



Softversko inženjerstvo

Elektronski fakultet Niš

Sistemska
inženjerstvo



Elektronski fakultet u Nišu



Šta je sistemsko inženjerstvo?

- Projektovanje, implementacija, isporuka i eksploatacija sistema koju uključuje hardver, softver i ljude.



Elektronski fakultet u Nišu



Ciljevi

- Da se objasni zašto softver ima uticaj na sistemsko inženjerstvo.
- Da se uvede koncept dodatnih svojstava sistema kao što su pouzdanost i bezbednost.
- Da se objasni zašto se pri projektovanju sistema mora uzeti u obzir okruženje sistema.
- Da se objasni sistemsko inženjerstvo i proces nabavke sistema.



Elektronski fakultet u Nišu



Sadržaj

- Dodatna svojstva sistema
- Sistemi i njihovo okruženje
- Modeliranje sistema
- Proces inženjeringa sistema
- Nabavka sistema



Šta je sistem?

- Sistem je kolekcija međusobno povezanih komponenti koje rade zajedno radi ostvarenja nekog zajedničkog cilja.
- Sistem obuhvata softver, hardver (mehaničke, električne i elektronske komponente) i ljude.
- Svojstva i ponašanje svake komponente ponaosob utiče na ostale komponente sistema.



Primeri sistema

- Olovka
 - vrlo prost sistem koji ima 3-4 hardverske komponente
- ATC (Air Traffic Control) sistem
 - ima na hiljade SW i HW komponenti, plus korisnike koji donose odluke na osnovu informacija koje im pruža računarski deo sistema



Kategorije sistema

- Sistemi koji uključuju softver se mogu razvrstati u dve kategorije:
 - Tehnički sistemi zasnovani na računaru
 - Socio-tehnički sistemi



Tehnički sistemi zasnovani na računaru

- Reč je o sistemima koju uključuju hardver i softver, ali ne uključuju procedure i procese.
- Primeri tehničkih sistema:
 - televizor, mobilni telefon, PC softver
- Pojedinci i organizacije koriste ove sisteme za neke namene ali znanje o tim namenama nije ugrađeno u tehnički sistem.

Socio-tehnički sistemi

- Reč je o sistemima koju uključuju jedan ili više tehničkih sistema, ali takođe i znanje o tome kako koristiti sistem da bi se postigao cilj.
- Ovi sistemi definišu radne procese (uključujući operatore kao inherentni deo sistema) koji su prilagođeni poslovnim i drugim procesima organizacije kojoj su namenjeni.
- Primer socio-tehničkih sistema:
 - Sistem za publikovanje
 - Sistem za kontrolu leta (ATC)

Problemi sistemskog inženjerstva

- Veliki sistemi se obično projektuju da bi rešili „nezgodne“ probleme.
- Sistemsko inženjerstvo zahteva koordinaciju velikog broja disciplina.
 - Često postoji veliki broj alternativa za svaki problem
 - Postoji uzajamno nerazumevanje među različitim inženjerskim disciplinama.

Softversko i sistemsko inženjerstvo

- Udeo softvera u sistemima je sve veći.
- Problemi sistemskog inženjerstva su slični problemima softverskog inženjerstva.
- Softver se na žalost vidi kao problem u sistemskom inženjerstvu.
 - Mnogi veliki projekti sistema su kasnili zbog problema sa softverom.

Dodatna svojstva sistema (eng. Emergent System Properties)

- Reč je svojstvima sistema kao celine.
- Dodatna svojstva su posledica veza između komponenti sistema.
- Mogu se utvrditi i meriti tek nakon integracije komponenti u sistem.

