



Prof. dr Mijodrag Milošević



Upravljanje podacima o proizvodu (Product Data Management – PDM)

PDM: Uvod



Upravljanje podacima o proizvodu (**Product Data Management - PDM**) je sistem za upravljanje **projektantskim podacima i inženjerskim procesima** koji su vezani za proizvod. Ova tehnologija objedinjuje i povezuje programske sisteme koji koriste inženjerske podatke tokom procesa razvoja proizvoda. Inženjerski timovi koriste PDM sistem za organizovanje svih informacija koje su vezane za proizvod, uključujući **analizu strukture proizvoda, praćenje izmena, kolaboraciju, upravljanje radnim nalogima, uputstva za proizvodnju, dokumentaciju** itd.

Koristeći informacije koje dolaze iz jednog izvora, inženjeri u svom radu optimizuju vreme i izbegavaju greške. Upravljanje inženjerskim podacima uključuje **organizovanje, strukturiranje, skladištenje i praćenje informacija o proizvodu** kreiranih u fazi razvoja, ali i tokom celokupnog životnog ciklusa. PDM ima zadatak da inženjerskim timovima obezbedi adekvatne podatke i odgovarajuće informacije neophodne za donošenje efikasnih projektantskih odluka. Primarni cilj PDM sistema je **interdisciplinarna, odnosno timska saradnja, skraćanje ciklusa razvoja proizvoda i procesa, efikasan pristup informacijama i poboljšano upravljanje projektima i promenama**.

Upravljanje podacima o proizvodu proizilazi iz koncepta upravljanja inženjerskim podacima (**Engineering Data Management - EDM**), koji se koristi za efikasno upravljanje podacima iz **faze razvoja proizvoda i koordinaciju** procesa vezanih za proizvodnju. Radi se, pre svega, o upravljanju **tehničkim podacima**, pri čemu se koriste programski sistemi koji omogućavaju **skladištenje digitalnih podataka i dokumenata, kao i konverziju u različite vrste standardnih formata**. Razlozi za uvođenje PDM sistema u kompaniji su sledeći:

- *Integracija sistema za automatizaciju u projektovanju (CAD/CAE/CAPP/CAM/DfX),*
- *Napredna kontrola upravljanja informacijama,*
- *Velike količine podataka i informacija koje se generišu u sistemu,*
- *Kvalitetnija upotreba inženjerskog vremena,*
- *Bolje upravljanje projektima razvoja proizvoda itd.*

Ovakvo upravljanje podacima najbolje funkcioniše kada postoji jedan referentni izvor svih podataka. Unos i ažuriranje podataka se obavlja na osnovu **vremena** (npr. kada se vrši izmena proizvoda ili reinženjering) ili na način zasnovan na odgovarajućim **dogadjajima**.

PDM: Razlike između PDM i PLM sistema



Treba praviti razliku između PDM sistema i sistema za upravljanje životnim ciklusom proizvoda (**Product Lifecycle Management - PLM**). Dok se PDM sistem bavi isključivo informacijama o proizvodu i inženjerskim projektovanjem, PLM sistem je orijentisan na sveobuhvatne informacije koje su vezane za faze životnog ciklusa proizvoda. **PDM je inženjerski alat**, odnosno tehnologija orijentisana na **poboljšanje upravljanja podacima** o proizvodu u cilju povećanja efikasnosti razvojnih procesa postojećeg proizvoda. Sa druge strane, **PLM predstavlja kompanijski sistem**, orijentisan na **strateški pristup**, koji koristi PDM i druge tehnologije za upravljanje životnim ciklusom proizvoda, reinženjering procesa i povećanje proizvodnosti.



PDM kao sastavni deo PLM sistema



Uloga PDM i PLM sistema u digitalizovanim inženjerskim procesima

PDM: Razlike između PDM i PLM sistema



PLM ima za cilj povećanje produktivnosti u **celom preduzeću**, a ne samo u jednom odeljenju ili specijalizovanom procesu. Ipak, ponekad je teško razlikovati PDM i PLM informacije jer ne postoji jasno definisana granica između ova dva sistema koji se koriste na sličan način.

PDM sistemi se koriste u industrijskim aplikacijama za **dugoročno arhiviranje informacija o proizvodu**, kao i za poboljšanje saradnje i komunikacije tokom procesa projektovanja, odnosno podršku distribuiranim projektantskim timovima.

U komercijalnim inženjerskim softverima poboljšana je i razvijena nova funkcionalnost PDM sistema koji su danas integrisani CAD/CAE/CAPP/CAM paketima i drugim alatima za projektovanje.



Integracija PDM i PLM sistema

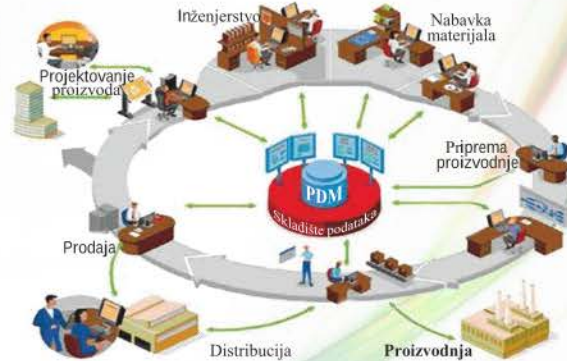
PDM: Prednosti primene PDM sistema



PDM sistemi omogućavaju upravljanje podacima, znanjem i dokumentima od kojih najviše koristi imaju projektanti, proizvodni inženjeri, menadžeri i timovi za upravljanje kvalitetom. PDM sistemi omogućavaju kompanijama:

- Brz pristup tačnim podacima,
- Dobijanje ažurnih informacija i dokumenata,
- Poboljšanu proizvodnost i kraći proizvodni ciklus,
- Redukciju grešaka u fazi razvoja i smanjenje troškova,
- Optimizaciju operativnih resursa,
- Kolaboraciju na globalnom nivou,
- Bolje poslovno odlučivanje,
- Jednostavniju interdisciplinarnu saradnju,
- Olakšano upravljanje projektima,
- Efikasnije upravljanje životnim ciklusom.

PDM predstavlja ključni faktor organizacije podataka u današnjim integrisanim sistemima. Veoma je važno da definisani podaci o proizvodima budu takvi da zadovoljavaju potrebe različitih grupa i timova unutar i izvan kompanije. Na taj način je kompaniji omogućena integracija svih aspekata podataka o proizvodima sa ostalim operacijama i elementima životnog ciklusa.



Unapređenje unutrašnje i spoljašnje integracije primenom PDM

PDM sistem omogućava efikasno praćenje informacije neophodnih za proizvodnju delova, sklopova i krajnjih proizvoda. Savremeni PDM sistemi se lako integrišu sa automatizovanim upravljanjem tokovima rada (**Workflow**) i sistemima za planiranje resursa preduzeća (**Enterprise Resource Planning - ERP**).

