА ИЗ ФИРМЕ

Rapp Bomek је фирма која се бави производњом противпожарних врата. У зависности од купаца, па и других фирми које се баве истом производњом, морали су да развију неколико врста производа како би се пробили на тржишту. Због разних захтева купаца морали су да се прилагоде тржишту и да прошире свој асортиман. И даље се води борба са конкурентима. Сви су у потрази за што бољим конструкционим решењем, нижом ценом коштања, лакшим и јефтинијим материјалом, чвршћим материјалом, да буде отпорнији да ударна оптерећења која се јављају приликом експлозија. Фирма Rapp Bomek тренутно производи следе типове врата:

- Лагана Лајт Дути А60 ватроотпорна врата (Lightweight Light Duty A60-Fire Door),
- Алуминијумска А60 врата са шаркама за висока оптерећења (Aluminium A60 Hinged Door),
- Алуминијумска клизна врата (Aluminium Sliding Door),
- Тешка Х60 двокрилна врата за висока оптерећења (Heavy duty H60 doors),
- Тешка А60 двокрилна врата за висока оптерећења са отвором на врху (A60 Heavy Duty Hinged Door with Top Hatch),
- Тешка двокрилна клизна врата А60 за висока оптерећења (Heavy Duty Double Sliding A60 Fire Door),
- Тешка двокрилна клизна врата Н0/Н60/Н120 за висока оптерећења (Heavy Duty double sliding Н0/Н60/Н120 Fire Door),
- Тешка једнокрилна врата А60 са шаркама за висока оптерећења (Heavy Duty single hinged A60 Fire Door),
- Тешка једнокрилна врата Н60 са шаркама за висока оптерећења (Н60 Heavy Duty Hinged Door),
- Тешка једнокрилна врата Н120/Ј30 са шаркама за висока оптерећења (Heavy duty Hinged Н120/Ј30 doors),
- Тешка једнокрилна клизна врата А60 за висока оптерећења (Heavy Duty Single Sliding A60 doors),
- Тешка једнокрилна клизна врата Н60/Н120 за висока оптерећења (Heavy Duty Single Sliding Н60/Н120 doors),
- Једнокрилна клизна врата А60 за средња оптерећења (Medium Duty External single sliding A60 Fire Door),
- Једнокрилна врата А60 са шаркама за средња оптерећења (Medium Duty single hinged A60 Fire Door).[3]

Лагана ватроотпорна врата (Lightweight Light Duty A60-Fire Door) (слика 2.1.1) направљена су од меког челика дебљине 0,7 mm. Алтернативни материјал је нерђајући челик AISI 316L или поцинковани челик. Изолација је залепљена на челичне листове, а крила врата су дебљине 65 mm. Димензије ових врата су 1052x2076 mm. Тежина крила врата су 26 kg/m². Оквир врата је направљен од челика дебљине 2 mm, од две врсте

профила који даје снажну конструкцију. Материјал је челик AISI 316L или поцинковани челик. Заптивачи су направљени од специјалног силицијума и посебног су квалитета. Врата су за зид причвршћена помоћу шарки, а оне се израђују од средњег челика AISI 316L, фиксирана су на крилу и могу се заварити за рам или се могу причврстити завртњима. [3]



Слика 2.1.1 - Лагана Лајт Дути А60 ватроотпорна врата[3]

Алуминијумска А60 врата са шаркама за висока оптерећења (Aluminium A60 Hinged Door) (слика 2.1.2) су отпорна на морску воду, оквир је направљен од нерђајућег челика. Углавном се користе на нафтним платформама. Крила врата су направљена од 2,5 mm Al панела, на обе стране се налазе изолациона језгра са алуминијумским профилима постављених око ивице. Укупна дебљина крила је 95 mm. Оквир је направљен од нерђајућег челика лима дебљине 3 mm, AISI 316L. Шарке си такође посебно пројектоване и израђене од нерђајућег челика AISI 316L. Заварују се за рам. Код оваквог типа врата уграђују се по три шарке са мазалицом. Реза је од TRIO VING 5316 од нерђајућег челика. Тестирају се на звук до 43 db.[3]



Слика 2.1.2 - Алуминијумска А60 врата са шаркама за висока оптерећења[3]

Алуминијумска клизна врата (слика 2.1.3) су посебног дизајна који омогућава лако одржавање. Веома су лагана и углавном се уграђују на фиксним или покретним платформама и на бродовима. Крила врата су направљена А1 панела, састављеним у оквиру дебљине 2,5 mm који је такође од А1. Дебљина крила врата је 67 mm. Оквир и кућиште су израђени од нерђајућег челика.



Слика 2.1.3 - Алуминијумска клизна врата[3]

Тешка једнокрилна клизна врата А60 за висока оптерећења (слика 2.1.4). Крило врата је састављено од челичног лима дебљине 3 mm и са обе стране је испуњено изолационим језгром. Укупна дебљина крила је 85 mm. Оквир врата је направљен од 5 mm дебелог челика и лима. Направљена су од „Z“ профила. Да би се заштитила шина, ваљак и ваздушне кочнице, дизајнирано је кућиште које ће да поједностави инсталацију врата.

Крила врата су постављена на горњи систем железничког ослањања, ваљци су тако дизајнирани да издрже велика оптерећења. Сваки ваљак је састављен од четири точка који даје крилу глатко кретање. Точкићи су подесиви, а израђени су од нерђајућег челика. Шина је инсталирана унутар кућишта. Врата се затварају само по подесивим клизним механизмом колосека. Подесив ваздух кочнице контролише брзину затварања крила врата.[3]



Слика 2.1.4 - Тешка једнокрилна клизна врата А60 за висока оптерећења[3]

Рамови врата су углавном направљени од три врсте профила. Сам избор зависи од купца. Рамови се израђују од:

- U профила (слика 2.1.5),
- Z профила (слика 2.1.5),
- L профила (слика 2.1.5),
- Комбинацијом ове три врсте профила.



Слика 2.1.5 – U, Z, L профил[3]

2.2 КОНКУРЕНТСКА РЕШЕЊА

Да би фирма побољшала квалитет, мора стално да прати не само захтеве купаца него и своје конкурентске фирме. У овом поглављу је описан један производ конкурентске фирме који се и не разликује много од Rapp Bomeka. Дат је опис једнокрилних противпожарних врата (слика 2.2.1) која могу да издрже велика оптерећења. Крила врата су састављена од челичног лима који је испуњен минералним вуненим језгром, челичне облоге су причвршћене закивцима, рам је од челичног профила. Врата су причвршћена за зид шаркама. Садрже три шарке са кугличним лежајевима. Причвршћивање се може остварити заваривањем или помоћу завртња.



Слика 2.2.1 – Једнокрилна противпожарна врата, челична и алуминијумска

2.3 СТАНДАРДИ КОЈИ МОРАЈУ БИТИ ИСПУЊЕНИ

Општи захтеви

Треба да се:

- идентификује процесе неопходне за систем менаџмента квалитетом и да их примењује у целој организацији ;
- одреди редослед и међусобно деловање ових процеса;
- одреди критеријуме и методе потребне да се обезбеди да извршење ових процеса и управљање њима буде ефективно;
- осигура расположивост ресурса и информација неопходних за подршку извођењу и праћењу ових ресурса;
- прати процесе, мери и анализира њихове перформансе;
- примењује мере потребне за остваривање планираних резултата и стално побољшавање ових процеса.

Документација система менаџмента квалитетом мора да садржи:

- документоване изјаве о политици квалитета и циљевима квалитета;
- пословник о квалитету;
- документоване процедуре које се захтевају овим међународним стандардом;
- документе потребне организацији да би осигурала ефективно планирање и извођење својих процеса, као и управљање тим процесима;
- записе о квалитету који се захтевају овим међународним стандардом.

Обавезе и деловање руководства

Највише руководство мора имати доказе о свом ангажовању и примени система менаџмента квалитетом и на сталном побољшавању његове ефективности, тиме што:

- информисе организацију о важности испуњавања захтева корисника, као и захтева из прописа и других
- нормативних докумената;
- успоставља политику квалитета;
- осигурава да су утврђени циљеви квалитета;
- спроводи преиспитивања;
- осигурава расположивост ресурса.

Највише руководство мора да обезбеди да се на одговарајућим функцијама и нивоима унутар организације утврде циљеви квалитета, укључујући оне који су потребни за испуњавање захтева за производ. Циљеви квалитета морају да буду мерљиви и усклађени са политиком квалитета.

Највише руководство мора да осигура да се успоставе одговарајући процеси комуницирања унутар организације да се остварује комуницирање које се односи на ефективност система менаџмента квалитетом.

Улазни елементи преиспитивања

Улазни елементи преиспитивања морају да садрже информације о:

- резултатима провера;
- реаговањима корисника;
- перформансама процеса и усаглашености производа;
- статусу корективних и превентивних мера;
- додатним мерама проистеклим из претходних преиспитивања од стране руководства;
- изменама које би могле утицати на систем менаџмента квалитетом;
- препорукама за побољшавање.

Излазни елементи преиспитивања

Излазни елементи преиспитивања од стране руководства морају да садрже одлуке и мере које се односе на:

- побољшавање ефективности система менаџмента квалитетом и његових процеса;
- побољшавање производа у вези са захтевима корисника;
- потребне ресурсе.

Менаџмент ресурсима

Организација мора да дефинише и обезбеди ресурсе потребне за:

- примену и одржавање система менаџмента квалитетом и стално побољшавање његове ефективности;
- повећавање задовољења корисника испуњавањем њихових захтева;

Особље које обавља послове који утичу на квалитет производа мора да буде оспособљено у погледу образовања, обуке, знања и искуства.

Организација мора да:

- дефинише потребну оспособљеност особља које обавља послове који утичу на квалитет производа;
- обезбеди обуку или предузме друге мере да се задовоље ове потребе;
- оцењује ефективност предузетих мера;
- осигура да запослени буду свесни релевантности и важности својих активности и начина на који они доприносе остваривању циљева квалитета;
- одржава одговарајуће записе о образовању, обуци, знању и искуству.

Мора да дефинише, обезбеди и одржава инфраструктуру потребну за постизање усаглашености са захтевима производа. Инфраструктура обухвата, где је то применљиво:

- зграде, радни простор и припадајућу опрему;
- процесну опрему (и хардвер и софтвер);
- услуге подршке (као што су транспортне или комуникационе услуге).

Реализација производа

При планирању процеса реализације производа организација мора да утврди, где је то погодно, следеће:

- циљеве квалитета и захтеве за производ;
- потребу за успостављањем процеса, документе и да обезбеди посебне ресурсе који одговарају датом производу;
- захтеване активности верификације, валидације, праћења, контролисања и испитивања, које су специфичне за дати производ, као и критеријуме за прихватање производа;
- записе који су потребни да би се обезбедили докази о томе да процеси реализације и резултујући производ испуњавају захтеве.

Организација мора да преиспита захтеве који се односе на производ. Ово преиспитивање организација мора да изврши пре прихватања обавезе да производ испоручује кориснику (нпр. достављање понуда, прихватање уговора или наруџбина, прихватање измена у уговорима или наруџбинама) и мора да осигура:

- да захтеви за производ буду дефинисани;
- да се разреши захтеви из уговора или наруџбине који се разликују од оних који су претходно били исказани;
- да организација има могућности да испуни дефинисане захтеве.

Морају се одржавати записи о резултатима овог преиспитивања и мерама које проистичу из преиспитивања. Када корисник не обезбеди документовану изјаву о захтеву, организација мора да потврди захтеве корисника пре прихватања. Када дође до измене захтева за производ, организација мора да осигура да одговарајући документи буду измењени и да одговарајуће особље буде упознато са измењеним захтевима.

Комуницирање са корисницима

Организација мора да утврђује и примењује ефективна решења за комуницирање са корисницима у вези са:

- информацијама о производу;
- упитима, уговорима или поступањем са наруџбинама, укључујући измене;
- повратним информацијама од корисника, укључујући и њихове жалбе.

Улазни елементи пројектовања и развоја

Морају се утврдити улазни елементи који се односе на захтеве за производ и одржавати записи. Они морају обухватити:

- функционалне захтеве и захтеве за перформансе;
- одговарајуће захтеве из прописа и других нормативних докумената;
- где је применљиво, информације добијене на основу претходних сличних пројеката;
- остале захтеве битне за пројектовање и развој.

Мора да се преиспитује адекватност ових улазних података. Захтеви морају бити комплетни, недвосмислени и не смеју бити у супротности један са другим.

Излазни елементи пројектовања и развоја

Излазни елементи пројектовања и развоја морају да се дају у облику који омогућава верификацију у односу на улазне елементе пројектовања и развоја и морају се одобрити пре пуштања у употребу. Излазни елементи пројектовања и развоја морају да:

- испуне улазне захтеве пројектовања и развоја;
- обезбеде одговарајуће информације за набавку, производњу и пружање услуга;
- садрже или се позивају на критеријуме прихватања производа;
- специфицирају карактеристике производа битне за његово безбедно и правилно коришћење.

Процес набавке

Организација мора да осигура да набављени производ буде усаглашен са специфицираним захтевима набавке. Врста и обим управљања које се примењује на испоручиоца и на производ који се набавља, морају да зависе од утицаја тог производа на накнадну реализацију производа или на крајњи производ.

Организација мора да вреднује и бира испоручиоце на основу њихове способности да испоручују производ у складу са захтевима организације. Морају се установити критеријуми за избор, вредновање и поновно вредновање. Морају се одржавати записи о резултатима вредновања и о свим неопходним мерама које проистичу из тог вредновања.

