

**Debreceni Egyetem
Informatikai Kar**

SolidWorks 3D CAD rendszer alkalmazásai

Témavezető:

Tomán Henrietta

Egyetemi tanársegéd

Készítette:

Gál Sándor

Levelező programtervező
informatikus BSc.

Debrecen
2010

Tartalomjegyzék

1.	Bevezető	5
2.	Mi a CAD?	7
2.1.	Az út, amely a jelenhez vezetett	7
2.2.	Általános 2D CAD szoftverek	8
2.3.	CAD a gépészetben	9
2.4.	CAD az építészetben	10
3.	Általános ismertető	11
3.1.	SolidWorks	11
3.2.	AutoCAD	12
3.3.	Solid Edge	14
3.4.	Modellezési technológiák	14
3.4.1.	Hagyományos modellezés	14
3.4.2.	Szinkronmodellezés	15
4.	Hasonlóságok	17
4.1.	Termékek és terméktámogatás	17
4.2.	2D-s rajzok	17
4.3.	Windows felület	18
4.4.	Dokumentáció, Prezentáció és Együttműködés	19
4.5.	Szimuláció és kiértékelés	21
4.6.	Modellezés és eszközei	22
5.	Különbségek	23
5.1.	Termékek és terméktámogatás	23
5.1.1.	Frissítések	23
5.1.2.	Lokalizáció	23
5.1.3.	Ingyenesség	24
5.2.	Dokumentáció, Prezentáció és Együttműködés	24
5.2.1.	Látványtervező eszközök, animációk	24
5.2.2.	Dokumentáció	26
5.2.3.	Más CAD szoftverek alkatrészeinek importálása az adatbázisba	27

5.2.4.	CAD szoftverek alkatrészeinek exportálása	28
5.2.5.	Solid Edge Insight és a Solid Edge Embedded Client.....	29
5.3.	Szimuláció és kiértékelés.....	29
5.4.	Modellezés és eszközei.....	31
5.4.1.	SolidWorks	31
5.4.2.	AutoCAD.....	33
5.4.3.	Solid Edge	34
6.	Összegzés	37
7.	Irodalomjegyzék	39
8.	Függelék	40

1. Bevezető

Akkor kezdett el érdekelni a 2D és 3D tervezés, mikor még a személyi számítógép elterjedőben volt. A pályaválasztás után már konkrétabban elképzelésem voltak, mivel sok tantárgy foglalkozott ezzel a témakörrel. Egyszer szüleim is feltették a kérdés, hogy mi a különbség a 2D és 3D tervezés között, hogyan lehet számítógépen papír nélkül olyan terméket készíteni, amelyet utána mérnöki pontossággal el tudunk készíteni.

A válaszon sokat gondolkoztam, hogy hogyan lehetne válaszolni a kérdésre úgy, hogy a CAD szoftverekhez nem értő emberek is kézzel foghatóan érezni tudják majd a különbséget.

Régen a kigondolt 3D-s modellt fejben „azonnal” a szabványos nézetekbe kellett konvertálni a 2D-s tervezőprogramok segítségével műszaki rajz pontossággal, így nagy volt a hibalehetőség, hogy kifelejtenek valami. Manapság a 3D-s CAD tervezőrendszereknél a kitalált termék 3D-s modellje készül el először a szoftverrel, majd abból készülnek el a 2D-s rajzok, melyeket sokszor a szoftver generálja, az embernek nem is kell tevékenyen részt vennie, csak validálnia.

A dolgozatban a manapság használt 3 leggyakrabban előforduló szoftverről adok egy rövid ismertetőt, majd bemutatom azon funkciókat, amelyekben hasonlítanak egymásra, s az utolsó részben a különbségeket veszem elő. Mivel CAD szoftverekről van szó, így a legelején röviden ismertetem a CAD szerepét is.

A témaválasztásban szerepet játszott az is, hogy a 3D tervező szoftverek iránt az igények növekedésnek indultak, jelenleg meghatározó szerepet töltenek be az informatikai területen. Ezt főleg azzal érték el, hogy nagyon sokrétű az alkalmazhatósági terület, amelyet a dolgozatban is megpróbálok megmutatni.

A befejezésben arra keresem a választ, hogy melyiket választanám saját használatra vagy tanácsolnám egy cégnek, aki hasonló irányt képvisel, mint a szoftverek. A dolgozat elkészítése alatt mindhárom szoftver próbaverzióját sikerült kipróbálni, illetve a SolidWorks esetében a 2009 SP3 Premium verziót is használtam. Várhatóan olyan képet tudok nyújtani a

szoftverekről, amelyek nem tükröznek elfogultságot egyik iránt sem, annak ellenére, hogy mindegyikről megvan a saját véleményem.

Köszönettel tartozom mindazoknak, akik segítették munkámat. Külön köszönöm Tomán Henriettának, szakdolgozatom témafelelőségének, valamint feleségemnek, hogy tapasztalataikkal segítették e dolgozat létrejöttét.

2. Mi a CAD?

A CAD (angol: **C**omputer **A**ided **D**esign = *számítógéppel segített tervezés*) rendszer alatt a mérnököket és más tervezési szakembereket tervezési tevékenységükben segítő több, számítógépen alapuló eszközt értünk [1].

Olyan termékek tervezésére és fejlesztésére használják, melyek közbenső termékek, vagy melyeket más gyártmányokhoz használnak fel, vagy közvetlenül a végfelhasználóhoz kerülnek. Használják alkatrészek gyártására szolgáló szerszámok és tervezésére, a koncepcionális tervezéstől a gyártási módszerek meghatározásáig bezárólag.

A jelenleg használatos CAD programok a megoldások széles skáláját kínálják a 3D (térbeli) parametrikus felület- és szilárdtest modellező rendszerektől a 2D (síkbeli) vektorgrafika alkalmazásán rajzoló rendszerekig.

Felsorolás szintjén a CAD alkalmazás területek, CAD rendszerek szolgáltatásai és a konkrét CAD programok a függelékben találhatóak meg.

2.1. Az út, amely a jelenhez vezetett

A számítógépet már régóta használják a munkájukhoz a tervezők. Az első lépéseket a görbék matematikai leírására az 1940-es évek elején Isaac Jacob Schoenberg, Apalatequi és Roy Liming tette meg.

Fordulópontot jelentett a CAD rendszerek fejlődésében az MIT-ben alkotott SKETCHPAD rendszer, amely Ivan Sutherland nevéhez fűződik. Először itt jelent meg az, hogy a grafikus rendszerbe közvetlenül beavatkozhatson a tervező, amely egy fényceruza és katódsugárcső segítségével valósult meg. Ténylegesen itt jelent meg először a grafikus interface, ami a modern CAD rendszerek nélkülözhetetlen eszköze.

A következő lépéseket az 1960-as években a repülőgép és gépkocsi ipar tette meg, amelyek esetében egymással semmiféle kapcsolatban nem álltak ezek a próbálkozások és sokszor csak sokkal később történt meg a közzétételük. A számítások elvégzéséhez szükséges nagyteljesítményű számítógépek alkalmazását akkor csak a legnagyobb cégek engedhették meg maguknak (pl. General Motors, Lockheed). Ahogy a számítógépek fokozatosan egyre könnyebben kezelhetőbbek és olcsóbbak lettek, úgy terjedt el a CAD alkalmazása gyakorlatilag minden mérnöki tervezésre.

Nagy fontosságú volt a személyi számítógépek megjelenése, amely mellett kulcsszerepet játszott az is, hogy az 1960-as és 70-es években a nagy számítástechnikai cégek bekapcsolódása a fejlesztésbe (pl. IBM).

1981-ben megjelentek a szilárdtest modellező programok (például Uni-Solid és Romulus) valamint a Dassault felület-modellezője, a CATIA. 1982-ben John Walker megalapította az Autodesk céget, az ő programjuk a 2D rajzoló AutoCAD lett.

A következő mérföldkő az alaksajátosság alapú modellezés bevezetése volt a Pro/Engineer-rel 1988-ban. A B-rep szilárdtest modellező matematikai programcsomagok (Parasolid és ACIS grafikus motorok) az 1990-es évek elején jelentek meg. Ez vezetett a közepes bonyolultságú szoftverek megjelenésére (Solid Works 1995, Solid Edge 1996).

2.2. Általános 2D CAD szoftverek

Történetileg a 2D rajzolóprogramok voltak az első CAD szoftverek, amelyek tulajdonképpen egy intelligens rajztábla funkcióját töltötték be. Az asztali számítógépekre készült AutoCAD a legismertebb és világszerte leggyakrabban használt képviselőjük, mely ma a világ egyik legelterjedtebb CAD szoftvere. Az egyes szakmai ágak tervezési sajátosságait segítik (pl. gépészet, építészet), hogy a 2D-s CAD programok kibővíthetők szakmai részekkel anélkül, hogy elvesztenék a kompatibilitást a korábbi rajzokkal, amelyek akár más szoftverrel is készülhettek. Ezen szoftverek lehetővé teszik komplex objektumok tervezését, úgy hogy több tervező egyidejűleg tervezhessen akár földrajzilag egymástól nagyon távol levő helyeken, és hogy a tervek egyeztetése interneten keresztül végbemehessen.

2.3. CAD a gépészetben

A mérnök által készített terveket a műszaki rajzoló a számítógépen végső formába öltötték, de ez azt eredményezte, hogy feleslegessé tette őket. Amikor 2D rendszert használunk, akkor tulajdonképpen a számítógéppel a rajztáblát váltjuk fel, mellyel hagyományos műszaki rajzokat tudunk előállítani. Az elmúlt évtizedekben a piacot ezek a 2D rendszerek uralták, míg végül felül nem kerekedtek a 3D modellezők, melyek alaksajátosság alapúak voltak.

A modell részeit szilárdtest modellek, szabad formájú felület modellek vagy e kettő keverékét használó hibrid modellek segítségével szerkesztik. Kétféle tervezési módszer létezik, amelyek közül az ún. alulról felfelé tervezés módszer segítségével egy 3D reprezentációban állítják össze a végső terméket ezekből az egyedi rész-modellekből:

- Ütközésvizsgálatot lehet végrehajtani az összeállítás modelleken, amelynek segítségével igazolhatjuk, hogy
 - o a dinamikai és kinematikai analízis végrehajtható
 - o a terv szerint illeszkednek egymáshoz a komponensek
 - o a termék az alkatrészekből összerakható

- Az alkatrészekre és az összeállításra végelelemes analízis (FEA) is alkalmazható, melynek segítségével az alábbi viszonyok ellenőrizhetők
 - o dinamikai és szilárdsági
 - o termikus és áramlástan stb.

A felülről lefelé tervezés módszert az elmúlt néhány évben fejlesztették ki, melynek segítségével a tervezés egy vázlatból indul ki, melyből fokozatos finomítás útján egyre részletesebb tervet alakít ki a tervező, végül eljut a termék teljes részletességű műszaki dokumentációjáig.

Manapság a műszaki rajz kiiktatásának irányába tart a fejlődés, amelyet pl. a CAM, vagy a gyors prototípuskészítés módszerek segítenek, így a 2D műszaki rajzok automatikus vagy fél automatikus generálásához használják általában a 3D modelleket.

2.4. CAD az építészetben

Egy szerkezet-tervező szoftver lehet erre egy példa, melynek segítségével acélszerkezetű csarnokok tervezését lehet elvégezni, megállapítani a főbb méreteket, a földrengés és szélterhelés állóságát lehet végezni, azaz a szilárdsági ellenőrzéseket. A program kimenete a kiinduló adat egy rajzoló szoftver számára, mint például a főbb méretek, a fontosabb anyagok listája, stb. Összegezve, ezen a területen az eredmény általában grafikai alapú, amelyet később fel lehet használni:

- koncepcionális tervezésre
- a fontosabb attribútumok ellenőrzésére
- esetleg részletes dokumentáció készítésére

Ha kiváltjuk a hagyományos rajztáblát a számítógépes rajzoló programmal (mely a műszaki rajz kivitelezésére alkalmas eszköz), akkor a korábban elkészített részletrajzok, előzetes számítások eredménye, térképek vagy a tervező szabadkézi vázlatai lesznek a program bemenetei. A szoftvert használó feladata „mindösszesen” az, hogy ezeket egybeolvasztva olyan műszaki dokumentációt szerkesszen, melynek alapján a felhasználandó anyagok és a költségvetés, végül a részletrajzok elkészíthetők lesznek.

Az építészeti szoftverek köre jelenleg széles, magába foglalja az építészeti, belső építészeti modulokat és érinti a 3D látványtervezést (pl. animáció készítés, stb.). Emellett több rokon terület is használja a számítógépes rajzolást, például az utak, vasutak, vízelvezetés és csatornahálózat tervezésére stb.

3. Általános ismertető

A hasonlóságok és különbségek előtt röviden bemutatom a három kiválasztott szoftvert, hogy honnan hová jutottak el, s mit lehet elmondani róluk általánosságban. Ha szétnézünk a tervező piacon, akkor felületes vizsgálódást követően a lentebb ismertetett funkciókat találjuk meg könyvekben, folyóiratokban és nem utolsó sorban a szoftverek hivatalos honlapjain, amelyek után, ha mélyebbre ásunk, akkor felfedezhetjük az igazi különlegességeket, extrákat, amelyek megpróbálják kiemelni a többi szoftver közül.