PDM: Funkcije PDM sistema

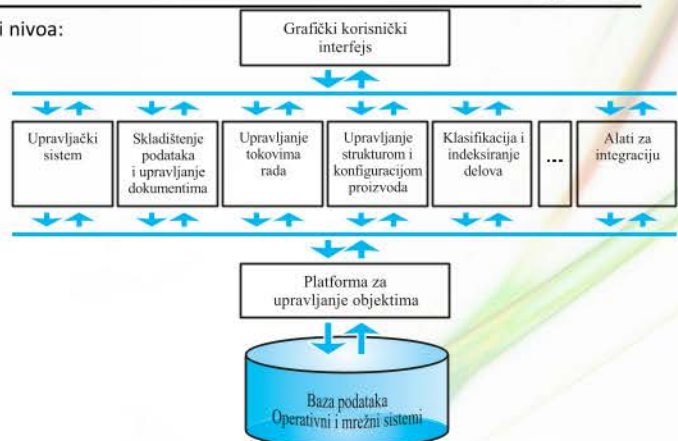


Arhitektura PDM sistema je podeljena na sledeća četiri nivoa:

1. **Nivo systemske podrške,**
2. **Nivo upravljačke platforme,**
3. **Nivo funkcionalnih modula i alata, i**
4. **Nivo korisničkog interfejsa**

Prvi nivo je nivo systemske podrške koji uključuje operativne sisteme, sistem baza podataka i mrežne sisteme. Operativni sistemi omogućavaju kontrolu izvršavanja komponenti PDM sistema. Sistem baza podataka pruža mehanizme za skladištenje i pretraživanje podataka o proizvodu. Mrežni sistemi omogućavaju komunikaciju, odnosno prenos i deljenje podataka.

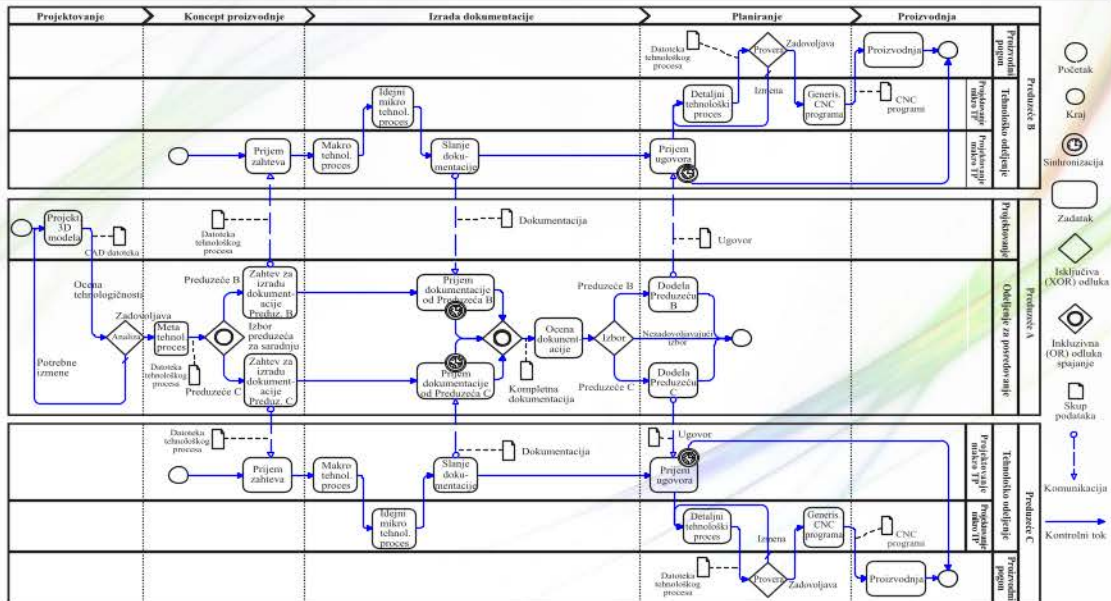
Drugi nivo predstavlja platformu za upravljanje objektima gde se najčešće koriste principi relacionih baza podataka, kao i objektno-orijentisani pristup. Ovakva organizacija podataka je danas uobičajena jer omogućava konzistentnost i integritet podataka, kao i kontrolu simultanog pristupa podacima. Kontrola sistema je fleksibilna, struktura je prilagodljiva i otvorena, a korisnicima je omogućeno dodavanje klasa i funkcija u skladu sa zahtevima preduzeća.



Osnovna arhitektura PDM sistema

Nivo korisničkog interfejsa omogućava inženjerima vizuelizaciju podataka o proizvodu, efikasno generisanje, pretraživanje i analizu dokumentacije, kao i ostalih relevantnih podataka o proizvodu.

PDM: Funkcija upravljanje procesima i tokovima rada

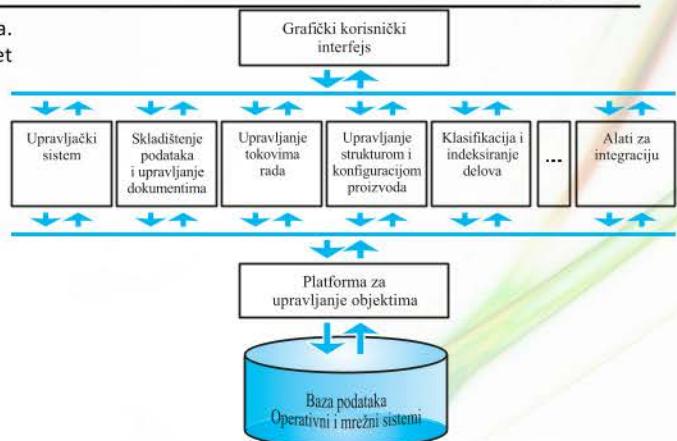


PDM: Funkcije PDM sistema



Treći nivo je nivo funkcionalnih modula i alata. Funkcionalni moduli PDM sistema se sastoje od pet osnovnih korisničkih funkcija:

1. **Skladištenje podataka i upravljanje dokumentima** - obezbeđuje beleženje i pretraživanje informacija o proizvodu,
2. **Upravljanje procesima i tokovima rada** - kontroliše procedure za obradu podataka o proizvodu i obezbeđuje poslovanje vođeno informacijama,
3. **Upravljanje strukturom proizvoda** - bavi se sastavnicom i konfiguracijom, kao i varijacijama proizvoda,
4. **Upravljanje delovima** - pruža informacije o standardnim komponentama i olakšava izmene proizvoda,
5. **Upravljanje projektom** - omogućava koordinaciju između procesa, raspoređivanje resursa i praćenje projekta.



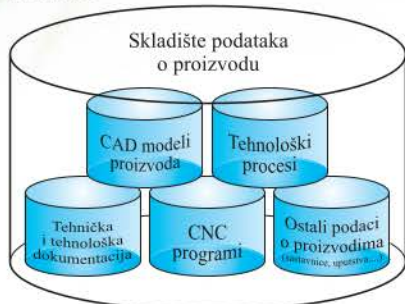
Osnovna arhitektura PDM sistema

Postoje i dodatne uslužne funkcije koje poboljšavaju PDM sisteme, unapređuju komunikacione mogućnosti i pružaju efikasan prenos informacija i obaveštenja o događajima. **Distributivna funkcija** se bavi praćenjem i razmenom podataka između različitih izvora ili aplikacija. **Funkcija prevođenja** vrši konverziju podataka u odgovarajući format. **Funkcija za vizuelizaciju** upravlja skladištenjem, pristupom i pregledom vizuelnih informacija o proizvodu. **Administratorska funkcija** kontroliše i nadgleda rad i bezbednost sistema.