Информације о набавци

Информације о набавци морају имати опис производа који се набавља, укључујући, где то има смисла:

- захтеве за одобравање производа, поступака, процеса и опреме;
- захтеве за квалификације особља;
- захтеве за систем менаџмента квалитетом.

Организација мора да обезбеди адекватност специфицираних захтева о набавци пре њиховог саопштавања испоручиоцу.

Управљање производњом и сервисирањем

Организација мора да планира и обавља производњу и сервисирање у условима којима управља. Услови којима се управља морају да обухвате, где је то могуће:

- расположивост информација које описују карактеристике производа;
- расположивост радних упутстава, где је то неопходно;
- коришћење одговарајуће опреме;
- расположивост и коришћење опреме за праћење и мерење;
- остваривање праћења и мерења;
- обављање активности пуштања, испоруке и активносати после испоруке.

Имовина корисника

Организација мора пажљиво да поступа са имовином док њоме управља или је користи. Организација мора да идентификује, верификује, заштити и обезбеди имовину корисника која је дата за коришћење или уградњу у производ. Ако се било која имовина корисника изгуби, оштети или ако се на неки други начин утврди да је непогодна за коришћење, о томе мора да се обавести корисник и да се о томе одржавају записи.

Очување производа

Организација мора да сачува усаглашеност производа у току реализације интерних процеса и испоруке до планираног одредишта. Ово чување мора да обухвати идентификацију, руковање, паковање, складиштење и заштиту. Чување се мора такође применити и на саставне делове производа.

Задовољење корисника

Као једно од мерења перформанси система менаџмента квалитетом, организација мора да прати информације о запажању корисника о томе у којој мери је испунила његове захтеве. Морају се утврдити методе за добијање и коришћење ових информација.

Праћење и мерење карактеристика производа

Организација мора да прати и мери карактеристике производа да би верификовала да су испуњени захтеви за производ. То мора да се извршава у одговарајућим фазама процеса реализације производа, у складу са планираним поставкама.

Мора се одржавати доказ о усаглашености са критеријумима за прихватање. Из записа се мора видети које особе су овлашћене за пуштање производа.

Пуштање производа и сервисирање не смеју се обавити све док се на задовољавајући начин не комплетирају планирање поставке, осим ако није другачије одобрено од релевантног органа и, где то има смисла, од корисника.

Анализа података

Организација мора да утврђује, прикупља и анализира одговарајуће податке да би показала погодност и ефективност система менаџмента квалитетом и да би вредновала могућности за стално побољшавање ефективности система менаџмента квалитетом. Тиме се морају обухватити подаци добијени као резултат праћења и мерења и из других одговарајучих извора.

Анализа података мора обезбедити информације у вези са:

- задовољењем корисника;
- усаглашеношћу са захтевима корисника;
- карактеристикама и трендовима процеса и производа, укључујући могућности за превентивне мере;
- испоручиоцима.

Организација мора стално да побољшава ефективност система менаџмента квалитетом, коришћењем политике квалитета, циљева квалитета, резултата провера, анализе података, корективних и превентивних мера и преиспитивања од стране руководства.

Корективне мере

Организација мора да предузима мере за отклањање узрока неусаглашености да би се спречило њихово понављање. Корективне мере морају да одговарају последицама насталих неусаглашености.

Мора да се успостави документована процедура, којом се дефинишу захтеви за:

- преиспитивање неусаглашености (укључујући жалбе корисника);
- утврђивање узрока неусаглашености;
- вредновање потреба за мерама које ће осигурати да се неусаглашености не понове;
- дефинисање и примену неопходних мера;
- записивање резултата предузетих мера;
- преиспитивање предузетих корективних мера.

Превентивне мере

Организација мора да предузима мере за отклањање узрока потенцијалних неусаглашености како би се спречило њихово појављивање. Превентивне мере морају да одговарају последицама потенцијалних проблема.

Мора да се успостави документована процедура за дефинисање захтева за:

- утврђивање потенцијалних неусаглашености и њихових узрока;

- вредновање потреба за евентуалним мерама, да би се спречило појављивање неусаглашености;
- утврђивање и примену потребних мера;
- записе о резултатима потребних мера;
- преиспитивање предузетих превентивних мера.[4]

3. ДИЗАЈН НОВОГ РЕШЕЊА

Дизајн је креативна делатност чији је циљ постизање разних аспеката квалитета предмета, производа, услуга и њихових система током њиховог целокупног трајања. Дизајн је средишњи чинилац иновативне хуманизације технологије и битан део културне и економске размене.

У масовној перцепцији, реч дизајн веже се углавном уз луксузне производе. У први план ставља се естетска компонента производа. Истовремено, подједнако важне карактеристике попут функционалности (употребљивост, ергономичност, трајност) и производности (технолошка изводљивост, економичност производње и дистрибуције) често се заборављају.

Он је постао подручје такмичења у стварању што уочљивијих производа — било бојом или обликом или фактором изненађења. Његова историјска и идеалистичка функција да истовремено служи индустрији и задовољним потрошачким масама, да осмишљава предмете које је једноставније произвести и који чине живот бољим, као да постаје споредна. У развијеном друштву, дизајн као креатор додатне вредности коначно је прихваћен као важан чинилац тржишне економије.

Мноштво производа дизајна су и даље усредсређени на естетику. Међутим, данашњи дизајн, тзв. „нови дизајн“, готово је у целини у супротности према старом моделу. Данас је у средишту пажње иновација усмерена на човека, која преиспитује људске потребе, функционалност, могућности тржишног пласмана, употребљивости и одрживост. Спољни облик је само једна од димензија, иако важна, међу многим димензијама у сложеним интеракцијама помоћу којих људи откривају, схватају, уче и прихватају створене производе и значења, користећи их. Традиционалне техничке дисциплине, уско подељене на индустријски и графички дизајн, дизајн ентеријера и архитектуру, заменила је интердисциплинарна пракса стратегијског дизајна. Примењују се нове методе и средства дизајна за стварање производа, комуникација и околине.

Данас се дизајнери, заједно са стручњацима из техничких и научних подручја, пре неповезаних с дизајном, крећу кроз разна специјалистичка поља: индустријски дизајнери раде на веб дизајну, архитекти раде на специјалним ефектима за потребе филмске индустрије, антрополози истражују какве ће производе, комуникације и услуге људима бити потребне у времену испред нас, дизајнери сарађују са лингвистима ради формирања јасне и схватљиве информације.

Нови дизајнери имају заједничке циљ да открију стварне потребе људи и да дизајнирају производе и социотехничке системе који доносе промене према бољем. Разлика између Старог и Новог дизајна је, у ствари, у различитим погледима на свет. Много тога из Новог дизајна је противтежа, али и коегзистира са Старим дизајном.[5]

3.1 КОНЦИПИРАЊЕ

Концепт или идеја је прва фаза у креативном раду. То је најгрубља представа или појам о нечему. У фази концепта се набрајају идеје. О томе је Никола Тесла говорећи о свом раду написао “Од сто идеја само је десет употребљивих, од десет употребљивих само је једна она права”.

Конципирање конструкције, је веома важан корак ка остваривању извођења коначне конструкције. Најважније је да се пре конципирања конструкције јасно дефинише технички задатак који та конструкција треба да испуњава. При конципирању креће се или од постојеће конструкције или од идеје за новом конструкцијом. На почетку конципирања прегледају се претходна конструкциона решења и евентуално подаци из експлоатације. Након извршених истраживања приступа се извођењу побољшања постојеће или извођењу нове концепције. Избор варијанти концепције изводи се првенствено са циљем да се задовоље све функције будућег система а затим у што већој мери и остали технички и економски захтеви.

С обзиром да фирма Рап Бомек постоји дуже време и има велику и дугу традицију, самим тим је развила велики број одличних решења. Овде је описано једно њихово решење, наравно доста побољшано, али конкретан задатак је био програмирање одређеног дела, рама противпожарних врата.[6]

Постоје три концепције противпожарних врата:

- Једнокрилна (слика 3.1.1),
- Двокрилна (слика 3.1.2),
- Клизећа (слика 3.1.3).

Врста концепције зависи од самог корисника, односно купца



Слика 3.1.1 – Једнокрилна врата[4]



Слика 3.1.2 – Двокрилна врата[4]

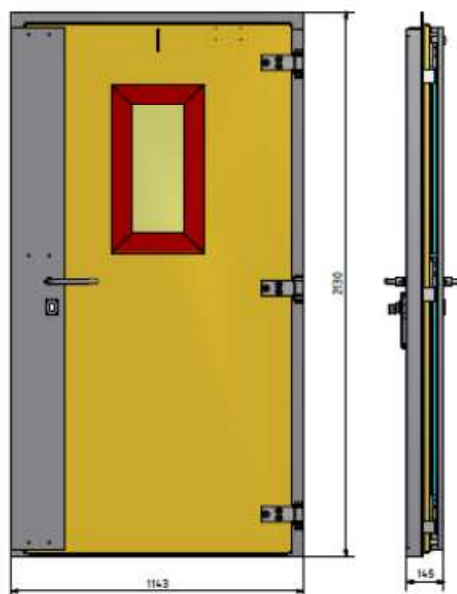


Слика 3.1.3 – Клизећа врата[4]

У овом раду су описана једнокрилна противпожарна врата.

3.2 ДЕФИНИСАЊЕ ОСНОВНИХ ДИМЕНЗИЈА

На димензије врата (слика 3.2.1) утиче економски фактор, поред самог дизајна производа. Мора се водити рачуна да се задовоље одређени фактори као што су димензије људског тела и на основу њих усвојити димензије висине и ширине врата. Пожељно је направити склад између економске, естетске и функционалне компоненте. Ширина врата износи 1143 mm, а укупна висина је 2130 mm. Дебљина је 145 mm. Висина дела отвора је одређена прописима и стандардима које се морају поштовати приликом конструисања и она износи 2026 mm, а ширина износи 1002 mm.



Слика 3.2.1 – Димензије противпожарних врата

3.3 ИЗБОР МАТЕРИЈАЛА, ОСОБИНЕ МАТЕРИЈАЛА

Материјал у великој мери одређује цену, тежину, технологичност и функционалност производа. Стога треба направити оптимално решење. Материјал који је коришћен за израду рама, крила врата, шарки, оквира прозора и још појединих елемената који спадају у склопу врата је нерђајући челик (AISI 316L - AISI-American Iron and Steel Institute).[7]

Појам „нерђајући челик“ означава више од 120 различитих легура са антикорозивним својствима. Током деценија, развијене су многе легуре са карактеристичним особинама неопходним за специфичне примене у индустрији. Све оне имају заједничку особину - не захтевају додатну површинску антикорозивну заштиту, захваљујући легирајућем елементу - хрому. Хром као легирајући елемент формира транспарентни и безбојни заштитни слој на површини материјала, а уколико дође до његовог механичког оштећења, веома брзо реагује у присуству кисеоника из воде или ваздуха, и ствара нови заштитни филм.[8]

Подела нерђајућих челика:

- **МАРТЕНЗИТНИ нерђајући челици** (садрже 10.5-13% хрома, уз учешће угљеника од 0.2-1%. Количина угљеника мора да буде таква да дозвољава термичку обраду -темперовање, што поправља динамичке карактеристике челика),
- **ФЕРИТНИ нерђајући челици** (најчешће их називају „хром-челицима“. Ови челици садрже 12-18% хрома и уз количину угљеника мању од 0.2%. Не могу се подвргавати ојачавању),

- **АУСТЕНИТНИ нерђајући челици** (Познати су као „хром-никл“ челици, а често садрже и молибден). Ови челици нуде веома употребљиву комбинацију радних својстава, механичких карактеристика и отпорности на корозију. Због тога се препоручују за најшири опсег употреба и представљају најважнију групу нерђајућих челика. Њихова главна одлика је висока отпорност на корозију, која је директно пропорционална количини легирајућих елемената - хрома и молибдена. За разлику од мартензитних, аустенитни нерђајући челици не подвргавају се ојачавању температуром. Захваљујући својим особинама, веома се лако деформишу „на хладно“. Ови челици имају висок проценат хрома, 15-26% уз 5-25% никла. Отпорност на киселине и агресивне материје повећава се додавањем 2-6% молибдена. У овој групи челика су и такозвани „стабилизовани“ нерђајући челици, који поред хрома, никла и молибдена, садрже на пример титанијум. Додавање титанијума омогућава боље понашање нерђајућих челика приликом заваривања, јер спречава појаву непожељних хром-карбида у вару).

Данас, у инжењерској пракси за означавање нерђајућих челика користе се следеће скраћенице: А2, А3, А4, А5. Ознака А2 датира још из давне 1912. године, када је створен „Аустенитни челик Тест Серије 2“. Развојем машинских материјала, касније су настајали А3, А4, А5. У пракси се најчешће користе нерђајући челици отпорни на воду и атмосферске утицаје са ознаком „А2“.

Оптимална отпорност на корозију код нерђајућих челика постиже се одржавањем површине метала у апсолутно „чистом“ стању. Ово се пре свега односи на честице других рђајућих материјала, које оштећују заштитни слој хромових оксида. Нерђајући челици отпорни су на течне нагризајуће супстанце уколико имају бар 12% хрома и максимално 1.2% угљеника.

Отпорност на корозију последица је способности нерђајућих челика да на површини образују тзв. пасивну заштиту у виду танког филма хромових оксида. Повећање количине хрома и додавање молибдена у легуру повећава отпорност нерђајућих челика на агресивне средине. Упркос томе, дешава се да нерђајући челици на површини кородирају у контакту са снажним киселинама или базама.

