

Poglavlje 1

Uvod u **SOLIDWORKS 2015**

Ciljevi učenja

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



Uvod u SOLIDWORKS 2015

Dobro došli u svet projektovanja pomoću računara (engl. *Computer Aided Designing*, CAD) uz korišćenje programa SOLIDWORKS. Ako još nemate iskustva sa SOLIDWORKS-om, kad proučite ovu knjigu, pridružićete 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 poboljšanjima koje donosi SOLIDWORKS 2015.

Program SOLIDWORKS 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 Systems. 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 takve programe, uključujući i sledeće:

SOLIDWORKS Motion	SOLIDWORKS Routing	ScanTo3D	eDrawings
SOLIDWORKS Simulation	SOLIDWORKS Toolbox	PhotoView 360	CircuitWorks
SOLIDWORKS Plastics	SOLIDWORKS Inspection	TolAnalyst	

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 alatki za modelovanje. Uz to, SOLIDWORKS generiše i tehničke crteže međusobno povezanih elemenata, delova i sklopova. Omogućava i da napravite virtuelni prototip od lima i razvijenog omotača (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 SOLIDWORKS-u 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 (engl. *features*), 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, bazne površine i 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 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 SOLIDWORKS-a. 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 pogona, opruga i zemljine teže na sklopove.

Režim Drawing

Režim **Drawing** se koristi za dokumentovanje ranije napravljenih delova ili sklopova, i to tako što se generišu ili prave tehnički crteži. Postupak izrade tehničkih crteža zove se crtanje (engl. *drafting*). U SOLIDWORKS-u 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.

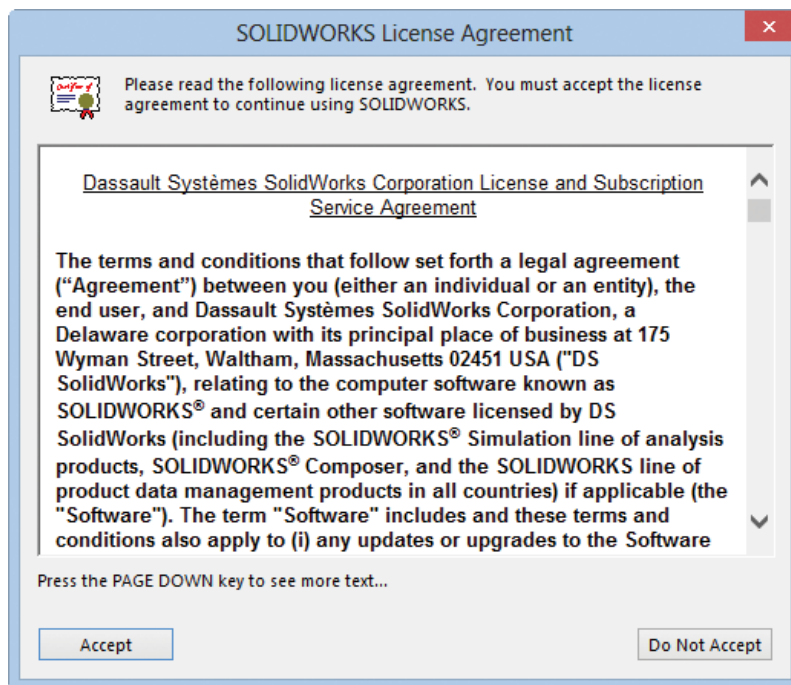
Sistemske zahteve

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

- Microsoft Windows 8 (samo za 64-bitne sisteme) ili Windows 7 (potreban je paket SP1).
- Računar s procesorom Intel ili AMD s podrškom za SSE2.
- Najmanje 2 GB RAM memorije (preporučuje se 8 GB).
- Prostor na čvrstom disku od najmanje 5 GB (preporučuje se 10 GB).
- Sertifikovana grafička kartica i odgovarajući upravljački program (drajver).
- Microsoft Office 2007 ili noviji
- Adobe Acrobat, verzija novija od 8.0.7
- DVD uređaj i miš ili drugi kompatibilan pokazivački uređaj.
- Internet Explorer, verzija 8 ili novija.

Početak rada u programu SOLIDWORKS

Instalirajte SOLIDWORKS 2015 na svoj sistem; ikonica programa biće automatski napravljena na radnoj površini. Dvapat pritisnite tu ikonicu; 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 1-1); pritisnite dugme **Accept**; na ekranu će se prikazati prozor programa SOLIDWORKS 2015, sa oknom poslova **SOLIDWORKS Resources** na desnoj strani (slika 1-2). Taj prozor se koristi za otvaranje nove ili postojeće datoteke.