Primeri dodatnih svojstava

- Ukupna težina sistema
 - Ovo je primer dodatnog svojstva koje se može izračunati na osnovu svojstava pojedinih komponenti
- Pouzdanost sistema
 - Zavisi od pouzdanost komponenti sistema i veza među komponentama
- Upotrebljivost sistema
 - Ovo je složeno svojstvo koje ne zavisi samo od hardvera i softvera sistema, već i od operatera sistema i okruženja gde se sistem koristi

Tipovi dodatnih svojstava

- Funkcionalna svojstva
 - Javljaju se kad svi delovi sistema rade zajedno da bi ostvarili neki cilj.
 - Na primer, bicikl ima cilj da služi kao prevozno sredstvo nakon što se sastave sve njegove komponente.
- Nefunkcionalna svojstva
 - Odnose se na ponašanje sistema u radnom okruženju.
 - Primeri nefunkcionalnih svojstava su pouzdanost, performanse, sigurnost i bezbednost.
 - Obično su kritična za sistem zasnovan na računaru

Šta utiče na pouzdanost?

- Pouzdanost hardvera
 - Kolika je verovatnoća da hardverska komponenta bude neispravna i koliko dugo traje reparacija te komponente?
- Pouzdanost softvera
 - Koliko je verovatno da će neka softverska komponenta proizvesti neispravan izlaz.
 - Softverska neispravnost se razlikuje od hardverske po tome što softver ne može da se istrošiti (pohabati)
- Pouzdanost operatera
 - Kolika je verovatnoća da operater sistema načini grešku?

Veze između komponenti pouzdanosti

- Sve komponente pouzdanosti su vrlo blisko povezane i utiču jedna na drugu.
- Hardverske neispravnosti mogu generisati signal koji je van opsega ulaza koji očekuje softver.
- Softverske greške mogu aktivirati alarm koji može delovati stresno na operatera i koji zbog toga može pogrešiti.
- Okruženje u kome je sistem instaliran može uticati na njegovu pouzdanost.

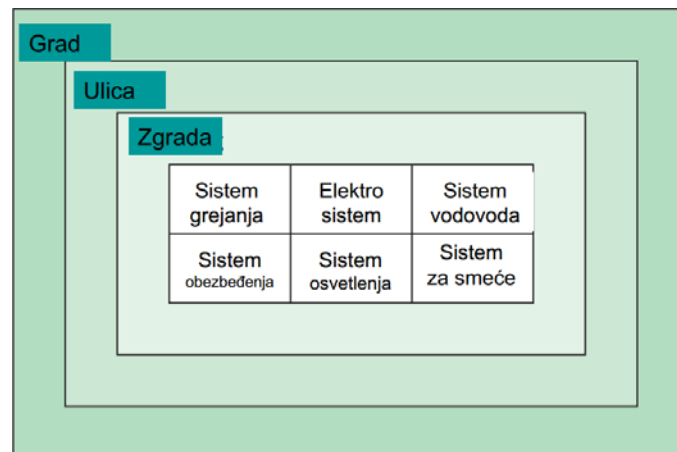
Nepoželje karakteristike („Shall-not“ svojstva)

- Svojstva kao što su performanse i pouzdanost se mogu meriti.
- Međutim, postoje svojstva sistema koja sistem ne može pokazati
 - Sigurnost (safety)
 - Bezbednost (security)
- Merenje ili utvrđivanje ovih svojstava je veoma teško. Zato se definišu preko stvari koje sistem ne sme da dopusti.

Sistemi i njihova okruženja

- Sistem nije nezavistan od sveta koji ga okružuje – on radi u nekom okruženju.
- Funkcije sistema mogu menjati okruženje.
- Takođe, okruženje utiče na funkcionisanje sistema
 - Na primer, sistem zahteva iz okruženja napajanje
- Važno je i organizaciono i fizičko okruženje.

