

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET

Ljiljana R. Kolonja

**SISTEM POSLOVNE INTELIGENCIJE ZA
UPRAVLJANJE ZAŠTITOM NA RADU U
RUDARSKOJ INDUSTRIJI**

Doktorska disertacija

Beograd, 2016.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY

Ljiljana R. Kolonja

**A BUSINESS INTELLIGENCE SYSTEM
FOR MINE SAFETY MANAGEMENT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2016.

Mentor:

Prof. dr Nikola Lilić, redovni profesor,
Zaštita na radu i zaštita životne sredine
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

Članovi komisije:

Dr Dinko Knežević, redovni profesor,
Zaštita na radu i zaštita životne sredine
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

Dr Ranka Stanković, vanredni profesor,
Matematika i informatika
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

Dr Aleksandar Cvjetić, vanredni profesor,
Zaštita na radu i zaštita životne sredine
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet

Dr Vladimir Malbašić, vanredni profesor,
Površinska eksploatacija ležišta mineralnih sirovina
Univerzitet u Banjoj Luci, Rudarski fakultet Prijedor

Datum odbrane: _____

SISTEM POSLOVNE INTELIGENCIJE ZA UPRAVLJANJE ZAŠTITOM NA RADU U RUDARSKOJ INDUSTRIJI

REZIME

Postojeća organizacija zaštite na radu na površinskim kopovima uglja često nije u mogućnosti da blagovremeno i tačno ukaže na nedostatke, koji mogu u bližoj ili daljoj budućnosti da budu uzrok narušavanja bezbednosti radnika, ali i uzrok oštećenja materijalnih dobara rudnika. Nemogućnost donošenja pravovremenih odluka je moguće izbeći uvođenjem softverski podržanih sistema za praćenje i analizu bezbednosti i zaštite na radu.

Osnovni cilj ove doktorske disertacije je definisanje metodologije i razvoj modela sistema upravljanja zaštitom na radu, koji će omogućiti savremen, adekvatan i sveobuhvatan način praćenja i analize faktora koji utiču na bezbednost i zaštitu na radu.

Sistem poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarstvu, čiji je razvoj prikazan u ovoj doktorskoj disertaciji, svoje mesto nalazi u okviru treće faze Demingovog ciklusa – Provera i korektivne mere. Evidencija i analiza indikatora stanja zaštite na radu, kao što su nezgode, povrede na radu i profesionalna oboljenja, treba da omoguće, primenom savremenih informacionih tehnologija, kompleksnu i sveobuhvatnu analizu prikupljenih podataka i ocenu uspešnosti primenjenih mera zaštite kao i unapređenje procesa donošenja odluka vezanih za poboljšanje primenjenih i izbor novih mera pri upravljanju procesima zaštite na radu u rudnicima.

Razvoj sistema za praćenje i analizu stanja zaštite na radu zasnovan je na iterativno-inkrementalnom pristupu vođenom slučajevima upotrebe. Prva faza je obuhvatila specifikaciju korisničkih zahteva, odnosno funkcionalnosti sistema koji se razvija, i poslovnog modela koji specificira arhitekturu informacionog sistema kroz konceptualni model. Dalje modeliranje je obuhvatilo: konceptualno modeliranje podataka koje daje celokupan pogled na sistem, strukturno koje formalizuje organizaciju poslovnog sistema, procesno sa specifikacijom poslovnih

aktivnosti u sistemu i modeliranje ponašanja i interakcije između resursa. Implementacija sistema je prikazana karakterističnim komponentama sistema evidencije službe zaštite sa posebnim osvrtom na evidenciju povreda. Razvijeni sistem omogućava i primenu analitičkih servisa poslovne inteligencije u cilju ranog otkrivanja rizika od nezgode, kroz analizu uzroka, mesta događaja, vremena kada su se desili, težina povrede i drugih relevantnih podataka pohranjenih u bazi.

U disertaciji su istaknute ključne prednosti korišćenja ontologija kao tehnike za predstavljanje znanja i upravljanje kodiranim znanjem. Značaj i dobiti ovakvog pristupa su prikazani kroz poslovno okruženje Elektroprivrede Srbije. Osim povećanja dostupnosti, pronalaženja informacija i približavanja znanja, značajan doprinos ontologije RudOnto sistemu zaštite je mogućnost kontrolisanog održavanja podataka ažurnim. Model poslovne inteligencije za zaštitu na radu u rudniku integriše standardne OLAP (Online Analytical Processing) tehnologije koje se koriste za organizaciju velikih poslovnih baza podataka i za podršku poslovnoj inteligenciji sa RudOnto ontologijom.

Mogućnost praktične primene razvijenog sistema poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudnicima ilustrovan je na podacima evidencije podataka iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu službi zaštite na površinskim kopovima Elektroprivrede Srbije. Primena sistema čiji je razvoj prikazan u ovoj disertaciji značajno bi unapredila poslove upravljanja zaštitom na radu i omogućila pravovremeno i efikasno planiranje i sprovođenje potrebnih mera zaštite čime bi se obezbedilo unapređenje stanja zaštite na radu na površinskim kopovima lignita u okviru Elektroprivrede Srbije.

Ključne reči: rudarstvo, bezbednost i zdravlje na radu, poslovna inteligencija, tehnička zaštita, ontologije

Naučna oblast:

Rudarsko inženjerstvo

Uža naučna oblast:

Zaštita na radu i zaštita životne sredine

UDK:

622.8:331.45:004.6(043.3)

331.45:006(043.3)

622:111.1(043.3)

A BUSINESS INTELLIGENCE SYSTEM FOR MINE SAFETY MANAGEMENT

SUMMARY

The existing organisation of protection at work in coal surface mines is often not able to give timely and precise indications about shortcomings, which may in the near or far future be the cause of deteriorated safety of workers, but also the cause of damage to material goods of mines. The impossibility to make timely decisions can be avoided by introducing software-based systems for the monitoring and analysis of occupational safety and protection at work.

The basic objective of this PhD thesis is to define a methodology and develop a model for the management of protection at work that will provide for a modern, adequate and comprehensive method for the monitoring and analysis of factors that affect occupational safety and protection at work.

The business intelligence system for the management of occupational safety in the mining industry, the development of which is presented in this PhD thesis, finds its place within the third phase of the Deming cycle – Check and corrective measures. Records and the analysis of indicators of the state of occupational safety, such as accidents, injuries at work and occupational diseases should enable, with the application of modern information technologies, a complex and comprehensive analysis of collected data, the assessment of the performance of applied protection measures, as well as the advancement of the decision-making process related to the improvement of applied and selection of new measures in the management of occupational safety processes in mines.

The development of a system for the monitoring and analysis of the state of occupational safety is based on an iterative and incremental approach guided by application cases. The first phase encompassed the specification of user requirements, i.e. functions of the developing system and a business model specifying the architecture of the information system through a conceptual model. Further modelling encompassed the following: conceptual modelling of data giving a comprehensive overview of the system, structural modelling formalising the

organisation of the business system, processing modelling with the specification of business activities in the system and modelling of the behaviour and interaction between resources. The implementation of the system is illustrated with the characteristic components of the injury and illness recordkeeping and reporting system of the occupational safety service unit with a special emphasis on records of injuries. The developed system enables also the application of analytical business intelligence services with the aim to identify risks of accidents at an early stage through the analysis of causes, place and time of event, gravity of injury and other relevant data stored in the base.

The thesis puts emphasis on the key advantages of the use of ontology as technique for the presentation of knowledge and management of coded knowledge. The significance and benefits of such an approach are presented in the context of the business environment of the Electric Power Industry of Serbia. Apart from enhanced accessibility, information retrieval and knowledge management, a significant contribution of RudOnto ontology to the safety management system is the possibility to provide for controlled updating of data. The business intelligence model for occupational safety in mines integrates standard OLAP (Online Analytical Processing) technologies that are used for the organisation of large business databases and for the support to business intelligence with the RudOnto ontology.

The possibility to apply the developed business intelligence system for the management of occupational safety in mines in practice is illustrated with data from occupational safety and health records of occupational safety service units in surface mines of Electric Power Industry of Serbia. The application of this system, the development of which is presented in this thesis, would significantly improve occupational safety management tasks and enable timely and efficient planning and implementation of necessary protection measures in order to secure the improvement of the state of occupational safety in lignite surface mines within Electric Power Industry of Serbia.

Key words: Mining, Occupational health and safety, Business intelligence, Mine safety, Ontology

Scientific field:

Mining Engineering

Special scientific field:

Mine Safety and Environmental Engineering

UDC:

622.8:331.45:004.6(043.3)

331.45:006(043.3)

622:111.1(043.3)

Ovu doktorsku disertaciju posvećujem mom dragom sinu Milanu.

Milanu, s ljubavlju od mame

SADRŽAJ

SKRAĆENICE	iv
SPISAK SLIKA.....	vi
1. UVOD.....	1
1.1. Uvodna razmatranja.....	1
1.2. Predmet istraživanja.....	5
1.3. Ciljevi i metodologija istraživanja	7
1.4. Struktura disertacije	10
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	12
3. BEZBEDNOST I ZAŠTITA ZDRAVLJA NA RADU.....	21
3.1. Poreklo i razvoj savremenog koncepta bezbednosti i zaštite zdravlja na radu.....	21
3.2. Opšti pojmovi iz oblasti zaštite zdravlja i bezbednosti na radu.....	23
3.3. Standard OHSAS 18001	27
3.4. Elementi sistema upravljanja zaštitom na radu.....	30
3.4.1. OHSAS politika.....	31
3.4.2. Planiranje.....	32
3.4.3. Primena i sprovođenje	34
3.4.4. Provera i korektivne mere	35
3.4.5. Preispitivanje od strane rukovodstva	36
3.5. Zakonska regulativa Republike Srbije iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.....	37
3.6. Organizovanje i upravljanje službom bezbednosti i zdravlja na radu na površinskim kopovima uglja.....	38
4. POSLOVNA INTELIGENCIJA I ONTOLOGIJE.....	43
4.1. Poslovna inteligencija.....	43

4.1.1. Definicija poslovne inteligencije.....	43
4.1.2. Motiv(acija) za korišćenje poslovne inteligencije.....	45
4.1.3. Vrste aplikacija poslovne inteligencije.....	47
4.2. Ontologije: konceptualni aspekti.....	49
4.2.1. Osnovni pojmovi.....	49
4.2.2. Osnovna struktura ontologije.....	51
4.2.3. Vrste ontologija.....	52
4.3. Ontološke osnove istraživanja.....	53
5. MODELIRANJE POSLOVNIH SISTEMA.....	55
5.1. Poslovni sistemi i modeli.....	55
5.2. Odnos informacionih i poslovnih sistema.....	57
5.3. Analitička obrada podataka.....	61
5.3.1. Osnovni koncepti analitičke obrade podataka.....	61
5.3.2. Kocke i njihovi delovi.....	63
5.3.3. Realizacija OLAP baze podataka.....	64
5.3.4. Particije i virtuelne kocke.....	67
5.4. Resursi informacionih sistema.....	68
5.5. Ciklus razvoja informacionog sistema.....	70
5.5.1. Statički aspekt procesa.....	71
5.5.2. Dinamički aspekt procesa.....	72
6. RAZVOJ SISTEMA ZA PRAĆENJE I ANALIZU STANJA ZAŠTITE NA RADU.....	74
6.1. Specifikacija zahteva za razvoj sistema.....	75
6.2. Konceptualni model programskog sistema.....	76
6.3. Model baze podataka.....	84
6.4. Komponente softvera.....	89
6.5. Evidencije službe zaštite sa posebnim osvrtom na evidenciju povreda.....	92
6.6. Analitički servisi poslovne inteligencije razvijenog sistema.....	94

6.7. Veb portal sistema	98
6.8. Ocena kvaliteta razvijenog sistema poslovne inteligencije.....	101
6.8.1. Metodologija provere kvaliteta.....	101
6.8.2. Izveštaj provere kvaliteta	103
7. ZNAČAJ KORIŠĆENJA PRIMENE ONTOLOGIJE RudOnto.....	108
7.1. Interoperabilnost	108
7.2. Kontrola domena.....	109
7.3. Prelistavanje i pretraga	115
7.4. Višestruka namena	117
8. ZAKLJUČAK	119
LITERATURA.....	122
BIOGRAFIJA	
Prilog 1. Izjava o autorstvu	
Prilog 2. Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada	
Prilog 3. Izjava o korišćenju	

SKRAĆENICE

BZZR – Bezbednost i zaštita zdravlja na radu

DSS - Decision Support Systems - Sistemi za podršku u odlučivanju

EEZ - Evropska ekonomska zajednica

HOLAP - Hybrid online analytical processing – Hibridna analitička obrada podataka

IaaS - Cloud Infrastructure as a Service - Infrastruktura kao usluga

IFIP - International Federation for Information Processing - Internacionalna federacija za obradu informacija

ILO - International Labour Organization - Međunaradna organizacija rada

IMS - Integrated management system - Integrisani sistem upravljanja

IT – Information technology - Informacione tehnologije

KPI -Key Performance Indicators - Ključni indikatori poslovanja

LMF - Lexical Markup Framework - Okvir za leksičko označavanje podataka

MOLAP - Multidimensional online analytical processing – Višedimenziona analitička obrada podataka

MSHA - Mine Safety and Health Administration – Administracija za bezbednost i zdravlje na radu u rudnicima

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health - Američki nacionalni institut za bezbednost i zdravlje na radu

OH&S - Occupational Health and Safety - Politiku bezbednosti i zdravlja na radu

OHSAS – Occupational Health and Safety Assessment Series - Sistem upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu

OHSMS - Occupational Health and Safety Management System - Sistema upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednosti na radu

OLAP – On Line Analytical Processing - Analitička obrada podataka

OLTP - On Line Transactional Processing – Transakciona obrada podataka

OWL - Web Ontology Language (OWL, 2013) - Jezik za opisivanje ontologija i semantički veb

PaaS - Cloud Platform as a Service -Platforma kao usluga

RDF - Resource Description Framework – Okvir za opis izvora

ROLAP – Relational online analytical processing – Relaciona analitička obrada podataka

RUP - Rational Unified Process - Jedinstveni proces razvoja softvera

SaaS - Software as a Service - Softver kao usluga

SPAS –Sistem za podršku u analiziranju stanja sigurnosti rada

SQL- Structured Query Language - Relacioni upitni jezik

SUMO - Suggested Upper Merged Ontology - Spajanje više javno dostupnih ontologija višeg nivoa

SUO - Standard Upper Ontology – Standardna ontologija višeg nivoa

SWEET - The semantic web for Earth and environmental terminology

SWeHI - Safety weighted hazard indexc - Ponderisani sigurnosni indeks opasnosti

TBX - TermBase eXchange system – Sistem za razmenu terminoloških podataka

UML – Unified Modeling Language – Objedinjeni jezik za modelovanje

ZNR – Zaštita na radu

SPISAK SLIKA

Slika 2.1. Ukupan broj povreda sa smrtnim ishodom u rudnicima uglja u SAD, kao i stopa povređivanja sa smrtnih ishodom na 1000 zaposlenih (period od 1911.-2010. godine) (NIOSH, 2015).....	13
Slika 2.2. Stopa povređivanja na 1000 zaposlenih u rudarskoj industriji Australije (period od 2000.-2012. godine) (SWA, 2013).....	13
Slika 3.1: Demingov ciklus - Osnovni zahtevi OHSMS u standardima i smernicama (Izmenjeno kroz: OHSAS 18001 (2007), BS 8800 (2004) i ILO-OSH (2001))	29
Slika 3.2. Tehničke smernice za sistem upravljanja tehničkom i zdravstvenom zaštitom Međunarodne organizacije radnika (ILO, 2001)	30
Slika 4.1 Primer klasifikacije	53
Slika 5.1 Poslovni sistem.....	55
Slika 5.2 Informacioni sistem.....	57
Slika 5.3 Delovanje informacionog sistema unutar poslovnog sistema	59
Slika 5.4 Osnovni koncepti analitičke obrade podataka	62
Slika 5.5. Višedimenzionalni model podataka	65
Slika 5.6. Šema zvezde.....	66
Slika 5.7. Šema pahulje.....	67
Slika 5.8. Komponente informacionog sistema.....	68
Slika 5.9. Faze razvoja prema RUP-u	71
Slika 6.1. Evidencija iz oblasti službe za bezbednost i zdravlje na radu	78
Slika 6.2. Evidentiranje povrede.....	79
Slika 6.3. Konceptualni model	80
Slika 6.4. Sekvencijalni dijagram za slučaj korišćenja: Evidentiranje povrede	80

Slika 6.5. Dijagram saradnje za ugovor broj 1	81
Slika 6.6. Dijagram korišćenja iz oblasti službe bezbednosti i zdravlja na radu.....	82
Slika 6.7. Dijagram veze sa spoljnim institucijama.....	83
Slika 6.8. Dijagram klasa za evidentiranje povrede na radu	84
Slika 6.9. Model baze podataka: tabele programskog sistema zaštite	85
Slika 6.10. Model podataka podsistema o ljudskim resursima	86
Slika 6.11. Model podataka podsistema o povredama.....	87
Slika 6.12. Model dela baze podataka za kontrolu domena i upravljanje terminologijom	89
Slika 6.13. Panel sa osnovnim podacima o radniku	91
Slika 6.14. Panel sa organizacionom strukturom.....	91
Slika 6.15. Osnovni panel sa podacima o povredi.....	92
Slika 6.16. Panel o povredi i merama zaštite.....	93
Slika 6.17. Izveštaj lekara	94
Slika 6.18. Primeri dimenzija OLAP kocke	95
Slika 6.19. Primeri OLAP kocki u sistemu poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji	96
Slika 6.20. Razvojno okruženje Sistema poslovne inteligencije za kreiranje kocki.....	97
Slika 6.21. RudOnto portal: prelistavanje koncepata na srpskom ili engleskom jeziku korišćenjem strukture drveta	99
Slika 6.22. Pretraživanje ključnim rečima	100
Slika 6.23. Upitnik za proveru kvaliteta	105
Slika 6.24. Prikaz ocena provere kvaliteta pojedinačno po pitanjima	106
Slika 6.25. Prikaz ocena provere kvaliteta po grupama pitanja.....	107

Slika 7.1. Primeri kontrolisanja domena polja sa datumskim unosom, težinom povrede i dana u sedmici	109
Slika 7.2. Primeri kontrolisanog unosa drvetima.....	110
Slika 7.3. Panel za upravljanje podacima o domenima	111
Slika 7.4. Prezentacija rezultata analize tabelarno i grafički u sistemu poslovne inteligencije	112
Slika 7.5. Grafičko prikazivanje agregiranih podataka	113
Slika 7.6. Analiza povređivanja: povređeni deo tela i radni sat u kom se dogodila povreda	113
Slika 7.7. Analiza podataka po uzrocima povrede	114
Slika 7.8. Analiza podataka po težini povrede i danima u nedelji.....	114
Slika 7.9. Analiza podataka po mesecima i težini povrede.....	115
Slika 7.10. Panel za postavljanje i ekspanziju upita	116
Slika 7.11. Rečenice iz radova koje odgovaraju postavljenom proširenom upitu .	117
Slika 7.12. Panel za eksportovanje odrednica rečnika sa hijerarhijom i sadržajem OWL strukture u alatu Protégé 4.2.0	118

1. UVOD

1.1. Uvodna razmatranja

Istorijski, rudarstvo je grana industrije sa najvišom stopom smrtnih i ostalih kategorija povreda. Ovakav društveni danak i pritisak javnosti da se nešto preduzme, doveo je do toga da se analiza stanja zaštite na radu, evidentiranjem i analizom podataka o smrtnim slučajevima i povredama na radu, u praksi pojavi daleko ranije u rudarstvu nego u mnogim drugim oblastima.

Organizovani programi bezbednosti, u industriji, postali su češći tokom dvadesetih godina 19. veka. Kompanije su počele da se takmiče u oblasti bezbednosti, u smislu dužine rada bez nezgoda koje bi rezultirale gubitkom radnog vremena. Primera radi, u 1926. godini, Carnegie Steel Company (SAD) se hvalila sa 2,6 miliona radnih sati bez nezgoda koje bi dovele do gubitka radnog vremena. Iste godine Illinois Steel (SAD) je zabeležila 3 miliona radnih sati, odnosno Clark Thread Company (SAD) više od 10 miliona radnih sati bez nezgoda (Petersen, 1989). Ovo se može smatrati, za to vreme, velikim uspehom, ako se uzme u obzir da je prema izveštaju tadašnjeg Američkog nacionalnog saveta za bezbednost (National Safety Council), u toj godini registrovano 24.000 smrtnih slučajeva u industriji i više od 3 miliona raznih povreda, sa srednjom nacionalnom stopom povređivanja od 31,9 na 100 radnika (Petersen, 1996).

Moderni pristup bezbednosti bio je rezultat lekcija naučenih u prethodnom periodu industrijskog razvoja. Istraživač Carl Mussacchio je napisao, "kraj 19. veka je izlegao nove industrije, i budući da su industrije bile nove, tehnike bezbednosti su bile primitivne" (Mussacchio, 1975). Međutim, treba naglasiti da je tokom ovog perioda, briga za radne uslove i bezbednost zaposlenih artikulisana samo u nekoliko osnovnih, bazičnih delatnosti kao što su proizvodnja čelika, uglja, tekstila i na železnici.

Današnja radna mesta suočavaju se sa ubrzanim promenama u tehnici i tehnologiji. Ekonomski i socijalni razvoj takođe menjaju svakodnevni život radnika. Uprkos

napretku koji je postignut, bezbednost, zdravlje i radni uslovi i dalje ostaju teški ili dovede do novih problema, kao rezultat ovih promena. Mogu li uslovi, u kojima muškarci i žene širom sveta rade, biti unapređeni kako bi se zadovoljile potrebe i legitimna očekivanja radnika? Ovo pitanje je od primarnog značaja za vlade, poslodavce, rukovodstvo i radnike širom sveta.

Složeni uslovi u kojima današnji radnik (rudar) privređuje usložnjavaju i način njegove zaštite na radu. Postoji veliki broj ciljeva koje zaštita na radu treba da ispuni, pre svih:

- ♦ da smanji broj nezgoda,
- ♦ da obezbedi kontrolu i eliminaciju opasnosti,
- ♦ da omogući razvoj novih metoda i tehnika u cilju unapređenja zaštite,
- ♦ da poveća učinke mera zaštite na radu,
- ♦ da poveća poverenje javnosti u pogledu bezbednosti.

Činjenica da ljudski gubici u rudarskoj industriji, ali ne samo u njoj, i dalje postoje, pokazuje da jedinstven i potpuno efikasan sistem bezbednosti i zaštite na radu još uvek nije definisan, kao i da apsolutan konsenzus u vezi sa tim još nije postignut. Međutim, postoje očigledni dominirajući obrasci u svim vrstama aktivnosti, koje se sprovode u gotovo svim rudnicima, sa ciljem da zaštite rudare, i sve one oko njih. Pomenuti obrasci podrazumevaju, ali nisu i ograničeni na, sledeće mehanizme (Karmis, 2009.):

- ♦ identifikaciju, korekciju i prevenciju opasnosti;
- ♦ edukaciju i obuku zaposlenih u vezi sa prepoznavanjem opasnosti, njihovim upravljanjem i bezbednim načinom rada;
- ♦ podsticanje veće angažovanosti zaposlenih i preuzimanja odgovornosti u oblasti zaštite.

Ovi mehanizmi, između ostalog, uključuju:

- ♦ procedure kontrole i revizije u vezi sa fizičkim opasnostima i ponašanjima i odstupanjima od pozitivne radne prakse;
- ♦ siguran i bezbedan projekat u procesu inženjeringa;
- ♦ nadzor skladištenja opasnih materija;
- ♦ upravljanje zaštitom na radu u svim procesima;
- ♦ izveštavanje o nezgodama – povredama i njihovu analizu.

Sistem bezbednosti i zaštite na radu mora biti merljiv, prilagodljiv, prihvatljiv od strane onih na koje se odnosi i na kraju, ali ne i najmanje važno, jednostavan za korišćenje. Iako ni jedan sistem neće raditi efikasno u svim organizacijama, neka osnovna načela su univerzalna:

- ♦ Bezbednost i zaštita na radu su funkcija upravljanja i shodno tome moraju biti adekvatno vođene. Ovo nameće potrebu visoke posvećenosti i uključenosti rukovodstva;
- ♦ Jedinstveni elementi sistema proizvode skup definisanih obaveza i odgovornosti u vezi sa određenim aktivnostima na svim nivoima organizacije;
- ♦ Nezgode, povrede i bolesti su indikatori problema u sistemu, a ne prosto ljudske greške;
- ♦ Ciljevi poslovanja moraju da odražavaju ciljeve upravljanja, odnosno poimanje sistema bezbednosti i zaštite na radu ne sme da bude samo deklarativno.

U osnovi svih načela jeste prevencija povreda na radu i profesionalnih oboljenja. Na koji način i u kojoj meri ćemo to uspeti da postignemo, zavisi od naše sposobnosti da iste kvantifikujemo i pratimo, odnosno pretvorimo u korisnu informaciju. Mogućnost prikupljanja velike količine podataka je prednost sama po sebi. Međutim, nameće se pitanje, šta sa svim tim podacima, budući da sirovi podaci u jednoj bazi podataka još uvek nisu odgovarajuća kvalitetna podloga za donošenje meritornih odluka.

Suština prikupljanja podataka je sticanje znanja, odnosno potvrđivanje i širenje znanja. Prenoseći ta znanja na druge, možemo unaprediti celokupan sistem upravljanja bezbednošću i zaštitom na radu. Prikupljanje podataka i njihova analiza, primenom savremenih informacionih tehnologija, odnosno njenih metoda i postupaka (istraživanje podataka, istraživanje teksta, poslovna inteligencija i sl.) omogućava ne samo jednostavnu analizu navedenih podataka nego i otkrivanje veza između njih koje nisu intuitivne i vidljive na prvi pogled.

Prednost upotrebe savremenih informatičkih metoda leži u njihovoj mogućnosti analiziranja velikih količina podataka. Korišćenje takvih analiza može da ima veliki i pozitivan uticaj na industriju uopšte, odnosno na rudarsku industriju, pre svega kada je u pitanju oblast zaštite na radu. U konkretnom slučaju, korist detaljnih analiza baze podataka o nezgodama i povredama na radu omogućava bolje razumevanje sistema zaštite, prepoznavanje loših "karika u lancu" zaštite, i na kraju, ali možda i najznačajnije, omogućava bolje razumevanje načina na koji su neposredni učesnici proizvodnog procesa pogođeni ovim nezgodama – incidentima. Najjednostavnije rečeno, analiza podataka svojstvenih sistemu zaštite na radu, omogućava nam da uspostavimo vezu između uzroka i njihovih posledica, u cilju planiranja preventivnih mera za budući period.

