

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Инжењерски алати

Број индекса: 35/2012

Бранислав М. Тасић

**Моделирање заварених конструкција
од стандардних профила у CAD
софтверима
завршни рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Ненад Марјановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

Објасни начин моделирања у CAD софтверима. Конструкција коју моделира треба да буде направљена од стандардних профила и спојена заваривањем. Претходно треба да укратко дефинише стандардне профиле, као и заваривање истих. Кандидат треба сам да одабере два CAD софтвера, направи конструкцију у њима, конструкцију која би имала употребну вредност, затим да опише поступак рада у тим софтверима, а онда укаже на сличности и разлике у одабраним софтверима. Након тога треба да уради и графички цртеж у оба програма и дода као прилог раду.

Препоручена литература:

[1] Ружица Николић, Весна Марјановић, Металне конструкције, приручник за прорачуне, Крагујевац 1998.

[2] Горан Девеџић, CAD/CAM технологије, Крагујевац 2009.

[3] Весна Марјановић, Металне конструкције - скрипта

Крагујевац, датум

Ментор:

Проф. Др Ненад Марјановић

Садржај

Резиме	4
Увод	5
1. Моделирање у САD софтверима	6
2. Профилисани носачи – стандардни профили	8
3. Заваривање	11
4. Моделирање заварених конструкција од стандардних профила у САТИА-и	15
4.1 Моделирање стандардним профилима	15
4.2 Заваривање у САТИА-и	24
5. Моделирање заварених конструкција од стандардних профила у Autodesk Inventoru	27
5.1 Моделирање стандардним профилима	27
5.2 Заваривање у Autodesk Inventoru	33
6. Разлика између САТИА-е и Autodesk Inventor-a	35
Закључци	39
Литература	41
Прилози	42

Резиме

У оквиру завршног рада сам показао на који начин се моделирају заварене конструкције од стандардних профила у CAD софтверима. CAD софтвери које сам користио у овом раду су CATIA и Autodesk Inventor. Почетак рада сам посветио стандардним профилима и заваривању истих. У наставку сам објаснио на који начин се моделирају заварене конструкције од стандардних профила у CATIA софтверу. Затим сам објаснио поступак моделирања заварених конструкција од стандардних профила у Autodesk Inventor софтверу. У последњој тачки рада сам обратио пажњу на разлике између моделирања у ова два софтвера, на предности и мане појединих функција.

Кључне речи: моделирање, заварене конструкције, стандардни профили, CATIA, Autodesk Inventor

Summary

Within the final work I showed how to model the welded structure from standard profiles in CAD software. CAD software I have used in this work are CATIA and Autodesk Inventor. Getting started devotes itself to standard profiles and welding them. In the process I explained how to model the welded structure from standard profiles in CATIA software. I then explained the process of modeling welded constructions of standard profiles in Autodesk Inventor software. In the last point of work I paid attention to the differences between the two modeling softwares, the advantages and disadvantages of a particular function.

Key words: Modeling, welded structures, standard profiles, CATIA, Autodesk Inventor

Увод

Савремено тржисте намеће компанијама производњу високо квалитетних производа. За реализацију тог циља нису довољни само ефикасни пословни процеси и савремена технологија већ савремено моделирање и пројектовање. То подразумева примену разних софтверских алата и технологија тј. пројектовање помоћу рачунара.

CAD системи или системи за пројектовање помоћу рачунара представљају скуп софтверских алата и технологија који инжењерима помажу приликом пројектовања. Постоји велики број CAD софтвера, неки од њих су: CATIA, Autodesk Inventor, Solid Works,... Савремени CAD програмски пакети поседују посебне модуле за скицирање основних идеја конструктора које се током рада могу мењати и дорађивати.

Коришћење ових софтверских алата омогућава истовремено одвијање већег броја конструкторских активности. Циљ таквог рада је скраћивање времена потребног за развој производа од идеје до реализације истог, уз постизање високог квалитета.

Доступност ових система некада је била знатно умањена, међутим сада има много већу употребу експанзијом персоналних рачунара. Примена савремених CAD система подразумева стварање 3D модела производа применом моделских форми. Модерни CAD системи поседују функције које кориснику омогућавају веома лак и брз прелазак са једне на неку другу врсту модела.

У наредним поглављима дат је кратак опис стандардних профила и начин њиховог заваривања. Након тих поглавља дата су поглавља о заваривању стандардних профила у CAD софтверима (CATIA и Autodesk Inventor) на примеру израде радног стола.

1. Моделирање у CAD софтверима

CAD – Computer Aided Design (конструисање помоћу рачунара)

CAD софтвери подразумевају примену рачунара и графичког софтвера за помоћ при изради или побољшању конструкције производа од конципирања до документације.

CAD софтвери поседују групе метода и алата који помажу процесу конструисања у следећим ставкама уз помоћ рачунара:

- Креирању геометријске презентације онога што се конструише,
- Димензионисању и толеранцијама,
- Управљању изменама конструкције,
- Архивирању,
- Размени информација о деловима и склоповима,
- "Храна" за наредне кораке у животном веку производа,...

CAD систем чине корисник, хардвер (hardware), софтвер (software) и проблем (слика 1.).



Слика 1. CAD систем сачињен од корисника, хардвера, софтвера и проблема

Коришћењем CAD софтвера остварује се велики број предности. Једна од њих је повећана продуктивност тј. брзина. Она обухвата аутоматизацију рутинских послова ради повећања креативности, коришћење већ постојећих модела стандардних делова и облика, и Rapid prototyping. Још једна од предности је подршка изменама на конструкцији. Нема потребе за поновним цртањем свих делова после сваке измене, као и чување предходних конструкционих интеракција. У предности спада и комуникација са другим тимовима инжењера, са другим софтверима, као и са маркетингом.

Моделирање је процес стварања модела кроз дефинисање његових геометријских, димензионих, тополошких, инжењерских, технолошких и производних карактеристика.

Модел је рачунарска представа реалног производа или процеса.

Просторно моделирање подразумева да се будући производ и његови делови креирају, приказују и памте као 3D објекти, што они у стварности и јесу.

Просторно моделирање има доста својих предности, неке од њих су:

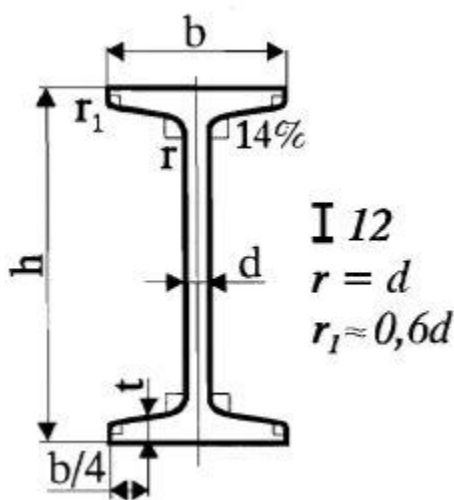
- Моделирани просторни објекат има све потребне информације за израду, прорачун, анализу, симулације, контролу,...
- Моделирани објекат има реалан изглед,
- Нема потребе за "дешифровањем" цртежа,
- Када је потребно, лака је израда цртежа (документације).

2. Профилисани носачи – стандардни профили

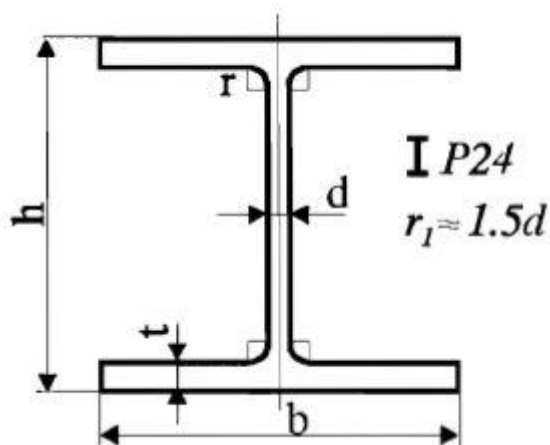
Основни конструктивни елементи углавном су од челика и добијају се ваљањем. Челик се излива у инготе (блокове) и они се у топлом стању преносе у ваљаонице где у јамастим пећима челик добија одговарајућу температуру која је погодна за ваљање. Када достигне температуру ваљања ингот се пропушта кроз ваљаонички стан у више пролаза. Крајњи производи ваљања су основни конструктивни елементи:

- штапови
- лимови
- профилисани носачи – стандардни профили

Први профилисани носач увео је Француски инжењер Зоре (Zorés). Он је 1845. године увео ваљање носача I-профила (слика 2.). Сада је овај профил основни елемент при конструисању гредних носача и стубова. Због технике ваљања условљен је унутрашњи нагиб ножице. Полупречник заобљења r једнак је дебљини ребра. Потреба за већом крутошћу при савијању довела је до увођења I-профила са широком паралелном ножицом познатом под називом Пајенов (Peiner) носач (слика 3.). До профила 30, ножица је једнака висини профила, после тога она остаје 300mm. Највећи профил је 1000mm висине. У новије време изрђују се профили са широком паралелном ножицом, ради повећања економичности, али различитих дебљина ножица. I-профили са уским ножицама деле се на: IPN и IPE профиле, а профили са широким ножицама на: HEA, HEB, HEM и HD.



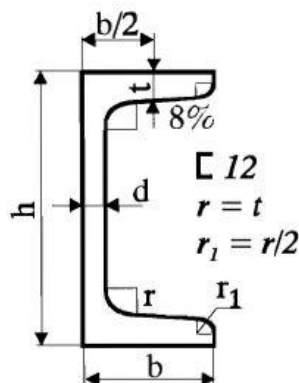
Слика 2. I-профил



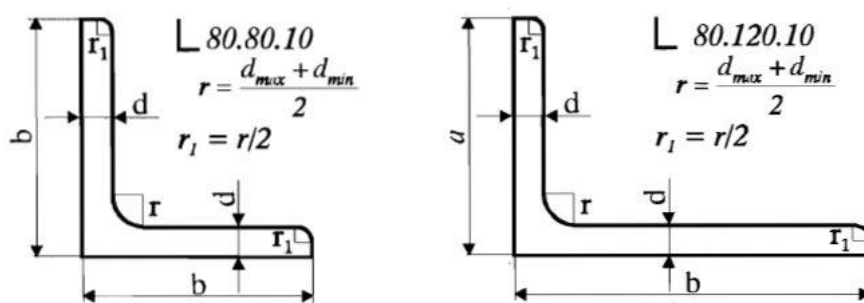
Слика 3. I-профил са паралелном ножицом

U-профила има све до висине од $h=300\text{mm}$, ширине ножице $b=(h+100)/4$. За веће профиле овај однос не важи. Полупречник је једнак дебљини ножице (слика 4.).

L-профили се добијају ваљањем између калибрираних ваљака. Краци L-профила (угаоника) стоје под правим углом и они су или истих дужина или различитих, у односу 1:1.5 или 1:2. У првом случају зову се равнокраки угаоници, док су у другом разнокраки. Свака врста угаоника израђује се у 3 или 4 дебљине. Полупречник заобљења r једнак је средњој дебљини угаоника који се ваљају за ту ширину крака (слика 5.). Полупречник r_1 једнак је половини полупречника r заокружено на 0.5mm.

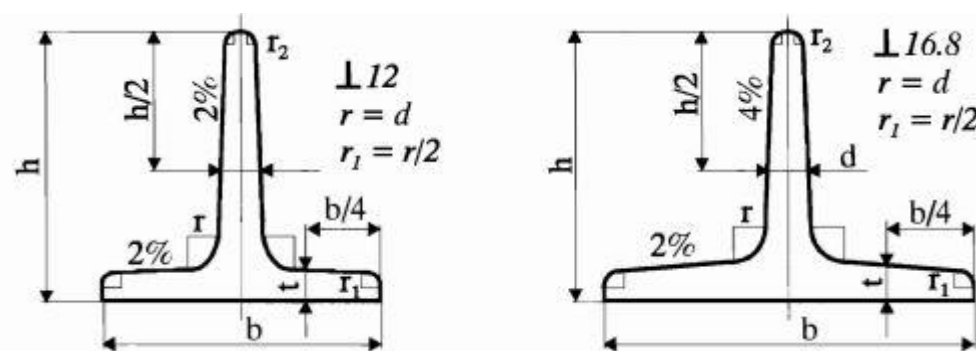


Слика 4. U-профил



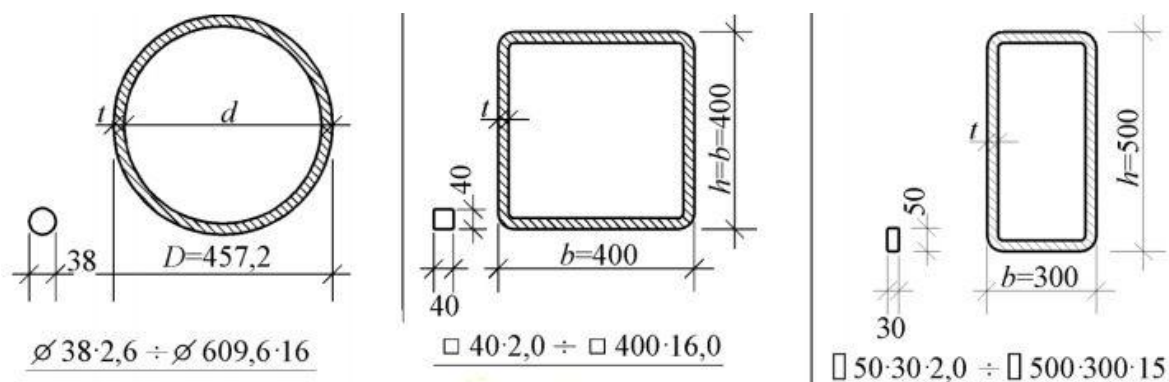
Слика 5. Равнокраки и разнокраки L-профили

Поред ових стандардних профила, који се најчешће користе, постоје и други облици профила за које се потребни подаци могу пронаћи у приручницима за челичне конструкције. Неки од њих су Т-профили (слика 6.), постоје две врсте ових профила. Они који су ваљани са високим ножицама где је $b=h$, до 160mm највише, или са широком ножицом, где је $b=2h$, до највише 200mm.



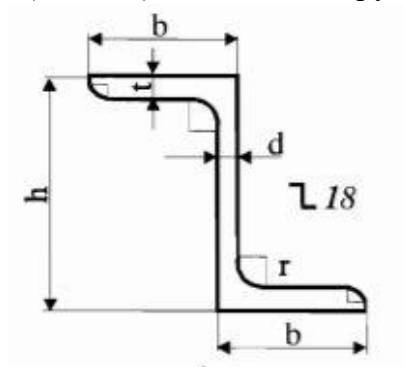
Слика 6. Т-профили

Постоје и шупљи профили који могу бити округлог, квадратног или правоугаоног облика (слика 7.).



