

TEHNICA MODELĂRII ÎN SOLIDWORKS A STRUCTURILOR METALICE

THE METAL STRUCTURE MODELLING TECHNIQUE IN SOLIDWORKS

Mihaela URDEA

"Transilvania" University of Brasov, Romania

Rezumat. Tema abordată reprezintă o metodă eficientă de proiectare, modelare și asamblare în *SolidWorks* în mai multe variante posibile, a unei platforme metalice. Aceasta lucrare prezintă o soluție de design a unor platforme prin modelarea acestora, utilizând modulul *Weldments*.

Componentele platformei asamblate sunt profile standardizate, părți simple și părți metalice, iar *SolidWorks* este cel mai potrivit mediu grafic pentru modelare. Această metodă de proiectare prin modelare *SolidWorks* permite o verificare rapidă a ansamblului, prin vizualizarea lui.

Cuvinte cheie: SolidWorks, platforme metalice, modul *Weldments*, modul Sheet Metal

1. Introducere

Pentru crearea solidelor în *SolidWorks* se folosesc elemente simple de desenare 2D, care apoi pot fi extrudate printr-o varietate de tehnici.

Pentru realizarea unui model complex, se desenează fiecare entitate în parte, urmând apoi asamblarea entităților folosind modulul *Assemblies*.

Pentru fiecare componentă se poate completa un câmp de informații suplimentare care să conțină numele respectivei componente, cine a realizat-o, precum și alte observații. Acestea sunt foarte utile în momentul în care, pentru un model complex, *SolidWorks* este vizualizat cu aplicația *SolidViewer* și se dorește căutarea unei anumite componente (de exemplu, informații suplimentare despre modalitatea de îmbinare a două structuri, sau caracteristicile unui șurub).

O altă facilitate *SolidWorks* este posibilitatea de creare a plăcilor din metal și a structurilor din profile standardizate. Există pachete de funcții dedicate acestui aspect. Toate operațiunile de îndoire, tăiere sau pliere pot fi făcute direct pe suprafața metalică. Foarte folositoare este și posibilitatea de import al tabelor cu dimensiuni din *Microsoft Excel*, în momentul în care trebuie introduse cote precise [1].

Lucrarea de față dezvoltă o tehnică modernă, abordată de autoare, de proiectare și de modelare a structurilor metalice și a tabelor în *SolidWorks*. S-au ales ca ansamble informative platformele din figura 1a,b. Toate componentele sunt proiectate utilizând datele de intrare: spațiul util, domeniu de utilizare, forțe [2, 3, 4] etc.

Abstract. The purpose of this paper is to design, to model and to assembly a metal platform, using *SolidWorks* detailing all models alternatives. This work presents a designing and a modelling solution for a platform using the *Weldments* parts.

The components of the platform assembly are normalized profiles, simple parts and sheet metal parts, and *SolidWorks* is the best fitted for design and model this parts. This design method by modelling in *SolidWorks* is a quick checking method of the assembly, by viewing it. The platforms can be visualized before their physic building.

Key words: SolidWorks, metal platforms, *Weldments* module, Sheet Metal module

1. Introduction

In order to create solid objects in *SolidWork*, basic 2D designed elements can be extrude using a variety of techniques.

To create complex models, each component must be designed independently and these separate entities must then be assembled using the *Assembly* module.

A set of additional information can be stored against each component, such as continuation of its name, author or additional remarks. This additional information turns out to be very useful when complex models once created in *SolidWorks*, and then viewed using *SolidViewer*, are later searched for additional details (such as the way two structures were joined together or maybe the characteristics of a screw).

SolidWorks also has the ability to facilitate modelling of metal sheets and structural-steel shape. Whole rafts of functions are available to achieve this. The entire bend, cut or fold activity can be applied directly to the surface of the metal. Also very useful is the ability to import exact measurements from *Microsoft Excel* spreadsheets [1].