Mogućnost generisanja i prikupljanja podataka je rapidno porasla u nekoliko poslednjih dekada. To je nametnulo potrebu za tehnologijom odnosno postupcima, koji će pomoći korisniku da ogromnu količinu podataka transformišu u korisnu informaciju. Jedna od tih tehnologija odnosno postupka je poslovna inteligencija.

Poslovna inteligencija predstavlja skup aplikacija, alata i tehnologija namenjenih za sakupljanje, skladištenje, čitanje i analizu podataka u cilju podrške u procesu odlučivanja i upravljanja performansama poslovnog sistema.

Većina definicija se slaže da poslovna inteligencija treba da omogući podršku u definisanju osnovnih pravaca razvoja kompanije, odnosno u procesu upravljanja kompanijom, kroz analizu podataka i izveštavanje. Drugim rečima, poslovna

inteligencija, bez obzira na kom se nivou koristi, predstavlja jedan od elemenata strateškog upravljanja kompanijom, pa tako i procesom zaštite na radu.

Imajuću u vidu napred rečeno, može se zaključiti da je zaštita na radu relevantna za sve oblasti ljudske aktivnosti i shodno tome je „obaveza“ i odgovornost u procesu upravljanja. U situacijama kada se posao ostvaruje kroz proces organizovanja ljudi, bezbednost tih ljudi postaje hijerarhijska odgovornost u sistemu vlasti ili upravljanja. Razlog za to leži u činjenici da osnovni cilj upravljanja bezbednošću i zaštitom na radu, nije samo da se iskoreni ljudska muka i patnja na radnom mestu, nego i da se postigne ekonomičnost poslovanja na efikasan način.

1.2. Predmet istraživanja

Značaj zaštite na radu se sagledava sa humanog, socijalnog i ekonomskog stanovišta i za njenu kvalitetnu implementaciju zainteresovani su svi nosioci bezbednosti i zaštite na radu a prvenstveno sami zaposleni.

Socijalni značaj, u najvećoj meri, se ogleda u broju zaposlenih koji se povrede ili smrtno stradaju na radnom mestu, kada brigu o njima i njihovoj porodici preuzima društvo.

Ekonomska dimenzija bezbednosti i zaštite na radu iskazuje se finansijskim pokazateljima koji su u direktnoj zavisnosti od broja i težine povreda kao i učestalosti havarija na mašinama koje, kao rezultat, imaju povrede radnika i odsustvo sa radnog mesta. Sa aspekta velikih finansijskih izdataka, u smislu lečenja radnika, troškova njegove zarade kada je odsutan sa radnog mesta, popravki havarisanih mašina i sl., poslodavac ima neposredan interes da mere koje obezbeđuju bezbednost i zaštitu na radu budu na najvišem nivou.

Pojam zaštite na radu podrazumeva sve mere i aktivnosti koje treba preduzeti da bi se obezbedio siguran i bezbedan rad. Osnovni zadatak službe zaštite na radu jeste prevencija nastanka pojedinačnih ili masovnih povreda radnika. Problem povreda ili nesreća na radu je jedan od aktuelnih, akutnih i značajnih problema i zahteva veoma kompleksan pristup u rešavanju, s ciljem pronalaska načina i

metoda za njegovo smanjenje. Povrede na radu, nastaju kao posledica interakcije čoveka, njegovih postupaka i sredine u kojoj radi.

Problem nastajanja povreda i otkrivanja faktora koji utiču na njihovo javljanje, teoretski nije rešen, ali uz niz poznatih faktora, koji uzrokuju povrede, i različitih pretpostavki, kao i izbora adekvatne metode rada, možemo uticati da se njihov broj smanji. Veliki problem predstavlja neobaveštenost o nastanku povrede ili havarije od strane odgovornih lica što ukazuje na nužnost osavremenjavanja službe za bezbednost i zaštitu na radu s ciljem povećanja sigurnosti zaposlenih i zaštite osnovnih sredstava, mehanizacije i uređaja.

Funkcija zaštite na radu sastoji se od niza aktivnosti čiji je cilj sprečavanje nezgoda na radu i stvaranje optimalnih uslova za bezbedan rad. Jedna od tih aktivnosti, na strateškom nivou, ali i na nižim nivoima upravljanja kompanijom, jeste donošenje odgovarajućih odluka od strane rukovodstva, bez obzira na njegovu poziciju u hijerarhiji kompanije. Pomenute odluke, između ostalog, treba da obezbede funkcionalnost sistema bezbednosti i zaštite na radu, kao dela integralnog sistema upravljanja kompanijom. Suština donošenja ispravnih odluka bazira se na korisnoj i pravovremenoj informaciji. Razvoj informacionih tehnologija i njihova implementacija u svim segmentima eksploatacije mineralnih sirovina značajno su uticale na brže i kvalitetnije donošenje odluka koje imaju ključnu ulogu u daljem razvoju rudnika.

Broj podataka, kao i informacija koji se u jednom sistemu, tipa rudnika, prikuplja dostiže velike razmere. Da podatak ne bi ostao „mrtvo slovo na papiru“ iz njega je potrebno izvući određenu informaciju. Ovako dobijena informacija, nije samo osnov uspešnog upravljanja, nego i preduslov sticanja odgovarajućih znanja u vezi sa funkcionisanjem sistema bezbednosti i zaštite na radu. U tom kontekstu, znanje ima dvojnu ulogu:

- ♦ omogućava uspešno upravljanje, jer dovodeći u vezu uzroke i posledice, velikim delom trasira rešenje, i

- ♦ uči nas da ne ponavljamo greške načinjene u prošlosti, koje za posledicu, pored materijalnih i ljudskih stradanja kao najgoreg oblika, imaju potrebu prikupljanja podataka i informacija o njima.

U tom smislu, predmet istraživanja ove doktorske disertacije jesu mogućnosti primene savremenih informacionih tehnologija, metoda i postupaka, u analizi indikatora stanja zaštite na radu (nezgoda, povreda i profesionalna oboljenja), dobijanju korisnih informacija i sticanju znanja, koje treba da unapredi donošenje odluka i upravljanje sistemom bezbednosti i zaštite na radu u rudarskom okruženju.

1.3. Ciljevi i metodologija istraživanja

Za razliku od drugih industrija, zbog velikih posledica potencijalnih nezgoda, u rudarstvu je najmanje poželjno da novi radnici uče, kako na svojim tako i na tuđim greškama. Iskustvo sticano na greškama, odnosno na bazi toga šta se dešava kada nešto krene pogrešnim putem, pod datim okolnostima, iako korisno, u rudarstvu može da znači katastrofalne posledice. Zaposleni u rudarstvu, pre svih neposredni izvršioци – rudari, moraju da se oslanjaju na protokole, „post-hok“ analize prethodnih incidenata i primenu znanja, stečenog u drugim okolnostima, a koje se može primeniti u potencijalno kritičnoj situaciji u rudarskoj industriji. U tom smislu, rudarske organizacije moraju da stiču, čuvaju i prenose znanje, kako bi mogle adekvatno da odgovore na vanredne situacije. Tehnike upravljanja znanjem daju korisnu perspektivu za sagledavanje ovog problema.

Postojeća organizacija zaštite na radu na površinskim kopovima uglja često nije u mogućnosti da blagovremeno i tačno ukaže na nedostatke, koji mogu u bližoj ili daljoj budućnosti da budu uzrok narušavanja sigurnosti radnika, ali i uzrok oštećenja materijalnih dobara rudnika. Nemogućnost donošenja pravovremenih odluka, jedne od karika u lancu upravljanja, danas je moguće izbeći uvođenjem softverski podržanih sistema za praćenje i analizu bezbednosti i zaštite na radu.

Vođenje evidencija u oblasti zaštite na radu definisano je Pravilnikom o evidencijama u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu (RS, 2007). Prema tom pravilniku poslodavac je dužan da vodi i čuva evidenciju o velikom broju činilaca sistema zaštite na radu: 1) radnim mestima sa povećanim rizikom; 2) zaposlenima raspoređenim na radna mesta sa povećanim rizikom i lekarskim pregledima zaposlenih raspoređenih na ta radna mesta; 3) povredama na radu, profesionalnim oboljenjima i bolestima u vezi sa radom; 4) zaposlenima osposobljenim za bezbedan i zdrav rad; 5) opasnim materijama koje koristi u toku rada; 6) izvršenim ispitivanjima radne okoline; 7) izvršenim pregledima i ispitivanjima opreme za rad i sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu; 8) prijavama smrtnih, kolektivnih i teških povreda na radu, povreda na radu zbog kojih zaposleni nije sposoban za rad više od tri uzastopna radna dana, profesionalnih oboljenja odnosno oboljenja u vezi sa radom zaposlenog i opasnih pojava koje bi mogle da ugroze bezbednost i zdravlje zaposlenih. Evidencija svih navedenih parametara za posledicu ima veliki broj podataka, potencijalnih informacija, koje omogućavaju uspešno upravljanje zaštitom na radu, pod jednim uslovom – da su dostupne u pravo vreme i na pravom mestu. Osnovni zahtev koji sistem za praćenje i analizu stanja zaštite na radu treba da ispuni je da na osnovu broja povreda i pojave profesionalnih oboljenja, vrsta povreda, ocena težine povreda, izvora i uzroka povreda i karakteristika radne sredine ukaže na ključne kategorije i kombinacije kategorija koje imaju visoku učestalost, odnosno da ukaže na najosetljivija mesta u sistemu zaštite u cilju njenog unapređenja i usklađivanja zahteva proizvodnje i potrebnog nivoa bezbednosti i zaštite na radu.

Definisanje metodologije i razvoj modela sistema upravljanja zaštitom na radu, koji će omogućiti savremen, adekvatan i sveobuhvatan način praćenja i analize faktora, koji utiču na bezbednost i zaštitu na radu, osnovni je cilj ove doktorske disertacije.

Pored definisanja metodologije i razvoja modela sistema upravljanja zaštitom na radu, cilj ove doktorske disertacije je i razvoj sistema poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji. Sistem poslovne inteligencije za praćenje i analizu stanja sigurnosti rada na površinskim kopovima uglja, razvijen u okviru ove disertacije, predstavlja programski sistem koji informatički

podržava proces vođenja evidencije iz oblasti zaštite na radu (evidencija i analiza povreda, fizičko-hemijskih štetnosti, radna mesta sa posebnim uslovima rada, zdravstveni pregledi radnika, obuka, itd.) s ciljem povećanja bezbednosti radnika i efikasnijeg poslovanja preduzeća.

U vezi sa tim, zadatak doktorske disertacije je i razvoj softvera, kao elementa logističke podrške projektovanom integralnom modelu. Softver je razvijen do aplikativnog nivoa i omogućava unošenje, ažuriranje i čuvanje podataka kao i generisanje odgovarajućih izveštaja. Softver, između ostalog, treba da omogućí:

- ♦ praćenje aktivnosti radnika i stručnu obučenost, obrazovanje,
- ♦ praćenje korišćenja propisanih ličnih zaštitnih sredstava,
- ♦ praćenje uslova rada i profesionalnih štetnosti,
- ♦ evidenciju zdravstvenih pregleda radnika s ciljem utvrđivanja zdravstvenog bilansa i tendencije oštećenja zdravlja radnika ili grupe radnika,
- ♦ analizu povreda na radu, uzroka i izvora povređivanja,
- ♦ podršku u odlučivanju zasnovanu na bazi znanja i mehanizmima zaključivanja vezanim za poslovnu inteligenciju.

Definisanjem metodologije i razvojem modela sistema poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu, automatizuje se, sistemski rešava, ubrzava i olakšava praćenje i evidencija ključnih elemenata u sistemu bezbednosti i zdravlja na radu i istovremeno omogućava pravovremeno i adekvatno donošenje odluka u vezi sa zaštitom na radu. Takav pristup u organizovanju bezbednosti i zaštite na radu, jedan je od preduslova efikasnijeg poslovanja i, pre svega, ostvarivanja osnovnog principa zaštite na radu – prevencije.

Metodologija istraživanja primenjena pri razvoju sistema za praćenje i analizu stanja zaštite na radu zasnovana je na iterativno-inkrementalnom principu vođenom slučajevima upotrebe. U okviru prve faze, koja se odnosi na razvoj konceptualnog modela, vrši se specifikacija funkcionalnosti sistema i poslovnog modela koji specificira arhitekturu informacionog sistema. Dalje modeliranje uključuje: konceptualno modeliranje podataka koje daje celokupan pogled na

sistem, strukturno koje formalizuje organizaciju poslovnog sistema, procesno sa specifikacijom poslovnih aktivnosti u sistemu i modeliranje ponašanja i interakcije između resursa.

Implementacija sistema se prikazuje karakterističnim komponentama sistema evidencije službe zaštite sa posebnim osvrtom na evidenciju povreda. Nakon završenih evidencija primenjuju se analitički servisi poslovne inteligencije razvijenog sistema u cilju ranog otkrivanja rizika od nezgode, kroz analizu uzroka, mesta događaja, vremena kada su se desili, težina povrede i drugih relevantnih podataka pohranjenih u bazi. Implementirana ontologija rudarskih pojmova obezbeđuje klasifikacije termina i mehanizam za zaključivanje. Kvalitet razvijenog rešenja je proveren na realnim podacima koje su uneli i analizirali evaluatori, nakon čega je sprovedena anketa i izvršena evaluacija.

1.4. Struktura disertacije

Disertacija se sastoji iz 8 poglavlja. *Prvo poglavlje* predstavlja uvod u tretiranu problematiku sa osvrtom na predmet istraživanja, osnovne ciljeve i metodologiju korišćenu u disertaciji.

Drugo poglavlje daje pregled relevantnih istraživanja i korišćene literature iz oblasti upravljanja zaštitom na radu.

U *trećem poglavlju* su kao konceptualni okvir ove disertacije obrađene definicije, razvoj i zakonski okviri bezbednosti i zaštite zdravlja na radu.

Četvrto i peto poglavlje disertacije čini kontekst teorijskih osnova na kojima je razvijan model sistema poslovne inteligencije u ovoj disertaciji. Poslovna inteligencija i ontologije su opisane u četvrtom poglavlju dok je model poslovnog sistema i razvoj informacionih sistema dat u petom poglavlju.

U *šestom poglavlju* je prikazan razvoj sistema za praćenje i analizu stanja zaštite na radu. Razvoj sistema je opisan kroz specifikaciju zahteva za razvoj sistema, opis konceptualnog modela programskog sistema i opis modela baze podataka, prikaz

komponenti softvera i analitičkih servisa poslovne inteligencije razvijenog sistema kao i verifikaciju razvijenog modela.

Sedmo poglavlje prikazuje značaj korišćenja primene ontologije RudOnto. Ovo poglavlje je obuhvatilo ključne prednosti korišćenja ontologija kao tehnike za predstavljanje znanja i upravljanje kodiranim znanjem. Značaj i dobiti ovakvog pristupa su iskazani kroz primere koji ilustruju kako razvijeno rešenje realizuje svako od njih.

Na kraju, zaključna razmatranja su data u *osmom poglavlju*.

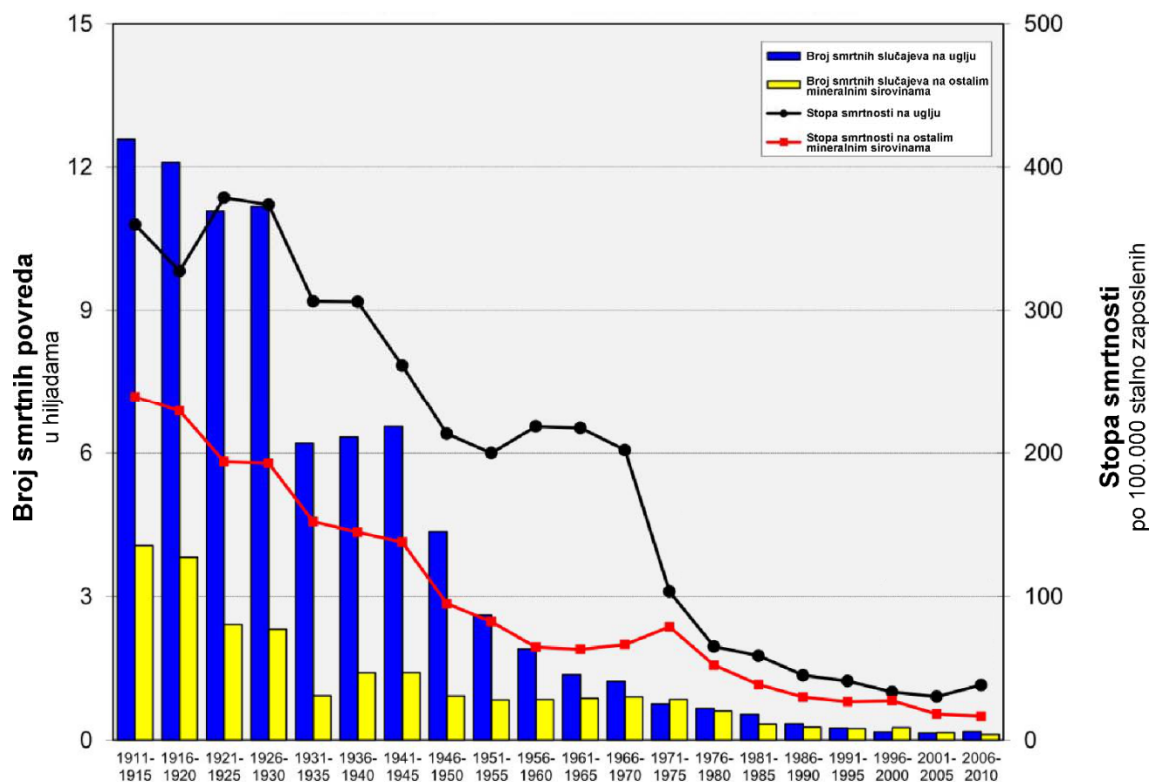
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Istorijski gledano rudarstvo je okarakterisano kao opasna ljudska delatnost sa velikom verovatnoćom „povređivanja, bolesti ili nečim gorim“ (Hoover, 1912). Ovakav način razmišljanja razvijao se hiljadama godina, tokom kojih je život svih onih čija je aktivnost bila vezana za eksploataciju i preradu rude, smatran veoma krhkim. Rudarski incidenti su veoma često posmatrani kao jedan od tragičnih troškova eksploatacije mineralnih sirovina, preko potrebnih za razvoj modernog života.

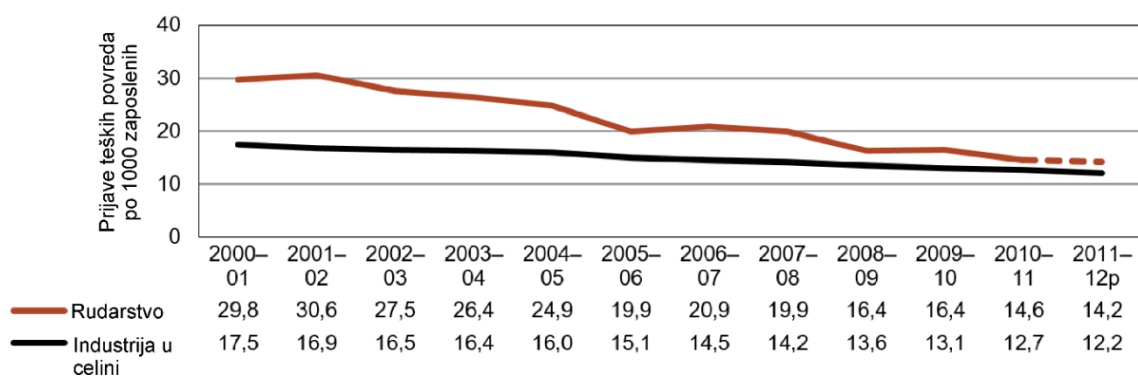
Danas je rudarstvo, kada su u pitanju zemlje sa razvijenim rudarskim sektorom, među sigurnijim industrijama (Karmis, 2009.). U rudarski razvijenim zajednicama kao što su SAD, Kanada, Australija i sl., bezbednost u rudnicima je na neuporedivo višem nivou, što pokazuju statistički podaci o nesrećama i povredama na radu (Marshall, 2013). Na slici 2.1 prikazan je broj smrtnih povreda, kao i stopa povređivanja, sa smrtnim ishodom, na 1000 zaposlenih u oblasti eksploatacije uglja u SAD u periodu od 1911. – 2010. godine (NIOSH, 2015), a na slici 2.2 stopa povređivanja na 1000 zaposlenih u rudarskoj industriji Australije, u periodu od 2000. do 2012. godine (SWA, 2013).

Generalno gledano, postignuti napredak je rezultat većeg broja faktora, među kojima se po značaju mogu izdvoji sledeći:

- ♦ Unapređene metoda i procedura eksploatacije, u smislu povećanog stepena automatizacije procesa, koje obezbeđuju ograničenu interakciju između čoveka, mašine i radne sredine;
- ♦ Rutinska, odnosno opšta edukacija, kao i specijalizovana obuka zaposlenih u smislu prepoznavanja opasnosti i odgovora na njih;
- ♦ Široko razumevanje i primena odgovarajućih tehnika, odnosno sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu, drugim rečima tehničkom zaštitom;
- ♦ Prepoznavanjem moralnog imperativa da se zaštiti najveći i najvredniji industrijski resurs – čovek.



Slika 2.1. Ukupan broj povreda sa smrtnim ishodom u rudnicima uglja u SAD, kao i stopa povređivanja sa smrtnim ishodom na 1000 zaposlenih (period od 1911.-2010. godine) (NIOSH, 2015)



Slika 2.2. Stopa povređivanja na 1000 zaposlenih u rudarskoj industriji Australije (period od 2000.-2012. godine) (SWA, 2013)

Među navedenim faktorima, koji stvaraju preduslove za siguran i zdrav rad je i uspostavljanje sistema upravljanja bezbednošću i zaštitom zdravlja na radu, odnosno upravljanja zaštitom na radu.

Sistem upravljanja zaštitom na radu, prema Britanskom standardu je „deo sveukupnog sistema rukovođenja koji omogućava upravljanje rizicima koji se odnose na zaštitu i bezbednost na radu u poslovanju organizacije. Sistem obuhvata organizacionu strukturu, planiranje, aktivnosti, odgovornosti, veštine, procedure, procese i resurse za razvijanje, primenu, ostvarivanje, pregled - analizu i održavanje politike o zaštiti i bezbednosti na radu.“ (BSI, 1999). Na ovaj način, sistematizovan i organizovan pristup rešavanju problema organizacije zaštite na radu je podignut na nivou standarda. Drugim rečima, prepoznat je značaj organizovanog i sistemskog pristupa upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu, a njegova implementacija podignuta na nivo obaveznosti.

Neophodnost sistemskog pristupa u upravljanju zaštitom na radu prepoznao je i (Güngör, 2004). On je kroz svoju doktorsku disertaciju razvio sistem za izveštavanje o nesrećama. Sistemom koji je razvio pokušao je da prikupi sve informacije o okolnostima koje dovode do nezgode i da definiše sve aspekte nesreće. Cilj sistema je bio i da se definišu faktori koji su zajednički za nezgode i da se prevenira sama nesreća.

Jedan od ključnih aspekata upravljanja zaštitom na radu je i prepoznavanje opasnosti, odnosno opasnih stanja i aktivnosti koje mogu dovesti do nezgoda, kao pojavnih oblika opasnosti. Rezultat nezgoda su uvek određene posledice, koje generalno mogu biti direktne (neposredne), odnosno indirektne (posredne). U tom smislu, kao element sistema upravljanja zaštitom na radu, pored bezbednosti i nezgoda na radu, treći faktor koji se pojavljuje je cena koštanja. Nezgoda generiše brojne direktne i indirektne troškove, koje nije lako izračunati. Direktni troškovi se odnose na izostanak radnika, kvar mašina, prekid rada itd, a indirektni troškovi na psihičke probleme radnika ili gubitak ljudskog života. Budući da sve počinje od opasnosti, uspešnost sistema upravljanja zaštitom na radu u velikom stepenu zavisi od kontrole opasnosti.

Identifikacija opasnosti i njihove kontrolne mere predstavljaju polaznu tačku i u osnovi određuju domen, sadržaj i složenost sistema upravljanja bezbednošću i zaštitom na radu (Mearns, 1995). Ako je faza identifikacije opasnosti urađena na neadekvatan način, mogućnosti navedenog sistema, da zaštiti zdravlje zaposlenih i obezbedi zaštitu na radu, biće ograničene, odnosno mogu ostati samo „mrtvo slovo na papiru“ (Saksvik and Quinlan, 2003). Jedan od problema procene rizika i adekvatnog upravljanja zaštitom u nekom procesu je i pojednostavljeno prikazivanje i poimanje procesa, što za posledicu može da ima previd pojedinih opasnosti. Psiho-socijalni rizici se obično previde, kao i rizici u vezi sa strukturom i načinom organizovanja rada (Johnstone, 1999).

Problematikom prepoznavanja opasnosti i organizovanjem sistema zaštite na radu bavili su se i (Makin and Winder, 2008). Prema njima, tri su osnovna elementa, koja se moraju uzeti u obzir prilikom analize opasnosti i organizovanja sistema zaštite na radu, a koji kombinovani zajedno i čine jednu organizaciju:

- ♦ ljudi, zbog kojih se čitav sistem zaštite na radu i sprovodi,
- ♦ fizičko okruženje, koje ljudi koriste ili transformišu u cilju proizvodnje roba i/ili usluga, i
- ♦ rukovodstvo, čiji je zadatak da organizuje i upravlja transformacijom resursa u odgovarajući izlaz (ishod).

