

Poglavlje 1

Uvod u SolidWorks 2011

Ciljevi učenja

- *Naučite kako se pokreće SolidWorks.*
- *Upoznajte sistemske zahteve za rad u programu SolidWorks.*
- *Saznajte koji režimi rada postoje u SolidWorksu.*
- *Upoznajte razne komandne panoe SolidWorksa.*
- *Naučite važne pojmove i definicije iz SolidWorksa.*
- *Automatski snimajte datoteke.*
- *Menjajte šemu boja u SolidWorksu.*

Uvod u SolidWorks 2011

Dobro došli u svet projektovanja pomoću računara (engl. *Computer Aided Designing*, CAD) uz korišćenje programa SolidWorks. Ako još nemate iskustva sa SolidWorksom, kad proučite ovu knjigu, pridružit ćete se hiljadama korisnika ovog odličnog programskog paketa za parametarsko modelovanje elemenata. Ukoliko ste radili s prethodnim verzijama, moći ćete da usavršite svoje tehnike projektovanja zahvaljujući velikim poboljšanjima koje donosi SolidWorks 2011.

Program SolidWorks američke kompanije SolidWorks Corporation, služi za mašinsko projektovanje i automatizaciju procesa koji su zasnovani na parametarskom modelovanju punih tela. SolidWorks je prvi CAD paket koji koristi grafičko okruženje Microsoftovog Windowsa. Zahvaljujući Windowsovoj funkciji prevlačenja objekata mišem, veoma je lako savladati ovaj CAD paket. Windowsovo grafičko korisničko okruženje omogućava da mašinski inženjeri razrađuju svoje nove ideje i realizuju ih u obliku virtuelnih prototipova ili modela punih tela, velikih sklopova, podsklopova, detalja i crteža.

SolidWorks je samo jedan od proizvoda kompanije SolidWorks Corporation, koja je deo grupacije Dassault Systemes. SolidWorks služi i kao platformski softver za brojne programe. To znači da unutar prozora programa SolidWorks možete koristiti i druge kompatibilne programe. SolidWorks Corporation proizvodi mnoge programe koji se mogu koristiti kao dodatni moduli za SolidWorks. Evo spiska nekih programa koji se mogu koristiti na SolidWorks platformi:

SolidWorks Animator	PhotoWorks	FeatureWorks	COSMOS/Works
COSMOS/Motion	COSMOS/Flow	eDrawings	CAMWorks
Toolbox	Mold Base	SolidWorksPiping	

Kao što je rečeno, SolidWorks je softver za mašinsko projektovanje i automatizaciju procesa pomoću parametarskog modelovanja punih tela. Omogućava da osnovnu 2D skicu pretvorite u model punog tela pomoću jednostavnih, ali visokoefikasnih alati za modelovanje. SolidWorks se ne ograničava na 3D modele, već generiše i tehničke crteže međusobno povezanih elemenata, delova i sklopova. Omogućava i da napravite virtuelni prototip od lima i ravnog šablona sa umnoženim elementom (engl. *flat pattern*) kako biste lakše završili plan za projektovanje i izradu odgovarajuće alatke. SolidWorks vam pomaže da izdvojite jezgro i šupljinu modela koji treba da se izlije u kalupu. U SolidWorksu možete da napravite i složene parametarske površine. Sledi opis važnih radnih režima programa SolidWorks.

Režim Part

Režim **Part** je parametarsko okruženje zasnovano na tipskim oblicima, u kome možete da pravite modele punih tela. Na raspolaganju su vam podrazumevane ravni označene sa **Front Plane** (prednja ravan), **Top Plane** (gornja ravan) i **Right Plane** (desna ravan). Prvo morate da izaberete ravan na kojoj ćete nacrtati skicu osnovnog tipskog oblika. Kada izaberete ravan, prelazite u okruženje za skiciranje

u kome se jednostavnim alatkama crtaju skice modela. Skice možete u istom okruženju kotirati i na njih primeniti potrebne relacije (logičke operacije). Željeni dizajn se lako postiže tako što se dodaju relacije i jednačine, i koriste tabele projektovanja (engl. *design table*). U režimu **Part**, na raspolaganju je standardna biblioteka otvora – poznata pod imenom **Hole Wizard** (čarobnjak za otvore) – koja omogućava da pravite obične otvore, otvore s navojem (engl. *tapped holes*), ravno upuštene otvore (engl. *counterbore holes*), konično upuštene otvore (engl. *countersink holes*) itd. Otvori mogu da odgovaraju bilo kom standardu, na primer, ISO, ANSI, JIS itd. U ovom režimu možete koristiti i alatke za površinsko modelovanje da biste napravili složene površine. Oznake kao što su simboli zavarivanja, tolerancije, datumi i simboli završne obrade površina, takođe se mogu dodati modelu u režimu **Part**. Standardni tipski oblici koji se često koriste mogu se sačuvati kao tipski oblici biblioteke odakle se učitavaju po potrebi. SolidWorks nudi i biblioteku elemenata koja sadrži određen broj standardnih mašinskih delova i tipskih oblika. Kad upotrebite odgovarajuće alatke, u režimu **Part** možete napraviti i komponente od lima. Pomoću jednostavne alatke po imenu SimulationXpress, možete analizirati otpornost modela dela na različita naprezanja koja će se na model primenjivati u stvarnom, fizičkom okruženju. Tako smanjujete troškove i skraćujete postupak ispitivanja svog projekta u realnim uslovima ispitivanja (destruktivna ispitivanja). Komponentu možete analizirati i tokom modelovanja u prozoru SolidWorksa. Osim toga, režim **Part** omogućava da modelujete varove tako što ćete napraviti čelične konstrukcije i dodati zavarene spojeve. Na raspolaganju su vam sve standardne vrste varova i uslova zavarivanja. Možete izdvojiti jezgro i šupljinu pomoću alatki za projektovanje kalupa.

Režim Assembly

U režimu **Assembly** sastavljate komponente sklopa pomoću odgovarajućih alatki. Postoje dva načina za sklapanje komponenata:

1. Sklapanje odozdo nagore
2. Sklapanje odozgo nadole

Po metodi odozdo nagore, već napravljene komponente sklapaju se tako da se ostvari njihova namena. Po metodi odozgo nadole, komponente se prave u režimu **Assembly**. Možete početi od gotovih elemenata i zatim napraviti ostale komponente potrebne za sklop. Dozvoljeno je da se pozovete na tipske oblike nekih komponenata sklopa da biste izveli mere za druge komponente. Sve komponente možete sklopiti pomoću jedne alatke – **Mate**. Dok sklapate komponente, možete i animirati sklop tako što ćete ga povlačiti mišem. Osim toga, možete proveriti i funkcionalnost svog sklopa. Otkrivanje sukoba (engl. *collision detection*) jedno je od glavnih svojstava sklopova u ovom režimu rada. Pomoću njega možete obrtati i pomerati komponente sklopa, te otkriti sukobe i sudare između njih. Realistično kretanje sklopa vidite zahvaljujući tome što se za dinamičko prikazivanje koristi fizička simulacija pri kojoj se uzima u obzir dejstvo motora, opruga i zemljine težine na sklopove.