Hijerarhija sistema



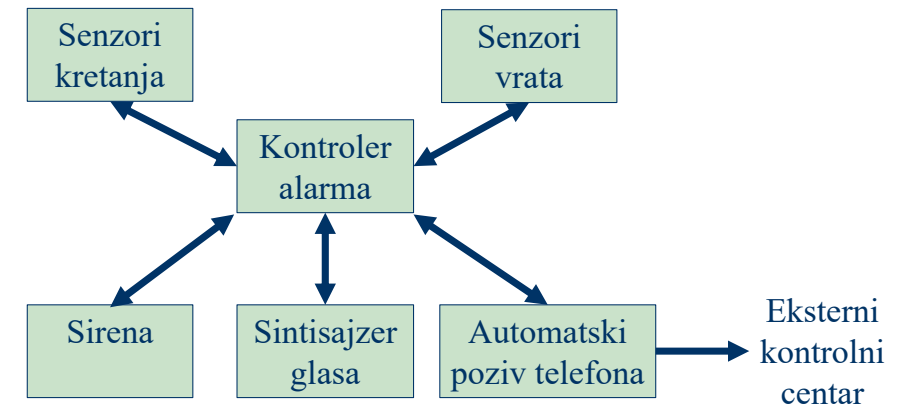
Ljudski i organizacioni faktori

- Promena procesa
 - Da li system zahteva promene radnih procesa u okruženju?
- Promena posla
 - Da li sistem zahteva od korisnika da menjaju način rada i da stiču nova znanja?
- Organizacione promene
 - Da li sistem menja organizaciju posla?

Modelovanje arhitekture sistema

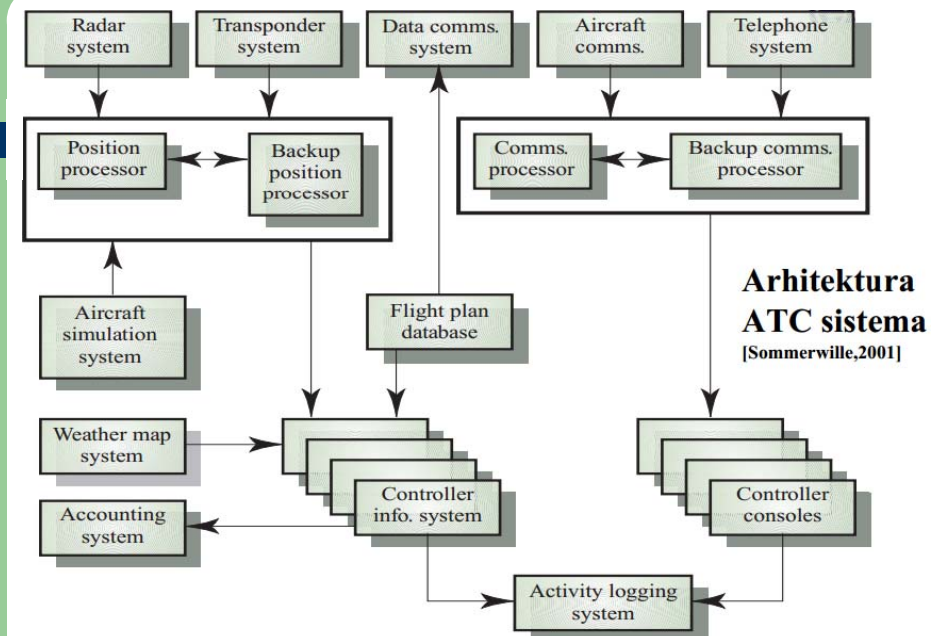
- Arhitekturni model predstavlja apstraktni pogled na podsysteme koji čine sistem.
- Može uključiti glavne tokove podataka među podsystemima.
- Obično se predstavlja blok dijagramima.
- U modelu se mogu identifikovati različiti tipovi funkcionalnih komponenti.

Protivprovalni alarmni sistem (eng. Intruder Alarm System)



Tipovi komponenti u alarmnom sistemu

- Senzori
 - senzor pokreta, senzor vrata
- Aktuatori
 - sirena
- Komunikacija
 - automatsko pozivanje telefona
- Koordinacija
 - kontroler alarma
- Interfejs
 - sintisajzer glasa



Tipovi komponenti sistema

- **Senzorske komponente**
 - Prikupljaju informacije iz okruženja
 - Primer: radar u ATC sistemu
- **Aktuatorske komponente**
 - Izazivaju neke promene u okruženju
 - Primer: motor ventilatora u klima uređaju
- **Računarske komponente**
 - Transformišu neku ulazu u neke izlaze
 - Primer: mikrokontroler koji upravlja radom alarma