Слика 7. Округли, квадратни и правоугаони шупљи профили

Такође постоје и Z-профили који се ваљају са висином од 30 до 200mm и ширином ножице од 38 до 80mm (слика 8.), као и многи други.



Слика 8. Z-профил

Профили се израђују по већ утврђеним стандардима. Ти стандарди су: ANSI, DIN, GB, ISO и JIS стандарди.

Геометријски и статички подаци ваљаног материјала дају се у таблицама профила у техничким приручницима.

3. Заваривање

Профилисани носачи се у радионицама спајају у елементе конструкција. Због ограничене дужине елемената и могућности транспорта елементи се настављају. То се постиже елементима за везу:

- закивцима
- завртњевима
- чеповима
- шавовима добијеним заваривањем

Спојеви могу бити раздвојиви и нераздвојиви. Заваривање спада у нераздвојиве спојеве. Заваривање се све више примењује, јер има доста предности. Економичније је и смањује укупну тежину конструкције за 10 до 20%. Заваривањем се избегава слабљење елемената отворима. Омогућује се извођење сложених конструктивних облика. Недостатак је зависност квалитета везе од квалификације и пажње заваривача – могуће је елиминисати ово применом аутоматизованих поступака.

Заваривање се врши топљењем, то је спајање два иста или слична метала којима се помоћу топлоте остварује материјални континуитет на такав начин да спој има што равномерније корисне особине. Ова дефиниција показује да топлота игра битну улогу при заваривању и да је заваривање успешно ако се постигну што равномерније корисне особине.

Заварљивост је способност материјала да се може заварити. Материјал је заварљив ако су испуњена три услова, један за другим:

- да је могуће оставрити материјални континуитет завареног споја између ивица делова које треба спојити, без грешака које се јављају приликом израде шавова, то је оперативна заварљивост;
- ако је први услов испуњен, онда даље, шав и његова околина треба да имају тражене особине, то је металуршка заварљивост;
- ако су шавови једри и имају тражене особине, заварена конструкција као целина (с обзиром на њену крутост, облик и сопствене напоне) треба да има особине које одговарају добраном понашању конструкције за време експлоатације, то је конструктивна заварљивост.

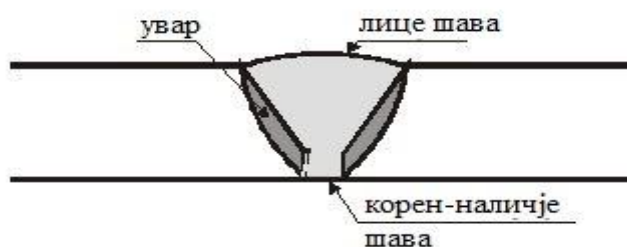
Основни материјал је материјал од кога су изграђени делови које треба заваривањем спојити.

Спој одређује међусобни положај делова који се заварују.

Шав је само место спајања.

Завар показује начин топљења електроде, да ли се празнина између елемената који се спајају попуњава са једним или више слојева.

Саставни делови шави су приказани на слици 9.



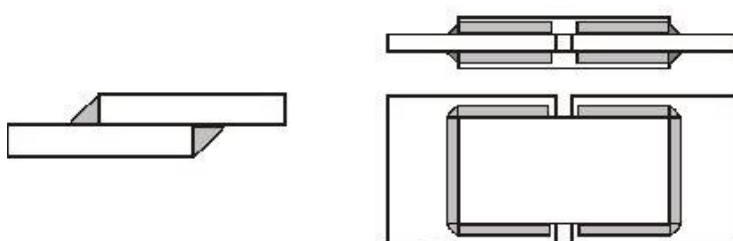
Слика 9. Саставни делови шави

Врсте шавова:

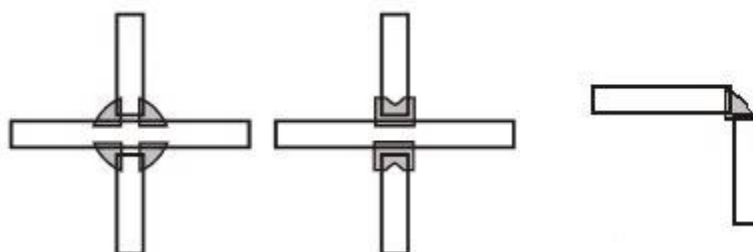
- Сучеони – оба комада леже у истој равни па се доводе до сучељавања и онда спајају, (слика 10.)
- Преклопљени – ако се комади преклапају (или су у истој равни, али се спајају подвезама које их преклапају), (слика 11.)
- Угаони – ако делови заклапају неки угао, најчешће прав, (слика 12.)
- Крстасте, (слика 13.)



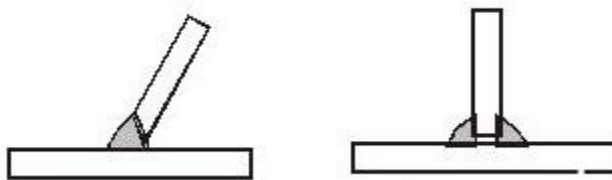
Слика 10. Сучеони шав



Слика 11. Преклопљени шавови



Слика 12. Угаони шавови



Слика 13. Крстасти шавови

Заваривање има широку и веома разгранату примену у машинству. Омогућује израду машинских делова и целе конструкције спајањем делова једноставног облика. Самим тим има и доста својих предности али и мана. Предности заваривања су:

- Упрошћавање конструкције;
- Замењује технологије ливења и ковања, уз одређене економске предности;
- Олакшање могућности обликовања конструкције;
- Смањење масе конструкције, заварене конструкције су за 20% мање тежине од закованих, а од ливених и до 50%;
- Повећање продуктивности остварено механизацијом и аутоматизацијом поступка заваривања;
- Снижавање производних трошкова;
- Применљивост и могућност брзе реализације конструктивних пројеката.

Поред свих ових предности, заваривање има и своје мане тј. недостатке. Недостаци заваривања су:

- Заварени спојеви се образују на топло, што занчи да долази до локалног загревања;
- Долази до промене структуре и механичких особина завареног споја;
- Услед неравномерног загревања и хлађења настаје опасност од појаве унутрашњих напона и деформација;
- Опасност од електричне струје, електричног лука, гасног пламена,...
- Скупа текућа или накнадна термичка обрада и контрола;
- Скуп стручни кадар.

Постоје одрђене напомене при конструисању заварене везе, а то су:

- Треба водити рачуна да је шав приступачан извођењу. Треба настојати да се заваривање може извршити у хоризонталном положају.
- Не препоручује се заваривање делова дебљине веће од 30mm.
- Треба избегавати монтажне спојеве (спојеви изведени на градилишту).
- Испрекидани шавови су применљиви само у случају статички оптерећених конструкција.
- Треба избегавати прекомерно нагомилавање шавова на једном месту.
- Ако је веза ваљаног профила чеона не треба заваривати места заобљења.
- Није дозвољена комбинација шавова и завртњева у истом споју.

- Ако је угаони шав носећи, онда његова дебљина не сме бити мања од 3mm.

Комплетно пројектовање производних система (заваривање) са свим њиховим саставним елементима данас се може извести успешно само уз подршку компјутерских технологија (CAD, CAM, CIM,...). Позитивна искуства најразвијенијих индустријских земаља на свету указују на то.

Тако организовани компјутерски инжењеринг на свим нивоима производног система обезбеђује:

- Брз и за предузеће економичан одговор на тржишту;
- Најмањи број грешака како у току израде дела тако и при његовој експлоатацији.

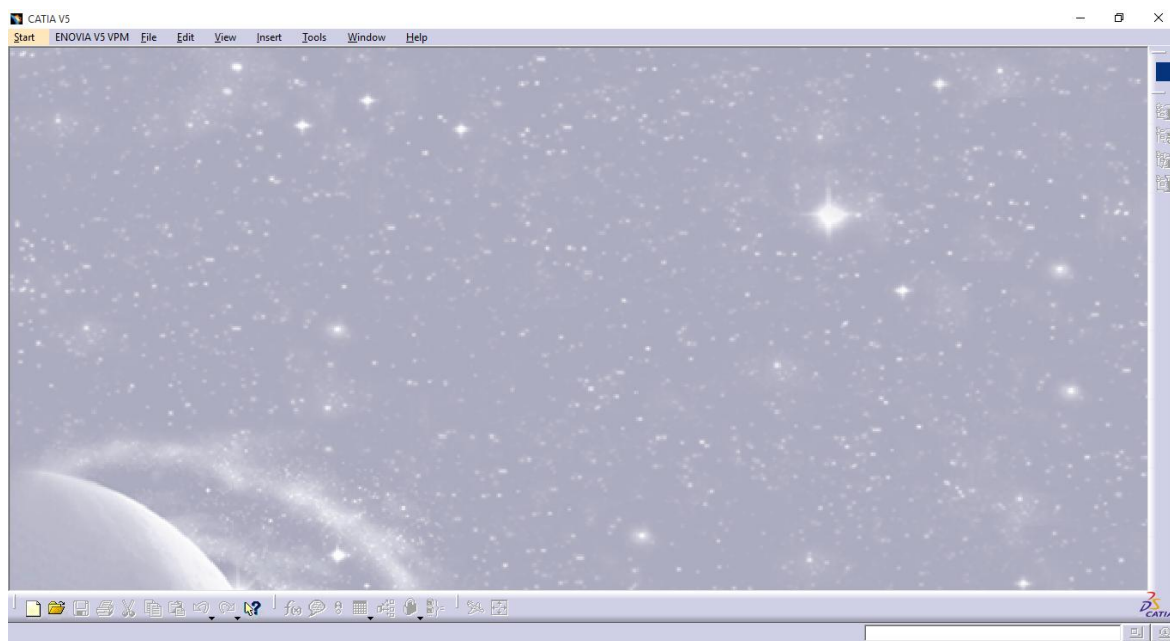
4. Моделирање заварених конструкција од стандардних профила у CATIA-и

CATIA је тродимензионални рачунарски програм за рачунарско пројектовање и техничко конструисање.

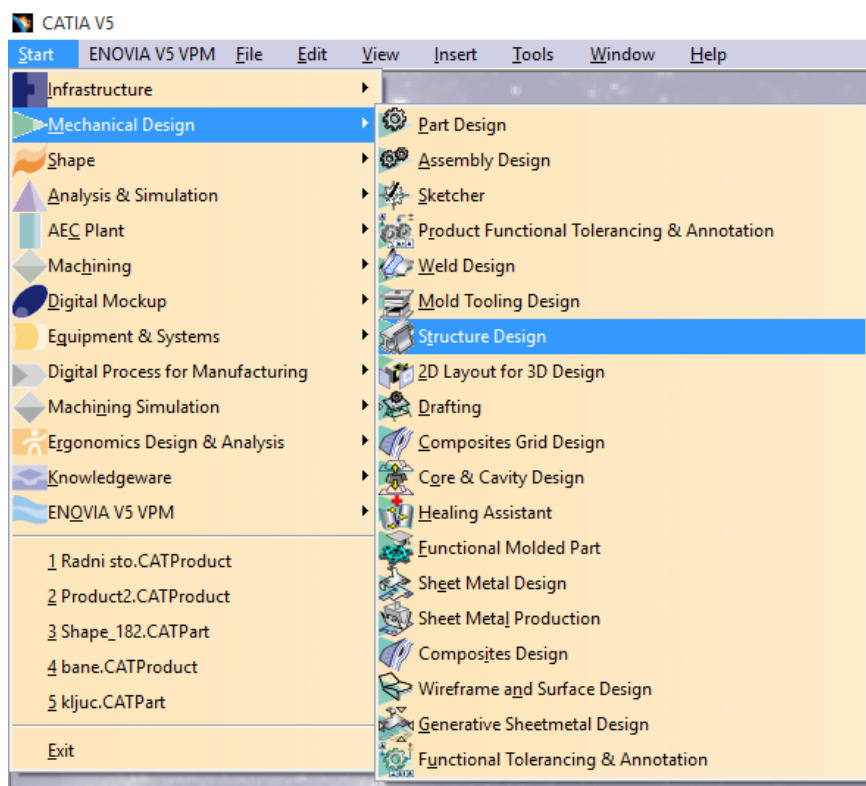
CATIA – Computer Aided Three Dimensional Interactive Application, што значи рачунаром подржан тродимензионални интерактивни програмски пакет. Програм ради у различитим радним окружењима. Радно окружење се дефинише као специфично окружење које се састоји од скупа алата, који омогућавају кориснику да извршава специфичне конструкторске задатке у одређеној области.

4.1 Моделирање стандардним профилима

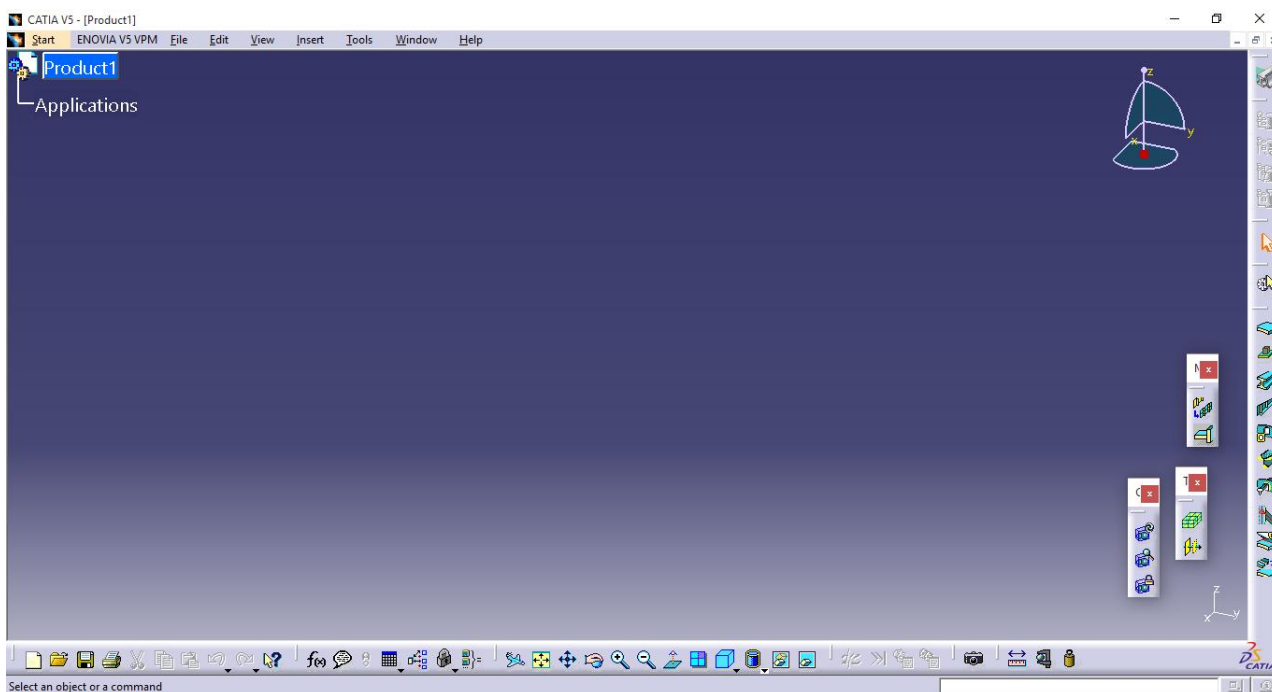
Покретањем програма отвара се почетни екран (слика 14). Следећи корак је одабир радног окружења у ком ће конструктор наставити свој рад. У овом случају то је Structure Design (Конструкције). Ово окржење се проналази кликом на Start у горњем левом углу, отвориће се падајући мени на коме се налази Mechanical Design. Кликком на Mechanical Design појавиће се још један мени у ком се налази Structure Design (слике 15. и 16.).