Ova tri elementa egzistiraju unutar šireg, eksternog okruženja, koje takođe ima uticaj na prirodu organizovanja sistema zaštite, ali koje je ponekad i izvan kontrole. Sa stanovišta opasnosti, autori navode da se one mogu pojaviti unutar, usled promena, svakog od navedenih elemenata, na mestima međusobne interakcije navedenih elemenata ili na mestima interakcije pojedinih elemenata sa eksternim okruženjem. Sistematsko istraživanje sva tri elementa omogućuje dobijanje jedinstvenog „profila opasnosti“ celokupne organizacije. Korišćenjem sistemskog pristupa bezbednosti, potencijalni sistem upravljanja bezbednošću i zaštitom na radu optimizira ukupnu koordinaciju mera prevencije i kontrole sadržanih u svakom od pojedinačnih elemenata. Ovakav način organizovanja i upravljanja sistemom zaštite pruža mnogo više od tradicionalnog pristupa predstavljenog

hijerarhijom elemenata kontrole – eliminacijom, substitucijom, izolacijom, administrativnim kontrolama i, na kraju, ličnim zaštitnim sredstvima. Na bazi ispitivanja, autori iznose da su opcije tradicionalnog pristupa mnogo efektivnije kada su u pitanju opasnosti u vezi sa fizičkim okruženjem, ali manje kada su u pitanju opasnosti u vezi sa ljudskom prirodom.

Raja V. Ramani kroz svoj rad ukazuje da je za rudarstvo bez opasnosti neophodno primeniti kombinaciju nekoliko pristupa kontroli same opasnosti. Kontrola bi se sprovela kroz sistemsku analizu zaštite i simulaciju nesreća. Uloga rukovodstva kroz ovaj pristup se ogleda i u podizanju svesti radnika o značaju zaštite na radu (Ramani, 1992).

Analizirajući bezbednost i zaštitu zdravlja na radu u Rumuniji (Gilda et al., 2013), sa aspekta razvoja društva, autori su se osvrnuli na neprocenjivu vrednost ljudskog kapitala koja se ogleda kroz znanje, radne sposobnosti, veštine, a koja se unapređenjem istih odražava na konkurentnost firme i na njenu produktivnost. Oni su ukazali i na to da bezbednost i zaštita na radu dugoročne procese pretvara u kratkoročne uz postavljanje jasnih ciljeva koji se ogledaju kroz prepoznavanje prioriteta u okviru bezbednosti i zdravlja na radu i procene rizika. Smanjenjem nesreća i profesionalnih bolesti skida se veliki teret sa sistema zdravstvene zaštite što ima ključnu ulogu čak i u kreiranju nacionalne politike.

Unapređenjem tehnologije rada i usvajanjem novih standarda iz oblasti zaštite na radu, nekadašnje kategorije prihvatljiv broj povreda i profesionalnih bolesti se više ne tolerišu i teži se ka potpunom smanjenju do nestanku istih. Američki nacionalni institut za bezbednost i zdravlje na radu (NIOSH) u saradnji sa različitim kompanijama permanentno sprovodi evidenciju i analizu stanja bezbednosti i zaštite zdravlja na radu u svim oblastima industrije pa tako i u rudarstvu (Breslin, 2010).

Kroz svoja istraživanja, u vezi sa zaštitom na radu, (Khan et al., 2001) su razvili ponderisani sigurnosni indeks opasnosti (safety weighted hazard index (SWeHI)). U kvantitativnom smislu SWeHI predstavlja opseg umerenih opasnosti (50%

verovatnoća od povrede/oštećenja), odnosno izražava se odnosom kvantitativne mere oštećenja po jedinici i kontrolnih i sprovedenih mera sigurnosti, koja smanjuje neželjene situacije.

Unapređenje svakog sistema, pa tako i sistema zaštite na radu, zasniva se na dobijanju povratnih informacija. To je jedini način da ocenimo uspešnost, u konkretnom slučaju, sistema zaštite na radu i na bazi toga izvršimo njegovo unapređenje. Drugim rečima i najbolji sistem zaštite na radu, bez povratnih informacija, predstavlja samo preduslov ali ne i garanciju uspešnog upravljanja zaštitom na radu. Sektor za prirodne resurse i rudarstvo Australije, sa ciljem ocene kvaliteta postojećeg sistema zaštite na radu, organizovalo je prikupljanje podataka, vezanih za izgubljeno radno vreme usled povreda, širom Kvinslenda (NRM, 2004). Analizirali su period od 1. jula 2003. do 30 Juna 2004. godine uključujući sve povrede koje su dovele do gubitak najmanje jedne radne smene (8 časova), isključivši iz analize povrede radnika koji su bili privremeno zaposleni. Takođe u analizu nisu uključene ni povrede na putu ka poslu i sa posla. Izveštaj je pripremljen korišćenjem baze podataka izgubljenog vremena usled nesreća, čije punjenje je započelo 1983. godine. Rezultati su ukazali na: povećanje izgubljenih radnih sati za 36%, broj izgubljenih dana je povećan za 107%, prosečno trajanje bolovanja je povećano sa 12,6 na 19,1 dan, stopa učestalosti povreda je porasla za 26%. Svi ovi podaci, odnosno povratne informacije u sistemu upravljanja zaštitom na radu, doveli su do formiranja Sektora za zdravstveni nadzor, sa angažovanjem honorarnih lekara, koji su imali za cilj da unaprede zdravstvenu zaštitu u rudarskoj industriji, pre svega, ali i kod drugih, koji su pokazali veliku zainteresovanost za ovaj projekat.

Slično prethodnom istraživanju, Robert Randolph (Randolph, 1998), je pravio analizu povreda prema veličini rudnika. Svrha analize specifičnog industrijskog sektora i lokacije je bila identifikacija problema koji mogu biti ispušteni u nekoj široj analizi. Mnoge studije su pokazale da veza između bezbednosti i zaštite na radu i veličine rudnika nije jednostavna (Peters and Fotta, 1994) (Randolph and Boldt, 1997). Prema istraživanjima Randolph-a, određene vrste povreda su imale veću stopu pojavljivanja kod manjih rudnika. Razlike između velikih i malih

rudarskih kompanija imale su tendenciju da budu suptilne pre nego očigledne. Male rudarske kompanije su imale relativno manji broj povreda vezanih za nezavisne podizvođače nego što su to imale veće kompanije, što se može objasniti manjim angažovanjem podizvođača. Sa druge strane, prema njegovom istraživanju, male kompanije su imale neznatno veću stopu fatalnih povreda u odnosu na velike kompanije, ali je njihova stopa izgubljenog radnog vremena bila zapravo niža. Kao posledica toga, nameće se zaključak da analiza ograničena na određeni tip rudnika (vrstu rudarstva) može da pomogne identifikaciji opasnosti i odgovarajućih problema, po pitanju zaštite, specifičnih za taj sektor.

Sistem upravljanja zaštitom na radu bazira se na pravovremenoj i realnoj informaciji o stanju bezbednosti i zdravlja na radu. Samo u takvim okolnostima stvaraju se uslovi da rukovodstvo donosi efektivne i efikasne odluke po pitanju zaštite na radu. Lilić i saradnici (N. Lilić, 2000), razvili su programski sistem SPAS sa ciljem da se celovito sagleda poslovanje rudnika. SPAS omogućava realno i blagovremeno izveštavanje iz oblasti zaštite na radu a sve sa ciljem donošenja pravovremene i pravilne odluke rukovodstva (N. Lilić, 2000). Organizacijom evidencije i analize povreda, profesionalnih oboljenja i fizičko-hemijskih štetnosti u površinskoj eksploataciji korišćenjem sistema SPAS, omogućeno je realno i blagovremeno prezentovanje informacija iz oblasti zaštite na radu, na osnovu kojih se mogu donositi pravilne operativne i strateške odluke nadzorno tehničkog osoblja i upravljačkih struktura. S obzirom na složenost strukture podataka globalnog modela sistema SPAS, koja je trebalo da izmodelira sve relevantne parametre, projektovanje i realizacija baze podataka izvršena je u relacionom sistemu za upravljanje bazom podataka MSAccess. Korišćenje SQL-a kao standardnog upitnog jezika za manipulisanje podacima omogućena je otvorenost programskog sistema SPAS za povezivanje sa različitim okruženjima.

Za IT podržano znanje kodifikacija i ponovna upotreba su ključni elementi. U tom smislu, postavlja se, kao važno pitanje upravljanja bezbednošću i zaštitom na radu, postojanje mehanizama za znanje i organizaciju pretrage i pronalaženje informacija. Sistemi poslovne inteligencije imaju mogućnost da procesuiraju upite

vezane za specifično znanje ili organizaciju podataka na efikasan način, nudeći precizne i brze mehanizme pretrage.

Osamdesetih godina, prošlog veka, poslovna inteligencija je posmatrana (Gbosbal and Kim, 1986) kao aktivnost unutar koje su se prikupljale i analizirale informacije o konkurenciji, korisnicima, tržištu, novim tehnologijama, socijalnim trendovima i sl. U isto vreme, Tajson (Tyson, 1986) je identifikovao koncept poslovne inteligencije kao analitički proces kojim se prosti podaci transformišu u relevantno, upotrebljivo i strateško znanje i inteligenciju. Kolins (Collins, 1997) prepoznaje poslovnu inteligenciju kao proces kojim se informacije o konkurenciji, korisnicima i tržištu sistematski prikupljaju, na legalan način, i analiziraju u cilju podrške u procesu donošenja odluka.

Bets (Betts, 2003) veruje da poslovna inteligencija znači da više ljudi vidi više podataka mnogo detaljnije i da smatra da će više kompanija staviti na raspolaganje „alate“ poslovne inteligencije u ruke tipičnih zaposlenih, a ne samo u ruke tržišnih i finansijskih analitičara. Pored toga navodi da će nestruktuirani podaci i prediktivna analitika biti ključni elementi koji će egzistirati u domenu poslovne inteligencije.

Alate poslovne inteligencije Aronson i drugi (Turban et al., 2005) dele na izveštavanje, OLAP i pretraživanje podataka. Collins kategoriše glavne ciljeve poslovne inteligencije u tri grupe (Collins, 1997):

- ♦ prva se odnosi na mogućnost kompanije da izbegne iznenađenja i identifikuje mogućnosti i prepreke,
- ♦ druga koja podrazumeva uspostavljanje osnove za evaluaciju performansi i
- ♦ treća, koja pretpostavlja obezbeđenje više vremena za odgovarajuću reakciju.

Gelderman (Gelderman, 2002), Klark sa saradnicima (Clark et al., 2007) i Hartono sa saradnicima (Hartono et al., 2007) takođe se bave poslovnom inteligencijom. Prema njima, jedan od ciljeva je i podrška aktivnostima upravljanja, bilo kao samostalnog sistema ili u okviru složenijeg okruženja pod nazivom sistemi za

podršku upravljanju. U takvom okruženju, poslovna inteligencija pruža podršku u donošenju odluka vezanih za upravljanje (Burton and Hostmann, 2005). Međutim, u takvom okruženju, poslovna inteligencija, ima i drugu ulogu – skladišti i analizira podatke iz odgovarajućih baza podataka (Anderson-Lehman et al., 2004). Ona je namenjena i za unapređenje performansi individualnog korisnika pružajući mu veliku količinu podataka u procesu donošenja odluka (Burton et al., 2006). Na bazi toga, poslovna inteligencija se može klasifikovati kao sistem za podršku upravljanju (Baars and Kemper, 2008). Istražujući poslovnu inteligenciju na bazi drugih tipova sistema za podršku upravljanju može dovesti boljoj podršci u odlučivanju i višem kvalitetu poslovnog sistema (Clark et al., 2007).

Organizacije koje imaju sisteme poslovne inteligencije takođe imaju i konkurentsku prednost. Međutim, na koji način jedna organizacija definiše uspešnost sistema poslovne inteligencije zavisi od očekivanih koristi uvođenja tog sistema (Miller, 2007). Uspešnost sistema može biti prezentovana u smislu ostvarenih koristi kao što su: poboljšana profitabilnost, (Eckerson, 2003), smanjeni troškovi (Pirttimäki et al., 2006), i poboljšana efikasnost (Wells, 2003).

3. BEZBEDNOST I ZAŠTITA ZDRAVLJA NA RADU

3.1. Poreklo i razvoj savremenog koncepta bezbednosti i zaštite zdravlja na radu

Zaštita na radu kao organizovana društvena aktivnost je novijeg datuma i pojavljuje se u periodu uvođenja mašina u proizvodnju tokom XVIII veka (Hutchins B.L. , 1911). Društvena organizovanost zaštite podrazumeva svestrano nastojanje da se otklone opasnosti i štetnosti tj. uzroci povreda na radu. U svom punom smislu, zaštita na radu obuhvata celokupnu zaštitu radnika, kako na radu tako i u vezi sa radom. Međutim, obim ove zaštite utvrđuje zakonodavstvo, sa ciljem unapređenja uslova rada, primarno za vreme rada, odnosno sekundarno, za vreme dok radnik nije u mogućnosti da privređuje. Zaštita na radu je sastavni deo radnog procesa, pa se zato može uspešno ostvarivati i unapređivati uporedo sa organizovanjem i unapređivanjem procesa proizvodnje i tehnološkog sistema u celini. Izraz zaštita na radu je usvojen termin u naučnoj i stručnoj literaturi kao i u zakonodavstvu.

Osnove bezbednosti i zaštite zdravlja na radu u zemljama Evropske unije postavljene su 1951. godine osnivanjem Evropske zajednice za uglj i čelik. Osnivački ugovor Evropske zajednice za uglj i čelik je prvi međunarodni ekonomski ugovor sa odredbama o bezbednosti i zaštiti zdravlja na radu (CVCE, 1951). U članu 55. ovog ugovora podstiču se tehnička i ekonomska istraživanja vezana za proizvodnju i potrošnju uglja i čelika, kao i istraživanja o bezbednosti i zdravlju na radu u ovim industrijama. Takođe se podstiče širenje i razmena tehničkih unapređenja, patenata i rešenja sa svim zainteresovanim stranama.

Nakon osnivačkog ugovora su usledile brojne analize uslova rada praćene opštim sagledavanjem stanja i definisanjem mera bezbednosti i zaštite zdravlja na radu (BZZR) u zemljama Zajednice. Rezultat istraživanja je značajno unapređenje bezbednosti i zaštite zdravlja, nezavisno vođenje evidencije i analize profesionalnih bolesti, definisanje mera zaštite u rudnicima i fabrikama, a takođe je ostvaren napredak i u proceni profesionalnih rizika i sistematizaciji profesionalnih

bolesti. Iskustvo i nova saznanja u oblasti zaštite na radu uticala su na izradu novih mašina i alata, čime je zaštita integrisana u sistem organizacije rada.

Nakon sprovedenih mera analiziran je odnos obima proizvodnje i broja povreda i utvrđeno je da je proizvodnja u ovim zemljama u industriji uglja i čelika beležila stalan rast, a da se broj nesreća i povreda na radu stalno smanjivao. Takođe je utvrđeno da je produžen životni vek rudara za blizu dvadeset godina. Teške nesreće u rudnicima u Belgiji i Italiji krajem pedesetih godina su inicirale stvaranje trojne evropske Komisije za zaštitu na radu u rudnicima, koju su činili predstavnici država, poslodavaca i sindikata. Komisija dobija nadležnost za zaštitu na radu u rudnicima uglja.

Osnivanjem Evropske ekonomske zajednice (EEZ) 1957. godine i usvajanjem Rimskog ugovora EEZ, oblast zaštite na radu se sagledava sveobuhvatnije a odredbama ugovora propisi o zaštiti uvode se i u druge industrijske grane i sektore. EEZ daje preporuke 1962. godine da svaka fabrika sa više od 200 zaposlenih treba da ima službu zaštite na radu. Već pomenuta Komisija za zaštitu na radu u rudnicima, u 1974. godini dobija šira ovlašćenja i nadležnost za sve vrste rudnika, kao i za proizvodnju nafte i gasa. Istovremeno se osniva Savetodavni komitet EEZ za bezbednost, higijenu i zaštitu zdravlja na radu, koji čine predstavnici vlada, poslodavaca i zaposlenih, i koji dobija nadležnost zaštite na radu u najširem smislu.

Prvi akcioni program EEZ sa sveobuhvatnim merama zaštite na radu je pokrenut 1978. u vidu Jedininstvenog evropskog akta, koji od tog momenta, može se reći, predstavlja temelj zaštite na radu, odnosno osnov za donošenje direktiva i propisa o bezbednosti i zaštiti zdravlja na radu. Član 118. A Jedininstvenog evropskog akta predstavlja pravni osnov na kome su zasnovani svi propisi o bezbednosti i zaštiti zdravlja na radu u zemljama današnje Evropske unije (SEA, 1985).

Nakon prvog i drugog akcionog programa, EEZ donosi i treći akcioni program zaštite na radu, 1988. godine. Godinu dana nakon toga, EEZ usvaja Okvirnu

direktivu 89/391 o primeni mera za unapređivanje bezbednosti i zdravlja radnika na radnom mestu (EEC, 1989).

U cilju daljeg podsticanja aktivnosti bezbednosti i zaštite zdravlja na radu, 1992. godina proglašena je Evropskom godinom bezbednosti, higijene i zdravlja na radnom mestu. Mاستrihtski ugovor, iz 1992. godine (kojim je EEZ promenila ime u Evropska Zajednica), potom dalje razrađuje pravce razvoja zaštite na radu u Evropskoj uniji i istovremeno definiše mesto Evropske agencije za zaštitu zdravlja i bezbednost na radu zaposlenih. Komisija Evropske unije usvojila je 1994. godine Okvirni akcioni program za zaštitu na radu do 2000. godine, a dve godine kasnije, 1996. godine sačinjen je Program zaštite na radu Evropske unije za period 1996. do 2000. godine. Cilj Programa je da se nastavi sa smanjenjem broja nesreća i povreda na radu, kao i profesionalnih oboljenja donošenjem i sprovođenjem zakona i propisa u području zaštite na radu. Problematika bezbednosti i zaštite zdravlja na radu sadržana je i u svim drugim relevantnim dokumentima Evropske unije koji se odnose na pitanja razvoja, zapošljavanja, socijalne politike i dr.

3.2. Opšti pojmovi iz oblasti zaštite zdravlja i bezbednosti na radu

Najvrednije pojedinačno dobro svake kompanije su ljudski resursi. Za unapređenje bezbednosti i zaštite zdravlja radnika u rudarskoj industriji potrebno je razumeti opasnosti kao i potrebu za njihovom kontrolom. Pored ovoga potrebno je kritički proceniti i primeniti različite pristupe kontroli opasnosti. Imajući u vidu iskustava sa povredama i nesrećama u rudnicima, od velike je važnosti smanjenje rizika od rudničkih opasnosti, nezgoda i incidenata primenom systemske analize procesa zaštite, a sve u cilju uspešnije i sveobuhvatnije identifikacije novih opasnosti kao osnove za preventivni inženjering.

Jedna od bitnih stavki u kontroli opasnosti je i prepoznavanje ključne uloge rukovodstva u usmeravanju pažnje radnika na ličnu zaštitu. Konačno, potraga za novim alatima i tehnikama kontrole rudničkih opasnosti, mora se vršiti zajedno sa transferom uspešnih iskustava iz drugih grana industrije.

U narednom tekstu biće objašnjeni neki od pojmova koji se najčešće koriste u oblasti bezbednosti i zaštite zdravlja na radu.

U stručnoj terminologiji i u svakodnevnoj komunikaciji se pojam **rada** koristi i tumači na različite načine:

- ♦ Sa stanovišta fizike, rad je proizvod sile i puta.
- ♦ Sa stanovišta privrede, rad je proizvodnja materijalnih dobara, odnosno stvaranje upotrebnih vrednosti.
- ♦ Sa aspekta sociologije, rad je svesna, usmerena delatnost čoveka radi podmirenja potreba pojedinca i društva.

Uprkos razlikama, zajednička odrednica je da se rad prikazuje kao proces u kome nastaje novo stanje. Shodno tome, sa aspekta zaštite na radu, rad se može posmatrati kao fizička ili mentalna aktivnost usmerena ka dostizanju, odnosno ostvarivanju unapred određenog cilja.

Povreda kao posledica nezgode, često se naziva i *trauma* i predstavlja nasilno oštećenje organizma izazvano određenim dejstvom sile (Ceramilac, 1986).

Povreda se može definisati i kao oštećenje ili povreda na telu, koja dovodi do narušavanja ili gubitka zdravlja, odnosno ne namerno ili slučajno oštećenje organizma usled akutne izloženosti toplotnoj, mehaničkoj, električnoj ili hemijskoj energiji, koja prelazi prag tolerancije organizma, odnosno usled odsustva toplote ili kiseonika (ECIC, 2005).

Profesionalna oboljenja se kao i povrede, u praksi različito definišu. Jedna od definicija pod *profesionalnim oboljenjem* podrazumeva oboljenje izazvano dugotrajnim izlaganjem, tokom radnog odnosa, slovima ili supstancama (materijama) koje su štetne po zdravlje (Gale, 2005).

Prema protokolu Međunarodne organizacije rada (ILO) iz 2002. godine, termin "**profesionalna bolest**" obuhvata bilo koju bolest nastalu kao rezultat izloženosti faktorima rizika koji proizilaze iz radne aktivnosti (ILO, 1981).

Kao posledica povreda na radu i profesionalnih bolesti, ali i drugih povreda i bolesti van rada, može doći do *invalidnosti*. Svetska zdravstvena organizacija objavila je 1980. godine internacionalnu klasifikaciju kojom se invalidnost definiše kao "*stanje organizma jedne osobe koja usled bolesti, povrede ili urođene mane ima trajno, delimično ili potpuno smanjenje sposobnosti organizma za normalno funkcionisanje, odnosno kada nastane smanjenje sposobnosti čoveka za normalan socijalni život, rad i privređivanje*" (Pešić, 2006).

Prema Zakonu o profesionalnoj rehabilitaciji i zapošljavanju osoba sa invaliditetom (RS, 2009; 2013) „*osoba sa invaliditetom jeste lice sa trajnim posledicama telesnog, senzornog, mentalnog ili duševnog oštećenja ili bolesti koje se ne mogu otkloniti lečenjem ili medicinskom rehabilitacijom, koje se suočava sa socijalnim i drugim ograničenjima od uticaja na radnu sposobnost i mogućnost zaposlenja ili održanja zaposlenja i koje nema mogućnosti ili ima smanjene mogućnosti da se, pod ravnopravnim uslovima, uključi na tržište rada i da konkuriše za zapošljavanje sa drugim licima*”.

Termin "**radna sredina**" odnosi se na uslove pod kojima se obavlja rad, uključujući fizičke faktore, faktore okruženja i druge faktore (kao što su buka, temperatura, vlažnost, osvetljenost ili vremenski uslovi) (ISO, 9001).

Pored već navedenih pojmova, pojedini izrazi su definisani u Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu (RS, 2005; 2015):

Opasnost jeste okolnost ili stanje koje može ugroziti zdravlje ili izazvati povredu zaposlenog.

Opasna pojava jeste događaj kojim su ugroženi ili bi mogli da budu ugroženi život i zdravlje zaposlenog ili postoji opasnost od povređivanja zaposlenog.

Rizik jeste verovatnoća nastanka povrede, oboljenja ili oštećenja zdravlja zaposlenog usled opasnosti.

Akt o proceni rizika jeste akt koji sadrži opis procesa rada sa procenom rizika od povreda i/ili oštećenja zdravlja na radnom mestu u radnoj okolini i mere za otklanjanje ili smanjivanje rizika u cilju poboljšanja bezbednosti i zdravlja na radu.

Procena rizika jeste sistematsko evidentiranje i procenjivanje svih faktora u procesu rada koji mogu uzrokovati nastanak povreda na radu, oboljenja ili oštećenja zdravlja i utvrđivanje mogućnosti, odnosno načina sprečavanja, otklanjanja ili smanjenja rizika.

Radno mesto sa povećanim rizikom jeste radno mesto utvrđeno aktom o proceni rizika na kome, i pored potpuno ili delimično primenjenih mera u skladu sa ovim zakonom, postoje okolnosti koje mogu da ugroze bezbednost i zdravlje zaposlenog.

Lice za bezbednost i zdravlje na radu jeste lice koje obavlja poslove bezbednosti i zdravlja na radu, ima položen stručni ispit o praktičnoj osposobljenosti i koje poslodavac pismenim aktom odredi za obavljanje tih poslova.

Lice za bezbednost i zdravlje na radu vodi evidencije koje su propisane Pravilnikom o evidencijama u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.

Još dva pojma se redovno sreću u teoriji i praksi zaštite na radu: nezgoda (incident) i akcident.

Pod pojmom **nezgoda** (Bird and Germain, 1966), podrazumeva se neplanirani ili neočekivani događaj koji prouzrokuje negativnu posledicu u procesu rada, a kao rezultat nezgode javljaju se povrede i/ili materijalna oštećenja. Međunarodni termin koji se najčešće upotrebljava za pojam nezgode je **incident**.

Prema SRPS OHSAS 18001:2008 **incident** se definiše kao događaj usled koga dolazi ili može doći do povrede ili narušavanja zdravlja (bez obzira na ozbiljnost) ili fatalnog ishoda ili mogućnosti fatalnog ishoda.

Akcident je incident koji je doveo do povreda, narušavanja zdravlja ili fatalnog ishoda (OHSAS, 18001:2008).

3.3. Standard OHSAS 18001

Standardi serije 18000 bave se upravljanjem i zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu. Oznaka OHSAS – Occupational Health and Safety Assessment Series, prevodi se kao: sistem upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu, mada je prisutan i termin: bezbednost i zdravlje na radu (OHSAS, 2007). Kroz standard se prožima i skraćenica OH&S, kojom se ukazuje na pripadnost elemenata sistema upravljanja oblasti zaštite zdravlja i bezbednosti na radu, npr. politika, ciljevi, programi i dr.

OHSAS 18000 obuhvata:

- ♦ OHSAS 18001 - standard za ocenjivanje zaštite zdravlja i bezbednosti na radu, koji opisuje zahteve za upravljanje zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu organizacije i može se koristiti za sertifikaciju, i
- ♦ OHSAS 18002 – uputstvo za primenu OHSAS 18001, koje sadrži nesertifikujuće smernice koje pružaju generičku pomoć organizaciji u uspostavljanju, primeni ili unapređenju OHSAS sistema.

U svom prvobitnom pojavljivanju, OHSAS se deklarirao kao specifikacija, da bi svojim izdanjem 2007. počeo da se pominje kao standard. Usled šireg prihvatanja OHSAS-a 18001 kao temelja za nacionalne standarde za sisteme upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu, preveden je u standard. Oslanja se na britanski standard BS 8800:1996, i objavio ga je Britanski institut za standardizaciju, kao sistem za upravljanje opasnostima po zdravlje i bezbednost zaposlenih. OHSAS 18001 omogućava sprovođenje interne i eksterne provere sistema i/ili sertifikovanje sistema. Ovaj standard će biti zamenjen krajem 2016. godine sa ISO 45000.