This study expands a modern own technique for processing structures and tables to model a metallic platform using *SolidWorks*. The metals platforms assemblies from figure 1a,b are chooses for study. All the components are designed using the input dates, space for use, utilization, acting stress [2, 3, 4] etc.

Ansamblul din figura 1b este proiectat să susțină benzi transportoare pentru deplasarea pieselor. Proiectantul utilizează spațiul aflat la dispoziție, știind punctele de intrare și ieșire a obiectelor, greutatea și volumul lor.

The assembly from figure 1b is designed with the aim supporting rubbers bands, used for remove objects. The designer use the work-room space, knowing the entry point and the exit point for the objects, knowing the input and output points, the weigh and the volume of the pieces.

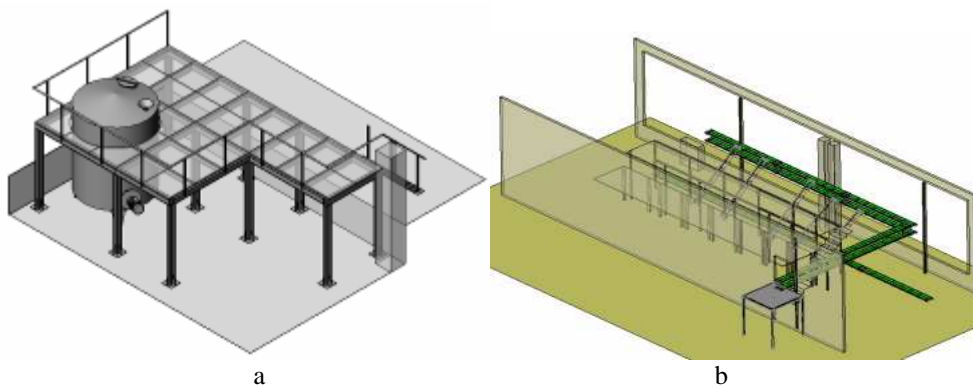


Figura 1. Platforme metalice
Figure 1. The metals platforms

2. Modelarea structurilor metalice

Există mai multe posibilități de modelare în *SolidWorks* a platformelor din structuri metalice, și anume metoda generării de solide *Features* cu comanda *Insert/Features* sau metoda generării de solide *Weldments* sau *Sheet Metal*. Aceasta ultimă metodă este de preferat, fiind specială în acest caz.

Elementele componente sunt structuri metalice ce cuprind grinzi de susținere, plăci de fixare, de sprijin etc.

Ansamblele vor fi realizate utilizând modulul *Weldments* de generare a grinzilor sudabile și modulul *Sheet Metal* pentru modelarea tablelor [3, 5].

2. Modelarea grinzilor simple utilizând modulul *Weldments*

La proiectare grinzilor de susținere proiectantul va avea în vedere sarcinile statice sau dinamice ce vor solicita platforma. Una din metodele cele mai elaborate de verificare a rezistenței grinzilor este utilizarea modulului *COSMOSWorks Designer* pentru identificarea zonelor mai solicitate și înlăturarea materialului în exces.

Grinzile platformelor, ce servesc ca stâlpi de susținere, pot avea forma din figura 2a alcătuite din două profile U sudate. Definiția unui profil se poate vizualiza în figura 2c și se obține activând modulul *Weldments* pentru elemente sudabile.

Inițial se schițează o linie pe lungimea grinzii, urmând să i se asocieze o secțiune standardizată ISO prin utilizarea comenzii *Insert/Weldments/Structural Member* (figura 2c).

2. The metal structure modelling

There are several ways to model metallic platforms in *SolidWorks* using either the method of generating solid *Features* using the *Insert/Features* command or alternatively *Weldments* or *SheetMetal*, the latter being the more appropriate method in this instance.

Components are metallic parts such as beams, scaffolding beams, base plate support.

Assemblies will be achieved using the *Weldments* module to generate beams that can be welded together and the *Sheet Metal* module to model the assembly using data stored in table [3, 5].