Слика 14. Почетни екран

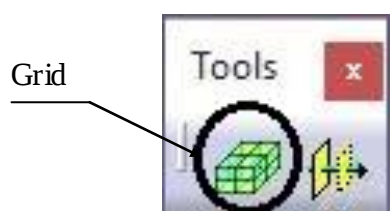


Слика 15. Начин проналаска Structure Design-a

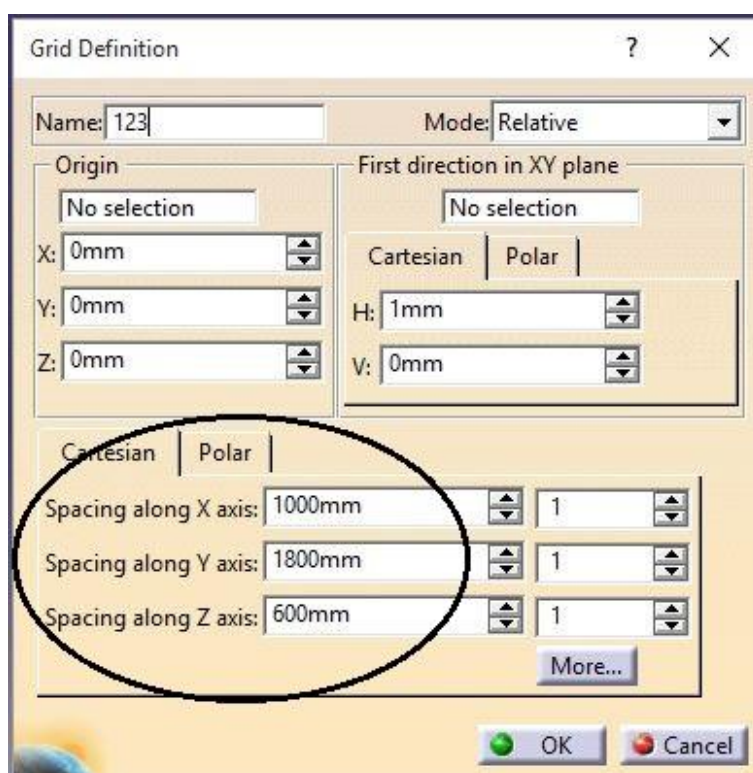


Слика 16. Structure Design

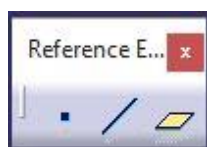
Следећи корак је направити тродимензионалну скицу линија по којима ће се постављати стандардни профили. Почетак прављења скице је кликом на алатку Grid (координатна решетка) која се налази у палети алата Tools (слика 17.). Након постављања основних димензија за координатну решетку у опцији Grid (слика 18.), дуплим кликом на било коју од линија добијене решетке отвара се ново окружење. Ново отворено окружење је Part Design у ком се наставља детаљно цртање скице. На већ постојеће линије се додају нове помоћу опција Point и Line у палети алата Reference Elements (слика 19.).



Слика 17. Палета алата Tools

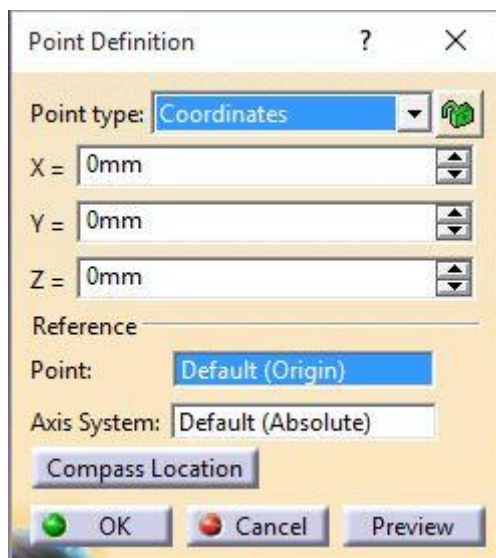


Слика 18. Алатка Grid



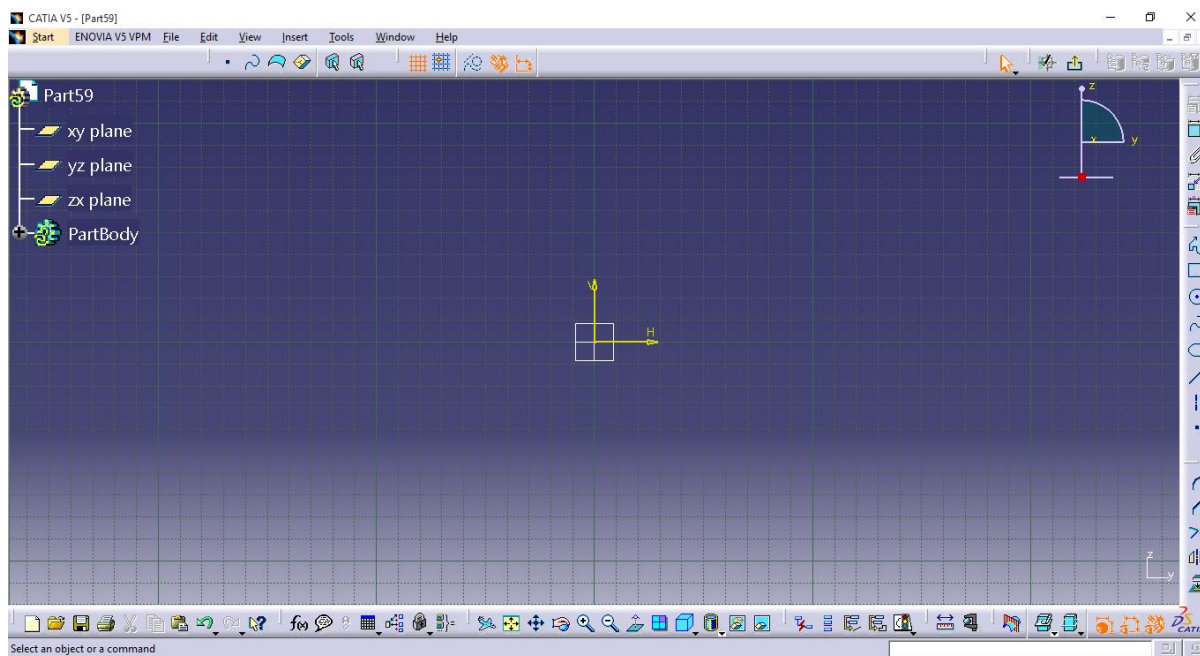
Слика 19. Палета алата Reference Elements

Алатка Point се користи на следећи начин. Кликом на њу отвара се прозор у којем се уписују координате на којима желимо да се појави тачка (слика 20.). Док се линије цртају одабиром опције Point-Point, а затим одабиром две тачке које желимо спојити линијом.



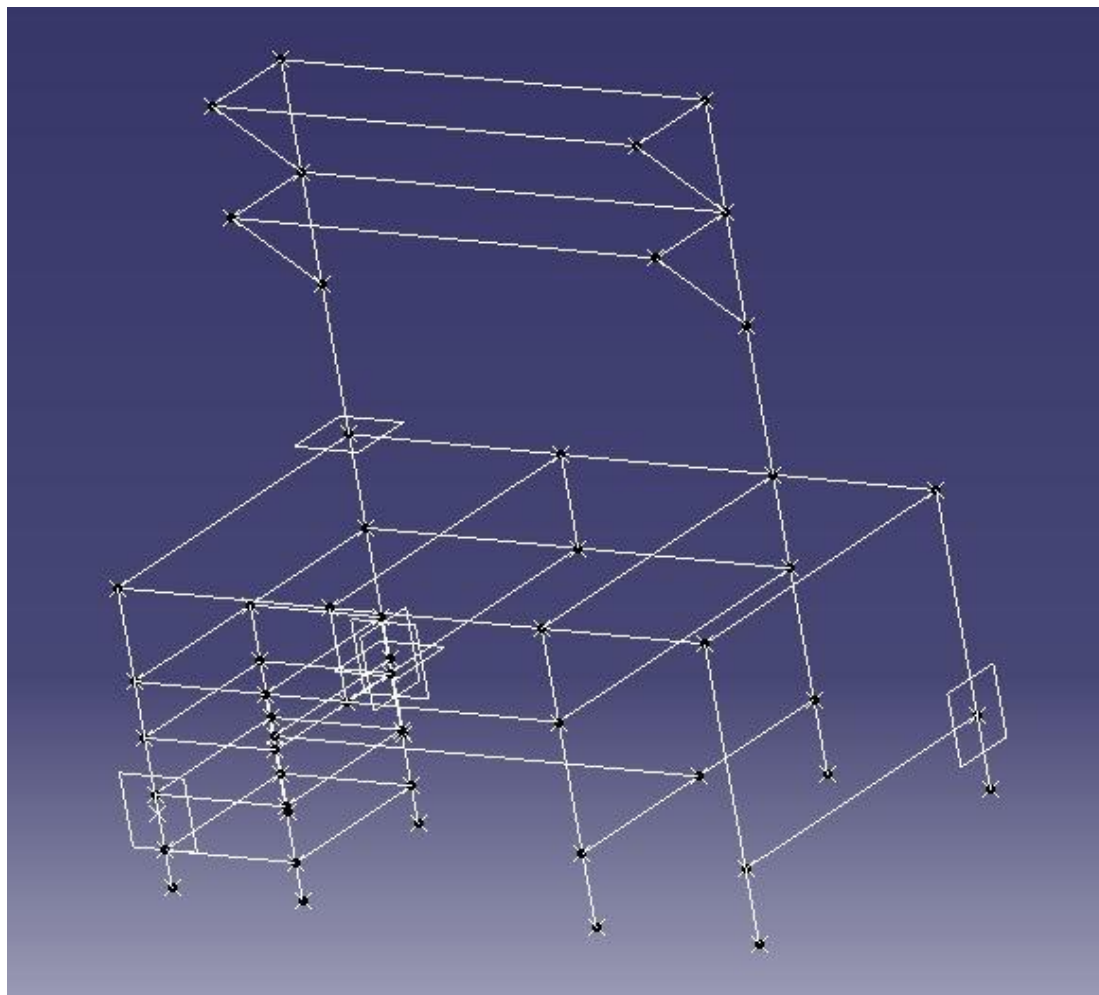
Слика 20. Изглед алатке Point

Постоји и други начин цртања скице, а то је цртањем дводимензионалне скице у свакој од три равни путем алатке Sketch. Кликом на раван у којој желимо цртати, а затим одабиром ове алатке отвара се простор за цртање дводимензионалне скице (слика 21.). По завршетку скицирања, враћамо се у претходно окружење и тако редом за сваку од три равни.



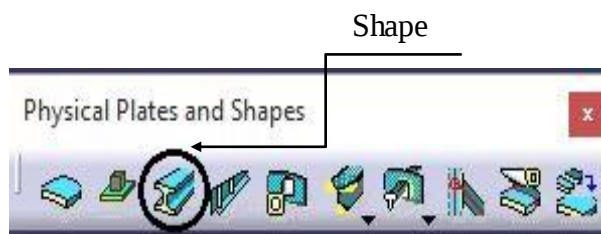
Слика 21. Изглед простора за цртање дводимензионалних скица

Приликом скицирања предходно замишљеног радног стола коришћен је први начин скицирања. Након додавања тачака и линија на почетну решетку добија се крајњи изглед скице (слика 22.).



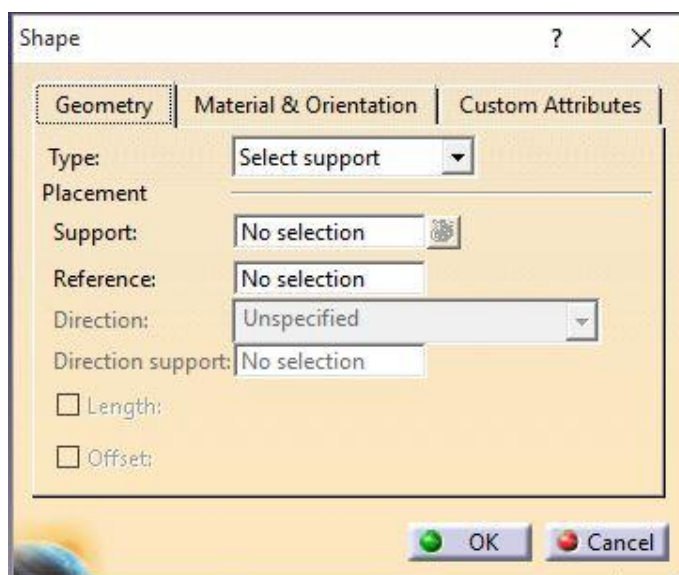
Слика 22. Крајњи изглед скице

Пошто је скица завршена, на реду је убацивање стандардних профила. Пре свега потребно је вратити се у Structure Design након скицирања у Part-у. Следећи корак је пронаћи алатку Shape, која се налази у палети алата Physical Plates and Shapes (слика 17.).