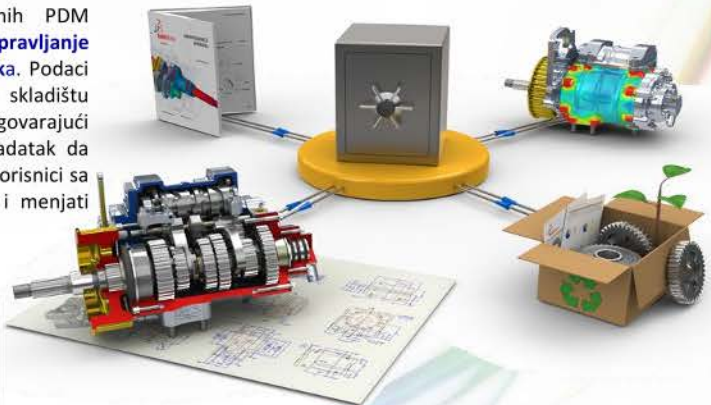
PDM: Skladište podataka o proizvodu



Skladište podataka je jedan od glavnih PDM podсистema uz pomoć koga se vrši **upravljanje dokumentima i datotekama u bazi podataka**. Podaci se smeštene u centralnoj arhivi, odnosno skladištu datoteka, kome mogu pristupiti odgovarajući projektantski timovi. **Sistem zaštite** ima zadatak da redovno pravi rezervne kopije podataka, a korisnici sa odgovarajućom dozvolom mogu uređivati i menjati datoteke.



Osnovni sadržaji u skladištu podataka o proizvodu



Simultani pristup skladištu podataka o proizvodu iz različitih faza projektovanja

Skladište podataka se koristi za **smeštanje, organizovanje, nadzor, pretraživanje i zaštitu** sveobuhvatnih podataka o proizvodu, pri čemu se vrši kontrola individualnih ili grupnih prava pristupa.

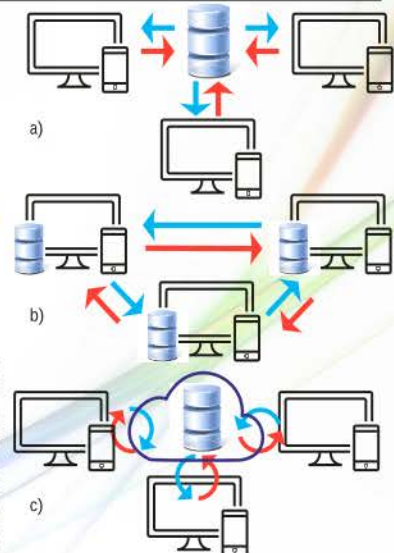
PDM: Skladište podataka o proizvodu



Skladište podataka može da sadrži i metapodatke, odnosno podatke koji opisuju karakteristike i lokacije izvora digitalnih podataka. Postoje tri prilaza u organizaciji skladišta podataka, a to su: **Centralizovani, Distribuirani i Virtuelizovani**.

Kod **centralizovanog prilaza**, svi podaci o proizvodu se nalaze na jednom računaru, tzv. serveru. Ostali računari, odnosno klijenti, preuzimaju podatke preko mrežne infrastrukture. **Distribuirani prilaz** podrazumeva smeštanje podataka o proizvodu na više umreženih računara raspoređenih na različitim lokacijama u okviru kompanije. U poslednje vreme se sve češće primenjuje **virtuelizovani pristup** zasnovan na **oblak tehnologijama**, gde se podaci nalaze na virtuelnoj platformi i može im se pristupiti sa bilo koje udaljene lokacije, posredstvom internet/intranet mreže. Korisnicima nije važno gde se podaci nalaze, već je mnogo važnije da imaju pravovremeni pristup najnovijoj verziji podataka i dokumenata.

Prilikom pristupa podacima se **koriste procedure, odnosno protokoli** prijave (*check-in*), odjave (*check-out*) i autorizacije. Prijava i odjava se koriste za izbor, proveru i izmenu objekata u PDM sistemu. Ove operacije omogućavaju individualni ili grupni, odnosno kolaborativni rad na nekom objektu. Za to vreme je ostalim korisnicima u sistemu omogućen samo pregled izabranog objekta, bez mogućnosti izmene. Autorizacija se koristi za dodeljivanje različitih korisničkih prava pri radu sa objektima u okviru PDM sistema. Upravljanje datotekama, revizijama, verzijama i izdanjima obavlja sam PDM sistem, dok administrativna i bezbednosna funkcionalnost omogućava upravljanje nalogima, dozvolama i zaštitom intelektualne svojine.



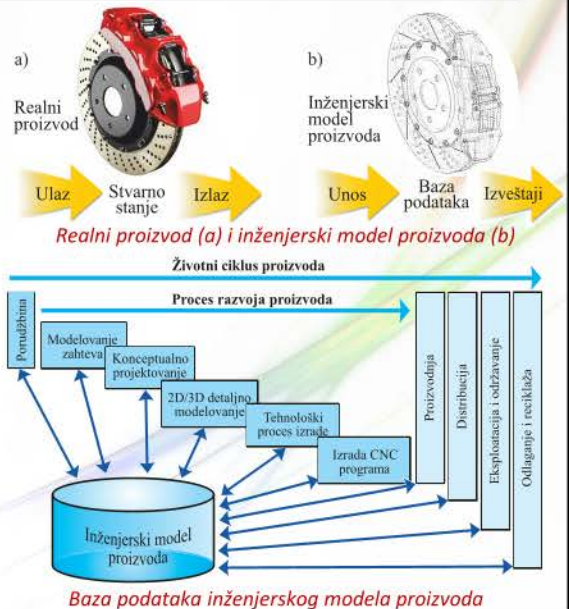
Centralizovano (a), Distribuirano (b) i Virtuelizovano (c) skladište podataka

PDM: Inženjerski model proizvoda



Inženjerski model proizvoda danas predstavlja **digitalni model** koji nastaje u kreativnom procesu definisanja **strukture, oblika, materijala i drugih karakteristika proizvoda**. Na osnovu inženjerskog modela nastaje budući **realni proizvod** koji treba da zadovolji svoju **funkcionalnost**. Ne treba zaboraviti da inženjerski model proizvoda predstavlja apstrakciju koja se više ili manje približava realnom proizvodu i koja opisuje samo njegova najvažnija svojstva. Između modela i originala postoji analogija koja se ogleda u jednakosti struktura, funkcija i/ili ponašanja, na osnovu koje je, proučavajući model, moguće doći do novih saznanja o objektu istraživanja.