3. Modeling the simple beams using the *Weldments* module

To design the support beams the user must take into account the static as well as the dynamic load affecting the beam. One of the most comprehensive ways to verify the strength of the beams is to use the *COSMOSWorks Designer* module, which identifies the most affected areas and facilitates the removal of excess material.

The support beams of the platform may have the shape outlined in figure 2a and comprise of two U-shaped profiles welded together. The characteristics of the profile are shown in figure 2c and have been obtained by activating the *Weldments* module for those parts, which are to be welded together.

Initially a line was drawn of the desired length for the beam and then a standard ISO section is linked to it by using the *Insert/Weldments/Structural Member* command (figure 2c).

Definiția grinzii activată și după construirea ei prin Edit Feature permite alegerea a 6 tipuri de profile și a 3 grupuri de dimensiuni. S-a ales pentru stâlpul corespunzător de susținere *Standard/iso, type/ c-channel* profilului U, cu dimensiunile 120x12.

Dimensiunile pot fi modificate după necesități cu dublu clic direct pe cotă, în fereastra *Modify*, în modul *Sketch* (figura 3 a și b). *FeatureManager design tree* din figura 2a prezintă succesiunea operațiilor de obținere a stâlpului.

Al doilea profil ce completează piciorul s-a obținut prin oglindire, față de planul *Right*.

Placa bazei se poate obține clasic prin extrudare. În cazul de față aceasta se realizează folosind modulul *Sheet Metal*. Se pornește de la o linie realizată în *Sketch*, reprezentând lățimea bazei, prin centrul piciorului.

Comanda *Insert/Sheet Metal/Base Flange* deschide fereastra *Base Flange*, în care se definesc dimensiunile plăcii (figura 4a).

Having used the *Edit Feature* to activate the definition for the beam one can select from 6 types of profiles and 3 lots of measurements. For the support beam has chosen the *Standard/iso, type/c-channel* fitting the U profile and measuring 120x12.

Open the *Modify* window of the *Sketch* module and the measurements can then be modify by double clicking on the dimension (figure 3 a, b). The *FeatureManager design tree* in figure 2a shows the succession of operations needed to obtain the beam.

The second profile, which completes the beam, was obtained by mirroring on the *Right* plain.

The bottom plate can be classic obtained by extruding. In this instance the plate was produced using the *Sheet Metal* module. The starting point was a line drawn in *Sketch* which represents the base width as measured from its inside centre point.

The *Insert/Sheet Metal/Base Flange* command opens the *Base Flange* window for the dimension of the plate (figure 4a).

