

Šaržni pristop k vodenju skladišča tekočih surovin

Roland Jurcan, Dani Hartman
Metronik d.o.o.,
Stegne 9a, Ljubljana
roland.jurcan@metronik.si, dani.hartman@metronik.si

Using Batch Control Concepts for Liquid Storage Warehouse control

Abstract: Since the release of ISA S88.01 standard for batch process modeling and terminology, it has been commonly used for batch process control. The general S88 approach of modularization and class-based design can also be applied to processes that are not typical batch processes. This article presents a project of automating Liquid Storage Warehouse using batch control concepts. The solutions and advantages of using this approach are presented.

1 Uvod

S širitvijo proizvodnje podjetja Krka d.d. se je pokazala potreba po prestavitvi in modernizaciji Skladišča tekočih surovin, ki se nahaja poleg obstoječega obrata kemijske sinteze.

Zaradi razširitve obrata kemijske sinteze je potrebno obstoječe skladišče porušiti in zgraditi novo. Pri načrtovanju kapacitete novega skladišča je bilo potrebno predvideti porabo surovin obstoječih obratov in avtomatsko porabo za novi obrat. Pri avtomatizaciji skladišča pa je bilo potrebno predvideti enostavno integracijo skladišča s sistemom vodenja kemijske sinteze, ki je tipičen šaržni proces.

2 Opis objekta

Skladišče tekočih surovin je sestavljeno iz naslednjih funkcionalnih celot:

- cisternsko skladišče, sestavljeno iz več rezervoarjev,
- skladišče in polnilnica kontejnerjev,
- obdelava odpadkov.

2.1 Cisternsko skladišče

Funkcija cisternskega skladišča je sprejem, skladiščenje in dobava tekočih surovin za posamezne obrate. Skladišče je zgrajeno kot samostojen objekt z avtocisternskim pretakališčem. Omogoča sprejem dobavljenih surovin iz avtocistern, skladiščenje v cisternah, možnost polnjenja kontejnerjev v polnilnici in avtomatsko distribucijo v obrat kemijske sinteze.

2.2 Skladišče in polnilnica kontejnerjev

Skladišče ima prostor za sprejem umazanih praznih kontejnerjev in manjše embalaže, pralnico s kabino za pranje kontejnerjev, opremo za pranje manjše embalaže ter skladišče opranih kontejnerjev in embalaže.

V polnilnici kontejnerjev se iz glavnih rezervoarjev polni kontejnerje in manjšo embalažo za potrebe in naročila proizvodnih obratov. Zagotovljeno je tudi polnjenje manjše embalaže s surovinami iz kontejnerja. Pri polnjenju kontejnerjev in manjše embalaže se tekoče surovine raztehtavajo glede na zahtevano maso.

2.3 Obdelava odpadkov

Lokalna obdelava odpadkov je izvedena tako, da se odpadna topila, ki nastanejo pri praznjenju kontejnerjev in embalaže, zbirajo v zbirnem rezervoarju, nameščenem pri pretakališču avtomobilskih cistern. Iz zbirnega rezervoarja se ostanke topil prečrpa v eno od dveh cistern za odpadna topila.

Odpadna topila se bodo iz obrata kemijske sinteze prečrpavala avtomatsko v cisterno za odpadna topila.

Odvoz odpadnih topil je urejen z avtomobilsko cisterno.

3 Predstavitev uporabe šaržnega pristopa

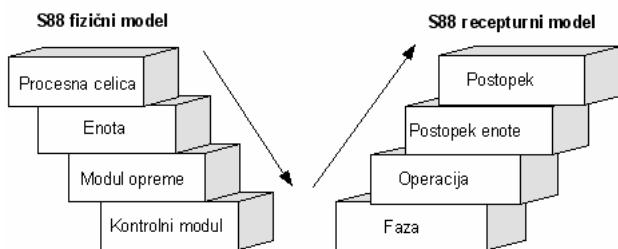
Pri načrtovanju sistema vodenja je bil uporabljen šaržni pristop k modeliranju sistema, kot ga priporoča ISA S88.01 standard. S88 ne opisuje implementacije avtomatike, temveč podaja skup modelov in terminologije, ki se uporabljajo pri definiranju procesa.