Proces projektovanja inženjerskog modela najčešće podrazumeva **kreiranje novog proizvoda**, ali i **optimizaciju**, odnosno poboljšanje postojećih proizvoda. **Baza podataka** koja definiše inženjerski model proizvoda, vezana je za proces razvoja proizvoda, a u savremenoj industriji obuhvata i druge discipline iz životnog ciklusa proizvoda. Veličina i sadržaj baze podataka o proizvodu zavise od brojnih faktora, kao što su: **složenost proizvoda, način projektovanja, programski alati i tehnologije** uključeni u razvoj proizvoda.



PDM: Inženjerski model proizvoda



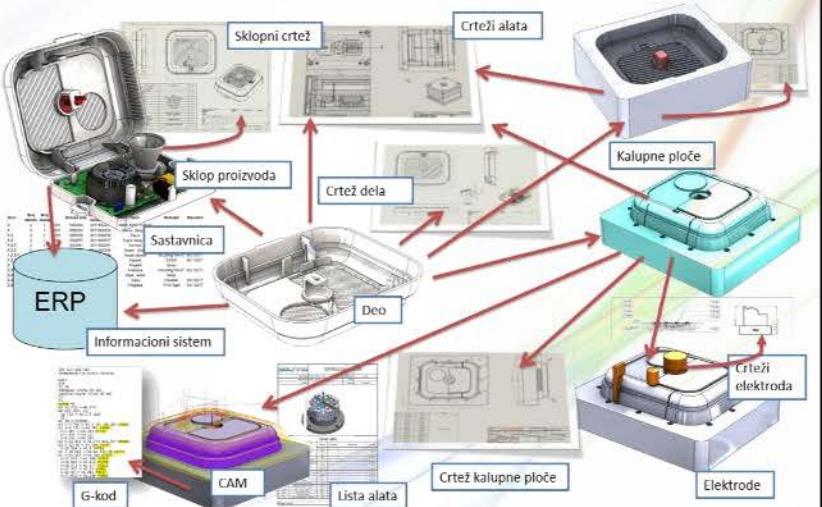
Iz perspektive kreiranja podataka, podaci o proizvodu se mogu kategorisati u tri tipa:

Dokumenti, datoteke i parametri.

Dokumente čine zahtevi i specifikacije vezane za proizvod, organizacionu strukturu, tokove rada, izveštaje, smernice, standarde i priručnike.

Datoteke se odnose na geometrijske modele delova i sklopova u odgovarajućem formatu, simulacione modele za inženjerske analize, putanje alata i modele obrade.

Podaci ili parametri se uzimaju iz dokumenata i datoteka ili se unose od strane tima za razvoj proizvoda i smeštaju se u bazu podataka. Svi dokumenti, datoteke i podaci moraju biti strukturirani i organizovani tako da omogućuje efikasan razvoj proizvoda, što podrazumeva i razvoj odgovarajućeg modela podataka o proizvodima i procesima.



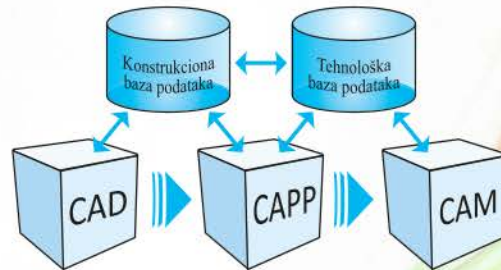
Prikaz različitih vrsta podataka koji definišu inženjerski model proizvoda

PDM: Baza podataka kao faktor integracije u PDM sistemu



Baza podataka je **jedna od osnovnih komponenti** u integriranim projektantskim okruženjima, a kvalitet modela baza podataka ima veliki značaj u efikasnosti svih funkcija integriranog sistema. Značajan faktor u unapređenju integracije CAx sistema je korišćenje tehnika baza podataka koje obezbeđuju dostupnost i **konzistentnost** podataka tokom procesa projektovanja i proizvodnje. Pored toga, baze podataka osiguravaju mehanizme kojima se efikasno ostvaruje konzistentnost i dostupnost podataka **kroz ceo životni vek proizvoda**, a uz to imaju i ključnu ulogu u razvoju i organizaciji savremenih inženjerskih okruženja.

U praksi se koriste brojni modeli počev od hijerarhijskih struktura nad skupovima datoteka, preko relacionih i objektno-orientisanih baza podataka, do NoSQL struktura namenjenih skladištenju velikih setova podataka (*Big data*). Na postojećem stepenu razvoja integriranih CAD/CAPP/CAM sistema, pripadajuće baze podataka su razvijene na osnovama **relacionog** i objektno-orientisanog modela podataka, što otvara široke mogućnosti interne i eksterne integracije sistema.



Baza podataka kao faktor integracije CAD/CAPP/CAM sistema

Osnovne karakteristike koje mora da ima sistem za razvoj i upravljanje bazama podataka (**Database Management System - DBMS**) u integriranom inženjerskom okruženju su:

- *Pristup podacima i upravljanje moraju biti bazirani na logičkoj, a ne fizičkoj strukturi zapisa,*
- *Mehanizmi baze podataka moraju da obezbede memorisanje, praktično, neograničenog broja podataka i*
- *Konzistentnost podataka mora biti ostvarena kroz strukturu podataka, tako da odgovornost prelazi sa aplikacija koje pristupaju podacima, na same podatke.*

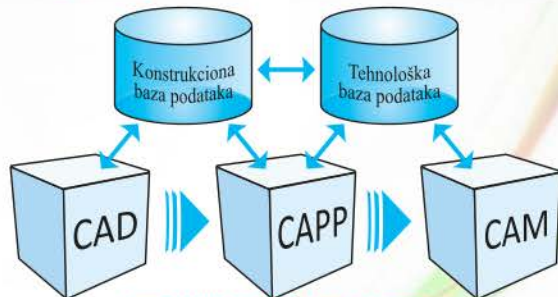
PDM: Baza podataka kao faktor integracije u PDM sistemu



Nova istraživanja u ovoj oblasti idu prema implementaciji **deduktivnih baza podataka** u oblasti inženjerskog projektovanja i automatizacije. Njihova primena pruža sistemima za automatizovano projektovanje izvestan **stepen inteligentnog ponašanja** što je omogućeno integracijom **podataka, metapodataka i znanja** u jedinstvenu bazu.

Jedan od najvažnijih faktora u savremenom projektovanju je "snimanje" znanja i iskustva zajedno sa podacima, koje će na adekvatan način biti upotrebljeno u inteligentnom projektantskom okruženju. Ovakvo jedno okruženje objedinjuje:

- *Bazu podataka i bazu znanja o pojedinim fazama razvoja proizvoda,*
- *Logiku za odlučivanje, predstavljenu adekvatnim logičkim izrazima u okviru baze znanja i*
- *Odgovarajući mehanizam koji će se primenjivati za upravljanje pravilima iz baze znanja.*



Baza podataka kao faktor integracije CAD/CAPP/CAM sistema

Na ovaj način se integrišu podaci o proizvodu i proizvodnom sistemu sa **znanjem i logikom za odlučivanje**, prema kojoj se vrši donošenje odluka o elementima vezanim za razvoj proizvoda i procesa.