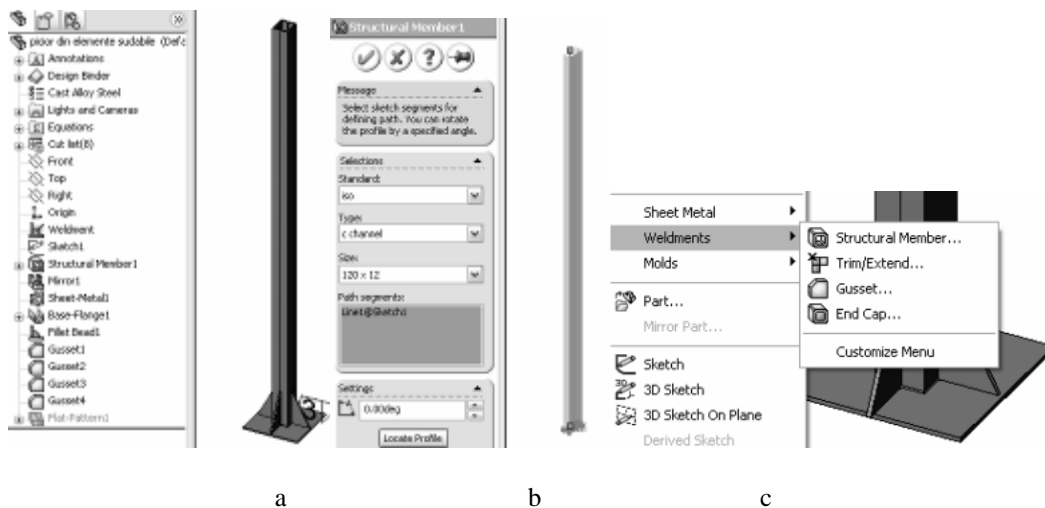


Figura 2 a,b,c Stâlp de susținere metalic
Figure 2 a,b,c The metal beam support

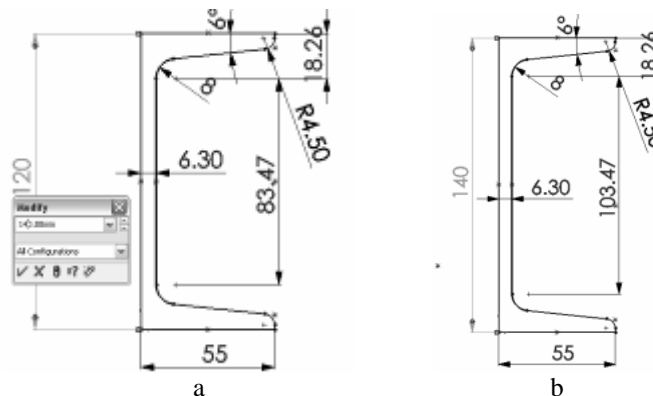


Figura 3 a,b. Grindă metalică tip U
Figure 3 a,b. The metallic beam type U

Nervurile se pot obține de asemenea prin două metode; cu comanda *Insert/Features/Rib*, sau *Insert Weldments/Gusset*, cea din urmă fiind specială pentru structuri metalice (figura 4b).

Comanda permite poziționarea exactă a nervurii față de planele definite în fereastra *Supporting Faces*, iar rubrica *Location* permite poziționarea în raport cu centrul acestor suprafețe și dimensionarea ei.

Asemănător se pot obține toate grinzile platformei, ținând cont de lungimea lor standardizată.

Grinzile sunt poziționate simplu fără capete ajustate. Captura din figura 5a,b prezintă un colț din platformă. În această situație, datorită modului de obținere al grinzilor, din două profile U, modelarea *SolidWorks* nu permite atașarea automată a unor dopuri pentru capetele grinzilor. În acest caz ar fi necesară utilizarea unor grinzi cu secțiune continuă (figura 6).

The ribs can be obtained in one of two ways: either by issuing the *Insert/Features/Rib* command or *Insert Weldments/Gusset*, the latter being the more appropriate for metallic structures (figure 4b).

This command allows precise positioning of the rib, accountable to the plans defined in the *Supporting Faces* window, and *Location* cell allows the positioning of the surfaces centre and allows measurements to be specified.

One can obtain in a similar way the rest of the beams depending on the standard length.

The beams are positioned simply, without using special end. The caption in figure 5a,b shows a corner of the platform. In this instance, due to the way that the beams were obtained, from two U-shaped profiles, *SolidWorks* would not allow automatic attachment of corks at the end of the beams. In this situation one would have to use beams with continuous sections instead (figure 6).

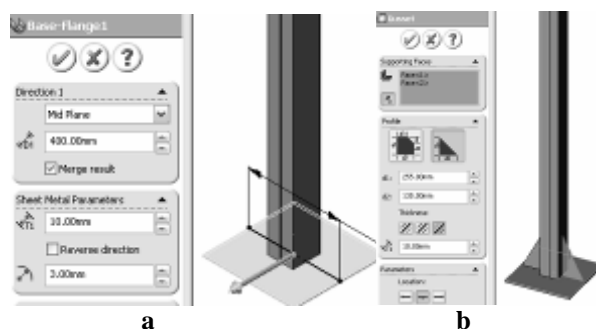


Figura 4 a,b. Modelarea bazei și a nervurilor
Figure 4 a,b. Modelling the base and the ribs