Slika 1-1 Okvir za dijalog SOLIDWORKS License Agreement



Slika 1-2 Prozor programa SOLIDWORKS 2015 sa oknom poslova SOLIDWORKS Resources

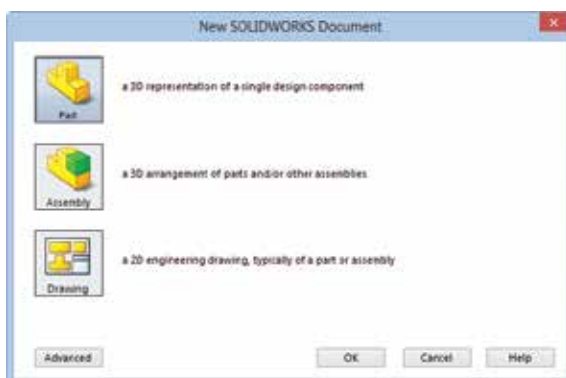
Ako se okno **SOLIDWORKS Resources** ne otvori automatski, otvorite ga tako što ćete pritisnuti dugme **SOLIDWORKS Resources** na desnoj strani prozora. Preko tog okna možete i otvarati uputstva sa interneta i posećivati veb lokacije

SOLIDWORKS-ovih partnerskih kompanija. Izaberite stavku **New Document** iz grupe **Getting Started** u oknu poslova **SOLIDWORKS Resources** ili dugme **New** na traci s menjima (paleti **Menu Bar**) da biste otvorili novu datoteku. Kada to uradite, prikazaće se okvir za dijalog **New SOLIDWORKS Document** (slika 1-3).

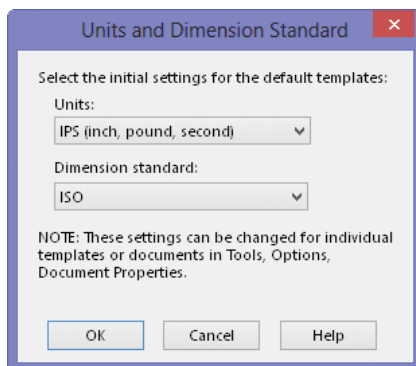


Napomena

*Ako prvi put pokrećete SOLIDWORKS 2015, pri otvaranju okvira za dijalog **New SOLIDWORKS Document** prikazaće se okvir za dijalog **Units and Dimension Standard** (slika 1-4), gde možete zadati podrazumevane standarde mernih jedinica i dimenzija (parametarskih mera) za SOLIDWORKS. U ovoj knjizi koristi se sistem MMGS (milimetar, gram, sekunda) i ISO standard za mere.*