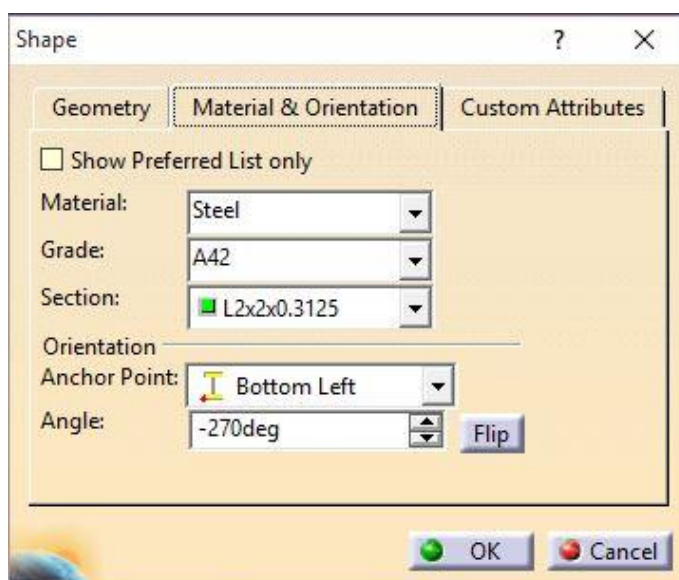


Слика 17. Палета алата Physical Plates and Shapes

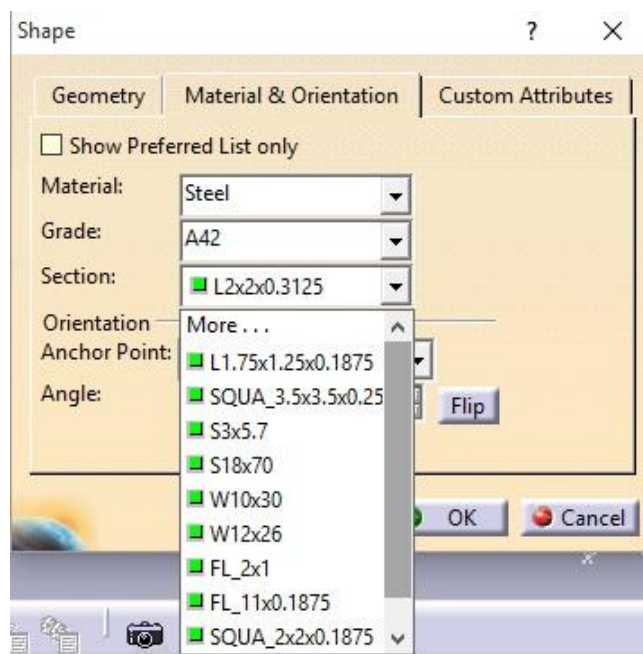
Кликом на Shape отвара се прозор у ком треба одабрати стандардни профил који ће се користити за жељену линију скице (слика 23.). Пребацивањем на картицу Material and Orientation отвара се могућност одабира материјала и типа стандардног профила (слика 24.). Од стандардних профила у САТИА-и постоји база стандардних профила по ANSI стандардну (слика 25.). Након одабира профила, бира се линија на коју ће се поставити одабрани профил (слика 26.). Треба одабрати и материјал профила. Од понуђених су челик и алуминијум. Положај одабраног профила се може подесити у оквиру алатке Shape (слика 27.), а може се и намештати на самом профилу након његовог постављања на задату линију. Профилисани носач се може окретати под углом од 90°, такође се може бирати тј. центрирати како ће бити постављен профил у односу на линију скице. Може се бирати једна од 9 тачака (слика 28.).



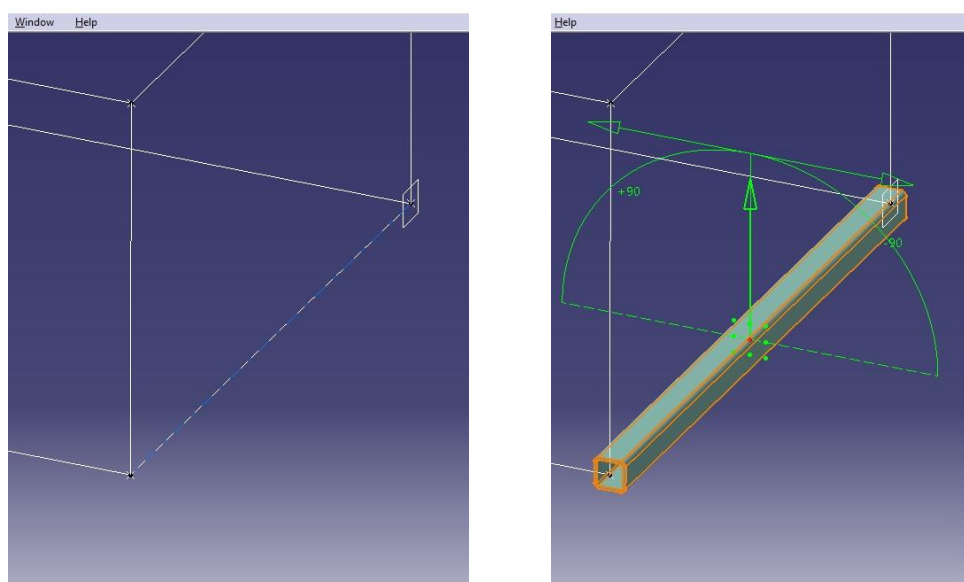
Слика 23. Shape алатка



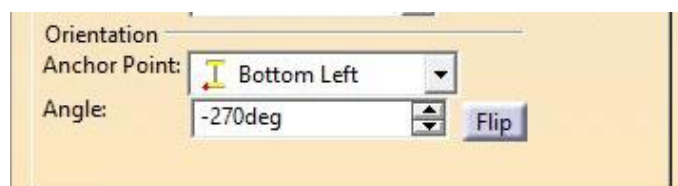
Слика 24. Картица Material and Orientation



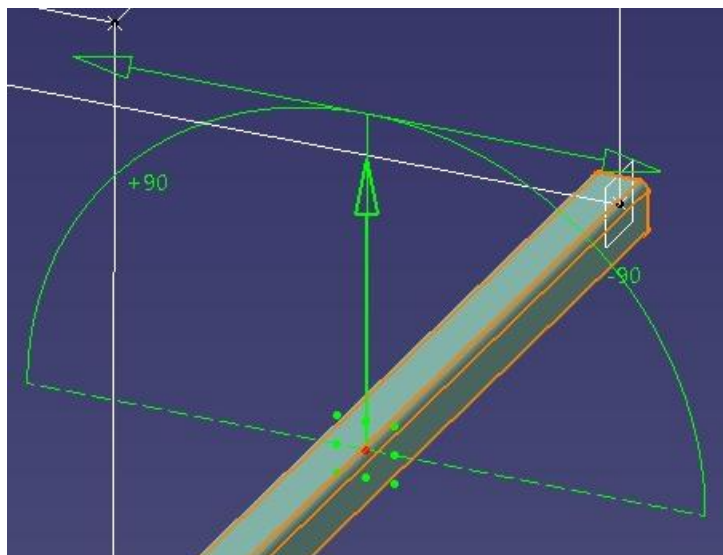
Слика 25. Одабир профила по ANSI стандарду



Слика 26. Постављање профила на задату линију



Слика 27. Одабир положаја профила у алатки Shape

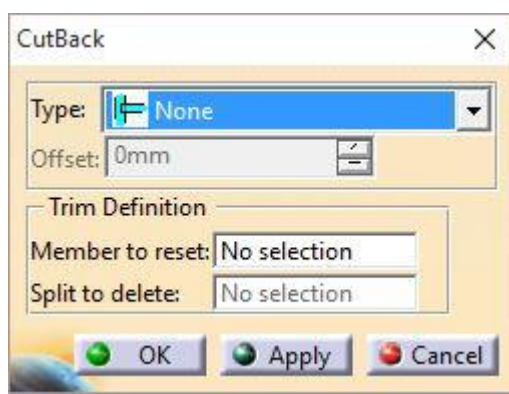


Слика 28. Одабир положаја профила на самом профилу

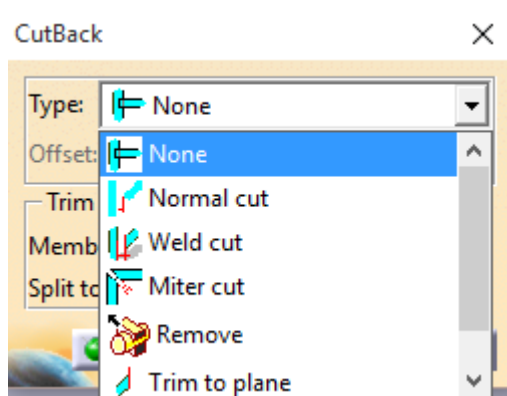
Убацивањем одговарајућих профила на одабране линије већ урађене скице, добија се жељена конструкција. Профили који су постављени се преклапају па се самим тим морају тримовати. Када је реч о тримовању такође постоје два начина за тримовање. Први је коришћењем алатке Cutback која се налази на палети алата Physical Plates and Shapes (слике 29. и 30.). Ова алатка се користи тако што се прво одабере тип тримовања који ће се искористити, типа: Normal cut, Weld cut, Miter cut, Trim to plane (слика 31.). Одабиром неког од наведених типова тримовања следеће што треба урадити је прво одабрати профил који треба скратити, а онда до ког профила треба скратити. Кликом на ОК профил ће бити тримован (слика 32.).



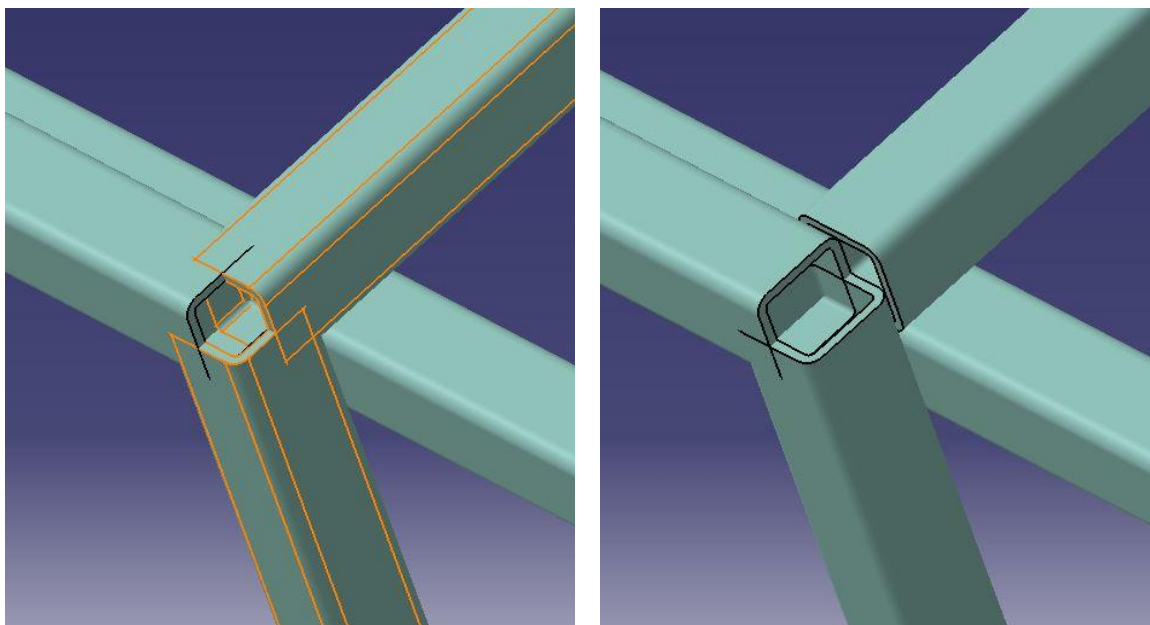
Слика 29. Алатка Cutback на палети алата



Слика 30. Алатка Cutback

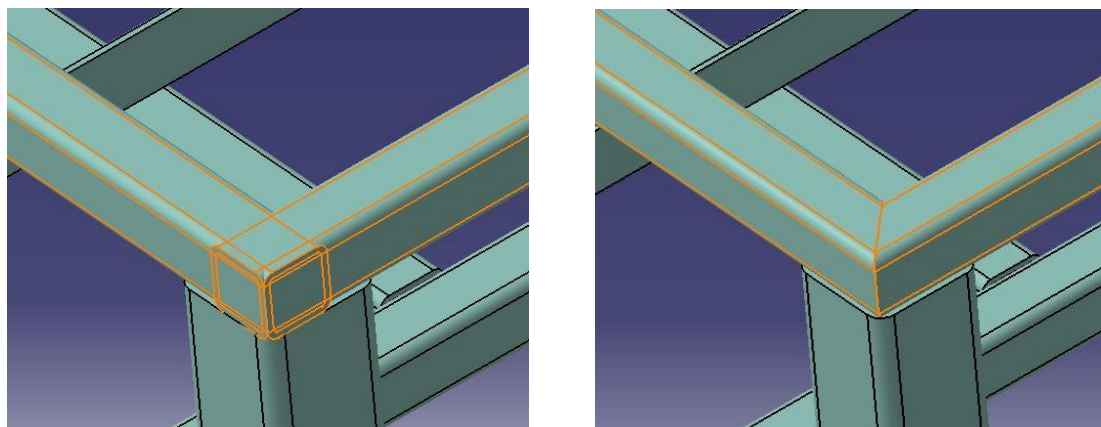


Слика 31. Одабир типа тримовања



Слика 32. Тримовање профила

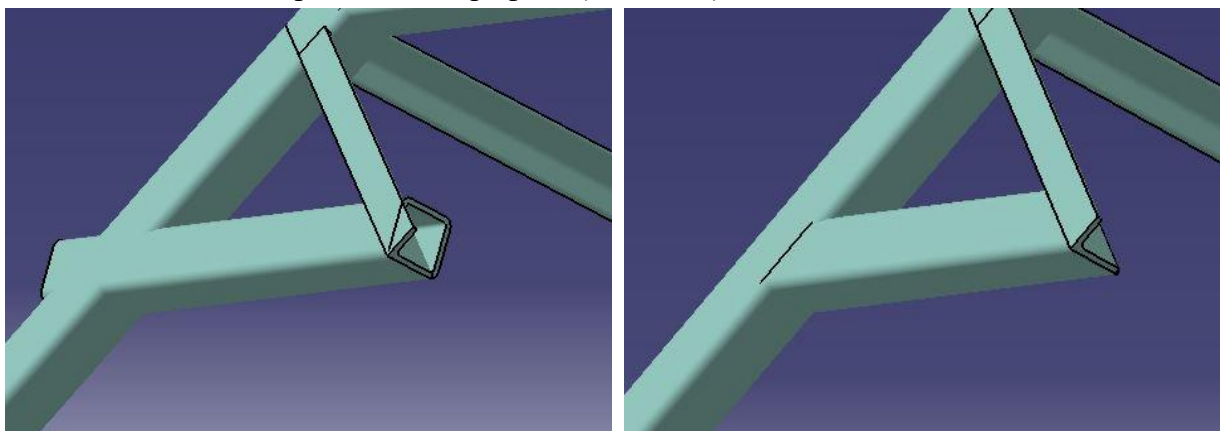
Одабиром Miter cut типа тримовања, два одабрана профила биће тримована тако да се секу под углом додирујући један другог (слика 33.).