3.1. SolidWorks

A SolidWorks meghatározása a hivatalos magyarországi viszonteladó szerint:

„A SolidWorks gépészeti tervezést automatizáló szoftver egy olyan alakzat alapú parametrikus testmodellező eszköz, mely kihasználja a Windows könnyen kezelhető grafikus felhasználói felületének előnyeit. Teljesen asszociatív 3D testmodelleket alkothatunk kötöttségekkel vagy anélkül, tervezési szándék automatikus vagy felhasználó által megadott kapcsolataival.” [2]

Sokáig gondolkodtam, hogy lehet-e ettől egyszerűbb és érthetőbb megfogalmazást találni, de rá kellett jönnöm, hogy nem, mivel:

Azon szakembereknek, akik ezen a területen dolgoznak valószínűleg sokkal jobb, szakszerűbb megfogalmazást adnának, de nem feltétlenül érhetőbbet.

Akik nem ezen a területen dolgoznak, azoknak egy hosszabb, magyarázóbb rész lett volna helyénvaló, de az viszont nem fejezte volna ki magát a szoftvert ilyen egyszerűen a funkcióját, célját illetően.

A címben szereplő SolidWorks Corporation-t 1993-ban Jon Hirschtick alapította a központtal együtt Concord, Massachusetts-ben, és 1995-ben hozta forgalomba első termékét a

SolidWorks 95-öt 1995-ben. 1997-ben a Dassault Systèmes bekebelezte a céget, és jelenleg 100%-os a részesedése.

A SolidWorks szoftver a legkorszerűbb Parasolid geometriai modellező magot használja, melyet más rendszerek is alkalmaznak (pl. mérnöki feladatokat ellátó programok, CAM, stb.). A Parasolid piacvezető a geometriai modellező motorok körében, amelyek között legszélesebb körben elterjedt (több mint 1 millió példányszám).

Természetesen nem mindegy, hogy ezt a geometriai magot milyen környezetbe építi be a fejlesztő és milyen utasítási eljárások alapján történik a modellek megalkotása, de ez minden ember által írt programra igaz. Viszont a SolidWorks ebben élen jár, mert áttekinthető és automatizmusokkal ellátott szoftvert készített, amelynek sebessége annyira nem, de stabilitása meggyőző, s esetleg felülmúlhatja bármely más CAD rendszerét, de ezt a későbbiekben láthatjuk is. A SolidWorks számos olyan alapeszközt és alapmodult is tartalmaz, amelyek megkönnyítik és felgyorsítják a munkát.

A SolidWorks támogatja a modulok integrációját, melyből kétféle verziót különít el:

- Feature: kevés és kis funkcionalitású művelet tud, mint például egy különleges alakú lyuk kialakítása
- CAM: saját magában is teljes számítógéppel támogatott gyártás termék, mely grafikus platformként használja a szoftvert

3.2. AutoCAD

Az AutoCAD eredetileg vektorgrafikus rajzoló programnak indult, de egy mérnöki tervező szoftver alakult ki. Rugalmas és változatos eszközökkel rendelkezik, melyekkel a program testre szabható, így több nyelven is programozható (C, VBA, stb.), de különböző makro lehetőségek is rendelkezésre állnak.

Ez a rugalmasság tette lehetővé, hogy alapul szolgáljon egy sor AutoCAD-re épülő alkalmazásnak, melyeket egyrészt külső fejlesztők, másrészt maga a fejlesztő Autodesk cég

készített. Emiatt a sokoldalúság miatt rengeteg szakági alkalmazást fejlesztettek alá többek között építészeti, gépészeti, építőipari, térinformatikai stb. céllal. Az *Autodesk* már régóta magyarítja is ezt a programot [3].

Az AutoCAD az alábbi rajzelemekből építkezik:

- egyszerű rajzelemek (pl. vonal, kör, körív)
- összetett rajzelemek (pl. vonallánc, méretezés)

Használ blokkot, amely a felhasználó által tetszőleges rajzelemekből összeállított rajzelem. A szoftver legújabb változata már biztosítja a parametrikus blokkok használatát is, illetve támogatja:

- a térbeli modellezést, látványtervezést
- adatbázisok számára kivonatok készítését
- rajzok és hagyományos adatbázisok dinamikus összekapcsolását
- Internetes közzétételi lehetőségeket
- a nyomtatási elrendezések, stílusok kezelését.

Gyakorlatilag minden más CAD és CAM program is legalább olvasni, de gyakran írni is tudja az AutoCAD rajzfájl formátumát, amely a DXF vagy a DWG. Ez a formátum általánosan elterjedt, ipari szabvánnyá vált, amely akár szövegszerkesztővel is olvasható és írható.

A programnak elkészült egy csökkentett funkcionalitású, olcsóbb változata is, amelyet AutoCAD LT néven forgalmaznak, de ez funkcionalitásában mégis elegendő lehet, ha csak otthoni használatra szeretnénk a szoftvert (pl. nincs benne a 3D szolgáltatások, tervdokumentációk, dinamikus blokkok, stb.).

Az AutoCAD az egyik legelterjedtebb CAD szoftver a világon. Az *Autodesk* cég becslései szerint 2006-ban, mintegy egymilliárd AutoCAD DWG formátumú rajz volt használatban.

3.3. Solid Edge

A **Solid Edge** egy 3D-s CAD/CAE tervező szoftver az általános gépípar számára. Eredetileg ACIS alapokon kezdte el fejleszteni az Intergraph, majd 1998-as felvásárlása után Parasolid geometriai magra épül a szoftver. A Solid Edge 2007-től a Siemens PLM Software terméke a piaci átalakulásoknak köszönhetően.

1995-ben lett kiadva a Solid Edge első verziója (V1). A V3.5-ös verzióban 1997 októberében a Lemezalkatrész, mint külön környezete jelent meg. Az ACIS geometriai kernelt a Parasolid váltotta az 1998-ban megjelent V5-ös verzióban. A Direct Editing (Közvetlen módosítás) eszköztárral importált geometriák szerkesztésére nyílik lehetőség modelltörténet nélkül (2005) a Solid Edge V17-es verziójában. A Szinkronmodellezési technológia, amely modelltörténet nélküli, alakelemeken alapuló, parametrikus modellezést tesz lehetővé a 2008-ban megjelent szoftverben debütált.

A Solid Edge az alábbi különböző szoftverkomponensekre épül, és futtatása Microsoft Windows operációs (XP; Vista; Win7) rendszereken támogatott:

- Parasolid geometriai mag [\[4\]](#)
- D-Cubed 2D-s és 3D-s kényszermegoldó [\[5\]](#)
- Szinkronmodellezési technológia [\[6\]](#)

3.4. Modellezési technológiák

3.4.1. Hagyományos modellezés

A szoftverek a felhasználóknak a kezdetektől fogva lehetővé teszik az alaksajátosságokkal rendelkező, modelltörténeten alapuló, parametrikus modellezést. Egy alkatrészen egyszerre használhatóak a szilárdtestmodellezés és a felületmodellezés eszközei, emiatt ugyanakkor hybrid megoldás is. Az alaksajátosságok (kihúzás, kivágás, stb.) létrehozását általában megelőzi egy vázlat, amely az alaksajátosságok alapjául szolgál. A vázlat módosítása fog visszahatni a testre, ami egyben az alaksajátosságok hierarchikus kapcsolatát jelenti, amit a modelltörténet testesít meg. A modelltörténet elején lévő alaksajátosság szerkesztése az őt

követő elemek újraszámítását eredményezi, amely szélsőséges esetben a modell szétesését is okozhatja (1. táblázat).

<i>Sajátosságok</i>	<i>Hátrányok</i>
Minden módosítható	Módosításhoz a modell ismerete kell
Paraméterek vezérlik	A történetben szereplő minden alaksajátosságot ismerni, értelmezni kell
A tervező látásmódját tükrözi	Történet elején módosult elemek az egész újraszámolását igényli
	Széteső modellek

1. táblázat

3.4.2. Szinkronmodellezés

A 2008-as bemutatástól ez a technológia folyamatosan fejlődik, amely parametrikus, alakelem alapú modellezést tesz lehetővé a modelltörtént kötöttsége nélkül. A szinkronmodellezés a Parasolid geometriai kernelre és a D-Cubed-ra épül. Közvetlenül a modellel dolgozunk, a vázlat, nem vezeti a modellt, így módosításkor nincs újraszámolás (2. táblázat).

<i>Sajátosságok</i>	<i>Előnyök</i>
Vázlat nem vezeti a modellt	Modellmódosítás gyorsabb
Nincs modelltörténet	Multi CAD környezetben is könnyed munka
Paraméterek vezérlik	CAD mint mindennapos eszköz mindenkinek, egyszerűségénél fogva

2. táblázat

Leginkább az alaksajátosság alapú, modelltörténettel rendelkező, parametrikus CAD rendszerek terjedtek el, ezek folyamatos fejlesztése mellett rengeteg tapasztalat, információ gyűlt össze a szoftverfejlesztőknél, felhasználóknál az elmúlt 20 évben. Minden magára valamit is adó fejlesztő a felhasználói tapasztalatokra adva kitűzött egy termékfejlesztési

irányt. Az "évtizedek" alatt olyan visszajelzések érkeztek a fejlesztőkhöz, amely rámutatott a hagyományos technológia erősségeire, gyengeségeire.

A tervezőrendszereknek egy másik fejlődési ágán létrejöttek az explicit modellező szoftverek. Az iparban jelentős szerepet nem tudtak/tudnak betölteni (a modelltörténet alapú rendszerekhez képest), pedig ennek a modellezési technológiának is megvannak a sajátosságai (3. táblázat).

<i>Az explicit modellezés előnyei</i>	<i>Az explicit modellezés hátrányai</i>
A modell a legfontosabb, nem az őt létrehozó lépések	Nincsenek alaksajátosságok
Rugalmas, módosításkor nincs újraszámolás	Paraméterek használata módosításhoz korlátozott
30-50%-kal kisebb fájl méret	Nehezen automatizálhatók ez egyes folyamatok
Idegen fájlok módosítása viszonylag egyszerű	

3. táblázat

A szinkronmodellezési technológia a hagyományos és az explicit modellezés előnyeit kiemeli és egyesíti magában és így jön létre egy alakelem alapú, modelltörténet nélküli, parametrikus modellezés, mint ahogy a függelék 13. ábrája is mutatja.

4. Hasonlóságok

4.1. Termékek és terméktámogatás

A termékek listáját táblázatos formában prezentálom, mivel így látható át a legkönnyebben, hogy mennyire hasonlóan gondolkodnak szoftverek forgalmazói, s néha mennyire különbözően. Mindhárom szoftvercsalád esetében létezik alapsomag, szakterületre specializálódott csomag, s oktatási csomag. Nagy hangsúlyt helyeznek a szoftvereiknek minél nagyobb felhasználói körben való elterjedésére, melyben aktív szereplőnek tekinti az iskolákat, diákokat is, melyre jó példa a 4. táblázat.

<i>Ipari verzió</i>	<i>Oktatási verzió</i>	<i>Ingyenes verzió</i>
Solid Edge ST2 Premium	Solid Edge Academic	Solid Edge 2D Free
Solid Edge ST2 Classic		
Solid Edge ST2 Foundation		
Solid Edge ST2 Design&Drafting		

4. táblázat - Solid Edge

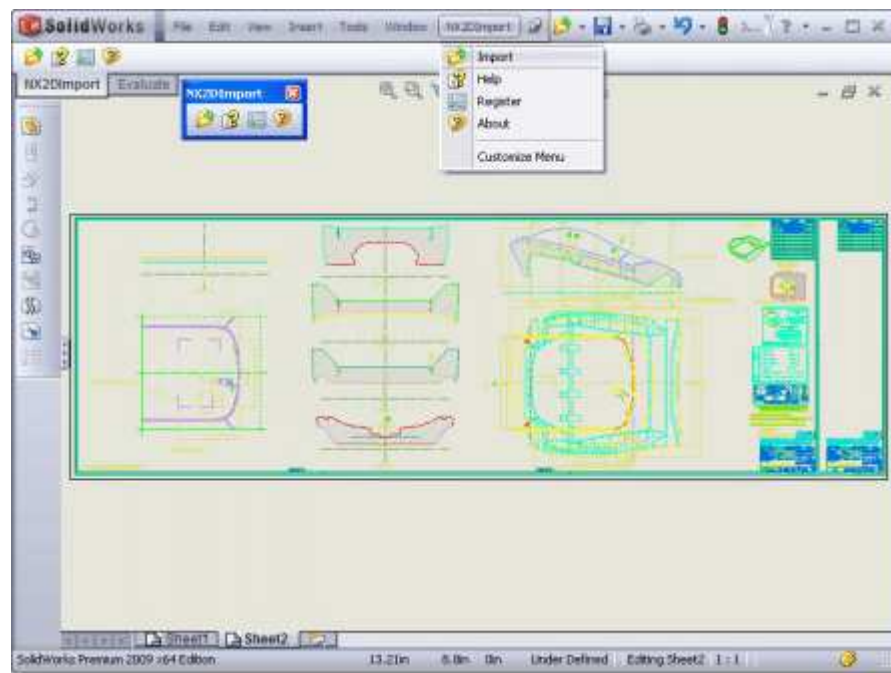
A SolidWorks és az AutoCAD szoftverei is hasonló felbontásban szerepelnek, amelyeket a függelékben található 5. és 6. táblázat tartalmaz.