Нерђајући челици имају најшири спектар примене. Од индустријских елемената који раде у присуству воде, водене паре или нагризајућих супстанци, преко петрохемијских постројења и индустрије хране и пића, до грађевинских конструкција и дизајна ентеријера. Користе се за израду конструкционих елемената, осовина, лежајева, резног и другог алата, опруга и вијака. Незаобилазан су материјал за израду хирушких инструмената, сечива, ножева, бријача, казана за бојлере, судопера, шерпи и лонаца. [7]

Симбол		C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	N
316L	Min	-	-	-	-	-	16.0	2.00	10.0	-
	Max	0.03	2.0	0.75	0.045	0.03	18.0	3.00	14.0	0.10

Табела 3.3.1 – Хемијски састав нерђајућег челика AISI 316L[7]

Ознака	Затезна чврстоћа (MPa) min	Тврдоћа	
		Роквел В (HR В) max	Бринел(HB) max
316L	485	95	217

Табела 3.3.2 – Механичке карактеристике нерђајућег челика AISI 316L[7]

Ознака	Густина (kg/m ³)	Модул еластичности (GPa)	Топлотно ширење (μm/m/°C)			Топлотна проводљивост (W/m.K)	
			0- 100°C	0- 315°C	0- 538°C	At 100°C	At 500°C
316/L/H	8000	193	15.9	16.2	17.5	16.3	21.5

Табела 3.3.3 – Физичке особине нерђајућег челика AISI 316L[7]

Поред нерђајућег челика, коришћено је и стакло за прозор, као и одређене гумене заптивке.

3.4 МОДЕЛИРАЊЕ ОБЛИКА

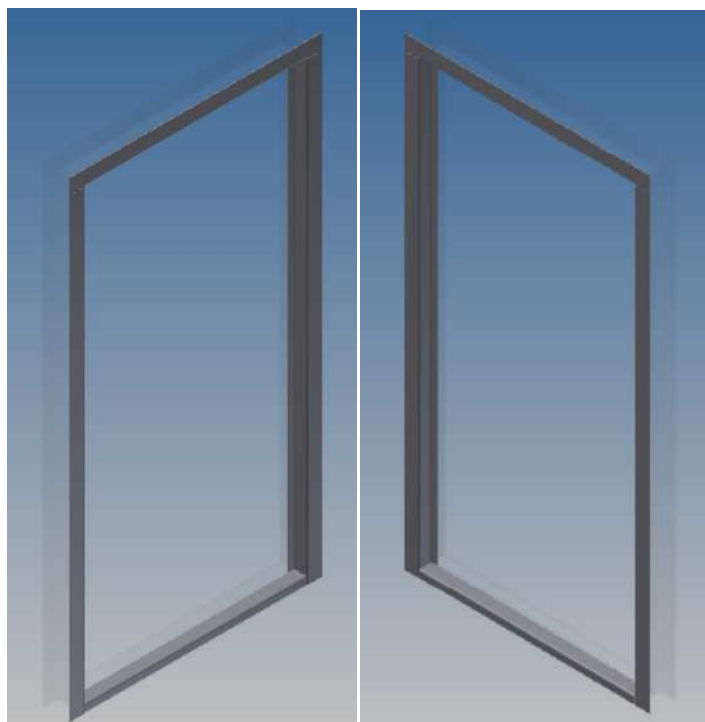
У данашње време, за потребе серијске производње важно је извршити задатак што је могуће брже, утрошити што мање материјала, користећи најпогодније материјале и што мање обраде. При изради овог рада тежило се свему претходно наведеном.

Једнокрилна противпожарна врата су састављена од следећих елемената:

- Рама (оквира),
- Крила,
- Прозора,
- Система за затварање.

3.4.1 РАМ

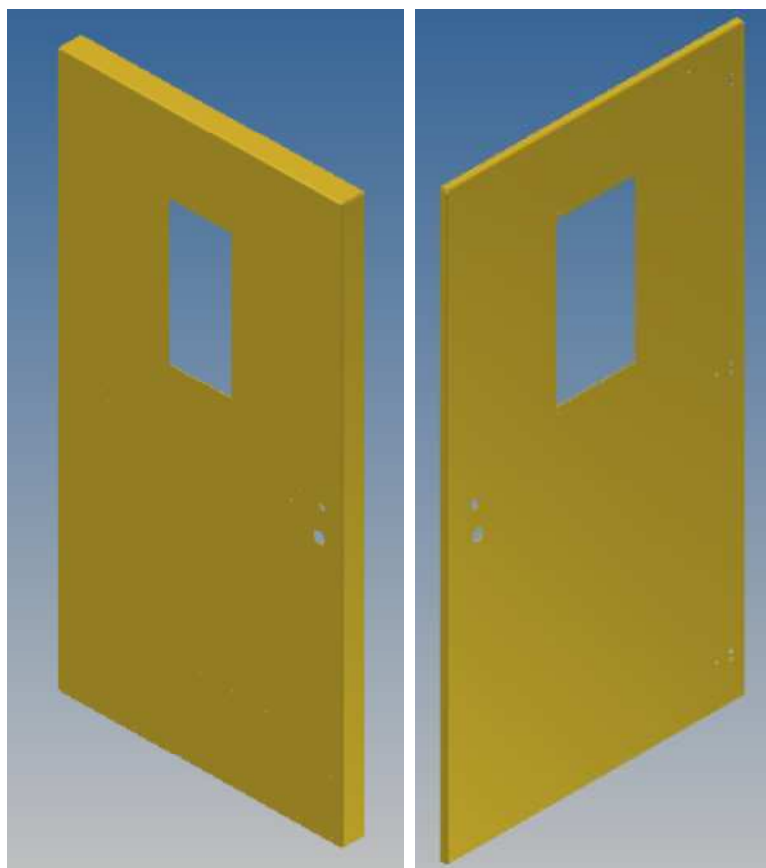
Рам (слика 3.4.1.1) представља један од најважнијих елемената противпожарних врата. Направљен је од нерђајућег челичног лима AISI 316L (AISI-American Iron and Steel Institute) дебљине 4 mm. Мора да буде веома јак, а такође мора да издржи велики притисак и топлоту. Састављен је од четири дела. Делови се добијају савијањем. Праг је такође од нерђајућег челика, разликује се само у профилу. Странице рама су направљене од Z профила а праг од U профила. На раму се причврћује крило врата помоћу шарки. Шарке су заварене за рам и са спољашње стране се не виде. Због сложености облика овај рам је рађен у софтверском пакету *Auto Desk Inventor* у модулу *Sheet Metal Design*.



Слика 3.4.1.1 – Рам противпожарних врата[9]

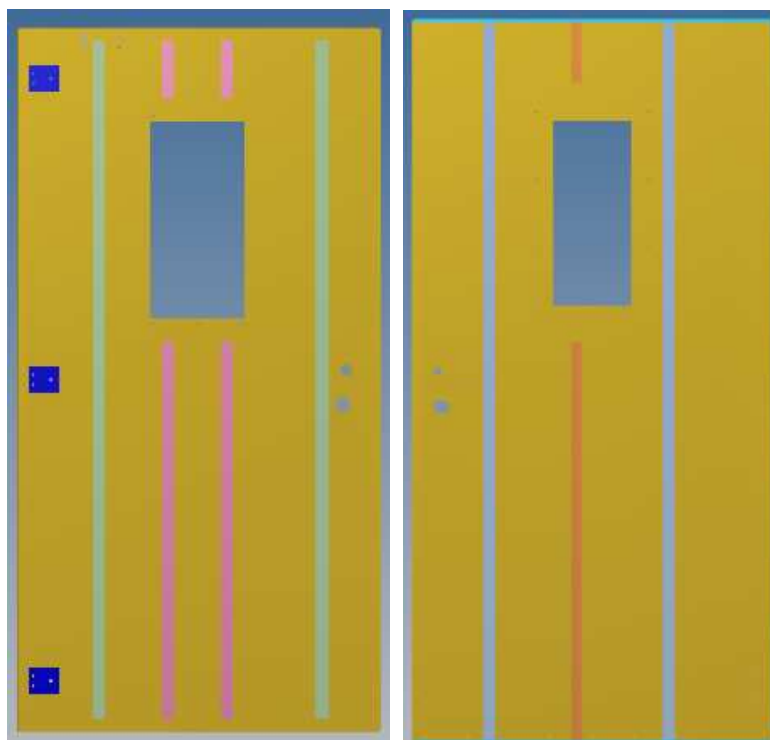
3.4.2 КРИЛО

Крило (слика 3.4.2.1) врата израђено је од нерђајућег челичног лима AISI 316L (AISI-American Iron and Steel Institute) дебљине 3 mm. Састављено је од два дела и спојено заваривањем. Унутрашњост је испуњена минералном вуном ради боље изолације. Због великог притиска и оптерећења која се јављају у критичним ситуацијама, морају се поставити укрућења. Укрућења (слика 3.4.2.2) су тако постављена да би се конструкција ојачала. На левом делу крила постављена су четири укрућења направљена од „L“ профила. На десном су постављена три. Она се заварују за конструкцију. Крило врата је за рам повезано помоћу шарки.



Слика 3.4.2.1 – Крило противпожарних врата[9]

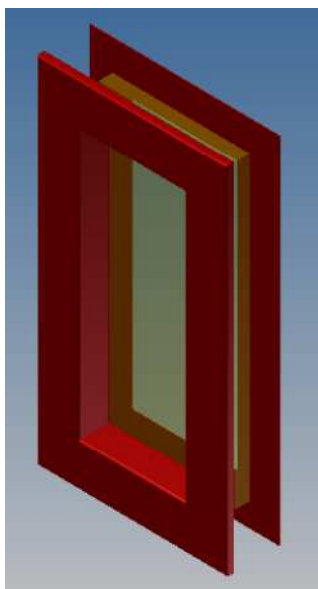
Рам је због свог облика посебан сам по себи. Прави се савијањем челичног лима. Најлакше и најефикасније моделирање овог дела врата изводи се у софтверском пакету *Auto Desk Inventor* у модулу *Sheet Metal Design*.



Слика 3.4.2.2 – Криво са укрућењима[9]

3.4.3 ПРОЗОР

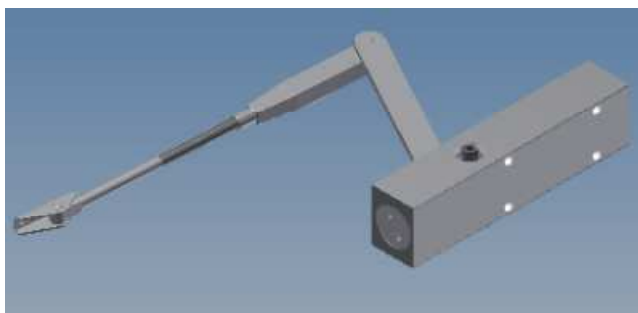
Прозор (слика 3.4.3.1) је још један елемент који је од велике важности. Састављен је од три дела, рама (који је израђен од два елемента) и стакла. Рам је направљен од челичног лима дебљине 2 mm. Стакло је непробојно и дебљине 27 mm.



Слика 3.4.3.1 – Прозор

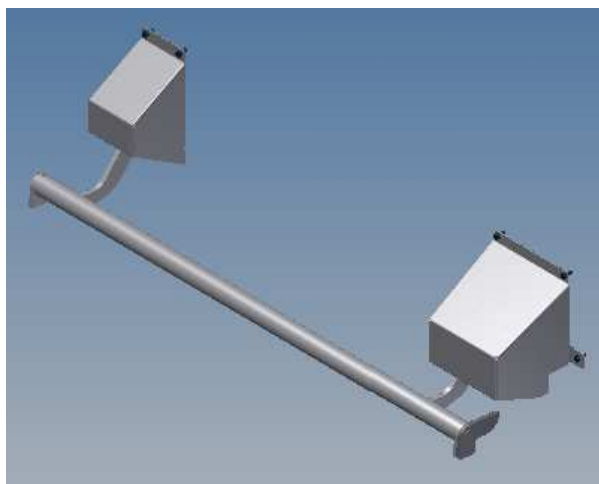
3.4.4 СИСТЕМ ЗА ЗАТВАРАЊЕ И ЗАКЉУЧАВАЊЕ

Затварач врата (слика 3.4.4.1) (door closer) је механички уређај који служи да затвара врата, уколико их неко отвори, или након аутоматског отварања. Има веома велику и важну улогу приликом пожара. У критичним ситуацијама помоћу њега врата се врло лако отварају или затварају, а познато је да су против пожарна врата велике тежине и висине. На овом моделу налази се са горње стране крила, а другим делом је причвршћен за рам.



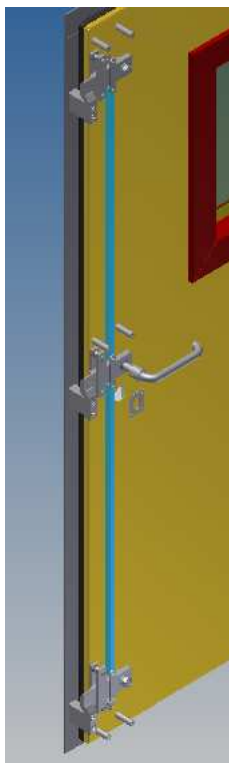
Слика 3.4.4.1 – Затварач врата

Врата се са унутрашње стране отварају помоћу полуге (слика 3.4.4.2). Механизам ја тако направљен да једноставим притиском полуге на доле, врата одмах отварају са великом лакоћом што је од изузетне важности у критичним условима. [9]



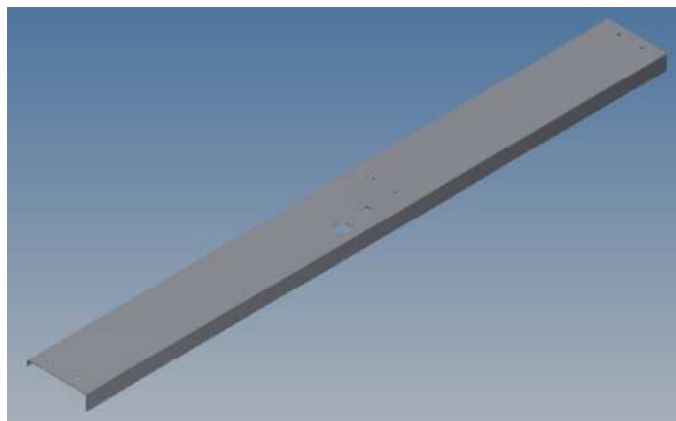
Слика 3.4.4.2 - Полуга за отварање врата са унутрашње стране

Спољашње закључавање је изведено такође системом полуга. Због великог притиска приликом експлозија и великих оптерећења закључавање се врши на врху, средини и у подножју врата. То се може видети на слици 3.4.4.3. [9]



Слика 3.4.4.3 – Систем закључавања

Да би овај систем остао заштићен, конструише се и поставља заштитник (слика 3.4.4.4) који се израђује од нерђајућег челичног лима дебљине 2 mm.