Слика 33. Коришћење типа Miter cut за тримовање

Други начин за тримовање се не врши у самом окружењу Structure Design, већ у Part окружењу. Па се тримовање врши на следећи начин. Одабрани профил се пронађе на спецификационом стаблу и ту се дуплим кликом отвори тај профил у Part окружењу. Након отварања Part-а, кликом на алатку предвиђену за скицирање и одабиром равни у којој желимо скицирати, треба нацртати дводимензионалну скицу. По завршеном скицирању, повратком у Part и кликом на алатку Pocket биће одстрањен део који је скициран. На тај начин биће извршено тримовање тог дела. Овакав поступак може се користити и за продужавање самог профила само уместо алатке Pocket користили бисмо алтку Pad.

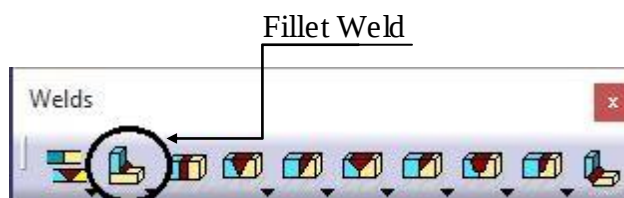
Још неки од тримованих профила (слика 34.).



Слика 34. Тримовани део

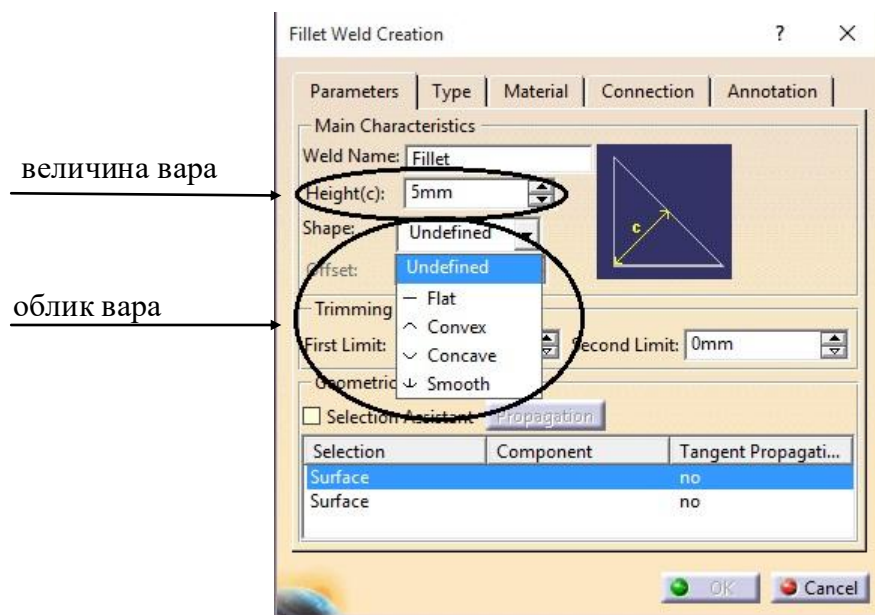
4.2 Заваривање у САТИА-и

Након тримовања сваког профила посебно, добија се конструкција састављена од стандардних профила које треба спојити заваривањем. Заваривање у САТИА-и се ради у посебном окружењу. Окружење у ком се заварује односно Weld Design се проналази на исти начин као и Structure Design, кликом на Start, затим на Mechanical Design, где ће се у падајућем менију појавити Weld Design. Уласком у ово радно окружење добија се могућност заваривања профила један за други. Заваривање се врши коришћењем алатки из палете за алатке под називом Welds (слика 35.). У самој палети постоји доста алатки које служе за различите врсте заваривања. Конкретно за случај овог постоља за радни сто највише се користи алатка Fillet Weld која служи за спајање профила чије су неке од површина под углом.



Слика 35. Палета алата Welds

Заваривање коришћењем алатке Fillet Weld функционише на следећи начин. Отварањем прозора алатке појављује се могућност одабира висине вара, затим могућност одабира облика вара (слика 36.). Такође треба одабрати и материјал којим ће се заваривање вршити (слика 37.). У овом случају то је челик пошто су стандардни профили направљени од челика. После одабира свих наведених карактеристика, треба одабрати где ће се извршити заваривање, између које две површине.

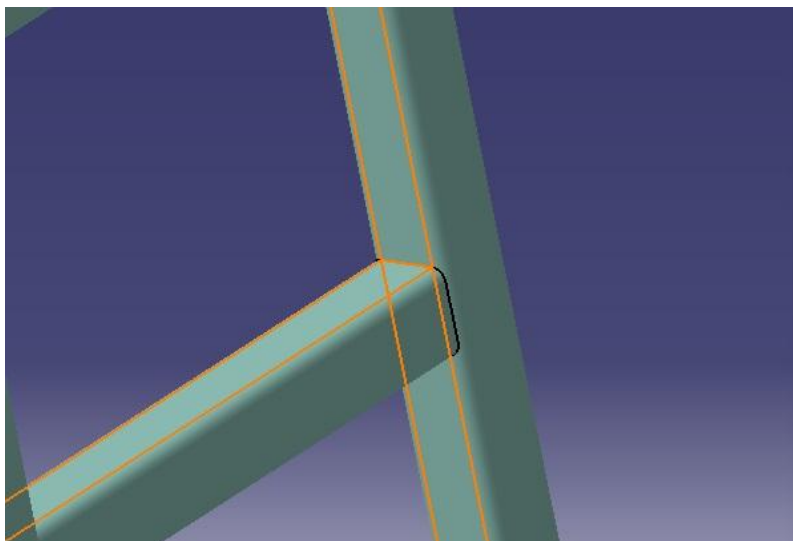


Слика 36. Алатка Fillet Weld

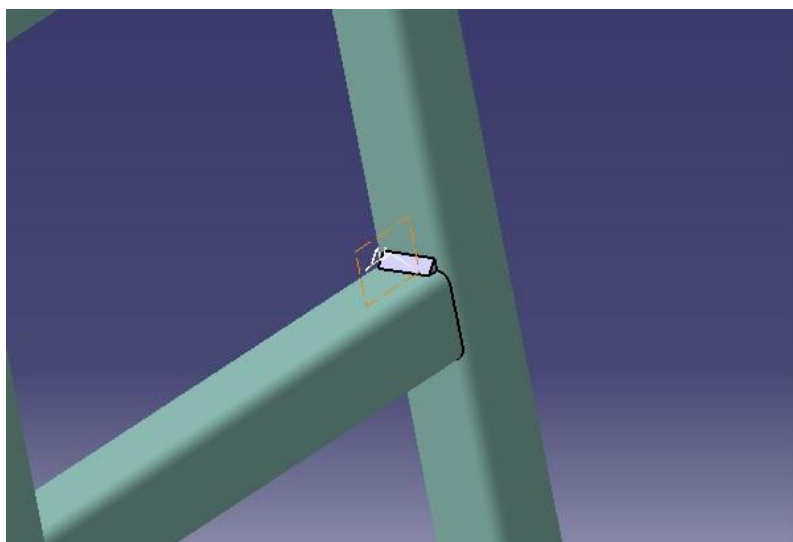


Слика 37. Одабир материјала вара

Површине се означавају кликом на жељену површину (слика 38.). Потврђивањем одабраних површина кликом на ОК, вар ће се појавити између две површине (слика 39.).



Слика 38. Одабир површина које треба заварити



Слика 39. Направљени вар између одабраних површина

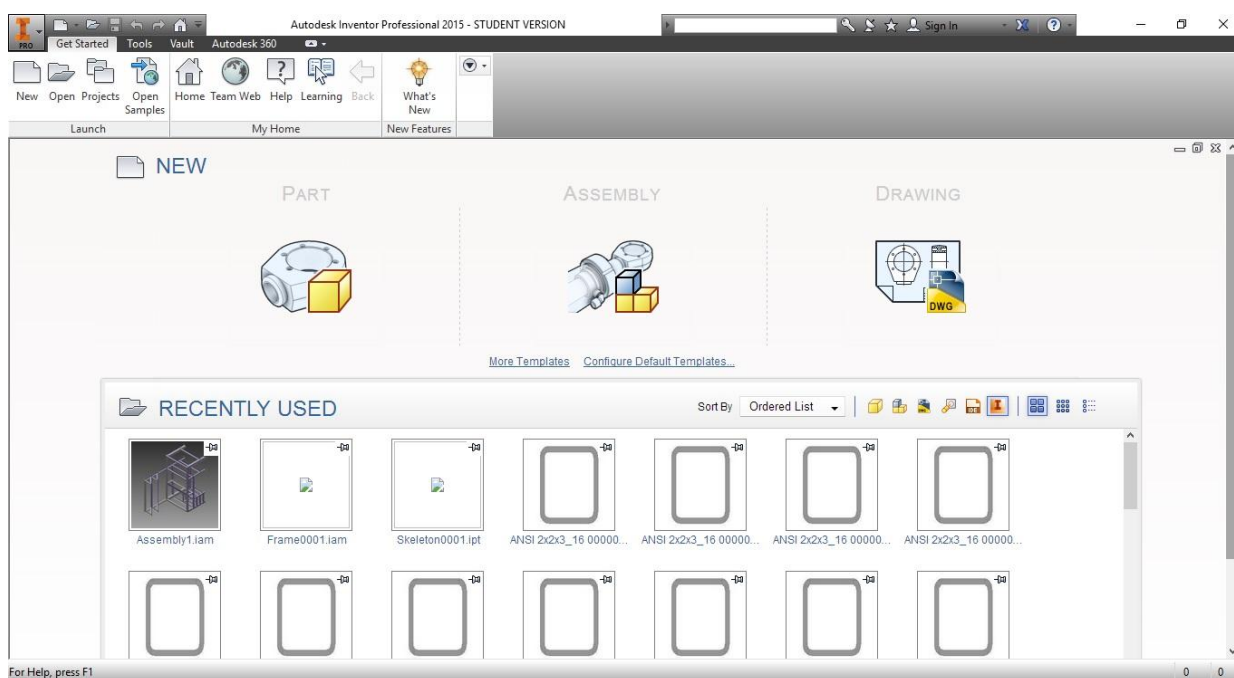
5. Моделирање заварених конструкција од стандардних профила у Autodesk Inventor-у

Autodesk је америчка мултинационална корпорација фокусирана на производњу софтвера за дизајнирање у 2D и 3D, који се користи у архитектури, инжењерству, гређевини,... Autodesk је постао познат по свом најпопуларнијем софтверу за рачунарско пројектовање, AutoCAD. Поред њега Autodesk има још пуно програма за пројектовање, један од њих је и Autodesk Inventor. Autodesk Inventor је програм за пројектовање и конструисање 3D модела помоћу рачунара.

5.1 Моделирање стандардним профилима

Покретањем програма отвара се почетни екран у коме одмах треба одабрати да ли ће се радити у Part или Assembly окружењу (слика 40.).

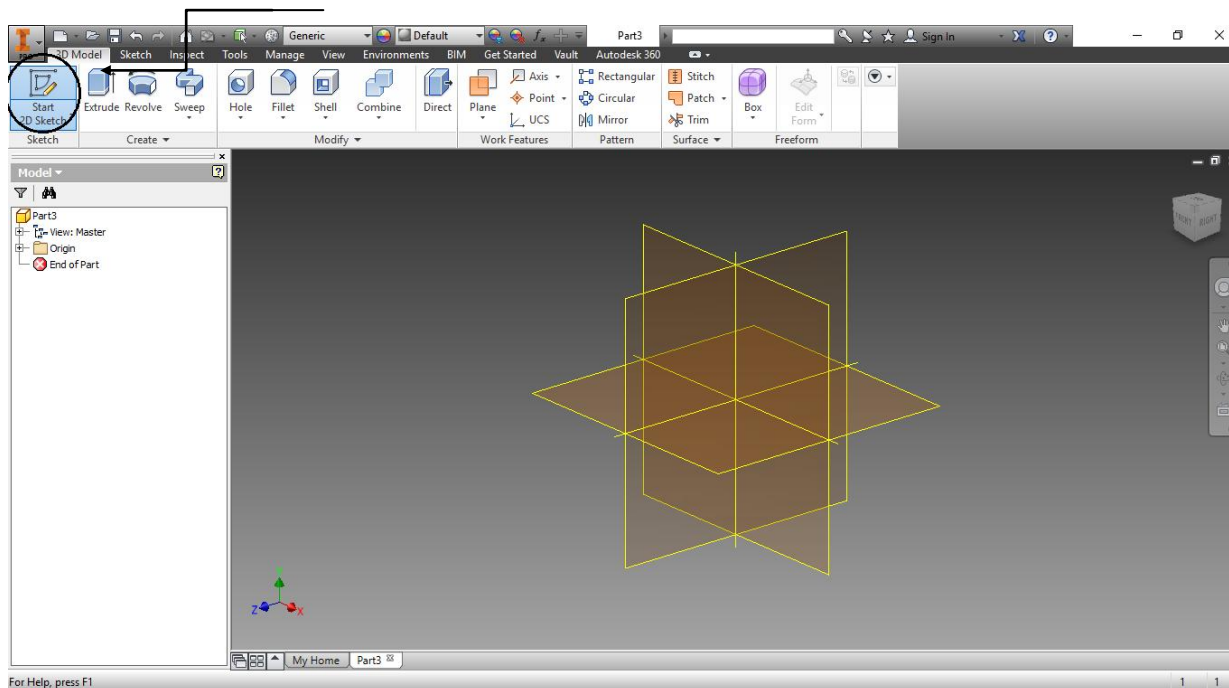
У Inventor-у постоје две могућности за моделирање стандардним профилима. Прва је нацртати скицу у Part окружењу и по линијама те скице постављати одабране стандардне профиле. Друга могућност је на самом почетку одабрати Assembly окружење и у том окружењу ређати и паковати профиле како је замишљено, без било какве скице.