Režim Drawing

Režim **Drawing** koristi se za dokumentovanje ranije napravljenih delova ili sklopova, i to tako što se generišu ili prave tehnički crteži različitih projekcija i detalja. U SolidWorksu postoje dva načina crtanja:

1. Generativno crtanje
2. Interaktivno crtanje

Generativno crtanje je proces generisanja tehničkih crteža ranije napravljenog dela ili sklopa. Parametarske mere i oznake koje su dodate komponentama u režimu Part, mogu se generisati na tehničkim crtežima. Generativno crtanje po prirodi omogućava dvosmernu povezanost (engl. *bidirectional associativity*). Automatske sastavnice (engl. *bill of materials*, BOM) i oblačići sa objašnjenjima, mogu se dodati tokom generisanja crteža sklopa.

Pri interaktivnom crtanju, tehničke crteže izrađujete pomoću uobičajenih alati za skiciranje, a zatim im dodajete mere.

Sistemske zahteve

Slede performanse koje treba da ima vaš sistem kako bi na njemu SolidWorks glatko radio.

- Microsoft Windows XP Professional, Windows Vista ili Windows 7.
- Računar s procesorom Intel ili AMD.
- Najmanje 1 GB RAM memorije (preporučuje se 6 GB).
- Sertifikovana grafička kartica i odgovarajući upravljački program (drajver).
- Microsoft Office Excel, verzija 2002, 2003 ili 2007
- Adobe Acrobat, verzija novija od 7.0.7
- DVD uređaj i miš ili drugi kompatibilan pokazivački uređaj.
- Preporučuje se Internet Explorer, verzija 6.x ili novija.

Početak rada u programu SolidWorks

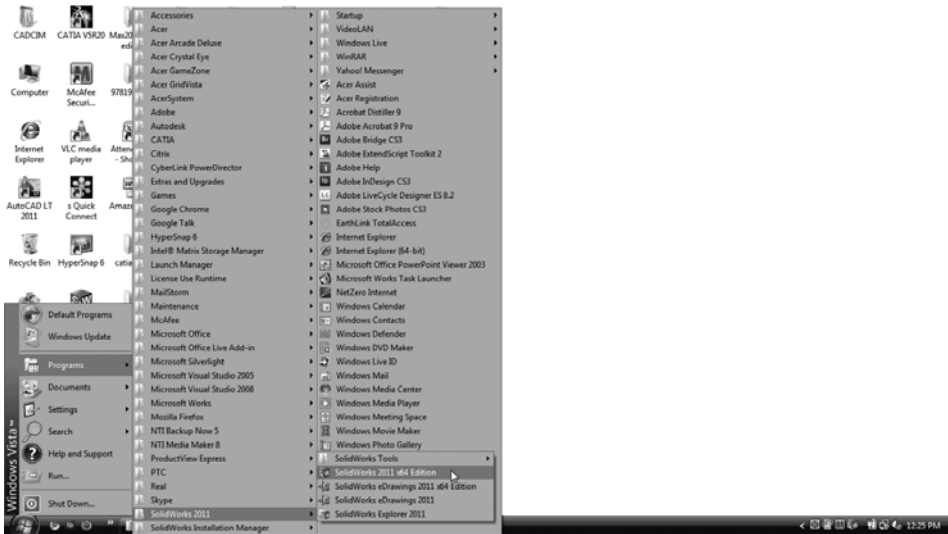
Instalirajte SolidWorks na svoj sistem, pa pritisnite dugme **Start** u levom donjem uglu ekrana. Izaberite stavku **Programs** da bi se prikazao spisak programa. Odaberite **SolidWorks 2011**, pa iz kaskadnog menija izaberite **SolidWorks 2011** (slika 1-1).

Sistem će se pripremiti za pokretanje i, posle izvesnog vremena, na ekranu će se pojaviti prozor programa SolidWorks. Kada se program pokreće prvi put, prikazaće se okvir za dijalog **SolidWorks License Agreement** (slika 1-2); pritisnite dugme **Accept**.

Na ekranu će se prikazati prozor programa SolidWorks 2011, sa oknom poslova **SolidWorks Resources** na desnoj strani (slika 1-3). Taj prozor se koristi za otvaranje nove ili postojeće datoteke.



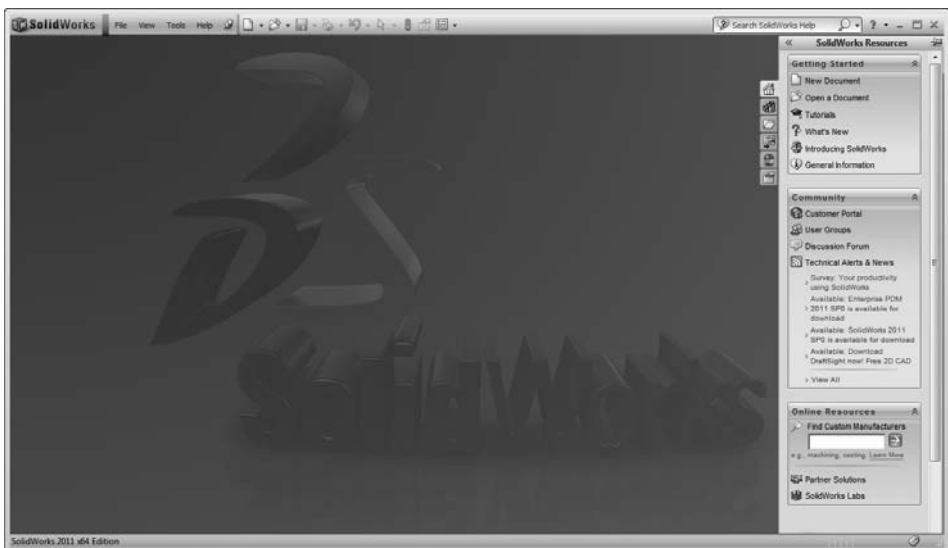
Savet. *SolidWorks 2011 možete pokrenuti i tako što ćete dvaput pritisnuti njegovu ikonicu na radnoj površini računara. Ako ikonica programa nije pri instaliranju automatski napravljena, napravite je sami. Pritisnite dugme **Start** u levom donjem uglu ekrana pa izaberite **Programs** da biste otvorili spisak programa. U njemu izaberite **SolidWorks 2011** da bi se prikazao kaskadni meni programa. Desnim tasterom pritisnite stavku **SolidWorks 2011** u tom meniju, pa iz priručnog menija izaberite **Send To**; prikazaće se kaskadni meni iz kojeg ćete izabrati opciju **Desktop (create shortcut)**. Ikonica programa **SolidWorks 2011** biće postavljena na radnu površinu.*



Slika 1-1 Pokretanje SolidWorksa s palete poslova



Slika 1-2 Okvir za dijalog SolidWorks License Agreement

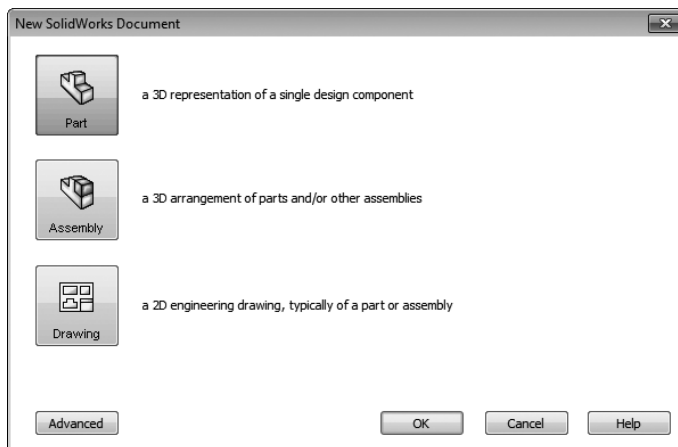


Slika 1-3 Prozor programa SolidWorks sa oknom poslova SolidWorks Resources

Ako se okno **SolidWorks Resources** ne otvori automatski, otvorite ga tako što ćete pritisnuti dugme **SolidWorks Resources** na desnoj strani prozora. Preko tog okna možete i otvarati uputstva sa Interneta i posećivati Web lokacije SolidWorksovih partnerskih kompanija. Izaberite stavku **New Document** iz grupe **Getting Started** u oknu poslova **SolidWorks Resources** da biste otvorili novu datoteku. Alternativno, pritisnite dugme **New** na paleti trake menija. Prikazuje se okvir za dijalog **New SolidWorks Document** (slika 1-4).