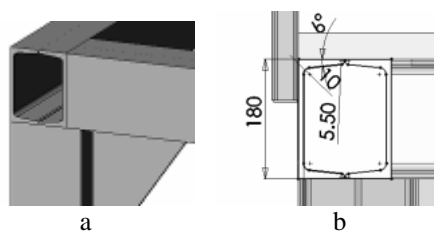


Figura 5 a,b. Capăt de grindă
Figure 5 a,b. The end of beam

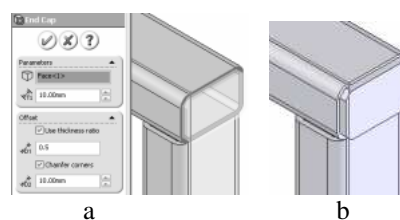


Figura 6 a,b. Comanda *End Cap* pentru capac
Figure 6 a,b. The *End Cap* command for a Cap

O structură *Weldment* modelată într-un singur *Part* are avantajul obținerii unor colțuri închise, aceasta este alta variantă de a obține centura de rezistență. Alegerea metodei depinde de mărimea barelor și de importanța atribuită aspectului exterior. În cazul de față se desenează toate liniile ca schelet de construcție, în poziții corespunzătoare, devenind în final grinzi.

Comanda *Insert/ Weldments /Structural Member* deschide fereastra din figura 7a și permite alegerea pe rând a tuturor liniilor. Fereastra

A *Weldment* structure modelled as a single *Part* has the advantage of having closed corners, and hence provides a different way of obtaining a belt band with deformation resistance. Choosing the right method depends on the size of the bars and the importance paid to the exterior aspect. In this instance we drew all of the carcass lines, to be further turned into beams in their intended position.

The *Insert/Weldments/Structural Member* command opens a window as shown in figure 7a and allows selection of all lines one by one. The *Structural*

Structural Member acceptă alegerea unui anumit tip de colț, la rubrica *Settings*, din trei variante posibile: *End Miter*, *End Butt1* și *End Butt2*.

Figura 7b,c prezintă varianta de colț *End Miter*, în vedere și în secțiune.

Member window allows selection of the desired type of corner via the *Settings* rubric, which offers three alternatives *End Miter*, *End Butt1* and *End Butt2*.

Figure 7b,c is the *End Miter* variant for the corner in normal view and section.

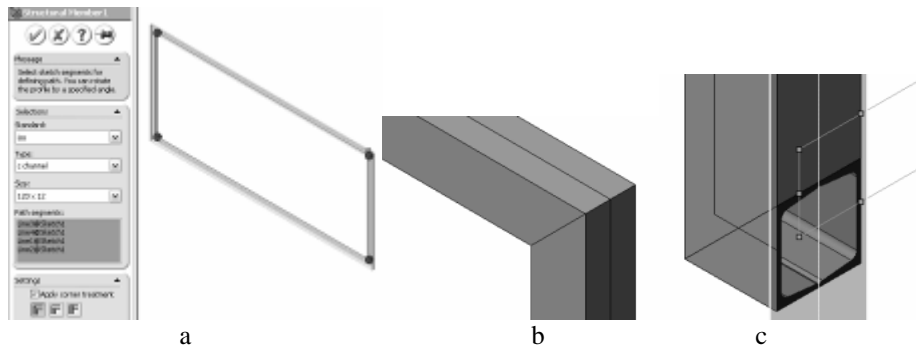


Figura 7 a,b,c. Variante *Structural Member*
Figure 7 a,b,c. Different *Structural Member*

4. Modelarea grinzilor cu zăbrele utilizând modulul *Weldments*

Grinzile cu zăbrele, utilizate în cazul unor platforme pentru sarcini mari, se pot modela tot ca un singur *Part*. Modulul *Weldments* permite o rezolvare rapidă a grinzii din figura 8a. Inițial se pomește de la o schiță 3D a scheletului grinzii (figura 8b), cu zăbrelele oblice desenate doar pe primul rând.

Urmează utilizarea modulului *Weldments* prin generarea primilor membri structurali verticali, *Structural Member*. Se alege de data aceasta varianta *iso/pipe* din rubrica *Selection* a comenzii *Structural Member*.