PDM: Pojam modela podataka



Podaci u bazi su logički organizovani u skladu sa nekim standardnim modelom podataka. Pod pojmom modela podataka (*Data model*) podrazumeva se **skup koncepcija kojima se opisuje struktura baze podataka**, zajedno sa **opisom operacija** koje se izvode nad podacima. Model podataka je, dakle, **skup pravila** kojima je određena logička struktura baze podataka. Osnovni zadatak izrade modela podataka je **definisanje konceptualnog apstraktnog modela** na osnovu znanja o realnom sistemu. Model podataka ne opisuje celokupno znanje o realnom sistemu, već samo relevantne karakteristike sistema koje su važne za rešavanje postavljenog zadatka.

Model podataka, primeren funkcijama integriranih sistema i inženjerskim potrebama, predstavlja važan preduslov za **uspešnu primenu informacionih tehnologija u inženjerskom projektovanju**.

Kvalitetan model podataka ogleda se u tome da:

- *Treba da obezbedi efektivnost sistema za projektovanje u smislu kvalitetnog izvršavanja osnovnih funkcija baze podataka (akvizicija, memorisanje, čuvanje, pretraživanje, ažuriranje i zaštita podataka) i*
- *Treba da obezbedi integritet svih sistema u okviru integracije svih sistema koji učestvuju u životnom ciklusu proizvoda.*

Ovakav model treba da omogući efikasno deljenje i razmenu inženjerskih podataka.

Deljenje podataka (*Data sharing*) predstavlja dinamičan proces u kome više korisnika može istovremeno pristupiti aktuelnim podacima. Podatak promenjen od strane nekog korisnika ili sistema, dostupan je u realnom vremenu svim drugim korisnicima. Za deljenje podataka neophodna je veza sa deljenom bazom podataka kroz lokalnu ili globalnu mrežnu infrastrukturu.

Za razliku od deljenja podataka, u **razmeni podataka** (*Data exchange*) korisnik čita podatke koji su aktuelni samo u trenutku čitanja. Nakon razmene podataka korisnik ne može biti siguran jesu li razmenjeni podaci još uvek aktuelni, jer je moguće da je došlo do njihove promene na izvoru, što se ne može znati bez ponovljenog čitanja.

PDM: Relacione baze podataka



Relacionu bazu podataka, najprostije rečeno, možemo shvatiti kao sistem **međusobno povezanih tabela** koje sadrže podatke, pri čemu se teži racionalnom i ekonomičnom zapisu podataka. Projektovanje relacione baze podataka je zasnovano na analizi tri grupe elementa:

- *Entiteti (objekti ili događaji),*
- *Atributi (osobine entiteta i njihovih relacija) i*
- *Relacije (odnosi među entitetima).*

Entitet predstavlja element za koji je potrebno skladištiti podatke i on se u svakom trenutku može identifikovati, tj. može se utvrditi da li postoji ili ne. Entitet može biti **objekat** (npr. proizvod, pripremak, pribor, alat, merilo), odnosno **događaj ili pojava** (npr. tehnološki proces, operacija obrade).

Entitet je opisan **atributima**, odnosno svojim **osobinama**. Tako je, na primer, **proizvod** opisan svojom klasifikacionom oznakom, nazivom, materijalom, dimenzijama itd. Ukoliko neki atribut ima sopstvene osobine, onda i sam može postati entitet (npr. izmenjiva rezna pločica kod alata za obradu rezanjem). Isto pravilo važi i ukoliko atribut može istovremeno imati više različitih vrednosti kao što je npr. slučaj kod pribora čija dužina ili prečnik stezanja može imati istovremeno više karakterističnih vrednosti.

Naziv entiteta zajedno sa svojim atributima čini tip entiteta. U bazi podataka može postojati neograničen broj **instanci**, odnosno primeraka (pojava) entiteta određenog tipa (na primer, "Operacija obrade" sa svojim atributima predstavlja tip entiteta čije instance su: struganje čela, bušenje otvora, glodanje žljeba itd.).

Primarni ključ predstavlja unikatni atribut ili skup atributa čija vrednost jednoznačno određuje bilo koji primerak entiteta određenog tipa. Dakle, ne mogu postojati dva različita primerka entiteta istog tipa sa istim vrednostima atributa koji predstavlja primarni ključ. Na primer, primarni ključ proizvoda i pripremake u bazi podataka PDM sistema je definisan njihovom identifikacionom oznakom.

PDM: Relacione baze podataka



Relacija (veza) se uspostavlja između dva ili više tipova entiteta (npr. veza između proizvoda i njegovog priprema, veza između operacije obrade i odgovarajućeg alata ili pribora koji se koristi u toj operaciji). Vrsta relacije može biti:

- **Jedan-prema-jedan (1:1):** Ovom relacijom jedan primerak prvog tipa entiteta može biti u vezi s najviše jednim primerkom drugog tipa entiteta, a takođe jedan primerak drugog tipa može biti u vezi s najviše jednim primerkom prvog tipa. Tipičan primer ovakve relacije je veza individualnog proizvoda ili priprema sa grupom dimenzija koje opisuju njihovu konstrukciju.
- **Jedan-prema-više (1:N):** Jedan primerak prvog tipa entiteta može biti u vezi sa 0,1 ili više primeraka drugog tipa entiteta, dok jedan primerak drugog tipa može biti u vezi s najviše jednim primerkom prvog tipa. Primer ovakve relacije je veza između proizvoda i grupnog priprema, gde jedan grupni priprema može da se koristi za izradu više različitih proizvoda.
- **Više-prema-više (N-N):** Jedan primerak prvog tipa entiteta može biti u vezi sa 0,1 ili više primeraka drugog tipa entiteta, a takođe jedan primerak drugog tipa može biti u vezi sa 0,1 ili više primeraka prvog tipa. Primeri ovakve vrste relacija se može naći kod modularnih i rekonfigurabilnih proizvoda.

Relacione baze podataka danas imaju najširu primenu u inženjerskoj praksi, a razlozi za to su:

- *Jednostavnost modela podataka,*
- *Dobro održavanje konzistentnosti podataka,*
- *Mogućnost deljenja podataka između velikog broja korisnika,*
- *Relativna jednostavnost primene itd.*

Pored niza dobrih karakteristika, relacioni model, sa stanovišta integracije, ima i svojih **nedostataka**. Razlozi leže u **kompleksnoj strukturi podataka** tipičnih inženjerskih aplikacija koje zahtevaju **veliki broj relacija i tabela** za arhiviranje čak i relativno jednostavnih modela.