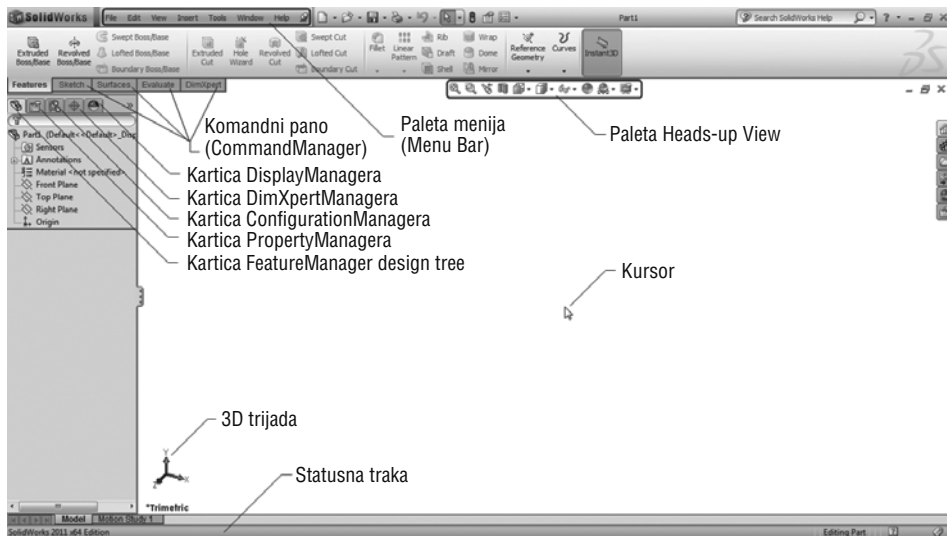
Savet. U SolidWorksu se savet dana prikazuje pri dnu okna poslova. Pritisnite stavku **Next Tip** da biste videli sledeći savet. Ovi saveti su izuzetno korisni i pomažu vam da radite efikasnije. Preporučuje se da pogledate dva-tri saveta kad god započnete novu sesiju u SolidWorksu 2011.



Slika 1-4 Okvir za dijalog New SolidWorks Document

Pritisnite dugme **Part** ako treba da pravite model dela, pa u okviru za dijalog **New Solid Works Document** izaberite **OK** da biste ušli u režim **Part**. Postavite pokazivač miša na logotip SolidWorksa na vrhu ekrana i pojaviće se meniji s trake menija. Okno poslova se automatski zatvara kada otvorite novu datoteku i pritisnete prostor za crtanje. Početni ekran koji se prikazuje kad otvorite novu datoteku dela pomoću dugmeta **New** s palete **Menu Bar**, prikazan je na slici 1-5.

Po prozoru programa je očigledno da je SolidWorks alat za modelovanje punih tela, napravljen po meri korisnika. Pored podrazumevanog komandnog panoa (engl. *CommandManager*), prikazanog na slici 1-5, na raspolaganju su i drugi srodni panoi. Da biste ih otvorili, postavite pokazivač miša na karticu **CommandManager** i pritisnite desni taster miša. Otvoriće se priručni meni. U njemu izaberite **CommandManager** koji vam treba i on će biti dodat. Pored postojećih panoa, možete napraviti i novi **CommandManager**.



Slika 1-5 Komponente novog dokumenta dela

Paleta menija

U SolidWorksu, prostor za rad je povećan tako što su grupisane alatke sa sličnim funkcijama i namenama. Alatke s palete **Standard** sada su dostupne na paleti menija (**Menu Bar toolbar**), slika 1-6. Ta paleta se nalazi iznad prostora za crtanje. Kada postavite pokazivač miša na logotip SolidWorksa u gornjem levom uglu ekrana, pojaviće se kaskadni meniji (slika 1-7). Ako hoćete da ostanu otvoreni i nakon što sklonite pokazivač miša, pritisnite dugme sa sličicom pribadače.



Slika 1-6 Paleta menija (Menu Bar)



Slika 1-7 Glavni meniji programa SolidWorksa

Komandni panoi

U SolidWorksu, alatke aktivirate s jednog od sledeća četiri mesta: preko komandnog panoa, s trake menija na vrhu ekrana, s palete alatki i iz priručnog menija. Komandni panoi su usidreni iznad prostora za crtanje. Dok budete radili s komandnim panoima, shvatićete da je preko njih najpogodnije aktivirati alatke. U različitim okruženjima za projektovanje, koriste se različite vrste komandnih panoa. Sledi njihov opis.

Komandni panoi režima Part

Sledi opis komandnih panoa koji se intenzivno koriste pri projektovanju u režimu **Part**.

Komandni pano za skice (Sketch CommandManager)

Ovaj komandni pano koristi se za prelazak u 2D i 3D okruženje za skiciranje (engl. *sketching environment*) i za izlazak iz njih. Alatke sa ovog panoa služe za crtanje skica tipskih oblika (engl. *features*). **Sketch CommandManager** (slika 1-8) koristi se i za dodavanje relacija (logičkih operacija) i pametnih kota (engl. *smart dimensions*) skiciranim objektima.



Slika 1-8 Pano Sketch CommandManager

Komandni pano za tipske oblike (Features CommandManager)

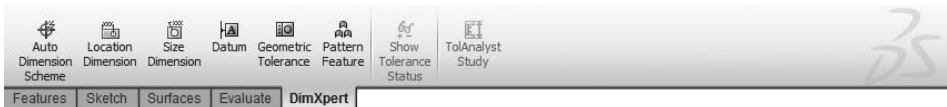
Ovo je jedan od najvažnijih komandnih panoa u režimu **Part**. Kada završite skicu, morate da je – pomoću alatke za modelovanje – konvertujete u tzv. tipski oblik (engl. *feature*). Na ovom panou (slika 1-9) postoje sve opcije za modelovanje punih tela koje je zasnovano na tipskim oblicima.



Slika 1-9 Pano Features CommandManager

Komandni pano za kotiranje (DimXpert CommandManager)

Ovaj komandni pano (slika 1-10) koristi se za dodavanje kota i tolerancija tipskim oblicima dela.



Slika 1-10 Pano DimXpert CommandManager

Komandni pano za lim (Sheet Metal CommandManager)

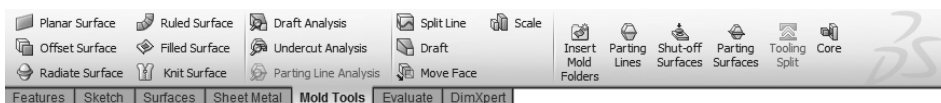
Na ovom komandnom panou (slika 1-11) nalaze se alatke koje se koriste pri izradi delova od lima. U SolidWorksu možete da pravite limene delove dok radite u režimu **Part**, i to preko ovog komandnog panoa.