Comanda *Trim/Extend* realizează îmbinarea țevilor prin metodele posibile *End Trim*, *End Miter*, *End Butt1* și *End Butt2*, aceasta din urmă fiind varianta acceptată în cazul îmbinării bazei. Îmbinarea țevilor oblice pe suportii verticali, se face cu *End Trim*. Rezultă astfel îmbinări frumos ajustate.

Adăugarea zăbrelelor înclinate prin comanda *Linear Pattern*, pe toată înălțimea grinzii finalizează suportul metalic.

4. Girder beams modeling using *Weldments* module

The girder beams, which are intended for heavy load bearing beams, can also be modelled as a single *Part*. The *Weldments* module presents a fast way for setting up the beam in figure 8a. One would start with a 3D sketch for a skeleton of the beam (figure 8b) and oblique bars are then drawn only on the first row.

The *Weldments* module would then be used to generate the first of the vertical structural elements, *Structural Member*. We selected the *iso/pipe* alternative in the *Selection* option of the *Structural Member* command.

The *Trim/Extend* command allows for joining the pipes using one of the following methods: *End Trim*, *End Miter*, *End Butt1* and *End Butt2*, the latter being the suggested method. Joining oblique pipes on vertical supports is achieved through *End Trim*. Results so nice finishing joining.

Adding slanting bars for the full height of the beams via the *Linear Pattern* command completes the modelling of the support.

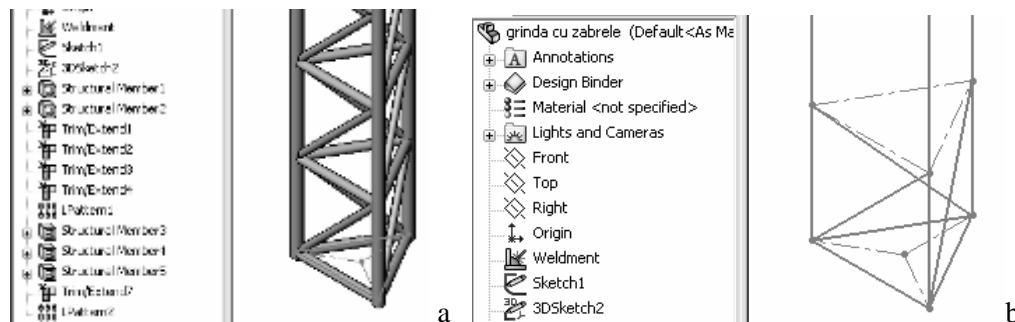


Figura 8 a,b. Modelarea grinzii cu zăbrele
Figure 8 a,b. The girder beam modelling

5. Modelarea scărilor

Scările pot avea configurația din figurile 9a,b. Când se realizează în *SolidWorks* o piesă din tablă se va utiliza în mod eficient modulul *Sheet Metal*.

Pentru activarea acestei comenzi se pornește de la un contur deschis, trasat în Sketch. Conform conturului desenat se pot obține profile de table de diverse forme, apelând comanda *Insert/ Sheet Metal/Base Flange*. În acest scop inițial se schițează linia directoare, urmând apoi activarea comenzii amintite. *FeatureManager design tree* prezintă *BaseBend* pentru fiecare treaptă modelată.

Figura 9c prezintă alt tip de scară, generată folosind cele două module *Weldments* și *Sheet Metal*. Asamblarea componentelor se realizează clasic folosind comanda *Insert/Mate* și realizând împerecherile corespunzătoare între suprafețele componentelor.