PDM: Objektno-orijentisane baze podataka



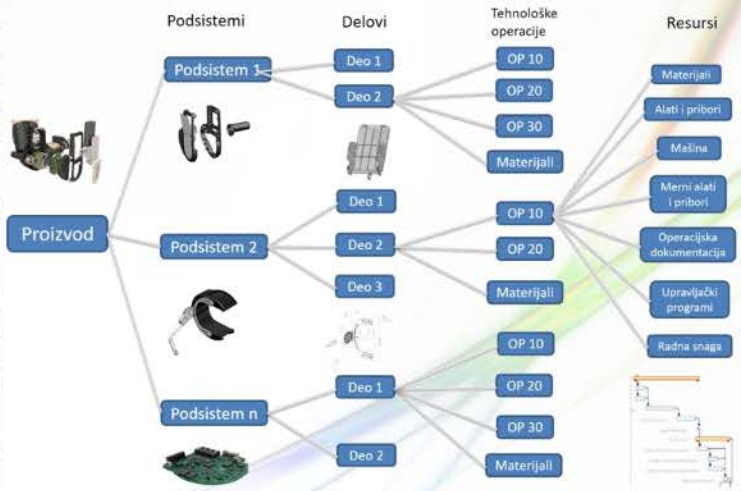
Objektno-orijentisane baze podataka su nastale su kao posledica intenzivnog razvoja objektno-orijentisanih programskih jezika, a kao odgovor na potrebu za sve složenijim strukturama podataka. Za razliku od relacionog modela, ovde se može govoriti o striktnom, **objektnom modelu podataka**. **Objekat** je osnovni pojam u objektno-orijentisanom modelu podataka. On predstavlja celinu koja se može samostalno posmatrati i obrađivati. **Objekat je vrlo sličan entitetu** u relacionom modelu i može se definisati kao apstrakcija podataka iz domena proizvoda koja sadrži vrednosti svojih atributa (osobina) i svog ponašanja (metoda). Svi slični objekti imaju isti skup atributa i pripadaju istoj **klasi**. Objekat ima prepoznatljivo ponašanje, opisano operacijama odnosno servisima koji se obavljaju nad njim. **Servis**, dakle, opisuje ponašanje objekata jedne klase, odnosno operacije nad podacima.

Prednost objektnog modela podataka ogleda se u tome što se pomoću njega **brže i bolje upravlja složenim objektima i vezama**, čime je omogućen brži pristup podacima. U objektnom modelu nema potrebe za primarnim ključevima jer se oni automatski generišu. Omogućena je bolja povezanost baze podataka i aplikacija zbog kompatibilnosti sa objektno-orijentisanim programskim jezicima. **Nedostatak** objektnog modela je to što **nema logičke nezavisnosti podataka**, što znači da izmene na bazi zahtevaju izmene u aplikaciji i obrnuto.

PDM: Model podataka o proizvodu



Model podataka o proizvodu se odnose na sve elemente proizvoda tokom životnog ciklusa. Model definiše i opisuje organizaciju podataka o **strukturi, geometriji, topologiji, tolerancijama, atributima i osobinama proizvoda**, relevantnim za projektovanje, analizu, proizvodnju, testiranje, prodaju, eksploataciju i održavanje. Da bi se efikasno upravljalo podacima i informacijama o proizvodu, neophodno je definisati odgovarajući **skup domena podataka**, preteći etape životnog ciklusa proizvoda. U praksi je broj domena podataka ograničen zbog složenosti i poteškoća u implementaciji. Svi domeni koji opisuju proizvod u različitim fazama se definišu na sličan način i uključuju razvoj modela podataka i operacija nad podacima uz pomoć inteligentnog korisničkog interfejsa i odgovarajućih pravila. Domeni, odnosno modeli podataka o proizvodu postaju kompleksniji sa svakom narednom fazom životnog ciklusa.

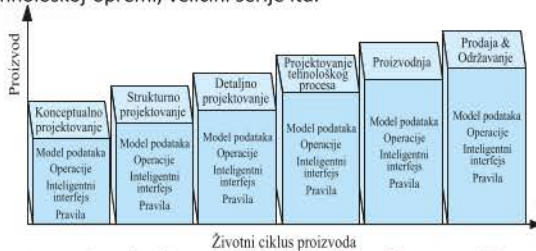


Elementi koje definiše model podataka o proizvodu

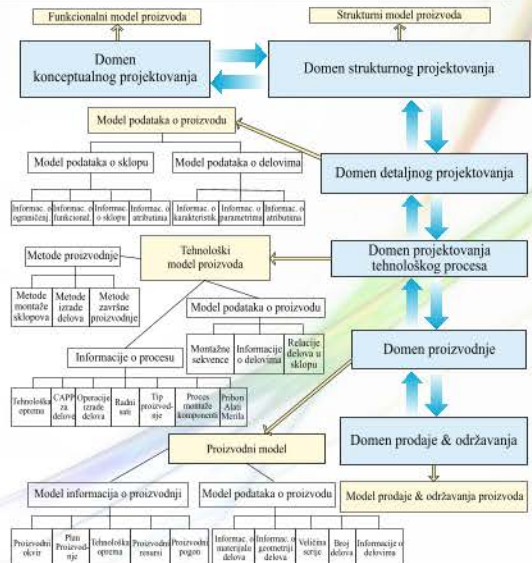
PDM: Model podataka o proizvodu



Model podataka u domenu konceptualnog projektovanja je orijentisan na funkcionalne karakteristike proizvoda. Domen projektovanja strukture proizvoda je nastavak konceptualnog projektovanja koji uključuje funkcionalne entitete, kao i informacije o sastavnici proizvoda, odnosno modelu strukture sklopa proizvoda. Model podataka iz domena detaljnog projektovanja obuhvata informacije o funkcijama i karakteristikama delova proizvoda i njihovim atributima. U domenu projektovanja tehnološkog procesa definisan je tehnološki model proizvoda koji uključuje informacije o procesima, metodama proizvodnje i montaže delova. Proizvodni model sadrži informacije o proizvodnom pogonu, planu proizvodnje, tehnološkoj opremi, veličini serije itd.



Domeni podataka o proizvodu kroz faze životnog ciklusa

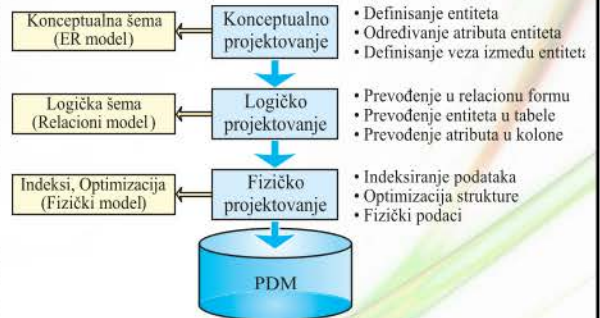


Osnovni elementi modela podataka o proizvod za različite domene

PDM: Model podataka o proizvodu



Definisanje modela podataka o proizvodu započinje, kao i u svakom procesu projektovanja, na konceptualnom nivou i u svakoj sledećoj etapi razvoja postaje sve konkretniji i specifičniji. Primenom predstavljenih pravila za projektovanje relacionih baza podataka, definisanje modela podataka o proizvodu obuhvata tri faze koje se razlikuju prema stepenu apstrakcije. Proces započinje konceptualnim modelom, razvija se kroz logički model i završava se sa fizičkim modelom.