Slika 1-11 Pano Sheet Metal CommandManager

Komandni pano sa alatkama za kalupe (Mold Tools CommandManager)

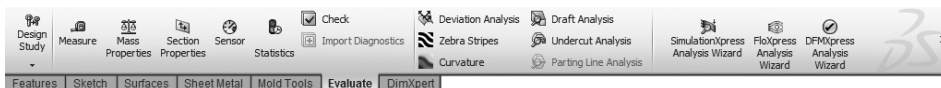
Alatke sa ovog panoa koriste se pri izradi kalupa i izdvajanju jezgra i šupljine izlivenog modela. Prikazan je na slici 1-12.



Slika 1-12 Pano Mold Tools CommandManager

Komandni pano za procene (Evaluate CommandManager)

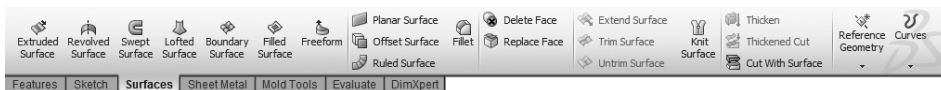
Ovaj pano (slika 1-13) koristi se za merenje rastojanja između dva elementa, dodavanje jednačina dizajnu, izračunavanje svojstava mase punog modela itd.



Slika 1-13 Pano Evaluate CommandManager

Komandni pano za površine (Surfaces CommandManager)

Opcije sa ovog panoa (slika 1-14) koriste se za izradu komplikovanih površina koje se konvertuju u tipske oblike punih tela.



Slika 1-14 Pano Surfaces CommandManager

Komandni pano za direktne izmene (Direct Editing CommandManager)

Ovaj komandni pano sadrži alatke (slika 1-15) koje se koriste za menjanje tipskih oblika.

Komandni pano za prenos podataka (Data Migration CommandManager)

Ovaj komandni pano sadrži alatke (slika 1-16) za rad s modelima napravljenim pomoću drugih programskih paketa ili u drugačijim okruženjima.



Slika 1-15 Pano Direct Editing CommandManager



Slika 1-16 Pano Data Migration CommandManager

Komandni pano režima Assembly

U režimu Assembly, komandni pano se koristi za sklapanje komponenata, izradu skice rasklopljene komponente s linijama rastavljanja (engl. *explode line sketch*) i simulaciju sklopa. Komandni pano režima **Assembly** objašnjen je u nastavku.

Komandni pano za sklopove (Assembly CommandManager)

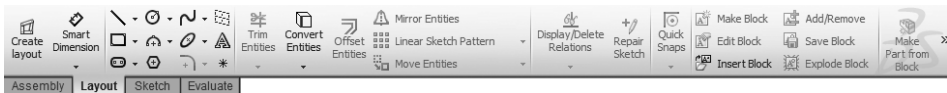
Ovaj komandni pano (slika 1-17) koristi se za umetanje komponente i primenu različitih načina poklapanja na komponente sklopa. Poklapanja tj. uparivanja (engl. *mates*) primenjuju se na komponente da bi im se ograničio stepen slobode. Komponente sklopa možete i da premeštate i rotirate, možete menjati vidljivost sklopa i njegovih pojedinačnih komponenata, modifikujete komponentu sklopa itd.



Slika 1-17 Pano Assembly CommandManager

Komandni pano za raspored elemenata (Layout CommandManager)

Alatke sa ovog komandnog panoa (slika 1-18) koriste se za izradu i menjanje blokova.



Slika 1-18 Pano Layout CommandManger

Komandni panoi režima Drawing

U režimu **Drawing** na raspolaganju vam je nekoliko komandnih panoa koji se intenzivno koriste pri projektovanju u tom režimu.

Komandni pano za prikaze (View Layout CommandManager)

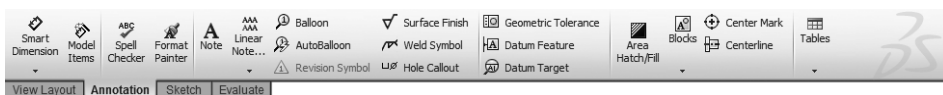
Ovaj komandni pano (slika 1-19) koristi se za generisanje crteža s prikazima postojećeg modela ili sklopa. Pomoću njega možete generisati sledeće prikaze: prikaz modela (engl. *model view*), tri standardna prikaza, prikaz projekcije (engl. *projected view*), prikaz preseka (engl. *section view*), uporedni prikaz preseka (engl. *aligned section view*), prikaz detalja (engl. *detail view*), opsečeni prikaz (engl. *crop view*), relativni (ortografski) prikaz (engl. *relative view*), pomoćni prikaz (engl. *auxiliary view*) itd.



Slika 1-19 Pano View Layout CommandManager

Komandni pano za oznake (Annotation CommandManager)

Komandni pano **Annotation** (slika 1-20) koristi se za generisanje oznaka koje su dodate pri izradi modela i za dodavanje napomena, balončića, geometrijskih tolerancija, simbola završne površinske obrade itd. na različite tehničke crteže.



Slika 1-20 Pano Annotation CommandManager

Opcija Customized CommandManager

Ako često koristite isti skup alatki, možete napraviti prilagođeni komandni pano koji će ih sadržati. Da biste to uradili, desnim tasterom miša pritisnite karticu komandnog panoa. Iz priručnog menija odaberite opciju **Customize CommandManager** i otvoriće se okvir za dijalog **Customize**. Postojećim karticama panoa biće dodata nova kartica. Pritisnite je; pojavitiće se podmeni sa opcijom **Empty Tab** kao prvom na listi. Komandnom panou će biti dodata još jedna kartica – **New Tab**. Promenite ime te nove kartice. Zatim, u okviru za dijalog **Customize** otvorite karticu **Commands**. Izaberite komandu s padajuće liste **Categories**. Alatke za tu komandu biće prikazane u području **Buttons**. Izaberite alatku, držite pritisnut levi taster miša i prevucite alatku na prilagođeni komandni pano. Kada dodate alatke, pritisnite **OK** u okviru za dijalog **Customize**.

Da biste alatke s neke palete dodali novom komandnom panou, otvorite okvir za dijalog **Customize** i pritisnite novu karticu; prikazaće se podmeni sa opcijom **Empty Tab** kao prvom na listi, iza koje sledi spisak paleta alatki. Izaberite paletu iz tog podmenija; sve alatke sa izabrane palete biće dodate na karticu **New Tab** a njeno ime će se promeniti u ime date palete.

Da biste obrisali prilagođeni pano, otvorite okvir za dijalog **Customize** kao što je ranije objašnjeno. Izaberite karticu komandnog panoa koji ćete ukloniti i pritisnite desni taster miša. Iz priručnog menija odaberite opciju **Delete** i komandni pano će biti obrisan.



Napomena

Podrazumevane komandne panoe ne možete ukloniti.

Paleta alatki

Većinu SolidWorksovih alatki možete odabrati s komandnog panoa ili trake menija. Međutim, ako **CommandManager** sakrijete da biste dobili više prostora za crtanje, alatku možete aktivirati iz palete alatki. Da biste otvorili paletu, desnim tasterom miša pritisnite **CommandManager**. Pojaviće se lista dostupnih paleta, pa izaberite onu koja vam treba.