Az otthoni felhasználónak és a vállalatoknak az egyik meghatározó szempontja egy szoftver kiválasztásakor, hogy a használatkor a szoftver terméktámogatása milyen lesz. Azaz mennyi idő alatt reagálnak egy hibajelzésre, milyen sűrűn van hibajavítás, stb. Ebben elhanyagolható különbség van a termékek között, mivel mindegyik magas színvonalon működtetett ezt a szolgáltatást, bár vannak eltérések a szolgáltatás típusai között.

4.2. 2D-s rajzok

Gyártásra kész műszaki rajzokat készíthetünk, amelyek automatikusan frissülnek a terv módosításakor (ideértve az összes nézetet, méretezést, tűréshatárt és anyagjegyzéket). A

rajzokhoz buborékban automatikusan megjelenő jegyzeteket és táblázatokat, szimbólumokat csatolhatunk. Az egyes verziók közti különbségek automatikusan kiemelhetők és a rajzok összehasonlíthatóak. A kezelőfelület révén a teljes munkaidős és az alkalmi felhasználók is gyorsan készíthetnek rajzokat, könnyen meg tudják tanulni a szoftver használatát. A már meglévő 2D-s fájljainkat megőrizhetjük úgy, hogy például importáljuk őket a SolidWorks rendszerbe (1. ábra).

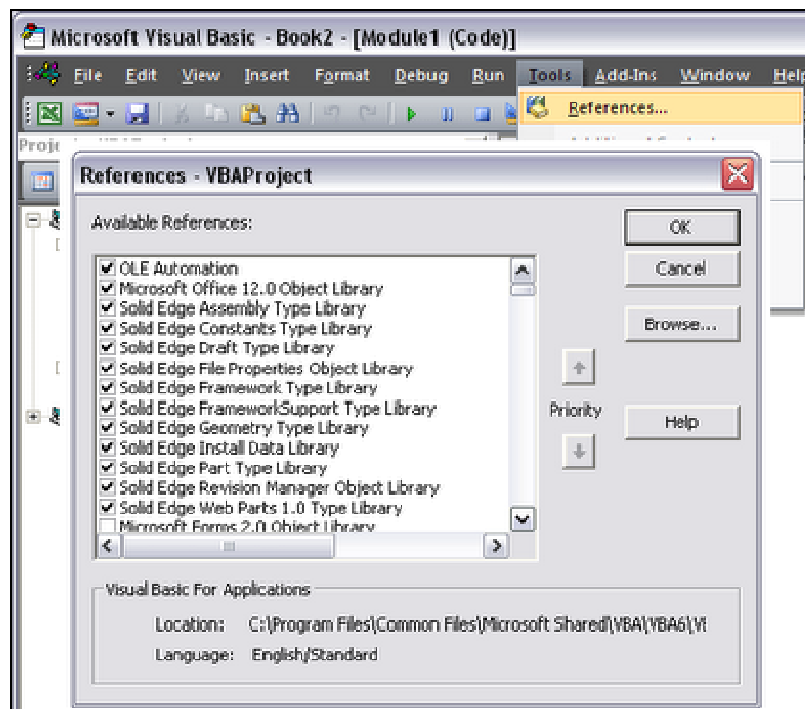


1. ábra [7]

4.3. Windows felület

A kezdetektől Microsoft Windows operációs rendszerre írt és optimalizált programok, így más operációs rendszereken csak emulátorral használhatóak. Saját tapasztalataim alapján emiatt sajnos pl. Ubuntu Linux alatt a SolidWorks szinte használhatatlan volt, mivel stabilitása jelentősen romlott, amely mellett műveletigénye is megnőtt. Sajnos nem lehetett pontosabban meghatározni, hogy ez az emulátor program miatt történt, vagy pedig a szoftver sajátosságai miatt. A Microsoft Windows operációs rendszereket használóknak az alábbiak ismerősek és megszokottak lesznek (Függelék: 14. ábra), így számomra sem volt nehéz ezeket a funkciókat használni:

- Megszokott ikonok
- Legördülő menüsorok és eljárások (drag & drop, másolás, vágás, beillesztés)
- OLE kompatibilitás Windows programokkal (Word, Excel, stb.)
- Makró készítési eljárások (2. ábra)
- Beépített, bővíthető parametrikus modellkönyvtár



2. ábra [8]

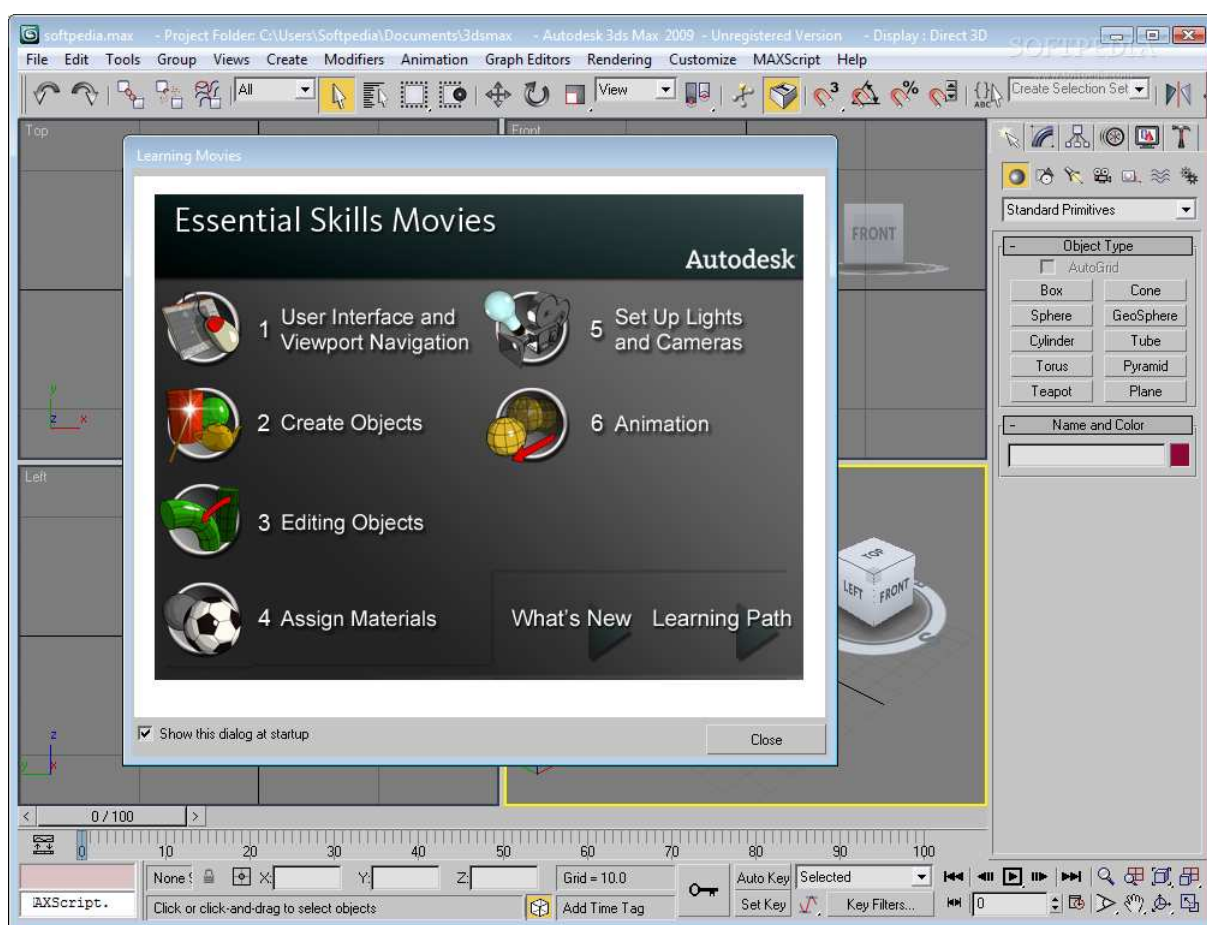
4.4. Dokumentáció, Prezentáció és Együttműködés

Mindhárom szoftverben lehetséges, hogy tervmodelljeinket kivitelezési dokumentumokká alakíthassuk, amelyek pontosan és átláthatóan megmutatják, hogy mit kell megépíteni. A tervkonceptiókat olyan nézeteket használva oszthatjuk meg, amelyek elősegítik a megértést, és felgyorsítják a terv fejlesztési folyamatát. Renderelés segítségével létrehozhatunk 3D-s CAD-modellekből fotorealistikus képeket, növelve ezzel a prezentációk hatékonyságát, így az ügyfelek és munkatársak egyszerűbben megérthetik a terveket.

Elküldhetjük e-mailben vagy közzétehetjük a weben a 3D CAD modellekből készült animációt. Ezzel gyorsabbá tehetjük a terméktervek megtekintését, és lerövidíthetjük a piacra kerülés idejét, mivel egy e-mail alapú kommunikációs eszköz segítségével kényelmesen és

megbízhatóan dolgozhatunk együtt másokkal, amely lehetővé teszi a termékterv-információk egyszerű megosztását. Kezelhetjük a projektadatokat, biztonságosan felügyelhetjük a CAD fájlok változatait. Egy cégen belül a verziókövetés és dokumentálás szükségessége miatt ezek nagyon hasznos és fontos funkciók, melyeket mindhárom szoftver magas szinten képvisel.

A renderteknológia egy hatásos technológia, amelyet az Autodesk 3ds Max szoftver is használ, amelynek a célja a pontos és valósághű renderelés gyors és egyszerű elvégzése (3. ábra). Előre beállított rendereléseket is tartalmaz ez a technológia, valamint egy csúszka segítségével beállítható az idő-minőség optimális aránya. A renderelés, az anyagok és a megvilágítások pontos renderelt képet biztosítanak bármely felhasználó számára, így kiegészítő alkalmazások nélkül is ugyanaz a hatás érhető el, legalábbis ez áll a szoftvercégek ajánlásában. Otthoni használatra tényleg elegendő ezen technika, viszont cégek esetében előfordulhat, hogy kiegészítő szoftvert kell használniuk a megfelelő hatás érdekében.



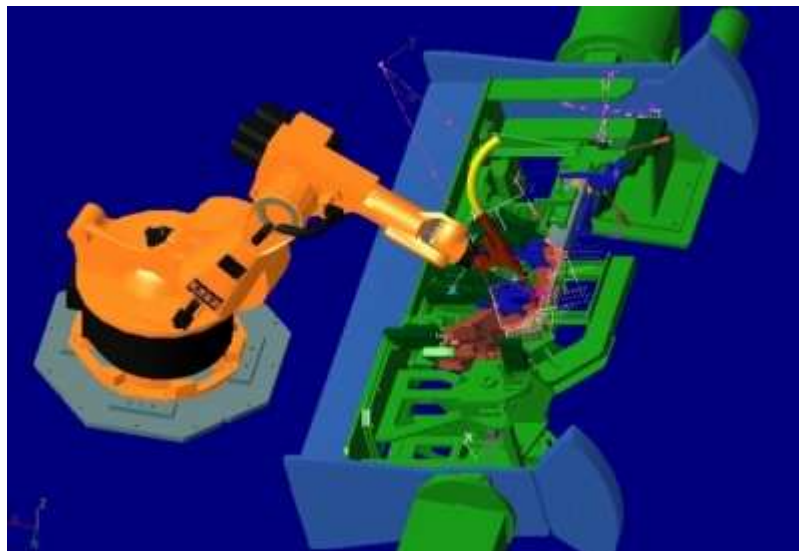
3. ábra [9]

A megvilágítás eszköze lehetővé teszi, hogy gyorsan és pontosan elhelyezhessünk pont, spot vagy távoli fényeket a rajzban. A fényforrás célfogóinak használatával a megfelelő helyre irányíthatjuk a fényt a fényforrás elhelyezése után. A fény hatása valós időben megjelenik az árnyékokon a fényforrások elhelyezése során. Több időt tölthetünk a tervet legjobban bemutató képek kialakításával, mivel nincs szükség a kép előzetes renderelésére.

4.5. Szimuláció és kiértékelés

A 3D-s CAD-modellek valós körülmények között tesztelhetők a gyártás előtt, így jobb minőségű termékeket lehet készíteni. A könnyen kezelhető tervelemző moduloknak köszönhetően kisebb az elkészítendő prototípusok iránti igény. A termék életciklusban megnőtt a jelentősége és a használata a digitális szimulációnak a költségcsökkentésre és a minőség javítására irányuló törekvések hatására.

A gyenge vagy meghibásodásra hajlamos pontok beazonosítása révén javíthatjuk a termékminőséget a mérnökök és a tervezők számára készített szimulációs és elemzőeszközök segítségével. A termékek tervei könnyebben optimalizálhatóbbak, mivel valós idejű visszajelzést kaphatunk a képernyőn a legfontosabb tervezési célok megvalósulása esetén (4. ábra).