Cilj sistema za upravljanje zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu je da se nekontrolisane opasnosti prevedu u kontrolisani rizik i da se na taj način bolje zaštite zaposleni i obezbedi kontinuitet poslovanja. Ovaj standard definiše organizacionu strukturu, aktivnosti planiranja, odgovornosti, praksu, procedure i resurse za razvoj, primenu, ostvarivanje, preispitivanje i održavanje politike zaštite

zdravlja i bezbednosti na radu. Cilj implementacije OHSAS 18001, između ostalog, je:

- ♦ smanjenje broja povreda na radnom mestu;
- ♦ zaštita od mogućih povreda zaposlenih i posetilaca;
- ♦ spremnost kompanije da pravovremeno otkloni opasnost;
- ♦ usklađivanje radnih procesa kompanije sa zakonskom regulativom;
- ♦ opredeljenost za dokumentovan sistem upravljanje zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu.

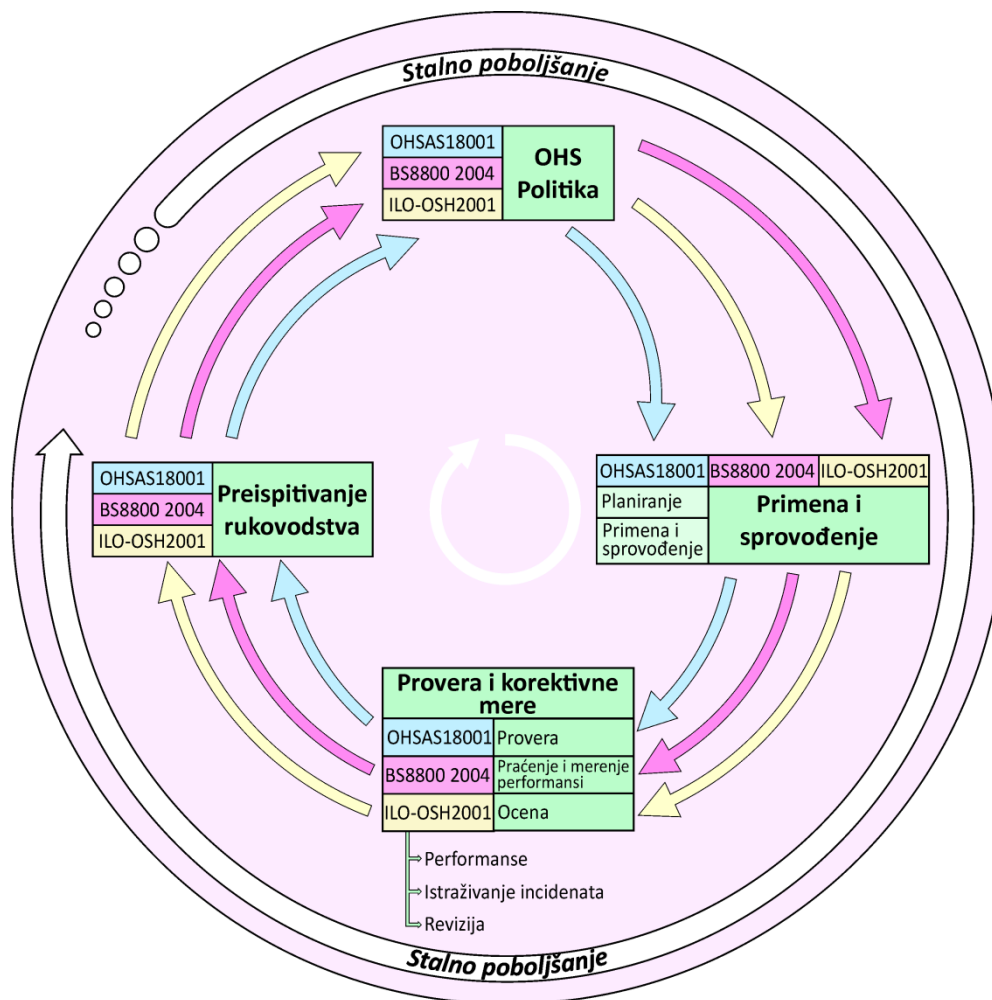
Prednosti uvođenja ovog sistema su mnogostruke, međutim osnova uvođenja sistema OHSAS je sigurnost zaposlenih na radnom mestu koja se postiže uz pomoć sledećih koraka:

- ♦ određivanje politike ciljeva bezbednosti i zdravlja na radu;
- ♦ određivanje i procena opasnosti u skladu sa zakonskom regulativom;
- ♦ planiranje, razvoj i implementacija sistema zaštite zdravlja zaposlenih;
- ♦ interna provera sistema upravljanja zdravljem i bezbednošću na radu, sertifikacija.

OHSAS 18001 je kompatibilan sa standardima Sistema upravljanja kvalitetom (ISO 9001) i Sistema upravljanja zaštitom životne sredine (ISO 14001), te ga je moguće lako integrisati sa njima. Integracijom ova tri standarda, organizacija može razviti svoj Integrisani sistem upravljanja (IMS).

Standard OHSAS 18001 koristi takozvani Demingov ciklus: planiraj-izvrši-proveri-deluj (eng. plan-do-check-akt), koji je zajednički za seriju standarda ISO 14000 i ISO 9000 i obuhvata određene delove koje sadrži i ISO 14001: Opšti zahtevi, Politika, Planiranje, Primena i rad, Akcije provere i korekcije i Preispitivanje od strane Rukovodstva (OHSAS, 18001:1999), slika 3.1.

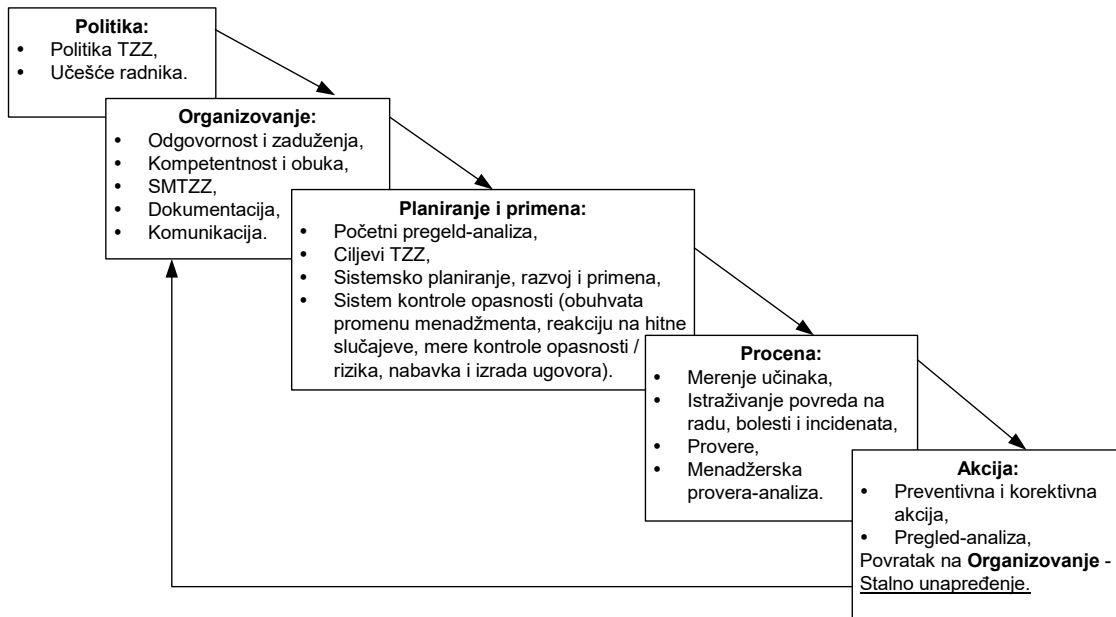
Međunarodna organizacija rada (ILO) uradila je nacrt smernica za sistem upravljanja tehničkom i zdravstvenom zaštitom, imajući u vidu međunarodni sporazum o principima tehničke i zdravstvene zaštite.



Slika 3.1. Demingov ciklus - Osnovni zahtevi OHSMS u standardima i smernicama (Izmenjeno kroz: OHSAS 18001 (2007), BS 8800 (2004) i ILO-OSH (2001))

Sistem upravljanja sadrži pet osnovnih elemenata u okviru stalnog unapređenja: Politika, Organizovanje, Planiranje i primena, Procena i Akcija (slika 3.2.).

Ove preporuke, kao i brojni drugi standardi, su veoma slične okviru standarda ISO 14001, (ILO, 2001). Međutim, kao što se sa slike 3.2. može videti, povratne informacije se vraćaju na nivo Organizovanja, a ne na nivo Politike. Ovo se može popraviti pri izradi završne verzije smernica, imajući u vidu da se i politika mora periodično analizirati.



Slika 3.2. Tehničke smernice za sistem upravljanja tehničkom i zdravstvenom zaštitom Međunarodne organizacije radnika (ILO, 2001)

3.4. Elementi sistema upravljanja zaštitom na radu

Proces uvođenja OHSAS 18001 se sastoji od dve faze- prva, koja podrazumeva razvoj i implementaciju, odnosno druga, koja se odnosi na ocenjivanje i sertifikaciju. Faza razvoja i implementacije Sistema upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednosti na radu (OHSMS) po zahtevima OHSAS 18001:2007 je usmerena na poboljšanje poslovanja kroz sistemski pristup identifikovanju i kontrole zdravstvenih i sigurnosnih rizika organizacije i eliminisanju ili smanjivanju potencijalnog rizika od nezgoda na prihvatljiv nivo, poštujući pri tom obaveze koje proističu iz zakonodavstva. U drugoj fazi sledi ocenjivanje i sertifikacija implementiranog OHSMS u skladu sa tehničkim normama koje propisuje OHSAS 18001:2007. Ovaj proces sprovodi ovlašćena sertifikaciona kuća, po izboru organizacije.

Među najvažnije dokumente sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu se mogu uvrstiti sledeća dokumenta (slika 3.1.):

1. OHS Politika,
2. Primena i sprovođenje (Planiranje, Primena i Sprovođenje),
3. Provera i korektivne mere (Provera, Praćenje i merenje performansi i Ocena),
4. Preispitivanje od strane rukovodstva.

U cilju realizacije sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu neophodno je da se ispune svi zahtevi i smernice navedene u standardu OHSAS.

Shodno postavljenim ciljevima i zadacima, sistem poslovne inteligencije čiji je razvoj prikazan u ovoj doktorskoj disertaciji svoje mesto nalazi u okviru treće faze Demingovog ciklusa – Provera i korektivne mere. Evidencija i analiza indikatora stanja zaštite na radu, kao što su nezgode, povrede na radu i profesionalna oboljenja (Provera, Praćenje i merenje performansi i Ocena), primenom savremenih informacionih tehnologija, treba da omogući dobijanje korisnih informacija i sticanje znanja i time unapredi i olakša proces donošenja odluka i upravljanje sistemom zaštite na radu u rudarskom okruženju.

3.4.1. OHSAS politika

Politiku bezbednosti i zdravlja na radu (OH&S) treba da razvija najviše rukovodstvo kompanije i kroz nju pokaže posvećenost zaštiti zdravlja i bezbednosti zaposlenih. Međunarodna organizacija rada preporučuje uključivanje radnika u kreiranje politike. Osnovni principi usvojene Politike treba da podržavaju:

- ♦ potpunu primenu zakonske regulative i normativa iz rudarske i drugih delatnosti, zaštitu životne sredine, zdravlja i bezbednosti na radu,
- ♦ realizaciju planova uz potpunu primenu proklamovane politike kvaliteta i zaštite po procedurama i uputstvima integrisanog sistema upravljanja,
- ♦ stalno unapređenje efikasnosti zasnovane na odgovornosti svakog zaposlenog za poslove koje obavljaju, bez mogućnosti prenošenja te odgovornosti na drugog,

- ♦ zaštitu zdravlja i bezbednosti na radu kroz primenu svih mera i sredstava neposredne zaštite zaposlenih i prisutnih u radnom ambijentu.

Usvojena politika treba da odgovara prirodi i nivou rizika u zaštiti zdravlja i bezbednosti na radu, da sadrži obavezu stalnog poboljšavanja i da su sa njom upoznati svi zaposleni. Ovakvu politiku potrebno je dokumentovati, uspostaviti i održavati.

Politika OHS se sprovodi kroz dobru organizaciju koja obuhvata raspodelu odgovornosti u celoj organizaciji i ukupnoj strukturi OHSMS. Najveća odgovornost poslodavca ili vrha rukovodstva ogleda se u stalnom poboljšanju i unapređenju prevencije bolesti i povreda na radu.

Budući da osnov sprovođenja politike OHS podrazumeva, između ostalog, raspodelu odgovornosti, neophodno je da svi zaposleni imaju jasnu sliku o svojim odgovornostima kao i mogućnost da prate sprovođenje politike bezbednosti i zdravlja, ne samo u okviru svojih odgovornosti nego i šire. Drugim rečima, zaposleni treba da imaju svest o odgovornosti onih sa kojima su povezani ili na koje mogu uticati u toku rada. Pored ovih jasnih odgovornosti, zaposlenima treba dati i sredstva da ih realizuju.

OHSAS politika takođe predviđa i potrebu redovnog razmatranja i ažuriranja dokumentacije i u okviru nje neophodnih procedura. Procedure treba da budu razvijene tako da se vrši neometan protok informacija unutar same organizacije i ka spoljnim faktorima, uz povratne informacije od krajnjih korisnika.

3.4.2. Planiranje

Da bi se sprovela Politika potrebno je definisati ciljeve i izraditi planove za njihovo ostvarenje. Pod planiranjem se podrazumeva uspostavljanje i održavanje procedura za identifikovanje opasnosti, ocenjivanje rizika i primenu potrebnih mera upravljanja. Planiranje mora da obuhvati identifikaciju opasnosti, procenu i kontrolu rizika, što podrazumeva:

- ♦ utvrđivanje metodologije za identifikaciju opasnosti i procena rizika,
- ♦ uspostavljanje i dokumentovanje postupaka za sistematsku procenu rizika kroz procenu kako ozbiljnosti i verovatnoće svake opasnosti tako i kroz direktne i indirektne troškove,
- ♦ izrada procedura za identifikaciju opasnosti, procenu rizika, kao i sprovođenje neophodnih mera kontrole rizika,
- ♦ izrada liste koja uključuje sve radne opasnosti, procenu rizika za svaku opasnost i potrebne mere za kontrolu rizika svake opasnosti,
- ♦ obezbeđivanje da se rezultati procena i kontrola uzimaju u obzir prilikom postavljanja ciljeva bezbednosti i zdravlja na radu,

Definisanje postupka koji obuhvata usaglašavanje procedura sa postojećim pravilnicima, uputstvima i planovima kao i usaglašenost sa zakonskim i drugim zahtevima je takođe važan deo planiranja. Neki od ciljeva su:

- ♦ uspostavljanje prioriteta ostvarivanja ciljeva,
- ♦ uspostavljanje merljivosti dostizanja ciljeva bezbednosti i zdravlja na radu kroz određivanje specifičnosti organizacije, usklađenosti sa važećim nacionalnim zakonima, tehničke organizacije službe bezbednosti i zdravlja na radu, ostvarivosti ciljeva, periodičnim procenama,
- ♦ potrebno je vršiti evidentiranje učestalost i broj nesreća i povreda, težine povreda i troškove povrede, broj izgubljenih radnih dana usled nesreće,
- ♦ preispitivanje ciljeva iz svih segmenata organizacije (bezbednosti, tehnološkog procesa, finansija).

Za uspešnu implementaciju je neophodno da odgovorni radnici, ali i svi zaposleni povezani sa ovim zahtevima treba da budu informisani i da su im uvek dostupni ažurni podaci i pravovremene informacije.

3.4.3. Primena i sprovođenje

Uspešno funkcionisanje sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu zahteva da se sprovođenju adekvatnih mera upravljanja u organizaciji posveti najviše rukovodstvo. Zadatak rukovodstva je da razvije, implementira i održava procedure za nesmetan i kontinuiran rad sistema. Najviše rukovodstvo organizacije mora obezbediti preko svog predstavnika: kompetentne ljudske, materijalne i finansijske resurse.

Da bi sistem upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu bio efektivan i efikasan, neophodno je dokumentovano definisati strukturu organizacije sa nivoima odgovornosti i ovlašćenja svih zaposlenih, a naročito obratiti pažnju na razvoj svesti o neophodnosti stalnog poboljšanja bezbednosti.

Osnovni preduslovi za uspešnu realizaciju postavljenih zahteva iz oblasti bezbednosti je dobra obučenost zaposlenih i podizanje svesti, o važnosti bezbednosti, na najviši nivo. Ovo se postiže stalnim usavršavanjima i obukama zaposlenih, dobrom organizacijom i postojanjem procedura koje definišu komunikaciju, u i izvan organizacije, kao i stalnim analizama potencijalnih incidenata sa krajnjim ciljem da se poboljša bezbednost i zdravlje na radu.

Sve navedene aktivnosti, kroz provere i sprovođenje politike, moraju se tretirati kao obavezne na svim nivoima odlučivanja i moraju biti javno dostupne svim zaposlenima.

Uspostavljanje sistema upravljanja bezbednošću i zdravlja na radu uključuje formiranje tima, odnosno timova za procenu rizika, koje čine lica iz struke, radnici na izvršavanju konkretnih zadataka u okviru predmetnog procesa kao i neposredni rukovodioci.

Sve aktivnosti neophodne za uspešno uspostavljanje i održavanje najvišeg mogućeg nivoa bezbednosti i minimalnog rizika moraju se dokumentovati uključujući i zapise iz zahteva standarda. Dokumenti moraju sadržati relevantne podatke o potencijalnim opasnostima, uz stalno preispitivanje ostvarenih

rezultata, pri čemu se upravljanje i arhiviranje obavlja prema zahtevima standarda, a oni moraju biti dostupni svim zainteresovanim.

Svi elementi standarda neophodni za uspešnu primenu i sprovođenje se moraju kontrolisati i usaglašavati sa kriterijumima datim u politici organizacije. Naročitu pažnju, najviše rukovodstvo sa izabranim predstavnikom za bezbednost i zdravlje na radu treba da posveti izradi procedure za moguće vanredne opasnosti i situacije i potrebu uvođenja preventivnih mera za sprečavanje ili ublaživanje negativnih posledica.

3.4.4. Provera i korektivne mere

Unapređenje sistema upravljanja bezbednošću i zdravljem moguće je postići uvođenjem procedura za stalno praćenje i upoređivanje planiranih ciljeva i programa sa jedne strane i realizovanih aktivnosti sa druge. Učinak se ogleda kroz kvalitativne i kvantitativne ocene.

Praćenje i merenje ostvarenja uključuje proaktivni (preventivni) i reaktivni (korektivni) monitoring. Primenom prvenstveno preventivnih i eventualno korektivnih mera moguće je značajno smanjiti rizik od povređivanja i bolesti na radu ili u vezi sa radom. Vrste preventivnih i korektivnih mera proizilaze iz saznanja o razvoju tehnike i tehnologije iz naučne i stručne oblasti primenjene za posmatrani radni proces, konkretne uslove posmatrane organizacije i konkretnog radnog mesta.

Proaktivno praćenje ogleda se u praćenju realizacije utvrđenih planova i ciljeva, praćenju ispravnosti opreme i adekvatnosti radne sredine, periodičnim preventivnim lekarskim pregledima zaposlenih, usklađivanju sa važećom zakonskom regulativom.

Reaktivno praćenje se ogleda kroz identifikaciju, izveštavanje i ispitivanje povreda na radu (regulisano je Pravilnikom o evidencijama u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, Službeni glasnik RS, br. 62/2007), gde su tačno i precizno evidentirani podaci o mestu, vremenu, razlogu, vrsti i težini povreda.

Korektivne akcije se sprovode kako bi se izbeglo ponavljanje povreda na radu, nastajanje profesionalnih bolesti kao i incidenata.

3.4.5. Preispitivanje od strane rukovodstva

Nakon uspostavljanja, sprovođenja i periodičnih provera sistema upravljanja bezbednošću i zaštite na radu neophodno je izvršiti preispitivanje od strane najvišeg rukovodstva organizacije. Cilj preispitivanja je provera i ocena pogodnosti i efikasnosti uspostavljene politike i ciljeva bezbednosti i zdravlja na radu u svim segmentima funkcionisanja procesa rada. Potrebno je da najviše rukovodstvo oceni postignuti učinak, nakon izvršene procene rizika i preduzetih preventivnih i korektivnih mera na smanjenju ili minimizaciji povreda i štetnosti po zdravlje i bezbednost zaposlenih. Nakon obavljenog ispitivanja i izvršene evaluacije ostvarenih planova, najviše rukovodstvo donosi odluku o svrsishodnosti uvedenog standarda i dalje korake za poboljšanje bezbednosti i zaštite zdravlja na radu.

Najviše rukovodstvo organizacije treba periodično da izvrši procenu realizacije upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu kako bi utvrdilo njenu efikasnost. Proces revizije upravljanja treba da obezbedi neophodne informacije kako bi rukovodstvo sprovelo ovu procenu. Ova procena mora biti dokumentovana i razmatrana u slučaju eventualne potrebe za promenom politike, ciljeva i drugih elemenata u sistemu upravljanja bezbednošću i zdravljem na radu, a sve sa ciljem stalnog poboljšanja sistema.

3.5. Zakonska regulativa Republike Srbije iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu

Strategija bezbednosti i zdravlja na radu u Republici Srbiji za period od 2013. do 2017. godine jeste akt Vlade kojim se na celovit način utvrđuje stanje u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu u Republici Srbiji. Tim dokumentom se preciziraju i mere koje treba preduzeti za njen razvoj, odnosno definišu aktivnosti, ciljevi i pravci unapređenja ove oblasti. Strategija teži da stvori socijalno-ekonomsku motivaciju kod svih učesnika u procesima rada, tako da sve veći broj privrednih subjekata aktivno upravlja bezbednošću i zdravljem na radu, kako bi se unapredilo stanje u ovoj oblasti.

Sistem bezbednosti i zdravlja na radu u Republici Srbiji uređen je Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu (Službeni glasnik RS, br. 101/2005 i 91/2015), za čiju izradu su u najvećoj mogućoj meri primenjeni zahtevi iz Direktive 89/391/EEC o uvođenju mera za podsticanje poboljšanja bezbednosti i zdravlja zaposlenih na radu. Pored Zakona, oblast bezbednosti i zdravlja na radu u Republici Srbiji regulisana je i drugim podzakonskim aktima (Uredbama i Pravilnicima) kojima su, između ostalog, u nacionalno zakonodavstvo transponovane i pojedinačne direktive EU koje su donete na osnovu Direktive 89/391/EEC. Bezbednost i zdravlje na radu je fundamentalno pravo zaposlenih utvrđeno u konvencijama Međunarodne organizacije rada, Lisabonskim sporazumom EU i direktivama EU. Bezbednost i zdravlje na radu je pravo zajamčeno Ustavom Republike Srbije (član 60., Službeni glasnik RS, br. 98/2006) (RS, 2006), prema kome svako ima pravo na poštovanje dostojanstva svoje ličnosti na radu, zaštitu na radu i niko se ovih prava ne može odreći (RS, 2013).

3.6. Organizovanje i upravljanje službom bezbednosti i zdravlja na radu na površinskim kopovima uglja

U okviru ovog poglavlja disertacije dat je prikaz načina organizovanja, nadležnosti i poslova službi bezbednosti i zdravlja na radu na površinskim kopovima uglja u Republici Srbiji. Evidencije i analize koje vode ove službe predstavljaju polaznu osnovu sistema poslovne inteligencije za praćenje i analizu stanja zaštite na radu čiji je razvoj prikazan u ovoj disertaciji.

Služba bezbednosti i zdravlja na radu na površinskim kopovima uglja organizovana je u skladu sa odredbama Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu, Zakona o rudarstvu, kao i Statuta preduzeća. Poslovi zaštite na radu u tehnološkom procesu površinske eksploatacije uglja su vrlo heterogeni po svom sadržaju. Jedan od osnovnih zadataka Službe bezbednosti i zdravlja na radu je da neposredno kontroliše sprovođenje mera zaštite u skladu sa zakonskom regulativom i aktima preduzeća. To podrazumeva poslove zaštite ljudstva i imovine od havarije i požara kao i poslove obučavanja kadrova, provere znanja, analize havarija, analize povreda na radu i izdavanja ličnih i tehničkih sredstava zaštite, kao i prethodne i periodične lekarske preglede.