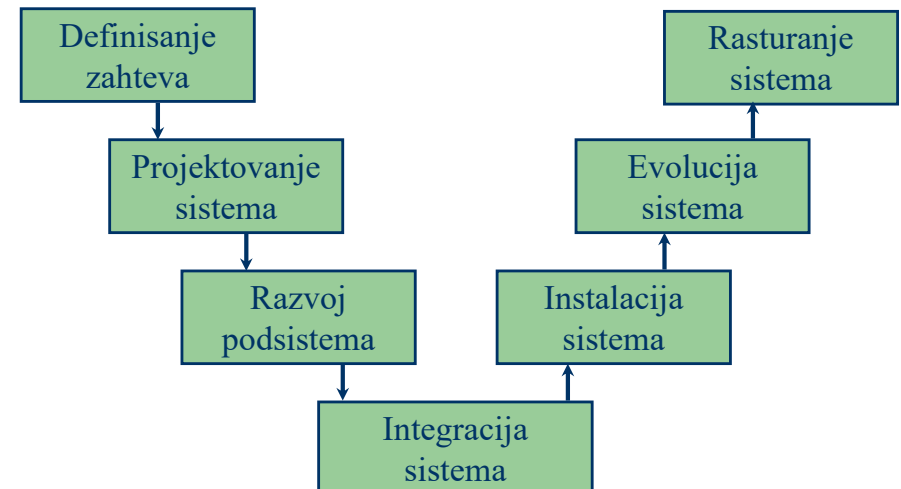
Tipovi komponenti sistema

- **Komunikacione komponente**
 - Omogućavaju komunikaciju između komponenti sistema
 - Primer: mreže koja povezuje komponente distribuiranog računarskog sistema
- **Koordinacione komponente**
 - Koordiniraju interakciju među komponentama sistema
 - Primer: planer u sistemu za rad u realnom vremenu
- **Interfejsne komponente**
 - Olakšavaju interakciju sa ostalim komponentama sistema
 - Primer: interfejs operatera sistema

Proces sistemskog inženjerstva

- Obično se koristi model vodopada budući da treba paralelno razvijati različite delove sistema
 - Mali je broj iteracija između faza jer su promene hardverskih komponenti vrlo skupe
 - Softver mora kompenzovati hardverske probleme
- Neizbežno uključivanje inženjera iz različitih disciplina koji moraju raditi zajedno
 - Veliki prostor za nesporazume i nerazumevanje
 - Različite discipline koriste različiti rečnik, pa je potrebno mnogo dogovaranja

Proces sistemskog inženjerstva



Definisanje zahteva sistema

- U ovom koraku se definišu tri vrste zahteva:
 - Apstraktni funkcionalni zahtevi
 - Funkcije sistema se definišu na apstraktan način.
 - Svojstva sistema
 - Definišu se nefunkcionalni zahtevi za sistem kao celinu
 - Nepoželjne karakteristike
 - Specificira se šta sistem ne sme da radi
- Takođe bi trebalo definisati organizacione ciljeve sistema kao celine.

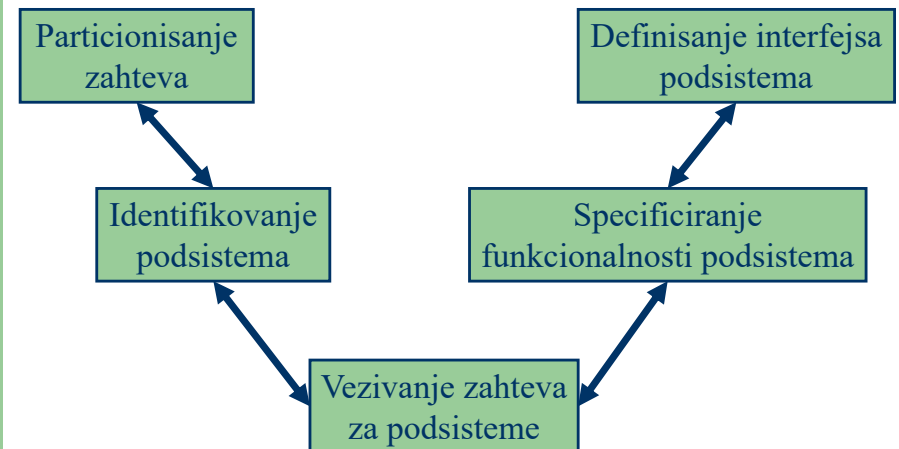
Ciljevi sistema

- Funkcionalni ciljevi
 - Primer: da u zgradi obezbedi alarmni sistem protiv požara i provale
- Organizacioni ciljevi
 - Primer: da u zgradi osigura normalno funkcionisanje radnog procesa, odnosno da požar i provala ne poremete ozbiljno ovaj proces