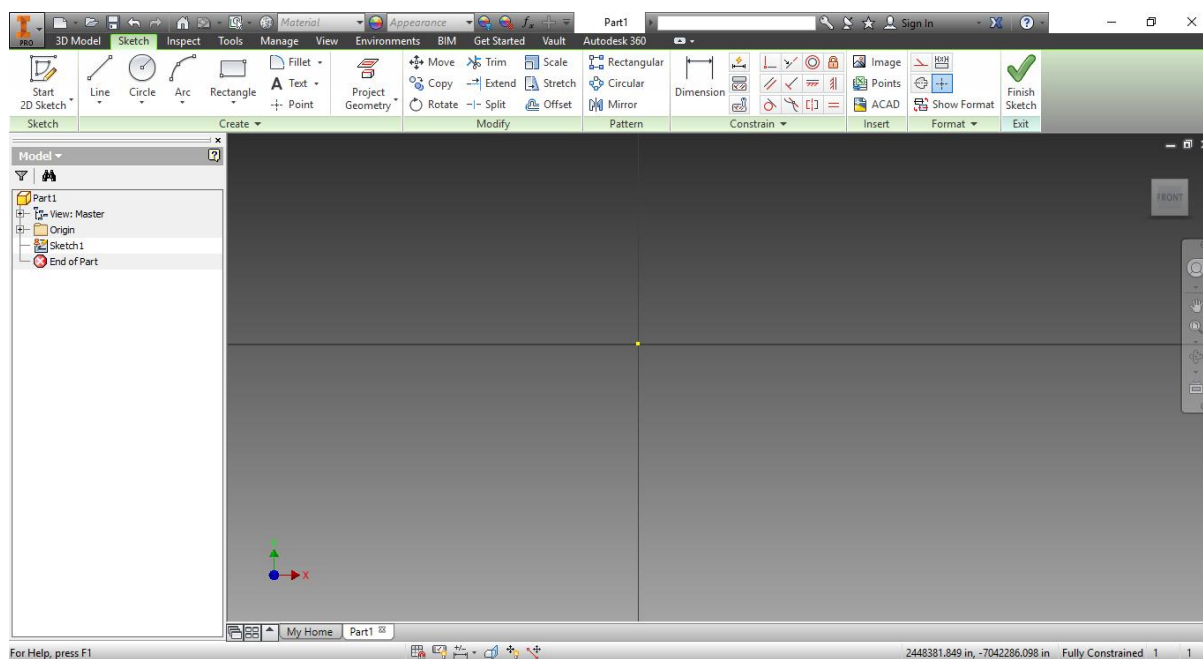
Слика 40. Почетна страна Autodesk Inventor-а

Први ради на следећи начин. Одабиром Part-а отвара нам се окружење у ком кликом на алатку Sketch и раван (слика 41.) у којој ће се скицирати отвара нам се простор за цртање дводимензионе скице (слика 42.), а затим се започиње цртање скице по којој ће се ређати стандардни профили.

Sketch

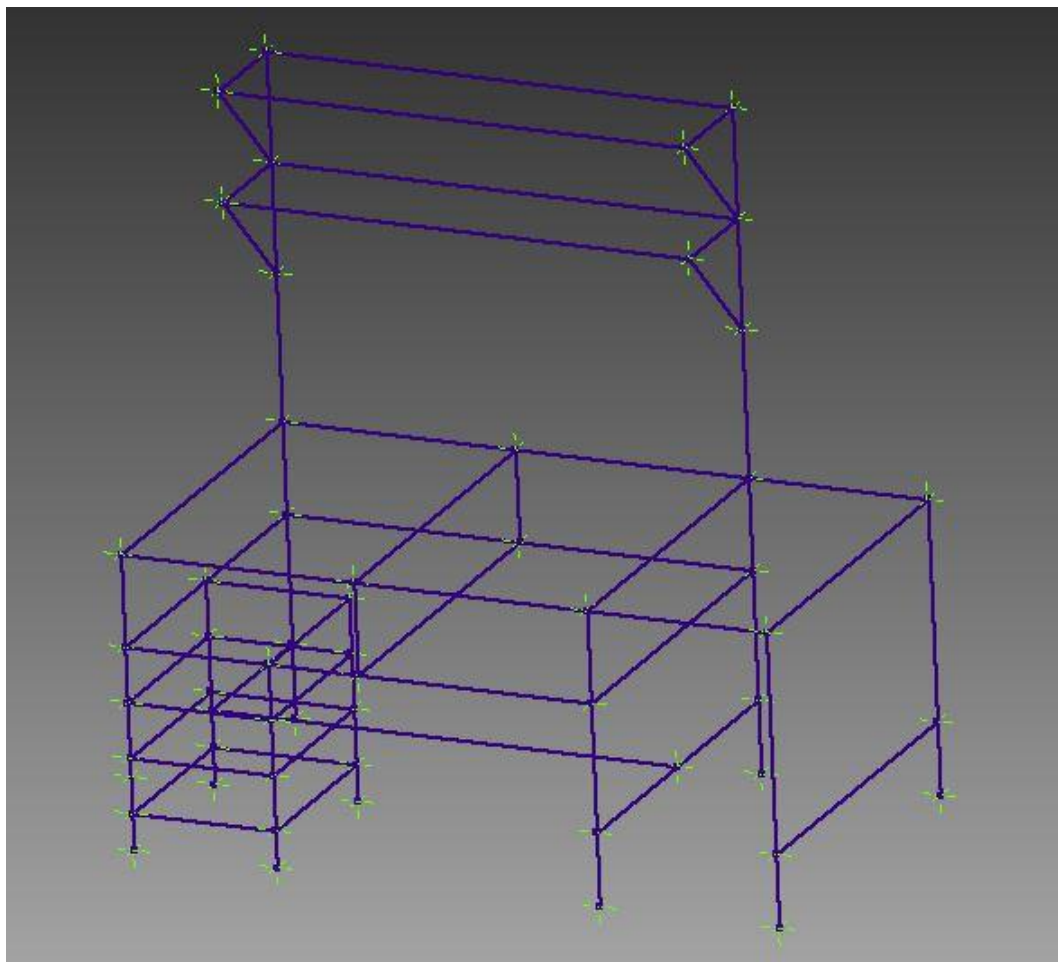


Слика 41. Part окружење

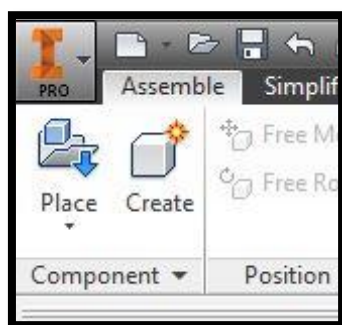


Слика 42. Окружење у ком се црта дводимензионална слика

Након скицирања у свакој од три равни, добије се жељена скица (слика 43.). Скицу треба сачувати, а затим отворити Assembly и помоћу опције Place убацити скицу (слика 44.) како би наставили даљи рад и убацивање жељених профила.

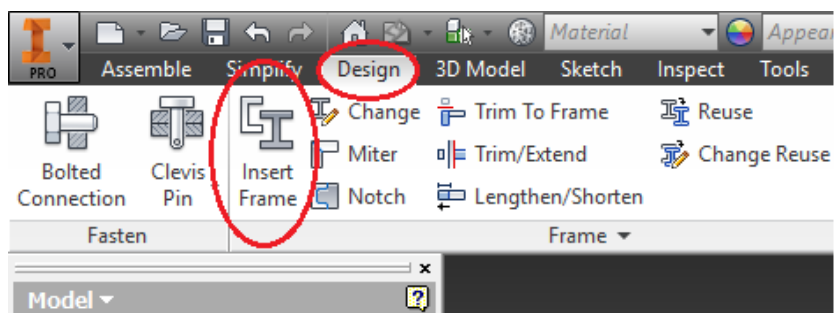


Слика 43. Крајњи изглед скице



Слика 44. Опција Place

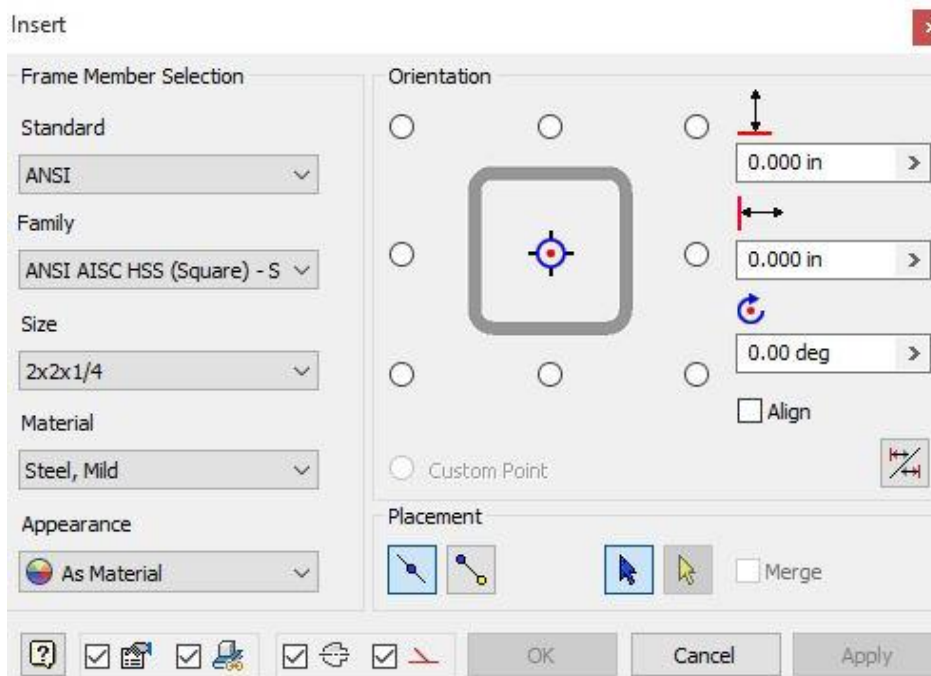
После убацавања скице, треба отворити картицу Design, а затим у њој отворити алатку Insert Frame (слика 45.).



Слика 45. Картица Design

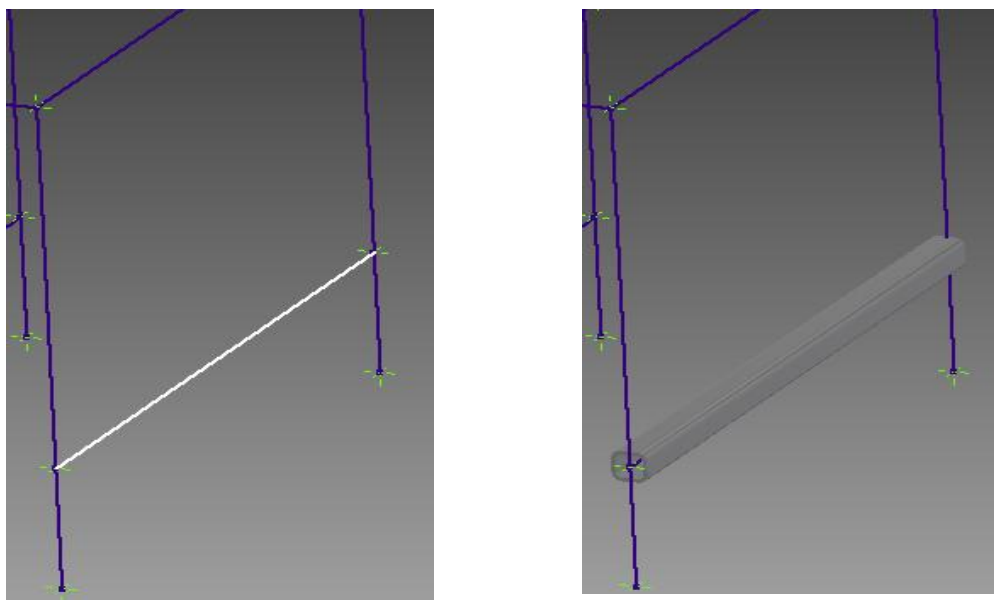
Кликом на алатку Insert Frame отвара се прозор за одабир стандардног профила који ће се употребити у даљем конструисању (слика 46.). Прво треба одабрати који стандард ће се користити. У Inventor-у постоје базе стандардних профила по ANSI, DIN, GB, ISO и JIS стандарду. После одабира стандарда, треба одабрати облик тј. тип профила који ће се користити. Следећа ставка су димензије профила и на крају материјал. Постоји доста врста материјала. Само неки од њих су челик, алуминијум, титанијум, дрво, пластика,...

У истом алату се бира и положај носача који се поставља. Постоје опције за окретање профила под углом од 45° и опције за центрирање профила у односу на линију скице на коју се поставља. Центрирање се врши одабиром тачке кроз коју ће пролазити линија скице.



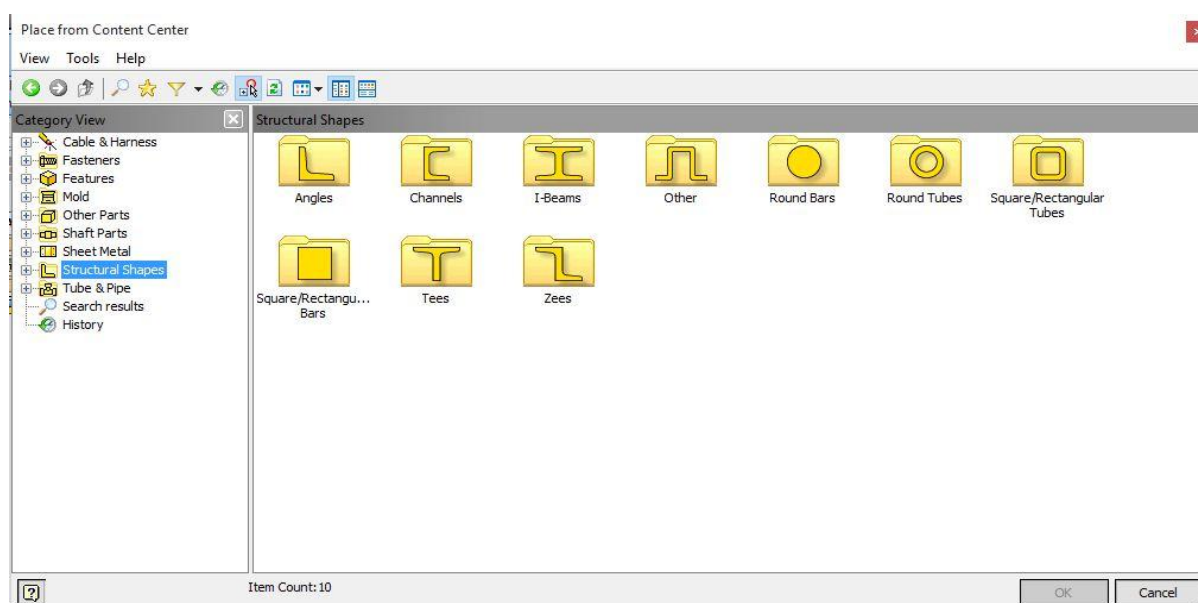
Слика 46. Изглед Insert Frame-а

После одабира жељеног профила и намештања његовог положаја, треба кликнути на линију на којој желимо да се појави носач и он ће се појавити (слика 47.).