Слика 3.4.4.4 – Заштитник[9]

3.4.5 РАЗМАТРАЊЕ ИДЕЈНОГ РЕШЕЊА СА СТАНОВИШТА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА

3.4.5.1 ТЕХНИЧКО-ФУНКЦИОНАЛНИ ФАКТОР

У савременој теорији индустриског дизајна постоје разне класификације формативних елемената индустриског дизајна. Функција значи да предмет одговара намени, да је користан. Функција је најстарији елемент формативног (протеже се од времена праисторије). Има свој смисао само ако је у оквиру људских потреба и ако одговара захтевима техничког квалитета.

Сваки производ мора да функционише – ради, да производи неко дејство, односно да врши своју намену. Сваки производ мора бити од користи, мора да служи човеку да задовољи неку своју потребу, захтев или жељу. Било коју функцију да обавља производ мора бити дизајниран „по налогу“ маркетинга, који пак непрестано истражује ослушкује и анализира тржиште. Дизајнер не може да ствара нове производе искључиво према својим афинитетима и сопственом нахођењу. Средином XX века, када се прелазило са занатске на индустријску производњу, од производа се превасходно тражило да функционише, тј. да ради. Касније су се појавили и други захтеви (економски, естетски, ергономски). Функционалност производа индустријског дизајна може да егзистира и самостално од његових других квалитета.

Са друге стране, коришћење лако приступачних материјала који се одликују dobrim технолошким и механичким особинама, прилагодљивост серијској производњи представљају основу при дизајну врата.[10]

3.4.5.2 ЕРГОНОМСКИ ФАКТОР

Један од најважнијих фактора при дизајнирању производа је ергономија. Дизајн заснован на човековим димензијама све више постаје популаран. Стога се и у овом пројекту доста посветило пажње ергономији. Ергономија представља дисциплину која се бави разумевањем интеракције између људи и осталих елемената, применом теоријских сазнања, принципа и метода на дизајн и производњу с циљем одржавања људског здравља и оптимизирања перформанси система у складу са тим. Допринос ергономије огледа се у дизајну и оцењивању послова, задатака, производа, радне околине како би они одговарали људским потребама, способностима и ограничењима.[10]

3.4.5.3 ВЕЗА ИЗМЕЂУ ЕРГОНОМИЈЕ И ЕСТЕТИКЕ

Ергономија се може дефинисати као категорија функционалног и практичног, а естетика као категорија лепог. Већ из дефиниције ергономије као нечег што треба потицати задовољство на раду, уочавамо везу са естетиком која (као што је раније споменуто) повећава задовољство у радној околини те олакшава рад. Важност естетског окружења на радном месту можемо уочити и из Nietzscheove изјаве: „Ружно дјелује депресивно, оно је израз депресије. Оно одузима снагу, осиромашује, притиска...“

Везу естетике и ергономије можемо дакле објаснити кроз то да обе ове науке служе човеку у повећању квалитета. Наравно, у пројектовању било којег предмета (или радне или било које друге околине) могуће је посветити пажњу само једној од ових наука, а занемарити ону другу, па тако у нашој околини налазимо многе предмете који су или практични, али отужног изгледа или лепе производе који су поприлично неприкладни и непрактични за употребу. То и не би био тако велики недостатак. Не само да их је могуће ускладити већ готово да их можемо сврстати у заједничку категорију „угодности“. Већина одступања од било ергономских било естетских норми у нашој околини резултат су непажње или неупућености, уз мало више размишљања о важности оба ова подручја, уопште не би било тешко избећи све такве замке при изради функционалних предмета који су уједно лепог и угодног изгледа. Срећом, у данашњој индустрији се, упркос бројним и честим промашајима у дизајну, ипак знатна пажња посвећује дизајнирању производа који успешно повезују изглед производа са његовом функционалношћу.

Естетска компонента у смислу облика је мање више одређена самом конструкцијом и њеном наменом, што је у складу са функционалном естетиком. Јединствен облик рама, употпуњује слику уникатног производа, крило врата је идеалних димензија које одговарају човековим потребама. Међутим, и завршна обрада утиче на укупан утисак о производу, али је потребно узети у обзир мишљење корисника и купаца, а могућности које могу утицати на естетски фактор су широке.[11]

3.4.5.4 ЕКОНОМСКИ ФАКТОР

У погледу економских фактора са становишта производње, разматран је утицај облика и димензија материјала при чему су утврђене димензије попречних пресека сегмената рама, крила, заптивки, прозора, система за закључавање. На димензије дужих делова утицале су стандардом утврђене димензије људског тела. Истовремено, у циљу технолошке једноставности приступило се типизацији профила.

Овај квалитет производа огледа се у економском стању и пословању предузећа. Економски квалитет производа, свакако, мора бити потврђен и од стране потрошача. Дуг век трајања производа, ослобађа купца честе набавке производа за исту намену. Производ мора да задовољи захтеве купца очекиваном функционалношћу и

минималним утрошком енергије. То ће дизајнери да постигну одговарајућом конструкцијом и избором материјала. Поправљивост производа подразумева лако налажење резервних делова као и да замена појединих делова буде економски прихватљива (да се не дешава да често отказују основни и скупи подсклопови). Обављање предвиђених поправки треба да је лако, брзо и уз минималне трошкове. Производ треба да буде расположив за коришћење у сваком тренутку. У току коришћења производа, неопходно је да његово сервисирање и одржавање буде, за купца, прихватљиво и са економске и са стране комфора.[14]

4. „ILOGIC”

Логика програмирања је базирана на идеји коришћења логичких реченица које представљају програме и обављају рачунање. Овакви програми могу се разумети само декларативно, као на пример у дедуктивним базама података.

Да ли се схватају чисто декларативно или оба декларативно и процедурално, програмер може да користи декларативно читање програма да се обезбеди њихова исправност. У многим случајевима, то је довољно да се реши компјутерски задатак. Када то није довољно, програмер може да користи процедурално читање програма и познавање понашања програма извршитеља да добије већу ефикасност при раду.

Ilogic је један од модула који се налази у склопу софтверског пакета *Auto Desk Inventor*. Омогућује аутоматизацију задатака како би се избегло заморно дизајнирање. Коришћење одређених алата и креирање кода омогућава брже и боље конструисање одређених делова предвиђених за серијску производњу.[9]

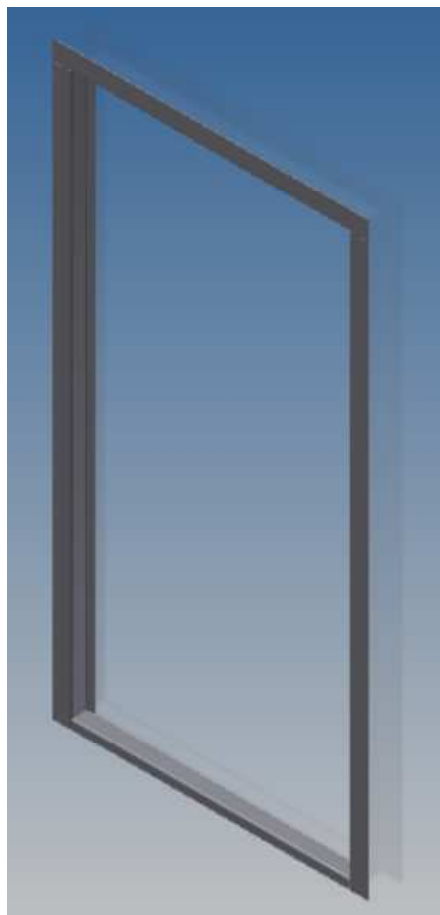
4.1 ПРИМЕНА “ILOGIC-а” НА МОДЕЛУ

Један од главних задатка овог мастер рада је програмирање рама (слика 4.1.1) врата. Било је потребно урадити следеће:

- Комбинацију Z, U, R профила,
- Промена висине и ширине врата,
- Могућност избора везивања (са отворима за завртње или без),
- Могућност избора материјала
 - Карбон челик,
 - Нерђајући челик (AISI 316L),
 - Алуминијум.

Да би задатак био испуњен неопходно је познавање одређених параметра:

- Креирање „Logic” правила,
- Уређивање (измена) „Logic” правила,
- Коришћење више вредности параметра листе (Use multi value list parameter),
- Креирање условних изјава,
- Рад са „iProperties”,
- Креирање „Logic” образаца.[9]



Слика 4.1.1 – Рам врата

Поред основних параметра неопходно је познавање и параметра функције:

- „Feature function“,
- „Component function“,
- „iProperties function“,
- „Excel data links function“,
- „iPart and iAssembly function“,
- „iFeature function“,
- „Assembly constraint function“,
- „Measure function“,
- „Work feature function“,
- „Message box function“.

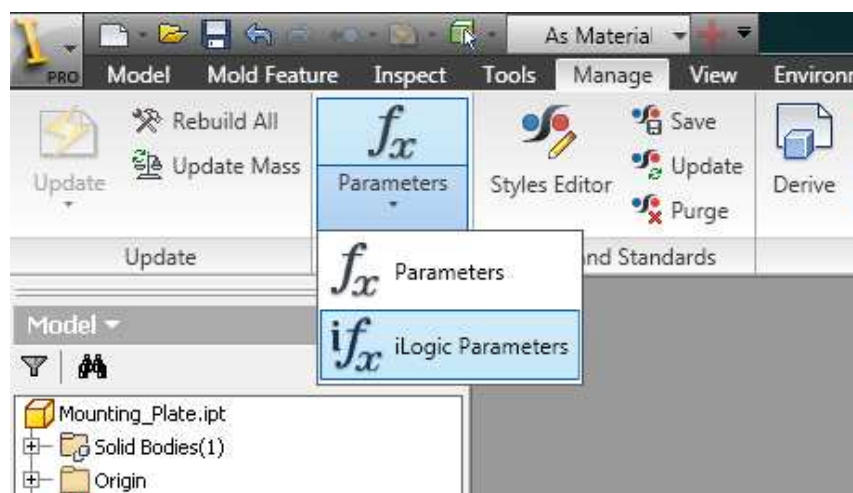
У документу функције спадају:

- „Run other function“,
- „BOM function“,
- „Math function“,
- „Starting function“,
- „Variables function“,
- „Material properties function“,

- „Sheet metal function“,
- „Drawing function“,
- „Advanced drawing API function“,
- „Advanced API function“.[9]

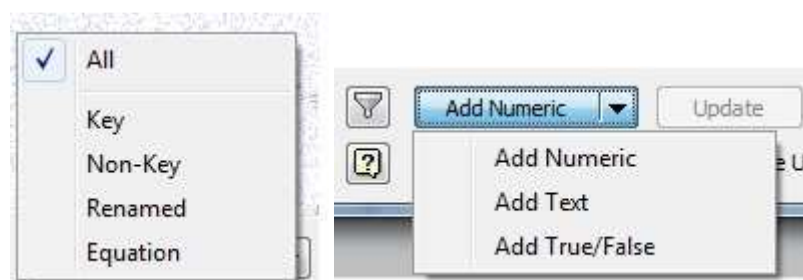
4.1.1 ОДРЕЂИВАЊЕ ПАРАМЕТРА ФУНКЦИЈЕ

Отварањем софтверског пакета *Auto Desk Inventor*, притиском тастера на опцију „Menage“ налазимо параметар функције. Притиском на иконицу отвара се прозор у коме се одређују општи параметри функције (слика 4.1.1.1).



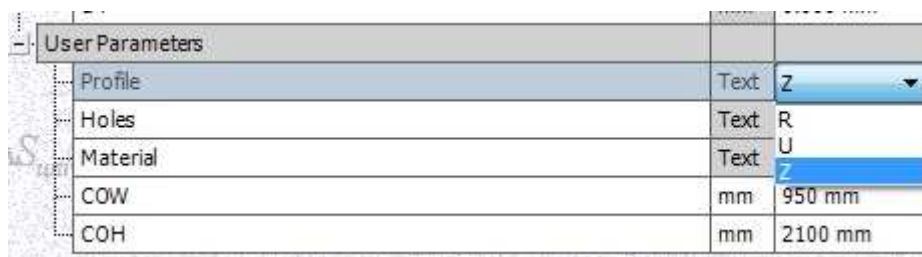
Слика 4.1.1.1 – Параметар функције[9]

У доњем левом делу прозора налази се опција „All“ и „Add Numeric“ (слика 4.1.1.2). Опција садржи како стандардне тако и „Logic“ параметре функције који су повезани са моделом.