Slika 1-3 Okvir za dijalog **New SOLIDWORKS Document**

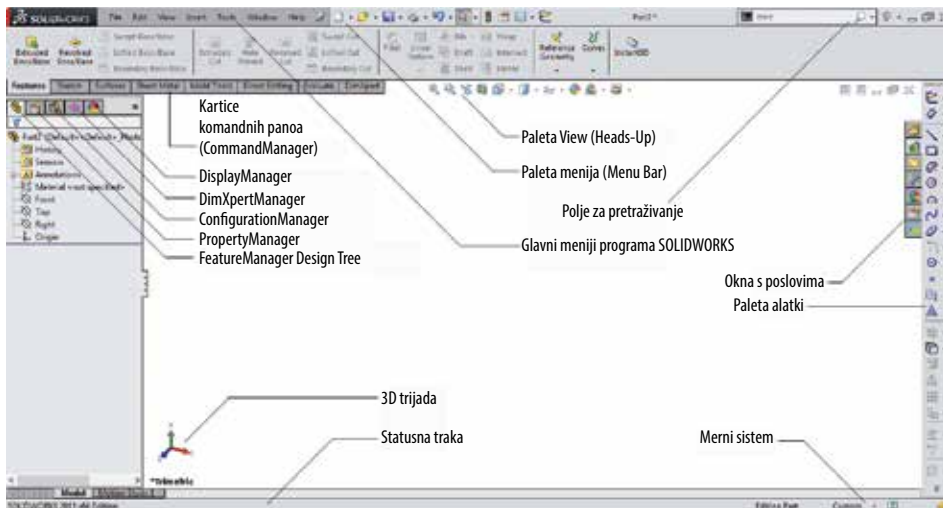


Slika 1-4 Okvir za dijalog **Units and Dimension Standard**

Pritisnite dugme **Part** ako treba da pravite model dela, pa u okviru za dijalog **New SOLIDWORKS Document** izaberite **OK** da biste ušli u režim **Part**. Postavite pokazivač miša na logotip SOLIDWORKS-a u gornjem levom uglu ekrana; pojaviće se meniji programa. Okno poslova se automatski zatvara kada otvorite novu datoteku i pritisnete mišem unutar prostora 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.



Savet. U SOLIDWORKS-u, savet dana (engl. tip of the day) prikazuje se na dnu okna poslova. Pritisnite stavku **Next Tip** da biste videli još saveta. Ovi saveti vam pomažu da radite efikasnije. Preporučuje se da pogledate dva-tri saveta kad god započnete novu sesiju u SOLIDWORKS-u 2015.



Slika 1-5 Komponente novog dokumenta dela

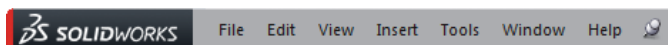
Po prozoru programa je očigledno da je SOLIDWORKS alat za modelovanje punih tela, napravljen po meri korisnika. Pored podrazumevanog komandnog panoa (engl. *CommandManager*), prikazanog na slici 1-5, na raspolaganju su i drugi srodni panoi. Da biste ih otvorili, postavite pokazivač miša na neki jezičak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

Paleta menija i glavni meniji programa

U SOLIDWORKS-u, prostor za rad je povećan tako što su grupisane alatke sa sličnim funkcijama i namenama. Alatke sa palete **Standard** dostupne su i na paleti menija (Menu Bar), slika 1-6. Ta paleta se nalazi iznad prostora za crtanje. Kada postavite pokazivač miša na logotip SOLIDWORKS-a u gornjem levom uglu ekrana, pojavice 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 SOLIDWORKS

Komandni panoi

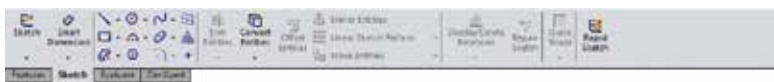
U SOLIDWORKS-u, alatke aktivirate s jednog od sledeća četiri mesta: preko komandnog panoa, s trake menija na vrhu ekrana, s palete alatki i iz priručnog menija. Komandni panoi su usidreni iznad prostora za crtanje. Dok budete radili s komandnim panoima, shvat ćete da je preko njih najpogodnije aktivirati 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. **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 alatki za modelovanje – konvertujete u tzv. tipski oblik. Na panou **Features CommandManager** (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.

Komandni pano za direktne izmene (Direct Editing CommandManager)

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



Slika 1-15 Pano Direct Editing CommandManager

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 1-16 Pano Data Migration CommandManager

Komandni panoi režima Assembly

U režimu **Assembly**, komandni panoi se koriste za sklapanje komponenata, izradu skice rasklopljene komponente s linijama rastavljanja (engl. *explode line sketch*) i simulaciju sklopa. Komandni panoi režima **Assembly** objašnjeni su u nastavku.

Komandni pano za sklopove (Assembly CommandManager)

Ovaj komandni pano (slika 1-17) koristi se za umetanje komponente i primenu različitih uslova uklapanja (engl. *mates*) na komponente sklopa. Uslovi uklapanja 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.



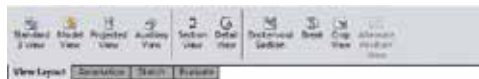
Slika 1-18 Pano Layout CommandManager

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*), prikaz izravnatog 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, oblačića, 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 alati, 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 joj ime. Zatim, u okviru za dijalog **Customize** otvorite karticu **Commands**. Izaberite komandu s padajuće liste **Categories**. Alatke za tu komandu prikazaće se 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 te 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 obrisano.



Napomena

Podrazumevane komandne panoe ne možete ukloniti.

Paleta alatki

Većinu SOLIDWORKS-ovih alatki možete odabrati s komandnog panoa ili trake s menijima. 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 se otvara kada izaberete tipski oblik ili objekat i ne pomerate miša. 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 SOLIDWORKS-u, neke alatke za prikaz grupisane su i prikazane u obliku palete alatki unutar prostora za crtanje (slika 1-22). Ta paleta alatki zove se **View (Heads-Up)**.