Faze projektovanja relacionog modela podataka o proizvodu

Konceptualni model (model objekti-veze – ER model) je nezavisan od implementacije, odnosno od sistema i okruženja za razvoj baze podataka. U konceptualnom modelu se iz odgovarajućeg domena podataka o proizvodu identifikuju i vizuelno predstavljaju entiteti, njihovi atributi, veze i ograničenja.

Formiranje **logičkog modela** zahteva prethodni izbor odgovarajućih programskih alata, kao i sistema za razvoj i upravljanje bazom podataka. Posle toga se vrši prevođenje konceptualnog modela u relacioni model podataka koji je kompatibilan sa odabranim sistemom upravljanja. Entiteti i atributi formiraju odgovarajuće tabele povezane relacijama, pri čemu se često vrše izmene i dopune konceptualnog modela zbog

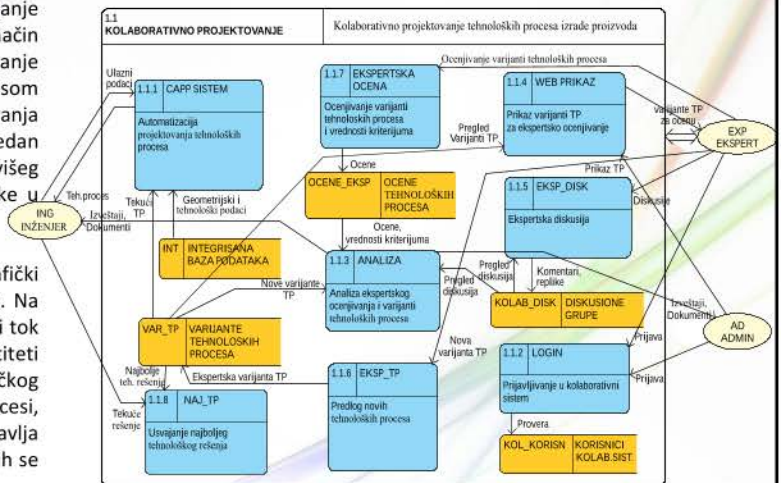
Završna faza se odnosi na povezivanja logičke strukture i fizičkog okruženja za skladištenje podataka, uz optimizaciju strukture podataka. Pojam **fizičkog modela** podataka odnosi se na sve aspekte interne prezentacije podataka, kao i na mehanizme pristupa podacima.

PDM: Dijagram toka podataka



PDM sistem se koristi i kao alat za upravljanje podacima o procesima. Logičan način organizovanja procesnih podataka je povezivanje podataka o proizvodu sa procesom projektovanja. Uopšteno, proces projektovanja se može definisati na više različitih nivoua. Jedan zadatak, predstavljen u dijagramu procesa višeg nivoua, može se proširiti na detaljnije zadatke u procesu nižeg nivoua.

Dijagram toka podataka predstavlja grafički prikaz toka podataka u okviru PDM sistema. Na ovaj način se prikazuju putanje kojima se vrši tok grupe podataka, ali i elementi, odnosno entiteti između kojih se odvija tok. Elemente grafičkog prikaza toka podataka sačinjavaju procesi, skladišta podataka i objekti. Proces predstavlja niz operacija obrade podataka uz pomoć kojih se podaci transformišu.



Osnovni dijagram toka tehnoloških podataka u jednom PDM sistemu

Skladište podataka se povezuje sa procesima preko tokova podataka, dok objekti predstavljaju izvore i ponore tokova podataka. Većina sistema, zbog svoje složenosti, zahteva hijerarhijski opis, odnosno podelu na podsisteme ili nivoe. U tom slučaju dijagrami toka podataka se dekomponuju tako da se funkcija na jednom nivou predstavlja dijagramom toka na sledećem nivou.

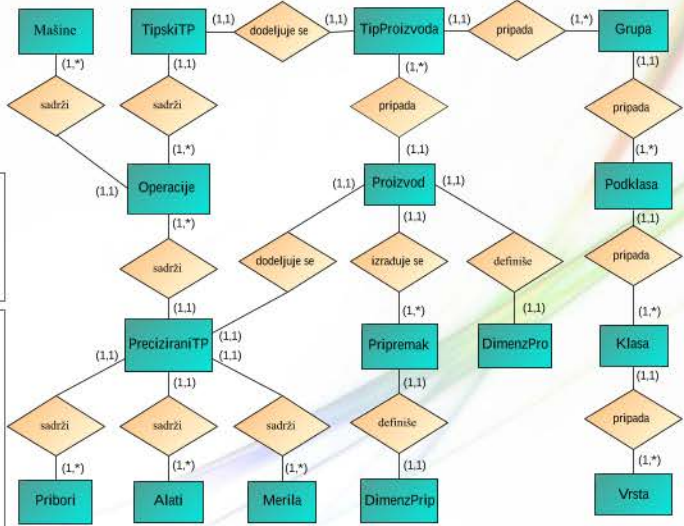
PDM: Konceptualno projektovanje baze podataka



Konceptualno projektovanje baze podataka iz domena tehnološkog procesa uključuje:

- Opis problematike tehnološkog procesa na semantičkom nivou,
- Definisane entiteta, atributa i njihovih međusobnih relacija i
- Generisanje konceptualne šeme (ER model).

TipProizvoda Tip: Grupa ModelTip K = { Tip }	Proizvod Sifra Tip NazivProizvoda BrCrtProizvoda MasaProizvoda Turboca Izdarye Datum ProEcrtez K = { Sifra }	DimenzProi Sifra P A L H M alpha beta gama RI R2 R K = { Sifra }	DimenzPrii SifraOdliv Do Ov Dn Lo L1 a b c alpha R K = { SifraOdliv }	Pripremak SifraOdliv BrCrtKokile Tezina TezinaUlvnog Zarenje TipPripremk IDModel ProEcrOdliv NazivKokile K = { SifraOdliv }	PreciziraniTP SifraProizv RadnBroj SifraOP ListBr TipSkicaOP TipSkicaRep K = { Tip, ListBr, RadnBroj }
Grupa OznakaGr OpisGrupe DimenzijeGrupe OznakaPodk K = { OznakaGr }	Pribori IDPribora NazivPribora BrojPribora Photo SI_Podklase OznakaKlase Opis K = { OznPodk }	Operacije RbrOper Sifra Br_OP Operacija OpisOP SluziZa Tip NazMas RadnoMesto RadnoMesto2 Oplista1 Oplista2 K = { RbrOper }	TipskiTP RadnBroj SifraOP ListBr TipSkicaOP TipSkicaRep K = { Tip, ListBr, RadnBroj }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Merila IDMerila NazivMerila BrojMerila K = { IDMerila }
Podklasa OznPodk NazivPodklase Photo SI_Podklase OznakaKlase Opis K = { OznPodk }	Merila IDMerila NazivMerila BrojMerila K = { IDMerila }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Merila IDMerila NazivMerila BrojMerila K = { IDMerila }
Klasa OznKlase NazivKlase Photo SI_Klase OznakaKlase Opis K = { OznKlase }	Merila IDMerila NazivMerila BrojMerila K = { IDMerila }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Merila IDMerila NazivMerila BrojMerila K = { IDMerila }
Vrsta IDVrste OpisVrste OznakaVrste K = { IDVrste }	Merila IDMerila NazivMerila BrojMerila K = { IDMerila }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Alati IDAlata NazivAlata BrojAlata MinDimenz DimenzBekolja K = { IDAlata }	Merila IDMerila NazivMerila BrojMerila K = { IDMerila }