4. ábra – Hegesztés szimulációja - Solid Edge [\[10\]](#)

Lehetőségünk van a környezeti hatás elemzésére is, így a tervezett alkatrészek környezetre gyakorolt hatásáról szintén valós idejű visszajelzést kaphatunk, így segítve az anyagok, az alkatrész geometria, és a gyártási források optimalizálását.

4.6. Modellezés és eszközei

A szoftverek szilárdtest- és felületkezelő eszközei megkönnyítik a szilárdtest- és felületmodellek létrehozását. Felületek hozhatók létre és szerkeszthetők a háló objektumok helyett, és olyan szilárdtest objektumokat is létrehozhatunk, amelyek lapjait több bonyolult felület határozza meg. Ugyanabban a környezetben hozhatunk létre szilárdtesteket és felületeket, a használhatóság növelése érdekében áttervezett felhasználói felületen. A szilárdtestek használatakor elkerülhetjük a drága, külső szoftvereszközök használatát, amelyek frissítése és módosítása nehézkes lehet. Ez egy olyan tényező, amely az otthoni használatra választáskor meghatározó lehet, mivel emiatt a felhasználónak nem kell több órát az interneten keresgéléssel tölteni. Ha pedig problémája keletkezne a használat során, akkor a terméktámogatásban is segítséget kérhet és kaphat.

5. Különbségek

5.1. Termékek és terméktámogatás

5.1.1. Frissítések

A SolidWorks-höz a beszerzési árán felül, lehetőségünk van egy éves előfizetést is vásárolni, ezt nevezzük „frissítésnek”. Ezzel a szolgáltatással járnak a frissítési csomagok (service pack), új verziók, hozzáférés a vevői web oldalakhoz, amely hasznos információkat tartalmaz, egy online tudás bázis, hozzáférés a fejlesztési javaslatokhoz, és a SolidWorks felhasználói fórum.

Amikor a 2009 alapverziót elkezdtem használni, nyilvánvaló volt, hogy az ajánlott frissítéseket is szerettem volna telepíteni a szoftverre. Sajnos itt negatív tapasztalatokat szereztem, amelyet a telepítéshez szükséges file-ok mérete okozott, mivel nem volt olyan service pack (továbbiakban: SP), amelynek a mérete kisebb lett volna 500 MegaByte-nál. Mindamelllett a telepítés ideje is elmaradt a várakozásaimtól, mivel az alapprogram idejével hasonló idő alatt települtek fel a frissítések, amely alapján az SP0-tól az SP3-ig eljutni kb. 4-5 óra volt. Később sikerült váltanom egy olyan verzióra, amely alapból SP3-al kerül telepítésre, így jelentősen csökkent a telepítéssel töltött idő, kb. 1 órára, amely még mindig hosszúnak tűnik, de ez már nagyjából megfelelő viszonylatba van azzal, amit cserébe kapunk.

A Solid Edge hasonló megoldást ajánl, mint a SolidWorks, amelyekkel szemben az AutoCAD szoftverben a frissítések, pluginok a szoftverből érhetőek el, nem szükséges hosszú telepítés, sok várakozás arra, hogy egy hibás funkciót javítson.

5.1.2. Lokalizáció

Egyedül a SolidWorks nem érhető el magyar nyelven, a többi igen, pontosabban a SolidWorks esetében csak az oktatási verzióban érhető el egy frissítéssel. A felhasználóknak az ilyen bonyolultságú programok esetében nagy segítség, ha nem kell a használat közben

még az idegen nyelvvel is vesződni, így nagy valószínűséggel, a saját nyelvükkel kommunikáló szoftvert fognak előnyben részesíteni.

5.1.3. Ingyenesség

A SolidWorks esetében meglepődve tapasztaltam, hogy nem érhető el ingyenes csomag, nem lehet kipróbálni a szoftvert. Ez egy otthoni felhasználó esetében nagy negatívum, mivel a mai Magyarországon nem valószínű, hogy több ezer forintot fog áldozni a szoftver kipróbálásáért. S ha ez még nem tántorítaná el a vásárlót, akkor az már biztos el fogja, hogy csak az oktatási verzió magyar nyelvű a többi nem. A másik két szoftver esetében próbaverzió és ingyenes verzió is megtalálható, természetesen csökkentett funkcionalitással, de ez marketing szempontból érthető, s ezt általában elfogadjuk, mivel tudjuk, hogy nem a teljes verziójú programot telepítettük.

5.2. Dokumentáció, Prezentáció és Együttműködés

5.2.1. Látványtervező eszközök, animációk

Egy projekt életciklusában az AutoCAD szoftver biztosítja a terv mögött álló elképzelés látványtervének felfedezését, és hatékony eszközökkel, például bemutatósétákkal és valósághű rendereléssel segíti e folyamatot. Ezen új animációs eszközök segítségével már a tervezés korai szakaszában felfedhetünk bármilyen hibát, még mielőtt azok gondot okoznának. Amellett hogy látványos, egyben nagyon hasznos funkció is, mivel néhány esetben már az elején kiderült, hogy tévúton jártam egy modell megtervezésében, mivel egy-két paramétert nem vettem figyelembe.

Az AutoCAD 2009 lehetővé teszi a zoomolást perspektivikus nézetekben és a transzparens eltolást is, valamint a Keringés parancs használata közbeni szerkesztést. Új eszköz a korábbi verziókhoz képest, például a bemutatóséta üzemmód, amellyel a számítógépes játékokban megszokott módon járhatjuk be a modellt. Az új kamerafunkcióval pedig gyorsan készíthetünk pillanatfelvételt a terv egyes nézeteiről. Ezek a továbbfejlesztett navigációs eszközök megkönnyítik a modell használatát a létrehozás és szerkesztés során, és

lehetővé teszik a modellek alaposabb megértését és felfedezését is [11]. E funkcióknak köszönhetően egyszerűbben felfedezhetők a különböző tervváltozatok, korábban észlelhetők a hibák és a tervvel kapcsolatos döntések könnyebben megértethetők a folyamat többi résztvevőjével. Az utolsó rész egy nagyon fontos momentum, mivel a szoftvert használó cégek folyamatok alapján működnek, így egy hiba vagy egy fontos stratégiai momentum megértése vizuálisan hihetetlen előnyöket jelenthet. S mivel az emberek nagy többsége vizuális, így egy cég választásában ez nagy hangsúlyt kaphat, mivel egy mondatot többféleképpen is lehet értelmezni, de egy vizualizációt általában csak egyféleképpen.

Az AutoCAD látványstílusai az AutoCAD 3D megjelenítéshez társított elemekre vonatkoznak. A látványstílusok közé tartoznak a lapstílusok, élhatások, anyag- és árnyékmegjelenítések, megvilágítások, valamint párhuzamos/merőleges és perspektivikus nézetek. Ezekkel az eszközökkel könnyedén hozhatunk létre olyan látványstílusokat, amelyek megfelelnek a terv igényeinek (akár olyan stílusok is készíthetők, amelyek a tervezés aktuális szakaszát jellemzik). Ez lehetővé teszi, hogy további szoftvereszközök vásárlása és megtanulása nélkül is érthetően mutathassuk be ötletünket a megrendelőnek. Amennyiben cég vásárolja meg a szoftvert, akkor ez mindképp pénz és időmegtakarítás, amelyekben a mai rohanó világban szűkösen vannak a cégek. Emellett a megrendelő megértetése a legfontosabb, mivel ha egy bemutatott modell után a megrendelő pozitív élményekkel gazdagabban távozik, akkor sokkal nagyobb a valószínűsége, hogy újra visszatér.

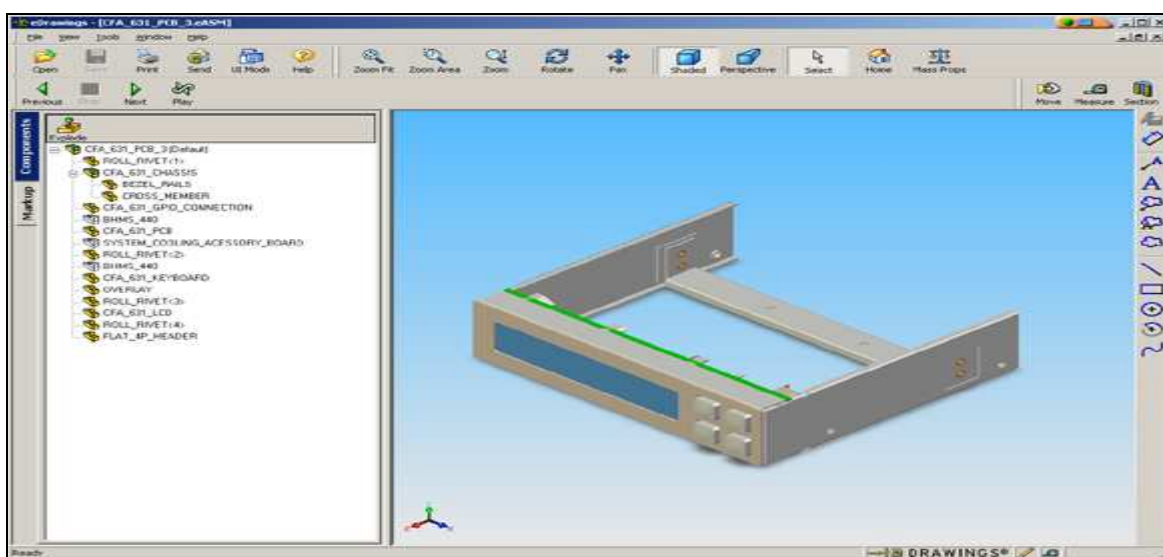
Létrehozhatunk egy útvonalat vagy egyszerűen „végigsétálhatunk” a pontok mentén egy bemutatható animációs fájl elkészítéséhez (a séta és útvonal animációs eszközeinek használatával határozhatjuk meg a modell érdekes pontjait). Az animációkat különböző árnyalásmódok vagy látványstílusok felhasználásával hozhatjuk létre, így érhetjük el a megfelelő vizuális hatást. Ezekkel az eszközökkel még a tervezés korai szakaszában fényt deríthetünk a hibákra, mielőtt a probléma megjelenne a végtermékben. Tapasztalataim alapján egy nagyon hasznos eszköz, melyet akár decentralizált cégek is hasznosnak tarthatnak. A funkciót az ilyen típusú cégek használhatják arra, hogy nem az eredeti tervet készítő személlyel készítsenek egy animációt. Mivel nem ő készítette a tervet, így olyan animációt is megadhat, amire a készítő soha nem gondolt, ez pedig mindenképp hasznos a hibakeresésben.

A Solid Edge szoftver animáció készítő környezetében elkészíthető a termék működési szimulációja, ami segítheti az értékesítő csapat munkáját, valamint olyan szét- és összeszerelési animáció is készíthető, amely szerves részét képezheti a termékhez kapcsolódó karbantartási és szerelési utasításnak vagy akár reklámanyagokban való megjelenítéséhez.

5.2.2. Dokumentáció

AutoCAD esetében közvetlenül a tervmodellből hozhatunk létre metszeteket és homlokzatokat, amelyeket rajzainkba illeszthetünk a metszetkészítő és síkba vetítő eszközök segítségével. Nem kell újból létrehozni a dokumentáció elkészítéséhez a modellinformációkat, emiatt időt és pénzt takarítunk meg, valamint elkerülhetjük a kézi újrakészítésből eredő hibákat. Ezt egy nagyon hasznos funkciónak ítélem meg, mivel minden programírás vagy tervezés nagy részét a dokumentációírás teszi ki, amely egy nagyon fontos része a folyamatnak.