Slika 1-22 Paleta View (Heads-Up)

Prilagođavanje komandnih panoa i paleta alatki

U SOLIDWORKS-u 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 glavnog menija odaberite **Tools > Customize** ili desnim tasterom pritisnite odgovarajući CommandManager i odaberete opciju **Customize** da biste otvorili okvir za dijalog **Customize**.
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 oblasti **Buttons**. Opis izabranog dugmeta prikazaće se u oblasti **Description**.
5. Levim tasterom miša pritisnite dugme u oblasti **Buttons** i ne puštajte taster miša.
6. Prevucite dugme na odgovarajući CommandManager 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 SOLIDWORKS-u pritisnete desni taster miša i povučete kursor u bilo kom pravcu, odgovarajuće alatke će se prikazati na kružnoj kontekstnoj paleti (engl. *Mouse Gesture*). 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).



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



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

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 SOLIDWORKS-a.

Važni pojmovi i njihove definicije

Pre nego što nastavite rad, treba da razumete važne pojmove koji se koriste u ovoj knjizi.

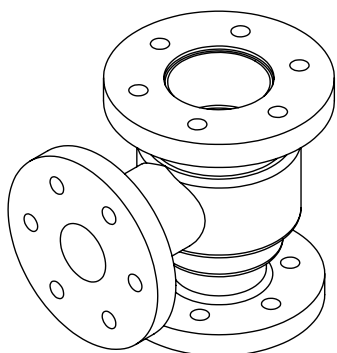
Modelovanje zasnovano na tipskim oblicima

Tipski oblik definiše se kao najmanji gradivni blok koji se može pojedinačno menjati. U SOLIDWORKS-u, modeli punih tela (engl. *solid models*) prave se spajanjem tih gradivnih blokova. Model napravljen u SOLIDWORKS-u 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.