Služba bezbednosti i zdravlja na radu organizuje i sprovodi sledeće mere:

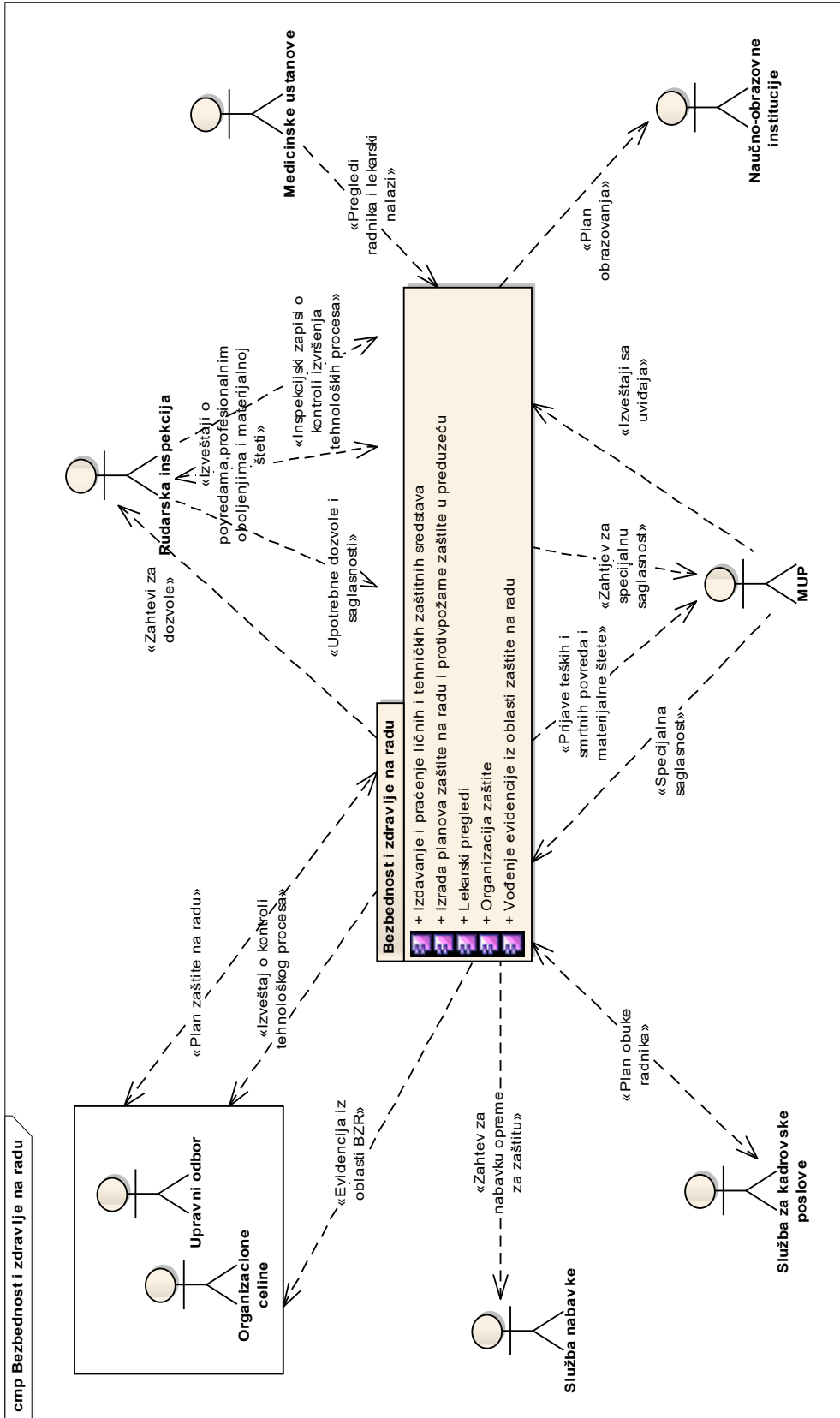
- ♦ vrši utvrđivanje radnih mesta sa posebnim uslovima rada;
- ♦ utvrđivanje uzroka i izrade analize nastalih telesnih povreda radnika i izdaje zapisnik o povredi na radu;
- ♦ organizovanje periodičnog ispitivanja oruđa za rad i uređaja kao i sredstava lične zaštitne opreme;
- ♦ organizovanje ispitivanja mikro klime, hemijskih i bioloških štetnosti;
- ♦ vrši ocenu tehničkih uputstava sa aspekta zaštite;
- ♦ prati i proučava valjanost postojećih zaštitnih naprava, sredstava i opreme za kolektivnu zaštitu na radu kao i utvrđivanje potrebe za poboljšanjem;
- ♦ vrši izbor sredstava i opreme prema standardima;

- ♦ vrši ocenu projektnih zadataka i investiciono tehničke dokumentacije sa stanovišta da li odgovaraju standardima, normativima i merama zaštite;
- ♦ upućuje radnika na periodične sistematske preglede;
- ♦ vodi evidencije o: povredama na radu, oboljenjima u vezi sa radom, osposobljenosti radnika za bezbedan rad, profesionalnim oboljenjima, invalidima rada, radnicima raspoređenim na radna mesta sa posebnim uslovima rada i dr.;
- ♦ saraduje po pitanju sprovođenja i unapređenja zaštite na radu sa drugim pravnim licima;
- ♦ stara se za podobnost kolektivnih i ličnih zaštitnih sredstava i opreme.

Služba po prirodi posla mora imati razvijenu saradnju sa Organima upravljanja rudnikom, Inspekcijskim organima Republike Srbije, Stručnim i naučnim ustanovama, Zdravstvenim ustanovama i iz toga proizilaze njeni sledeći zadaci:

- ♦ Izrada izveštaja za organe upravljanja;
- ♦ Obezbeđenje javnih isprava;
- ♦ Obavljanje poslova na realizaciji srednjoročnih planova razvoja zaštite na radu;
- ♦ Obučavanje radnika iz oblasti zaštite na radu;
- ♦ Usaglašavanje mere zaštite sa izmenama i dopunama zakonskih propisa;
- ♦ Obezbeđenje podloge za utvrđivanje radnih mesta na kojima će se radni staž računati sa uvećanim trajanjem;
- ♦ Vršiti normativno regulisanje zaštite.

Na slici 3.3. primenom UML notacije prikazan je dijagram komponenti "Bezbednost i zdravlje na radu".



Slika 3.3. Dijagram komponenti "Bezbednost i zdravlje na radu"

Kao što se vidi sa slike 3.3., služba bezbednosti i zdravlja na radu pored povezanosti sa službama unutar preduzeća (kadrovska, služba nabavke, proizvodne jedinice) ima i zakonski regulisanu saradnju i sa rudarskom inspekcijom, nadležnim Ministarstvom unutrašnjih poslova, kao i medicinskim ustanovama (ambulante, domovi zdravlja, bolnice) kao i naučnim organizacijama i projektantskim kućama.

Organizovanje službe bezbednosti i zdravlja na radu treba posmatrati i analizirati kao deo tehnološkog procesa proizvodnje. Ovako definisanu organizaciju ne treba posmatrati samo kao deo preduzeća gde se zaštita javlja samo kao njen jedan segment, već kao proces kojim se uspostavljaju odnosi između radnika i radne sredine.

Evidencije koje se vode u službi bezbednosti i zdravlja na radu se mogu podeliti na dve grupe, gde prvu grupu čine evidencije koje direktno zavise od rada službe zaštite na radu (lekerski pregledi, stručno osposobljavanje i protivpožarna zaštita, izdavanje ličnih zaštitnih sredstava, ...). Drugu grupu čine evidencije koje zavise od tehnološkog procesa i od situacije na terenu (povrede, požari, kvarovi mašina, ...). Dobijeni rezultati se analiziraju i koriste kao podrška rukovodstvu preduzeća za:

- ♦ Preduzimanje mera za obezbeđenje sigurnijeg rada radnika,
- ♦ Smanjenje troškova proizvodnje po osnovu bolovanja, invalidnosti,
- ♦ Bolje korišćenje proizvodnih kapaciteta, itd.

U službi bezbednosti i zdravlja na radu, na površinskom kopu, vode se evidencije relevantnih podataka prema Pravilniku o evidencijama u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu (Službeni glasnik RS br. 62/2007) i to evidencije o:

1. Radnim mestima sa povećanim rizikom (obrazac 1),
2. Zaposlenima raspoređenim na radna mesta sa povećanim rizikom i lekarskim pregledima zaposlenih raspoređenih na ta radna mesta (obrazac 2),
3. Povredama na radu (obrazac 3),
4. Profesionalnim oboljenjima (obrazac 4),

5. Bolestima u vezi sa radom (obrazac 5),
6. Zaposlenima osposobljenim za bezbedan i zdrav rad (obrazac 6),
7. Opasnim materijama koje se koriste u toku rada (obrazac 7),
8. Izvršenim ispitivanjima radne okoline (obrazac 8),
9. Izvršenim pregledima i ispitivanjima opreme za rad (obrazac 9),
10. Izvršenim pregledima i ispitivanjima sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu (obrazac 10),
11. Prijavama smrtnih, kolektivnih i teških povreda na radu, kao i povreda na radu zbog kojih zaposleni nije sposoban za rad više od tri uzastopna radna dana (obrazac 11),
12. Prijavama profesionalnih oboljenja (obrazac 12),
13. Prijavama bolesti u vezi sa radom (obrazac 13),
14. Prijavama opasnih pojava koje bi mogle da ugroze bezbednost i zdravlje zaposlenih (obrazac 14).

Svaku od navedenih evidencija prati i odgovarajući obrazac, definisan Pravilnikom o evidencijama u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.

4. POSLOVNA INTELIGENCIJA I ONTOLOGIJE

4.1. Poslovna inteligencija

4.1.1. Definicija poslovne inteligencije

Poslovna inteligencija predstavlja skup aplikacija, alata i tehnologija namenjenih za sakupljanje, skladištenje, čitanje i analizu podataka u cilju podrške u procesu odlučivanja i upravljanja performansama poslovnog sistema. U ovoj disertaciji detaljno je obrađena primena konceptata poslovne inteligencije u oblasti bezbednosti i zaštite zdravlja na radu. Imajući u vidu težnju da znanje postaje digitalno kodirano, sve više raste potreba za softverskim alatima koji mogu da efikasno organizuju znanje, učine ga dostupnim kroz pretragu baza znanja i olakšaju ekstrakciju informacija (Jurisica et al., 2004). U oblasti informacionih tehnologija postoje brojne metode i tehnike za predstavljanje znanja i upravljanje kodiranim znanjem, pri čemu ontologije zauzimaju istaknuto mesto.

Implementacijom sistema poslovne inteligencije u oblasti zaštite na radu može se unaprediti bezbednost, podići nivo kvaliteta poslovnih procesa i opravdati troškovi njegovog uvođenja. Sistemi poslovne inteligencije se primenjuju za rešavanje različitih problema iz oblasti ZNR među kojima se izdvaja analiza povređivanja i uzroka povređivanja radi procene faktora koji utiču na povređivanje kako bi se uzročnici eliminisali i povređivanje smanjilo. Na ovaj način je moguće utvrditi opasna mesta u tehnološkom sistemu koji se prati i obezbediti pravovremenu primenu odgovarajućih mera zaštite čime se postiže: veća sigurnost na radu, donošenje kvalitetnijih odluka, smanjenje troškova, itd.

U poslovnim procesima na rudniku većina zaposlenih svakodnevno donosi na stotine odluka. Da bi odluke bile kvalitetne donosioci odluka moraju da imaju potpuni uvid u informacije o procesima u poslovnom odnosno tehnološkom sistemu. S druge strane, često se dešava da su te informacije nepovezane, neblagovremene i nepotpune, pa donosioci odluka u proseku utroše mnogo više vremena kako bi došli do potrebnih informacija, nego da ih analiziraju i, na osnovu

toga, odlučuju. Takođe, primećeno je da informacije često stižu sa zakašnjenjem, kao i da podaci pretežno ukazuju na posledice, a ređe na uzroke. Zato se u svetu odavno i ubrzano radi na razvoju i implementaciji sistema za poslovnu inteligenciju.

Sistemi poslovne inteligencije su omotač poslovnog informacionog sistema i generator jedinstvenog pristupa neophodnim podacima, tako da kompleksni sistemi izgledaju kao jedinstven, koherentan izvor informacija. Koncepti poslovne inteligencije mogu se primeniti u različiti segmentima poslovanja, od e-uprave, e-politike, e-trgovine, nauke u tehnologije, do bezbednosti i javne sigurnosti (eng. smart health and well-being) (Chen et al., 2012).

Poslovna inteligencija se koristi i kao termin za označavanje informatičke podrške odlučivanju u organizaciji. Ona je deo poslovnog informacionog sistema koji omogućava upravljanje parametrima poslovanja i ostvarenjem rezultata. Preduslov za pouzdanost i preciznost odluka je svako celovit i blagovremen pristup pokazateljima funkcionisanja organizacije. Ne postoji opštepriznata definicija poslovne inteligencije, ali se često navodi da je poslovna inteligencija takvo korišćenje podataka koje vodi ka donošenju boljih poslovnih odluka. To uključuje ujedno pristup, analizu i otkrivanje novih mogućnosti, uz sticanje poslovne prednosti na osnovu podataka.

Larissa T. Moss i Shaku Atre navode da poslovna inteligencija nije ni proizvod niti sistem, već da predstavlja arhitekturu i kolekciju integrisanih softvera za operativne procese i softvera za podršku odlučivanju zasnovane na bazama podataka što omogućava efikasan pristup podacima (Moss and Atre, 2003).

Poslovna inteligencija podrazumeva publikovanje odgovarajućih informacija u pogodnom formatu i blagovremeno dostavljanje ovlašćenim osobama. Prikupljanje informacija iz svih segmenata poslovanja, analiziranje, priprema potrebnih izveštaja i prosleđivanju osobama kojima su potrebni omogućava da donosilac odluke dobija informacije specijalno prilagođene njegovim potrebama.

Ravi Kalakota i Marcia Robinson navode da je upravo pretvaranje podataka u informacije, a informacija u znanje zadatak poslovne inteligencije, i da je to skup aplikacija koje mogu da organizuju i strukturiraju podatke o poslovnim transakcijama na način koji omogućava analizu, pomaže operativnim procesima i pruža podršku odlučivanju (Kalakota and Robinson, 2001).

Širi pojam poslovne inteligencije se navodi u Microsoftovoj beloj knjizi navodeći da je poslovna inteligencija korišćenje podataka iz operativnih, odnosno izvršnih poslovnih sistema za donošenje odluka, pri čemu sistemi poslovne inteligencije preuzimaju podatke od izvršnih softverskih sistema i sistematizuju ih tako da se u novokreiranim resursima može otkrivati prethodno nepoznato znanje o poslovanju, klijentima, poslovnim aktivnostima ili proizvodima (Vitt et al., 2007).

Vinod Badami ističe da je poslovna inteligencija proces prikupljanja raspoloživih internih i relevantnih eksternih podataka, kao i njihova obrada u korisne informacije koje mogu pomoći poslovnim korisnicima pri donošenju odluka (Badami, 2003).

4.1.2. Motiv(acija) za korišćenje poslovne inteligencije

Imajući u vidu konstantno povećanje količine poslovnih informacija, zabeleženih u strukturiranim i nestrukturiranim podacima, za koje se pretpostavlja da se udvostručuju svake druge godine, rukovodioci i radnici moraju biti u stanju da brže donose bolje odluke. Harmonizacija i organizacija podataka koji treba da obezbede efikasnije poslovno odlučivanje dovodi do unapređenja poslovanja. Učenje kako uočiti faktore najvećeg uticaja i tehnike kojima njih iskoristiti za unapređenje poslovnog sistema, predstavljaju osnovni cilj poslovne inteligencije. Dakle, može se reći da kombinovanjem podataka i tehnologije, poslovna inteligencija omogućava pronalaženje potrebnih podataka i uočavanje njihovog uticaja, a potom i transformaciju u pogodne informacije i konačno u upotrebljivo znanje.

Opšti motiv za primenu poslovne inteligencije u savremenom poslovanju jasno proizilazi iz definicija poslovne inteligencije navedenih u prethodnom odeljku, ali mogu se istaći neki od glavnih razloga za njenom implementacijom.

Da bi se povećali prihodi, smanjili troškovi i poslovalo konkurentnije korisnici ne mogu da planiraju i upravljaju poslovnim operacijama samo pomoću mesečnih izveštaja, a njihove IT službe da svaki put kreiraju specijalizovane aplikacije. Potrebno je da kompanije mogu brzo da implementiraju potrebne aplikacije i da omoguće korisnicima jednostavan i pravovremen pristup potrebnim informacijama. Sistemi poslovne inteligencije se projektuju tako da obezbede krajnjim korisnicima sveobuhvatne podatke, sistematizovane na pregledan način uz jednostavan način rukovanja (Hou, 2012).

Kompanije imaju potrebu da modeluju i upravljaju kompleksne aspekte savremenog poslovnog okruženja, u kojima se često proizvodi ili nudi širok spektar proizvoda i usluga velikom broju različitih klijenata. Sagledavanje i upravljanje poslovanjem postaje sve teže u takvim složenim poslovnim sistemima, tako da sistemi poslovne inteligencije njima pružaju osim klasičnih upita i izveštaja i savremene alate za otkrivanje i analizu informacija, koji su kreirani za obradu i upravljanje složenim poslovnim informacijama. Kniesner i Leeth koriste tehnike istraživanja podataka (eng. data mining) na prikupljene podatke iz Mine Safety and Health Administration (MSHA) i analiziraju regulativu vezanu za bezbednost na radu i donose zaključke o efikasnosti MSHA i kroz slaba mesta ukazuju na moguće načine unapređenja (Kniesner and Leeth, 2004). Lei Tong i Ri-Jia Ding su analizirali efikasnost sistema sigurnosti u rudnicima koristeći analitičke tehnike i alate i zaključuju da se optimizacijom i prilagođavanjem mogu postići značajne uštede. U proseku za 2001. i 2004. godinu 45% potrošenih sredstava je moglo biti smanjeno, a takođe 10% tehničkog i rukovodećeg kadra u zaštiti se može eliminisati i radni sati posvećeni sigurnosti su mogli biti smanjeni za 12% (Lei and DING, 2008).

Investicije u IT sisteme danas predstavljaju značajan deo ukupnih investicija u preduzeću, tako da je potrebno ako ne smanjiti troškove poslovanja IT odeljenja, ono ostvariti maksimalan poslovni učinak zaposlenih u IT službama. Nove

informacione tehnologije, recimo virtuelne privatne mreže, korporativni intranet i dostupnost mobilnih aplikacija na sve većem broju uređaja, potpomažu u smanjivanju troškova pristupa većeg broja korisnika sa velikih udaljenosti sistemima poslovne inteligencije. Skup informacija koje ovi sistemi mogu da obrade i publikuju, pored operativnih, obuhvataju i podatke iz različitih baza sa korporativnih servera baza podataka i veb servera.

Vodeće kompanije u Americi koriste tehnike istraživanja podataka da bi pobedile konkurenciju, tako što koriste otkrivanje klastera, automatsko rezonovanje, genetske algoritme, stabla odlučivanja, neuronske mreže i sl. (Berry and Linoff, 1997). Primena sistema poslovne inteligencije se može koristiti za smanjenje operativnih troškova, realizaciju prodaje, unapređenje sistema nabavke. Osim toga, korišćenjem OLAP-a (On Line Analytical Processing) moguće je i smanjivanje troškova IT sektora, otkrivanje novih mogućnosti za dobit, unapređenje upravljanja troškovima.

Za primenu navedenih tehnika je potrebno ovladati sofisticiranim alatima i aplikacijama, pripremiti podatke u odgovarajućim formatima pogodnim za različite vrste analiza. Dakle, poslovni deo kompanije treba da poseduju alate i aplikacije za analizu podataka, ali i da IT službe poseduju radna okruženja za pripremu podataka, upravljanje i održavanje sistema poslovne inteligenciju (Bernardino and Tereso, 2013).

4.1.3. Vrste aplikacija poslovne inteligencije

Imajući u vidu raznovrsne potrebe korisnika poslovne inteligencije, razvijaju se različite vrste softverskih aplikacija, koje se mogu svrstati u različite kategorije (Chaudhuri et al., 2011), među kojima se izdvajaju: aplikacije za izveštavanje, izveštavanje upitima na zahtev, analitičkim aplikacijama, aplikacije sa statističkim analizama i istraživanjem podataka i aplikacije za predikciju i planiranje.

Aplikacije za izveštavanje pružaju unapred pripremljenu formu izveštaja, uglavnom podržane parametrima, kao što je na primer specifičan period ili

organizaciona jedinica. Ovaj tip aplikacija zasniva izveštavanje na relacionim bazama podataka i upitnom jeziku SQL, a podrazumeva elementarnu analitiku i statistiku. Upravljački informacioni sistemi imaju potrebu za kompleksnijim analitičkim obradama i koriste specijalizovane sisteme za upravljanje bazama podataka, koji osim transakcione podrazumevaju i analitičku obradu podataka.

Postavljanje direktnih upita kreiranih prema specifičnim zahtevima kao osnova za izveštavanje pruža korisniku mogućnost interakcije sa podacima, uz kombinovanje tehnika za selekciju podataka i navigaciju (Olszak and Ziemba, 2007). Obrada se zasniva na sistemima za upravljanje relacionim bazama podataka, SQL upitima za takozvane jednodimenzionalne upite (npr. 5 najstarijih radnika, ili upoređivanje broja povreda u prošloj i tekućoj godini).

Analitičke aplikacije podržavaju direktno pretraživanje podataka, ali omogućavaju i kreiranje složenijih, višedimenzionalnih upita sa na primer dimenzijom vremena, organizacione jedinice i težine povrede. Istraživanja podataka u oblasti rukovođenja i finansiranja zahtevaju izvršavanje znatno složenijih upita, tako da ovaj tip aplikacija u principu koristi rukovodstvo preduzeća.

Dopunu ovim sistemima predstavljaju softverske komponente za istraživanje podataka, statističke analize i analize predviđanja uz korišćenje naprednih tehnika, ili analizu medicinskog rizika (Tsumoto and Hirano, 2010). U tu svrhu koriste se složene analitičke i statističke tehnike.

Aplikacije za planiranje omogućavaju procenu rezultata poslovanja i daju odgovore na pitanja kao što su: Koliko će biti povreda u kvartalu? Kako će promena starosne strukture uticati na težinu povreda? Koliko kurseva obuke treba održati da bi se obezbedila informatička pismenost radnika? Za naprednije korišćenje sistema poslovne inteligencije, osim podataka pohranjenih u bazama podataka, makar i višedimenzionalnim, potrebno je integrisanje specijalizovanih znanja organizovanih u ontologije znanja. Cheng H. i saradnici predstavljaju sistem poslovne inteligencije u oblasti finansija koji koristi ontologije uz statističke analize i istraživanje podataka i radi: (i) ekstrakciju podataka, transformaciju i

punjenje, (ii) kreiranje kocki i pronalaženje, (iii) statističku analizu i istraživanje podataka, (iv) upravljanje metapodacima primera, (v) pronalaženje odgovarajućeg primera za rešavanje novog problema (Cheng et al., 2009). Proizvedeno znanje za svaki eksperiment je definisano kao repozitorijum koji se sastoji od skupova podataka, modela, parametara i izveštaja. Znanje u repozitorijumu, bez obzira na tip, se skladišti tako da ga je moguće deliti, raspoređivati prema pravima pristupa, čime ono postaje dostupno i korisno za donošenje odluka.

4.2. Ontologije: konceptualni aspekti

4.2.1. Osnovni pojmovi

Pojam ontologije je poznat iz filozofije gde se definiše kao grana metafizike koja se bavi prirodom bića (Swartout and Tate, 1999), odnosno proučavanjem vrsta stvari koje postoje (Chandrasekaran et al., 1999). U informatici i softverskom inženjerstvu ovaj pojam ima drugačije značenje i odnosi se na predstavljanje znanja. Kako se inteligentni sistemi bave obradom znanja, potrebno je da se znanje iz nekog domena skladišti kako bi se moglo ponovo koristiti. Iako se u literaturi za upravljanje znanjem često pretpostavlja da se znanje može relativno jednostavno generisati, skladištiti i deliti, to nije uvek slučaj jer u realnom poslovnom okruženju postoje brojne prepreke i problemi. Upravljanje znanjem se značajno razlikuje od upravljanja informacijama, pri čemu se aktivnosti vezane za upravljanje znanjem mogu sprovesti uspešno jedino uz podršku informaciono-komunikacionih tehnologija (Mingers, 2008).

Znanje stečeno u toku rešavanja jednog problema se na ovaj način može ponovo koristiti za rešavanje novih problema korišćenjem istog ili drugog inteligentnog sistema. Upravljanje znanjem se sastoji od više procesa koje implementiraju menadžeri da bi podržali razvoj kapitala znanja, odnosno generisanje, kodiranje, primenu, skladištenje, mapiranje, deljenje i transfer znanja u njegovim različitim oblicima. Schiuma u "Knowledge Processes Wheel" navodi da znanje u organizaciji daje dodatnu vrednost resursima i uvodi inovacije jedino ukoliko je primenjen tako da direktno unapredi poslovanje (Schiuma, 2011).

Osim mogućnosti ponovne upotrebe znanja, važno je omogućiti da znanje iz jednog domena koriste različiti korisnici, koji mogu biti ljudi ili različite softverske komponente ili agenti (Gašević, 2004). Pojam ontologije u veštačkoj inteligenciji se vezuje za mogućnost ponovne upotrebe i deljenja znanja nekog domena, iz čega proizilazi da je glavna namena ontologije prenošenje i razmena znanja. Imajući u vidu da se sva softverska rešenja i poslovanje sve više orijentišu na veb, neophodno je povećati interoperabilnost i semantičku povezanost na vebu, gde ontologije igraju glavnu ulogu (Hepp et al., 2005).

Ne postoji opšte prihvaćena definicija ontologije i u literaturi postoje brojne definicije ontologija (Kalfoglou, 2001), ali jedna od prvih definicija ontologije kaže da ontologija obuhvata osnovne termine i relacije koji čine rečnik oblasti istraživanja kao i pravila za kombinovanje termina i relacija u cilju definisanja proširenja rečnika (Neches et al., 1991). Uschold i Gruninger kažu da je ontologija, u stvari, uvek manifestacija deljenog razumevanja domena koja je dogovorena između više agenata. Takav dogovor omogućava preciznu i efikasnu komunikaciju značenja, koje dalje donosi nove prednosti kao što su interoperabilnost, ponovno korišćenje i deljenje (Uschold and Gruninger, 1996).

Chandrasekaran kaže da se ontologija može posmatrati na dva načina: kao reprezentacioni rečnik koji daje skup termina kojima se opisuju činjenice u nekom domenu i kao konkretno znanje koje opisuje neki domen korišćenjem reprezentacionog rečnika kao kolekciju činjenica o domenu. Drugi način posmatra ontologiju kao skup termina za predstavljanje specifičnih činjenica kao instanci domena, dok prvi vidi ontologiju kao opšti skup činjenica koje se dele (Chandrasekaran et al., 1999). Slično u objektno orijentisanom modeliranju, klasa predstavlja apstrakciju koja ima atribute, relacije i semantiku, dok objekat predstavlja instancu klase, sa instancama relacija i atributa (Devedzić, 2002) (Uml, 2003).

U ovoj disertaciji se pod ontologijom podrazumeva ono što je zajedničko kod većine definicija: eksplicitno predstavljanje zajedničkog razumevanja važnih koncepata u nekom domenu uz mogućnost deljenja i ponovnog korišćenje znanja u

okviru ili između grupa agenata. Ontologije takođe sadrže definicije termina organizovanih u hijerarhiju sa skupom veza koje postoje između tih definicija.

Razvoj ontologija je sličan razvoju softverskih sistema i podrazumeva analizu domena. Softversko i ontološko inženjerstvo posmatraju različite aspekte, ali postoji velika sličnost između ovih disciplina, tako da se za modelovanje ontologija koristi i UML kao tehnika softverskog inženjerstva (Kogut et al., 2002).