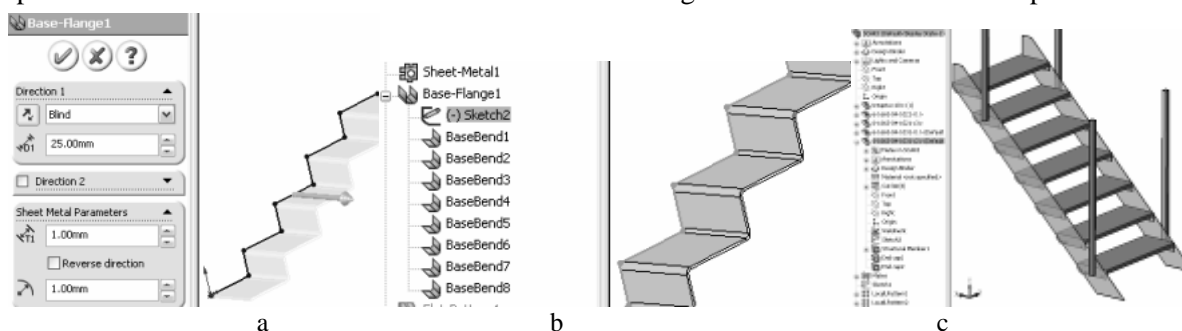


Figura. 9 a,b,c. Modelarea scărilor
Figure 9 a,b,c. Modelling the stairs

6. Ansamblul bandă transportoare

Componentele suportului benzii transportoare sunt profile simple, bolțuri, plăci și lagăre (figura 10 a,b,c), majoritatea putând fi realizate cu modulele *Sheet Metal* și *Weldments*. Figurile următoare sunt detalii ale benzilor transportoare; se observă profilele metalice pereche.

Profilul metalic al benzii transportoare are succesiunea operațiilor în figura 10a. Soluția optimă pentru finisarea sfârșitului profilului metalic este utilizarea comenzii *Edge-Flange*, prin selectarea a două muchii. Rezultă, conform opțiunilor din fereastra *Edge-Flange*, două flanșe lungi de 3 mm cu înclinație la 60°.

Acest ansamblu trebuie să permită o mișcare lină a obiectelor, la extremități existând două perechi de bolțuri și lagăre. Construcția finalului unui ansamblu suport de banda rulantă, fără bandă propriu-zisă, cu bolțul ascuns, este prezentată în figura 10b. Se observă profilele metalice realizate cu modulul *Weldments*.

Câteva capturi reprezentând ansamblul suport de benzi rulante se observă în figura 11 a,b,c.

5. Modelling the stair

The staircase may have the details outlined in figures 9 a,b. To produce a part from metal sheet in *SolidWorks* one would use the module *Sheet Metal*.

The starting point would be to draw the outline for the shape in Sketch before using the command. To match the outline that has been drawn one can produce sheets in several shapes via *Insert/ Sheet Metal /Base Flange* command. In this aim, initially one draw the leading line and after one used the latter command.

The *Feature Manager design tree* works out the *BaseBend* for every step being modelled.

Figure 9c shows a different type of staircase produced by using the *Weldments* and the *Sheet Metal* module. Assembly of the component parts is achieved using the *Insert/Mate* command, realizing the good mate between the correspondent surfaces.

6. The rubber band assembly

The components of the body rubber band assembly are simple profiles, bolts, plates and bearings (figure 10 a,b,c), most of them created with *Sheet Metal* and *Weldments* module. The figures below are details of the rubber bands, one can see the metal twin profiles with their special forms.

The metal rubber band profiles have the operations history in the figure 10a. The optimal solution for finishing the rubber band end is *Edge-Flange* command, selecting two edges. Result, according the *Edge-Flange* window options, two flanges, 3 mm long at 60°.

These assembling should allow a smooth move of the objects, at the extremity there are two couple bolts and bearings. The design of one support rubber band assembly end, without the properly band, with the hidden bolt, is figured in the figure 10b. One can see the metal profiles, creates with the *Weldments* module.

Some of support rubber bands assemblies captures can be observed in the figures 11 a,b,c.