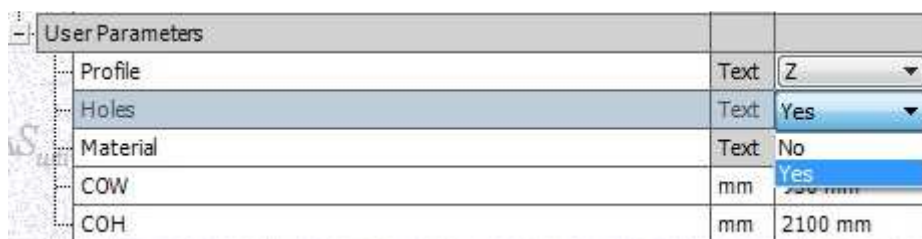


Слика 4.1.1.2 – Опција „All“ и „Add Numeric“

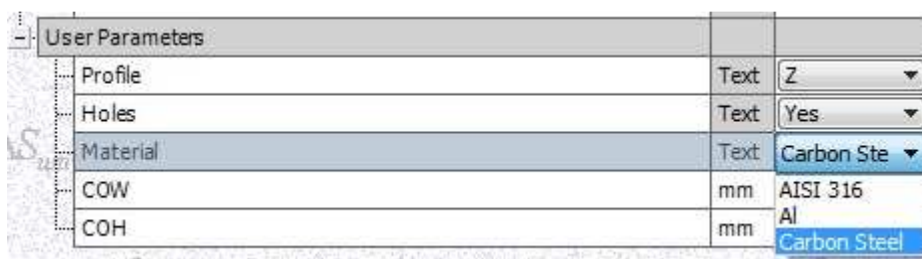
Следећи корак је одређивање параметра који су задати на почетку: комбинација Z, U, R профила (слика 4.1.1.3); избора везивања (са отворима за завртање или без) (слика 4.1.1.4); избора материјала (слика 4.1.1.5); промена висине и ширине врата (слика 4.1.1.6).



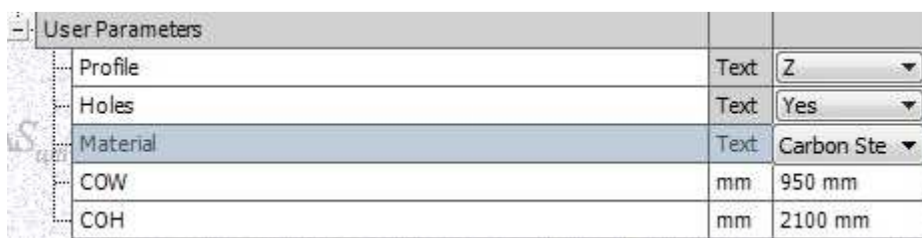
Слика 4.1.1.3 – Комбинација профила



Слика 4.1.1.4 – Избор везивања



Слика 4.1.1.5 – Избор материјала



Слика 4.1.1.6 – Промена висине и ширине врата

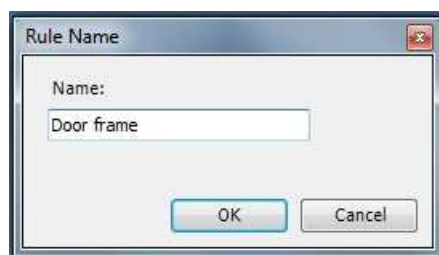
4.1.2 КРЕИРАЊЕ ПРАВИЛА

Пошто су дефинисани основни параметри, можемо писати, односно одређивати правила која ће пратити модел. Правила описују различите функције, укључујући вредности подешавања параметара, активирање или сузбијање обележја, и још много тога. Притиском тастера миша на икону “Add Rule” (слика 4.1.2.1) отвара се прозор у коме задајемо одређено правило.

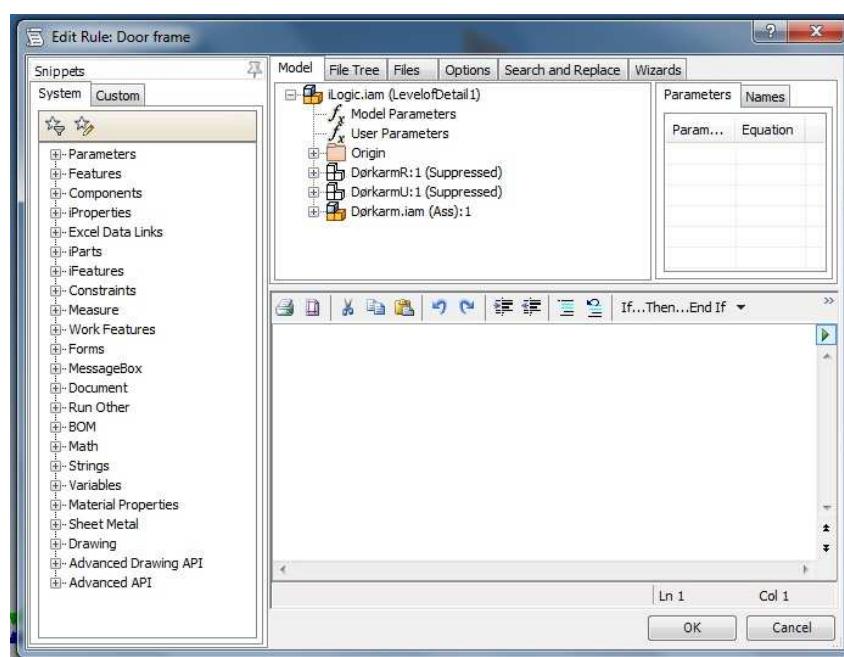


Слика 4.1.2.1 – Прозор „Add Rule”

Ова опција отвара прозор „Rule Name” (Слика 4.1.2.2). Задајемо назив правила и притиском на опцију „ОК” отвара се „iLogic Rule editor dialog” (Слика 4.1.2.3).



Слика 4.1.2.2 – Прозор „Rule Name”



Слика 4.1.2.3 – Дијалог прозора „iLogic Rule editor dialog”

Користи се за креирање и измене параметра који се користе у „iLogic-u”, а сам „iLogic” омогућава да креирамо и управљамо правилима.

У оквиру овог прозора постоје одређене функције и наредбе које омогућавају брзо и лако писање функција. Најчешће коришћене наредбе су:

- „If... Then.....End If”,
- „ElseIf ... Than”,
- „Else”.

Писање правила није ни мало једноставно. Овако изгледа део правила које је написано за „R“ профил :

```
„If Profile = "R" And Holes = "Yes" And Material = "AISI 316" Then
Component.IsActive("DørkarmR:1") = True
Component.IsActive("DørkarmU:1") = False
Component.IsActive("Dørkarm.iam (Ass):1") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 2") = True
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 3") = True
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 4") = True
Component.Color("DørkarmR:1") = "Metal-Steel (Stainless, Brushed)"
iProperties.Material = "Metal-Steel(Stainless, Brushed)"
iProperties.Value("Project", "Stock Number") = "1"
Parameter("Sidekarm_Høyre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Sidekarm_Venstre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Overkarm_01:1", "d1") = COW+2*69+2*26
Parameter("Dørstokk-U:1", "d1") = COW+2*26
Parameter("Dørstokk-U-Plate:1", "d2") = COW+2*26
End If
```

```
If Profile = "R" And Holes = "No" And Material = "AISI 316" Then
Component.IsActive("DørkarmR:1") = True
Component.IsActive("DørkarmU:1") = False
Component.IsActive("Dørkarm.iam (Ass):1") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 2") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 3") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 4") = False
Component.Color("DørkarmR:1") = "Metal-Steel (Stainless, Brushed)"
iProperties.Material = "Metal-Steel (Stainless, Brushed)"
iProperties.Value("Project", "Stock Number") = "1"
Parameter("Sidekarm_Høyre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Sidekarm_Venstre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Overkarm_01:1", "d1") = COW+2*69+2*26
Parameter("Dørstokk-U:1", "d1") = COW+2*26
Parameter("Dørstokk-U-Plate:1", "d2") = COW+2*26
End If
```

```
If Profile = "R" And Holes = "Yes" And Material = "Al" Then
Component.IsActive("DørkarmR:1") = True
Component.IsActive("DørkarmU:1") = False
Component.IsActive("Dørkarm.iam (Ass):1") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 2") = True
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 3") = True
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 4") = True
Component.Color("DørkarmR:1") = "Aluminum (Flat)"
iProperties.Material = "Aluminum (Flat)"
iProperties.Value("Project", "Stock Number") = "1"
Parameter("Sidekarm_Høyre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Sidekarm_Venstre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Overkarm_01:1", "d1") = COW+2*69+2*26
Parameter("Dørstokk-U:1", "d1") = COW+2*26
```

Parameter("Dørstokk-U-Plate:1", "d2") = COW+2*26
End If

If Profile = "R" And Holes = "No" And Material = "Al" Then
Component.IsActive("DørkarmR:1") = True
Component.IsActive("DørkarmU:1") = False
Component.IsActive("Dørkarm.iam (Ass):1") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 2") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 3") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 4") = False
Component.Color("DørkarmR:1") = "Aluminum (Flat)"
iProperties.Material = "Aluminum (Flat)"
iProperties.Value("Project", "Stock Number") = "1"
Parameter("Sidekarm_Høyre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Sidekarm_Venstre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Overkarm_01:1", "d1") = COW+2*69+2*26
Parameter("Dørstokk-U:1", "d1") = COW+2*26
Parameter("Dørstokk-U-Plate:1", "d2") = COW+2*26
End If

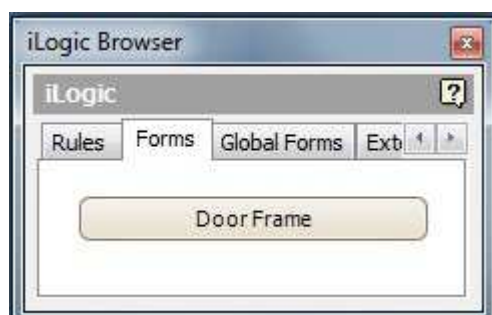
If Profile = "R" And Holes = "Yes" And Material = "Carbon Steel" Then
Component.IsActive("DørkarmR:1") = True
Component.IsActive("DørkarmU:1") = False
Component.IsActive("Dørkarm.iam (Ass):1") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 2") = True
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 3") = True
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 4") = True
Component.Color("DørkarmR:1") = "Metal-Steel"
iProperties.Material = "Carbon Steel"
iProperties.Value("Project", "Stock Number") = "1"
Parameter("Sidekarm_Høyre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Sidekarm_Venstre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Overkarm_01:1", "d1") = COW+2*69+2*26
Parameter("Dørstokk-U:1", "d1") = COW+2*26
Parameter("Dørstokk-U-Plate:1", "d2") = COW+2*26
End If

If Profile = "R" And Holes = "No" And Material = "Carbon Steel" Then
Component.IsActive("DørkarmR:1") = True
Component.IsActive("DørkarmU:1") = False
Component.IsActive("Dørkarm.iam (Ass):1") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 2") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 3") = False
Feature.IsActive("DørkarmR:1", "Hole 4") = False
Component.Color("DørkarmR:1") = "Carbon Steel"
iProperties.Material = "Metal-Steel"
iProperties.Value("Project", "Stock Number") = "1"
Parameter("Sidekarm_Høyre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Sidekarm_Venstre_01:1", "d1") = COH+24.5+35
Parameter("Overkarm_01:1", "d1") = COW+2*69+2*26

```
Parameter("Dørstokk-U:1", "d1") = COW+2*26  
Parameter("Dørstokk-U-Plate:1", "d2") = COW+2*26  
End If
```

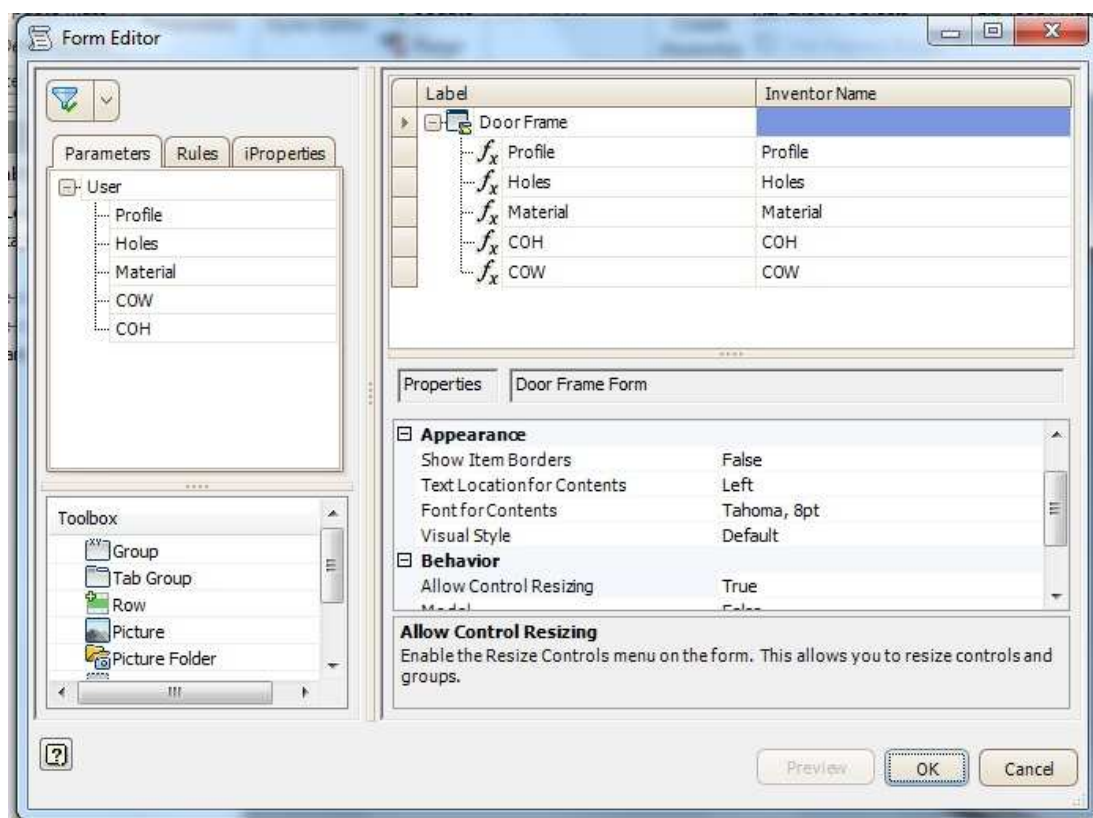
4.1.3 ОДРЕЂИВАЊЕ ФОРМЕ

Свако правило мора да прати одређену форму, јер без ње ништа не би функционисало. У прозору „iLogic Browser“ (слика 4.1.3.1) се налази опција која покреће и омогућава креирање форме.