Priručna paleta alatki

Ova paleta alatki je prvi put uvedena u verziji SolidWorks 2008. Kada izaberete tipski oblik ili objekat i ne pomerate miša, otvoriće se paleta alatki. Na slici 1-21 prikazana je priručna paleta alatki (engl. *pop-up toolbar*) koja se otvara kada izaberete neki tipski oblik. Ta paleta nestaje ako sklonite kursor sa izabranog tipskog oblika ili objekta.



Slika 1-21 Priručna paleta alatki

Prikaz priručne palete možete isključiti. Da biste to uradili, otvorite okvir za dijalog **Customize** u oblasti **Context toolbar Settings** na kartici **Toolbars**; podrazumevano će biti potvrđena opcija **Show on Selection**. To znači da je prikaz priručne palete podrazumevano uključen. Da biste ga isključili, uklonite potvrdu iz polja ove opcije, pa pritisnite dugme **OK**.

Paleta View (Heads-Up)

U SolidWorksu, neke alatke za prikaz grupisane su i prikazane u prostoru za crtanje (slika 1-22). Ta paleta alatki zove se **View (Heads-Up)**.



Slika 1-22 Paleta View (Heads-Up)

Prilagodavanje komandnih panoa i paleta alatki

U SolidWorksu nisu sva dugmad prikazana na podrazumevanim paletama alatki i panoima **CommandManager**. Možete ih prilagoditi i dodati im dugmad u skladu sa svojim potrebama. Pratite naredni postupak da biste prilagodili panoe **CommandManager** i palete alatki.

1. Iz menija odaberite **Tools > Customize** da biste otvorili okvir za dijalog **Customize**. Isto ćete postići i ako desnim tasterom pritisnete **CommandManager** i odaberete opciju **Customize** s dna liste paleta.
2. U okviru za dijalog **Customize** otvorite karticu **Commands**.
3. Izaberite ime palete u odeljku **Categories** okvira za dijalog **Customize** i u oblasti **Buttons** biće prikazane alatke dostupne na toj paleti.
4. Pritisnite dugme u odeljku **Buttons**. Opis izabranog dugmeta biće prikazan u oblasti **Description**.
5. Levim tasterom miša pritisnite dugme u oblasti **Buttons** i ne puštajte taster miša.
6. Prevucite dugme na **ControlManager** ili paletu alatki, pustite taster miša da biste ga postavili, pa pritisnite **OK**.

Da biste s komandnog panoa ili palete alatki uklonili alatku, otvorite okvir za dijalog **Customize** i prevucite alatku u grafičko područje.

Traka s prečicama

Kada pritisnete S na tastaturi, neke alatke koje se mogu koristiti u tekućem režimu biće prikazane uz kursor. Da biste zadali koje će alatke biti prikazane na traci s prečicama (engl. *shortcut bar*), pritisnite je desnim tasterom miša i odaberite opciju **Customize**. Potom pratite ranije opisan postupak.

Kontekstne kružne palete

Kada u SolidWorksu pritisnete desni taster miša i povučete kursor u bilo kom pravcu, odgovarajuće alatke će se prikazati na kružnoj kontekstnoj paleti. Nakon što se alatke prikažu, pomerite kursor iznad određene alatke da biste je aktivirali. Podrazumevano će biti prikazane četiri alatke. Međutim, kružnu paletu možete podesiti tako da prikazuje do osam alatki. Da biste to uradili, otvorite okvir za dijalog **Customize** i izaberite karticu **Mouse Gestures**. Zatim zadajte opcije u odgovarajućem polju i pritisnite dugme **OK**. Na slici 1-23 vide se alatke prikazane na kružnim paletama u različitim okruženjima (nakon prilagođavanja).



Savet. Neke alatke se mogu aktivirati i pritiskanjem tastera na tastaturi. Da biste alatki dodelili taster prečicu, otvorite okvir za dijalog **Customize** i na njemu karticu **Keyboard**. U kolonu **Shortcut** unesite prečicu za alatku i pritisnite **OK**.



Slika 1-23 Alatke na kružnim kontekstnim paletama u različitim okruženjima

Standardi za kotiranje i merne jedinice

Dok instalirate SolidWorks na svoj sistem, možete izabrati merne jedinice i standard za kotiranje modela. Na raspolaganju su vam brojni standardi za kotiranje, kao što su ANSI, ISO, DIN, JIS, BSI i GOST, i različite merne jedinice – milimetri, centimetri, inči itd. U ovoj knjizi se za kotiranje koriste milimetri i standard ISO, pa je najbolje da i vi izaberete iste opcije pri instaliranju SolidWorksa.

Važni pojmovi i njihove definicije

Pre nego što počnete da radite u programu SolidWorks, treba da razumete važne pojmove koji se koriste u ovoj knjizi.

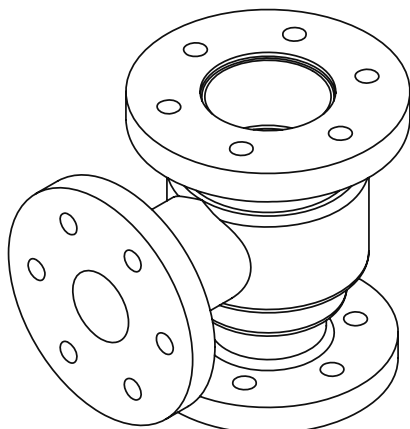
Modelovanje zasnovano na tipskim oblicima

Tipski oblik (engl. *feature*) definiše se kao najmanji gradivni blok koji se može pojedinačno menjati. U SolidWorksu, modeli punih tela (engl. *solid models*) prave se spajanjem tih gradivnih blokova. Model napravljen u SolidWorksu predstavlja kombinaciju određenog broja pojedinačnih tipskih oblika, pri čemu je svaki tipski oblik povezan s drugim tipskim oblikom – direktno ili indirektno. Tipski oblici ispravno shvataju svoju ulogu i funkciju, pa se mogu modifikovati u bilo kom trenutku procesa projektovanja. Ako se pri izradi modela održava projektantsko rešenje, tipski oblici se automatski prilagođavaju svakoj promeni u svom okruženju, što povećava fleksibilnost projektovanja.

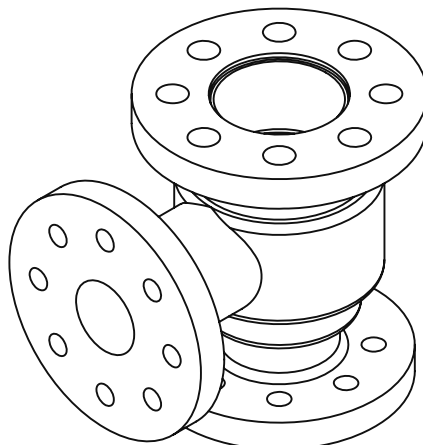
Parametarsko modelovanje

Parametarska priroda nekog softverskog paketa definiše se kao njegova sposobnost da koristi standardna svojstva (parametre) pri definisanju oblika i veličine geometrijskih objekata. Osnovna funkcija ove mogućnosti jeste to da automatski promeni veličinu ili oblik izabranog geometrijskog objekta, bez obzira na njegove prvobitne mere. Oblik i veličinu svakog tipskog oblika možete izmeniti u svakoj fazi procesa projektovanja, što značajno olakšava projektovanje.

Razmotrite, na primer, konstrukciju kućišta za spajanje cevi prikazanu na slici 1-24. Da biste izmenili prečnik i broj otvora na prednjoj, gornjoj i donjoj površini, samo treba da izaberete dati tipski oblik i da promenite prečnik i broj ponavljanja elementa otvor u šablonu. Izmenjena konstrukcija prikazana je na slici 1-25.