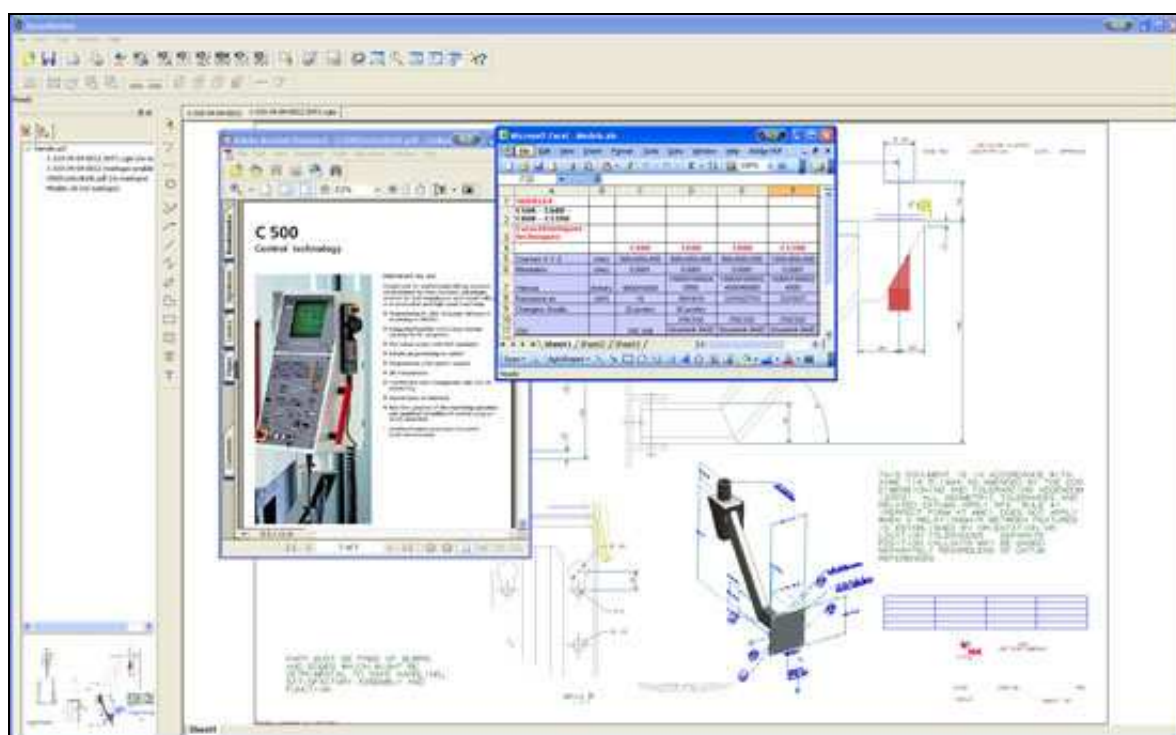
A SolidWorks Workgroup PDM a fájlváltozatok előzményeit automatikusan rögzíti, és lehetővé teszi, hogy a terméktervezői csapat azonnal hozzáférjen a kívánt fájlokhoz, illetve hogy megállapítható legyen, ki dolgozott rajtuk, és mikor történtek a módosítások (Függelék: 15. ábra). Egy e-mail alapú kommunikációs eszköz segítségével kényelmesen és megbízhatóan dolgozhatunk együtt másokkal, amely lehetővé teszi a termékterv-információk egyszerű megosztását. A 3D-s modellek és a 2D-s rajzok bemutatathatóak az eDrawings szoftver segítségével (5. ábra).



5. ábra [\[12\]](#)

5.2.3. Más CAD szoftverek alkatrészeinek importálása az adatbázisba

A cégeknek, akik pl. Pro/Engineer vagy Inventor rendszerről térnek át Solid Edge-re, a Solid Edge egyedi adatmigrációs eszközöket biztosít. Ilyen típusú támogatással a másik két szoftvernél nem találkoztam, s ez a funkció egy meghatározó, költséget kímélő döntési pont lehet azon cégek esetében, akik most akarnak áttérni a fenti szoftvekről. Az adatátvitel varázslókon keresztül más 3D-s rendszerből származó 2D-s rajzok befordítására is képes a szoftver, amely megoldással jelentős idő és pénz spórolható meg. Az Xpres Review alkalmazással (6. ábra) vagy az ingyenes Solid Edge Fájlnézővel egyszerűen kezelhetőek a Solid Edge dokumentumok még az olyan felhasználóknak is, akik nemrég kezdtek el foglalkozni ezzel a munkakörrel. Olyan weboldalakat tudunk készíteni a tervekről a Web Publisher szakmodullal, hogy csak egy Internet böngészőre van szükség, például hogy az összeállításokat szét is lehessen szerelni.

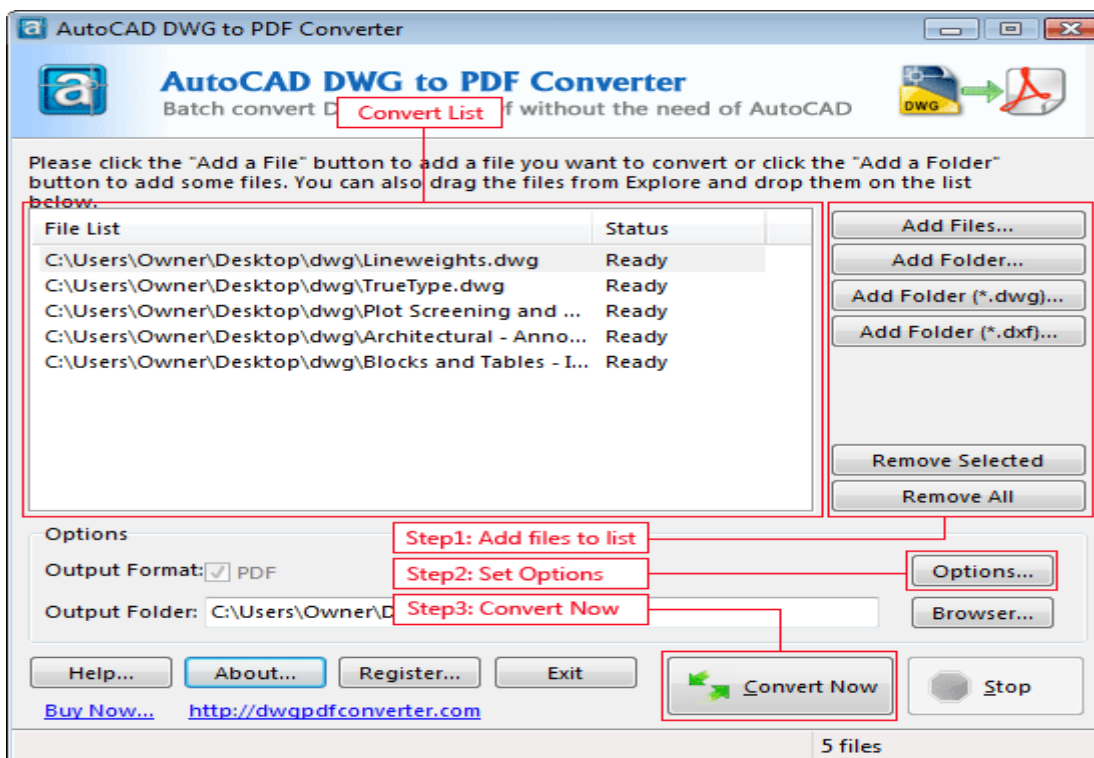


6. ábra [\[13\]](#)

A SolidWorks nagy mennyiségű beépített ingyenes fordítót (DXF, DWG, Parasolid, VRML, stb.), multi-CAD támogatást tartalmaz, illetve a szabványos felületeken kívül közvetlenül olvas Catia Graphics, Inventor, Solid Edge part/assembly, CadKey, IDF fájlokat, emellett közvetlen CATIA ki- és bemenettel is rendelkezik.

5.2.4. CAD szoftverek alkatrészeinek exportálása

Adobe PDF fájlformátumban is lehet rajzokat közzétenni az AutoCAD 2009 és SolidWorks szoftverből (7. ábra), így nem kell megismerni és megvásárolni egy külső alkalmazást azért, hogy a DWG fájlokat PDF fájlba menthessük. Az Adobe Acrobat 3D programmal a szoftverek teljesen kompatibilisek, így ha mérnökök számára is közérthető és szabványos térbeli megjelenítésre alkalmas PDF dokumentumot szeretnénk készíteni, akkor ezzel a funkcióval már ezt is meg tudjuk tenni. Sajnos ez a funkció a Solid Edge-ben nem áll rendelkezésünkre.



7. ábra [14]

Az AutoCAD 2009 tovább bővíti a megosztásra használható hatékony eszközöket:

- például a korábbi DWG formátumban történő mentését az aktuális DWG fájloknak
- vagy a DWF fájlok jelölőinformációkkal együtt történő exportálását és importálását
- valamint továbbfejleszti a DWF fájlok alávétített használatát és importálását

A DWF fájlok alapként/referenciaként is importálhatók az AutoCAD 2009 verzióban. Ez azt jelenti, hogy a rajzok adatai nem módosíthatók, de ezek az adatok használhatók alapként új rajzok létrehozásához. Amikor egy tervezőcsapat tagjaként dolgozunk, a DWF fájl alapként történő használata segít megőrizni az adat- és vizuálishűséget. A DWG formátummal szemben a DWF más előnyökkel is rendelkezik, például

- kisebb a fájl méret,
- lehetőség van a fájlok jelölésekkel és megjegyzésekkel történő ellátására
- valamint metaadatok csatolására.

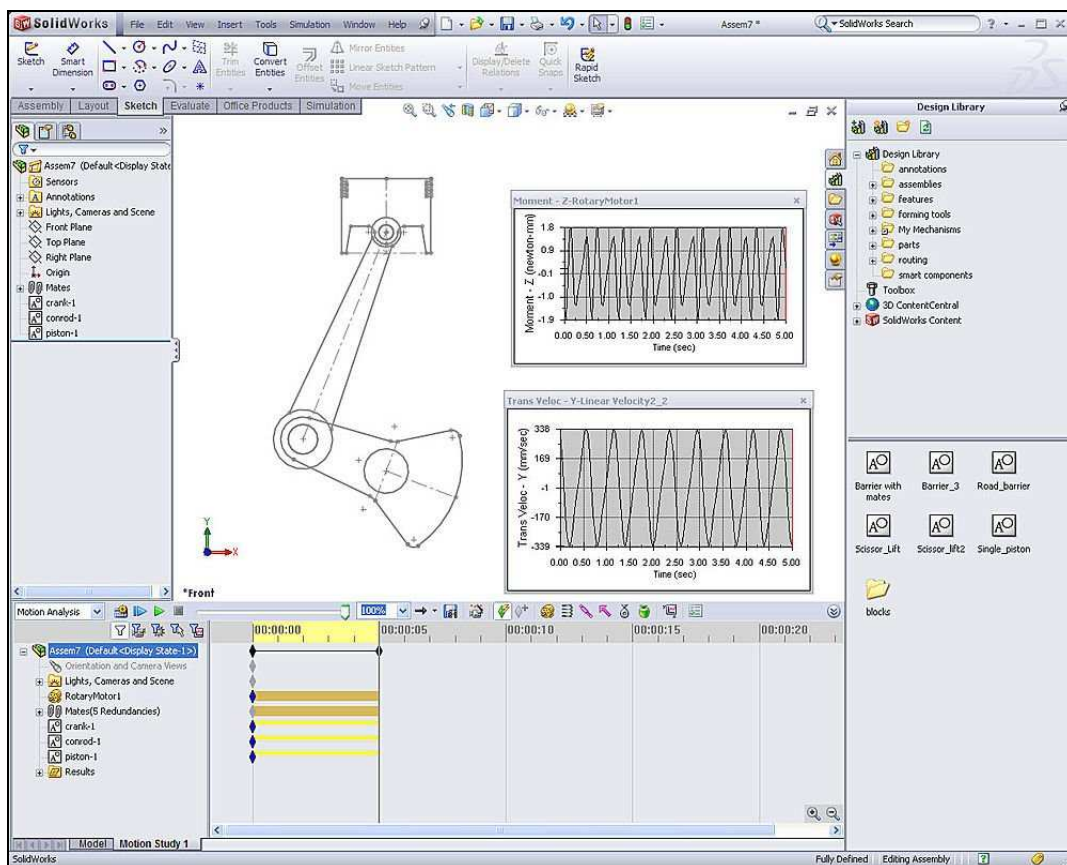
5.2.5. Solid Edge Insight és a Solid Edge Embedded Client

A Solid Edge egyetlen, könnyen kezelhető eszközben biztosítja a tervezés menedzselését, a CAD és a WEB alapú együttműködés integrációját, amely a Solid Edge Insight (Függelék: 16. ábra). Az adott munkacsoportoknak az alapvető lehetőségeket biztosítva teszi lehetővé a Solid Edge adatkezelést a PDM implementációt gátló tényezők kihagyásával. A Solid Edge-hez egy olyan könnyen használható kiegészítés a Solid Edge Embedded Client, amellyel lehetősége van a tervezőnek a Teamcenter adatbázishoz kapcsolódni, hogy egy tervezői csoporton belül konkurens tervezési feladatokat tudjon elvégezni. Ezáltal a tervezés során lehetősége nyílik a tervezési adatok menedzselésére.

