

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Mitja Razpet

Informacijska rešitev za spremljanje in sledljivost
serij izdelkov v proizvodnji

DIPLOMSKO DELO
VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Mentor: viš. pred. dr. Alenka Kavčič

Ljubljana 2013

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavljane ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.



Št. naloge: 00518 / 2013
Datum: 4.9.2013

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **MITJA RAZPET**

Naslov: **INFORMACIJSKA REŠITEV ZA SPREMLJANJE IN SLEDLJIVOST
SERIJ IZDELKOV V PROIZVODNJI
INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING AND TRACKING
PRODUCT LOTS IN MANUFACTURE**

Vrsta naloge: Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje

Tematika naloge:

V okviru diplomske naloge izdelajte informacijski sistem za spremljanje in sledljivost posameznih serij izdelkov v kosovnem proizvodnem procesu. Namen sistema naj bo predvsem lažja identifikacija okvarjenih serij izdelkov, kar omogoča hitrejše odkrivanje napak in nižje stroške njihove odprave. Pri implementaciji rešitve posvetite potrebno pozornost tudi preprostosti in intuitivni uporabi aplikacije, tako da njena uporaba ni dodatna motnja v proizvodnem procesu. Vaša rešitev naj bo izvedena v obliki modula, ki se primerno integrira v eno od obstoječih rešitev za spremljanje proizvodnje in vodenje procesov v proizvodnji.

Mentor:

Alenka Kavčič
viš. pred. dr. Alenka Kavčič



Dekan:

Nikolaj Zimic
prof. dr. Nikolaj Zimic

IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani Mitja Razpet, z vpisno številko 63050344, sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Informacijska rešitev za spremljanje in sledljivost serij izdelkov v proizvodnji

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom viš. pred. dr. Alenka Kavčič,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne _____ Podpis avtorja: _____

Kazalo

1	Uvod	1
2	Teoretična podlaga	3
2.1	Osnovni pojmi proizvodnje	3
2.2	Podatki v proizvodnem procesu.....	5
2.2.1	Entitete v proizvodnem procesu	6
2.2.2	Zgradba izdelkov	8
2.3	Planiranje in vodenje proizvodnje	10
2.4	Nadzor in vodenje proizvodnje.....	11
2.4.1	Lansiranje in dispečiranje.....	11
2.4.2	Nadzor in vodenje proizvodnje.....	12
2.4.3	Zajem in zbiranje podatkov o realizaciji	13
2.5	Sledenje serijam	15
2.5.1	Namen sledenja.....	15
3	Uporabljene rešitve in tehnologije.....	16
3.1	Sistemi MES	16
3.2	Arhitektura sistema	17
3.2.1	Predstavitveni sloj	18
3.2.2	Poslovni sloj	18
3.2.3	Podatkovni sloj	19
3.2.4	Medslojne zadeve	19
3.3	Uporabljena orodja	20
4	Sledenje serijam izdelkov.....	21
4.1	Definicija serije	21
4.1.1	Pravila generiranja serij	21
4.1.2	Fizično označevanje serij.....	22
4.2	Shematski prikaz serij	23
4.3	Podatkovna baza	24
5	Opis funkcionalnosti rešitve	27

5.1	Modul za delovodje	27
5.1.1	Šifrant materialov	28
5.1.2	Šifrant dogodkov	29
5.1.3	Urejanje sledenja serij	31
5.1.4	Pregled serij	35
5.2	Terminalski vnosi	37
5.2.1	Prijava dela	38
5.2.2	Prijava serije s predhodne operacije	39
5.2.3	Prijava nove šarže materiala	40
5.2.4	Prijava dogodka	41
5.2.5	Tiskanje dodatnih spremnih listov	42
5.2.6	Vnos izdelanih kosov ter izmeta	43
6	Sklepne ugotovitve	45
	Kazalo slik	47
	Literatura	48

Povzetek

V informacijski dobi si težko predstavljamo planiranje in vodenje proizvodnje brez informacijske podpore, saj so postali proizvodni procesi izdelave vedno bolj kompleksni in težje vodljivi. Skoraj vsako podjetje že ima poslovni informacijski sistem za spremljanje proizvodnje, vendar pa samo spremljanje v nekaterih podjetjih ne zadostuje več, saj za bolj natančne ugotovitve vzrokov napak potrebujejo tudi nadzor nad sledljivostjo vgrajenih izdelkov in materialov.

Glavni cilj diplomske naloge je bil izdelati informacijsko rešitev za spremljanje in sledljivost serij izdelkov v kosovnih proizvodnjah, ki bi omogočala spremljanje vhodnih šarž materialov in sestavnih delov ter ostalih dogodkov, ki se dogajajo v proizvodnem procesu.

Izdelan modul za sledenje serijam je dodatek oziroma nadgradnja že obstoječega informacijskega sistema za spremljanje proizvodnje. Dobro poznavanje osnovnega informacijskega sistema ter proizvodnih procesov v kosovni proizvodnji je bil torej predpogoj za izdelavo modula. Modul za sledenje serijam izboljšuje zajem podatkov ter omogoča kakovostne analize v proizvodnem procesu kosovne proizvodnje.

Za praktičen del diplomskega dela je bila izdelana rešitev za sledenje proizvodnje, ki omogoča vnos podatkov preko terminalov ter nastavljanje in pregledovanje le-teh v spletni aplikaciji.

Sledenje serijam v proizvodnji omogoča lažje odkrivanje vzrokov slabih izdelkov, torej posledično tudi lažje odpravljanje teh vzrokov. Z dobrim sledenjem se lahko odpravi negativne dejavnike slabih vhodnih materialov in sestavnih delov ter ugotovi izvor, ki je vzrok za slabe serije.

Ključne besede: spremljanje proizvodnje, proizvodni proces, poslovni informacijski sistem, sledenje serijam izdelkov, material

Abstract

In the information age, it is hard to imagine planning and production management without the support of information technologies, because the production process has become more complex and harder to control. Almost every company have a management information system for production monitoring, but for some companies, just monitoring is no longer sufficient, because they need more accurate determination of error causes and also need to track embedded products and materials

The main objective of the thesis was to create an information solution for monitoring and tracking batches of products in discrete production, which would enable monitoring of input batches of materials and components, as well as other events, that occur in the production process.

The module for tracking product lots is an upgrade of an existing information system for monitoring discrete production. Good knowledge of basic information system and manufacturing processes in the discrete production was therefore a prerequisite for making the module. Module for tracking lots is improving data capture and provides quality analysis of the production process.

The practical part of the thesis was to design a solution for production tracking that enables data entry via terminals, and setting and reviewing them in a web application.

Tracking lots in production makes it easier to discover the cause of bad products, consequently easier to eliminate these causes. Good tracking can eventually eliminate the negative factors of poor raw materials and components, and determine the origin of the material, which is the cause of bad lots.

Keywords: manufacture monitoring, production process, business information system, lot tracking, material

1 Uvod

Potrošniki po svetu imajo vedno večje potrebe po materialnih dobrinah, ki se ustvarjajo v proizvodnih procesih, zato je tudi vedno težje slediti informacijam, ki se v procesu pretakajo.

Zaradi gospodarske krize po svetu je glavni cilj podjetij povečati učinkovitost proizvodnje s čim manj stroškov. Za izboljšanje poslovnih procesov se vedno več podjetij odloča za uporabo informacijskih tehnologij tudi v proizvodnji. Te so ključne pri razvoju podjetij, saj omogočajo veliko bolj kakovostne podatke kot ročno zajemanje in obdelava podatkov. Informacijske tehnologije omogočajo veliko hitrejši prenos informacij iz proizvodnje v ostale službe v podjetju, kar pripomore k boljšemu poslovanju podjetja.

Na trgu je veliko standardiziranih rešitev za spremljanje proizvodnje, vendar pa se proizvodnje med seboj zelo razlikujejo, zato je težko pokriti vse tipe proizvodnje v eni rešitvi. Običajno je potrebno standardiziran produkt prilagoditi vsaki stranki posebej. Produkt podjetja Sinabit za spremljanje proizvodnje SinaproNG se osredotoča na kosovno proizvodnjo, s ciljem, da se strankam omogoči doseganje čimboljših rezultatov.

Izdelki na trgu so vedno bolj tehnološko dovršeni in posledično je tudi njihova izdelava vedno bolj kompleksna, zato vse več podjetij ob nakupu sestavnih delov, poleg osnovnih podatkov, zahteva še podrobnejše podatke o izdelavi sestavnih delov. To jim omogoča lažje odkrivanje krivca za morebitne napake ter odpoklic izdelkov, ki so imeli vgrajene iste sestavne dele.

Namen diplomskega dela je izboljšati zajem podatkov ter omogočiti kakovostne analize v proizvodnem procesu kosovne proizvodnje, zato se osredotočam na zajemanje podatkov o vgrajenih materialih in sestavnih delih skozi operacije proizvodnega procesa.

Sistem SinaproNG omogoča dosledno vodenje procesov v kosovni proizvodnji ter enostaven zajem podatkov, ki jih potrebujemo za dobro opravljanje procesov na višjih nivojih, kot sta planiranje in nabava.

V okviru diplomskega dela sem izdelal dodatek k sistemu SinaproNG, ki omogoča sledenje serijam izdelkov v kosovni proizvodnji. Za vsako izdelano serijo izdelkov v proizvodnji se zajamejo vsi osnovni vhodni podatki ter še dodatne šarže vgrajenih materialov ali sestavnih delov.

Začetni del diplomskega dela opisuje teoretično ozadje spremljanja proizvodnje, v katerem so obrazloženi proizvodni procesi in sistemi, planiranje, vodenje in nadzor proizvodnje, entitete

ter sledenje v proizvodnem procesu. V nadaljevanju diplomskega dela so predstavljene rešitve in tehnologije, uporabljene za izdelavo modula za sledenje izdelkov.

V četrtem poglavju diplomskega dela je podrobno opisan koncept delovanja sledenja serij, ki je bil uporabljen za razvoj modula. Predstavljene so serije izdelkov, pravila za generiranje novih serij ter podatkovna baza, ki se uporablja za sledenje.

Zadnje, peto poglavje, opisuje funkcionalnosti končne izdelane rešitve za spremljanje serij izdelkov. Podrobno je opisana terminalska aplikacija za vnos podatkov ter spletna aplikacija za nastavljanje, pregled in analize podatkov.

2 Teoretična podlaga

2.1 Osnovni pojmi proizvodnje

»Proizvodnja je zavestno dejanje proizvajanja nečesa koristnega.« [1]

Proizvodni proces je proces, v katerem se izdelajo proizvodi [1]. Proizvodi so lahko izdelki ali storitve. Izdelki so materialni (fizični) proizvodi, medtem ko so storitve nematerialni proizvodi. V diplomskem delu obravnavam izdelke, zato se bom omejil le na proizvodne procese izdelave materialnih izdelkov.

Proizvodni sistem je sistem, v katerem se izvaja proizvodni proces. Po Ljubiču [1] teorija sistemov najširše opredeljuje sistem kot množico medsebojno povezanih elementov. Ta množica elementov je umeščena v okolje in temelji na določenih zakonih in načelih. Vsak sistem ima v nekem trenutku določeno stanje, sistem pa je lahko statičen ali dinamičen. Statični sistemi se skozi čas ne spreminjajo in so mirujoči. Dinamičen sistem skozi čas stalno spreminja svoje stanje, saj se v njem dogaja določen proces, ki transformira množico vhodov v izhodne množice. Proizvodni sistem je ciljno usmerjen dinamičen sistem, torej ima nek namen in ni namenjen le samemu sebi. Tak sistem je vodljiv, saj so spremembe stanj zavestne. Z vodenjem sistema se stanje stalno izboljšuje in tako sistem ohranjamo pri življenju, saj se v primeru, da sistem prepustimo samemu sebi, stanje slabša, kar v skrajnosti pripelje do razpada sistema.

Proizvodni sistem spada v razred dinamičnih, ciljno usmerjenih in vodljivih sistemov v katerem tečejo trije podsistemi. Ti trije podsistemi so:

- sistem vodenja oziroma regulacije,
- informacijski sistem,
- transformacijski sistem.

V sistemu vodenja poteka proces vodenja in upravljanja in je odgovoren za vodenje in upravljanje transformacijskega procesa. Namen vodenja je, da kljub zunanjim in notranjim motnjam dosegamo predpostavljeni cilj, to je, da v čim krajšem času in s čim manjšimi stroški izdelamo predpisano količino izdelkov.

Vodenje proizvodnje je stalno popravljanje transformacijskega procesa in njegovega stanja na osnovi podatkov, ki jih pridobimo iz informacijskega sistema.

Po Ljubiču [1] sta načeloma možna dva pristopa k vodenju:

- vzdrževanje proizvodnega procesa na načrtovanem nivoju, s ciljem izboljšati stabilnost in stalnost proizvodnega procesa,
- izboljševanje proizvodnega procesa z uporabo analiz iz informacijskega sistema za izboljšanje učinkovitosti procesa.

Po Ljubiču [1] je namen informacijskega sistema proizvodnje omogočiti delovanje proizvodnega procesa s pomočjo planiranja, nadzora in analize, ki zajema podatke o vložku, dogajanja v procesu, podatke o izhodu iz procesa, podatke o ciljih procesa ter podatke iz okolja, jih obdeluje ter zagotavlja informacijski vhod v regulacijski proces.

Po Ljubiču [1] je transformacijski sistem proizvodnje sistem, v katerem se izvajajo temeljni transformacijski procesi oziroma reprodukcijski procesi. V teh procesih se dogaja fizična transformacija vložka (*ang. input*) v izhod (*ang. output*).

Transformacijski proces je definiran kot skupek medsebojno povezanih delovnih operacij oziroma opravil, saj se v proizvodnem procesu transformacija vložka v izhod običajno izvede v več korakih. To zaporedje imenujemo proizvodni tok ali proizvodna pot. Delovne operacije se izvajajo na delovnih mestih, ki predstavljajo funkcionalno povezane delavce (eden ali več) in delovna sredstva (prostor, orodja, stroji ali naprave) na določeni lokaciji. Delovno mesto je običajno sestavljeno delovno mesto, ki ga tvorijo delavci (eden ali več) ter delovna sredstva (ena ali več) na eni lokaciji. V praksi se delovno mesto pogosto zamenja s strojem.

Na enem delovnem mestu se običajno uporablja ena tehnologija oziroma način preoblikovanja predmeta dela in temu pravimo obdelava. Z isto obdelavo se lahko izvaja več različnih delovnih operacij na različnih predmetih dela. Delovna operacija je namreč neko opravilo, ki ga je potrebno opraviti, da se nek predmet dela preoblikuje z določeno obdelavo.

Po Ljubiču [1] delovne operacije ločujemo na:

- tehnološke delovne operacije - to so proizvodne delovne operacije, ki se izvajajo v okviru proizvodnega procesa in s katerimi se obdelovanci preoblikujejo,
- kontrolne delovne operacije – to so operacije, s katerimi se ugotavlja, meri ter nadzira stanje obdelovancev,
- transportne delovne operacije – to so operacije, s katerimi se menja lega obdelovancev v prostoru,
- skladiščne delovne operacije – to so operacije, s katerimi se obdelovanci zadržujejo na nekem mestu procesa.