4.2.2. Osnovna struktura ontologije

Na osnovu datih definicija ontologija, kao i na osnovu načina realizacije postojećih ontologija, može se posmatrati osnovna struktura ontologije. U radu (Noy and Hafner, 1997a) se analizira deset poznatih ontologija. Na primeru tih ontologija, uočeno je da se struktura ontologije sastoji od: taksonomije koja predstavlja hijerarhijsku organizaciju koncepata, interne strukture sa osobinama i ulogom koncepata i eksplicitni aksiomi koji se definišu nekim matematičkim mehanizmom, npr. logika prvog reda ili konceptualni grafovi.

Analizirajući ontološke jezike semantičkog veza Gómez-Pérez i Corcho definišu strukturu ontologije i ontološko znanje sledećim komponentama (Gómez-Pérez and Corcho, 2002):

- ♦ *Koncepti* su obično su organizovani u taksonomije, a mogu biti apstraktni ili konkretni, elementarni ili kompozitni, stvarni ili izmišljeni. Koncept tako može da bude bilo šta o čemu se nešto može reći, a u literaturi se pod istim pojmom mogu naći i termini: klase, objekti ili kategorije.
- ♦ *Taksonomije* se koriste da organizuju ontološko znanje korišćenjem veze nadređeni i podređeni, odnosno opšte i posebno ili celina i deo.
- ♦ *Relacije* modeluju interakcije između koncepata domena i atributa, pri čemu se atributi mogu koristiti za definisanje binarnih veza.
- ♦ *Funkcije* su specijalna vrsta relacija gde je vrednost poslednjeg argumenta jedinstvena za listu vrednosti za n-1 prethodnih argumenata.

- ♦ *Aksiomi* su iskazi modela koji uvek moraju biti istiniti i koji imaju više namena, kako što su: informacije ograničavanja, verifikacija korektnosti, ili izvođenje novih znanja.

4.2.3. Vrste ontologija

Postoji više načina za klasifikovanje ontologija. U ovom poglavlju je izdvojeno samo nekoliko klasifikacija. Prvi princip po kome se ontologije mogu klasifikovati je prema stepenu opštosti ontologije (Kalfoglou, 2001), odnosno da li neka ontologija pokušava da obuhvati svet uopšte ili samo znanje nekog posebnog domena (Noy and Hafner, 1997b). Primer opšte ontologije je standardna ontologija višeg nivoa (Standard Upper Ontology - SUO) (Niles and Pease, 2001). Ova inicijativa se bazira na spajanju više javno dostupnih ontologija višeg nivoa u SUMO (Suggested Upper Merged Ontology). Osnovni smisao korišćenja SUMO je razvoj novih baza znanja i podataka, ponovno korišćenje i integracija sa postojećim bazama podataka i integracija specifičnih ontologija.

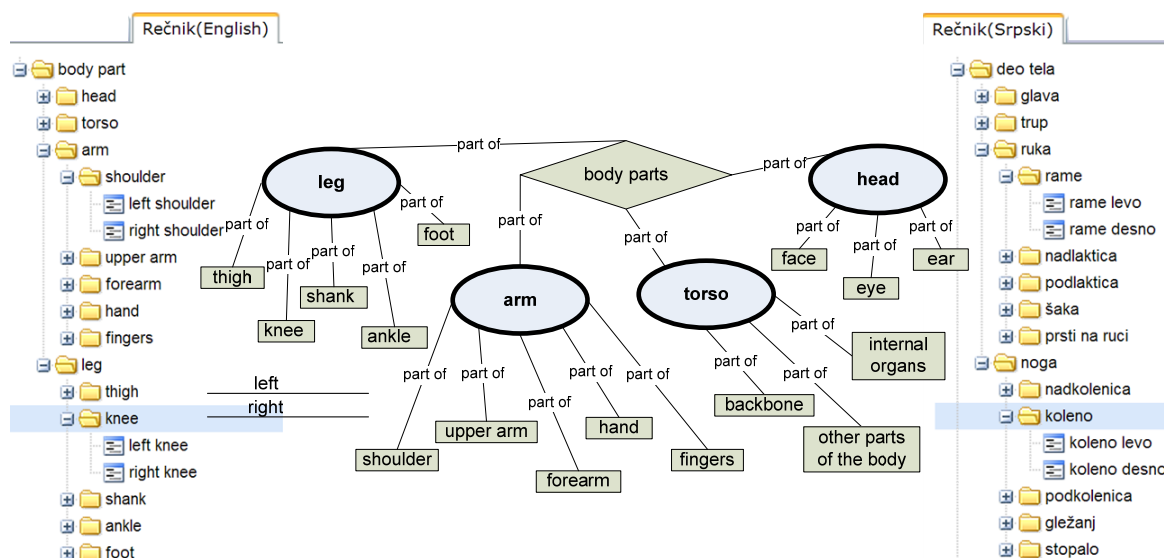
S druge strane, ontologije specifične za neki domen se razvijaju za određeni domene. Javno dostupne SWEET ontologije (SWEET) spadaju u kategorija srednjeg nivoa i sadrže oko 6000 koncepata u 200 odvojenih ali međusobno povezanih ontologija (Raskin and Pan, 2005).

Imajući u vidu da ontologije obuhvataju domensko znanje i znanje za rešavanje problema, one se mogu podeliti prema njihovoj nameni (Kalfoglou, 2001) na ontologije za predstavljanje znanja i ontologije koje obuhvataju znanje vezano za zadatak, ali koje je nezavisno od domena koji definiše zadatak. Podela ontologija prema stepenu formalnosti razlikuje (Uschold and Gruninger, 1996): visoko neformalne, polu-neformalne, polu-formalne i striktno formalne. U grupu neformalnih spadaju ontologije definisane korišćenjem govornog jezika, dok u grupi formalnih ontologija su one koje su definisane korišćenjem veštačkih formalnih jezika ili matematičkih logika koje imaju formalnu semantiku, teoreme i dokaze osobina kao što su tačnost i kompletnost.

4.3. Ontološke osnove istraživanja

Klasifikacije su verovatno najprirodnija tehnika koja se koristi za organizovanje informacija. Zapisi kojima se predstavljaju informacije se uređuju hijerarhijski po tematskom čvorovima idući od opštih ka specifičnijim konceptima kako se krećemo dublje u hijerarhiji. Ovaj stav je poznat kao Organizovanje znanja kao princip organizovanja od opštih do posebnih, nazvana “Kodiranje klasifikacija kao laganih ontologija” (S-Match) (Fausto Giunchiglia, 2006).

Sadržaj klasifikacija se obično opisuje prirodnim jezikom (slika 4.1.), što je vrlo efikasan način za ručnu primenu, na primer, za indeksiranje dokumenata, pretraživanje i kretanje po stablu. Međutim, etikete koncepata na prirodnom jeziku imaju određena ograničenja kod automatske obrade, kao na primer za automatsko indeksiranje, semantičko ili višejezičko poređenje zbog čega je osnovni prethodni korak prevođenje klasifikacija u njihov formalni alter-ego, odnosno u lagane ontologije.



Slika 4.1 Primer klasifikacije

Sledeći pristup je opisan u “Encoding Classifications As Lightweight Ontologies” (Fausto Giunchiglia, 2006), gde se svaka etiketa čvora može prevesti u nedvosmislen formalan izraz. Kao rezultat, lagane ontologije ili formalne

klasifikacije imaju strukturu drveta kod koje svaka etiketa čvora je iskazna formula nezavisna od jezika kojom se kodira značenje čvora. Uzimajući u obzir kontekst (odnosno put od korenog čvora), formula svakog čvora je obuhvaćena čvorom iznad. Kao posledica, osnovna struktura lagane ontologije je predstavljena relacijama nadređeni-podređeni.

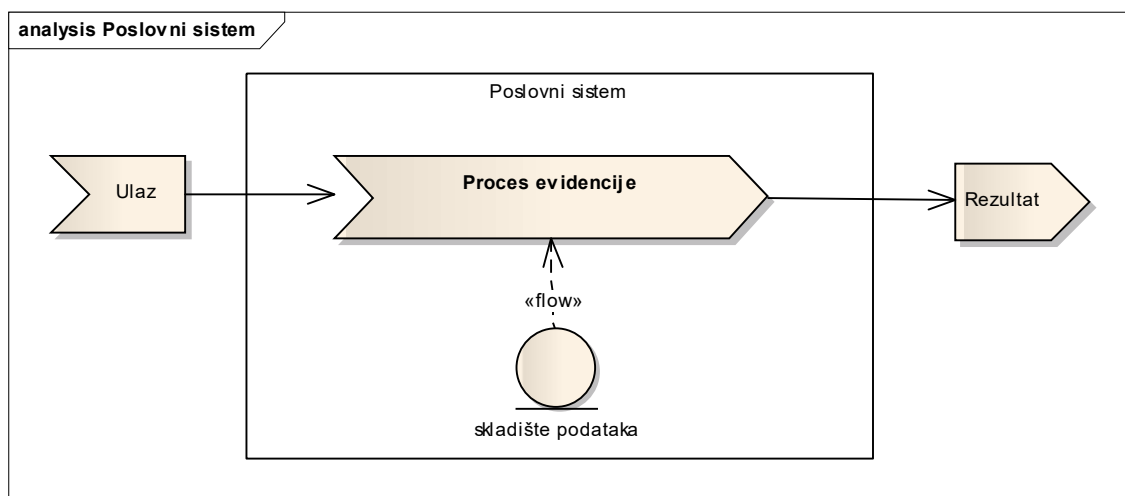
Korišćenje ontologija obuhvata najrazličitije primene: inteligentno pretraživanje informacija, obradu prirodnog jezika, elektronsko poslovanje, veb publikacije, automatsko generisanje dokumenata, održavanje, itd.

Menzies (Menzies, 1999), kao prednosti korišćenja ontologija navodi interoperabilnost pri sučeljavanju dve softverske komponente ili informaciona sistema, unapređenje prelistavanja i pretraživanja rezultata, unapređenje ponovnog korišćenja znanja i njegovo struktuiranje. Ontologije postaju ključna tehnologija za omogućavanje semantički-vođene obrade znanja. Maedche sa saradnicima (Maedche et al., 2003) navodi da će se nova generacija sistema za upravljanje znanjem oslanjati na konceptualne modele u obliku ontologija, što je i korišćeno u ovoj disertaciji.

5. MODELIRANJE POSLOVNIH SISTEMA

5.1. Poslovni sistemi i modeli

Poslovni sistem predstavlja skup međusobno povezanih komponenti koje imaju internu logiku i pravila integracija koja obezbeđuju da sistem funkcioniše. Za izučavanje svojstava i ponašanja poslovnih sistema, potrebno je kreirati modele realnih sistema s ciljem razumevanja njihove logike. Slika 5.1 prikazuje primer modela poslovnog sistema, gde se objekti sistema opisuju atributima, uticaj okoline na sistem ulazom, a dejstvo sistema na okolinu izlazom. Ulazi i izlazi, odnosno rezultati mogu biti: podaci o radnicima, ugovorima, povredama, dok evidencije obuhvataju skladištenje, obradu, analizu i slične aktivnosti. Model poslovnog sistema koristi skladište podataka materijala, HTZ opreme, rezervnih delova i sl.



Slika 5.1 Poslovni sistem

Model predstavlja približnu, pojednostavljenu sliku sistema, koja sadrži bitna svojstva poslovanja. Model se obično prikazuje sa različitih aspekata i njegov razvoj prolazi kroz više faza, pri čemu se u svakoj fazi modelu dodaju specifični detalji. Modeliranje je važno za razumevanje svih inženjerskih disciplina, a odvija se kroz više iteracija kako bi se obezbedilo da njihovi modeli zadovoljavaju postavljene zahteve.

Radi što boljeg razumevanja, modeli se prikazuju dijagramima u kojima su komponente i objekti sistema, kao i njihove veze prikazani grafičkim simbolima. Za potpuni opis modela, uz vizuelni prikaz je neophodno da se neke informacije u modelu izraze tekstom. Najvažnija svojstva dobrog modela su; tačnost, konzistentnost, jednostavnost i razumljivost.

Za model se kaže da je tačan kada korektno opisuje sistem koji se gradi, a da je konzistentan kada različiti pogledi nisu u međusobnom konfliktu. Jednostavnost se odnosi na lakoću komunikacije saradnika i korisnika, i mogućnost brzog prilagođavanja modela. Radi boljeg razumevanja treba model kreirati jednostavno koliko god je moguće.

Osnovni pojmovi vezani za razvoj informacionih sistema su podatak, informacija i znanje. Podatak predstavlja zabeleženu činjenicu ili izmerenu vrednost, dok je informacija interpretacija podataka koji imaju određeno značenje. Informacija je obično subjektivno poimanje primaoca. Znanje se izvodi iz novih informacija koje se nadovezuju na postojeće znanje. Da bi informacija ostala sačuvana, treba je uskladištiti i taj zapis zove se podatak, pa se može reći da je podatak skup prepoznatljivih znakova na određenom mediju. Sa druge strane, informacija je protumačeni podatak, kojim se primaocu prosleđuje novost čiju vrijednost treba sam da oceni (Zins, 2007).

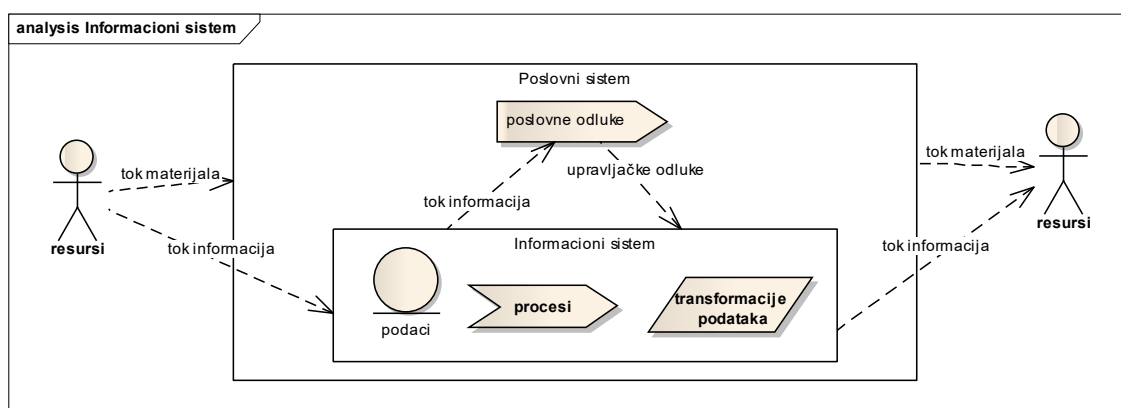
Internacionalna federacija za obradu informacija (International Federation for Information Processing - IFIP) (Speiser, 1963), definiše informacioni sistem na sledeći način: "Informacioni sistem je sistem koji prikuplja, pohranjuje, čuva, obrađuje i isporučuje informacije važne za organizaciju i društvo, tako da budu dostupne i upotrebljive za svakog ko želi da ih koristi, uključujući poslovodstvo, klijente, osoblje i ostale. Informacioni sistem je aktivni društveni sistem koji može, ali ne mora, da koristi savremenu informacionu tehnologiju."

Informaciona tehnologija (Davenport, 2013) je tehnologija obrade informacija, koja se uz upotrebu računara naziva i informatičkom tehnologijom. Inovacije u poslovnom okruženju svakako podrazumevaju promenu i korišćenje specifičnih

alata, među kojima se smatra da je informaciona tehnologija najjači alat koji je uticao na promenu u savremenog poslovanja. Ogromne mogućnosti računara i komunikacionih tehnologija omogućile su proces inovacija, ali iako su ostvarile impresivne benefite mnogim kompanijama, još uvek nisu iskorišćene u punoj meri. Preporuke za implementaciju inovacija i implementaciju softverskih rešenja ističu potrebu kreiranja modela sistema koji se planira. Izrada modela sistema pre njegove implementacije postala je opšteprihvaćen standard u softverskom inženjerstvu kao i u ostalim inženjerskim disciplinama.

5.2. Odnos informacionih i poslovnih sistema

Poslovni sistem se može posmatrati kao skup komponenti organizovanih na određen način, koje radeći zajedno postižu postavljeni cilj ili daju rezultat. Slika 5.2 prikazuje šematski prikaz informacionog sistema koji deluje unutar poslovnog sistema čime obezbeđuje unutrašnju i spoljašnju komunikaciju. U poslovni sistem ulaze i izlaze materijalni i informacioni tokovi, koje informacioni sistem preuzima, obrađuje i predaje poslovnom sistemu.



Slika 5.2 Informacioni sistem

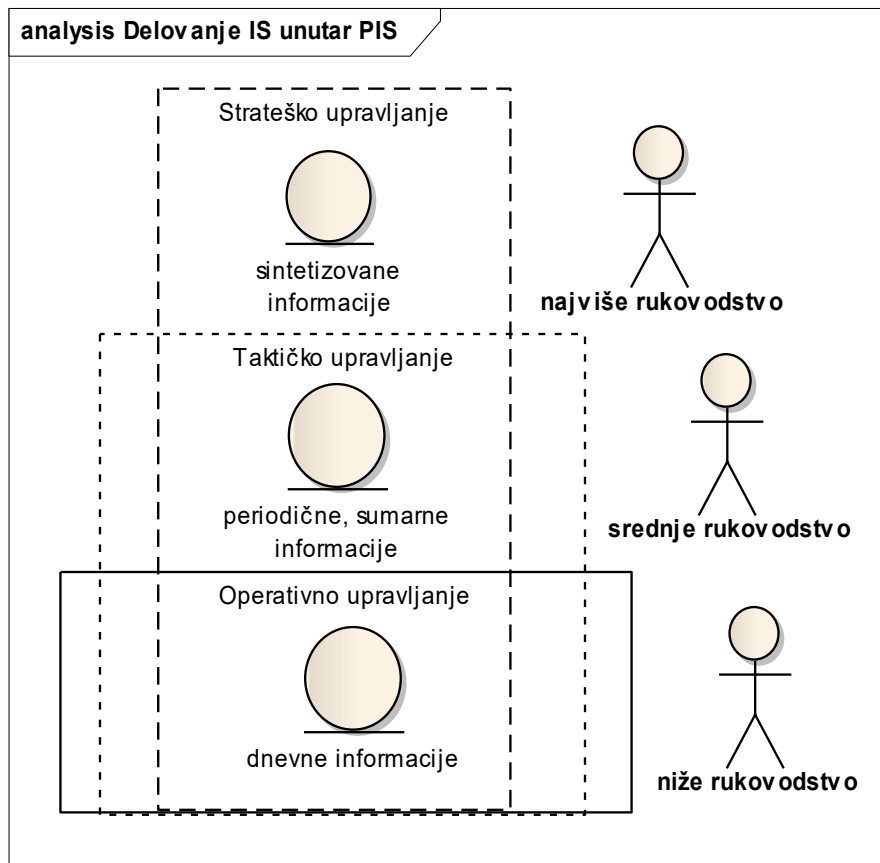
Informacioni sistem sa razrađenim postupcima informacionih aktivnosti je neophodan za funkcionisanje poslovnog sistema i predstavlja njegovo jezgro. Informacioni sistem može, ali sve ređe, funkcionisati bez računara ali je po pravilu podržan informatičkom tehnologijom, ili preciznije informaciono - komunikacionom tehnologijom.

Spoljašnje i unutrašnje informacije pristižu u poslovni sistem iz raznih izvora, a informacijski sistem ih beleži, obrađuje i proizvodi nove informacije. Za izvršavanje poslovnih zadataka i donošenje poslovnih odluka je potrebno da informacijski sistem pruži poslovnom sistemu potrebne informacije, jer informacija predstavlja podlogu za donošenje poslovne odluke. Zbog pouzdanosti procesa odlučivanja svaki poslovni sistem gradi svoj informacijski sistem da bi obezbedio podlogu za brzo i kvalitetno odlučivanje, koje je pretpostavka upravljanja poslovnim sistemom.

Upravljanje poslovnim sistemom podrazumeva planiranje, organizovanje i kontrola poslovnih aktivnosti sistema. U procesu planiranja se postavljaju ciljevi poslovnog sistema i donose planovi ostvarivanja ciljeva, dok se organizovanje odnosi na pravila i procedure izvršavanja poslovnih aktivnosti. Za uspešnu realizaciju planiranih poslovnih aktivnosti je neophodna kontinualna kontrola izvršavanja. Svaki od navedena tri segmenta upravljanja zahteva odgovarajuće informacije za donošenje odluka.

McLean navodi različite aspekte i svojstva uspešnih informacijskih sistema. U pogledu kvaliteta sistema kao celine ističe: adaptivnost, raspoloživost, pouzdanost, brzinu odziva i upotrebljivost, dok za kvalitet informacija navodi: potpunost, jednostavnost razumevanja, personalizaciju (prilagodljivost), relevantnost i sigurnost. Kvalitet servisa odlikuju: osiguranje (izvesnost), empatija, odziv, a za kvalitet sistema su takođe bitni i kvalitet korišćenja, zadovoljstvo korisnika, i benefiti u vidu ušteda novca i vremena, kao i proširenja poslovanja (Delone and McLean, 2003).

Od brojnih podela informacijskih sistema, Jiang i saradnici izdvajaju podelu prema vrsti i načinu obrade informacija na: informacione sisteme za podršku odlučivanju, upravljačke i transakcijske informacione sisteme (Jiang and Klein, 1999). Slika 5.3 prikazuje odvijanje upravljanja na više nivoa: strateško, taktičko i operativno, uz odgovarajuće vrste informacija, vrste informacijskih sistema i nivo rukovodstva koji ih koriste.



Slika 5.3 Delovanje informacionog sistema unutar poslovnog sistema

Najviše rukovodstvo donosi strateške i u principu dugoročne poslovne odluke, dok taktičko upravljanje pripada taktičkom ili srednjem poslovođstvu koje razmatra aktivnosti unutar dužeg razdoblja. Za analizu se koriste sumarni, periodični izvještaji i izvještaji o dnevnim aktivnostima. Operativno, niži novo rukovodstva nadgleda dnevne poslovne aktivnosti i sprovodi odluke taktičkog poslovođstva koristeći uglavnom dnevne izveštaje. Niži nivoi rukovodstva koriste analitičke i detaljnije a viši nivoi sintetizovane informacije. Za uspešno rukovođenje su potrebne kvalitetne i pouzdane informacije koje zahtevaju veću kontrola, što ih dodatno poskupljuje.

Razvoj internet tehnologija je promenio ne samo informatičke tehnologije: programske jezike, alate, metode projektovanja, već i način posmatranja potreba korisnika, koji danas imaju mogućnost da zadovolje svoje informacione potrebe iznajmljivanjem gotovih rešenja putem interneta/intraneta. Dodatan kvalitet

predstavlja i mogućnosti korišćenja softverskih proizvoda kao servisa informatičkih usluga putem internet/intraneta ili alata za razvoj u ovakvom okruženju. Jedna od oblasti sa značajnim razvojem upravo u pravcu veb rešenja su sistemi za podršku u odlučivanju (eng. DSS – Decision Support Systems), odnosno njen segment analitička obrada podataka (OLAP). Pojava računarstvo u oblaku (engl. Cloud computing) je donela promenu u svim oblastima pa je i u poslovnoj inteligenciji uopšte otvorila nove mogućnosti. Računarstvo u oblaku podrazumeva raspoloživost računarskih resursa i skladišnih kapaciteta, njihovo deljenje putem Interneta. Za pristupanje aplikacijama u oblaku se koristi veb čitač.

Osnovni tipovi servisa su: Softver kao usluga, SaaS (engl. Software as a Service), Platforma kao usluga, PaaS (engl. Cloud Platform as a Service), Infrastruktura kao usluga, IaaS (engl. Cloud Infrastructure as a Service) (NIST, 2011). Poslovna inteligencija u oblaku zamenjuje klasične sisteme u određenim scenarijima jer se može konzumirati lakše od tradicionalnih alata poslovne inteligencije zbog toga što je jeftinija za održavanje i lakša za implementaciju. Budući da koristi skalabilan oblik infrastrukture, može istovremeno koristiti više osoba bez smanjenja performansi ili brzine (Mircea et al., 2011).

Informacioni sistem za podršku odlučivanju uključuje razne metode i tehnike obrade informacija, od korišćenja upitnih jezika, proračunskih tablica, generatora izveštaja, grafičkih programa, do kompleksnih metoda modeliranja poslovnih procesa, ekspertnih sistema i veštačke inteligencije. U literaturi se mogu sresti i drugi termini, koji označavaju slične vrste sistema kao što su: izvršni informacioni sistemi, sistemi za istraživanje, sistemi poslovne inteligencije, servisi za planiranje i podršku u odlučivanju. Svima je zajedničko da pružaju podršku u rešavanju slabo struktuiranih problema, crpeći iz postojećih sistema one informacije, koje su bitne za proces odlučivanja. Svrha ovih sistema je da podrži, a ne da zameni donosioca odluka, jer se ne donose odluke automatski, već obezbeđuje analiza i podrška potrebna za odlučivanje.

Niži nivoi odlučivanja rukuju bolje struktuiranim problemima, tako da koriste egzaktne, kvantitativne metode, koje su jednostavnije za primenu i uglavnom daju

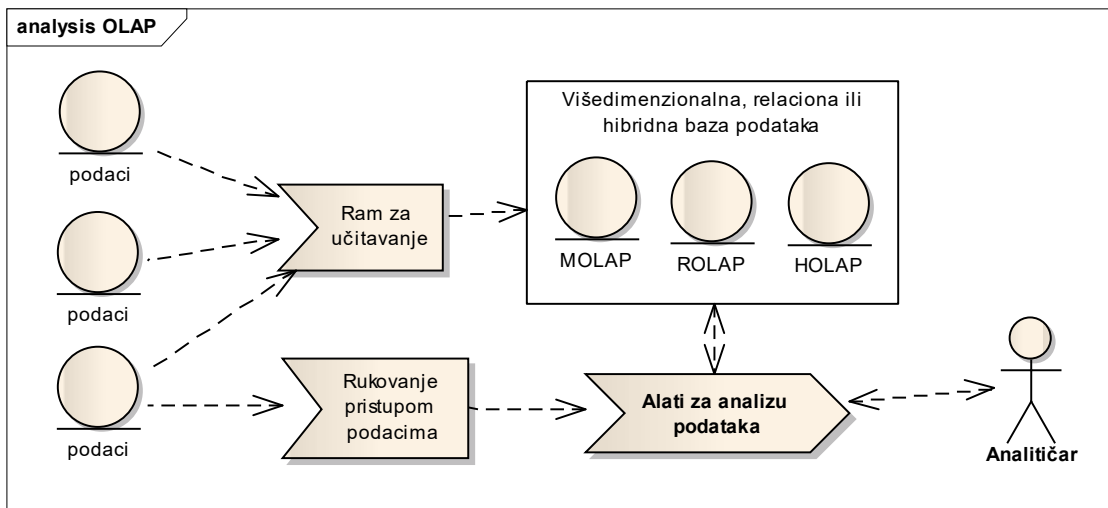
jednoznačne rezultate. Više nivoe odlučivanja karakteriše fleksibilnija i promenljivija struktura podataka. Da bi se ostvarili ovi zahtevi potrebno je prilagoditi informatičku podršku poslovanja privredne organizacije.