5.3. Szimuláció és kiértékelés

A SolidWorks Motion segítségével tanulmányozható a mozgó szerkezetek fizikája a tervek finomítása és a megbízhatóság fokozása céljából (8. ábra). Kihasználhatjuk a szoftvert

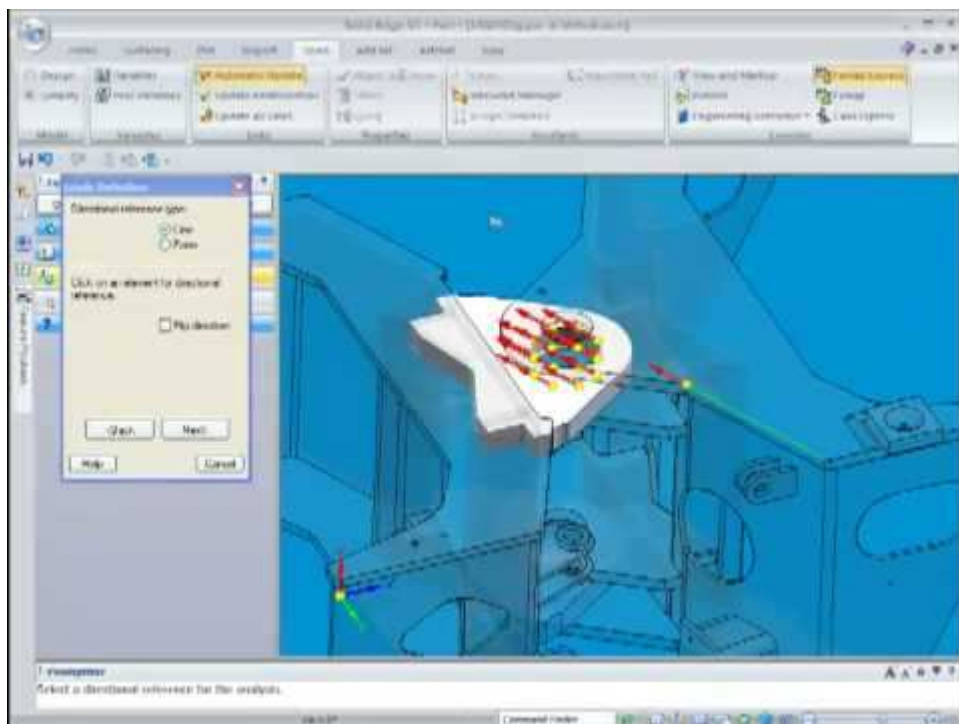
az olyan geometriai részletek kiszűrésére, mint amilyen a marás, a fúrás vagy az esztergálás, amelyeket nehéz, drága vagy lehetetlen legyártani a hagyományos gépi megmunkálási műveletekkel. Az áramlástani szimulációkhoz folyadékáramlási szimuláció „varázsló” alapú eszközt használhatunk, amely az eredményeket metszetekként vagy áramlási görbéként jeleníti meg. Halmazati tűréselemzést készíthetünk, így megállapíthatjuk a tűrések szerkezetekre és alkatrészekre gyakorolt hatásait, beleértve az alsó/felső tűréshatárok halmazati elemzését. Amíg el nem éri a kívánt halmazati tűréseredményt ellenőrzi és elvégzi a szükséges tűrésmódosításokat. A vállalati tervezési szabványoknak nem megfelelő elemek automatikus beazonosításával a tervek kiadás folyamatát gyorsíthatjuk fel. A tervdokumentáció kiadása előtt megkereshetjük és helyrehozhatjuk a potenciális hibákat.



8. ábra [15]

A Solid Edge-ben az általunk tervezett termékek várhatóan optimalizáltak és költséghatékonyak lesznek az analízisnek a tervezési folyamat egy korábbi szakaszába való áthelyezése révén. A Femap Express egy előrekonfigurált (9. ábra), jól használható eszközt ad a felhasználók kezébe a gyors és pontos végelelemes analízishez (FEA), melyet kifejezetten

tervezőmérnököknek fejlesztettek ki. A végelelemes technológiát egy egyszerűen követhető munkafolyamat jellemzi a többi Solid Edge alkalmazáshoz hasonló folyamatalapú megközelítés használatával: az analízis eredményei pedig a Solid Edge tervezői ablakában jelennek meg. A legbonyolultabb és legspecifikusabb analízis feladatokat is meg tudják oldani a szakértők az UGS által fejlesztett, Windows alapú végelelem rendszerben a FEMAP-ben, amelybe a részletesebb és specifikusabb analízisekhez a Solid Edge modelleket asszociatíván be lehet olvasni.



9. ábra [16]

Az AutoCAD-ben nincs lehetőség ilyen típusú szimulációra, de rendelkezik interfész kapcsolattal a FEM/FE rendszerekhez.

5.4. Modellezés és eszközei

5.4.1. SolidWorks

A szoftverrel összetett felületi/belső geometriát alkothatunk. A szabálytalan alakzatok felületképzési eszközével egyszerűen készíthetünk felületeket a termék ergonómiai és

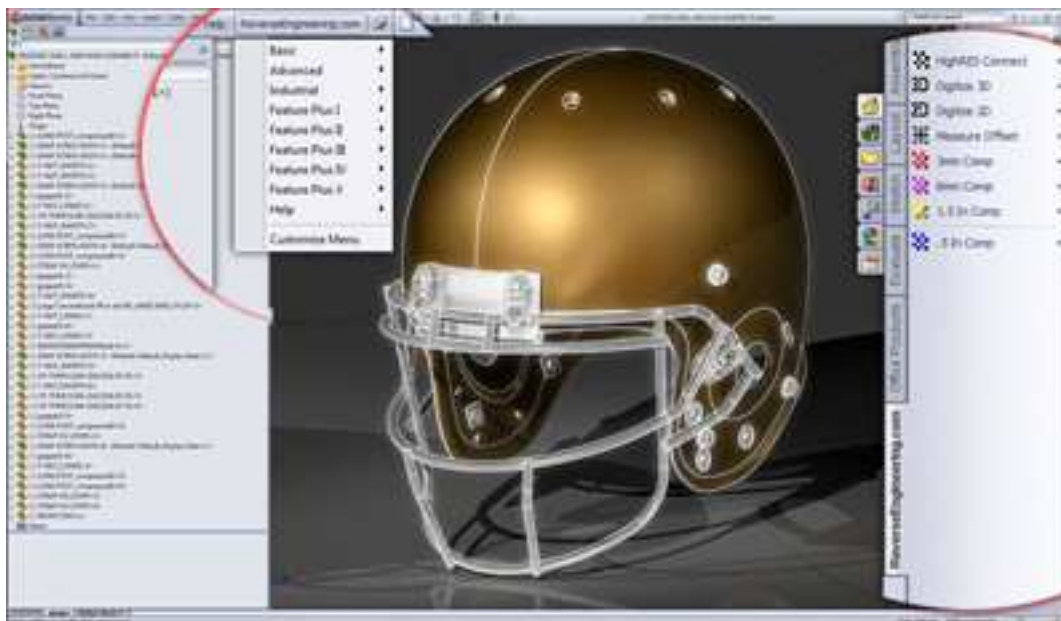
esztétikai javítása érdekében. Egyszerűen, a vezetőpontok húzásával és tolásával készíthetünk elegáns, ív-folytonos felületeket.

Nem SolidWorks CAD-adatokat is importálhatunk, melyben megőrizhetjük a terv szándékait, s akár módosításokat is végezhetünk. Csökkenthetjük a meglévő 3D-s modellek újraépítésére fordított időt, miközben növelhetjük a lefordított fájlok eszmei értékét.

Megtalálhatjuk a különbséget az alkatrész két változata között az időmegtakarító tervezési szolgáltatásokkal. A problémás geometriákat beazonosíthatjuk és kiemelhetjük, melyek hatással lehetnek az utólagos, például elemzési vagy gyártási alkalmazásokra.

Az ECAD/MCAD integráció kétirányú együttműködést tesz lehetővé a gépész és villamos tervezőmérnökök között azért, hogy biztosítható legyen a nyomtatott áramkörti panelek illeszkedése és működése a mechanikus termékekben. Csökkenti a mechanikus részek és a nyomtatott áramkörök közti interferencia lehetőségét és pontos hűtési elemzéseket tesz lehetővé.

Beolvashatjuk a koncepcióvázlatokat és az adatokat a SolidWorks rendszerbe a ScanTo3D segítségével (*Reverse Engineering*), ahol befejezhetjük a terméktervezést (10. ábra).



10. ábra [\[17\]](#)

A szoftver az alábbi tervezési megoldások tudja adni a kiemelten fontos területeken:

- Felgyorsíthatjuk a gépek, ipari berendezések és feldolgozó sorok tervezését a vezetőalagutak, csövek, elektromos kábelek és rögzítések automatizált tervezési feladataival, illetve felgyorsítható a terv fejlesztése az egérrel húzható elemeknek és az útvonalas rendszerek csatlakozóelemeinek, rögzítési dokumentációjának könyvtárával.
- Befolyásolhatóak a fémlemez-tervezési képességek (pl. a szélperemezés, a 45 fokos peremezést, az automatikus támasztási funkció, stb.). Közvetlenül a 3D-s szilárdtestmodellekből azonnal létrehozhatunk fémlemezterveket, illetve automatikusan hozhatunk létre síkidomokat, a sík és hajlított állapotoknál ugyanolyan rugalmassággal tervezhetünk.
- Használhatjuk a SolidWorks saját alkatrészeit az öntő- és prészszerzők tervezéséhez vagy más CAD-rendszerekből importálhatunk alkatrész-geometriát. Az alávágással és a vastagsággal kapcsolatos problémákat ellenőrizhetjük és kijavíthatjuk a vázlatokkal. A nyitási vonalakat automatikusan azonosíthatjuk és nyitási felületeket készíthetünk, hogy könnyedén és gyorsan ki tudjuk nyerni a mag, az üreg vagy az oldalsó mozgások geometriáját.

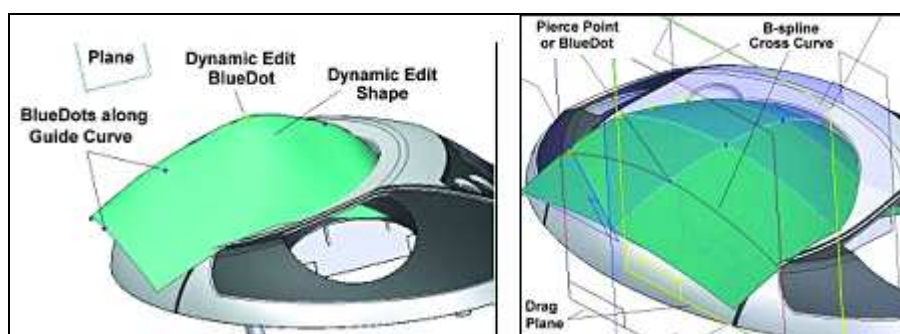
5.4.2. AutoCAD

Az AutoCAD 2009 tervezői környezetének újdonsága a tervezői „műszerfal”. Ez egy helyre gyűjti az összes szilárdtest- és felületmodellező eszközt, és így megpróbálja lehetővé tenni az AutoCAD szoftverben található eszközök és munkafolyamatok áttekintését a felhasználó számára (Függelék: 17. ábra). Az AutoCAD 2009 tartalmazza az AutoCAD korábbi verzióiban bemutatott rajzszerkesztő eszközöket (például Követés, Dinamikus adatbevitel és Orto) és felhasználja őket a szilárdtest- és felületmodellezés során. Különösebb tanulás vagy újratanulás nélkül is gyorsan létrehozhatók vagy módosíthatók a szilárdtest- és felületmodellek. Nincs szükség átképzésre a szilárdtestek létrehozásához a közös szerkesztőeszközök miatt, mivel a vonalak, ívek és körök esetében megszokott eljárások használhatók, így a gyártó véleménye szerint nő a sebesség és csökken a betanulási idő. Erre

vonatkozóan se pozitívan se negatívan nem tudok véleményt formálni, mivel nem használtam aktívan a korábbi verziók közül egyiket sem.

5.4.3. Solid Edge

A Solid Edge által nyújtott nyitott keresztmetszetek használata olyan egyedi lehetőséget biztosít a felhasználóknak az egyes építőelemek létrehozásánál, amivel más CAD rendszernél sokkal gyorsabban tudják elkészíteni a terveiket. A szabadabb formákkal dolgozó formatervezők számára a forradalmi Rapid Blue technológiát biztosítja a szoftver (11. ábra), mely rugalmas, nagyteljesítményű, de mégis könnyen kezelhető és implementálható felületmodellezési eszközöket biztosít, amely így előnyöket teremthet más szoftverrel szemben.



11. ábra [\[18\]](#)

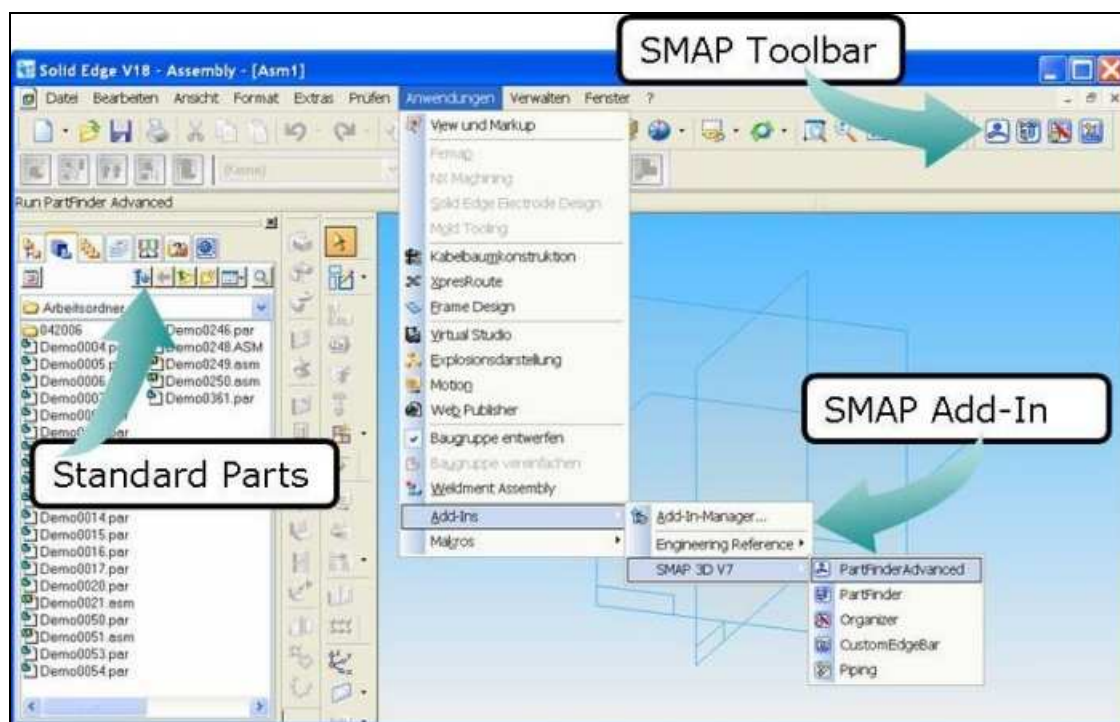
A lemezalkatrész tervezés, amely felöleli a teljes, a tervezéstől a gyártásig tartó folyamatot, a Solid Edge egyik alaptervező környezete. A szoftver az egyik legfejlettebb lemezalkatrész-kezelő CAD csomagot kínálja a lemezalkatrész tervezéshez szükséges egyedi leegyszerűsített modellező parancsoktól kezdve a teríték- és a rajzkészítésig. Technológiahelyesen készíthetőek el a tervek, mivel a lemezalkatrész tervező környezet folyamat specifikus tervezési eszközöket biztosít a felhasználónak.