Uspešna implementacija S88 se začne z dobro definiranim procesom, ki odgovori na vprašanja:

- Katere glavne procesne korake moramo doseči ?
- Katere faze so potrebne, da lahko izvedemo te korake ?

Slika 1 prikazuje proces modularizacije, kot ga predvideva standard S88.

Izhodišče za sistem vodenja je v optimalni kombinaciji stopnje avtomatiziranosti in fleksibilnosti uporabnika pri delu s skladiščem tekočih surovin.



Slika 1: Proces modularizacije

Ker v skladišču tekočih surovin ni recepturnega režima je funkcionalnost sistema in pod-sistemov opisana s fazami.

3.1 Fizični model

Fizični model je grajen od vrha navzdol in dokumentira osnovne fizične zmožnosti opreme, cevovodov in kontrole.

Bistven del fizičnega modela procesa so enote. Za poenostavitev opisa podobnih enot, se enote razvršča v *Razrede enot* (eng. Unit class), ki mu pripadajo po strojni opremi identične ali zelo podobne enote. Na ta način se lahko

»splošna« faza, napisana za *Razred enote* izvaja na vsaki izmed enot danega razreda.

Za pripadnike *Razreda enot* se uporablja termin *Instanca enote* (eng. Unit Instance). *Razredi enot* so logične skupine enot, medtem ko so *Instance enot* konkretne enote.

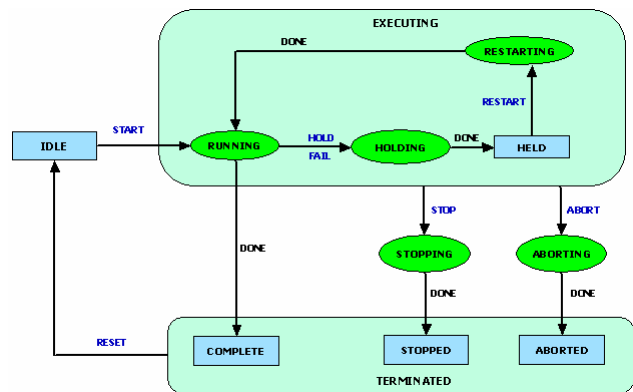
Objekt Skladišče tekočih surovin je razdeljen v naslednje *Razrede enot*:

- cisterne za skladiščenje,
- cisterne za odpadna topila,
- polnilnica male embalaže.

Vsak *Razred enot* ima definirane svoje *Instance enote*.

Ko je definiran fizični model procesa je potrebno ugotoviti njegovo funkcionalnost. Definirajo se faze, ki tečejo na enotah in se uporabljajo kot osnova za definiranje celotne funkcionalnosti.

Proces je opisan s fazami, vsaka faza ima predvidena stanja in prehode med njimi, kot je prikazano na sliki 2.



Slika 2: Fazni potek

Za vsak *Razred enot* smo definirali faze:

Cisterne za skladiščenje:

- prečrpavanje iz avtocisterne v cisterno,
- polnjenje kontejnerjev,
- distribucija topil v obstoječi obrat,
- distribucija topil v novi obrat.

Cisterne za odpadna topila:

- mešanje odpadnih topil,
- ogrevanje cisterne,
- odvoz odpadnih topil,

- sprejem odpadnih topil iz kemijske sinteze,
- ročno polnjenje cisterne.