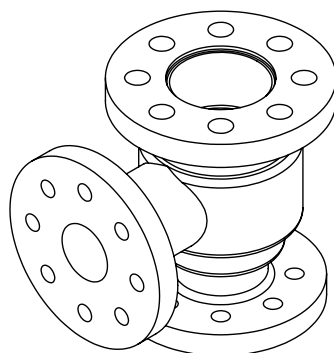
Parametarsko modelovanje

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

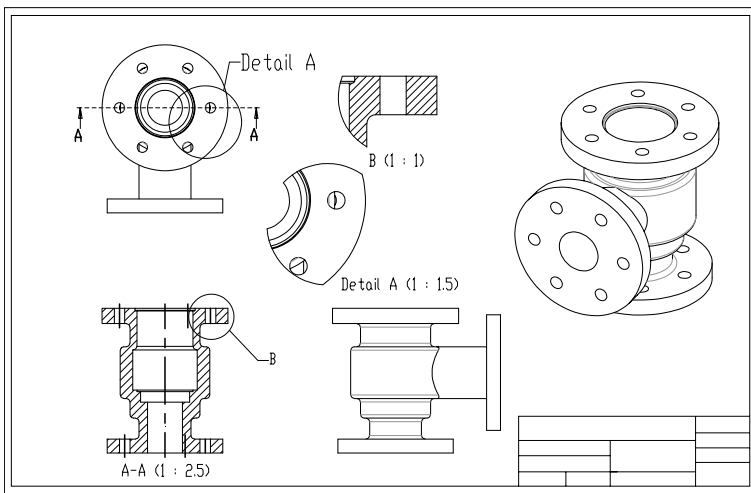


Slika 1-25 Konstrukcija nakon modifikovanja

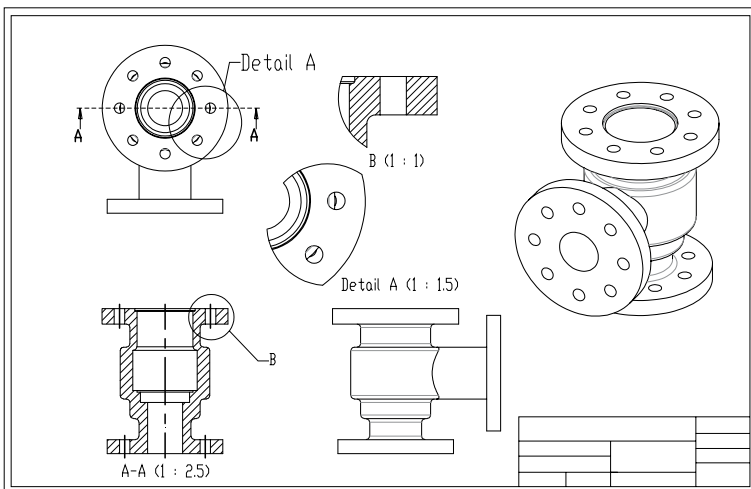
Dvosmerno povezivanje

Kao što je ranije rečeno, SOLIDWORKS ima različite radne režime – **Part**, **Assembly** i **Drawing**. Između svih tih režima postoji dvosmerna povezanost, 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 tehničkom crtežu generisanom 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.



Slika 1-26 Tehnički crteži kućišta pre menjanja



Slika 1-27 Tehnički crteži nakon menjanja

Windowsovo okruženje

SOLIDWORKS je 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 otvora na prednjoj ravnoj površini modela. Da biste napravili još jedan otvor, ali na gornjoj ravnoj površini istog modela, izaberite tipski oblik otvora 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.

SWIFT tehnologija

SWIFT je skraćenica od SOLIDWORKS Intelligent Feature Technology. Ta tehnologija olakšava korisnicima rad u SOLIDWORKS-u tako što im pomaže da više razmišljaju o projektovanju nego o alatima u programskom paketu. Zahvaljujući tome, čak i novi korisnici veoma se lako snalaze u SOLIDWORKS-u. Alate 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 otkazu tipski oblici zaobljenja (engl. *fillet*) i zakošenja (engl. *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

SOLIDWORKS-ovo 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.

Coradial (koradijalnost)

Dva izabrana lûka, kruga, ili jedan lûk 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 postaje paralelan s drugim izabranim delom linije.

Tangent (tangencijalnost)

Izabrani deo linije, lûk, složena kriva, krug ili elipsa postaju tangencijalni u odnosu na neki drugi lûk, krug, krivu ili elipsu.

**Napomena**

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

Concentric (koncentričnost)

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

Midpoint (središnja tačka)

Izabrana tačka se postavlja u središnju tačku linije.

Intersection (presek)

Izabrana tačka se postavlja u tačku preseka dva izabrana objekta.

Coincident (podudarnost)

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

Equal (jednakost)

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

Symmetric (simetričnost)

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

Fix (nepokretnost)

Koristi se za fiksiranje izabranog objekta za određeno mesto u odnosu na dati koordinatni sistem. 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 objekata.

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 tabele

Projektne tabele 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 komponentata istog oblika a različitih veličina, možete izraditi jednu komponentu a zatim koristiti projektnu tabelu i napraviti 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 koristi se za pronalaženje smetnji i neusklađenosti između delova sklopa pri kretanju sklopa. Dok u SOLIDWORKS-u pravite sklop, sukobe između različitih delova sklopa otkrićete tako što ćete pomerati i rotirati njegove komponente.

Okvir za dijalog What's Wrong?

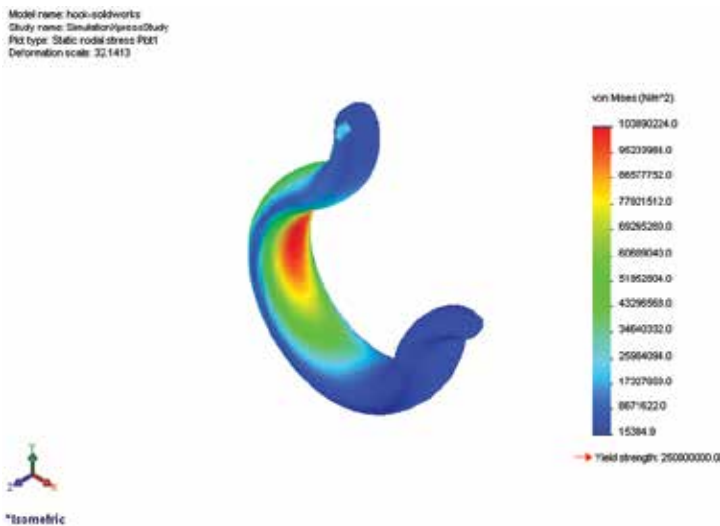
Dok pravite tipski oblik modela ili ste izmenili postojeći, a njegov oblik nije kompatibilan pa sistem ne može da ga konstruiše, otvara se okvir za dijalog **What's Wrong?** pomoću koga se otkriva da li je greška nastala pri izradi tipskog oblika.