A szoftver könnyedén megbirkózik a gépészeti tervezésben gyakori nagy összeállításokkal, a felhasználók gyakran dolgoznak, több 20.000 alkatrészből álló összeállításokkal, de már készült több mint 500.000 alkatrészből álló konstrukció is a Solid Edge-el. A több 20.000 alkatrészből álló szerelésekkel való munkát egyszerűvé és praktikussá

teszik az egyszerűsített alkatrész, összeállítás készítés, különböző megjelenítési és kiválasztási eszközök. A tervezői csoport tagjai között lehetővé teszi a különböző tervezési feladatok felosztását és az Insight pedig a frissítéseket és módosításokat kezeli, úgy hogy a végleges termék időben legyártható lehessen.

A hegesztési varratok, a hegesztést megelőző felület-előkészítések, valamint a hegesztések utáni gépi megmunkálások (a hegesztési alkotóelemek) a hegesztési környezet segítségével meghatározhatóak. Komponens rajzokkal mind a hegesztés előtti, mind a megmunkálás utáni állapotról az egész hegesztési munkafolyamat dokumentálásra kerül a Solid Edge-ben, amelyben akár automatikus jegyzék is készíthető a hegesztésekről.

A szoftver felgyorsíthatja a tartószerkezetek megtervezését: 3D-s vázlatkészítési eszközökkel könnyedén elkészíthető a keret váza, majd a használni kívánt szabványos szelvénytípus megadása után a program automatikusan elkészíti a keret háromdimenziós modelljét, rutinokkal segítve a szerkezeti elemek megfelelő pozíciójának megadását. Automatikusan meghatározhatóak a tartószerkezeti elemekből a vágási hosszak, a gyártás és az összhossz a beszerzés számára.



12. ábra [19]

Csőosztályokban definiálhatjuk az beépítendő alkatrészeinket a SMAP kiegészítéssel (12. ábra), amely már az ST2 verzióban is elérhető. A megtervezett csőútvonalakra a megadott csőosztály alapján automatikusan felkerülnek a szabványos elemek (karimák, tömítések, szigetelések stb....) az adatbázis felépítése után.

A modellkészítés történetének és sorrendjének figyelmen kívül hagyása mellett a közvetlen modellezési eszközökkel nagyon gyorsan végrehajthatóak a módosítások, vagy akár modelltörténet nélküli modellek esetén is. Más CAD rendszereknél hatékonyabban lehet módosításokat elvégezni a 3D-s geometriákon (legyenek azok Solid Edge vagy bármilyen más CAD rendszerből származó modellek) a szoftver által nyújtott közvetlen modellezési eszközökkel.

Lehetővé teszi az együttműködést a villamos és gépész tervezőcsoportok között a szoftver kábelkorbács tervező kiegészítése. Az adatok egyszerűen átemelhetők a villamos tervező szoftverekből a Solid Edge-be és ott a gépésztervezési feladatoknál felhasználhatóak. Lehetőség nyílik az elektromos prototípusok pontosabb tervezésére és automatikus bekábelezésére a szoftver ezen folyamatvezérelt környezetével. A tervezési folyamat gyors szerkesztésére a kábelkorbács tervező lehetőséget ad, és a kábelezés kézzel való megadására. A kábelek vágási hosszáról és jellemzőiről a munkafolyamatok során jelentések készíthetők.

Egy automatizált munkafolyamat révén gyorsan és egyszerűen teszi lehetővé fröccsöntőszerszámok tervezését a Fröccsöntőszerszám tervező modul. Gyorsan készíthetők többfészkés vagy többkomponensű szerszámok is a beépített szerszámelem adatbázisok segítségével. A rendszer egy folyamatvezérelt Szikraforgácsoló elektródatervező varázslót is tartalmaz a szerszámgyártók munkájának segítésére.

6. Összegzés

Miután mindhárom szoftvert használtam és bemutattam, hosszasan elgondolkodtam, hogy vajon melyik lenne a jobb választás akár egy magán felhasználónak, akár egy cégnek. Mivel sok funkcióban nagyon hasonlóan működnek a szoftverek, így arra a következtetésre jutottam, hogy a különbségek alapján lehet a legoptimálisabban dönteni.

A dolgozat készítése közben sokszor előfordult, hogy meglepődtem egy-két hiányosságon, mivel feltételeztem, hogy ezeket a funkciókat alapból támogatni fogja a szoftver (pl. próbaverzió hiánya). Végül is ha magánszemélyként akarom használni otthon, akkor attól függően tudnék választani, hogy mennyi előképzettségem van az adott szakterületen, így a sorrend:

- AutoCAD
- SolidWorks
- Solid Edge

Ha viszont azt tartom szem előtt, hogy legyen lokalizálva és megfelelő terméktámogatással is rendelkezzen, akkor a sorrend átalakul:

- AutoCAD
- Solid Edge
- SolidWorks

Összegezve, ha egy adott szakterületre akarom használni, akkor a Solid Edge-t választanám, de ha nagyon sok funkciót akarok, akkor az AutoCAD lenne a jobb választás, mivel nagyon sok kiegészítő programot tudunk hozzá megvenni. A SolidWorks esetében egy dolog rettenthet el egy felhasználót, ez pedig a próbaverzió és bizonyos esetekben a lokalizáció hiánya.

Cégek esetében már más sorrendet tudnék ajánlani, mivel ott a lokalizáció és próbaverzió nem jelent hátrányt a mai világban, amikor általában több országot átívelő projektek

működnek. Itt az AutoCAD sajnos mindenképp a lista végére kerül, s a SolidWorks és Solid Edge között csak az tud dönteni, hogy melyik cégnek mi a belső filozófiája. Például ha korábban a Pro/Engineer rendszert használták és most akarnak áttérni, akkor nagyobb valószínűséggel fogják a Solid Edge-t választani, mint a SolidWorks-t az adatmigrációs eszközök miatt. Viszont ha a szoftver stabilitása szempont, akkor a SolidWorks mellett fognak dönteni, a Solid Edge-el szemben. Cégek esetében az alábbi sorrendet állítottam fel:

- SolidWorks és Solid Edge
- AutoCAD

Remélem, hogy Szakdolgozatom segítséget nyújt azon embereknek, akik csak a jövőben kerülnek kapcsolatba ezzel a témakörrel, s azon választás elé kerülnek, hogy melyik szoftverrel kezdjenek el komolyabban foglalkozni.

7. Irodalomjegyzék

- Fercsik János: AutoCAD. Budapest, 1996. Műszaki Könyvkiadó - [1]
- <http://www.eurosolid.hu/hu/termekek/solidworks.html> - [2]
- <http://www.autodesk.hu/adsk/servlet/index?siteID=545672&id=9782908> - [3]
- http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/open/parasolid/index.shtml - [4]
- http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/open/d-cubed/index.shtml - [5]
- http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/campaigns/breakthrough/index.shtml - [6]
- http://www.sycode.com/products/nx_2d_import_sw/ - [7]
- <http://solidedge.blogspot.com/feeds/posts/default> - [8]
- <http://forum.megasharesvn.com/showthread.php?t=34123> - [9]
- <http://www.graphit.hu/Tecnomatix/Products/RobCAD.aspx> - [10]
- Pintér Miklós: AutoCAD tankönyv és példatár síkbeli és térbeli rajzokhoz : 2008-2009-es verzió. Budapest, 2008. Computerbooks - [11]
- <http://www.crystalfontz.com/products/631/cad/index.html> - [12]
- http://newsletter.plmworld.org/Vol4No2/xpres_review.php - [13]
- http://www.filebuzz.com/fileinfo/41328/AutoCAD_DWG_to_PDF_Converter.html - [14]
- <http://www.directindustry.es/prod/solidworks-europe/software-de-simulacion-de-movimiento-14975-369833.html> - [15]
- <http://en.videowasi.com/videos/femap/1/> - [16]
- <http://www.solidworks.com/sw/products/engineering-software-partners.htm> - [17]
- <http://www.cadalyst.com/manufacturing/solid-edge-steps-surfacing-10120> - [18]
- <http://www.smap3d.com/en-cad/L-edm-pdm-software.html> - [19]
- <http://www.graphit.hu/velocity/solidedge/cikkek/szinkrontech.aspx> - [20]
- http://e-oktat.pmmf.hu/1_fejezet_solid - [21]
- <http://www.cadcamnet.com/Sections/pdm/pdm.htm> - [22]
- http://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/products/velocity/solidedge/overview/insight_features.shtml - [23]
- <http://www.terc.hu/cad/site.php?page=37&PHPSESSID=6171978d65f0bb08ff5094c1c2ef4451> - [24]