Glede na različne delovne operacije v procesu nekega izdelka, ki se izvajajo na različnih delovnih mestih, ločimo več različnih razporedov:

- delavniški (skupinski, funkcijski, postopkovni) raspored je rasporeditev strojev tako, da se istovrstni stroji nahajajo v isti delavnici oziroma oddelku (npr. delavnica žag, delavnica brizgalk, delavnica stružnic ...). Vsaka delavnica izvaja eno tehnološko operacijo. Med delavnicami se obdelovanci običajno transportirajo s pomočjo enostavnih transportnih sredstev, kot so npr. vozički in viličarji. Materialni tok med delavnicami je neprekinjen, saj obdelovanci med obdelavami lahko čakajo in zato je čas prehoda med operacijami običajno dokaj velik. Čas izvajanja tehnoloških operacij ni usklajen,
- linijski (izdelčni) raspored je rasporeditev strojev tako, da so stroji v takem zaporedju, kot si sledijo tehnološke operacije, oziroma tako, kot teče proizvodni tok. Posamezni stroji so med seboj običajno povezani s kontinuiranimi prevoznimi sredstvi (npr. tekoči trak), in sicer tako, da je materialni tok sicer neprekinjen, a je čas prehoda med operacijami zanemarljiv. Operacije si sledijo nepretrgano, v določenem taktu, ker je zaporedje tehnoloških operacij delno časovno usklajeno,
- rasporeditev v proizvodne celice je enaka rasporeditev kot pri linijskem razporedu, vendar pa strojev ne povezujemo s transportnim sredstvom za kontinuiran transport obdelovancev,
- procesni raspored je rasporeditev opreme tako, da je vsa oprema (stroji in transportna sredstva) po linijskem načelu združena v zaprt sistem, skozi katerega nepretrgoma teče tok obdelovancev. Zaporedje operacij oziroma proizvodni proces je časovno popolnoma usklajen, materialni tok pa kontinuiran.

Poleg osnovnih razporedov delovnih operacij so možne tudi različne vmesne, kombinirane oblike razporedov. Navadno je način razporeda prilagojen vrsti proizvodnje, torej značilnostim in količini izdelkov, ki jih je potrebno izdelati v časovni enoti.

Nepovezan oziroma samostojen proizvodni proces je proces, v katerega se vlaga vložek, iz njega pa se neposredno v okolje oddaja izdelke. Največkrat pa je proces iz organizacijskih ali tehnoloških vzrokov razdeljen na delne proizvodne procese, ki se med seboj povezujejo na različne načine. Obstajajo nepovezani, analitično povezani, sintetično povezani ter linijsko povezani proizvodni sistemi. Sledenje v sistemu SinaproNG je namenjeno linijsko povezanim proizvodnim procesom, saj izhod iz enega procesa predstavlja vhod v naslednji proces.

2.2 Podatki v proizvodnem procesu

Za vodenje (planiranje, nadzor, analizo) proizvodnega procesa morajo biti zagotovljeni določeni podatki, s katerimi so definirani izdelki ter (delni) proizvodni proces.

2.2.1 Entitete v proizvodnem procesu

V proizvodnih procesih so izdelki najpogosteje sestavljeni iz velikega števila elementov. Z novimi tehnologijami in zahtevami se skozi čas ta kompleksnost še povečuje. Zaradi lažje izdelave ter nadzora takih izdelkov teče izdelava po fazah oziroma stopnjah. To pomeni, da se iz vhodnih materialov sestavijo sestavni deli, iz sestavnih delov in eventualno tudi dodatnih vhodnih materialov, pa se sestavijo sestavi oziroma gradniki. Iz sestavov nižjih stopenj dodelanosti se sestavi sestavljajo vse do višjih stopenj dodelanosti. Vsaka transformacija se izvede z nekim delom, ki je lahko obdelava ali sestavljanje (montaža). Končni rezultat tega dogajanja so izhodni izdelki iz proizvodnega procesa, ki so tudi izdelki na tržišču. Sistem za sledenje serijam se ukvarja z zajemom podatkov o šaržah materialov, ki so porabljeni na določenem procesu.

Po Ljubiču [1] so osnovni pojmi, s katerimi se srečujemo pri planiranju, nadzoru in vodenju proizvodnje, sledeči.

- komponenta (*ang. item*) je neka materialna postavka oziroma materialna pozicija. Je vsaka entiteta, ki se v proizvodnem procesu troši ali izdeluje, ne glede na to, kje se pojavlja oziroma kakšna je njena stopnja dodelanosti. Ločujemo kupljene in izdelane komponente. Kupljene komponente predstavljajo vhod v proizvodni proces (npr. materiali, surovine, kupljeni deli ...), medtem ko so izdelane komponente nastale v proizvodnem procesu in predstavljajo tudi izhod iz tega procesa. Sledljivost šarž materialov v sistemu SinaproNG zajema podatke o porabljenih šaržah kupljenih materialov,
- material (*ang. material*) je vsak materialni vhod v proizvodni proces. Iz materialov se običajno izdelujejo sestavni deli ali pa se vgrajujejo v sestave. Material priskrbi služba nabave in se pogosto ločuje na:
 - surovine, ki so pridobljene v naravi in so največkrat izhodišče za nadaljnjo uporabo, saj so same po sebi načeloma manj uporabne (npr. hlodovina, ruda, žita, voda ...),
 - materiale, ki predstavljajo že delno predelane surovine (npr. deske, kovinski profili, moka ...),
- sestavni del (*ang. part*) je del, ki nastane iz materiala na najnižji stopnji proizvodnega procesa in ni razstavljiv z običajnimi metodami razstavljanja. Načeloma ločimo dva tipa sestavnih delov:
 - polizdelek je del, ki ga v proizvodnem procesu izdelujemo posebej za vgradnjo v določen sestav,
 - kupljeni del je izdelek iz drugega procesa, ki ga kupujemo na tržišču kot nek standardni sestavni del za več različnih sestavov (npr. vijaki, matice, elektromotorji ...),
- sestav (*ang. assembly*) predstavlja sestavljanje najmanj:

- dveh ali več sestavnih delov,
- dveh ali več sestavov nižje stopnje,
- najmanj enega sestavnega dela in enega sestava nižje stopnje,
- izdelek (*ang. produkt*) je izhod iz proizvodnega procesa. Izdelek je lahko sestav, ki ga prodajamo in se lahko vgradi v sestave višjih stopenj. Ko je sestav izpopolnjen do te mere, da se ne vgrajuje več v noben drug sestav, potem je ta izdelek končni izdelek,
- proizvodna struktura (*ang. product structure*) je skupek relacij med komponentami v proizvodnem procesu. Bolj popolna komponenta je sestavljena iz manj popolnih komponent. Kosovnica in pregledi uporabe so zapis proizvodne strukture,
- kosovnica (*ang. bill of materials*) je dokument, ki vsebuje spisek podrejenih komponent, ki jih potrebujemo za izdelavo komponente po proizvodni strukturi. Kosovnica je zelo pomemben člen v proizvodnji, saj z njeno pomočjo gradimo komponente,
- pregled uporabe (*ang. where used report*) je spisek vseh nadrejenih komponent, v katere se vgrajuje določena komponenta. Pregled uporabe je od kosovnice obraten dokument,
- proizvodni postopek (*ang. routing*) ali tudi tehnološki oziroma delovni postopek je postopek, v katerem se transformira vhod v izhod oziroma komponente nižje stopnje v komponente višje stopnje dodelanosti. Proizvodni postopek opisuje zaporedje delovnih operacij, ki so potrebne za transformacijo in sestavljajo dokument, v katerem je zapisana vsebina proizvodnega postopka,
- delovna operacija (*ang. operation*) je del proizvodnega postopka za izdelavo komponente. Je elementaren korak transformacije vhoda v izhod in se izvaja na nekem delovnem mestu, ki ustreza potrebni transformaciji,
- obdelava (*ang. processing method*) je način, kako se vhod transformira v izhod, torej tehnologija, s katero se premet dela transformira. Vsaka operacija ima točno določeno obdelavo – transformacijo,
- obdelovanec (*ang. workpiece*) je predmet dela, ki se z obdelavo na operaciji transformira v proizvodnem procesu. Obdelovanec je še nedokončan predmet dela, zato še ni v dokončanem stanju,
- stroj (*ang. machine*) je delovno sredstvo, s katerim se v delovnem procesu transformira obdelovanec. Univerzalni stroji lahko izvajajo različne sorodne obdelave, medtem ko namenski stroji lahko izvajajo povsem specifične obdelave obdelovanca,
- delavec (*ang. worker*) v proizvodnem procesu fizično izvaja določene obdelave na ročnih delovnih mestih ali pa se poslužuje strojev na mehaniziranih delovnih mestih. Delavec v pomožnih in pripravljalnih procesih ter v procesih skupnega in splošnega značaja, je uslužbenec (*ang. employee*), ki skrbi za izvedbo le-teh,
- orodje (*ang. tool*) je delovno sredstvo, s katerim omogočimo univerzalnemu stroju prilagajanje na različne specifične obdelave. Poznamo standardna orodja, s katerimi izvajamo standardizirane obdelave, ter posebna orodja, ki so namenjena

nestandardiziranim oziroma posebnim obdelavam. Posebna orodja so najpogosteje uporabljena za izvedbo specifičnih kompleksnih obdelav ali montaže,

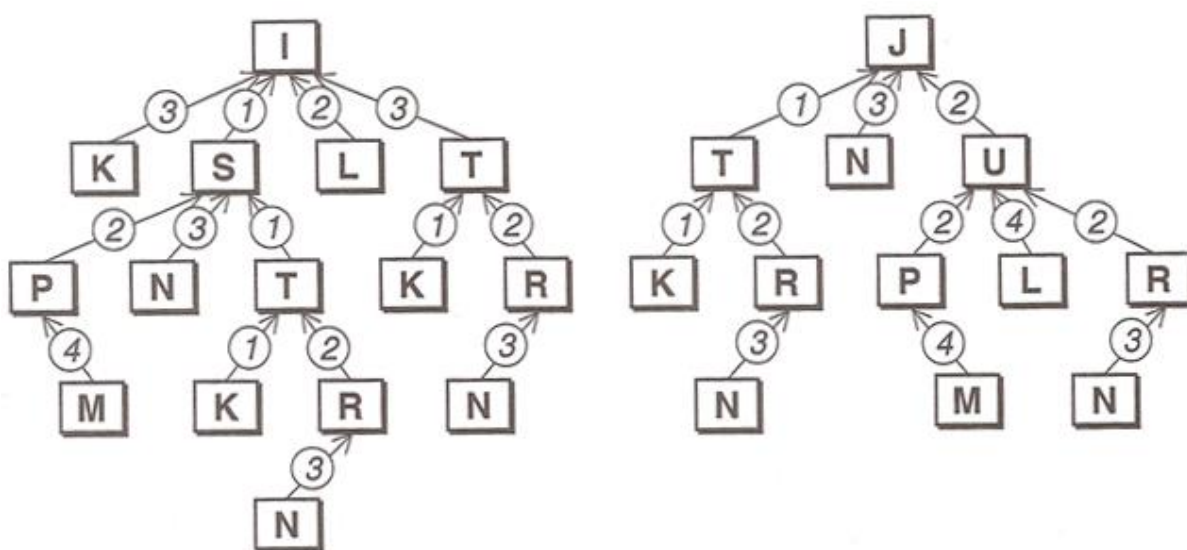
- delovno mesto (*ang. workplace*) je delovna povezava med delovnimi sredstvi ter delavci, ki izvajajo obdelave na določeni lokaciji. Delovno mesto ne vsebuje vedno vseh elementov (prostor, stroj, orodja, naprave, delavci), saj lahko gre tudi za ročno delovno mesto, ki stroja ne potrebuje in vsebuje samo orodje in delavca,
- kapacitivno mesto (*ang. work center*) je skupina strojev oziroma skupina enakih in enakovrednih delovnih mest, na katerih se istočasno izvaja ista vrsta obdelave.

2.2.2 Zgradba izdelkov

Vsak končni izdelek, ki je izhod iz proizvodnega procesa, je sestavljen po neki tehnologiji s točno določenimi vhodi. Ti vhodi so lahko materiali, sestavni deli, gradniki, izdelki, surovine ali kupljeni deli.

Proizvodna struktura definira iz katerih elementov oziroma kako so sestavljeni izdelki ter koliko teh elementov je potrebno, da se zgradi en končni izdelek. Proizvodno strukturo lahko prikažemo kot skupek komponent, ki so medsebojno povezane z relacijami in jo lahko prikažemo v grafični in pisni obliki.

Po Ljubiču [1] proizvodno strukturo najenostavneje in najbolj razumljivo grafično zapišemo kot graf s komponentami, ki predstavljajo vozlišča in relacije med njimi. Graf s komponentami je prikazan na sliki 1, povzeti iz vira [1].



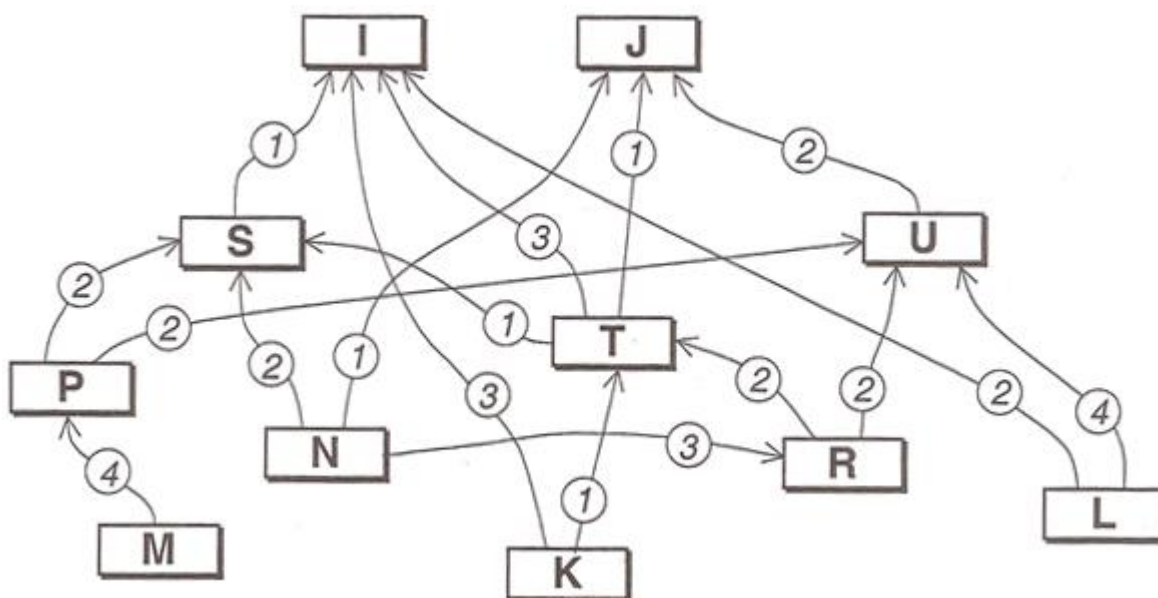
Slika 1: Prikaz proizvodne strukture izdelkov z grafi

Vsaka relacija oziroma povezava ima vpisano število, ki predstavlja količino podrejenih komponent (normativne količine). Graf običajno začnemo risati od zgoraj navzdol: začnemo pri izdelku, ki je najvišja komponenta (na sliki kvadratka z oznako I in J), in nadaljujemo z nižjimi stopnjami dodelanosti, s sestavi in sestavnimi deli (vsi ostali kvadrati na sliki). Na koncu pridemo zadnjega nivoja, kjer imamo najnižje stopnje dodelanosti, torej do vhodnih materialov, ki so tudi ključ pri sledenju v sistemu SinaproNG. Drevesna struktura se veji od zgoraj navzdol.