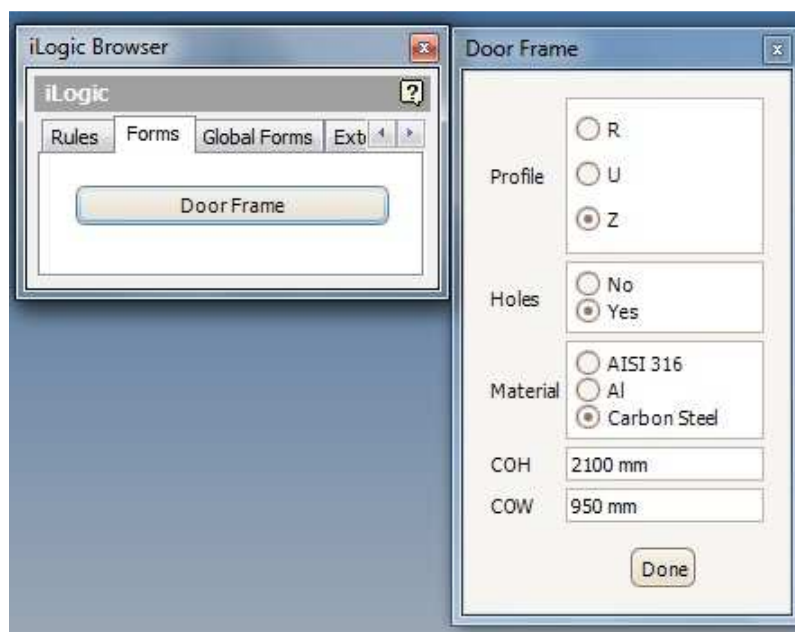
Слика 4.1.3.1 – Дијалог прозор „iLogic Browser“

Само креирање форме је од изузетног значаја за даљи рад програма. Притиском миша отвара се нов прозор „Form Editor“. У горњем десном делу прозора се убацују горе поменути параметри. У доњем десном делу се врши креирање форме и самог прозора који прати већ задато правило. У левом углу се налазе параметри задате функције. „Form Editor“ је приказан на слици 4.1.3.2.[9]



Слика 4.1.3.2 – Дијалог прозор „Form Editor“

Притиском на опцију „ОК“ појављује се урађена форма (слика 4.1.3.3) спремна за коришћење.

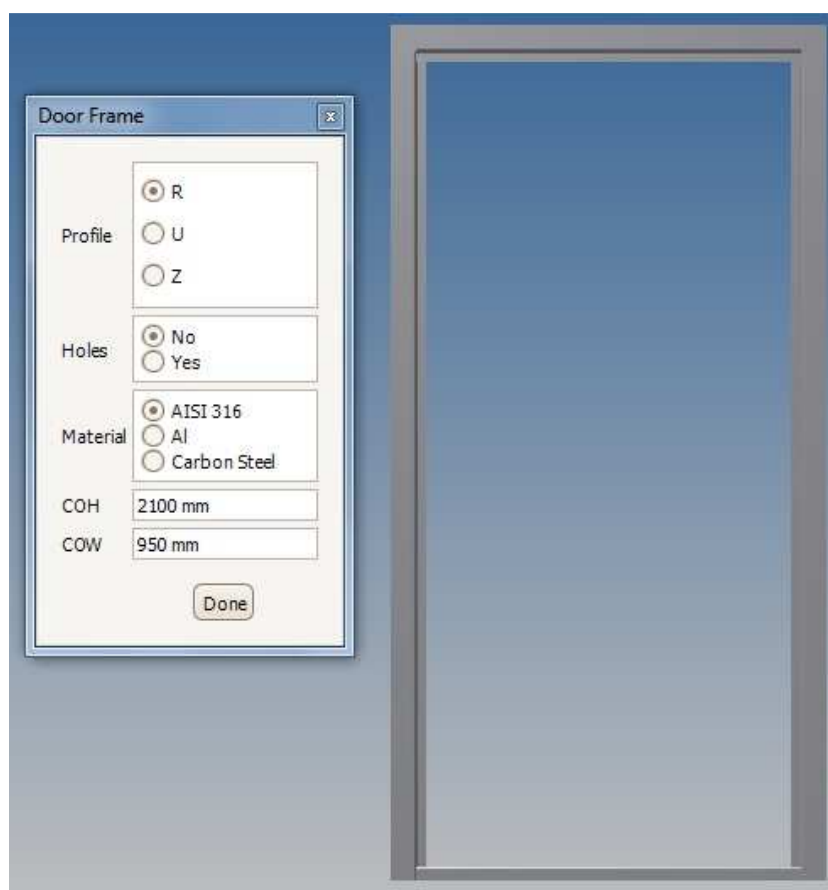


Слика 4.1.3.3 – Прозор „Form“

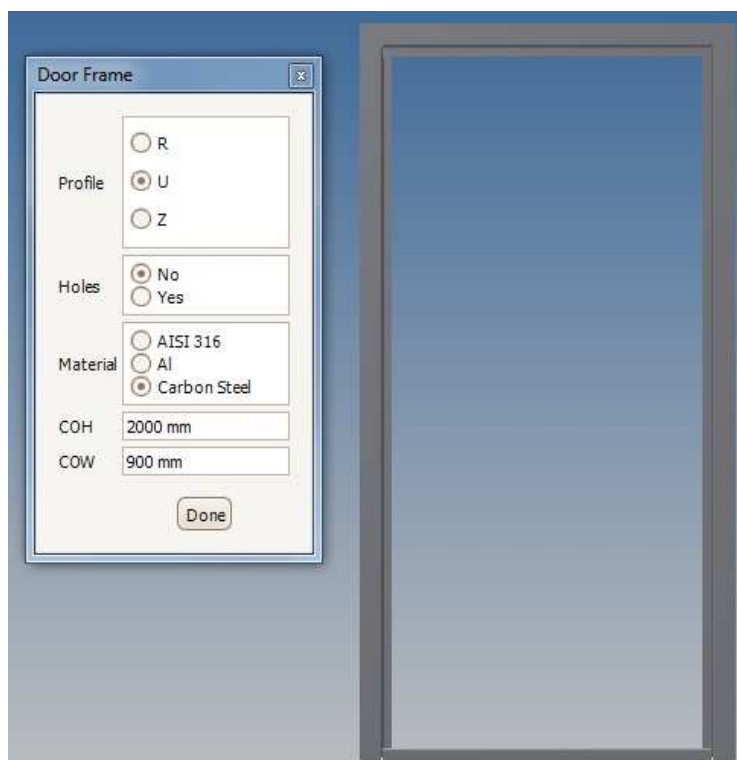
4.1.4 ПРИКАЗ РЕЗУЛТАТА

На слици 4.1.4.1 приказан је „R“ профил са одабраним карактеристикама материјала, избором опције без отвора за завртње и са одговарајућим димензијама. У зависности од захтева купаца ови подаци се могу мењати веома брзо што је и био циљ овог мастер рада. Вредности се мењају независно, једна од друге. Можемо мењати сваки део форме посебно.

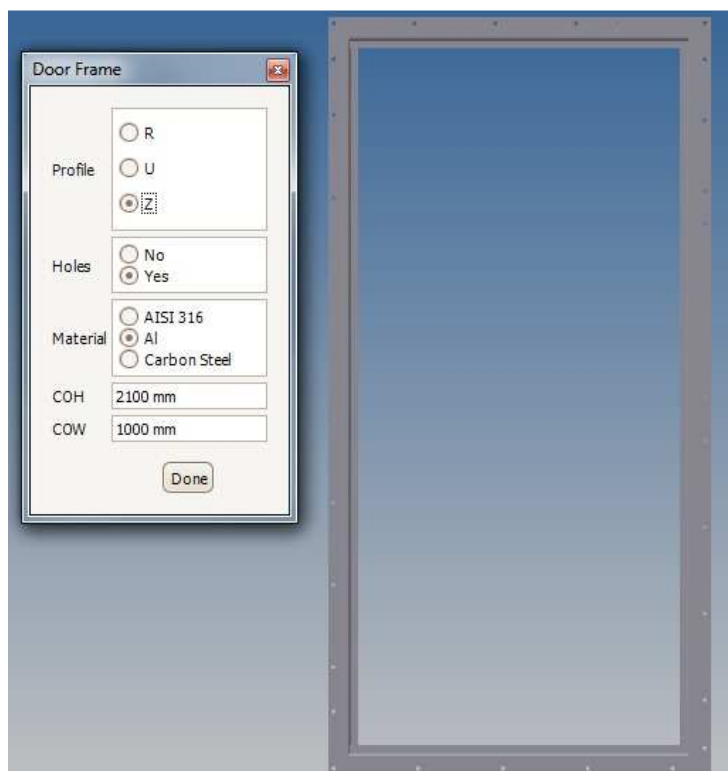
На сликама 4.1.4.2 је приказан „U“ профил са одређеним карактеристикама, а на слици 4.1.4.3 је приказан „Z“ profil.[9]



Слика 4.1.4.1 - „R“ профил са одређеним карактеристикама



Слика 4.1.4.2 - „U“ профил са одређеним карактеристикама



Слика 4.1.4.3 - „Z“ профил са одређеним карактеристикама

5.ПРОРАЧУН ВРАТА НА ЕКСПЛОЗИЈУ

Цео прорачун је урађен по „Det Norske Veritas (DNV),(Offshore Standard DNV-OS-D101)” Норвешком стандарду. Држећи се одређених правила прорачуна добија се максимални притисак на експлозију.[14]

Улазни податци модификованих врата:

Дозвољени притисак: $P = 0,3 \text{ bar}$

Дебљина лима: $t = 3 \text{ mm}$

Дужина укрућења: $L = 1984 \text{ mm}$

Затезна чврстоћа: $R_m = 320 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

Модул еластичности: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Чврстоћа материјала: $f_y = 235 \text{ MPa}$

Растојање укрућења: $b = 248 \text{ mm}$

Висина укрућења: $h = 30 \text{ mm}$

Ширина прирубнице: $b_f = 30 \text{ mm}$

Дебљина укрућења: $t_w = 3 \text{ mm}$

Дебљина прирубнице: $t_f = 3 \text{ mm}$

Површина: $t_f = 144 \text{ mm}^2$

Ефективни попречни пресек се израчунава по следећим обрасцима:

$$A_p = b_e \cdot t \quad A_p = 435 \text{ mm}^2$$

$$A_f = b_f \cdot t_f \quad A_f = 160 \text{ mm}^2$$

$$A_w = b_w \cdot t_w \quad A_w = 144 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_f \cdot A_w \quad A_s = 304 \text{ mm}^2$$

$$z = 0,5 \text{ mm}$$

$$A_1 = 369 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 369 \text{ mm}^2$$

$$e_1 = 1,3 \text{ mm}$$

$$e_2 = 23,9 \text{ mm}$$

Модул пластичности:

$$W_p = A_1 \cdot (e_1 + e_2); \quad w_p = 9295 \text{ mm}^3$$

$$W_{ps} = W_p$$

$$W_{pm} = W_p$$

Удаљеност од неутралне осе:

$$Z_0 = \frac{A_w \cdot \frac{h_w}{2} - A_f \cdot \frac{t_f}{2} + A_p \cdot \left(h_w + \frac{t}{2}\right)}{A_w + A_f + A_p}$$

$$Z_0 = 25,1 \text{ mm}$$

Густина челика:

$$\rho = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_p = t \cdot \rho \cdot b ;$$

$$W_p = 5,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_s = (A_w + A_f) \cdot \rho$$

$$W_s = 2,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_i = 128 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 120 \cdot \text{mm} \cdot b$$

$$W_i = 3,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W = 12,0 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Максимално дозвољена пластична деформација:

$$\varepsilon_p = 5\%$$

Еластична деформација:

$$\varepsilon_Y = \frac{f_Y}{E} = 0,112 \%$$

Максимална отпорност:

$$R_m = \frac{8}{l} (k_c \cdot M_{ps} + M_{pm})$$

$$k_c = 0$$

$$M_{ps} = W_{ps} \cdot f_y = 2,2 \text{ kNm}$$

$$M_{pm} = W_{pm} \cdot f_y = 2,2 \text{ kNm}$$

Динамички фактор оптерећења:

$$DLF = 0,57$$

Максимални притисак при експлозији:

$$F_1 = \frac{R_m}{DLF}$$

$$F_1 = \rho \cdot b \cdot l$$

$$P_{max} = \frac{R_m}{b \cdot l} \cdot \frac{1}{DLF}$$

$$P_{max} = 0,029 \text{ MPa} \quad P_{max} = 0,29 \text{ bar}$$

Улазни податци врата пре модификације:

Дозвољени притисак: $P = 0,3 \text{ bar}$

Дебљина лима: $t = 3 \text{ mm}$

Дужина укрућења: $L = 2075 \text{ mm}$

Затезна чврстоћа: $R_m = 320 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

Модул еластичности: $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Чврстоћа материјала: $f_y = 235 \text{ MPa}$

Растојање укрућења: $b = 260 \text{ mm}$

Висина укрућења: $h = 30 \text{ mm}$

Ширина прирубнице: $b_f = 30 \text{ mm}$

Дебљина укрућења: $t_w = 3 \text{ mm}$

Дебљина прирубнице: $t_f = 3 \text{ mm}$

Површина: $t_f = 144 \text{ mm}^2$

Ефективни попречни пресек се израчунава по следећим обрасцима:

$$A_p = b_e \cdot t \quad A_p = 438 \text{ mm}^2$$

$$A_f = b_f \cdot t_f \quad A_f = 160 \text{ mm}^2$$

$$A_w = b_w \cdot t_w \quad A_w = 144 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_f \cdot A_w \quad A_s = 304 \text{ mm}^2$$

$$z = 0,5 \text{ mm}$$

$$A_1 = 371 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 371 \text{ mm}^2$$

$$e_1 = 1,3 \text{ mm}$$

$$e_2 = 23,8 \text{ mm}$$

Модул пластичности:

$$W_p = A_1 \cdot (e_1 + e_2); \quad w_p = 9299 \text{ mm}^3$$

$$W_{ps} = W_p$$

$$W_{pm} = W_p$$

Удаљеност од неутралне осе:

$$Z_0 = \frac{A_w \cdot \frac{h_w}{2} - A_f \cdot \frac{t_f}{2} + A_p \cdot \left(h_w + \frac{t}{2}\right)}{A_w + A_f + A_p}$$

$$Z_0 = 25,2 \text{ mm}$$

Густина челика:

$$\rho = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_p = t \cdot \rho \cdot b ;$$

$$W_p = 6,1 \frac{kg}{m^3}$$

$$W_s = (A_w + A_f) \cdot \rho$$

$$W_s = 2,4 \frac{kg}{m}$$

$$W_i = 128 \frac{kg}{m} \cdot 120 \cdot mm \cdot b$$

$$W_i = 4 \frac{kg}{m}$$

$$W = 12,5 \frac{kg}{m}$$

Максимално дозвољена пластична деформација:

$$\varepsilon_p = 5\%$$

Еластична деформација:

$$\varepsilon_Y = \frac{f_Y}{E} = 0,112 \%$$

Максимална отпорност:

$$R_m = \frac{8}{l} (k_c \cdot M_{ps} + M_{pm})$$

$$k_c = 0$$

$$M_{ps} = W_{ps} \cdot f_y = 2,2 \text{ kNm}$$

$$M_{pm} = W_{pm} \cdot f_y = 2,2 \text{ kNm}$$

Динамички фактор оптерећења:

$$DLF = 0,57$$

Максимални притисак при експлозији:

$$F_1 = \frac{R_m}{DLF}$$

$$F_1 = \rho \cdot b \cdot l$$

$$P_{max} = \frac{R_m}{b \cdot l} \cdot \frac{1}{DLF}$$

$$P_{max} = 0.027 \text{ MPa} \quad P_{max} = 0.27 \text{ bar}$$

Добијени максимални притисак је мањи од дозвољеног и самим тим констатујемо да конструкција може издржати прорачунати притисак.[14]

Упоређењем вредности добијених притиска видимо да модификована врата могу да издрже већи притисак. Можемо донети закључак да су се на основу прорачуна модификована врата показала као боље решење.

6. АНАЛИЗА НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИОНОГ СТАЊА ПРОТИВПОЖАРНИХ ВРАТА

За анализу напонско-деформационог стања елемената противпожарних врата коришћена је **нумеричка метода - метода коначних елемената (МКЕ)**. У овом поглављу дате су, пре свега, основне претпоставке МКЕ и резултати анализе.

О методи коначних елемената

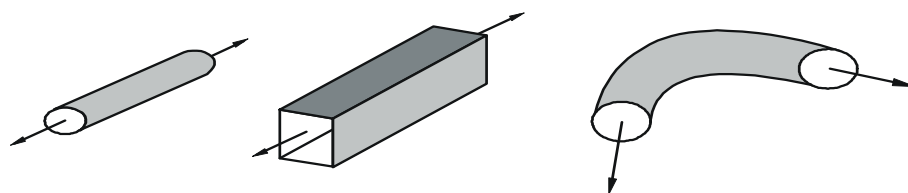
Метода коначних елемената (МКЕ) спада у групу савремених метода нумеричке анализе и међу њима заузима посебно место, како због своје једноставне математичке и физичке формулације, тако и због постојања великог броја софтвера. Основна идеја на којој се базира ова метода је физичка дискретизација континуума (непрекидна средина). Дакле тежња је да се уместо анализе деформабилног тела као континуума са бесконачним бројем степени слободе анализира дискретни модел израђен од међусобно повезаних коначних елемената са коначним бројем степени слободе.

Методу коначних елемената карактерише широк дијапазон примене, једноставна анализа дејства спољашње средине на конструкцију (механичка и температурна оптерећења, гранични услови и друго), као и аутоматизација свих етапа прорачуна.

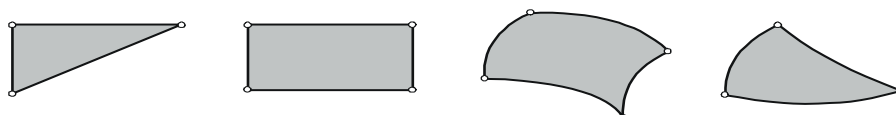
Решавање проблема применом МКЕ спроводи се кроз неколико фаза које се изводе једна по једна, а то су:

- дискретизација континуума,
- избор интерполационих функција,
- одређивање карактеристика елемената,
- формирање једначине конструкције,
- решавање система једначина,
- прорачун потребних утицаја.

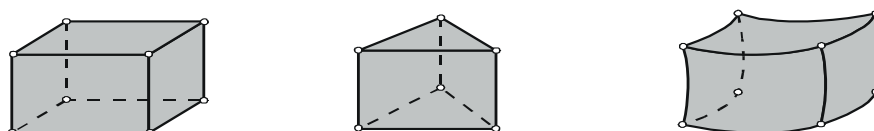
При анализи неког деформабилног тела методом коначних елемената, основни задатак је избор дискретног модела који најбоље апроксимира стање деформација и напона као и граничне услове. При дискретизацији континуума може се користити један тип коначних елемената или комбинација више типова у случају када се мора водити рачуна о њиховом слагању и густини мреже која се том приликом прави. Сви коначни елементи су повезани заједничким чворовима, тако да чине мрежу коначних елемената. Услед постојања велике разноврсности проблема, конструктивних облика, геометријских величина и утицаја код машинских конструкција, до данас је развијен велики број типова коначних елемената (слика 6.1). Коначни елементи се разликују међусобно по облику (линијски, равански, просторни) и по функцијама облика ("shape function"), односно интерполационим функцијама којима се апроксимира поље променљивих у коначном елементу.



Једнодимензионални коначни елементи (линијски)



Дводимензионални коначни елементи (равански)



Тродимензионални коначни елементи (просторни)

Слика 6.1 - Основни типови коначних елемената

Једнодимензионални коначни елементи су штапови, греде и др. са две или више чворних тачака, а користе се при дискретизацији линијских конструкција, тј. делова конструкција код којих је попречни пресек мали у односу на дужину. За дискретизацију површинских и равних конструкција (преграде, зидови, ламелни носачи, и др.) користе се дводимензионални коначни елементи са три, четири и више чворних тачака, као што су плоче и љуске. Код сложених геометријских облика машинских делова и конструкција, користе се тродимензионални коначни елементи (3D). Тродимензионални коначни елементи су у облику тетраедара (4 чвора) тј., у облику пирамиде или су у облику хексаедра са 8 чворова који се зове основни коначни елемент.[15]

За приказ основних једначина у методи коначних елемената користе се варијационе методе. У зависности од примењене варијационе методе разликују се три основна вида методе коначних елемената:

- метода померања или метода деформације,
- метода сила,
- мешовита метода.

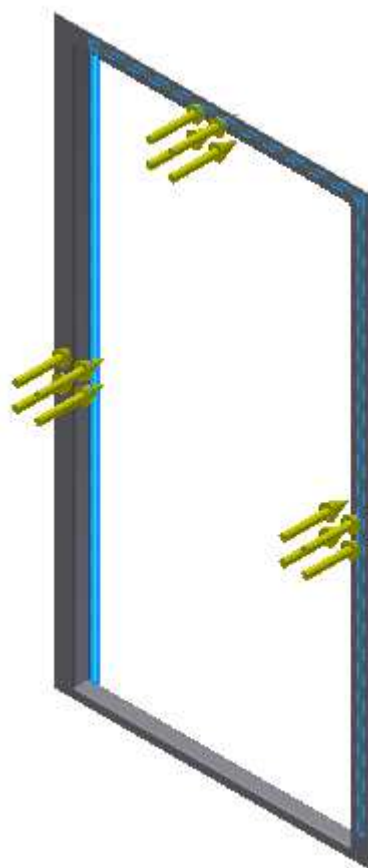
Највише се користе метода деформације и метода сила.[15]

6.1 АНАЛИЗА НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИОНОГ СТАЊА РАМА КОД ПРОТИВПОЖАРНИХ ВРАТА

У оквиру овог поглавља извршена је анализа напонско–деформационог стања рама противпожарних врата. За ту сврху коришћен је програмски пакет *INVENTOR*. Дефинисање мреже коначних елемената је вршено аутоматски.

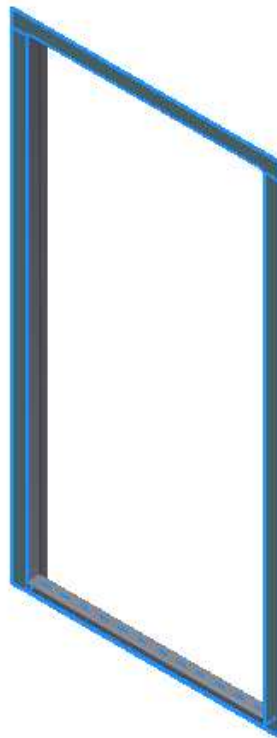
Рам је оптерећен на притисак (слика 6.1.1) који износи:

$$p = 0.01 \text{ MPa}$$



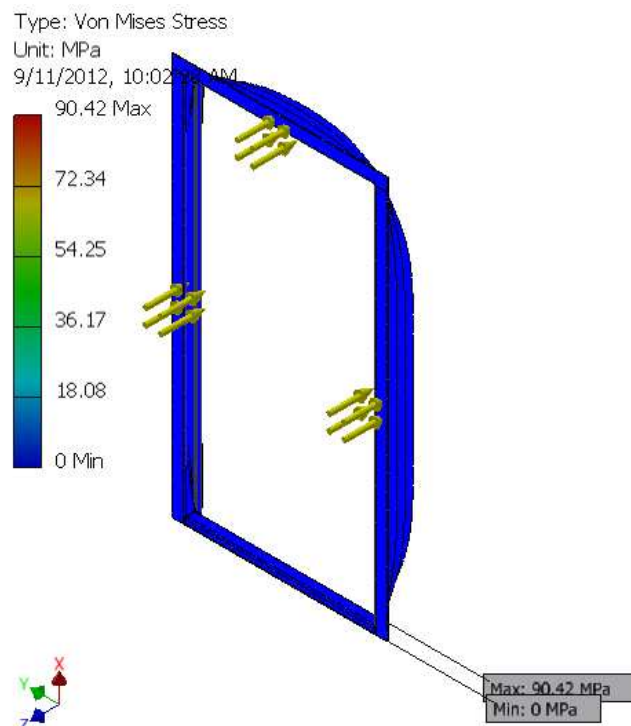
Слика 6.1.1 – Рам оптерећен на притисак

Фиксиране су следеће области приказане на слици 6.1.2.

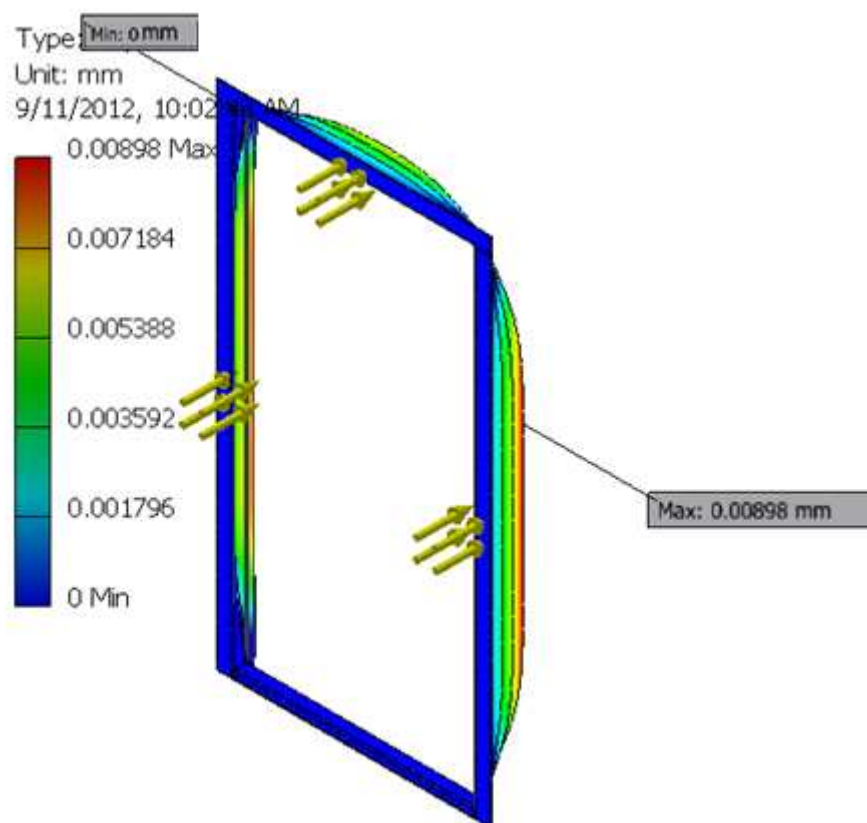


Слика 6.1.2. Фиксиране области на раму

Резултати изведеног испитивања су приказани на слици 6.1.3, померање на слици 6.1.4.