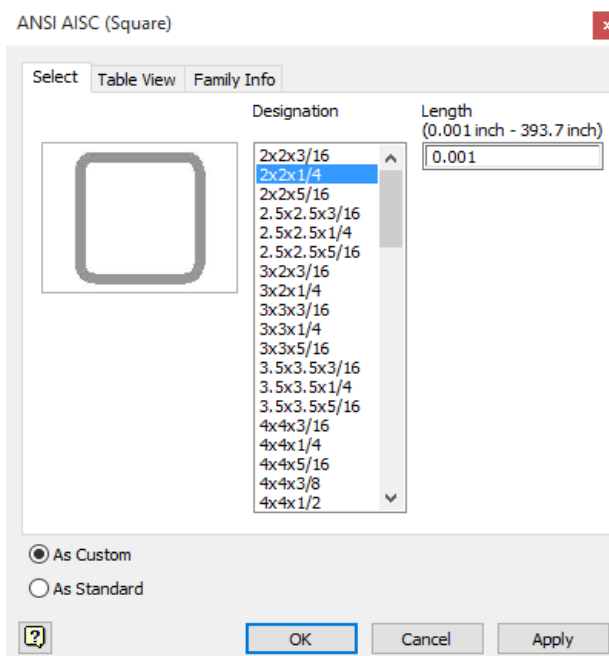


Слика 47. Постављање профила на задату линију

На тај начин треба поставити све профиле на све линије скице како би добили жељену конструкцију. Што се другог начина тиче прво се отвори Assembly окружење. У горњем левом углу уместо опције Place треба одабрати опцију Place from Content Center. Одабиром ове опције отвара се библиотека стандардних профила (слика 48.). Прво треба одабрати облик профила, затим стандард одабраног облика, а онда димензије профила и уписати жељену дужину профила (слика 49.). Након свега тога треба поставити профиле на радну површину један по једна, по жељеном распореду.

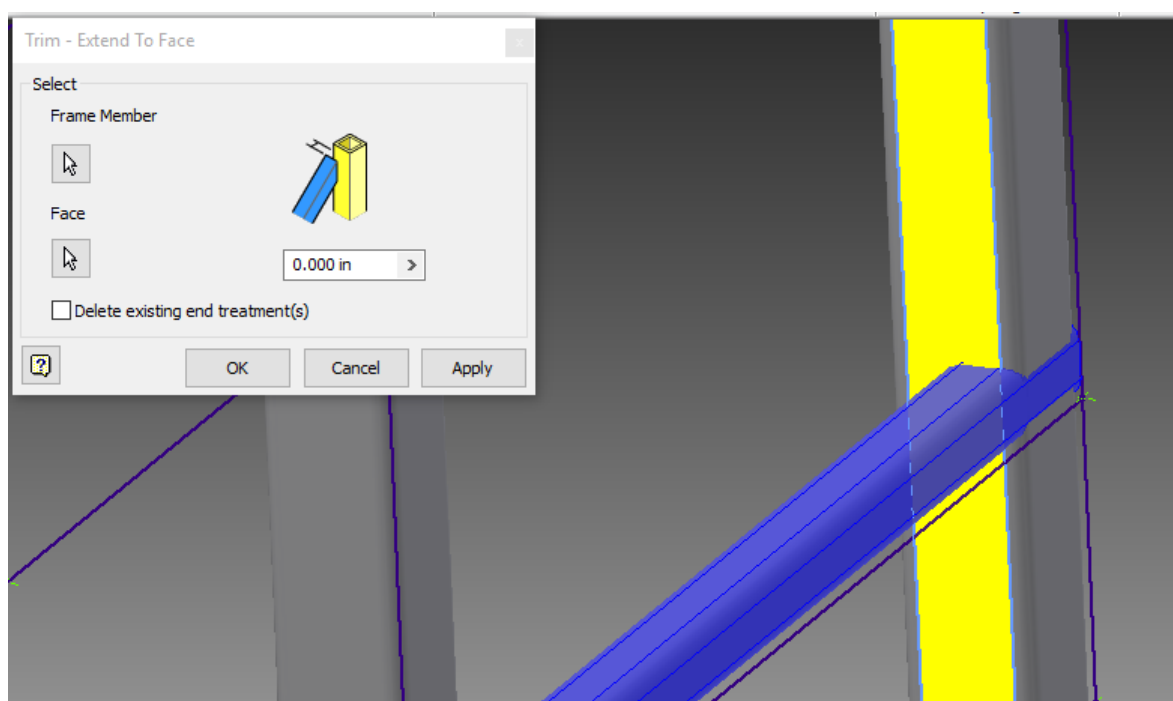


Слика 48. Библиотека стандардних профила



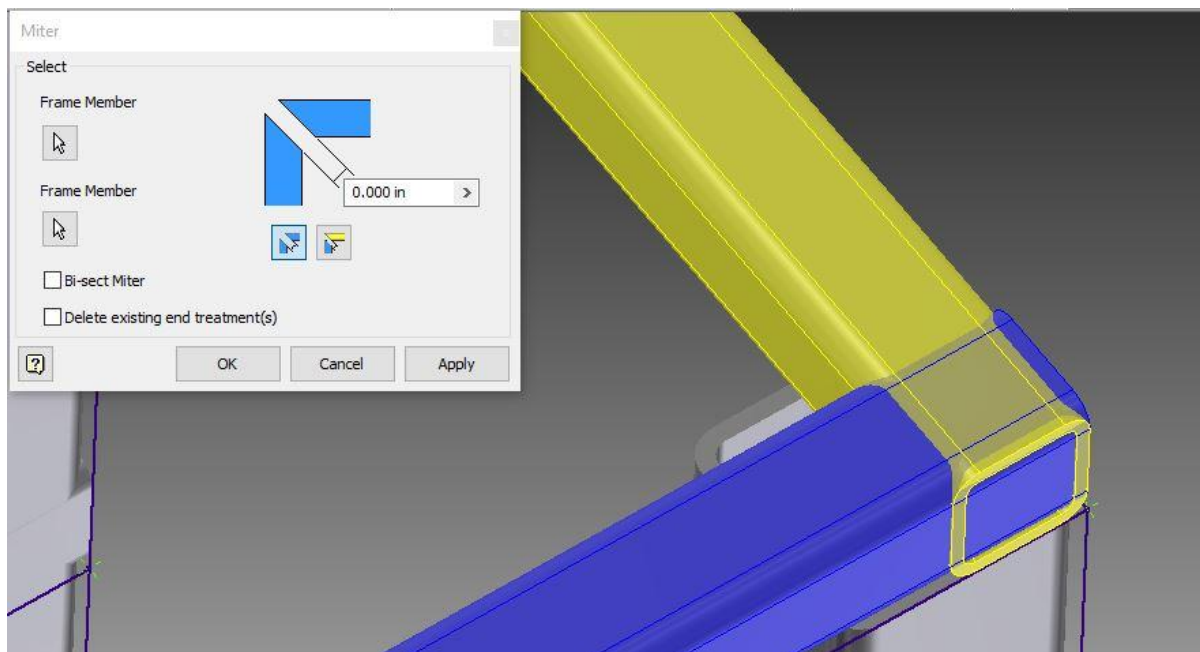
Слика 49. Одабир димензија профила

После убацивања профила на већ нацртану скицу или убацивањем профила на други начин, треба тримовати профиле који се преклапају. Тримовање се ради на следећи начин. У картици Design, поред алатке Insert Frame налазе се алатке за тримовање профила. Постоји неколико алата за тримовање, то су Trim, Trim to Frame, Miter. Кликом на алатку Trim отвара се прозор помоћу кога треба одабрати површине које треба тримовати. Плавом стрелицом треба обележити профил који треба тримовати, а жутом површину до које треба тримовати (слика 50.).



Слика 50. Тримовање профила

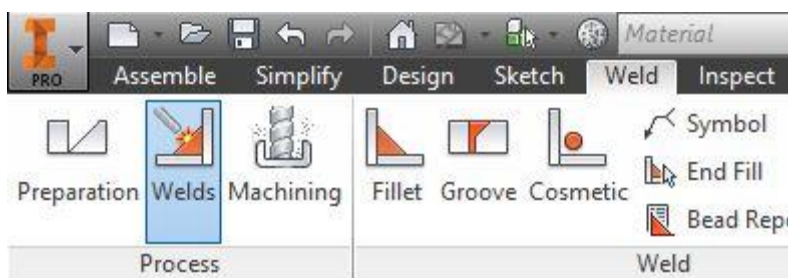
Алатка Miter служи за тримовање профила под углом додирујући један другог. Како би направили неки тип рама (слика 51.).



Слика 51. Алатка Miter

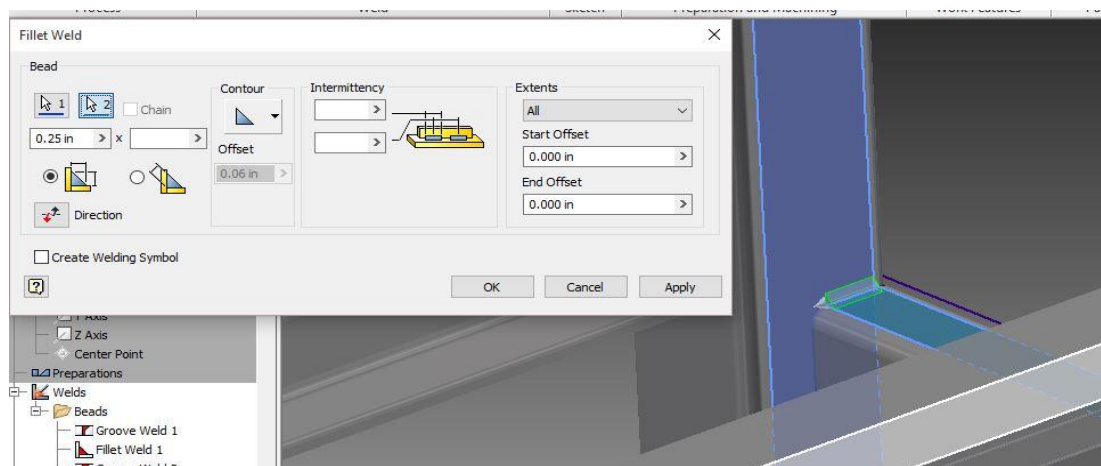
5.2 Заваривање у Autodesk Inventor-у

После постављања и тримовања профила њих треба заварити. До окружења у ком се заварује долази се на следећи начин. У картици Environments треба одабрати опцију Convert to Weldment. Одабиром ове опције отавара се нова картица под називом Weld која служи за заваривање. У картици Weld најпре треба одабрати опцију Welds (слика 52.). Одабиром ове опције отвара се могућност бирања начина заваривања. За спајање профила под углом користи се алатка Fillet. Ова алатка користи се за заваривање две површине профила једне за другу ако су оне у контакту и под неким углом. Алатка Groove служи за заваривање ако је између два профила нека рупа или размак како би се тај размак попунио.

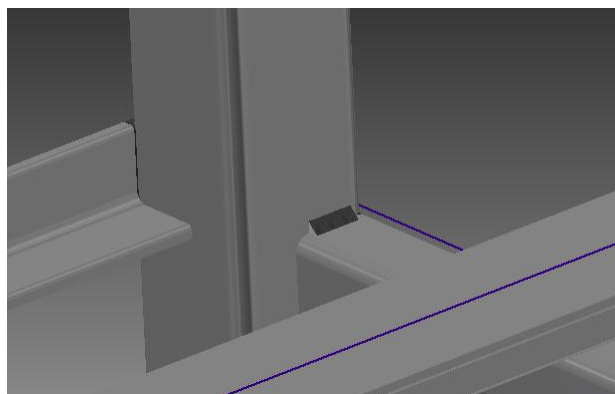


Слика 52. Одабир опције Welds

Алаком Fillet се заварује тако што се одабере једна површина стрелицом број 1. Затим се стрелица пребаци на број 2 и одабере друга површина. Одабиром ових површина следећи корак је одабир облика вара и величине вара (слика 53.). Након свега тога вар се поставља и површина се сматра завареном (слика 54.). Материјал којим ће се заваривати и по којим стандардима бира се на самом почетку после одабира опције Convert to Weldment.



Слика 53. Одабир површина које треба заварити и карактеристика вара

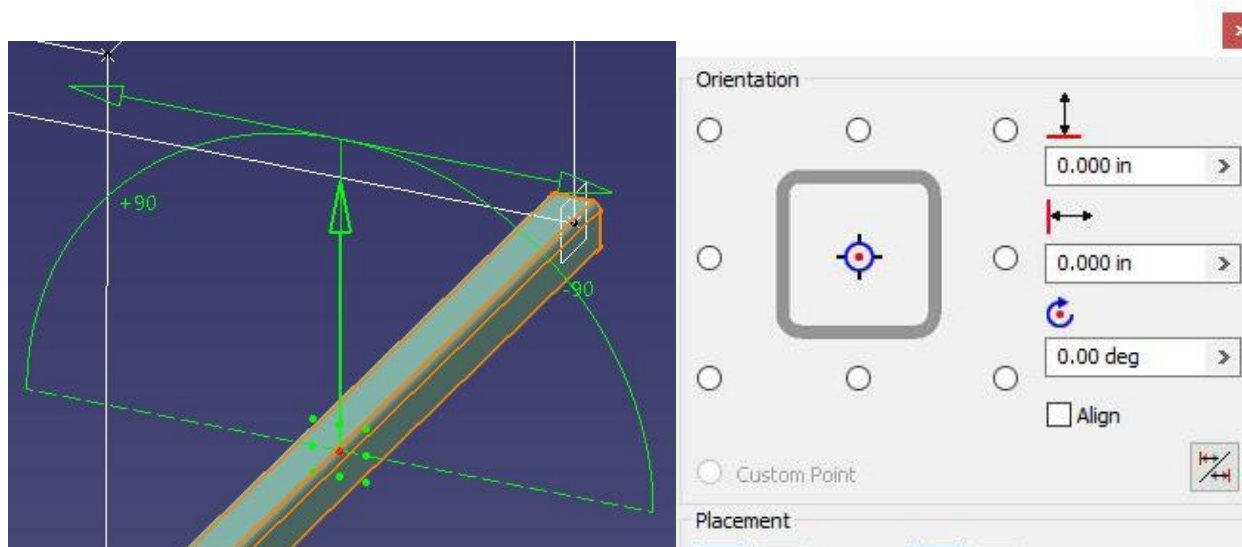


Слика 54. Постављен вар

6. Разлика између CATIA-е и Autodesk Inventor-а

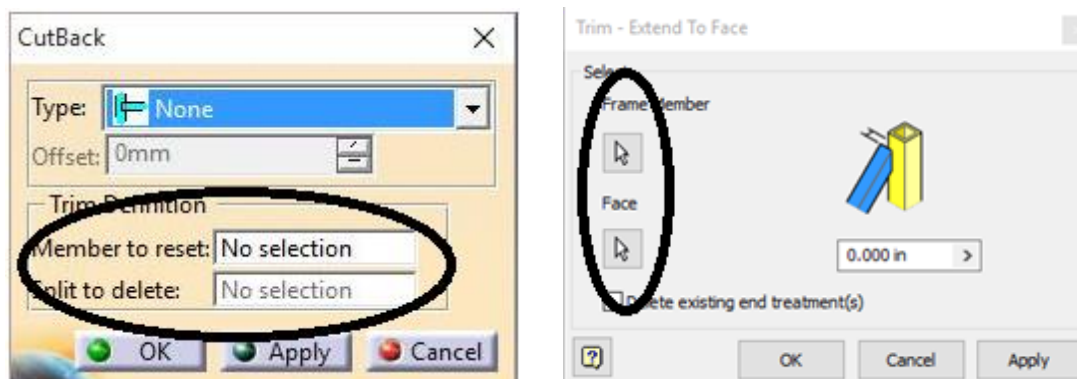
Када је реч о разлици између ова два програма на први поглед изгледа да је велика, али ако се мало дуже ради у оба програма види се да разлика и није тако велика. Што се тиче стандардних профила и рада у окружењима у којима се ради са стандардним профилима прво што се уочи је начин отварања окружења у ком се ради са стандардним профилима. У CATIA-и се до окружења долази на већ објашњен начин, а затим прелази у други како би се нацртала скица, па враћа у први како би се убацивали профили. И то је једини начин за убацивање стандардних профила. Док у Inventor-у постоје два начина. То су: први убацивање профила по линијама скице, а други директно ређање профила без икакве скице. Ако би одабрали да радимо у првом, покретањем програма прво би одабрали Part design, затим нацртали скицу, па њу пребацили у Assembly окружење и ређали профиле по нацртаној скици. Ако би то пак био други одмах би одабрали Assembly окружење, затим отворили библиотеку профила, одабрали одговарајући и онда ређали по жењеном распореду. Први начин у Inventor-у и једини у CATIA-и су веома слични, једина разлика је у доласку до окружења које је потребно за цртање скице.