2D emulator komandne linije

2D emulator je dodatni modul (engl. *add-in*) programa SOLIDWORKS. Da biste ga aktivirali, izaberite **Tools > Add-Ins** iz glavnog 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 SOLIDWORKS-u i analizirane pomoću alatke SimulationXpress.



Slika 1-28 Kuka dizalice analizirana pomoću alatke SimulationXpress

Fizička dinamika

Alatka Physical Dynamics koristi se za posmatranje rada 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.

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 tj. seme (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 alati 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 koji 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, obrisaće se i tipski oblik zaobljenje 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 u oblasti **Auto-recover** potvrdite opciju **Save auto recover information every** – ukoliko nije podrazumevano potvrđena. Kada to uradite, postaće dostupan brojač (engl. *spinner*) i padajuća lista (engl. *drop-down list*) desno od ovog polja za potvrdu. Upotrebite ih da biste podesili 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* slovná oznaka diska na koji ste instalirali SOLIDWORKS 2015, 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 prednju površinu i s priručne palete alatki 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 u oblasti za crtanje. Sa ove liste možete da izaberete skrivenu površinu.

Prečice s tastature

SOLIDWORKS je poznat po tome što se njegovom ikonicom upravlja pomoću miša. Međutim određene alatke, prozore, okvire za dijalog itd. možete aktivirati i preko tastera na tastaturi. Ti tasteri su poznati kao prečice. Ovde navodimo nekoliko prečica, zajedno s njihovim funkcijama.

Prečica	Funkcija
F11	Prikaz preko celog ekrana
S	Prikaz palete s prečicama
R	Prikaz nedavno otvaranih dokumenata
F	Prikaz objekta na crtežu tako da zauzme ceo ekran
Z	Umanjivanje zumiranjem
Razmaknica	Otvora meni Orientation
CTRL+1	Tekući prikaz menja u prikaz spreda
CTRL+2	Tekući prikaz menja u prikaz otpozadi
CTRL+3	Tekući prikaz menja u prikaz sleva
CTRL+4	Tekući prikaz menja u prikaz zdesna
CTRL+5	Tekući prikaz menja u prikaz odozgo
CTRL+6	Tekući prikaz menja u prikaz odozdo
CTRL+7	Tekući prikaz menja u izometrijski prikaz
CTRL+8	Tekući prikaz menja u normalni prikaz
CTRL+Shift+Z	Tekući prikaz menja u prethodni prikaz
CTRL+strelice	Pomera tipski objekat u pravcu strelica
Shift+strelice	Rotira tipski objekat u pravcu strelica
CTRL+B	Ponovo izgrađuje model
CTRL+Z	Pokreće alatku Undo
CTRL+N	Otvora okvir za dijalog New SOLIDWORKS Document
CTRL+O	Otvora prozor Open
CTRL+S	Snima dokument
CTRL+P	Štampa dokument
CTRL+A	Bira sve delove u dokumentu
CTRL+C	Kopira izabrani tipski objekat
CTRL+V	Umeće izabrani tipski objekat
CTRL+X	Iseca izabrani tipski objekat
ALT+F	Otvora meni File
ALT+E	Otvora meni Edit
ALT+V	Otvora meni View
ALT+I	Otvora meni Insert
ALT+T	Otvora meni Tool
ALT+W	Otvora meni Window
ALT+H	Otvora meni Help
CTRL+W	Zatvara tekući dokument

Šema boja

SOLIDWORKS omogućava da koristite različite šeme boja (engl. *color schemes*) 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 glavnog 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 šeme 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**. Da biste snimili datu šemu boja, 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 2015** – pa pritisnite dugme **OK**. Na kraju pritisnite dugme **OK** u okviru za dijalog **System Options – Colors**.



Napomena

U ovoj knjizi, opisi boja odgovaraju Windowsu 8. 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. SOLIDWORKS-ov 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 sklop. (Da/Ne)
3. Savet dana je prikazan na dnu okna poslova. (Da/Ne)
4. U SOLIDWORKS-u 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 SOLIDWORKS-a 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. Za pronalaženje smetnji i neusklađenosti između delova sklopa kada je sklop u pokretu koristi se _____.
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 sukoba, 10. jednačine