U praksi se u istoj organizaciji često koriste aplikacije razvijene upotrebom različitih metoda projektovanja i alata, na različitim hardverskim i softverskim platformama, različitog stepena otvorenosti i kompatibilnosti, što otežava sagledavanje celine poslovanja. Konkretno, različita struktura i sadržaj izvora podataka koji opisuju iste ili slične pojave može biti prepreka, a izmene postojećih aplikacija skupe i zahtevaju vreme. Sistemi za transakcionu obradu podataka nisu optimizovani za pretraživanje podataka, a ukoliko oni zadovoljavaju informacione potrebe, nije ih potrebno menjati samo da bi se omogućila analiza podataka koje te aplikacije ažuriraju. Preporučuje se da postoje paralelno: upravljački informacioni sistem koji služi poslovodstvu i transakcijski informacioni sistem koji pruža podršku dnevnom obavljanju poslovnih aktivnosti.

5.3. Analitička obrada podataka

5.3.1. Osnovni koncepti analitičke obrade podataka

Planiranje i analiza podrazumevaju agregiranje podataka iz više različitih izveštaja, papirnih i elektronskih u različitim formatima (MS Word, MS Excel, pdf). Rezultat treba da bude kratak, tačan i izražajan izveštaj za potrebe rukovodstva na osnovu kog se mogu doneti određeni zaključci i kreirati poslovna politika. Jedno od mogućih rešenja je analitička obrada podataka, OLAP (Chaudhuri and Dayal, 1997). Podršku za OLAP sisteme na tržištu nudi više proizvođača, među kojima su Microsoft, Oracle i IBM. OLAP je sinonim za višedimenzionalni pogled na poslovne podatke podržan tehnologijom višedimenzionalnih ili relacionih baza podataka. Rukovodioci i analitičari koriste ovu tehnologiju kako bi sagledali više nivoe agregiranih pogleda na poslovne podatke. OLAP baza podataka obično se puni podacima iz različitih izvora, uglavnom povremeno. Slika 5.4. prikazuje osnovne koncepte analitičke obrade podataka.



Slika 5.4 Osnovni koncepti analitičke obrade podataka

Izvori podataka mogu biti brojni, zapisani u različitim formatima, nastali u različitim operativnim sistemima. Postoje različiti načini za prenošenje podataka u ram za učitavanje podataka: sa i bez transformacija. Transformacije često uključuju denormalizaciju, restrikcije, selekcije, prešifriranje, agregaciju.

Validni podaci smešteni u bazi postaju pristupačni za istraživanje (eng. data mining) pomoću alata za analizu, pri čemu je model podataka projektovan tako da krajnji korisnik može jednostavno da definiše upite, što znači da su nazivi i opisi polja semantički bogati, veze jednostavne, uz raznovrsne hijerarhije nad istim skupom podataka. Baza podataka treba da bude optimizovana sa ciljem povećanja efikasnosti izvršavanja upita.

U procesu analize podataka potrebno je omogućiti jednostavno rukovanje podacima i obradu koja obuhvata: aritmetičke operacije, agregacije, sortiranja, poređenja, šta-ako analize, sopstvene proračune, statističke analize i predviđanja. Važno svojstvo OLAP sistema je jednostavno generisanje i upotreba predefinisanih ili kreiranih na zahtev izveštaja uz prikazivanje na ekranu, formatiranje štampe izabranih podataka u vidu pivota sa mogućnošću izbora nivoa detaljnosti prikaza. Obradene podatke po pravilu prati grafički prikaz izabranih podataka.

Ukoliko je potrebno tokom same analize obezbediti veći nivo detaljnosti podataka od onoga koji je smešten u OLAP bazu, potrebno je učitavanje podataka na osnovu zahteva OLAP alata ili ugradnja funkcija u OLAP bazu.

Osnovni pojmovi u OLAP-u su: kocka (cube), dimenzija (dimension), mera (measure), tabela činjenica (fact table), tabela dimenzija (dimension table), nivo (level), MOLAP, ROLAP, HOLAP, particija (partition), virtuelna kocka (virtual cube).

5.3.2. Kocke i njihovi delovi

Osnovna jedinica za skladištenje i analizu je kocka, što predstavlja kolekciju podataka grupisanih po više dimenzija da bi se upiti brže izvršavali. Na primer, kocka podataka o proizvodnji može se grupisati po dimenziji organizacione jedinice i dimenziji mašine, ili kocka podataka o povredama po dimenziji organizacione jedinice, dimenziji radnog mesta, dimenziji doba dana, itd. Zahvaljujući ovakvoj organizaciji kocka može brzo da vrati odgovor za postavljeni upit po bilo kojoj dimenziji (Niemi et al., 2002).

Kocke su uređene po dimenzijama i merama. Dimenzije se dobijaju iz tabele dimenzija, dok se mere dobijaju iz tabele činjenica. Tabela dimenzija sadrži hijerarhijski uređene podatke po kojima se vrši sumiranje. Tako je moguće pratiti proizvodnju na nivou rudnika, sektora, radnih jedinica (kopova), brigada, proizvodnih sistema, a zatim se mogu grupisati po godinama, mesecima, nedeljama i danima.

Svaka kocka ima jednu ili više dimenzija, od kojih se svaka zasniva na jednoj ili više tabela dimenzija. Dimenzija predstavlja kategoriju za analiziranje poslovnih podataka (npr. organizaciona struktura). Obično dimenzija sadrži prirodnu hijerarhiju, tako da se rezultati nižeg nivoa mogu uklopiti u rezultate višeg nivoa: brigade u radne jedinice, radne jedinice u sektore, sektori u rudnik. Svaki tip sumiranja koji se može izvesti na osnovu jedne dimenzije naziva se nivo, na primer u dimenziji organizacione strukture bi imali nivoe sektora ili nivoe radnih jedinica.

Tabela činjenica sadrži osnovne podatke koji se sumiraju. To mogu biti podaci o proizvodnji, održavanju, zaradama zaposlenih, troškovima, povredama, ili bilo šta drugo što se može sumirati i iz čega se može dobiti prosečna vrednost. Svaka kocka može imati jednu ili više mera, od kojih se svaka zasniva na koloni tabele činjenica (ili na vrednosti računskog izraza) koji se analizira.

Tabele činjenica i tabele dimenzija su povezane, pri čemu postoje dve osnovne OLAP šeme za povezivanje ovih tabela. U šemi tipa zvezda svaka tabela dimenzija je direktno povezana sa tabelom činjenica, dok u šemi u obliku pahuljice neke tabele dimenzija su indirektno povezane sa tabelom činjenica. Postoje i druge vrste šema, kao što su šeme roditelj-dete i šeme za izdvajanje podataka.

5.3.3. Realizacija OLAP baze podataka

Postoje tri različite vrste organizacije podataka, pa time i načina pronalaženja kompromisa između veličine i brzine: višedimenzioni OLAP (MOLAP), relacioni OLAP (ROLAP) i hibridni OLAP (HOLAP). Akronim OLAM se koristi za istraživanje kocki (eng. OLAP mining) koji koristi strukturu OLAP-a i tehnike istraživanja podataka i predstavlja osnovu poslovne inteligencije sa različitim metodama i tehnikama istraživanja podataka (Jadav and Panchal, 2012).

Višedimenzionalna baza podataka MOLAP zasniva se na skladištenju podataka u specijalizovanim kockama sa konsolidovanim podacima. MOLAP kopira sve podatke i sva grupisanja podataka na server na kome se obavlja analiza, gde se podaci čuvaju u optimizovanom višedimenzionalnom formatu. Od sva tri tipa, MOLAP obezbeđuje najbolje performanse jer je sve dostupno u trenutku izvršavanja upita. Izvršavanje kompleksnih kalkulacija je sa kraćim vremenom odziva u odnosu na ROLAP.

Ukoliko se koristi MOLAP, svaka dimenzija opisuje jedan aspekt posmatranja pojave. Varijablom, odnosno promenljivom se opisuju informacije o nekoj pojavi koja se definiše dimenzijama i predstavlja presek vrednosti dimenzija. Slika 5.5

prikazuje analizu broja povreda u kojoj su dimenzije, odnosno promenljive težina povrede, kvartal i godine.



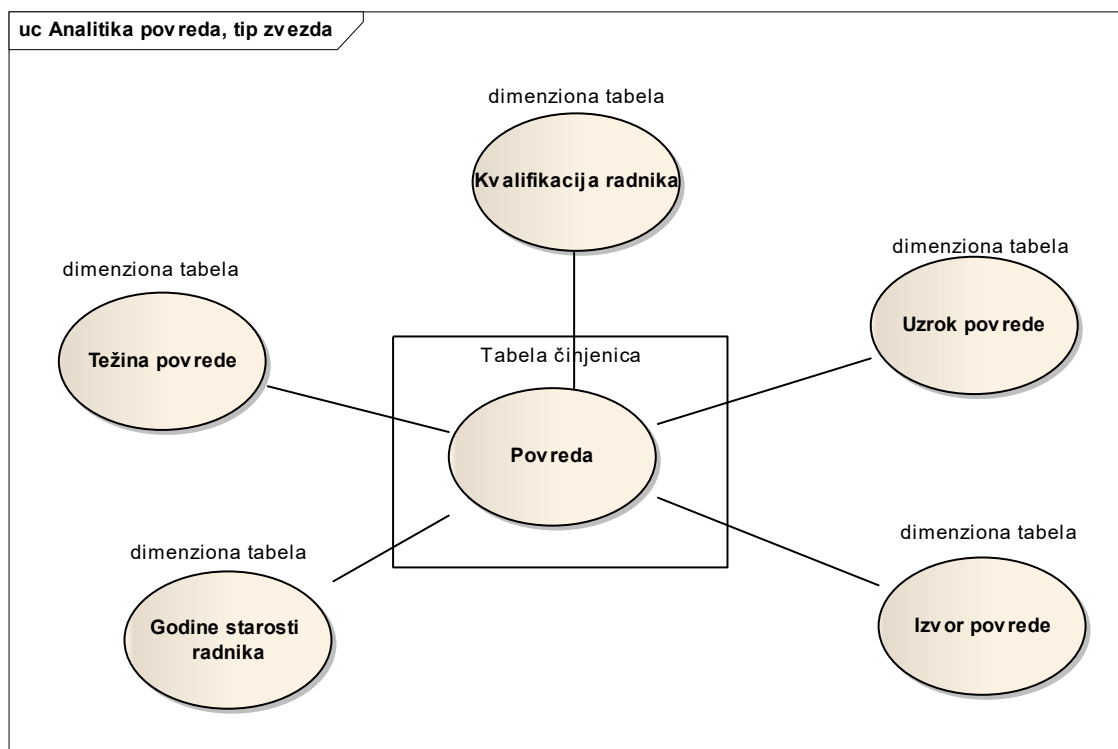
Slika 5.5. Višedimenzionalni model podataka

Na ovaj način ne postoji potreba za redudansom dimenzija. Moguće je definisati varijable nad bilo kojom kombinacijom dimenzija, tako da je veličina MOLAP baze jednaka Kartezijevom proizvodu dimenzija. To je osnovni razlog zbog kojeg su ove baze znatno manje u odnosu na ROLAP.

U relacionoj bazi podataka ROLAP mogu se uskladišti velike količine podataka nad kojima se mogu efikasno izvršavati jednostavni sumarni upiti. ROLAP metoda skladištenja izvorne podatke ostavlja u relacionim tabelama gde se inače i čuvaju. ROLAP koristi zaseban skup relacionih tabela za smeštanje uz učitavanje sumarnih podataka koje server koristi pri proračunavanju kocke. ROLAP je najpogodniji za velike skupove podataka nad kojima se retko izvršavaju upiti jer minimizuje prostor za skladištenje podataka i vreme za pripremu obrade. Ima loše performanse u pogledu izvršavanja kompleksnih kalkulacija.

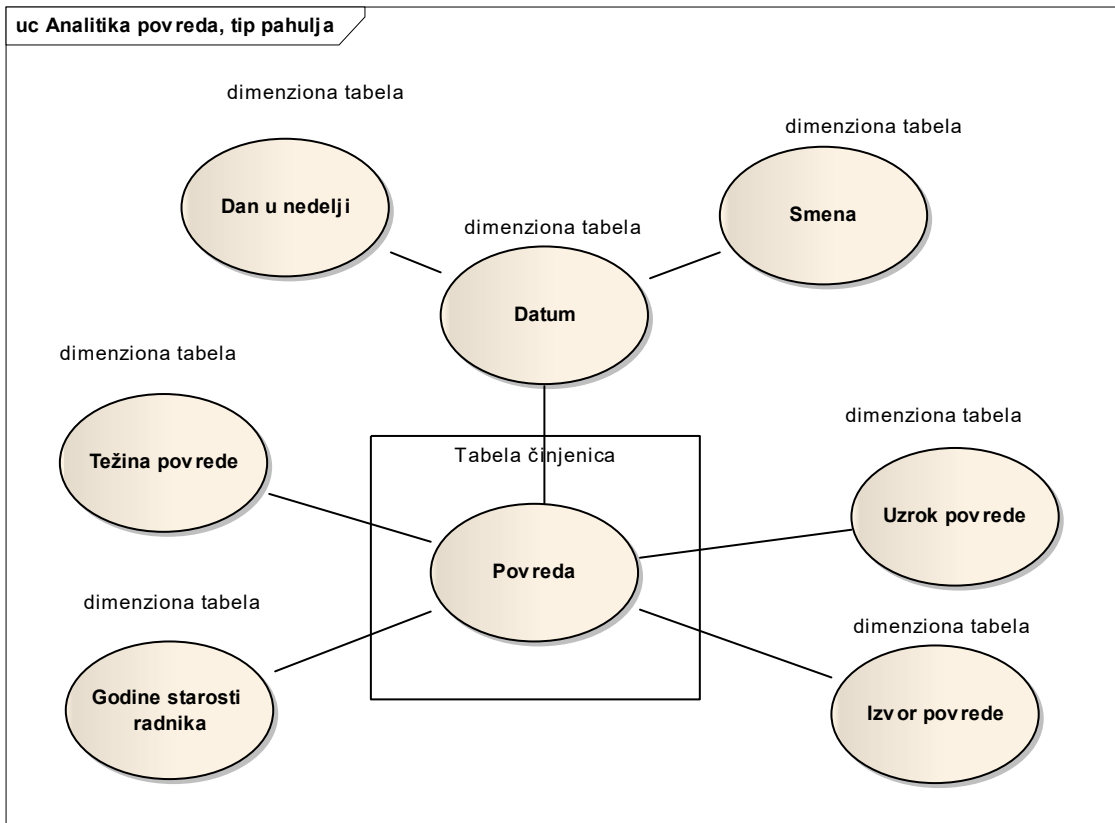
Jedan aspekt posmatranja neke pojave predstavljen je jednom dimenzionalnom tabelom. Jednovremeno, informacija o nekoj pojavi, zajedno sa podacima koji je opisuju data je tabelom činjenica. Veze između ovih vrsta tabela su maksimalno pojednostavljene. Da bi se opisao neki složeniji aspekt posmatranja, uz

istovremeno očuvanje jednostavnosti veza primenjuje se redudansa podataka. Na ovaj način definiše se šema zvezde (Slika 5.6.). Za opis neke pojave može se koristiti više tabela činjenica i tada govorimo o njihovom partitionisanju.



Slika 5.6. Šema zvezde

Ukoliko se želi izbeći redudansa podataka, ili barem smanjiti, nad dimenzionalnim tabelama primenjuje se normalizacija. Ona dovodi do stvaranja većeg broja manjih povezanih tabela, pa šema zvezde prelazi u šemu pahulje (Slika 5.7.).



Slika 5.7. Šema pahulje

Hibridna baza podataka HOLAP je kombinacija prethodna dva pristupa. Izvorni podaci ostaju u relacionim tabelama, ali se sumarni čuvaju na serveru u optimizovanom višedimenzionalnom formatu. HOLAP omogućava da veličina višedimenzionalne baze podataka bude 3 do 10 puta veća u odnosu na MOLAP, ali je još uvijek znatno manja u odnosu na ROLAP. Vreme odziva u izvršenju kompleksnih kalkulacija približno je jednaka MOLAP-u.

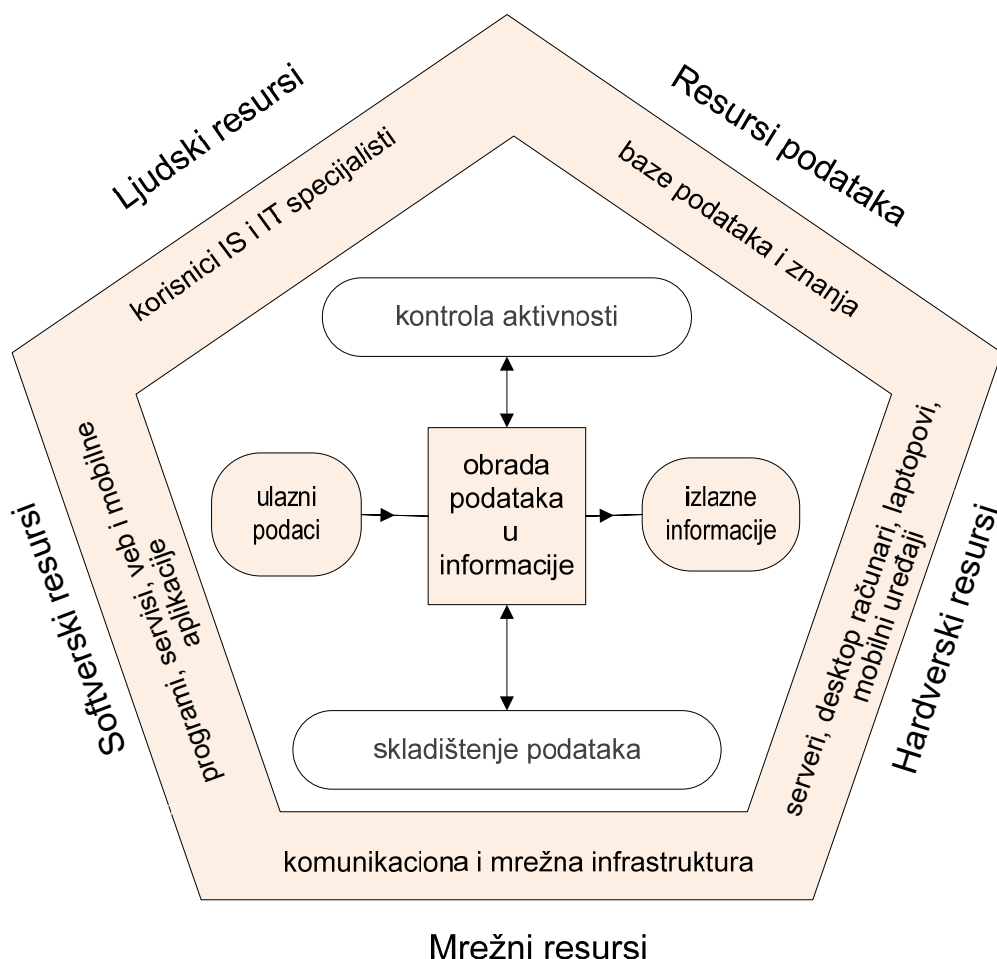
5.3.4. Particije i virtuelne kocke

Kocka se može podeliti u više particija. Različite particije se mogu skladištiti na različite načine. Na primer, unutar iste kocke geografske dimenzije se mogu čuvati u ROLAP formatu a vremenske dimenzije u MOLAP formatu. Pošto se sve particije jedne kocke ne moraju čuvati na istom serveru, stariji podaci ili podaci koji se ređe koriste mogu se prebaciti na poseban server.

Kao što su particije podskupovi kocki, virtuelne kocke su nadskupovi kocki. Virtuelne kocke omogućavaju učitavanje podataka na osnovu više kocki. Na primer, ukoliko postoji kocka sa podacima o ostvarenoj proizvodnji i kocka sa podacima o povredama, može se napraviti virtuelna kocka koja omogućava analiziranje uticaja proizvodnje na povređivanje radnika.

5.4. Resursi informacionih sistema

Informacioni sistem koristi različite vrste resursa: podatke, ljude, hardver, softver i komunikacione mreže kako bi pretočio podatke u informacione proizvode kroz ulaz, obradu, izlaz, skladištenje i kontrolu aktivnosti sistema. Slika 5.8. prikazuje najznačajnije komponente i aktivnosti informacionog sistema (O'Brien, 1998).



Slika 5.8. Komponente informacionog sistema

Resursi podataka uključuju: strukturane i nestruktuirane podatke, organizovane u bazama podataka i znanja, ljudski resursi uključuju: krajnje korisnike, programere, administratore baza, sistemskog softvera i mrežnih sistema. Hardverske resurse čine: serveri, desktop i laptop računari, kao i mobilni uređaji, periferijska informatička oprema i mediji. Softverski resursi obuhvataju: programe, programske biblioteke, veb servise, veb i mobilne aplikacije, dok mrežne resurse čine: komunikacioni mediji i mrežna infrastruktura.

Ulaz u informacioni sistem predstavljaju resursi podataka, koji se transformišu aktivnostima obrade podataka u raznovrsne informacione proizvode koji se isporučuju krajnjim korisnicima sistema. Korišćenje termina "resurs podataka" umesto "podaci" ističe kompleksnost ulaza i izlaza informacionog sistema, kao i njihovu važnost. Rukovanje resursom podataka mora biti efikasno, da bi se uspešno zadovoljile informacione potrebe svih profila korisnika sistema.

Osim tradicionalnih alfa numeričkih strukturanih podataka, nastaje i obrađuje se sve više tekstualnih podataka koji se sastoje od rečenica i paragrafa koji se koriste u pisanoj komunikaciji. Savremeno poslovanje generiše i koristi brojne formate multimedijalnih podataka: slike, crteži, karte, audio i video zapisi.

Najčešća organizacija resursa podataka u informacionom sistemu je korišćenjem relacionih baza podataka, a osim njih mogu biti sistemi datoteka, hijerarhijske XML izvorne baze i objektno-orijentisane baze. Baze znanja čuvaju znanje kao činjenice, pravila, rešene slučajeve, iskustvo i slično. Može se reći da su podaci sirove činjenice ili zapažanja, obično o pojavama ili poslovnim transakcijama. Podaci se mogu posmatrati i kao mere atributa, odnosno karakteristika entiteta: mesta, ljudi, stvari i događaja.

Obrada podataka obuhvata organizovanje, agregaciju i upravljanje podacima, potom analiziranje i ocenu njihovog sadržaja i konačno stavljanje u odgovarajući kontekst za krajnjeg korisnika. Softverski resursi objedinjuju sistemski softver, kao što su operativni sistemi koji kontrolišu i podržavaju operacije računarskog sistema, aplikativni softver, programi koji upravljaju specifičnim obradama i koje

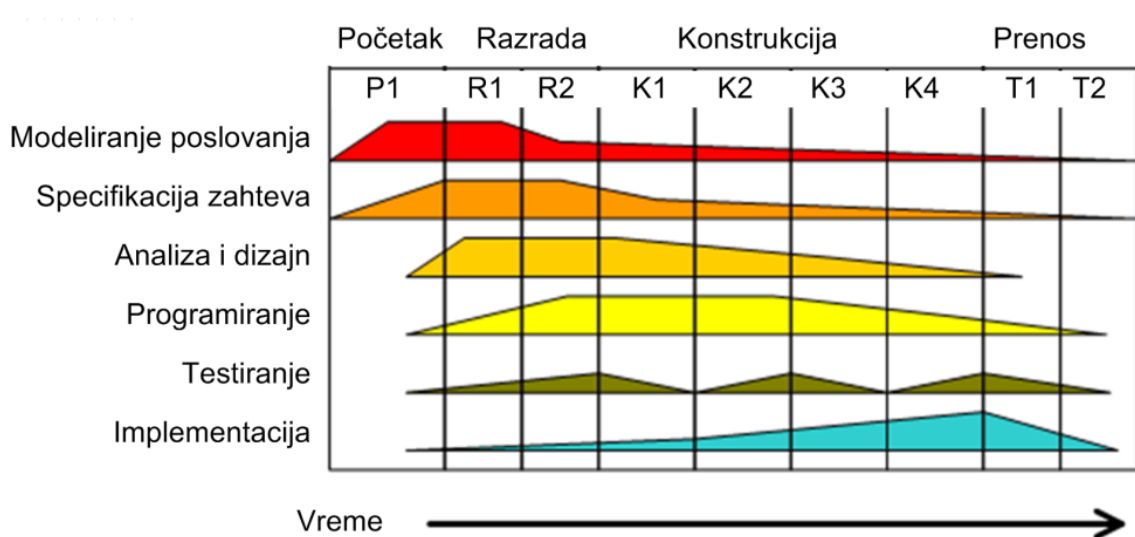
koriste krajnji korisnici, na primer: programi analize prodaje, obračun plata, tekst procesori i sl.

5.5. Ciklus razvoja informacionog sistema

Rational Unified Process (RUP) je metoda projektovanja i razvoja informacionih sistema razvijena u IBM-u, zasnovana na iterativno-inkrementalnom principu vođenom slučajevima upotrebe. Prva faza obuhvata razvoj poslovnog modela koji specificira arhitekturu informacionog sistema koji najbolje podržava dati poslovni sistem. Poslovni model predstavlja pogled na poslovni domen iz različitih perspektiva i rezultat je analize različitih aspekata poslovnog domena. Modeliranje čine tri faze: konceptualno koje daje celokupan pogled na sistem, strukturno koje formalizuje organizaciju poslovnog sistema, procesno sa specifikacijom poslovnih aktivnosti u sistemu i modeliranje ponašanja i interakcije između resursa (Kruchten, 2004).