Slika 1-24 Kućište za spajanje cevi



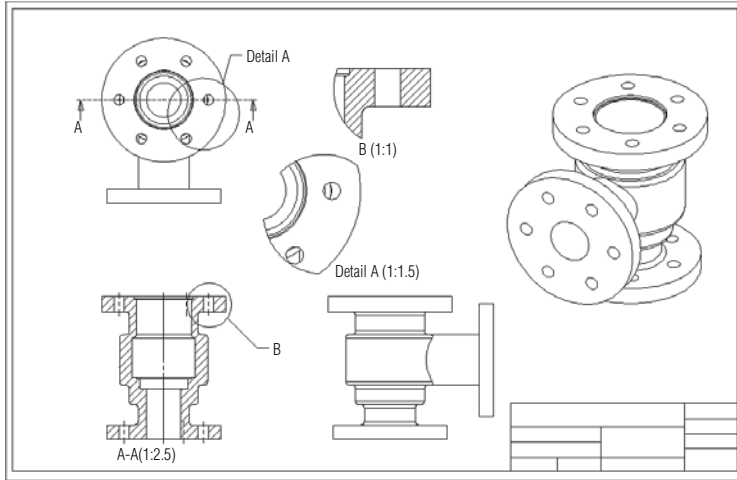
Slika 1-25 Konstrukcija nakon modifikovanja

Dvosmerno povezivanje

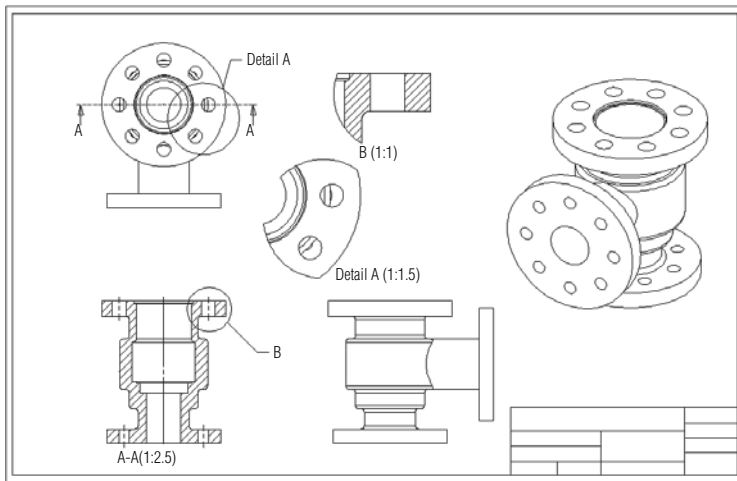
Kao što je ranije rečeno, SolidWorks ima različite radne režime – **Part**, **Assembly** i **Drawing**. Između svih tih režima postoji dvosmerna povezanost (engl. *bidirectional associativity*), pa se stoga sve izmene napravljene na modelu u bilo kom od tih režima, automatski odmah odražavaju i u drugim režimima. Na primer, ako izmenite meru dela u režimu **Part**, promena će se automatski sprovesti i u režimima **Assembly** i **Drawing**. Slično tome, ako izmenite meru dela na prikazu crteža generisanog u režimu **Drawing**, iste izmene biće napravljene i u režimima **Part** i **Assembly**. Na slici 1-26 prikazani su crteži kućišta za spajanje cevi sa slike 1-24. Kada izmenite model kućišta u režimu **Part**, promene će se automatski odraziti i na režim **Drawing**. Na slici 1-27 prikazani su tehnički crteži kućišta za spajanje cevi nakon povećavanja prečnika i broja otvora.

Windowsovo okruženje

SolidWorks je prvi 3D CAD paket zasnovan na Windowsu. On koristi Windowsovo grafičko okruženje i njegove funkcije povlačenja/puštanja (engl. *drag and drop*) i kopiranja/umetanja (engl. *copy/paste*). Na primer, pretpostavimo da ste napravili tipski oblik otvor na prednjoj ravnoj površini modela. Da biste napravili još jedan otvor, ali na gornjoj ravnoj površini istog modela, izaberite tipski oblik otvor i pritisnite CTRL+C (*copy*) na tastaturi. Zatim izaberite gornju ravnu površinu i pritisnite CTRL+V (*paste*). Kopiran otvor će se pojaviti na izabranoj površini. Standardne tipske oblike možete i prevlačiti s panoa Design Library na površinu modela na koju treba da ih dodate.



Slika 1-26 Tehnički crteži kućišta pre menjanja



Slika 1-27 Tehnički crteži nakon menjanja

SWIFT tehnologija

SWIFT je skraćenica od SolidWorks Intelligent Feature Technology. Ta tehnologija olakšava korisnicima rad u SolidWorksu tako što im pomaže da više razmišljaju o projektovanju nego o alatima u programskom paketu. Zahvaljujući tome, novi korisnici se veoma lako snalaze u SolidWorksu. Alatkke koje koriste SWIFT tehnologiju zovu se *Xperts*. To su, na primer, **SketchXpert**, **FeatureXpert**, **DimXpert**, **AssemblyXpert**, **FilletXpert**, **DraftXpert** i **MateXpert**. **SketchXpert** se u okruženju za skiciranje koristi za rešavanje sukoba koji se javljaju prilikom primene relacija na skicu. Slično tome, **FeatureXpert** se koristi u režimu **Part** kada otkažu tipski oblici fillet i draft. O tome će biti više reči u kasnijim poglavljima.

Geometrijske relacije

Geometrijske relacije su logičke operacije koje se obavljaju da bi se definisala određena vrsta veze (na primer, tangencijalnost ili upravnost) između skiciranih objekata, ravni, osa, ivica ili temena. Kada dodajete relacije, jedan objekat može da bude skicirani objekat, a drugi takođe skicirani objekat ili ivica, površina, teme, koordinatni početak, ravan itd. Postoje dva načina za primenu geometrijskih relacija: automatsko uspostavljanje relacija i ručno dodavanje relacija.

Automatske relacije

SolidWorksovo okruženje za skiciranje omogućava automatsku primenu relacija tokom crtanja skice. Automatske relacije primenjuju se i u režimu **Drawing**, pri interaktivnom crtanju.

Relacije koje se dodaju ručno

Postoji 16 tipova relacija koje se mogu ručno primeniti na skicu. To su:

Horizontal (horizontalnost)

Izabrani deo linije postaje horizontalna linija. Možete takođe izabrati dve tačke i poravnati ih po horizontali.

Vertical (vertikalnost)

Izabrani deo linije postaje vertikalna linija. Možete takođe izabrati dve tačke i poravnati ih po vertikali.

Collinear (kolinearnost)

Dva izabrana objekta bivaju postavljena na istu liniju.

Conradial (koradijalnost)

Dva izabrana luka, kruga, ili jedan luk i jedan krug, imaju isti centar i iste poluprečnike.

Perpendicular (upravnost, normalnost)

Izabrani deo linije je upravan na drugi izabrani deo linije.

Parallel (paralelnost)

Izabrani deo linije biva paralelan s drugim izabranim delom linije.

Tangent (tangencijalnost)

Izabrani deo linije, luka, složena kriva, krug ili elipsa bivaju tangencijalni u odnosu na neki drugi luk, krug, krivu ili elipsu.



Napomena

U slučaju složenih krivih (engl. splines), relacije se primenjuju na njihove čvorne tačke (engl. control points).