Pri velikih strukturah izdelkov postane graf nepregleden, saj vsak izdelek potrebuje svoj graf. Nekateri deli grafa se lahko pojavijo v več grafih in so povsod enaki, saj se v proizvodni strukturi lahko nek sestav uporablja v različnih izdelkih.

Poznamo tudi gozinto graf, prikazan na sliki 2, v katerem je lahko združenih več izdelkov in to odpravlja redundance navadnega grafa. Gozinto graf nam neposredno predstavi dve skupini informacij, ki jih iz tega grafa lahko razberemo, in sicer:

- iz katerih podrejenih sestavin (materialov, sestavnih delov, gradnikov) je sestavljena nadrejena komponenta – sestav, ki ga predstavlja vozlišče,
- količino podrejenih komponent v sestavu.



Slika 2: Prikaz proizvodne strukture izdelkov z gozinto grafom

2.3 Planiranje in vodenje proizvodnje

Planiranje proizvodnje opredeljujemo kot [1]:

- sistematično iskanje in določanje ciljev ter
- ugotavljanje nalog oziroma dejavnosti, ki jih je potrebno realizirati, da bi dosegli postavljene cilje. Za izvedbo teh nalog je potrebno priskrbeti potrebne vire (sredstva), vire vključenih medsebojnih relacij ter potekov transformacijskega procesa.

Vodenje proizvodnje pa zajema:

- lansiranje oziroma proženje nalog za izvedbo, ki mora biti opravljena do določenega roka, ter razpisovanje delovne dokumentacije,
- dispečiranje oziroma preskrbo delovnih mest s potrebnimi orodji in materiali ter razdeljevanje dela,
- nadzor, spremljanje in kontrolo izvedenih nalog, kar predstavlja realiziranje nalog, merjenje dosežkov, zajemanje podatkov ter analizo rezultatov.

Planiranje in lansiranje sta namenjena predvidevanju oziroma načrtovanju v prihodnost, dispečiranje je usmerjeno v sedanost, medtem ko je nadzor usmerjen v preteklost.



Slika 3: Nivoji in vidiki planiranja

Dejavnost planiranja proizvodnje se v proizvodnem poslovnem sistemu lahko grupira v tri skupine, kar prikazuje slika 3:

- dolgoročno strateško planiranje proizvodnje ima dolgoročen vidik, zanja pa je odgovorno najvišje vodstvo podjetja,
- srednjeročno taktično planiranje proizvodnje obsega časovno obdobje od šestih mesecev do dveh let ter skrbi za učinkovito uporabo virov v dani tržni situaciji. Za izdelavo taktičnih planov sta odgovorna srednji management in poslovodstvo,
- kratkoročno operativno planiranje predvideva akcije, ki so potrebne za kratkoročno zadovoljitev kupcev, glede na usmeritve, ki so jih določili strateški in taktični plani.

2.4 Nadzor in vodenje proizvodnje

Proces nadzora in vodenja proizvodnje zajema vodenje izvajanja predhodno določenih dejavnosti iz procesov planiranja. Proces vodenja proizvodnje vključuje [1]:

- lansiranje:
 - oblikovanje delovnih nalogov,
 - razporejanje oziroma eventualno fino terminološko planiranje,
 - razpis delovne dokumentacije,
 - preverjanje razpoložljivosti virov,
- dispečiranje:
 - rezervacija materialnih postavk,
 - razdeljevanje dela in odrejanje izvajanja,
 - preskrba z materialnimi postavkami in orodji,
- nadzor in vodenje izdelave:
 - zajemanje in zbiranje podatkov o realizaciji,
 - spremljanje poteka izdelave in analiza rezultatov,
 - ukrepanje, če je prišlo do odstopanja od planov,
 - zapiranje delovnih nalogov ob zaključku izdelave.

2.4.1 Lansiranje in dispečiranje

Lansiranje delovnih akcij (*ang. order release*) obsega [1]:

- izdelavo nalogov,

- razpisovanje delovne dokumentacije,
- rezervacijo materialnih postavk,
- proženje delovnih nalogov.

Pri izdelavi delovnih nalogov se izvede optimizacija izdelanih količin ter določi količino za izdelavo glede na predhodno definirane plane. Glede na materialne potrebe se oblikuje vrsta delovnih nalogov, ki so urejeni po časovnih potrebah.

Predno se nalog začne izvajati, je potrebno preveriti, ali so za izdelavo razpoložljivi vsi viri oziroma ali je zagotovljen ves material oziroma sestavi deli, ali bodo stroji delovali, ali bodo na razpolago vsa potrebna orodja, ali so delavci prisotni ter usposobljeni za izvedbo ter ali bodo prisotna navodila za izvedbo dela. Če se zagotovi vse potrebno, potem se nalog sproži v izvajanje, drugače pa mora delovni nalog počakati na vse potrebne vire.

Delovna dokumentacija se izdelava za vse sprožene delovne naloge. Namen dokumentacije je, da v pisni obliki zagotovi vse potrebne podatke za izvajanje naloga v proizvodnji. Delovna dokumentacija je osnova za razdeljevanje dela ter omogoča zapis dejanskega poteka dela.

V funkcijo dispečiranja (*ang. order dispatching*) spadata dve nalogi [1]:

- razdeljevanje dela,
- preskrba z materialom in orodji.

Razdeljevanje dela je določanje, kateri delavec bo opravljal katero operacijo na delovnem nalogu. Delavčev neposredni vodja tudi določi kraj in čas izvajanja operacije. Delavcu se izroči navodila za izvedbo ter potrebno delovno dokumentacijo.

2.4.2 Nadzor in vodenje proizvodnje

Med spremljanje, nadzor in vodenje proizvodnje (*ang. Production Activity Control - PAC, Shop Floor Control - SFC, System Control and Data Acquisition - SCADA*) spada [1]:

- ugotavljanje in merjenje dosežkov,
- zajemanje podatkov o realizaciji,
- spremljanje poteka delovnih nalogov.

Namen zajemanja podatkov je v tem, da za vsako zahtevano delovno akcijo z delovnim dokumentom sledi beleženje dejanskega dosežka. Tehnike beleženja so različne, od povsem ročnega beleženja, do avtomatskega merjenja in zajemanja parametrov procesa.

Podatki, ki jih dobimo iz realizacije, omogočajo pregled nad stanjem delovnih nalogov in posredno nad stanjem naročil kupcev, pregled nad tem, do katere operacije se je delovni nalog v proizvodnem procesu že izvedel, porabo materialov in sestavnih delov ter podobno. Iz teh podatkov je mogoče tudi razbrati obremenitve proizvodne kapacitete z že opravljenimi operacijami. Nadzira se predvsem izhod iz proizvodnega procesa in obremenitev kapacitet proizvodnje. Če iz podatkov ugotovimo, da se dejanski dosežki močno razlikujejo od planiranih, potem sledi operativno ukrepanje, ki pa je lahko od operacije do operacije različno. Poleg izhoda se nadzira tudi vhod, saj lahko zaradi slabega vhoda prihaja do manjšega izhoda, za kar pa ni kriv delavec ali delovno mesto.

Po zadnji operaciji, izvedeni na delovnem mestu, se celotna količina dobrih izdelanih izdelkov preda v medfazno skladišče ali skladišče gotovih izdelkov ter zaključi in zapre delovni nalog. Preveri se tudi, ali je bila izdana in vrnjena celotna delovna dokumentacija. Čisto na koncu se izvede še obračun stroškov dela in materialnih stroškov, kar je lastna cena izdelka.

Med vodenje proizvodnje sodi tudi nadzor in vodenje zalog oziroma materialno poslovanje (*ang. inventory control*).

K vodenju zalog sodi [1]:

- ugotavljanje stanja zalog,
- avtomatsko dopolnjevanje zalog,
- nadzor stanja dobav.

2.4.3 Zajem in zbiranje podatkov o realizaciji

Po vsaki delovni akciji, odrejeni z delovnim dokumentom, sledi zabeležka rezultatov. Običajno naj bi se registrirali naslednji dogodki oziroma transakcije [1]:

- izdan je material za delovni nalog iz skladišča,
- sprožen je transport materiala na delovno mesto,
- izveden je transport materiala na delovno mesto,
- pripravljena in dvignjena so orodja iz skladišča,
- začela se je priprava delovnega mesta,
- zaključena je priprava delovnega mesta,
- začela se je obdelava na delovnem mestu,
- pojavil se je zastoj stroja, kateremu se pripiše vzrok:
 - okvara orodja,

- okvara stroja,
- ni orodja,
- ni materiala,
- odmor,
- ni delavca,
- izpad energije,
- zaključila se je obdelava na delovnem mestu,
- izdelana je bila neka količina dobrih in slabih (izmet) izdelkov,
- dobri izdelki so predani v skladišče,
- orodje je vrnjeno v skladišče,
- delavec je prišel ali odšel z dela,
- delavec je odšel ali prišel z odmora in drugi.

Ti dogodki se zajemajo na različne načine. Nekateri se beležijo na delovno dokumentacijo, drugi spet na druge načine, kot je na primer preko naprave za beleženje delovnega časa za prihod delavca na delo ali njegov odhod.

Tehnike, kako se podatki zajemajo, so zelo različne. V popolnoma ročnih sistemih se podatki ročno zapisujejo v papirno delovno dokumentacijo, medtem ko se pri bolj razvitih vrstah vnosa podatki lahko avtomatsko beležijo ali pa se jih vnaša na terminalih.

Pri ročnih sistemih se ob zaključku delovnega naloga kopije delovnih nalogov ter ostala delovna dokumentacija pošljejo v knjigovodstvo obrata, kjer se ugotovi stroške delovnega naloga in določi lastno ceno izdelkov. Kopijo zahtevnic in oddajnic prejme služba materialnega knjigovodstva, dokumente za odpis materialov in kopijo delovnih listkov pa služba za obračun plač.

Ročno zajemanje podatkov je nezanesljivo in časovno potratno, poleg tega pa so problematične velike zakasnitve, saj se delovna dokumentacija vrne šele, ko je delovni nalog zaključen, kar pa pri velikih delovnih nalogih traja precej časa. Vse to privede do neažurnih podatkov o dogajanju v proizvodnji in nemogoče izdelave kakršnihkoli sumarnih poročil.

V sodobnih sistemih za vodenje proizvodnje se teži k uporabi avtomatizacije zajemanja podatkov. Vedno bolj se v te namene uporablja računalniška tehnologija, zlasti terminali, ki so nameščeni neposredno na delovnem mestu in omogočajo brezpapirno vodenje proizvodnega procesa. Sistem, ki ga bom opisal v svoji diplomski nalogi temelji na uporabi terminalov.

Terminali imajo v primerjavi z ročnim načinom zajemanja podatkov veliko prednosti, med katere sodijo:

- časovno hitrejša ter bolj ažurna zajemanje in procesiranje podatkov,

- manjše število vnosa podatkov, saj so podatki že zbrani v sistemu in se do njih dostopa na različne načine (črtna koda, magnetni zapis,...),
- sprotne kontrole, kar pripomore k manjšemu številu napak,
- nadomestitev posamičnih dokumentov z zborniki in drugo.

2.5 Sledenje serijam

Sledenje šaržam v kosovni proizvodnji zajema podatke o izdelavi kosov in jih sestavlja v serije, ki so izdelane pod enakimi pogoji. Skozi več operacij se šarže oziroma serije vedno bolj manjšajo, saj se z več vhodnimi parametri šarže vedno bolj drobijo. Za celovito sledljivost v proizvodnem procesu potrebujemo podatke o:

- delavcu,
- opremi,
- materialih (in energiji),
- procesnih parametrih za izdelek.

2.5.1 Namen sledenja

S sledenjem izdelkov v kosovni proizvodnji se skozi proces izdelave zajemajo podatki, s katerimi kasneje lahko:

- analiziramo stroške in učinkovitost,
- pošljamo poročila v PIS (poslovni informacijski sistem),
- tvorimo rodovnik izdelka (genealogija),
- ugotavljamo relacije med posameznimi faktorji.

Namen uvedbe sledenja v proizvodnem procesu je v tem, da na podlagi posameznih meritev lažje sklepamo na končne karakteristike izdelka in iščemo zakonitosti, da so na razpolago kvalitetni podatki za zagotavljanje kakovosti in ukrepanje v vseh fazah razvojnega cikla izdelka, ter da v primeru reklamacije, torej po odkritju vzroka napake, natančno poznamo obseg problematičnih izdelkov na trgu.

3 Uporabljene rešitve in tehnologije

Za izdelavo modula za sledenje serijam v kosovni proizvodnji sem uporabil in nadgradil obstoječ informacijski sistem za spremljanje proizvodnje SinaproNG. Dobro razumevanje delovanja in arhitekture že obstoječe rešitve, je bil predpogoj za izdelavo učinkovite rešitve za sledenje serijam.

V tem poglavju so opisane rešitve in tehnologije, ki so bile osnova za izdelavo diplomske naloge.

3.1 Sistemi MES

MES (*ang. Manufacturing Execution System*) predstavlja informatiziran sistem za spremljanje in upravljanje proizvodnje [3]. Namen sistemov MES je povezovanje proizvodnega in poslovnega okolja. Sistemi MES zagotavljajo potrebne informacijske podatke, ki omogočajo optimizacijo proizvodnje. Optimizacija proizvodnega poteka se izvaja vse od izdaje delovnih nalogov do dokončanja naloga oziroma realizacije le-tega ter pomaga pri čim boljši korekciji tehnoloških postopkov. Sistemi MES se uporabljajo v vseh vrstah proizvodnje, saj poskrbijo za optimalno razporejanje delovne sile, opreme in zalog v skladiščih, za nadzor in upravljanje proizvodnje in delovnih nalogov ter za analize proizvodnih parametrov.

Sistem MES običajno deluje neodvisno od operacijskega sistema, ki ga uporabljajo v podjetju, zato ga lahko implementiramo v vsakem okolju. To omogoča cenejšo in enostavnejšo integracijo v obstoječe infrastrukture podjetij.

Sistemi MES imajo svojo podatkovno bazo, v kateri se shranjujejo podatki iz proizvodnje, kar nam omogoča hiter dostop do informacij. S pomočjo integriranih funkcij omogočajo trenutni presek stanja v proizvodnji, prikazujejo zastoje v proizvodnji ali pregledujejo preteklo stanje in dogodke. Nekateri bolj razviti sistemi MES omogočajo tudi napovedovanje dogodkov, in sicer na podlagi podatkov iz preteklosti.