Постоји разлика и у избору профила. У првом програму од база стандардних профила ту су само стандардни профили по ANSI стандарду. У другом програму је много већи избор. Постоји много већа база података коју чине ANSI, DIN, GB, ISO и JIS стандарди. Када је реч о материјалу у CATIA-и постоје само два материјала, челик и алуминијум, од којих могу бити стандардни профили, док је у Inventor-у много већи избор. Ако говоримо о центрирању профила на линију скице, у Inventor-у је прегледност много боља и лакше је за рад (слика 55.), нарочито кад је много профила на малом месту.



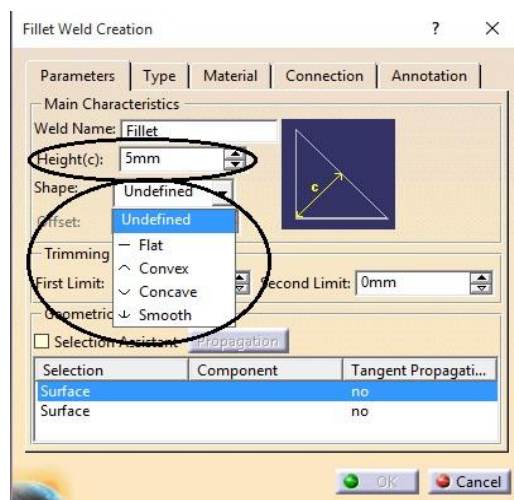
Слика 55. Центрирање у CATIA-и и Inventor-у

Проблем око тримовања профила на сличан начин је решен у оба програма. Разлика је у томе сто се све опције за тримовање у САТИА-и налазе у једној алатки под називом Cutback, док у Inventor-у постоји алатка за сваки од типова тримовања. Коришћење алатке за тримовање лакше је у САТИА-и. У САТИА-и треба редом кликнути прво површину коју треба тримовати, а онда површину до које треба тримовати. Док у Inventor-у после одабира прве површине коју треба тримовати мора се стрелица пребацити на жуту стрелицу па тек онда одабрати површину до које треба тримовати. Постоји и друга опција тримовања у САТИА-и која у Inventor-у не постоји, то је убацивање профила у Part design, а онда скраћивањем профила Pocket алатком.



Слика 56. Одабир површина при тримовању

Заваривање је слично у оба програма. И у једном и у другом програму заваривање се врши на исти начин, означавањем површина које треба заварити једну за другу. Разлика у означавању је што у САТИА-и површине означавамо кликом на једну па на другу, док је у Inventor-у то мало другачије урађено. У Inventor-у треба означити једну површину, па променити стрелицу са броја 1 на број 2, у прозору који се отвори приликом клика на алатку за заваривање, па тек онда означити другу површину. Када је реч о изгледу вара и у једном и у другом програму постоје команде за подешавање облика вара и величине вара (слике 57. и 58.).

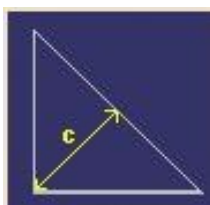


Слика 57. Одабир карактеристика вара у САТИА-и



Слика 58. Одабир карактеристика вара у Inventor-у

Разлика је у томе што димензије вара у САТИА-и могу се подешавати само по висини хипотенузе (слика 59.). Док се у Inventor-у димензије вара могу подесити по висини вара или по дужинама катета (слика 60.).

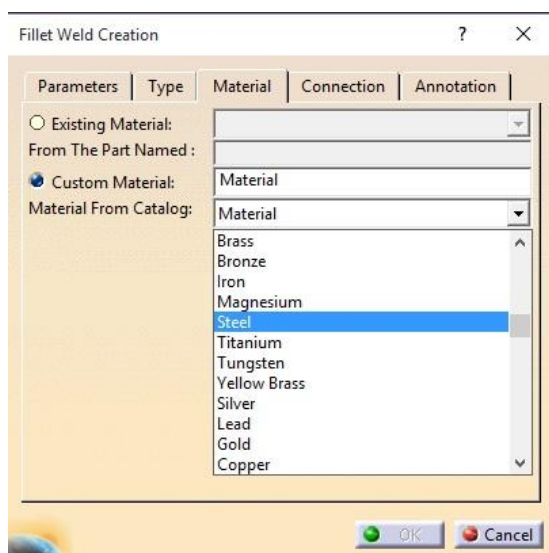


Слика 59. Висина вара у САТИА-и

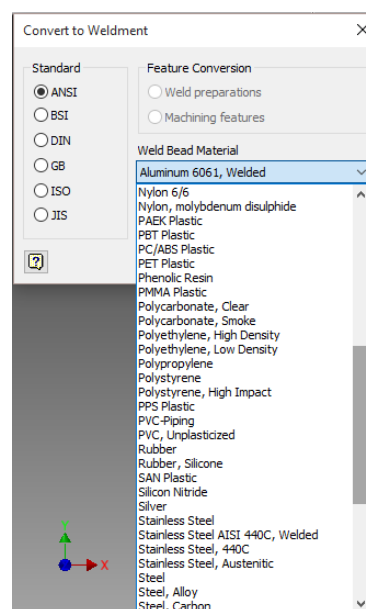


Слика 60. Димензије вара у Inventor-у

Када је реч о материјалима којима се заварује, у САТИА-и материјал се бира у склопу алатке Fillet Weld (слика 61.). У Inventor-у материјал се бира на самом почетку у опцији Convert to Weldment (слика 62.).

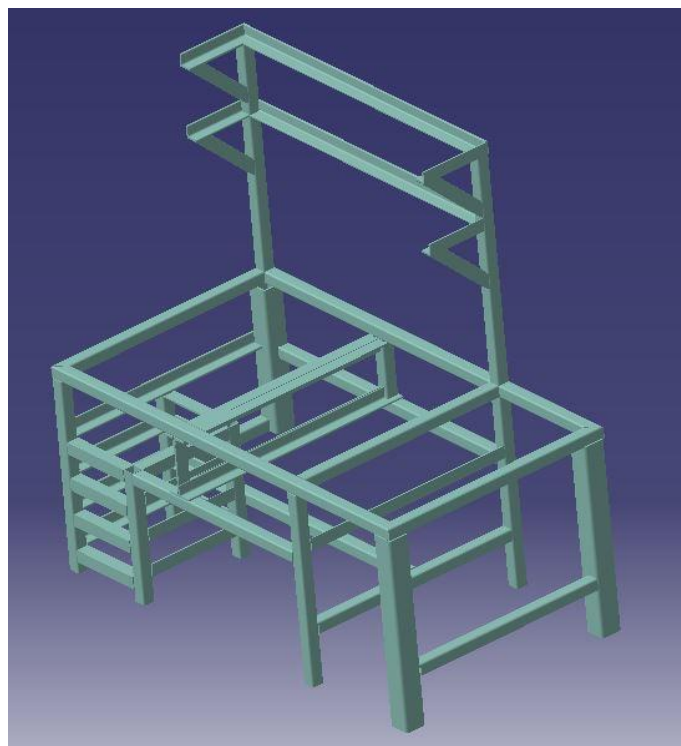


Слика 61. Избор материјала за заваривање у у САТИА-у



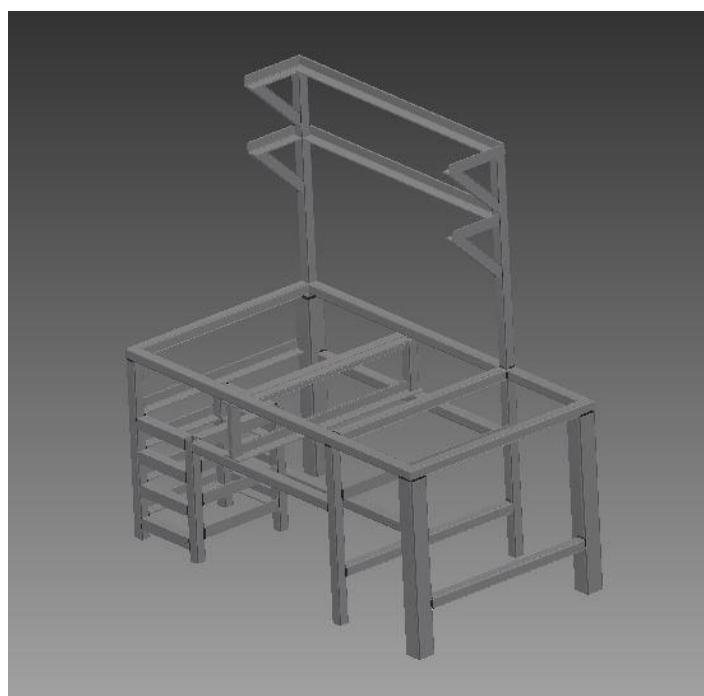
Слика 62. Избор материјала за заваривање у Inventor-у

Након рада у оба програма, упркос свим сличностима и разликама које имају могуће је направити исту конструкцију и у једном и у другом. На следећим сликама могу се видети обе конструкције. У САТИА-и конструкција изгледа као на слици 63.



Слика 63. Конструкција у САТИА-и

Док у *Inventor*-у конструкција изгледа готово идентично у односу на конструкцију са слике 63. (слика 64.).



Слика 47. Конструкција у *Inventor*-у

Закључци

Моделирање је процес стварања модела кроз дефинисање његових карактеристика.

CAD софтвери служе за конструисање помоћу рачунара. Имају све већу употребу због доста предности које имају, почевши од тачности до брзине којом се ради у њима. Њихов систем сачињавају корисник, хардвер, софтвер и проблем који треба решити.

Просторно моделирање је моделирање будућих производа на рачунару у тродимензионалном облику.

Стандардни профили су један од основних конструктивних елемената. Најчешће су од челика. Добијају се ваљањем. Постоје различити облици стандардних профила. Неки од њих су: I-профили, U-профили, L-профили, Т-профили, шупљи профили,...

Заваривање је један од начина спајања стандардних профила у радионицама. Заваривање спада у нераздвојиве спојеве. Заваривање се све више примењује, због своје економичности и смањења тежине конструкције. Заваривање се врши топљењем, спајањем два дела истим или сличним материјалом.

CATIA као и Autodesk Inventor су софтвери који служе за тродимензионално рачунарско моделирање.

Моделирање стандардним профилима у CATIA софтверу врши се у Structure Design. Једина база стандардних профила која постоји у овом програму, сто је и највећа мана програма јесте та да су то само профили по ANSI стандарду. Од материјала који су понуђени за коришћење ту су челик и алуминијум. У овом окружењу се врши и сређивање профила, тј. тимовање. Заваривање се врши у Weld Design. Приликом заваривања постоји могућност одабира величине, облика и материјала вара. Заварени стандардни профили заваривањем постају заварена конструкција.

Моделирање стандардним профилима у Autodesk Inventor софтверу врши се на два начина: ређањем профила по линијама већ нацртане скице или одабиром профила у библиотеци профила и паковањем на жељени начин. Стандардни профили могу се бирати из разних база профила, у програму се налазе базе профила по ANSI, DIN, GB, ISO и JIS стандардима. Велики је избор и материјала. Заваривање се обавља коришћењем алатки из Weld картице. Заварују се профили који се додирују, означавањем њихових додирних површина између њих се појављује вар чије су карактеристике претходно одабране.

Разлике у ова два софтвера уочљиве су од самог покретања. У Inventor-у је олакшано коришћење софтвера тиме што није потребно мењати окружења у којима се ради, већ се све налази на једном месту. Избор профила је много већи због већег броја понуђених база профила. Такође је и много већи избор материјала од којих ће бити одабрани профили. Центрирање профила на линије скице је много прецизније урађено у Inventor-у, што у многоме олакшава рад. Проблем око тримовања профила је подједнако добро решен у оба програма, једина разлика је у томе што се алатке за тримовање све налазе унутар једне у првом програму, док је у другом свака за себе.

Заваривање у ова два софтвера се не разликује у многоме. У оба софтвера постоје сличне могућности када је у питању одабир карактеристика вара. Заваривање се врши на исти начин, означавањем две површине које треба заварити. Једина разлика је у долажењу до алата којима се заварује.

Литература

- [1] Ружица Николић, Весна Марјановић, Металне конструкције, приручник за прорачуне, Крагујевац 1998.
- [2] Металне конструкције, скрипта
- [3] Вукић Лазић, Милорад Јовановић, Технологије заваривања (скрипта), Крагујевац 2010.
- [4] Горан Деведић, CAD/CAM технологије, Крагујевац 2009.
- [5] Ненад Марјановић, Основе 3D моделирања у CAD софтверима, Крагујевац 2014.
- [6] <http://moodle.mfkg.rs/course/view.php?id=39>

ПРИЛОЗИ

- Цртеж 1, цртеж рађен у САТИА-и
- Цртеж 2, цртеж рађен у Inventor-у