Слика 6.1.3 – Резултат испитивања



Слика 6.1.4 – Померање

Резултати добијени испитивањима налазе се у табелама 6.1.1, особине материјала (табела 6.1.2), притисак (табела 6.1.3), реакције сила и момента (табела 6.1.4), целокупан резултат (табела 6.1.5).

Mass	27.1803 kg	Avg. Element Size (fraction of model diameter)	0.1
Area	1922920 mm ²	Min. Element Size (fraction of avg. size)	0.2
Volume	3762620 mm ³	Grading Factor	1.5
Center of Gravity	x=-1003.52 mm	Max. Turn Angle	60 deg
	y=539.897 mm	Create Curved Mesh Elements	No
	z=-19.6004 mm	Use part based measure for Assembly mesh	Yes

Табела 6.1.1 – Физичке карактеристике

Name	A4	
General	Mass Density	7.75 g/cm ³
	Yield Strength	689 MPa
	Ultimate Tensile Strength	861.25 MPa
Stress	Young's Modulus	206.7 GPa
	Poisson's Ratio	0.27
	Shear Modulus	81.378 GPa
Stress Thermal	Expansion Coefficient	0.0000104 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$
	Thermal Conductivity	24.23 W/(m K)
	Specific Heat	160.57 J/(kg $^\circ\text{C}$)
Part Name(s)	Ram - gornji deo Ram - srtana1 Ram - strana2 Ram U - pod	
Name	Stainless Steel, 316L	
General	Mass Density	7.75 g/cm ³
	Yield Strength	689 MPa
	Ultimate Tensile Strength	861.25 MPa
Stress	Young's Modulus	206.7 GPa
	Poisson's Ratio	0.27
	Shear Modulus	0 GPa
Stress Thermal	Expansion Coefficient	0.0000104 $\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$
	Thermal Conductivity	24.23 W/(m K)
	Specific Heat	160.57 J/(kg $^\circ\text{C}$)
Part Name(s)	Ram U - pod 1	

Табела 6.1.2 – Особине материјала

Load Type	Pressure
Magnitude	0.010 MPa

Табела 6.1.3 - Притисак

Constraint Name	Reaction Force		Reaction Moment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	1100.19 N	0 N	16.4411 N m	0 N m
		0 N		-16.4411 N m
		1100.19 N		0 N m

Табела 6.1.4 – Реакције сила и момента

Name	Minimum	Maximum
Volume	3762620 mm ³	
Mass	29.1603 kg	
Von Mises Stress	0.000000000176175 MPa	90.4239 MPa
1st Principal Stress	-1.1953 MPa	60.4478 MPa
3rd Principal Stress	-42.409 MPa	0.930261 MPa
Displacement	0 mm	0.00897984 mm
Safety Factor	7.61966 ul	15 ul
Stress XX	-6.15489 MPa	20.0668 MPa
Stress XY	-3.35105 MPa	13.3 MPa
Stress XZ	-1.43473 MPa	41.2275 MPa
Stress YY	-2.80821 MPa	3.93662 MPa
Stress YZ	-1.21115 MPa	25.1927 MPa
Stress ZZ	-8.35955 MPa	1.80361 MPa
X Displacement	-0.000531023 mm	0.0055236 mm
Y Displacement	-0.00664883 mm	0.00664594 mm
Z Displacement	-0.00604018 mm	0.00024041 mm
Equivalent Strain	0.00000000000000726024 ul	0.000370583 ul
1st Principal Strain	-0.0000000451103 ul	0.000356371 ul
3rd Principal Strain	-0.000275599 ul	0.000000128455 ul
Strain XX	-0.0000256878 ul	0.000108263 ul
Strain XY	-0.0000205894 ul	0.0000817178 ul
Strain XZ	-0.00000881519 ul	0.000253309 ul
Strain YY	-0.0000166343 ul	0.000020184 ul
Strain YZ	-0.00000744153 ul	0.000154788 ul
Strain ZZ	-0.0000663933 ul	0.00000759708 ul
Contact Pressure	0 MPa	191.401 MPa
Contact Pressure X	-158.814 MPa	144.619 MPa
Contact Pressure Y	-44.6751 MPa	124.226 MPa
Contact Pressure Z	-16.3455 MPa	17.8986 MPa

Табела 6.1.5 – Целокупан резултат

Максимални напони који се јављају нижи су од границе течења коришћеног материјала, тако да дебљина рама добијена по DNV стандарду задовољава дате радне услове.

На слици 6.1.5 дат је визуелни приказ противпожарних врата која су урађена у *Auto Desk Inventor* 2012.



Слика 6.1.5 – Визуелни приказ противпожарних врата

7. ЗАКЉУЧАК

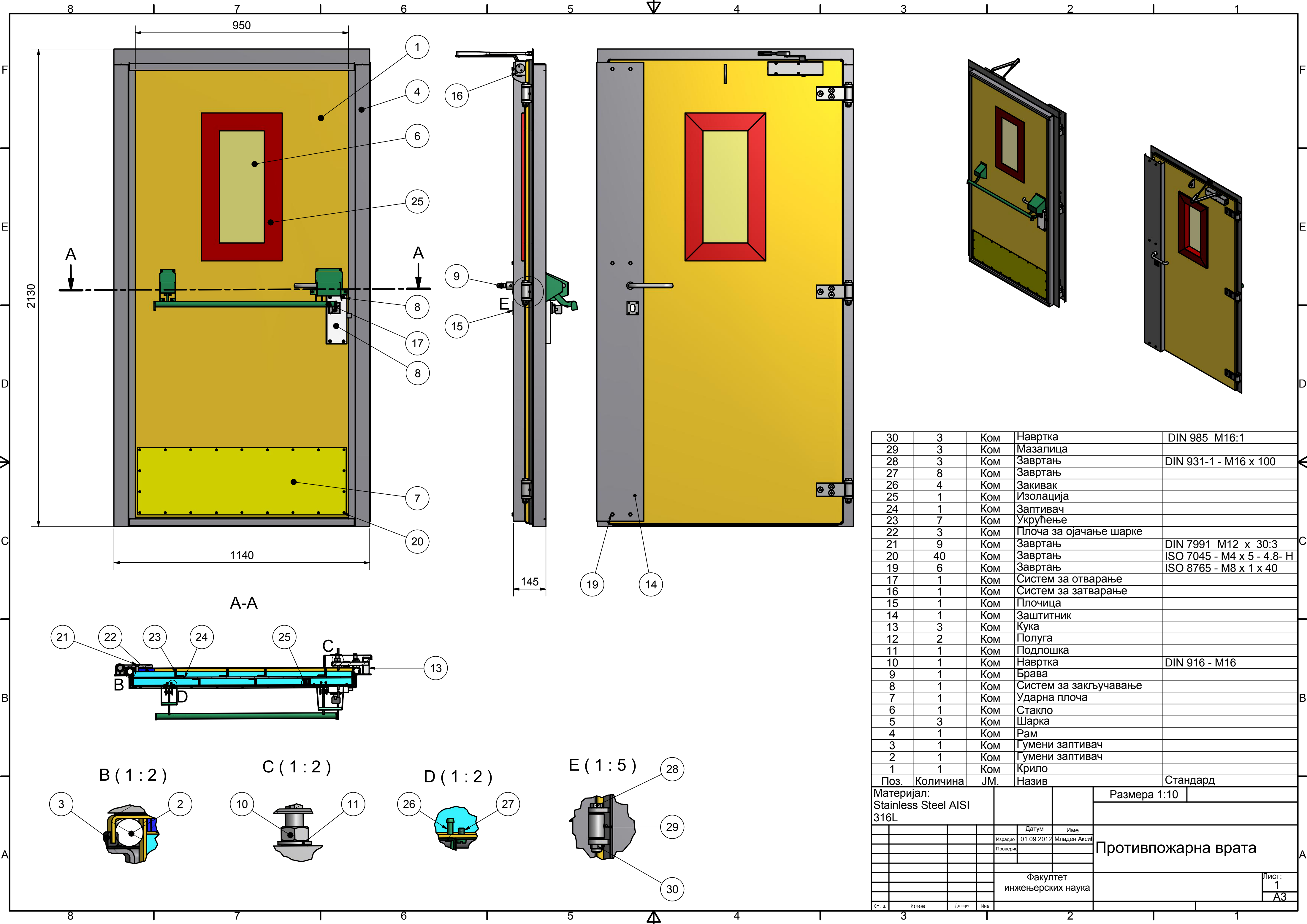
Овај рад описује процес моделирања противпожарних врата. Прорачун и моделирање су извршени на основу података добијених из компаније „Rap Bomek“. Полазећи од уводних разматрања, дизајна и примене у пракси, преко већ постојећих решења, применом софтверског пакета *Auto Desk Inventor*, дошло се до модификованог модела.

У раду су приказана постојећа решења компаније *Rapp Bomek* као и конкурентска решења и стандарди који морају бити примењени. Наредно поглавље нас уводи и објашњава дизајн новог решења, конципирање, моделирање облика и разматрање идејног решења са становишта утицајних фактора. Четврто поглавље приказује програмирање рама врата у *Auto Desk Inventor*-у у модулу *iLogic*. *iLogic* омогућује аутоматизацију задатака како би се избегло заморно дизајнирање. Коришћење одређених алата и креирање кода омогућава брже и боље конструисање одређених делова предвиђених за серијску производњу. То је био један велики изазов који је успешно савладан. У петом поглављу је дат прорачун који је рађен у складу са DNV стандардом. Добијени резултати модификованих врата показали су већу поузданост у односу на претходни модел који је приказан у овом раду. Шесто поглавље је пропраћено анализама модела које приказују понашање материјала приликом дејства притиска при експлозији.

На основу урађеног прорачуна, може се донети закључак да је конструкција способна да са сигурношћу извршава своју функцију и при најнеповољнијим условима предвиђене техничким задатком и степенима сигурности. Захвањујући програмирању остварен је бржи и лакши начин моделирања за серијску производњу.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Марјановић Н. : *Методе конструисања*, Машински факултет, Крагујевац , 1998.
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Door#History>, приступљено у мају 2012.
- [3] www.rappmarine.com, приступљено у марту 2012
- [4] JUGOSLOVENSKI STANDARD, *Quality management systems Requirements*, JUS ISO 9001, 2001.
- [5] Ивановић Л.: *Предавања из предмета Индустијски дизајн*, школске 2010/2011, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2010.
- [6] Кузмановић С.: *Индустијски дизајн*, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2010.
- [7] <http://www.wasi.rs/Nerdjajuci%20celici.htm>,
- [8] http://www.globalmetals.com.au/pdf/Stainless_Steel/Stainless_Steel_316.pdf
- [9] Shih R. : *Autodesk Inventor*, Oregon Institute of Technology, Oregon, 2006.
- [10] <http://www.evek.rs/nerjaveushaya-stal.html>,
- [11] <http://www.scribd.com/doc/63333222/i-n-d-u-s-t-r-i-j-s-k-i-d-i-z-a-j-n>
- [12] <http://www.scribd.com/doc/43508279/Estetika-i-ergonomija>
- [13] <http://www.scribd.com/doc/47947562/DIZAJN-POJAVA-I-NAZIV-konacna-verzija>
- [14] Det Norske Veritas (DNV), Oct 2005, “Offshore Standard DNV-OS-D101,”
- [15] Јовичић, Г.: *Педавања из предмета Инжињерски алати 2*, школске 2010/2011, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2010.



30	3	Ком	Навртка	DIN 985 M16:1
29	3	Ком	Мазалица	
28	3	Ком	Завртањ	DIN 931-1 - M16 x 100
27	8	Ком	Завртањ	
26	4	Ком	Закивак	
25	1	Ком	Изолација	
24	1	Ком	Заптивач	
23	7	Ком	Укрућење	
22	3	Ком	Плоча за ојачање шарке	
21	9	Ком	Завртањ	DIN 7991 M12 x 30:3
20	40	Ком	Завртањ	ISO 7045 - M4 x 5 - 4.8- H
19	6	Ком	Завртањ	ISO 8765 - M8 x 1 x 40
17	1	Ком	Систем за отварање	
16	1	Ком	Систем за затварање	
15	1	Ком	Плочица	
14	1	Ком	Заштитник	
13	3	Ком	Кука	
12	2	Ком	Полуга	
11	1	Ком	Подлошка	
10	1	Ком	Навртка	DIN 916 - M16
9	1	Ком	Брава	
8	1	Ком	Систем за закључавање	
7	1	Ком	Ударна плоча	
6	1	Ком	Стакло	
5	3	Ком	Шарка	
4	1	Ком	Рам	
3	1	Ком	Гумени заптивач	
2	1	Ком	Гумени заптивач	
1	1	Ком	Крило	
Поз.	Количина	ЈМ.	Назив	Стандард
Материјал:			Размера 1:10	
Stainless Steel AISI 316L			Противпожарна врата	
			Факултет инжењерских наука	
Ст. и.	Измене	Датум	Име	Лист: 1
				A3