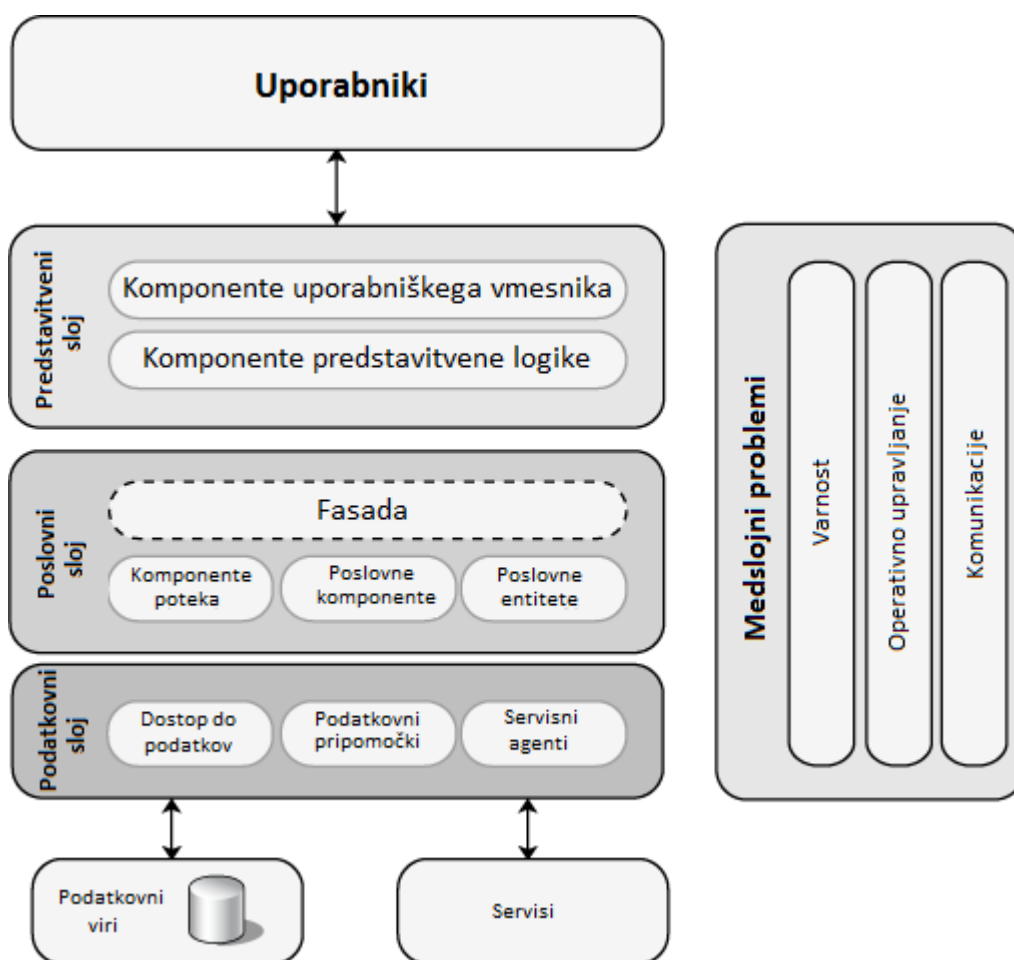
Prednosti sistema MES so maksimalna optimizacija proizvodnje in preprečevanje nepotrebnih stroškov, ki se jim lahko izognemo s pomočjo podatkov iz proizvodnega procesa ter podatkov iz poslovnega informacijskega sistema.

Sistemi MES običajno zbirajo informacije o:

- zalogah materialov,
- razpoložljivosti virov,
- stanju proizvodnih virov,
- razpoložljivosti delovne sile,
- razpisanih delovnih nalogih.

3.2 Arhitektura sistema

Dobro poznavanje arhitekture informacijskega sistema SinaproNG je bilo nujno za izdelavo modula za sledenje serijam izdelkov, saj se ta modul vgradi v obstoječo arhitekturo. Zato je bilo pri izdelavi modula potrebno upoštevati vse zakonitosti obstoječe arhitekture.



Slika 4: Shema troslojne arhitekture

Sistem SinaproNG ter modul za sledenje serijam uporablja troslojno arhitekturo informacijskega sistema prikazana na sliki , ki je sestavljena iz treh osnovnih slojev [2]:

- predstavitveni sloj,
- poslovni sloj,
- podatkovni sloj.

Vsi ti sloji imajo skupen povezovalni sloj, ki vsebuje entitete ter funkcije, ki so pomembne za vse nivoje.

Zgradba ter povezava slojev je prikazana na sliki 4, povzeta iz spletnega vira [5] (prevedel avtor).

3.2.1 Predstavitevni sloj

Predstavitevni sloj (*ang. presentation layer*) je najvišji nivo aplikacije. Ta sloj predstavlja uporabniški vmesnik, vsebuje funkcionalnosti za uporabnika in je odgovoren za upravljanje interakcije uporabnika s sistemom. Običajno je sestavljen iz komponent, ki zagotavljajo most s poslovno logiko na poslovnem sloju.

Predstavitevni sloj običajno vključuje [2]:

- komponente uporabniškega vmesnika, ki predstavljajo vizualne elemente za prikaz podatkov uporabniku ter zajemanje akcij uporabnika,
- komponente predstavitvene logike pa predstavljajo funkcije, ki definirajo podatke za uporabnika ter vodijo njegove akcije.

3.2.2 Poslovni sloj

Poslovni sloj (*ang. business layer*) implementira glavne funkcionalnosti sistema in vključuje ustrezno poslovno logiko. Praviloma je sestavljen iz komponent, ki izpostavljajo vmesnike za storitve, katere uporablja predstavitevni sloj.

Poslovni sloj običajno vsebuje [2]:

- fasado (*ang. application façade*), ki omogoča poenostavljen vmesnik do komponent poslovne logike, pogosto s kombiniranjem večih poslovnih operacij v eno operacijo.

Fasada zmanjša odvisnost, saj zunanjemu klicatelju ni potrebno podrobno poznavanje detajlov poslovne logike,

- komponente poslovne logike (*ang. business logic components*), ki predstavljajo logiko, pomembno za pridobivanje, procesiranje, transformacijo in upravljanje podatkov. Komponente poslovne logike ločimo v dve podskupini:
 - poslovne komponente za vodenje poteka (*ang. Business Workflow components*), ki izvajajo glavne operacije nad podatki,
 - poslovne entitete (*ang. business entity components*), ki predstavljajo entitete, uporabljene v poslovni logiki.

3.2.3 Podatkovni sloj

Podatkovni sloj (*ang. data layer*) zagotavlja dostop do podatkov, ki jih gostujemo znotraj sistema, ter do podatkov, ki jih izpostavljajo drugi sistemi v omrežju. Podatkovni sloj izpostavlja generične vmesnike, ki jih komponente v poslovnem sloju lahko uporabijo.

Podatkovni sloj običajno vsebuje [2]:

- komponente za dostop do podatkov (*ang. data access components*), ki predstavljajo logiko, potrebno za dostop do podatkov v podatkovnih shrambah,
- servisni agenti (*ang. service agents*), ki predstavljajo logiko za dostop do različnih servisnih storitev v omrežju.

3.2.4 Medslojne zadeve

Medslojne zadeve (*ang. cross cutting concerns*) definirajo funkcionalnosti, ki so skupne vsem slojem. Te funkcionalnosti so običajno preverjanje pristnosti, avtorizacije, komunikacije, upravljanje izjem, beleženje napak in preverjanje pravilnosti.

3.3 Uporabljena orodja

Za izdelavo rešitve smo uporabljali več različnih orodij. Glavna med njimi so:

- Microsoft Visual Studio 2010, ki je glavno integrirano razvojno orodje (IDE), uporabljeno za razvoj rešitve,
- MS SQL Server 2009 R2, ki je relacijska podatkovna baza, uporabljena za hranjenje podatkov rešitve,
- SQL Server Reporting Services je Microsoftovo orodje za generiranje poročil. V rešitvi so ti servisi uporabljeni za tiskanje proizvodne dokumentacije,
- orodje ASP.NET Web Pages ali Web Forms je uporabljen za gradnjo uporabniškega vmesnika spletnega dela rešitve,
- orodje Windows Forms je uporabljeno za gradnjo terminalskega dela uporabniškega vmesnika,
- komponente DevExpress so glavne uporabljene kontrole uporabniškega vmesnika, saj omogočajo hitrejši razvoj aplikacij in vsebujejo veliko dodatnih funkcionalnosti.

4 Sledenje serijam izdelkov

Modul za sledenje serijam izdelkov, izdelan v okviru diplomske naloge, omogoča spremljanje šarž vgrajenih vhodov (materiali in sestavni deli) v izdelek ter beleženje dogodkov, ki so pomembni in lahko vplivajo na proizvodnjo in kakovost izdelka.

V proizvodnji se običajno spremlja delo po delovnih nalogih ter posameznih operacijah delovnega naloga. Trajanje delovnih nalogov in operacij je lahko različno, saj se delovni nalogi razlikujejo glede na organizacijo planiranja in proizvodnje. Ločimo dnevne, tedenske in mesečne delovne naloge. Ker sledenje po delovnem nalogu oziroma po posamezni operaciji običajno ni dovolj podrobno, se delovni nalog in operacije razdelijo na manjše enote oziroma serije.

Eden od ciljev sledenja je, da so uporabljeni materiali in sestavni deli oziroma njihove šarže, enolično povezani s serijami končnih izdelkov. Podatke, ki jih za sledenje potrebujemo, je potrebno zagotoviti z beleženjem ključnih dogodkov v vsaki fazi izdelave, torej na vsaki operaciji delovnega naloga. Ti podatki omogočajo povezavo med šaržo materiala in serijo končnega izdelka in predstavljajo:

- začetek uporabe nove šarže vhodnega materiala ali sestavnega dela,
- začetek obdelave izdelkov, ki pripadajo drugi seriji na predhodni operaciji.

4.1 Definicija serije

Serija (*ang. lot*) je delna količina izdelkov, ki se izdeluje v okviru ene operacije in je sestavljena iz enoličnih šarž ključnih vhodnih komponent. Torej izdelki, ki pripadajo eni seriji, vsebujejo enake ključne podatke. Vsakič, ko se spremeni eden od ključnih podatkov, se mora spremeniti tudi serija.

4.1.1 Pravila generiranja serij

Generiranje novih serij vsebuje pravila, ki morajo biti upoštevana za zagotavljanje pravih podatkov. Podatke, ki generirajo nove serije, ločimo v dve skupini: podatki, ki vedno generirajo novo serijo, ter podatki, ki lahko generirajo novo serijo [4].

Nova serija se mora obvezno generirati v primerih, kjer se spremeni eden od osnovnih podatkov:

- operacija oziroma delovni nalog. Sprememba operacije že v osnovi predstavlja druge končne izdelke oziroma izdelke iz drugega naloga in mora obvezno generirati novo serijo,
- vhodna serija iz predhodne operacije. Sprememba serije iz predhodne operacije mora obvezno generirati novo serijo, saj je predhodna serija že sestavljena iz drugih šarž. To velja za vse operacije delovnega naloga razen prve, katera nima vhodne predhodne serije.

Podatke, ki lahko generirajo novo serijo, je potrebno predhodno definirati in nastaviti glede na pomembnost. Nova serija se lahko generira ob:

- spremembi šarže vhodnega materiala na operaciji,
- pomembnemu dogodku:
 - sprememba delavca,
 - sprememba orodja,
 - zastojev,
 - in podobno.

4.1.2 Fizično označevanje serij

Izdelki, ki pripadajo določeni seriji, morajo biti v proizvodnji ločeni od izdelkov drugih serij, saj ti izdelki potujejo med operacijami. Ti izdelki ali embalaža, v kateri je skupina izdelkov ene serije, morajo biti označeni s številko serije. Ta številka je za lažji vnos v terminalsko aplikacijo običajno izpisana tudi v obliki črtne kode. Zaradi transportno-logističnih potreb oziroma velikih serij je ena serija lahko razdeljena tudi v več transportnih enot. Tudi vse te enote morajo biti enolično označene z isto številko serije [4].

Za označevanje serije se lahko uporabi:

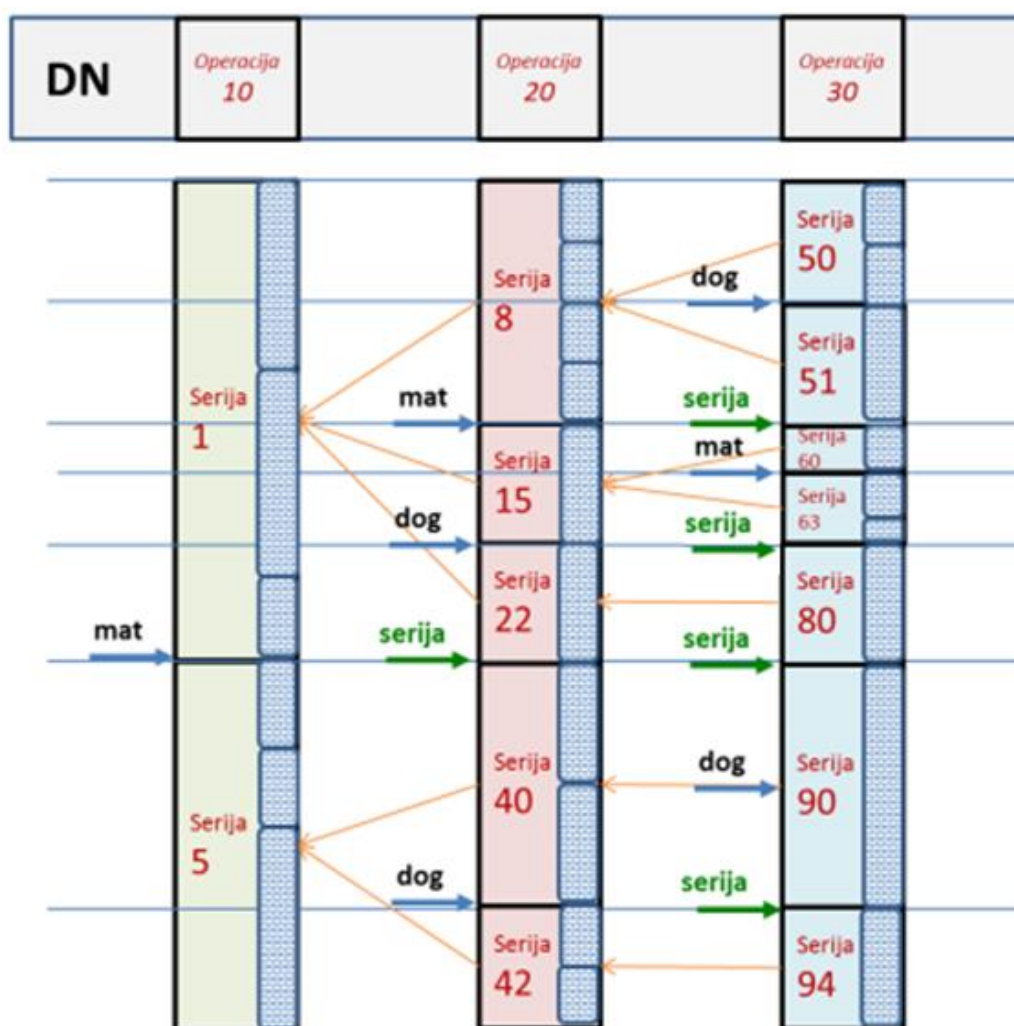
- spremni list, na katerem je tudi zgodovina šarž serije,
- manjši spremni list, ki vsebuje samo številko serije, črtno kodo in delovni nalog.