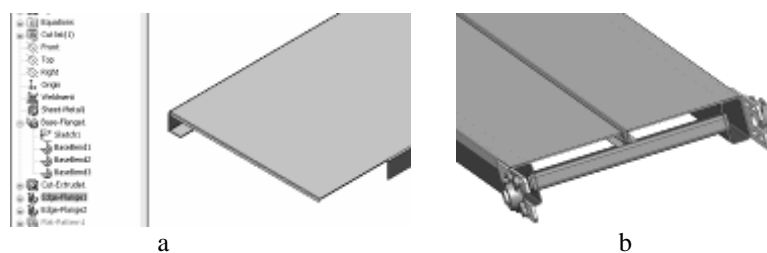


Figura 10 a,b. Profile *Weldments*
Figure 10 a,b. *Weldments* profiles

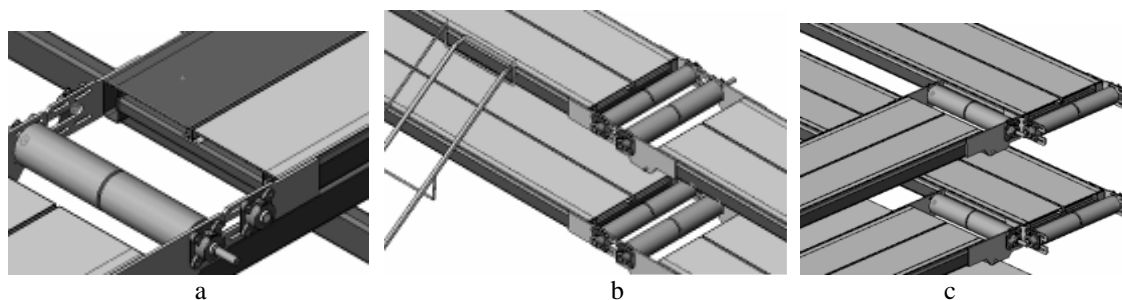


Figura 11 a,b,c. Ansamblul suport al benzilor transportoare
Figure 11 a,b,c. The support rubber bands assembly

7. Concluzii

SolidWorks conține elemente speciale pentru modelarea structurilor metalice. Modulele *Weldments* și *Sheet Metal* permit o modelare automată a acestor obiecte, simplificând acest proces și făcându-l mult mai productiv. Pentru entitățile *Weldments* se schițează la început un schelet cu sketcher-ul 2D sau 3D și utilizând o bibliotecă de elemente structurale profilate, rezultă corpuri solide cu proprietăți personalizate.

Această metodă proprie de proiectare, prin modelare *SolidWorks*, permite o verificare rapidă a ansamblului, prin vizualizarea lui.

Ca o noutate, aceste platforme au fost proiectate și vizualizate în acest fel înainte de realizarea lor fizică. Metoda poate fi generalizată și pentru alte platforme asemănătoare.

7. Conclusions

SolidWorks has special features for metal structures modelling. The *Weldments* and *Sheet Metal* modules allows modelling automatically these parts, sampling the process and making it more productive. For the *Weldments* parts one sketch firstly a carcass with 2D or 3D sketcher and using a library with structural members profiles, results solid bodies with own custom properties.

This *SolidWorks* modelling design method, elaborated by the author, is a quick checking method of the assembly, by viewing it.

As a novelty, these platforms were in this way designed and visualized, before their physical construct. This method could be also generalized for other same platforms.

References

1. Planchard, D.C.: *Drawing and Detailing With Solidworks 2005*. Editeur Schrioff Development Corp, France, 2005, ISBN-10: 1585032468, ISBN-13: 978-1585032464
2. ***: *SolidWorks 2006 Tutorials for Sheet Metal*.
3. *** *General Sheet Metal Information*, *SolidWorks CAD Sheet Metal Examples*. <http://www.sheetmetaldesign.com/>
4. *** *SolidWorks 2006 Sheet Metal & Weldments Training Manual*. <http://www.appliedproduction.com/SolidWorks.htm>
5. Merticaru, V.: *Design intent – A fundamental solid modelling concept in using SolidWorks as CAD instrument*. The Xth International Scientific Conference TMCR 2006. University "Gh. Asachi" Iași, Romania

Lucrare primită în Mai, 2007
(și în formă revizuită în Iunie, 2007)

Received in May, 2007
(and revised form in June, 2007)