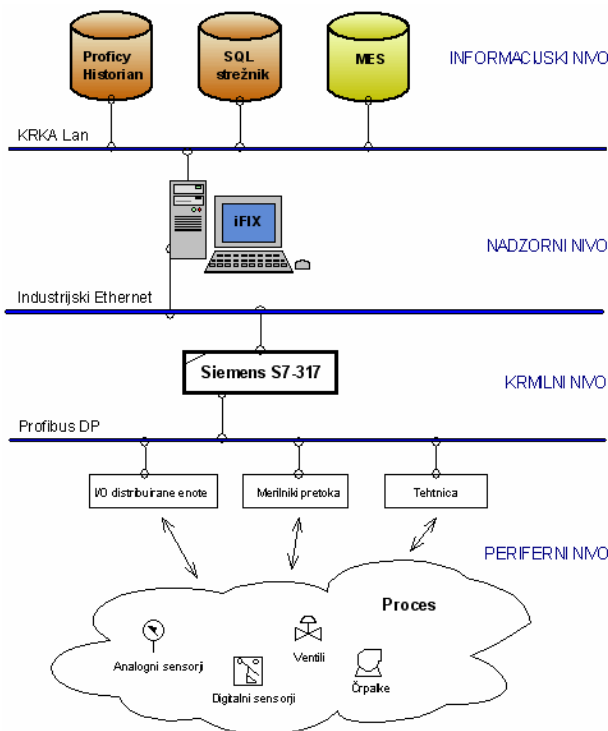
Polnilnica male embalaže:

- polnjenje male embalaže.

Vsaka faza je opisana splošno (»Class based«), za *Razred enote*.

4 Izvedba računalniškega sistema vodenja

Slika 3 prikazuje računalniški sistem vodenja. V nadaljevanju opisujemo posamezne nivoje in njihove osnovne funkcionalnosti.



Slika 3: Računalniški sistem vodenja

4.1 Periferni nivo

V perifernem nivoju so krmilni oziroma izvršilni elementi in merilni elementi avtomatiziranega sistema. To so predvsem različni senzori, merilniki, ventili, frekvenčni pretvorniki, motorji in podobno.

Za zajemanje analognih in digitalnih signalov je uporabljen sistem distribuiranih enot za eksplozivno nevarno cono. Za potrebe

tehtanja je uporabljena tehtnica s komunikacijskim vmesnikom Profibus DP. Za merjenje pretoka so uporabljeni elektromagnetni merilniki pretoka, za tehtanje pa masni merilniki pretoka.

4.2 Krmilni nivo

V krmilnem nivoju se izvaja krmiljenje in regulacija opreme v procesu. Predstavlja ga krmilnik Siemens SIMATIC serije S7-300.

Komunikacija med krmilnikom in distribuiranimi I/O enotami, tehtnico in masnimi merilniki pretoka je izvedena s PROFIBUS DP vodilom. Komunikacija med krmilnim nivojem in nadzornim nivojem poteka preko standardnega I/O gonilnika SI7, proizvajalca GE Fanuc.

4.3 Nadzorni nivo

V nadzornem nivoju se izvajajo kompleksnejše funkcije nadzora in krmiljenja avtomatiziranega sistema.

Bistvene funkcionalnosti nadzornega nivoja:

- izbira in napoved delovnih nalogov,
- manipulacija režimov obratovanja,
- vizualizacija,
- alarmiranje,
- trendiranje,
- vklopi/izklopi sistemov,
- upravljanje z elementi v ročnem in servisnem načinu,
- elektronsko podpisovanje.

Sestavljata ga SCADA server in SCADA klient z ustrezno sistemsko programsko opremo (iFix, GE Fanuc).

4.4 Informacijski nivo

Informacijski nivo je najvišji nivo v hierarhiji računalniškega sistema vodenja.

Bistvene funkcionalnosti informacijskega nivoja:

- pregled in tiskanje poročil,
- pregled dogodkov,
- povezava z MES sistemom.