4.2 Shematski prikaz serij

Običajno spremljanje proizvodnje ne zagotavlja povezave podatkov med operacijami in zato ni točno definirano, iz katerih šarž materialov in sestavnih delov je sestavljen končni izdelek. Tako spremljanje proizvodnje je običajno zadostno za proizvodnjo, ki teh podatkov ne potrebuje.

Modul za spremljanje serij izdelkov zagotavlja povezave med operacijami ter serijami, ki so se na določeni operaciji izvedle. Tako za vsak končni izdelek natančno poznamo njegovo zgodovino ter sestavne dele.

Slika 5, shematski prikaz serij skozi operacije, na vizualen način predstavlja, kako se serije kreirajo skozi operacije glede na vhodne dogodke. Od leve proti desni si sledijo operacije delovnega naloga za izdelavo končnega izdelka.



Slika 5: Shematski prikaz serij

Prva operacija (operacija številka 10) ima največje serije, saj je izdelava šele na začetku in nanjo vpliva manj vhodov. Serija 1 in serija 5 sta torej seriji, ki sta bili izdelani na prvi operaciji ter sta razporejeni v tri transportne enote. Transportne enote so na sliki označene z modrimi pravokotniki na desnem robu serij. Na spremembo serije z 1 na 5 na prvi operaciji vpliva sprememba šarže vhodnega materiala, kar je prikazano z modro puščico z napisom »mat«.

Druga operacija (operacija številka 20), v katero vstopata seriji iz prve operacije, ima običajno enako ali celo več serij kot predhodna prva operacija. Če se na operaciji ne spreminja nič drugega kot vhodna serija, potem ima ta operacija enako število serij kot predhodna. Na sliki lahko opazimo, da ima druga operacija 5 serij, saj je na kreiranje novih serij vplivala sprememba šarže vhodnega materiala na drugi operaciji ter dogodki, ki so se zgodili na delovnem mestu.

Tretja operacija (operacija številka 30), najbolj desno na sliki, je zadnja operacija v tehnološkem postopku delovnega naloga, zato vsebuje končne serije, ki predstavljajo končne izdelke. Tudi na tej operaciji so se zgodili razni dogodki ter spremembe šarž vhodnega materiala, zato ima ta operacija še več serij. Vsaka končna serija ima enolično povezavo na predhodne serije, kar je ključ sledenja, saj lahko točno ugotovimo, iz katerih materialov in predhodnih šarž je bila končna serija izdelana. Te povezave so na sliki prikazane z oranžnimi puščicami in kažejo iz serij na predhodne serije.

4.3 Podatkovna baza

Tako kot za celotno rešitev SinaproNG je tudi pri sledenju serijam za hranjenje podatkov uporabljena podatkovna baza MSSQL. Na sliki 6 je prikazan model podatkovne baze z entitetami, ki so uporabljene za sledenje serijam.

Uporabljene entitete se ločijo v tri glavne sklope - podatkovne, nastavitvene ter procesne entitete.

Podatkovne entitete predstavljajo osnovne šifrante, ki jih potrebujemo pri sledenju. Ti dve entiteti sta:

- dogodek (tabela sl_pod_dogodek): entiteta nosi podatke o dogodkih, ki so kasneje uporabljeni za sledenje serijam. Dogodke se ureja na maski za urejanje dogodkov,
- material (tabela t_pod_material): entiteta nosi podatke o materialih in sestavnih delih, ki so uporabljeni za sledenje serijam. Materiale se ureja na maski za urejanje materialov.

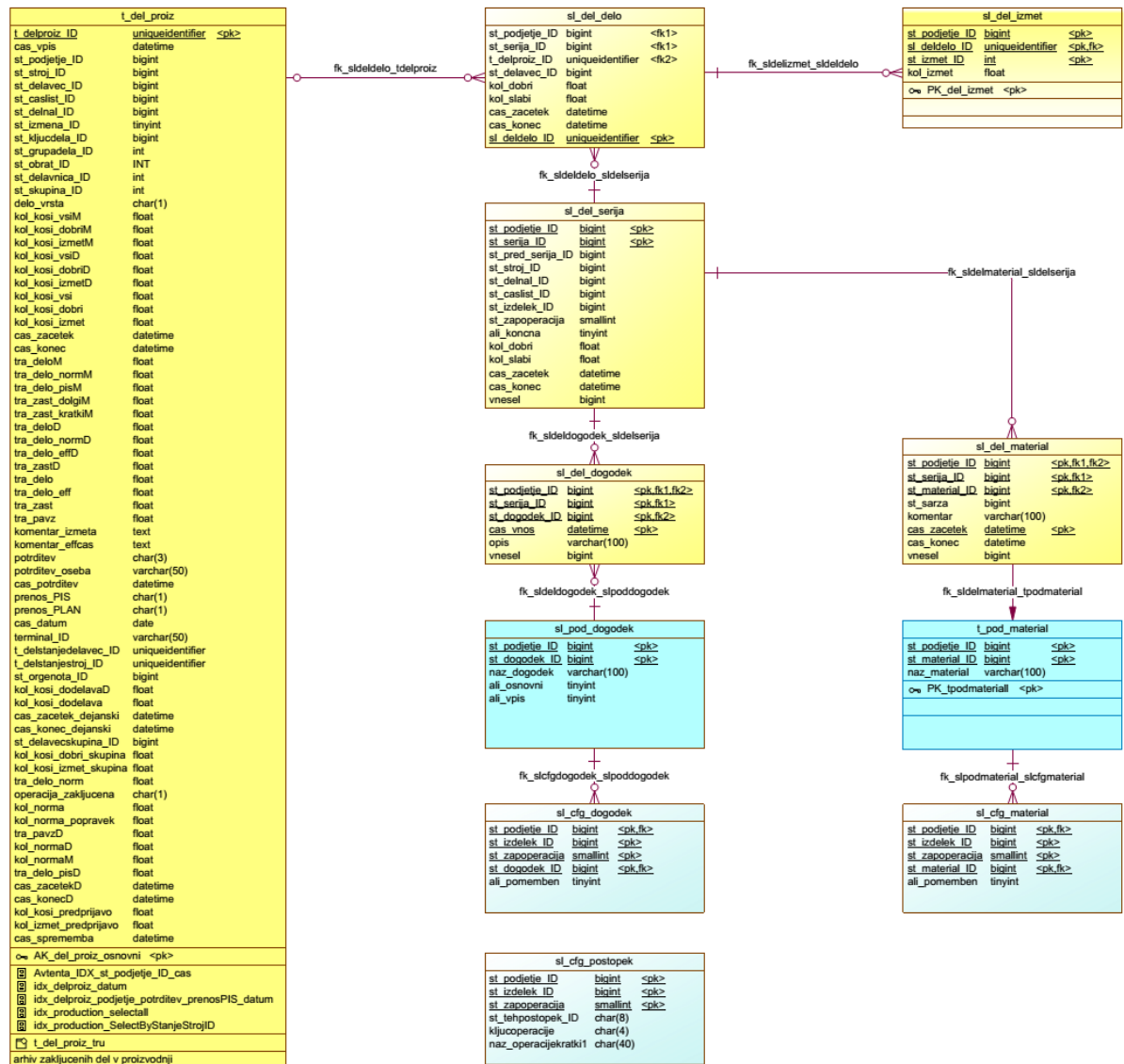
Nastavitvene entitete predstavljajo nastavitve sledenja izdelkom v proizvodnem procesu. Te entitete so:

- nastavitve dogodka (sl_cfg_dogodek), ki povedo, kateri dogodek izdelave izdelka se izvaja na kateri operaciji ter, ali je dogodek pomemben za aktiviranje nove serije,
- nastavitve materiala (sl_cfg_material), ki povedo, kateri material izdelave izdelka se izvaja na kateri operaciji ter, ali je material pomemben za aktiviranje nove serije,
- nastavitve postopka (sl_cfg_postopek), ki predstavljajo tehnološki postopek za izdelavo izdelka.

Procesne entitete predstavljajo podatke, ki so bili zajeti med samim proizvodnim procesom in predstavljajo končne rezultate procesa. Te entitete so:

- procesna entiteta za beleženje celotnega dela delavca (t_del_proiz). Ta entiteta hrani podatke za celoten sistem SinaproNG, in sicer o kosih, časih, zastojih, operacijah, ipd.,
- procesna entiteta o delu na eni seriji (sl_del_delo), ki predstavlja del entitete o celotnem delu. Če se v eni seriji dela več izmen, ima vsaka serija več teh entitet. Ta entiteta hrani podatke o proizvedenih kosih ter čase dela serije,
- procesna entiteta o izmetu (sl_del_izmet), ki predstavlja tipizirane količine izmeta za določeno delo v seriji,
- glavna procesna entiteta za sledenje serijam (t_del_serija), ki predstavlja eno dokončano ali še nedokončano serijo. Vsebuje podatke o predhodni seriji ter ostale procesne podatke, kot so stroj, delovni nalog, operacija, izdelek, količine, itd.,
- procesna entiteta o dogodkih na seriji (sl_del_dogodek) predstavlja dogodke, ki so se zgodili na seriji. Običajno hrani samo en pomemben dogodek ter nič ali več nepomembnih dogodkov za eno serijo. Hrani podatke o tem, kateri dogodek se je zgodil na kateri seriji ter kdo in kdaj je dogodek vpisal,
- procesna entiteta o materialih na seriji (sl_del_material) vsebuje šarže materialov, ki so bile uporabljene za izvajanje določene serije. V primeru, da je material pomemben, se za eno serijo lahko pojavi samo enkrat.

Slika 6 prikazuje relacijsko shemo dela podatkovne baze, ki se uporablja za hranjenje podatkov v modulu za sledenje serij izdelkov.



Slika 6: Model podatkovne baze

5 Opis funkcionalnosti rešitve

Za diplomsko delo sem izdelal praktično informacijsko rešitev za sledenje serijam izdelkov v kosovni proizvodnji. Modul za sledenje serijam nadgrajuje sistem SinaproNG tako, da omogoča še bolj podrobno spremljanje proizvodnega procesa. Vsak nalog, ki se izdeluje, se pri sledenju še bolj razdrobi na dele, ki so izdelani iz enakih materialov.

Začeli smo z oblikovanjem tabel v podatkovni bazi, ki so potrebne za zapis podatkov o serijah ter njihovih nastavitvah. Entitete, ki so shranjene v tabelah, so podrobno opisane v poglavju 4.3.

Glavno vprašanje, kako obstoječi sistem nadgraditi, ne da bi pri tem spreminjali delovanje obstoječe rešitve, smo rešili tako, da smo v globalne nastavitve rešitve SinaproNG dodali nastavitve, ki ugotovi, ali sistem uporablja sledenje serijam ali ne. To nam omogoča, da sistem ob izklopljeni nastavitvi deluje enako kot starejše verzije, v katere še ni bil vključen modul za sledenje. Marsikateri kupec te funkcionalnosti namreč ne bo uporabljal, zato mu z novo verzijo sistema ne želimo vsiljevati nepotrebnih funkcionalnosti.

Modul za sledenje serijam v proizvodnji v sistemu SinaproNG uporablja dva dela rešitve SinaproNG:

- modul za delovodje,
- terminalski del sistema.

5.1 Modul za delovodje

Glavna funkcionalnost spletne aplikacije za delovodje je nastavitve šifrantov, pregledovanje zajetih podatkov ter ročno vnašanje podatkov iz proizvodnje, ki niso bili vneseni preko terminalskega dela. Prav tako kot sistem SinaproNG tudi modul za spremljanje serijam uporablja spletni del aplikacije za nastavitve ter pregled zajetih podatkov sledenja.

Glavne funkcionalnosti, ki jih potrebujemo za spremljanje vhodnih materialov in sledenje serijam, smo dodelali v modulu za delovodje. Te funkcionalnosti so:

- modul za vnos specifičnih šifrantov za sledenje,
- modul za urejanje proizvodnega procesa izdelkov,
- modul za pregled izdelanih serij.

Osnovna šifrant, ki sta potrebna za nastavitev sledenja, sta šifrant materiala in šifrant dogodkov. Ta dva podatka sta dodatna vhodna podatka za sledenje serijam, ki jih pri običajnem spremljanju proizvodnje ni. Med delom enega izdelka na isti operaciji sta to glavna podatka za generiranje novih serij.

Vsak izdelek ima definirane operacije tehnološkega postopka, ki se morajo izvesti, da dobimo končni izdelek. Operacije si sledijo zaporedno in vsak izdelek ima po kosovnici točno definirane vhodne materiale, ki se potrebujejo za izdelavo izdelka. V izdelani rešitvi ne dobimo kosovnic iz poslovnega informacijskega sistema, zato jih je potrebno ročno nastaviti. V rešitvi SinaproNG smo izdelali modul za urejanje sledenja, na katerem vhodne materiale, vnesene skozi šifrant, povezujemo na operacije proizvodnega procesa izdelave izdelka.

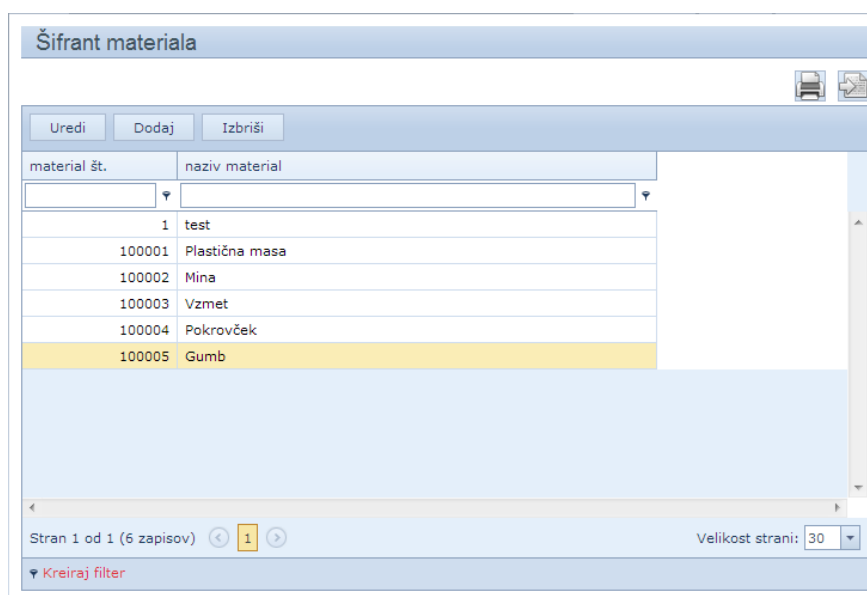
Namen spremljanja proizvodnje je, da nadrejeni preverjajo učinkovitost ter delovanje proizvodnje s pomočjo zajetih podatkov proizvodnega procesa. Za pregled in analiziranje podatkov o serijah smo izdelali pregled podatkov, ki omogoča podrobno analizo zajetih podatkov.