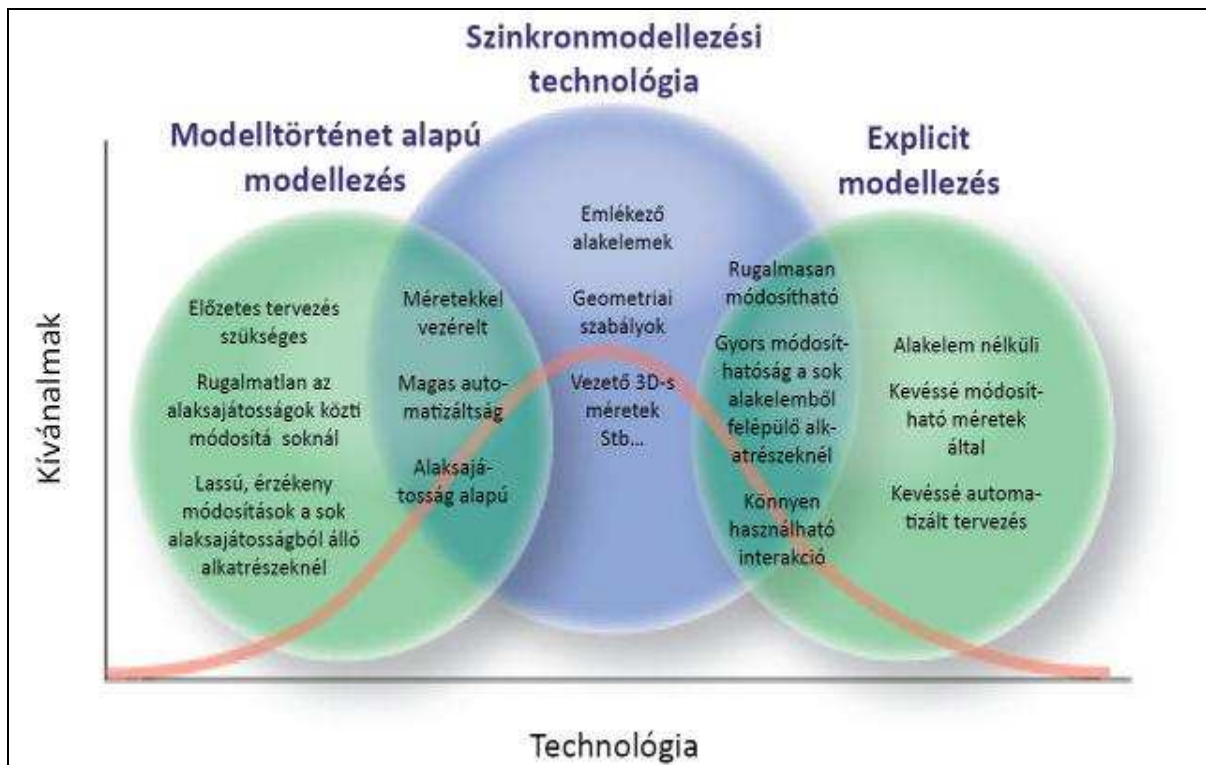
8. Függelék

5. táblázat - SolidWorks

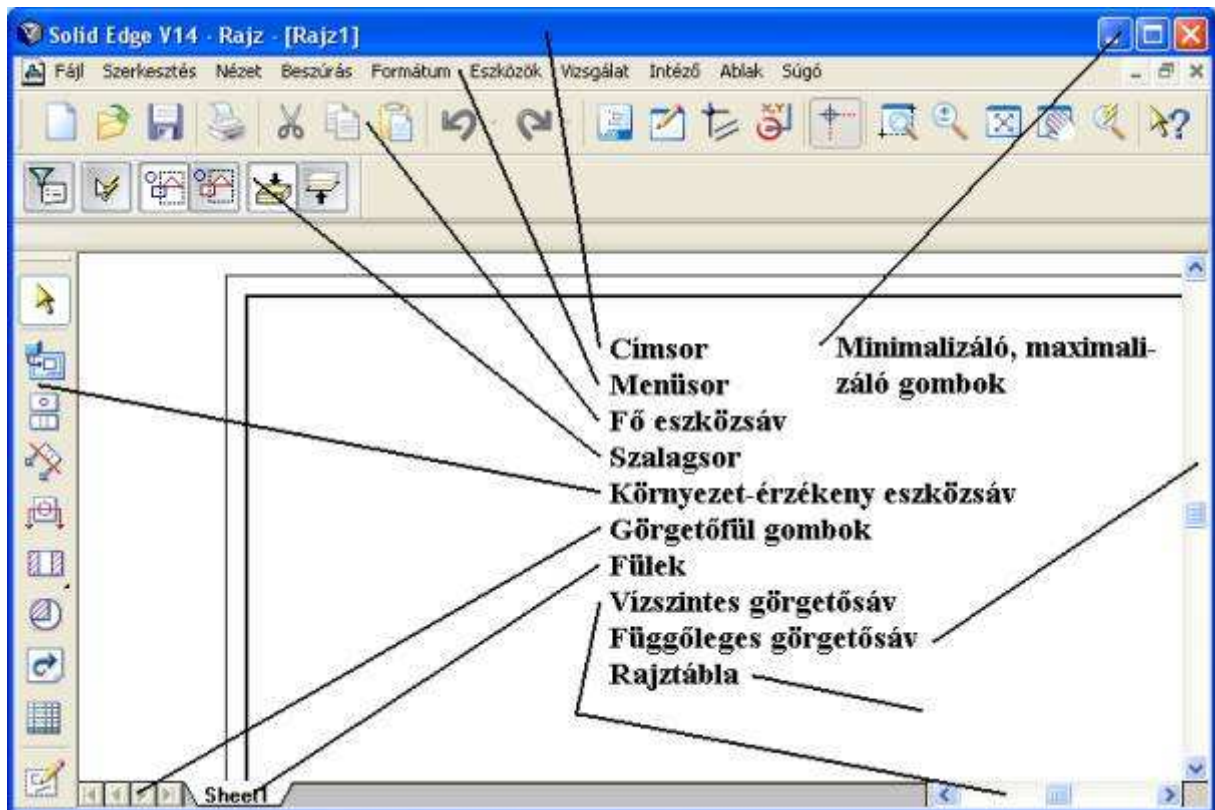
Termék	Leírás
Standard	Ez az alapsomag, mely tartalmazza a 3D-s tervezéshez és szabad felületek készítéshez szükséges eszközöket.
Professional	A Professional tartalmazza az alapsomagot, és számos extra programot, amelyek között az eDrawings, PhotoWorks és 3D Instant Website is megtalálható.
Premium	A Premium tartalmazza a Professional csomagot, s ezen felül a következőket: SolidWorks Simulation (Véges Elemes Analízis), SolidWorks Motion (Mozgás Szimuláció), Routing (Csőhálózat tervezés, és Kábelkorbács tervezés), ScanTo3D (Scannelt adat átfordítása 3D-s modellé)
Oktatási Verzió	A licenccel rendelkező verziója az iskoláknak, főiskoláknak/egyetemeknek. Sajnos az oktatási verzió mindig egy évvel lemarad az ipari verzió mögött.
Diák Tervezési Csomag	Egy limitált határidős próba verziója az Oktatási Verzióknak. Ez nem tartalmaz minden funkciót, amit a licenc verzió tartalmaz.
Diák Verzió	Az iskolán kívülre lett tervezve egyéni diák részére. Ez a verzió minden olyan műveletet tartalmaz, amit az oktatási verzió tartalmaz

6. táblázat – AutoCAD

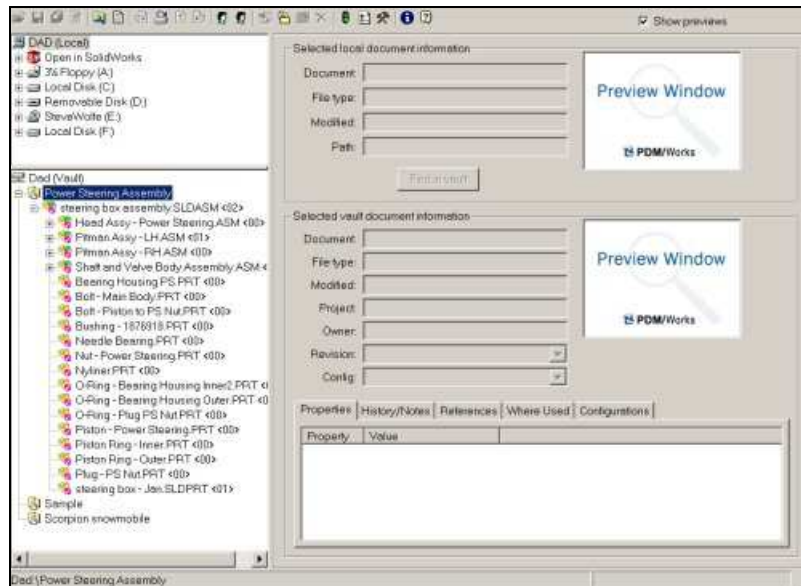
Termék	Leírás
Architecture	építészeknek fejlesztett változat
Civil 3D	alkalmazáscsomag különböző építőipari projektek tervezéséhez
LT	csökkentett funkcionalitású, 2D-s
3ds Max	látványtervezés szakértőinek (játékipar, filmipar)
Inventor	gépipari vállalatok 3D-s tervezéséhez
Maya	64 bites rendszereket és többmagos technológiákat támogat
Revit Architecture	épületinformáció modellezésre optimalizált



13. ábra [20]



14. ábra [21]



15. ábra [22]

Engineering - HOME

SIEMENS Engineering Pre-Release

Home Pre-Release Release

Engineering - HOME > Engineering Pre-Release > Pre Released Documents

Pre Released Documents

Document Library for Solid Edge Work In Progress documents

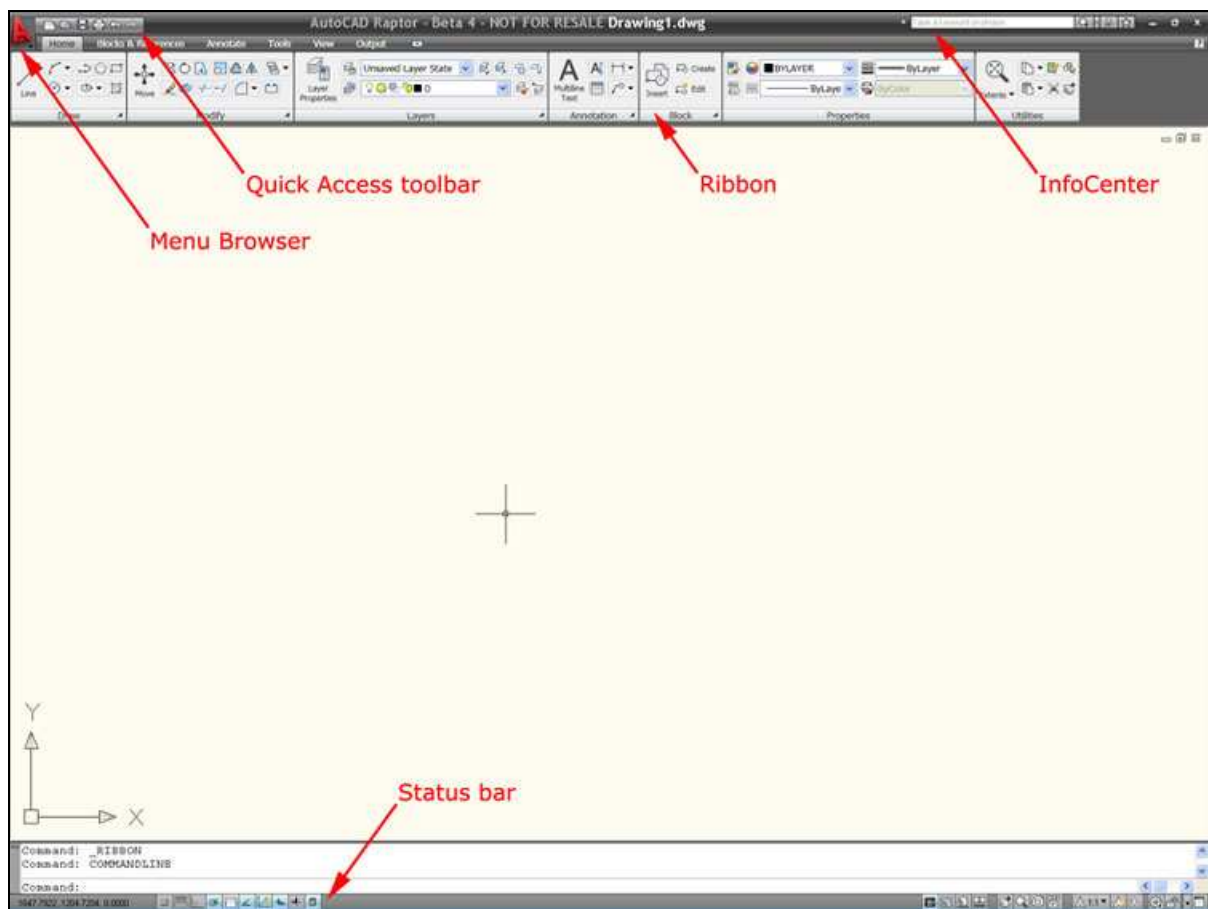
Solid Edge Search

New Upload Actions Settings

1-100 View All Documents

Type	Name	Title	Modified By	Check in Comment	Checked Out To	Version	Document Number	Revision Number	Material
Bracket	Bracket	Bracket	Administrator		SE-SERVER\mark	2.0			
W10-0020049C204	W10-0020049C204.par		SE-SERVER\aruda		SE-SERVER\mark	1.0	W10-0020049C204	A	1020
W10-0020049C201	W10-0020049C201.par		SE-SERVER\aruda		SE-SERVER\doug	1.0	W10-0020049C201	A	1020
Clevis	Clevis	Clevis	Administrator		SE-SERVER\larren	2.0			
Pedal	Pedal	Pedal	SE-SERVER\aruda		SE-SERVER\aruda	3.0			
W10-0020049SA9	W10-0020049SA9.asm		SE-SERVER\aruda		SE-SERVER\aruda	2.0	W10-0020049SA9	A	
W10-0020049SA9			SE-SERVER\aruda		SE-SERVER\aruda	2.0			
BrakePedal Assy	Pedal Assembly		Administrator		Administrator	2.0			
BrakePedal Assy			Administrator		Administrator	2.0			
001-top_level	W10-0020049_B.asm		SE-SERVER\aruda	No Check-in comment		1.0	W10-0020049	A	
001-top_level			SE-SERVER\aruda	No Check-in comment		1.0			
10503	10503.par		SE-SERVER\aruda			1.0	10503	A	36825
2.00_rest_pad_with_gfms	2.00_REST_PAD_WITH_SHPS.asm		SE-SERVER\aruda			1.0	2.00_REST_PAD_WITH_SHPS	A	
2.00_rest_pad_with_gfms			SE-SERVER\aruda			1.0			
3-6813237			SE-SERVER\aruda			1.0	3-6813237	A	
3-6843505			SE-SERVER\aruda			1.0	3-6843505	A	
3-6910621			SE-SERVER\aruda			1.0	3-6910621	A	
4.00_rest_pad_with_gfms	4.00_REST_PAD_WITH_SHPS.asm		SE-SERVER\aruda			1.0	4.00_REST_PAD_WITH_SHPS	A	
4.00_rest_pad_with_gfms			SE-SERVER\aruda			1.0			
4-000029028			SE-SERVER\aruda			1.0	4-000029028	A	
4-000029053			SE-SERVER\aruda			1.0	4-000029053	A	
4-000029053			SE-SERVER\aruda			1.0			
4-000029053-1			SE-SERVER\aruda			1.0	4-000029053-1	A	
4-000029053-2			SE-SERVER\aruda			1.0	4-000029053-2	A	
4-000029090			SE-SERVER\aruda			1.0	4-000029090	A	
4-000029091			SE-SERVER\aruda			1.0	4-000029091	A	
4-000029094			SE-SERVER\aruda			1.0	4-000029094	A	
4-000029096	4-000029096.asm		SE-SERVER\aruda			1.0	4-000029096	A	
4-000029096			SE-SERVER\aruda			1.0			

16. ábra [23]



17. ábra [\[24\]](#)