Problemi sistemskih zahteva

- Menjaju se nakon specificiranja sistema
- Moraju se predvideti promene koje donose nove hardverske i komunikacione tehnologije u toku životnog veka sistema
- Teško je definisati nefunkcionalne zahteve (partikularno) bez nekakve predstave o strukturi sistema

Proces projektovanja sistema





Proces projektovanja sistema

- Partitionisanje zahteva
 - Organizovati zahteve u grupe srodnih zahteva
- Identifikacija podsistema
 - Identifikovati skup podsistema koji zajedno mogu ostvariti sistemske zahteve
- Vezivanje zahteva za podsisteme
 - Raspodela zahteva po podsistemima (posebno značajno kod korišćenja gotovih komponenti)
- Specificiranje funkcionalnosti podsistema
- Definisanje interfejsa podsistema
 - Kritična aktivnost za paralelni razvoj podsistema



Problemi kod projektovanja sistema

- Podela zahteva na hardverske, softverske i ljudske komponente zahteva mnogo dogovaranja
- Teški projektantski problemi se često softverski rešavaju
- Hardverske platforme mogu biti neodgovarajuće za softverske zahteve tako da softver to mora kompenzovati



Razvoj podsistema

- Obično se hardverske, softverske i komunikacione komponente paralelno razvijaju
- Može zahtevati nabavku nekih gotovih komponenti (eng. COTS – Commercial Off-The-Shelf)
- Nedostatak komunikacije unutar tima
- Birokratizacija i spori mehanizam za predlaganje promena sistema može dovesti do toga da se planirano vreme razvoja prekorači



Integracija sistema

- Proces objedinjavanja svih komponenti (hardvera, softvera i ljudi) u jedinstven sistem
- Treba ga izvesti inkrementalno, tj. integrisati jednu po jednu komponentu
- U ovom koraku se otkrivaju problemi u interfejsu među komponentama
- Može biti problem u nekoordinisanoj isporuci pojedinih komponenti sistema



Instaliranje sistema

- Mogu biti nekorektne pretpostavke o okruženju sistema
- Može se javiti otpor ljudi da prihvate novi sistem
- Novi sistem treba jedno vreme da radi zajedno sa postojećim
- Mogu se javiti fizički problemi u instalacijama (npr. kabliranje)
- Treba izvršiti obuku operatera



Eksploatacija sistema

- Mogu se pojaviti novi zahtevi
- Korisnici mogu koristiti sistem na način koji nisu predvideli projektanti
- Može se javiti problem u interakciji sa drugim sistemima
 - Fizički problemi nekompatibilnosti
 - Problemi konverzije podataka
 - Povećanje greške operatera zbog neodgovarajućeg interfejsa



Evolucija sistema

- Veliki sistemi imaju dug životni vek. Oni moraju evoluirati da bi zadovoljili nove zahteve
- Evolucija je skupa
 - Promene treba analizirati sa tehničke i poslovne strane
 - Mogu se javiti problemi u podsistemima koji interaguju sa sistemom koji se menja
 - Kada se vrše promene narušava se struktura sistema
- Postojeći sistemi koji se moraju održavati se nazivaju **legacy systems**