5.1.1 Šifrant materialov

Vsak izdelek ima skozi proizvodni proces določeno število vhodnih materialov ali sestavnih delov. Da se materiali, ki so uporabljeni v več izdelkih ne bi vedno znova vpisovali, so ti popisani v šifrantu materialov. Modul za sledenje serijam temelji na vhodnih materialih, saj prav nova šarža vhodnega materiala lahko sproži generiranje nove serije.

Podatki s šifro poenostavijo vnos materialov proizvodnega procesa v sistem ter omogočajo lažje in boljše analize zbranih podatkov. Za šifre podatkov o materialih smo se odločili tudi zaradi lažje umestitve le-teh v podatkovno bazo. Vsaka entiteta materiala vsebuje edinstveno identifikacijsko številko in naziv, v nadaljnjem razvoju aplikacije pa se bo entiteti lahko dodalo tudi druge podatke.

Modul s šifrantom materiala vsebuje tabelarični prikaz vnesenih materialov, ki omogoča filtriranje, tiskanje in izvoz prikazanih materialov (prikazano na sliki 7). Modul omogoča dodajanje, urejanje ter brisanje materialov. Brisanje materialov je omejeno, saj podatka, ki je v serijah že uporabljen, ne moremo brisati, saj bi se drugače izgubili do zdaj zbrani podatki.



Slika 7: Zaslonka maska šifranta materiala

Slika 8 prikazuje zaslonko masko za dodajanje novih in urejanje obstoječih materialov. Številka materiala je ključ v podatkovni bazi in jo pri urejanju ni mogoče spreminjati, saj bi drugače lahko prišlo do nekonsistentnih podatkov.



Slika 8: Zaslonka maska za dodajanje in urejanje materiala

5.1.2 Šifrant dogodkov

Prav tako kot sprememba šarže vhodnega materiala lahko kateri od dogodkov v proizvodnem procesu spremeni kakovost izdelanih končnih izdelkov. Sprememba kakovosti končnih izdelkov je ključna za kreiranje nove serije, zato je za celovito sledenje potrebno upoštevati tudi dogodke.

Zaradi lažjega vnosa podatkov s šiframi ter učinkovitejše analize smo tudi dogodke označili s šiframi. Zaradi dodatnih podatkov, ki jih ima entiteta dogodka, je smiselno, da ima entiteta svojo šifro in je shranjena v podatkovni bazi v svoji tabeli. Vsaka entiteta dogodka ima

edinstveno identifikacijsko številko dogodka in naziv, hkrati pa ima tudi dva dodatna parametra, in sicer:

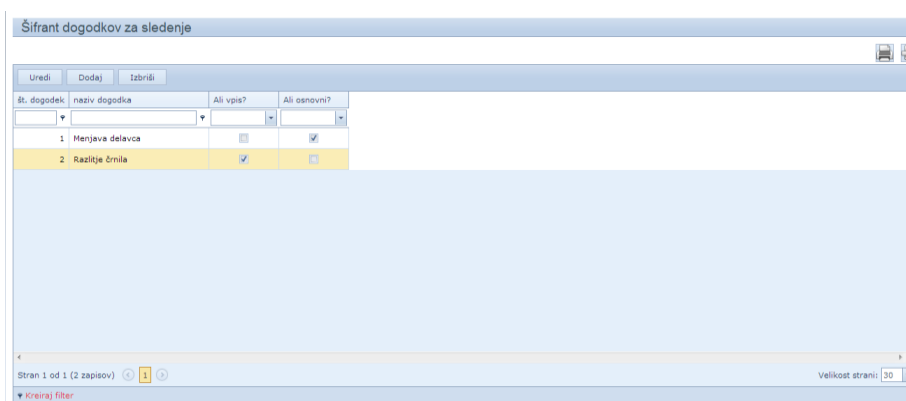
- podatek o tem, ali je dogodek uporabljen za ročni vnos,
- podatek o tem, ali je dogodek osnoven.

Dogodke, ki so definirani za ročni vnos, lahko uporabnik vpisuje v terminalskem delu, in sicer v modulu za vnos dogodkov. Ostali dogodki se aktivirajo samodejno glede na druge vhode v proizvodni proces, ti pa so lahko aktivirani s terminalskim vnosom ali samodejno z drugimi prožilci.

Osnovni dogodki so vedno vključeni v vsako operacijo proizvodnega procesa izdelka. Ti dogodki se aktivirajo samodejno z drugimi terminalskimi vnosi. Takšen dogodek je na primer menjava delavca, ki se aktivira ob prijavi novega delavca na operacijo. Osnovni dogodki so kodirani v aplikacijo, za vsak dogodek pa je potrebno dodelati rešitev. Zaenkrat ima rešitev samo en osnoven dogodek, to je menjava delavca.

Dogodke, ki niso osnovni dogodki, se glede na potrebe lahko dodaja na operacije proizvodnega procesa. Običajno se vnašajo ročno s terminalskim vnosom.

Modul s šifrantom dogodkov vsebuje tabelarni prikaz vnesenih dogodkov. Omogoča filtriranje, tiskanje in izvoz prikazanih dogodkov, kar je prikazano na sliki 9. Prav tako pa omogoča tudi dodajanje, urejanje ter brisanje dogodkov. Brisanje osnovnih dogodkov je mogoče samo s posredovanjem administratorja, saj so ti dogodki že del vsake operacije na proizvodnem procesu izdelkov. Brez administratorja je onemogočeno tudi brisanje dogodkov, ki so že uporabljeni pri sledenju izdelka, saj bi s tem izbrisali že zbrane podatke.



Slika 9: Zaslonska slika šifranta dogodkov

Zaslonska maska, prikazana na sliki 10, je uporabljena za urejanje in dodajanje dogodkov ter prikazuje podatke o dogodku, ki ga urejamo. Za vnos novega dogodka je potrebno specificirati edinstveno številko in naziv dogodka ter določiti, ali je dogodek namenjen vpisu

in ali gre le za osnoven dogodek. Pri urejanju dogodka je onemogočeno urejanje številke dogodka.

Slika 10: Zaslonka maska za dodajanje in urejanje dogodka

5.1.3 Urejanje sledenja serij

Vsak končni izdelek ima za izdelavo definirano tehnologijo, ki predstavlja operacije proizvodnega procesa. Ti podatki so s pomočjo delovnega naloga preneseni iz poslovnega informacijskega sistema. Delovni nalog ima točno definirano zaporedje operacij, ki se za dokončanje izdelave izdelka morajo izvesti.

Urejanje sledenja																				
Dodaj Odstrani <table> <thead> <tr> <th>št. izdelka</th> <th>Naziv izdelka:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>19800</td><td>Sponka</td></tr> <tr><td>20032</td><td>Kemični svinčnik</td></tr> <tr><td>20033</td><td>Svinčnik</td></tr> <tr><td>20185</td><td>Geo trikotnik</td></tr> <tr><td>32229</td><td>Ravnilo</td></tr> </tbody> </table>			št. izdelka	Naziv izdelka:	19800	Sponka	20032	Kemični svinčnik	20033	Svinčnik	20185	Geo trikotnik	32229	Ravnilo						
št. izdelka	Naziv izdelka:																			
19800	Sponka																			
20032	Kemični svinčnik																			
20033	Svinčnik																			
20185	Geo trikotnik																			
32229	Ravnilo																			
Dodaj Odstrani <table> <thead> <tr> <th>št. materiala</th> <th>naziv materiala</th> <th>pomemben</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>test</td><td></td></tr> <tr><td>100001</td><td>Plastična masa</td><td></td></tr> <tr><td>100004</td><td>Pokrovček</td><td></td></tr> <tr><td>100005</td><td>Gumb</td><td></td></tr> </tbody> </table>			št. materiala	naziv materiala	pomemben	1	test		100001	Plastična masa		100004	Pokrovček		100005	Gumb				
št. materiala	naziv materiala	pomemben																		
1	test																			
100001	Plastična masa																			
100004	Pokrovček																			
100005	Gumb																			
Dodaj Odstrani <table> <thead> <tr> <th>št. dogodek</th> <th>naziv dogodka</th> <th>pomemben</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>60</td><td>Vlivanje držala</td><td></td></tr> <tr><td>70</td><td>Struženje navoja</td><td></td></tr> <tr><td>90</td><td>Vstavljanje vzmeti in mine</td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>Vijačenje pokrovčka z gumbom</td><td></td></tr> <tr><td>105</td><td>Končna kontrola in pakiranje</td><td></td></tr> </tbody> </table>			št. dogodek	naziv dogodka	pomemben	60	Vlivanje držala		70	Struženje navoja		90	Vstavljanje vzmeti in mine		100	Vijačenje pokrovčka z gumbom		105	Končna kontrola in pakiranje	
št. dogodek	naziv dogodka	pomemben																		
60	Vlivanje držala																			
70	Struženje navoja																			
90	Vstavljanje vzmeti in mine																			
100	Vijačenje pokrovčka z gumbom																			
105	Končna kontrola in pakiranje																			

Slika 11: Zaslonka maska za urejanje sledenja

Sledenje serijam omogoča podrobnejše spremljanje izdelave artikla, zato je osnovne podatke o operacijah potrebno še dodatno definirati oziroma določiti, kaj je za določeno operacijo

pomembno in kaj ne. Modul za urejanje proizvodnega procesa izdelkov za sledenje serijam, prikazan na sliki 11, omogoča enostavno spreminjanje in dodajanje novih nastavitev. Vsaki operaciji proizvodnega procesa izdelka se določi:

- katerim materialom iz šifranta materialov se bo spremljalo spremembo šarž,
- kateri dogodki iz šifranta dogodkov so za to operacijo pomembni.

Vse nastavitve sledenja izdelkom vplivajo na vnose terminalskega dela rešitve in so ključnega pomena za delovanje sledenja. Maska modula za urejanje sledenja je sestavljena iz štirih sklopov:

- izbrani izdelki za sledenje,
- operacije, ki so potrebne za izdelavo izbranega izdelka,
- izbiranje materialov,
- izbiranje dogodkov.

5.1.3.1 Izbrani izdelki za sledenje

Če so izdelki enostavni in z njimi podjetja nimajo težav, potem sledenje serijam izdelkov ni potrebno oziroma je nesmiselno. V takih primerih bi sledenje serijam izdelkov lahko delno upočasnilo proizvodnjo, saj je potrebno izvajati več terminalskih vnosov. Serije morajo biti pakirane vsaka v svoji transportni enoti, zato bi sledenje upočasnilo tudi logistične dejavnosti v proizvodnem procesu.

Modul za urejanje sledenja določa, nad katerimi izdelki se bo izvajalo sledenje in nad katerimi ne. Slika 12 prikazuje izdelke, ki imajo vklopljeno sledenje in imajo drugačne terminalske vnose kot ostali izdelki.

Dodaj Odstrani	
št. izdelka	Naziv izdelka:
19800	Sponka
20032	Kemični svinčnik
20033	Svinčnik
20185	Geo trikotnik
32229	Ravnalo

Slika 12: Zaslonska maska izdelkov za sledenje

Med izbrane izdelke za sledenje lahko dodajamo vse izdelke, ki imajo definirano tehnologijo izdelave in smo jih z delovnimi nalogi pridobili iz poslovnega informacijskega sistema. To

pomeni, da izdelek mora imeti razpisan delovni nalog z določeno količino. Običajno podjetja sledijo samo določenim artiklom, s katerimi so v preteklosti imela težave z uporabljenimi materiali ali pa se soočajo z reklamacijami na izdelku. S pomočjo sledenja lažje ugotovijo, kateri sestavni del ali dogodek močno vpliva na kakovost izdelkov.

Izdelek, nad katerim ni več potrebno izvajati sledenja, se lahko odstrani s seznama izdelkov za sledenje. To bo spremenilo izvajanje terminalskih vnosov, saj ne bo več potrebno vnašati podrobnosti o sledenju temveč le še osnovne podatke za spremljanje proizvodnje.

5.1.3.2 Operacije izdelave izdelka

Vsak izdelek, ki se izdeluje skozi proizvodni proces, ima določeno tehnologijo, ki mu določa vsaj eno ali več operacij. Za sledenje se lahko uporabljajo samo izdelki, izdelani z zaporednim vrstnim redom operacij, to pomeni, da si operacije sledijo ena za drugo. Podatki o operacijah proizvodnega procesa izdelka se prenesejo iz poslovnega informacijskega sistema in so unikatno označeni. Vsaka operacija ima definirano zaporedno številko, ki določa vrstni red izvajanja. Operaciji se določi materiale, ki vanjo vstopajo, ter dogodke, ki so pomembni na tej operaciji. Vsaki izmed operacij se avtomatsko pripišejo osnovni dogodki, ki jih mora vsebovati vsaka operacija. Prikaz zaporednih operacij je prikazan na sliki 13.

zap.št. operacije	operacija naziv
60	Vlivanje držala
70	Struženje navoja
90	Vstavljanje vzmeti in mine
100	Vijačenje pokrovčka z gumbom
105	Končna kontrola in pakiranje

Slika 13: Zaslonska maska zaporednih operacij tehnološkega postopka

5.1.3.3 Določitev materialov

Vsak izdelek ima skozi proizvodni proces določeno število vhodnih materialov ali sestavnih delov. Vsaki operaciji tehnološkega postopka je potrebno določiti vhodne materiale, ki jih operacija uporablja, saj zaradi spreminjanja tehnologij skozi čas običajno teh podatkov ne prenesemo iz poslovnega informacijskega sistema.

Vhodni materiali se med seboj razlikujejo, saj nekateri bolj vplivajo na kvaliteto končnega izdelka kot drugi. Glede na to, koliko določen izdelek vpliva na kakovost, je potrebno definirati, ali bomo materiale spremljali oziroma ali bomo vpisovali šarže materialov ali ne.

Za materiale, za katere bomo vpisovali šarže, se lahko odločimo, ali je material toliko pomemben, da se bo ob spremembi šarže kreirala nova serija. V primeru, da materil ni pomemben, bomo šarže vpisovali za kasnejše preglede. Te šarže ne bodo vplivale na kreiranje nove serije. Slika 14 prikazuje urejanje materialov (v zgornji tabeli so neizbrani materiali, v spodnji pa izbrani materiali za izbrano operacijo). Materialom, ki so izbrani kot vhod neke operacije, lahko določamo tudi pomembnost spremembe šarže materiala.

št. materiala	naziv materiala
1	test
100001	Plastična masa
100004	Pokrovček
100005	Gumb

Dodaj
Odstrani

št. materiala	naziv materiala	pomemben
100002	Mina	☒
100003	Vzmet	☐

Slika 14: Zaslonska maska za izbiro materiala za sledenje

5.1.3.4 Določitev dogodkov

Enako kot za materiale lahko tudi za dogodke vsaki operaciji določimo, kateri dogodki so zanj pomembni. Osnovni dogodki, kot je menjava delavca, se v listo izbranih dogodkov dodajo avtomatično, določimo lahko samo, ali so dogodki pomembni za kreiranje nove izhodne serije ali ne.