Concentric (koncentričnost)

Dva izabrana luka, kruga, tačka i luk, tačka i krug, ili luk i krug, imaju zajednički centar.

Midpoint (središnja tačka)

Izabrana tačka biva postavljena u središnju tačku linije.

Intersection (presek)

Izabrana tačka biva postavljena u tačku preseka dva izabrana objekta.

Coincident (podudarnost)

Poklapaju se dve tačke, tačka i linija, ili tačka i luk.

Equal (jednakost)

Dve izabrane linije bivaju jednake dužine. Ovom relacijom se postiže i to da dva lûka, dva kruga ili jedan luk i jedan krug imaju iste poluprečnike.

Symmetric (simetričnost)

Izabrani objekti bivaju simetrični u odnosu na izabranu osu simetrije, tako da ostanu podjednako udaljeni od nje.

Fix (nepokretnost)

Koristi se za fiksiranje izabranog objekta za određeno mesto u odnosu na koordinatni sistem tekuće skice. Krajnje tačke fiksiranog pravolinijskog, lučnog, krivolinijskog ili eliptičnog segmenta mogu se slobodno pomerati duž linije.

Pierce (probijanje)

Tačka na skici poklapa se sa izabranom osom, ivicom ili krivom na mestu gde ta tačka probija ravan skice. U ovoj relaciji, tačka na skici može biti krajnja tačka skiciranog objekta.

Merge (kombinovanje)

Koristi se za kombinovanje dve skicirane tačke ili krajnje tačke.

Blokovi

Blok je skup entiteta grupisanih u celinu. Blokovi se koriste za izradu složenih mehanizama kao što su skice, i za proveru njihovog funkcionisanja pre njihovog pretvaranja u složene 3D modele.

Biblioteka tipskih oblika

Uopšteno govoreći, neki tipski oblici se često koriste u mašinskom projektovanju. U većini drugih programa za modelovanje punih tela, te tipske oblike morate da pravite kad god vam zatrebaju. SolidWorks omogućava da budu sačuvani u biblioteci tipskih oblika (engl. *feature library*), odakle se mogu učitavati po potrebi, što projektantima štedi dosta vremena i truda.

Projektne tabelle

Projektne tabelle (engl. *design tables*) koriste se za izradu više primeraka iste parametarske komponente. Na primer, neke komponente u vašoj organizaciji mogu imati isti oblik ali različite dimenzije. Umesto da pravite više komponenata istog oblika a različitih veličina, možete izraditi jednu komponentu a zatim koristite

projektnu tabelu i napravićete različite primerke (instance) tako što ćete im mere uskladiti s konkretnim potrebama. Zahvaljujući toj tabeli, svim komponentama istog oblika a različitih veličina pristupate preko samo jedne datoteke delova.

Jednačine

Jednačine su analitičke i numeričke formule koje se primenjuju na mere u toku crtanja skice tipskog oblika ili nakon toga. Mogu se primeniti i na postavljene tipske oblike (engl. *placed features*).

Otkrivanje sukoba

Otkrivanje sukoba (engl. *collision detection*) koristi se za pronalaženje smetnji i neusklađenosti između delova sklopa pri kretanju sklopa. Dok u SolidWorksu pravite sklop, sukobe između različitih delova sklopa otkrićete ako pomerite i obrnete njegove komponente.

Okvir za dijalog What's Wrong?

Dok pravite tipski oblik modela ili modifikujete postojeći, a njegov oblik nije kompatibilan pa sistem ne može da ga konstruiše, otvara se okvir za dijalog **What's Wrong?** pomoću koga se otkriva da li je greška nastala pri izradi tipskog oblika.

2D emulator komandne linije

2D emulator je dodatni modul (engl. *add-in*) programa SolidWorks. Da biste ga aktivirali, izaberite **Tools > Add-Ins** iz menija programa SolidWorks; prikazaće se okvir za dijalog **Add-Ins**. Potvrdite opciju **SolidWorks 2D Emulator** pa pritisnite dugme **OK**. Pri dnu grafičkog dela ekrana prikazuje se 2D emulator komandne linije, tj. komandni prozor u koji komande unosite s tastature.

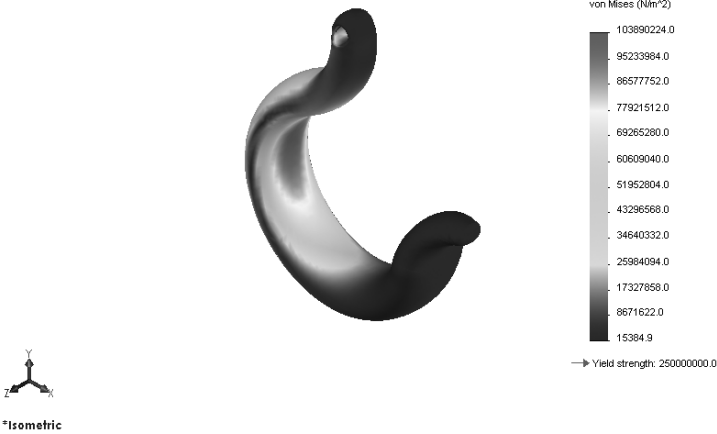
Alatka SimulationXpress

SolidWorks sadrži SimulationXpress – alatku za statičke analize ili analize naprezanja – koja omogućava samo linearnu statičku analizu. Pomoću te analize možete izračunati pomeranja, naprezanja i napone kojima je izložena komponenta, a koji zavise od materijala i različitih uslova opterećenja primenjenih na model. Komponenta otkazuje kada primenjeno opterećenje premaši određenu dozvoljenu granicu. Na slici 1-28 prikazan je dijagram statičkog opterećenja kuke dizalice projektovane u SolidWorksu i analizirane pomoću alatke SimulationXpress.

Fizička dinamika

Alatka Physical Dynamics koristi se za posmatranje kretanja sklopa. Kada je izabrana ova opcija, komponenta sklopa koju povlačite mišem primenjuje silu na komponentu koju dodirne. Rezultat toga je da se i ostale komponente sklopa pomeraju ili obrću u skladu sa svojim stepenima slobode.

Model name: hook-solidworks
 Study name: SimulationXpressStudy
 Plot type: Static nodal stress Plot1
 Deformation scale: 32.1413



Slika 1-28 Kuka dizalice analizirana pomoću alatke SimulationXpress

Fizička simulacija

Alatka Physical Simulation služi za simuliranje sklopova napravljenih u okruženju Assembly. Sklopovima možete dodeliti različite elemente simulacije – kao što su linearno kretanje, obrtni motori i gravitacija – da biste simulirali njihove uticaje na sklop. Nakon izrade simuliranog sklopa, simulaciju možete snimiti i reprodukovati po potrebi.

Matični tipski oblik

Tipski oblik koji se koristi kao roditeljski tipski oblik za izradu bilo koje vrste šablonskog tipskog oblika (engl. *pattern feature*) ili preslikanog tipskog oblika (engl. *mirror feature*), zove se matični tipski oblik (engl. *seed feature*). Možete da modifikujete ili obrađujete samo matični tipski oblik – ne možete menjati pojedinačne primerke (instance) šablonskog tipskog oblika.