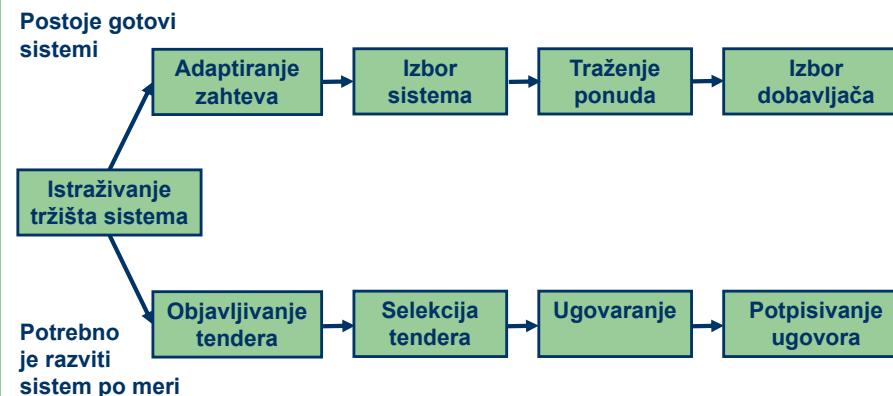
Rasturanje sistema

- Stavljanje sistema van upotrebe nakon što se završi njegov životni vek
- Može zahtevati odlaganje materijala (npr. opasne hemikalije) koji zagađuje okolinu
 - Pri projektovanju sistema mora se predvideti šta će se raditi sa takvim materijalom
- Može se zahtevati rekonstrukcija i konverzija podataka na drugi sistem

Nabavka sistema

- Traženje sistema koji zadovoljava potrebe organizacije
- Pre nabavke je neophodno izvesti u nekom obliku specijalno i arhitekturno projektovanje sistema
 - Potrebna vam je specifikacija da bi ste ugovorili razvoj sistema
 - Specifikacija vam može omogućiti kupovinu komercijalnih COTS sistema. Gotovo uvek je to jeftinije nego razvijati sistem

Proces nabavke sistema



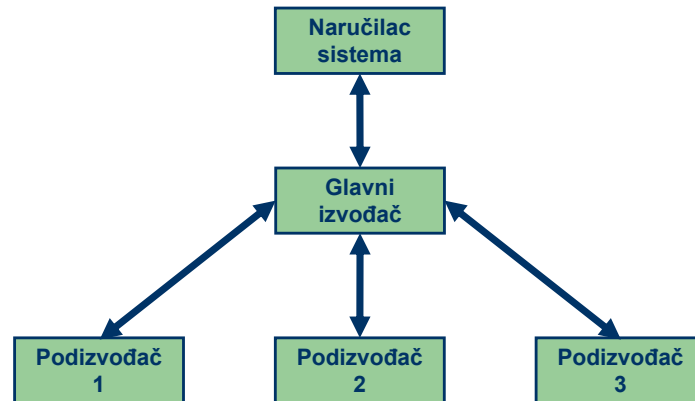
Problemi kod nabavke sistema

- Možda je potrebno modifikovati zahteve da bi se prilagodili mogućnostima COTS komponenti
- Specifikacija zahteva može biti deo ugovora za razvoj sistema
- Obično postoji period rada na ugovoru da bi se naručilac i izvođač usaglasili kakav sistem razvijati

Izvođači i podizvođači

- Nabavka velikog hardversko/softverskog sistema obuhvata jednog glavnog izvođača (nosioca ugovora)
- On angažuje jednog ili više podizvođača za pojedine delove sistema
- Naručilac posla direktno kontaktira sa glavnim izvođačem, njega ne interesuju proizvođači

Model izvođača i podizvođača



Rezime

- Sistemsko inženjerstvo uključuje veliki broj disciplina
- Dodatna svojstva su svojstva koja karakterišu sistem kao celinu, a ne njegove delove
- Modeli arhitekture sistema pokazuju glavne podsisteme i njihove međusobne veze
 - Često se prikazuju korišćenjem blok dijagrama

Rezime

- Tipovi komponenti sistema su senzori, aktuatori, komponente za obradu podataka, komponente za koordinaciju, za komunikaciju i interfejs.
- Proces sistemskog inženjerstva je obično model vodopada koji uključuje specificiranje, projektovanje, razvoj i integraciju
- Proces nabavke uključuje donošenje odluke koji sistem kupiti i od koga.

Zaključak

- Sistemsko inženjerstvo je teško! Ne postoji nikada lak odgovor na probleme razvoja složenih sistema.
- Softversko inženjerstvo ne treba da ima sve odgovore, ali je bolje ako se koristi sistemski pogled.
- U sistemskom inženjerstvu je nužna kooperacija različitih disciplina.