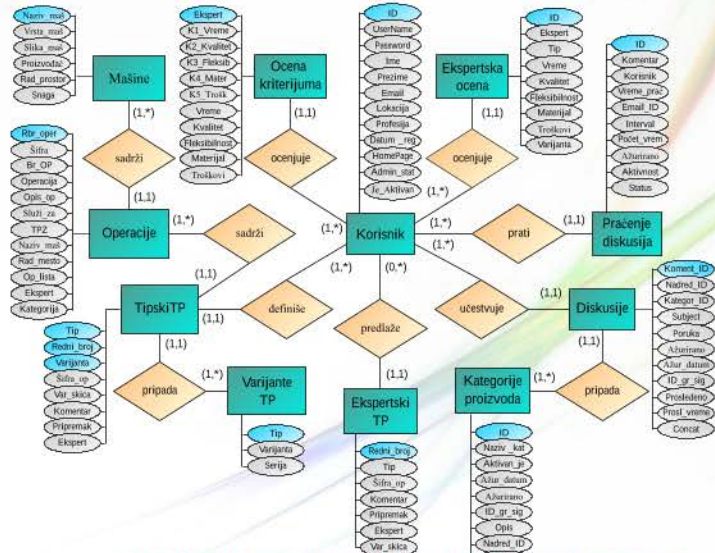


Konceptualna šema tehnološkog modela proizvoda

PDM: Konceptualno projektovanje baze podataka



Dat je primer konceptualnog projektovanja skladišta tehnoloških podataka unutar PDM sistema, koje se koristi pri realizaciji kolaborativnog procesa u definisanju tehnološkog procesa izrade proizvoda. Predstavljeni model skladišta podataka predviđa integraciju podataka i znanja, odnosno ekspertskih pravila koja se koriste u automatizaciji projektovanja tehnološkog procesa. Predstavljeni ER model definiše samo one entitete koji se odnose na projektovanje tehnološkog procesa. Ipak, treba napomenuti da skladište podataka u okviru PDM sistema sadrži mnogo veći broj entiteta iz svih segmenata životnog ciklusa proizvoda. Iako se radi o izdvojenim celinama, predstavljene konceptualne šeme su međusobno povezane entitetima koji opisuju kategoriju proizvoda i tipski tehnološki proces.



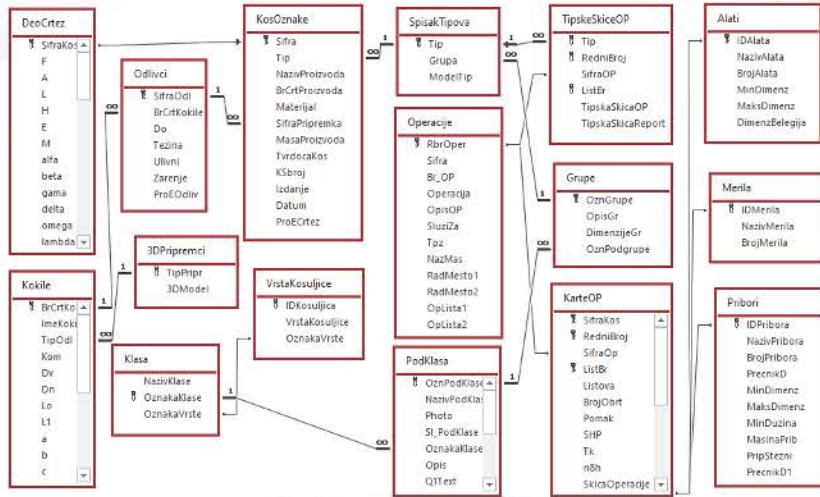
Konceptualna šema (ER model) skladišta tehnoloških podataka

PDM: Logičko projektovanje baze podataka



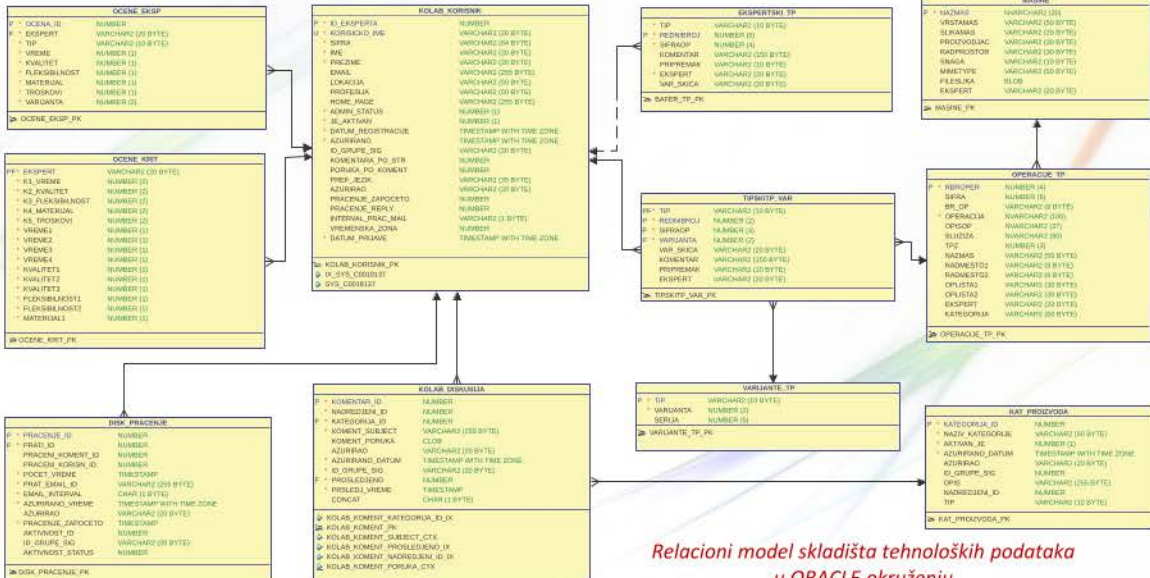
Logičko projektovanje modela tehnoloških podataka podrazumeva generisanje relacionog modela, odnosno pretvaranje elemenata tehnološkog modela proizvoda u odgovarajuće tabele. Neophodan uslov za dobijanje relacionog modela je prethodni izbor odgovarajućeg DBMS sistema.

U tom pogledu, relacioni model baze podataka iz domena projektovanja tehnoloških procesa je, uz određene izmene konceptualnog modela, razvijen u okviru sistema *Microsoft Access*, dok je relacioni model skladišta tehnoloških podataka razvijen u *ORACLE* okruženju.



Relacioni model baze podataka iz domena projektovanja tehnološkog procesa (*Microsoft Access*)

PDM: Logičko projektovanje baze podataka



Relacioni model skladišta tehnoloških podataka u *ORACLE* okruženju