Pano za upravljanje tipskim oblicima modela

Pano **FeatureManager Design Tree** jedna je od najvažnijih komponenata ekrana programa SolidWorks. Sadrži informacije o podrazumevanim ravnima, materijalima, svetlima i svim tipskim oblicima koji se dodaju modelu. Dok modelu dodajete tipske oblike pomoću raznih alatki za modelovanje, oni se prikazuju i na panou **FeatureManager Design Tree**, pa ih lako možete odabrati i izmeniti. Pri aktiviranju svake alatke za izradu tipskih oblika, umesto panoa **FeatureManager Design Tree** prikazuje se odgovarajući **PropertyManager**. U toj fazi, **FeatureManager Design Tree** prikazuje se u oblasti za crtanje.

Apsorbovani tipski oblici

Tipski oblici koje se direktno koriste za izradu drugih tipskih oblika zovu se apsorbovani tipski oblici (engl. *absorbed features*). Na primer, skica izvučenog tipskog oblika (engl. *extruded feature*) predstavlja apsorbovani tipski oblik izvučenog tipskog oblika.

Tipski oblici potomci

Tipski oblici koji zavise od svojih roditelja i koji ne mogu da postoje bez svojih roditeljskih tipskih oblika, zovu se tipski oblici potomci (engl. *child features*). Na primer, razmotrite model sa zaobljenim ivicama. Ako obrišete kocku, biće obrisan i tipski oblik zaobljenja (engl. *fillet*) zato što on ne može da postoji bez svog roditeljskog tipskog oblika.

Zavisni tipski oblici

Zavisni tipski oblici (engl. *dependent features*) zavise od svojih roditeljskih tipskih oblika ali mogu da postoje i bez njih, uz neznatne izmene. Ukoliko se obriše roditeljski tipski oblik, zadajte druge reference i modifikujte dati tipski oblik, pa možete da ga zadržite.

Automatska izrada rezervne kopije

SolidWorks ima opciju koja omogućava da se dokument automatski snima u određenim vremenskim intervalima. Ako sistem padne dok radite na projektu, može se dogoditi da izgubite nesnimljene izmene. Ukoliko je uključena opcija za automatsko snimanje, podaci se u pravilnim intervalima automatski snimaju. Da biste uključili ovu opciju, izaberite **Tools > Options** iz glavnog menija; prikazaće se okvir za dijalog **System Options – General**. U oknu na levoj strani odaberite stavku **Backup/Recover** pa potvrdite opciju **Save auto recover info every**. Pomoću brojača (engl. *spinner*) i padajuće liste koji postaju dostupni desno od ovog polja za potvrdu, podesite broj izmena ili broj minuta posle kojih će se dokument automatski snimiti. Rezervne kopije datoteka (engl. *backup files*) podrazumevano se snimaju u direktorijum `X:\Users <ime vašeg računara>\AppData\Local\TempSWBackup Directory\swxauto` (gde je X slova oznaka diska na koji ste instalirali SolidWorks 2011, dok je *AppData* skriveni direktorijum). Da biste promenili ovu putanju, pritisnite dugme desno od polja za unos teksta; prikazaće se okvir za dijalog **Browse For Folder** u kome možete da izaberete lokaciju za smeštanje rezervnih kopija. Ako rezervne kopije treba da smestite u tekući direktorijum, potvrdite opciju **Save backup files in the same location as the original**. Broj kopija zadajete pomoću brojača **Number of backup copies per document**. Kada podesite sve opcije, pritisnite dugme **OK** u okviru za dijalog **System Options – Backup/Recover**.

Biranje skrivenih objekata

Dok radite na modelu, ponekad treba da izaberete objekat koji je ili skriven iza drugog objekta, ili se ne vidi u datoj orijentaciji prikaza. SolidWorks omogućava da takve objekte izaberete pomoću opcije **Select Other**. Na primer, treba da izaberete zadnju površinu modela koja nije prikazana u tekućoj orijentaciji. U takvim slučajevima, postavite kursor na vidljivu površinu ali tako da bude u liniji sa zadnjom površinom modela. Pritisnite desni taster miša i iz priručnog menija izaberite stavku **Select Other**; pojavljuje se kursor za biranje drugog objekta i lista **Select Other** sa svim objektima koji se mogu izabrati. Objekat na čije ime u listi postavite kursor, biće istaknut i na površini za crtanje. Sa ove liste možete da izaberete skrivenu površinu.

Šema boja

SolidWorks omogućava da koristite različite šeme boja kao boju pozadine ekrana, boju i stil prikazivanja panoa **FeatureManager Design Tree**, i za prikazivanje objekata na ekranu. U ovoj knjizi nije korišćena ni podrazumevana ni unapred definisana šema boja. Da biste postavili šemu boja, iz menija izaberite **Tools > Options**; prikazuje se okvir za dijalog **System Options – General**. U oknu na levoj strani izaberite stavku **Colors**; u desnom delu prikazuju se opcije koje se odnose na šemu boja, a ime okvira za dijalog menja se u **System Options – Colors**. U polju sa listom u oblasti **Color scheme settings** dostupna je opcija **Viewport Background**. Izaberite je i pritisnite dugme **Edit** u oblasti za prikaz na desnoj strani okvira za dijalog. U okviru za dijalog **Color** izaberite belu boju pa pritisnite dugme **OK**. Nakon što podesite šemu boja, snimite je na disk; kada vam sledeći put zatreba, nećete morati ponovo da je konfigurirate već samo da je pronađete u listi **Current Color Scheme**. Pritisnite dugme **Save As Scheme**; prikazuje se okvir za dijalog **Color Scheme Name**. U odgovarajuće polje okvira za dijalog **Color Scheme Name** unesite ime za šemu – **SolidWorks 2011** – pa pritisnite dugme **OK**. Na kraju pritisnite dugme **OK** u okviru za dijalog **System Options – Colors**.



Napomena

U ovoj knjizi, opisi boja odgovaraju Windowsu Visti. Ukoliko koristite neku drugu verziju Windowsa, boje objekata na ekranu mogu se razlikovati od onih koje su navedene u knjizi.

Test za samostalnu proveru znanja

Odgovorite na sledeća pitanja i zatim uporedite svoje odgovore sa onima s kraja poglavlja.

1. SolidWorksov režim **Part** parametarsko je okruženje zasnovano na tipskim oblicima u kom možete praviti modele punih tela. (Da/Ne)
2. Generativno crtanje je proces generisanja prikaza za ranije napravljeni deo ili skup. (Da/Ne)

3. Savet dana je prikazan na dnu okna poslova. (Da/Ne)
4. U SolidWorksu se modeli punih tela prave integrisanjem više gradivnih komponenata koje se nazivaju tipski oblici. (Da/Ne)
5. Svojstvo _____ obezbeđuje da izmene napravljene na modelu u bilo kom režimu SolidWorksa budu odmah primenjene i u ostalim režimima.
6. Relacija _____ obezbeđuje da dva izabrana lûka, dva kruga, tačka i lûk, tačka i krug, ili lûk i krug, imaju zajednički centar.
7. Relacija _____ koristi se da bi dve tačke, tačka i linija ili tačka i lûk bili podudarni.
8. Relacija _____ obezbeđuje da dve izabrane linije budu jednake dužine.
9. _____ koristi se za otkrivanje sukoba i sudara između delova sklopa kada je sklop u pokretu.
10. _____ su analitičke i numeričke formule koje se primenjuju na dimenzije tokom ili nakon crtanja skice tipskog oblika.

Rešenja testa za samostalnu proveru znanja

1. Da, **2.** Da, **3.** Da, **4.** Da, **5.** dvosmerno povezivanje, **6.** koncentričnost (Concentric), **7.** podudarnost (Coincident), **8.** jednakost (Equal), **9.** otkrivanje sudara, **10.** jednačine