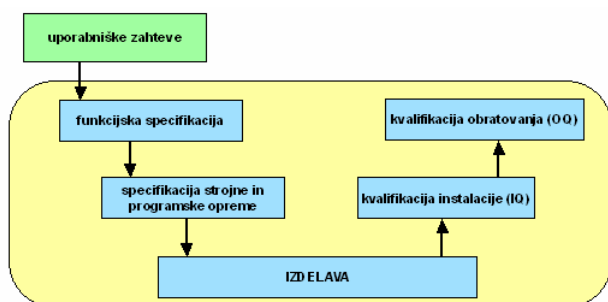
Osnova informacijskega sistema je relacijska podatkovna baza SQL Server 2000.

Procesni historian Proficy Historian s svojo arhitekturo strežnik/odjemalec omogoča centralno zbiranje in arhiviranje procesnih podatkov iz SCADA sistema, kot tudi njihovo enostavno distribucijo znotraj LAN mreže. S kombinacijo Proficy Historian procesnega arhiva in SQL relacijske baze je možno izvesti pregled trendov posameznih procesnih podatkov in diskretnih dogodkov.

SQL baza je vmesnik med MES telegrami in PLC krmilnikom. MES s telegramom le razpiše določeno akcijo, telegram se prenese iz MES v SQL bazo, operater pa akcijo sproži (izbere delovni nalog in ga požene).

5 Življenjski cikel projekta

Pri izvedbi sistema so bila upoštevana priporočila GAMP4, faze pa so se izvedle iz V modela, kot je prikazano na sliki 4.



Slika 4: Živiljenjski cikel projekta

Funkcijska specifikacija je opisala proces po S88 standardu in definirala delovanje sistema.

Med načrtovanjem sistema so bile opravljene revizije delovanja z uporabnikom.

Pri specifikaciji strojne in programske opreme je bil izbran računalniški sistem vodenja, definirane so bile fizične povezave in način programiranja na vseh nivojih sistema.

V fazi kvalifikacije instalacije (IQ) so bili testirani in dokumentirani vsi nivoji sistema, instalacije in nastavitve.

V fazi kvalifikacije obratovanja (OQ) je bilo izvedeno »Class-based« testiranje - detajlno se je testiralo razred faze. Ker je ista faza uporabljena na vseh enotah, se faza testira samo enkrat. Na ostalih enotah se z dodatnimi testi preverja pravilnost implementacije te faze.

6 Zaključek

Uporaba standarda za opis šaržnih procesov se je izkazala kot zelo primerna pri načrtovanju sistema vodenja.

S88 pristop je omogočil enostaven opis procesa v fazi načrtovanja. Z definicijo posameznih *Razredov enot* in pripadajočih razredov faz so se v fazi specifikacije programske opreme definirali osnovni programski moduli, ki predstavljajo splošne faze. Pri izvedbi je bila vsaka splošna faza napisana kot en programski modul, ki se izvaja za vsako *Instanco enote*, s čimer se je zmanjšal čas programiranja in obseg programske kode. Konkretno to pomeni, da se je pri sistemu vodenja z 10 programskimi moduli (10 *Razredov faz*) izvedlo 51 *Instanc faz* na 13-ih enotah. V fazi kvalifikacije obratovanja se je bistveno zmanjšal čas testiranja na objektu, saj je bila programska logika testirana za *Razred faze* (10 testov), za vsako *Instanco faze* (51 testov) pa se je izvedel test implementacije. Za upravičenost omenjenega pristopa testiranja je bistveno, da se pri implementaciji *Instanc faz* izvaja identična koda razreda faze in ne njena prilagojena kopija.

Opisani S88 pristop k izvedbi sistema vodenja Skladišča tekočih surovin je bistveno pripomogel k učinkovitejšemu programiranju, testiranju in odpravljanju napak na vseh nivojih programske opreme.

7 Literatura

- [1] S. Strmčnik, *Celostni pristop k računalniškemu vodenju procesov*, Fakulteta za elektrotehniko, 1998
- [2] I, SIST EN 61512-1:2001, prva izdaja, april 2001
- [3] ISPE, GAMP Guide for Validation of Automated Systems, GAMP 4, December 2001