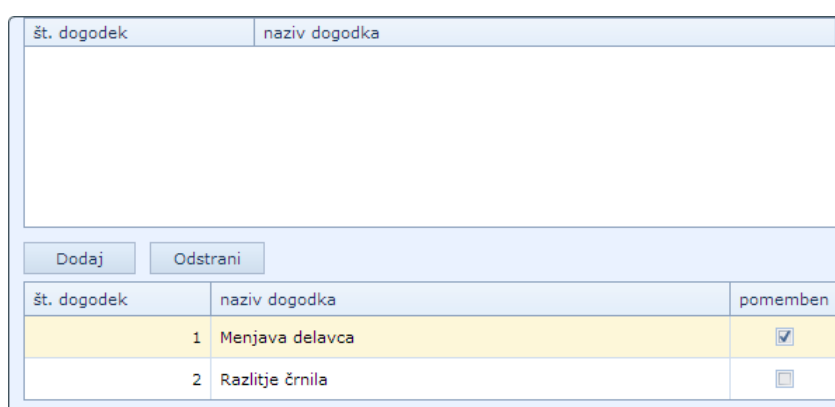
V proizvodnem procesu lahko že en dogodek sproži spremembo kvalitete končnih izdelkov, zato ga je potrebno v sledenju zabeležiti. Prav tako kot vhodni materiali imajo tudi operacije lahko definirane različne dogodke, ki vplivajo na spremembo serije.

Vsi osnovni dogodki, ki smo jih definirali v šifrantu dogodkov, so avtomatsko dodani med dogodke vseh operacij tehnološkega postopka. Teh dogodkov iz operacij ne moremo odstraniti, saj so samodejno dodani na vseh operacijah. Osnovnim dogodkom lahko določimo le pomembnost, ki vpliva na kreiranje nove serije izdelkov. Osnovnih dogodkov ni potrebno vnašati s terminalskimi vnosi, saj se bodo ti izvršili z drugimi vnosi. Primer: osnovni dogodek, kot je menjava delavca, se bo izvršil, ko se bo nekdo drug prijavil na isto operacijo

in se bo tako zamenjal delavec, ki izdelke izdeluje. Ta dogodek je na eni operaciji lahko bolj pomemben kot na drugi, saj se pomembnost človeškega faktorja lahko razlikuje od operacije do operacije.

Ostale dogodke, ki so definirani za ročni vnos, se lahko doda med dogodke določene operacije. To so običajno dogodki, ki se zgodijo na stroju in vplivajo na kvaliteto končnih izdelkov. Tudi tem dogodkom se določi njihova pomembnost, in sicer glede na to, koliko vplivajo na izhodni izdelek. Te dogodke se vnaša s terminalskimi vnosi.

Slika 15 prikazuje izbor dogodkov za določeno operacijo. Funkcionalnost tega modula je podobna funkcionalnosti modula, v katerem se ureja izbrani material.



št. dogodek	naziv dogodka

št. dogodek	naziv dogodka	pomemben
1	Menjava delavca	☒
2	Razlitje črnila	☐

Slika 15: Zaslonska maska za izbiro dogodkov za sledenje

5.1.4 Pregled serij

Vse podatke o serijah, ki se izdelajo in zabeležijo, se tudi prikaže, saj je cilj zajemanja podatkov v tem, da se jih kasneje pregleduje in analizira. Običajno se podatkov o serijah ne pregleduje sproti, ampak se jih analizira, ko je zbranih več podatkov. Dejanske vzroke se namreč lahko odkriva šele na podlagi večjega števila zbranih podatkov.

Odkrivanje vzrokov za slabe serije, ki privedejo do reklamacij, je glavni namen modula za sledenje serij. Vzrokov za slabe serije je več:

- slaba šarža vgrajenega materiala,
- dogodek,
- delavec,
- stroj.

Običajno je vzrok za slabe serije slabo vgrajena šarža vhodnega materiala, ki lahko pripelje do tega, da končni izdelek ne dosega postavljenih normativov. Ob ugotovitvi, da je vzrok za slabe izdelke material, se preveri, kdo je dobavitelj materiala, ter posledično izvede vrnitev preostalega materiala. Za slabe šarže je lahko vzrok tudi nepravilno skladiščenje ali transport vgrajenega materiala. Kaj je glavni vzrok za slab material, se lahko ugotovi šele po opravljeni analizi serij.

Vzrok za slabe končne izdelke je lahko tudi dogodek, ki se pojavlja med samim proizvodnim procesom. Cilj dobrega sledenja serijam je, da delavci vestno vnašajo tudi dogodke, saj brez vnosov dogodkov napak ne moremo izslediti. Če ugotovimo, da je razlog za slabe izdelke prav določen dogodek, poskušamo te dogodke omejiti ali pa iz izdelave predhodno odstraniti določeno število izdelanih kosov.

Dejstvo je, da delavci ne delajo enako, nekateri so bolj učinkoviti in dosledni, drugi manj, zato je tudi delavec lahko vzrok za slabe serije izdelkov. Tudi ta vzrok je možno odkriti s sledenjem serij ter delavce ustrezno opomniti, ob neupoštevanju navodil pa tudi sankcionirati.

Nekatere operacije v proizvodnem procesu, ki so časovno bolj zahtevne, se lahko izdeluje tudi na več strojih istočasno. Pri takih izdelkih se ugotavlja, ali je razlog za slabe končne izdelke prav v določenem stroju. Te napake se lahko odpravi s podrobnejšim pregledom in popravi stroja.

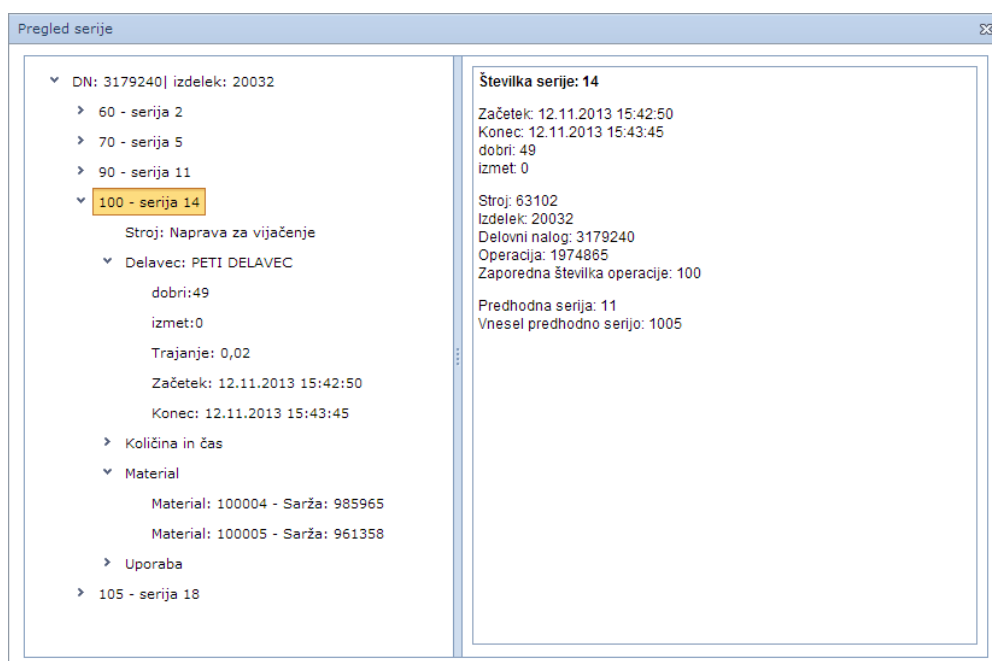
Ob ugotovitvi razloga slabih serij se lahko preveri še ostale serije, v primeru, da so tudi pri njih zaznani slabi končni izdelki. Te serije se lahko kasneje odpokliče od kupcev, se jih popravi ali uniči.

Pregled serij													
Povlecite glavo stolpca sem, da ustvarite skupino po tem stolpcu													
# podjetje št.	serija št.	predhodna serija	stroj št.	delovni nalog	operacija št.	izdelek ident	zap.št. operacije	končna	dobro	izmet	čas začetek	čas konec	vpisal
2000	1	-1	10202	3179240	1974861	20032	60	0	99	1	6.11.2013	6.11.2013	1001
2000	2	-1	10202	3179240	1974861	20032	60	0	389	11	6.11.2013	7.11.2013	1001
2000	3	1	11356	3179240	1974862	20032	70	0	97	2	7.11.2013	7.11.2013	1002
2000	4	-1	10202	3179240	1974861	20032	60	0	1111	9	7.11.2013	7.11.2013	1001
2000	5	2	11356	3179240	1974862	20032	70	0	194	6	7.11.2013	7.11.2013	1002
2000	6	2	11356	3179240	1974862	20032	70	0	189	0	7.11.2013	7.11.2013	1003
2000	7	-1	10202	3179240	1974861	20032	60	0	0	0	7.11.2013		1001
2000	8	4	11356	3179240	1974862	20032	70	0	1106	5	7.11.2013	7.11.2013	1003
2000	9	7	11356	3179240	1974862	20032	70	0	0	0	7.11.2013		1003
2000	10	3	32044	3179240	1974864	20032	90	0	97	0	11.11.2013	11.11.2013	1004
2000	11	5	32044	3179240	1974864	20032	90	0	192	2	11.11.2013	12.11.2013	1004
2000	12	5	32044	3179240	1974864	20032	90	0	0	0	12.11.2013		1004
2000	13	10	63102	3179240	1974865	20032	100	0	95	2	12.11.2013	12.11.2013	1005
2000	14	11	63102	3179240	1974865	20032	100	0	49	0	12.11.2013	12.11.2013	1005
2000	15	11	63102	3179240	1974865	20032	100	0	138	5	12.11.2013	12.11.2013	1005
2000	16	12	63102	3179240	1974865	20032	100	0	0	0	12.11.2013		1005
2000	17	13	5575	3179240	1974866	20032	105	1	95	0	12.11.2013	12.11.2013	1006
2000	18	14	5575	3179240	1974866	20032	105	1	48	1	12.11.2013	12.11.2013	1006
2000	19	15	5575	3179240	1974866	20032	105	1	0	0	12.11.2013		1006

Slika 16: Zaslonska maska za pregled izdelanih serij

Modul za pregled proizvedenih serij omogoča pregled nad vsemi še nedokončanimi in izdelanimi serijami. Te serije lahko pregledujemo na maski za pregled serij, prikazani na sliki 16, kjer so podatki o serijah prikazani tabelarično. Za pridobivanje želenih podatkov se podatke v tabeli lahko filtrira in grupira po različnih poljih.

Vsako serijo lahko podrobneje pregledamo v maski za pregled serije, ki jo prikazuje slika 17. V njej so bolj podrobno prikazani vsi podatki ene serije. Pregledujemo lahko celoten tehnološki postopek izdelave končne serije, in sicer od prve operacije do končnega izdelka. Za vsako vgrajeno serijo lahko pregledujemo podatke o vgrajenih materialih, sestavnih delih, dogodkih, delavcih, strojih, časih izdelave, količinah, ipd.



Slika 17: Zaslonska maska za prikaz serije

5.2 Terminalske vnosi

Terminalske vnosi za zajemanje podatkov o izdelavi izdelka, so ključni del rešitve SinaproNG. V proizvodnem obratu so običajno postavljeni paneli oziroma terminali za vnos različnih dogodkov. Običajni moduli terminalskega dela rešitve omogočajo prijavo ter odjavo delavca, prijavo ter odjavo zastoja, opredeljevanje avtomatsko zajetih zastojev ter informativni pregled dela.

Sledenje serijam nadgrajuje funkcionalnost terminalskega dela rešitve SinaproNG, saj omogoča še več različnih vnosov, ki so potrebni za sledenje serijam. Uporablja se za vsa

vpisovanja podatkov v sistem ter za tiskanje spremne dokumentacije. Sledenje na terminalu nadgrajuje modul za prijavo dela, hkrati pa omogoča dodajanje novih modulov, ki se uporabljajo samo za sledenje. Ti moduli so:

- modul za vnos nove predhodne serije,
- modul za vnos nove šarže materiala,
- modul za vnos dogodka,
- modul za tiskanje spremne dokumentacije.

Vsak dogodek, ki sproži kreiranje nove serije, povzroči tiskanje spremnih listov nove serije, ki se jih vstavlja v transportno embalažo.

5.2.1 Prijava dela

Prijava dela je glavni modul terminalskega dela, saj zajema osnovne podatke, ki so potrebni za spremljanje proizvodnje ter proizvodnega procesa. Vsak delavec v proizvodnji, mora pred začetkom dela, delo prijaviti s terminalskim vnosom. Za vnos novega dela v sistem so potrebni osnovni podatki o delu:

- identifikacijska številka operacije delovnega naloga, ki predstavlja operacijo tehnološkega postopka delovnega naloga in opredeljuje delo,
- identifikacijska številka stroja, ki predstavlja stroj, na katerem se bo delo izvajalo,
- identifikacijska številka delavca, ki predstavlja osebo, ki bo delo izvajala.

Za sledenje serijam je ključni podatek številka operacije delovnega naloga, s pomočjo katere razberemo tudi podatek o tem, kateri izdelek se izdeluje. Izdelek je namreč glavni nastavitveni parameter za določanje sledenja. Na podlagi tega podatka prikažemo drugi del zaslonske maske za prijavo dela, ki je na sliki 18 označen z rdečo. Prikažejo se vnosna polja za podatke o predhodni seriji ter šaržah vhodnih materialov, ki so ključni za beleženje sledenja serijam:

- predhodna serija operacije je serija, ki vstopa v trenutno prijavljeno operacijo. Ta podatek unikatno določa, iz katere serije se izdelujejo izdelki na tej operaciji, in omogoča sledenje skozi tehnološki postopek izdelka. Prve operacije tehnološkega postopka nimajo vhodne serije, ampak imajo samo vnos vhodnih materialov. Ostale operacije imajo vhodno serijo, ki se ob vnosu tudi preveri, ali je serija res izdelana na predhodni operaciji istega delovnega naloga,
- vhodnim materialom, ki so nastavljeni za izbrano operacijo, je potrebno določiti šarže, ki jih delavec razbere z embalaže vhodnega materiala. Vnos šarž pomembnih

materialov je obvezen, saj drugače ne moremo zagotoviti pravilnega sledenja, medtem ko je vnos šarž nepomembnih materialov neobvezen.

SinaproNG > prijava dela

11.11.2012 10:47:18
verzija: 1.0.8.0

št. operacije: 1974864 naziv operacije: Vstavljanje vzmeti in mine

št. stroja: 32044 naziv stroja: Avtomatska sestavjalnica

št. kartice delavca: 1004 naziv delavca: ČETRTI DELAVEC

št. spr. lista: 3 spr list: Pravilen spremni list

pomemben	št. materiala	naziv materiala	šarža	vnos
Yes	100002	Mina	343536	
No	100003	Vzmet	454566	

domov nazaj prek potrdi

Slika 18: Zaslonska maska za prijavo dela

5.2.2 Prijava serije s predhodne operacije

Za sledenje izdelkom skozi operacije tehnološkega postopka je potrebna povezava serij med operacijami delovnega naloga. Vse serije, razen serije prve operacije, so izdelane iz serij predhodnih operacij. Izhod iz serij predhodnih operacij so polizdelki, ki so običajno glavni vhod v serijo trenutne operacije. Pri tem je potrebno zagotoviti točno določeno serijo polizdelkov, ki vstopajo v operacijo. Sprememba serije predhodne operacije sproži na trenutni operaciji kreiranje nove serije, saj se spremeni glavni vhod, brez katerega ne bi uspešno sledili končnim serijam. S pomočjo predhodne serije dobimo končne serije, ki imajo enolično definirane vse serije predhodnih operacij in tako vse potrebne podatke za sledenje serijam.

Sprememba vhodne serije se zgodi, ko se na delovnem mestu prične z uporabo polizdelkov druge predhodne serije. Serije so označene s spremnim listom v transportni embalaži, zato je zaradi možnih sprememb serij nujno dosledno sledenje spremnih listov.

Zaslonska maska za vnos nove predhodne serije je prikazana na sliki 19. Za vnos predhodne serije je potrebno zagotoviti naslednje podatke:

- identifikacijska številka delavca, ki predstavlja delavca, ki vnos izvaja, saj ponekod lahko te podatke vnašajo transportni delavci in ne dejanski delavci na delovnem mestu,
- identifikacijska številka stroja, ki predstavlja stroj, na katerem se bo začela uporabljati nova predhodna serija,

- identifikacijska številka serije iz predhodne operacije, ki predstavlja serijo izdelkov narejenih na predhodni operaciji. Vnesena serija mora biti izdelana na predhodni operaciji enakega delovnega naloga, v nasprotnem primeru vhodna serija ni pravilna,
- število natisnjenih spremnih listov serije, ki predstavlja število spremnih listov, ki jih bo delavec potreboval pri vstavljanju v transportno embalažo.

Slika 19: Zaslonska maska za prijavo predhodne serije

5.2.3 Prijava nove šarže materiala

Enako kot sprememba predhodne serije tudi sprememba šarže materiala sproži kreiranje nove serije, seveda le v primeru, da je ta material pomemben za sledenje. Pomembnost materialov se določi v modulu za urejanje serij. Za pravilno sledenje šarž mora biti vsaka sprememba šarže vhodnih materialov tudi evidentirana, saj le tako lahko zagotovimo točnost podatkov. Embalažne enote z vhodnimi materiali morajo obvezno vsebovati tudi šaržo izdelave, ki jo običajno zagotovijo dobavitelji. Sprememba šarže pomembnega materiala sproži na trenutni operaciji delovnega naloga kreiranje nove serije, kar pomeni, da je potrebno dobiti še dodatne količinske podatke o izdelani seriji, kar je podrobneje opisano v poglavju 5.2.6.

Ob vsaki spremembi transportne embalaže vhodnega materiala se preveri šaržo ter eventualno v sistem vnese podatke, in sicer s pomočjo maske za vnos vhodnih materialov (prikazana na sliki 20). Za vnos nove šarže vhodnega materiala je potrebno zagotoviti naslednje podatke:

- identifikacijska številka delavca, ki predstavlja osebo, ki vnos izvaja, torej dejanskega delavca ali transportnega delavca,
- identifikacijska številka stroja, na katerem se bo začela uporabljati nova šarža vhodnega materiala,

- število natisnjenih spremnih listov serije, ki jih bo delavec potreboval pri vstavljanju v transportno embalažo,
- šarža novega vhodnega materiala, ki je ključni podatek, saj sproži spremembe.

SinaproNG > sledenje > prijava materiala

12.11.2012 13:24:31
verzija: 1.0.0.0

št. kartice delavca: 1004 naziv delavca: ČETRTI DELAVEC

št. stroja: 32044 naziv stroja: Avtomatska sestavjalnica

število spremnih listov: 1

pomemben	št. materiala	naziv materiala	sarža	vnos
Da	100002	Mina	323537	
Ne	100003	Vzmet	454566	

Home Back Cancel Confirm

Slika 20: Zaslonska maska za prijavo nove šarže materiala

5.2.4 Prijava dogodka

Dogodki, ki se zgodijo na delovnem mestu, lahko vplivajo na kakovost nadaljnjih serij in so lahko vzrok za slabe končne izdelke. Dogodki se razlikujejo glede na pomembnost, ki se ugotavlja skozi proizvodni proces. Če ugotovimo, da posamezni dogodek lahko ključno vpliva na kakovost izdelkov, potem je potrebno takšne dogodke beležiti. Ob spremembi pomembnega dogodka, se na operaciji delovnega naloga kreira nova serija in zabeleži podatke o predhodni seriji. Osnovnih dogodkov se ne vpisuje ročno, saj se ti ob drugem dogodku v proizvodnem procesu, beležijo samodejno.

Med izvajanjem dela na delovnem mestu je ob vsakem dogodku potrebno dogodek tudi zabeležiti, in sicer s pomočjo modula za terminalski vnos dogodka. Za beleženje dogodka je v maski za prijavo dogodka, ki je prikazana na sliki 21, potrebno zagotoviti naslednje podatke:

- identifikacijska številka osebe, ki vnos izvaja,
- identifikacijska številka stroja, na katerem se je dogodek zgodil,
- identifikacijska številka dogodka, ki se je na delovnem mestu zgodil. Te dogodke se predhodno definira v maski za urejanje serij,
- število natisnjenih spremnih listov nove serije, ki jih izdelovalec potrebuje za označevanje embalažnih enot.

SinaproNG > sledenje > prijava dogodka

12.11.2012 13:32:53
Verzija: 1.0.0.0

št. kartice delavca: 1004 naziv delavca: ČETRTI DELAVEC

št. stroja: 32044 naziv stroja: Avtomatska sestavljalnica

št. dogodka: 2 naziv dogodka: Razlitje črnila

število spremnih listov: 1

domov nazaj stik potrdi

Slika 21: Zaslonska maska za prijavo dogodka

5.2.5 Tiskanje dodatnih spremnih listov

Spremni list je pomembna delovna dokumentacija sledenja serijam, saj unikatno označuje transportne enote in s tem tudi izdelke, ki se v njih nahajajo. Vsaka transportna enota mora imeti spremlni list, ta pa mora vsebovati vsaj najpomembnejše podatke o seriji, ki se v njej nahaja. Najpomembnejša podatka sta podatka o delovnem nalogu ter številki serije, poljubno pa so na njem lahko tudi drugi podatki, kot so na primer šifre delavcev, število kosov, šifre operacij, ipd. Zaradi hitrejšega terminalskega vnosa serij spremlni list običajno vsebuje tudi črtno kodo serije. Spremlni list je ključni dokument za povezovanje serij med operacijami delovnega naloga, saj se ob vnosu serije ter ob prijavi dela, predhodna serija poveže s trenutno serijo.

SinaproNG > sledenje > tiskanje spr. lista

14.11.2012 17:37:50
Verzija: 1.0.0.0

št. kartice delavca: 1006 naziv delavca: ŠEST DELAVEC

št. stroja: 5575 naziv stroja: Pakiranje

št. serije: 18 naziv serije: Pravilen spremlni list

število spremnih listov: 1

domov nazaj stik potrdi

Slika 22: Zaslonska maska za tiskanje spremnih listov

Slika 22 prikazuje masko za tiskanje spremnih listov, ki omogoča izdelavo vseh potrebnih spremnih listov. Izdelovalec mora v masko vnesti enega od ključnih podatkov, s pomočjo katerega ugotovi številko serije za spremne liste. Ti podatki so lahko številka delavca, delovnega mesta ali pa kar sama številka serije, ki se izdeluje.

Običajno izdelovalec spremne liste natisne že ob vnosih v terminalski del, kjer se tudi kreira nova serija. Ker ob samem kreiranju nove serije običajno še ni znano, koliko transportnih enot bo ta serija zasedla, se v primeru, da spremnih listov zmanjka, priskrbi nove, in sicer s pomočjo modula za tiskanje spremnih listov.

5.2.6 Vnos izdelanih kosov ter izmeta

Ob vsakem terminalskem vnosu, ki na delovnem mestu sproži kreiranje nove serije, je sistemu potrebno zagotoviti količinske podatke o izdelani seriji. Ti podatki zagotavljajo sledljivost velikosti serij ter količino izmeta v izdelani seriji. Zabeležen izmet je opisan s šifrantom, kar omogoča odkrivanje najbolj pogostih izmetov med samo izdelavo ter posledično tudi odpravo vzrokov za izmet.

Količine se skozi operacije delovnega naloga običajno manjšajo, saj je vedno več vhodnih parametrov, ki vplivajo na kreiranje nove serije. To je pogojeno tudi z velikostjo šarž vhodnih materialov, saj velike šarže v manjši meri spreminjajo izhodno serijo.

Količina	Št. izmeta	Naz. izmeta	Odstrani
6	9	NEUSTREZNA TRDOTA	
5	14	OSTALE NAPAKE	

Slika 23: Zaslonska maska za vnos količin

Maska za vnos števila izdelanih kosov in izmeta, prikazana na sliki 23, omogoča vnos količinskih podatkov o serijah. V masko se vnese podatke o izdelani količini, izmetu in tipu izmeta. Šifrant izmeta omogoča lažji vnos tipa izmeta.

6 Sklepne ugotovitve

Cilj diplomske naloge je bila izdelava modula za sledenje serij z namenom učinkovitejšega spremljanja proizvodnje. Nadgradnja obstoječega sistema se dobro vključuje v obstoječo shemo rešitve za spremljanje proizvodnje SinaproNG. Informatiziran proizvodni proces prinese veliko izboljšav pri spremljanju in vodenju proizvodnje, saj omogoča lažje delo vseh zaposlenih ter pripomore k boljšemu zajemu podatkov. Sledenje serijam izboljša kvaliteto podatkov, saj so ti bolj natančni in popolnejši ter unikatno določajo sestavo in izdelavo končnega izdelka.

V okviru diplomske naloge smo izdelali informacijsko rešitev za spremljanje in sledljivost serij izdelkov v kosovnih proizvodnjah, ki omogoča spremljanje vhodnih šarž materialov in sestavnih delov ter spremljanje ostalih dogodkov, ki se dogajajo v proizvodnem procesu. Izdelan modul za sledenje serijam omogoča beleženje vseh šarž vhodnih materialov in različnih dogodkov, ki se dogajajo med proizvodnim procesom. Vse serije med operacijami so med seboj unikatno povezane, kar omogoča podrobne analize serij. Izdelani modul je dobra osnova za nadaljnje razširitve, saj v proizvodnem procesu lahko sledimo še drugim dogodkom, ki v našo rešitev niso bili vključeni.

Menim, da je rešitev dobro implementirana, kljub temu, da se je med samo izdelavo rešitve pojavilo še nekaj problemov, ki bi jih bilo potrebno rešiti za še bolj učinkovito sledenje serijam.

V sledenje serij trenutno niso vključeni zastoji, ki prav tako lahko vplivajo na kvaliteto končnih izdelkov ter sledljivost serij. V obstoječi rešitvi za spremljanje proizvodnje se zajema zgolj podatke o zastojih, ki pa ne vplivajo na spremembo serij in niso povezani s serijami. Za rešitev sledenja zastojev bi bilo potrebno dodelati modul za vnos zastojev ter podatkovno bazo, ki bi zajemala podatke o zastojih na serijah.

Za zmanjšanje napak uporabnikov pri vpisu podatkov preko terminalskih vnosov bi bilo potrebno bolj natančno preverjati vnesene podatke ter dodati še nekatere omejitve vnosov, saj marsikateri vnos zdaj še dovoljuje napake. Tako na primer pri vnosu izdelanih kosov trenutne serije lahko vpisano število preseže izdelane kose iz serije predhodne operacije, kar pa v praksi ni mogoče. Serija trenutne operacije namreč ne more biti večja od serije predhodne operacije, iz katere se trenutna serija izdeluje.

V bodoče želimo nadgraditi modul sledenja serijam tudi za potrebe menjave orodij na stroju, kar bo omogočalo še bolj podrobno spremljanje serij. Orodje na stroju je pomemben podatek o tem, kakšna serija se bo izdelovala oziroma kako kvalitetni bodo izdelki, ki se izdelujejo.

Modul za sledenje serijam strankam omogoča lažje odkrivanje vzrokov za slabe serije. Ob odkritju glavne napake za slabe serije lahko to napako tudi odpravijo. Sledenje tako omogoča izboljševanje proizvodnega procesa ter posledično izboljša rezultat poslovanja.

Kazalo slik

Slika 1: Prikaz proizvodne strukture izdelkov z grafi	8
Slika 2: Prikaz proizvodne strukture izdelkov z gozinto grafom	9
Slika 3: Nivoji in vidiki planiranja	10
Slika 4: Shema troslojne arhitekture.....	17
Slika 5: Shematski prikaz serij	23
Slika 6: Model podatkovne baze	26
Slika 7: Zaslonska maska šifranta materiala.....	29
Slika 8: Zaslonska maska za dodajanje in urejanje materiala	29
Slika 9: Zaslonska slika šifranta dogodkov	30
Slika 10: Zaslonska maska za dodajanje in urejanje dogodka	31
Slika 11: Zaslonska maska za urejanje sledenja.....	31
Slika 12: Zaslonska maska izdelkov za sledenje	32
Slika 13: Zaslonska maska zaporednih operacij tehnološkega postopka	33
Slika 14: Zaslonska maska za izbiro materiala za sledenje	34
Slika 15: Zaslonska maska za izbiro dogodkov za sledenje.....	35
Slika 16: Zaslonska maska za pregled izdelanih serij	36
Slika 17: Zaslonska maska za prikaz serije	37
Slika 18: Zaslonska maska za prijavo dela	39
Slika 19: Zaslonska maska za prijavo predhodne serije.....	40
Slika 20: Zaslonska maska za prijavo nove šarže materiala.....	41
Slika 21: Zaslonska maska za prijavo dogodka.....	42
Slika 22: Zaslonska maska za tiskanje spremnih listov.....	42
Slika 23: Zaslonska maska za vnos količin	43

Literatura

- [1] Tone Ljubič, Planiranje in vodenje proizvodnje, Ljubljana: Studio moderna Organizacija, 2000
- [2] Microsoft Patterns and Practices Team, Microsoft® Application Architecture Guide, 2nd Edition (Patterns & Practices), Microsoft Press, 2009
- [3] Jurgen Kletti, Manufacture Executing System – MES, Springer, 2007
- [4] Maks Tuta, PL.SP – Načrt obsega projekta (Planning Specification) D2 – ANALIZE (SLEDENJE), Sinabit d.o.o., 2011
- [5] "Layered Application Guidelines" 2013. [Elektronski]. Dosegljiv: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658109.aspx> [Poskus dostopa 5 december 2013]