Jedinstveni jezik modeliranja UML se već duži niz godina dominantno koristi u praksi i implementiran je u većini alata za modeliranje softverskih sistema tako da predstavlja industrijski standard za modelovanje softvera. Razvoj softvera danas sledi iterativni pristup koji u nizu iteracija omogućava bolje razumevanje domena i smanjenje rizika, a inkrementalno vodi ciljnom sistemu. Kao primer dobro strukturiranog iterativno-inkrementalnog procesa, koji je našao široku primenu u inženjerskoj praksi, često se navodi RUP. Prikaz RUP iz tehničke perspektive - pogled na RUP sa aspekta organizacije aktivnosti i primene odgovarajućih softverskih tehnika tokom vremena (slika 5.9.).

RUP ima dve dimenzije: statički aspekt procesa koji se izražava aktivnostima, resursima i činjenicama i dinamički aspekt procesa koji se izražava u fazama, iteracijama, ciklusima i sl. (Ambler, 2001).



Slika 5.9. Faze razvoja prema RUP-u

5.5.1. Statički aspekt procesa

Statički aspekt procesa obuhvata: modeliranje poslovanja, specifikaciju zahteva, analizu i dizajn, programiranje, testiranje i implementacija, koje se tokom procesa smenjuju s različitim, intenzitetom i značajem od iteracije do iteracije. Korišćenjem poslovnog profila UML-a se postiže bolje razumevanje i unapređuje komunikacija između softverskih inženjera i stručnjaka iz domena. Poslovni profil uključuje model poslovnih slučajeva upotrebe i poslovni objektni model.

Model poslovnih slučajeva upotrebe opisuje poslovni sistem i njegove odnose sa spoljašnjim sistemima kroz poslovne slučajeve upotrebe, kojima se predstavljaju konkretne funkcije poslovnog sistema i interakcija sa poslovnim učesnicima. Osim prikaza dijagramima poslovnih slučajeva upotrebe, model sadrži opise učesnika i poslovnih slučajeva upotrebe kao i njihovu interakciju.

Realizacija poslovnog slučaja upotrebe, grupe ili sistema poslovnih slučajeva upotrebe dokumentuje se tekstualno i grafički. Opis podrazumeva specifikaciju karakteristika i aktivnosti datog procesa visokog nivoa, sa prikazom redosleda najznačajnijih aktivnosti, kao što su odgovornosti učesnika za sprovođenje aktivnosti i objekti koje ti učesnici koriste. Ukoliko se prikazuje raspored aktivnosti

po radnim grupama uvode se takozvane "plivačke staze" radi preciznije specifikacije u složenim poslovnim sistemima.

Poslovni objektni model predstavlja pogled na poslovni sistem iznutra kojim se opisuju procesi, procedure i ponašanja učesnika, korišćenje resursa i njihova organizacija. On uključuje detaljne dijagrame aktivnosti, interakcije i klasa. Poslovni objektni model uključuje i neki od objektno-orijentisanih dijagrama interakcije: dijagram saradnje za fokusiranje na strukturalnu komponentu ili dijagram sekvence za vremensku komponentu procesa. Dijagram objekata prikazuje statičku strukturu i relacije između objekata, a može da se koristi i za prikaz organizacione strukture poslovnog sistema, uz koju opciono može da se da dijagram stanja objekata.

Razvoj poslovnih modela zasnovanih na poslovnom profilu UML-a se odvija kroz faze: specifikacija poslovnih slučajeva upotrebe, tekstualni opis realizacije, grafički prikaz realizacije poslovnih slučajeva upotrebe dijagramima aktivnosti visokog nivoa, detaljan opis realizacije sa detaljnim dijagramima aktivnosti, potom dijagram sekvence i dijagram objekata i poslovnih klasa.

5.5.2. Dinamički aspekt procesa

Životni vek razvoja sistema je podeljen na veći broj ciklusa, pri čemu svaki ciklus radi na novoj generaciji proizvoda. Razvojni ciklus čine četiri faze: početak, razrada, konstrukcija i prenos. U početnoj fazi se postavlja osnova za specifikaciju funkcionalnih i nefunkcionalnih zahteva ciljnog sistema, svi eksterni entiteti i poslovni slučajevi upotrebe se identifikuju i ukratko se opisuje njihova interakcija na visokom nivou.

Izlaz iz ove faze je vizija osnovnih zahteva, ključnih karakteristika i glavnih ograničenja. Funkcionalni opis poslovnih slučajeva upotrebe dijagramima aktivnosti visokog nivoa predstavlja dobar osnov za definisanje funkcionalnih zahteva ciljnog sistema, a tekstualni opis omogućava i specifikaciju nefunkcionalnih zahteva kao što su npr. performanse ciljnog sistema.

Početna faza može biti realizovana u jednoj iteraciji u slučaju jednostavnih poslovnih sistema, dok se za složene poslovne sisteme prolazi kroz više iteracija, a u svakoj iteraciji se obrađuje obično po jedan podsistem. Slučajevi upotrebe se mogu grupisati u apstrakcije višeg nivoa, kao što su paket koji predstavlja grupu slučajeva upotrebe i odgovarajućih relacija. Na kraju početne faze model slučajeva upotrebe treba da bude kompletan oko 20%.

Faza razrade predstavlja sveobuhvatnu analizu poslovnog sistema, postavljanje arhitekture, razvoj dinamičkog plana i uklanjanje rizika u projektu. Tu je uključeno identifikovanje funkcionalnih i nefunkcionalnih zahteva tako da je ovo najkritičnija faza u procesu jer postavljeni model mora biti stabilan da bi se kasnije uspešno mogli modifikovati detalji. Ova faza podrazumeva razvoj prototipa informacionog sistema koji realizuje ključne slučajeve upotrebe opisane u početnoj fazi. Na kraju faze razrade model slučajeva upotrebe treba da je 80% kompletan, da su identifikovani svi slučajevi upotrebe i svi učesnici, da je većina i opisana, da je definisan plan aktivnosti za svaku iteraciju. Realizacija arhitekture se evaluira kroz: stabilnost arhitekture ciljnog sistema, tačnost i ostvarljivost plana realizacije i efikasnost prototipa.

U fazi konstrukcije sve funkcije ciljnog sistema treba da su realizovane, integrisane u sistem i detaljno proverene i na kraju ove faze proizvod treba da je spreman kao beta verzija, što podrazumeva integraciju na adekvatnoj platformi, dokumentaciju i uputstvo za upotrebu. U fazi konstrukcije, aktivnostima poslovnog modelovanja ostaju jedino neki specifični procesi za koje je u prethodnim iteracijama uočena potreba revizije.

U fazi tranzicije razvijeni sistem se prenosi iz razvojnog okruženja u konkretan poslovni sistem, nakon čega sledi samo fino podešavanje, unapređenje novih verzija i obuka korisnika. Ova faza ne sadrži elemente poslovnog modelovanja.

6. RAZVOJ SISTEMA ZA PRAĆENJE I ANALIZU STANJA ZAŠTITE NA RADU

Kako je već naglašeno, sistem poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarstvu, čiji je razvoj prikazan u ovoj doktorskoj disertaciji, svoje mesto nalazi u okviru treće faze Demingovog ciklusa – Provera i korektivne mere. Evidencija i analiza indikatora stanja zaštite na radu, kao što su nezgode, povrede na radu i profesionalna oboljenja, treba da omoguće, primenom savremenih informacionih tehnologija, kompleksnu i sveobuhvatnu analizu prikupljenih podataka i ocenu uspešnosti primenjenih mera zaštite kao i unapređenje procesa donošenja odluka vezanih za poboljšanje primenjenih i izbor novih mera pri upravljanju procesima zaštite na radu u rudnicima.

Razvoj sistema za praćenje i analizu stanja zaštite na radu zasnovan je na iterativno-inkrementalnom principu vođenom slučajevima upotrebe. Prva faza obuhvata specifikaciju korisničkih zahteva, odnosno funkcionalnosti sistema koji se razvija, i poslovnog modela koji specificira arhitekturu informacionog sistema kroz konceptualni model. Dalje modeliranje uključuje: konceptualno modeliranje podataka koje daje celokupan pogled na sistem, strukturno koje formalizuje organizaciju poslovnog sistema, procesno sa specifikacijom poslovnih aktivnosti u sistemu i modeliranje ponašanja i interakcije između resursa (Kruchten, 2004). Implementacija sistema se prikazuje karakterističnim komponentama sistema evidencije službe zaštite sa posebnim osvrtom na evidenciju povreda. Nakon završenih evidencija se primenjuju analitički servisi poslovne inteligencije razvijenog sistema u cilju ranog otkrivanja rizika od nezgode, kroz analizu uzroka, mesta događaja, vremena kada su se desili, težina povrede i drugih relevantnih podataka pohranjenih u bazi.

6.1. Specifikacija zahteva za razvoj sistema

Osnovni zahtev koji sistem za praćenje i analizu stanja zaštite na radu treba da ispuni je da na osnovu broja povreda i pojave profesionalnih oboljenja, vrsta povreda, ocena težine povreda, izvora i uzroka povreda i karakteristika radne sredine ukaže na ključne kategorije i kombinacije kategorija koje imaju visoku učestalost.

Zadatak programskog sistema za upravljanje zaštitom na radu je da obezbedi i sledeće podatke:

- ♦ o pregledima i ispitivanju oruđa i uređaja za rad, ličnih zaštitnih sredstava,
- ♦ o merenjima i ispitivanjima hemijskih i fizičkih štetnosti i mikroklimе,
- ♦ o određivanju radnih mesta sa posebnim uslovima rada i o ispitivanjima i praćenju stanja životne i radne sredine radnika,
- ♦ o zaštiti od požara,
- ♦ o obezbeđivanju protivpožarnih aparata za početno gašenje požara sa brojnim stanjem po tipu u odnosu na plan,
- ♦ o evidencijama servisiranja, punjenja i održavanja protivpožarnih aparata i ispitivanju postojeće hidrantske mreže.

Programski sistem takođe treba da obezbedi i:

- ♦ podatke za obuku radnika i proveru znanja o obučavanju zaposlenih iz oblasti tehničke zaštite i protivpožarne zaštite, i
- ♦ podatke o stečenim sertifikatima iz tehničke i protivpožarne zaštite.

Najvažniji deo sistema je, kako je već navedeno, evidencija nesreća i havarija na rudnicima, koja obuhvata vreme, mesto i podatke o tome šta je havarisano. Uz to se evidentiraju i podaci vezani za povrede na radu, što obuhvata:

- ♦ registrovanje povreda na radu sa analizom uzroka povređivanja i stepena povrede;

- ♦ analizu bolovanja zbog povreda na radu koja su posledica povređivanja na radu;
- ♦ evidenciju o invalidima rada koji su doživeli povredu na radu (staranje, rehabilitacija, prekvalifikacija invalida rada).

Sistemom je potrebno obuhvatiti i:

- ♦ podatke vezane za pravilnike o ličnim zaštitnim sredstvima,
- ♦ evidenciju ličnih zaštitnih sredstava u magacinima, kao i
- ♦ evidenciju i kontrolu izdatih ličnih zaštitnih sredstava.

Sa stanovišta informatičke podrške poslova vezanih za zaštitu na radu, potrebno je ostvariti razmenu podataka i interakciju sa drugim delovima poslovnog informacionog sistema. Na primer, programskim sistemom za Poslovno planiranje treba da se podrži Izrada planova aktivnosti, nabavke, obuke kadrova i zaštite, potom pregledi, ispitivanje i servisiranje instalirane zaštitne opreme, a koje treba informatički podržati i programskim sistemima za Održavanje baze tehničkih podataka i Održavanje opreme i objekata. Skladištenje opreme i ličnih zaštitnih sredstava treba informatički podržati programskim sistemom za Skladištenje.

6.2. Konceptualni model programskog sistema

Modeliranje sistema poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji je urađeno korišćenjem UML jezika. U ovom poglavlju biće prikazani primeri karakterističnih dijagrama i opisa za vizualizovanje, specifikovanje, konstruisanje i dokumentovanje. UML kao jezik ima precizno definisanu sintaksu i semantiku, pri čemu je najvidljiviji deo semantike upravo njegova grafička notacija koja omogućava precizno specificiranje arhitekture informacionog sistema kroz konceptualni model.

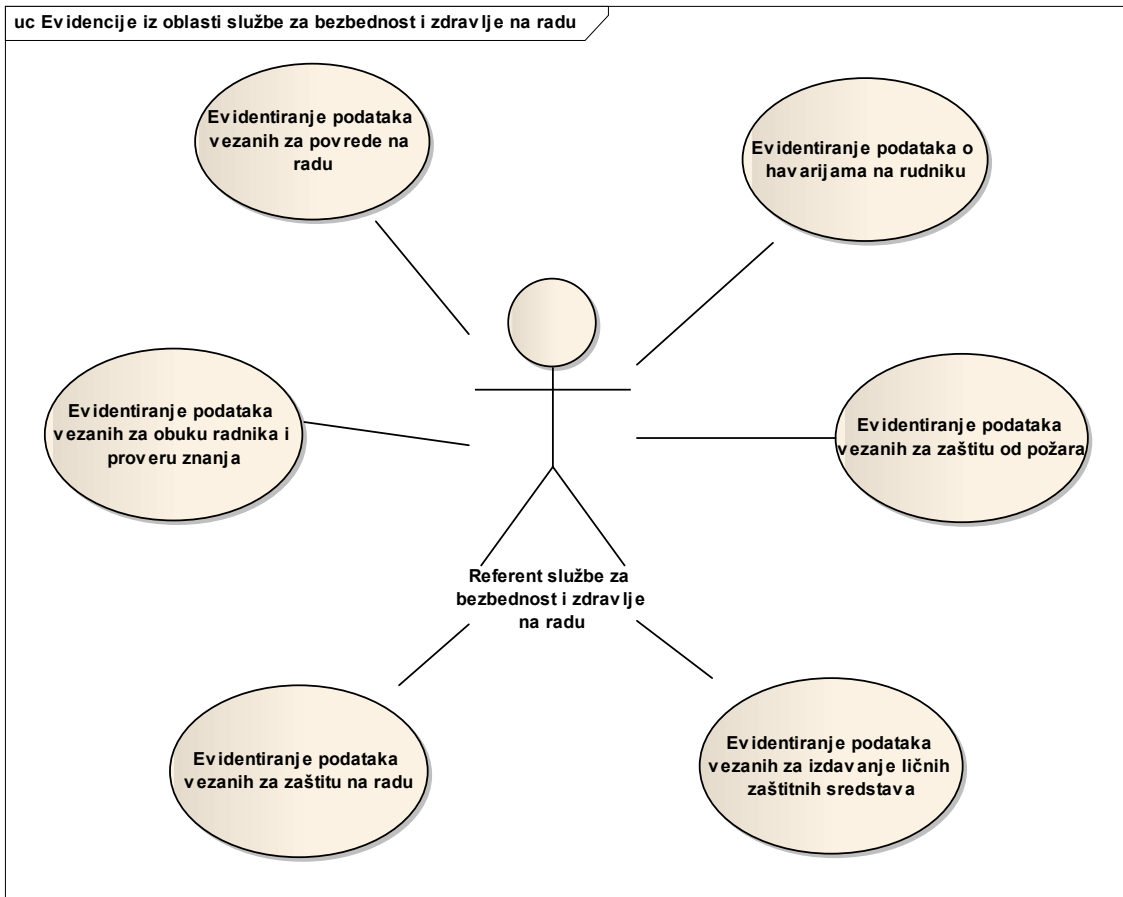
Proces modeliranja u UML-u može da ima različite tokove, ali se najčešće koristi UML modeliranje po Larmanu (Larman, 2005) koje se sastoji od sledećih faza: slučajevi korišćenja, konceptualni model, sistemski dijagrami sekvenci, sistemski ugovori, kolaboracioni ugovori, dijagrami klasa, implementacija. Specifikacija

korisničkog zahteva odnosno funkcija koje sistem treba da realizuje se opisuje pomoću slučajeva korišćenja.

Slika 6.1. prikazuje osnovne evidencije iz oblasti službe bezbednosti i zdravlja na radu kojim se obuhvataju strukturirani i sistematizovani podaci iz ovog segmenta u cilju efikasnijeg poslovanja i praćenja zakonskih obaveza. Sistem se sastoji iz više programskih modula koji prate uočene potrebe poslovnog okruženja:

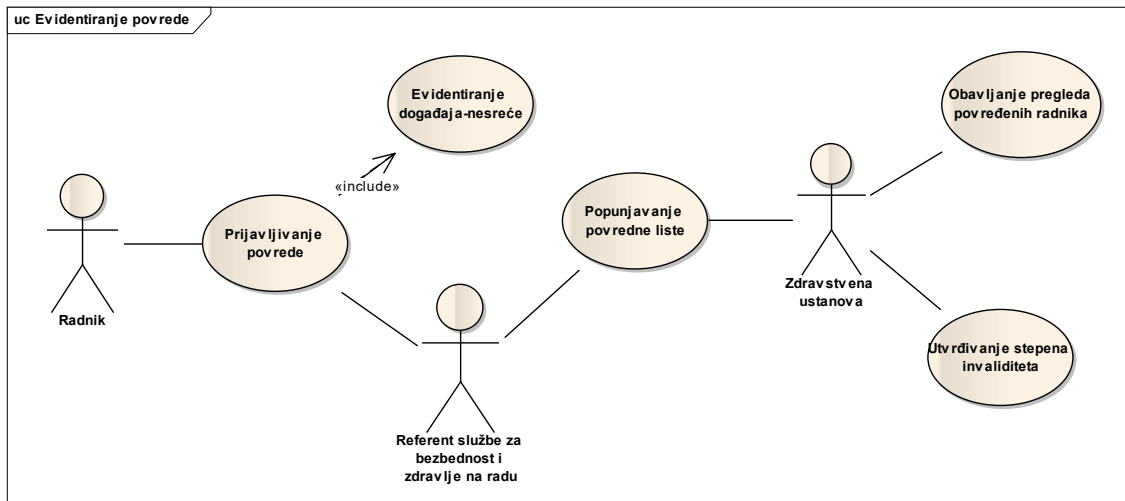
- ♦ Evidencija i analiza izvršenih ispitivanja radne okoline;
- ♦ Evidencija i analiza pojave povreda i profesionalnih oboljenja;
- ♦ Praćenje zdravstvenog stanja radnika i evidencija o izvršenim periodičnim pregledima radnika;
- ♦ Praćenje ličnog zaduženja zaštitnih sredstava i evidencija o izvršenim ispitivanjima sredstava i opreme lične zaštite;
- ♦ Izveštavanje o zaštiti na radu;
- ♦ Obuka radnika (programi obuke, održani kursevi, podaci o proveri znanja).

U nastavku je dat prikaz metodologije na slučaju korišćenja evidentiranja povrede, čiji su akteri radnik koji prijavljuje povredu, referent službe za bezbednost i zdravlje na radu koji je evidentira i zdravstvena ustanova koja pregleda povređene radnike i utvrđuje stepen povreda. Slučaj upotrebe Prijavljivanje povrede uključuje (na dijagramu označeno rezervisanom reči "include") slučaj Evidentiranje događaja nesreće. Rereferent inicijalno popunjava povrednu listu koju nakon pregleda dopunjava lekar u zdravstvenoj ustanovi i vraća instituciji (slika 6.2.).



Slika 6.1. Evidencija iz oblasti službe za bezbednost i zdravlje na radu

Na bazi korisničkih zahteva prave se slučajevi korišćenja u tekstualnom obliku koji prate dijagrame. Model sistema detaljno obrađuje svaki slučaj upotrebe, a u disertaciji se, kao primer, predstavlja samo jedan od slučajeva upotrebe u kom se prijavljuje događaj na kopu, što može biti kvar, organizacini zastoje, incident ili slično.



Slika 6.2. Evidentiranje povrede

Primer 1.

Slučaj korišćenja: Evidentiranje povrede na radu

Akter: Referent službe za bezbednost i zdravlje na radu

Svrha: Evidentiranje povrede na radu.

Opis:

Kroz ovaj slučaj korišćenja evidentiraju se podaci o povređenom radniku, uzroci i vrste povrede na radu, tačno vreme kada su se one desile, kao i precizna lokacija na kojoj se povreda desila, sprovedene mere zaštite u trenutku nesreće...

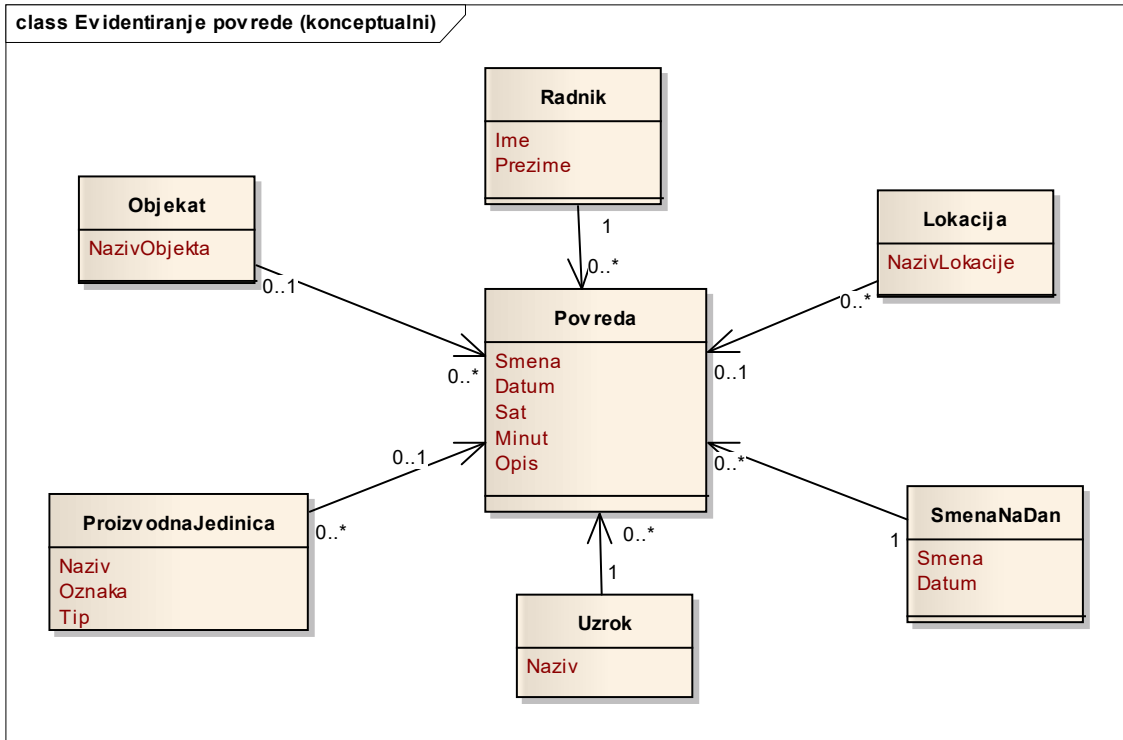
Normalno funkcionisanje:

- Počinje iniciranjem unosa novog događaja od strane aktera.
- Sistem otvara stranu za unos novog događaja,
- Referent unosi podatke o radniku i događaju, a potom inicira snimanje podataka
- Događaj se evidentira podacima: radnik, datum, sat, minut, opis, trajanje, uzrok, vrsta, lokacija, objekat, proizvodna jedinica, smena, mere zaštite.

Alternativno funkcionisanje:

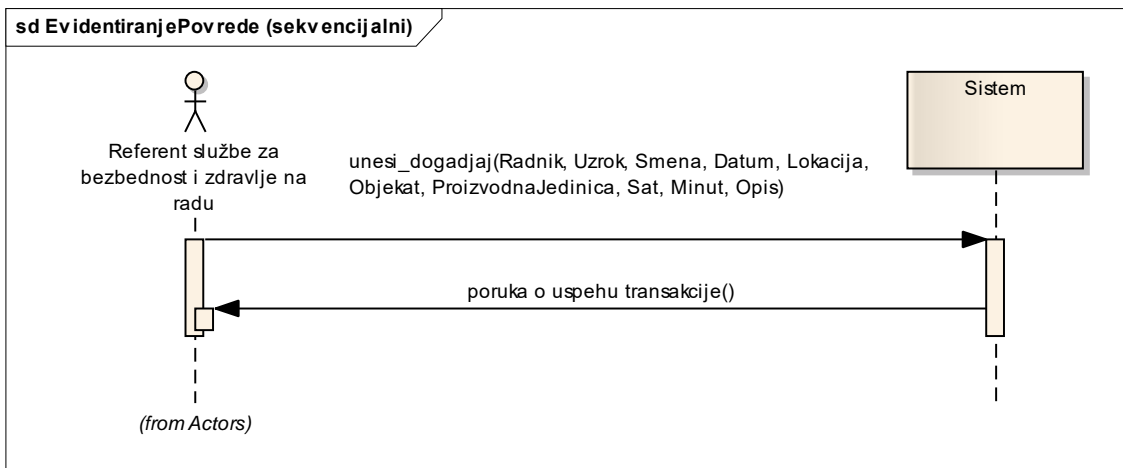
- Ukoliko u ontologiji i šifarnicima ne postoji šifriran uzrok, vrsta, lokacija, objekat, ili proizvodna jedinica potrebno ga je evidentirati, a potom nastaviti unos.

Nakon dijagrama upotrebe kreira se konceptualni model, kojim se određuju entiteti koji imaju tendenciju da kasnije postanu klase sa potpunom deklaracijom. Model obuhvata koncepte, asocijacije između koncepata i attribute koncepata. Slika 6.3. prikazuje primer dijagrama sa uočenim konceptima: Događaj, Radnici, Lokacije, Objekti, Proizvodne jedinice, Uzrok, Vrsta i Smena.



Slika 6.3. Konceptualni model

Ponašanje sistema se opisuje sekvencijalnim dijagramima, gde se formalizuje interakcija pri tome ističući vremenski poredak poruka. Slika 6.4. prikazuje sekvencijalni dijagram za slučaj korišćenja Evidentiranje povrede.



Slika 6.4. Sekvencijalni dijagram za slučaj korišćenja: Evidentiranje povrede

Ponašanje sistema detaljnije opisuju Ugovori o sistemskim operacijama, kao na primer:

Primer 2:

USE CASE Evidentiranje povrede

Ugovor 1

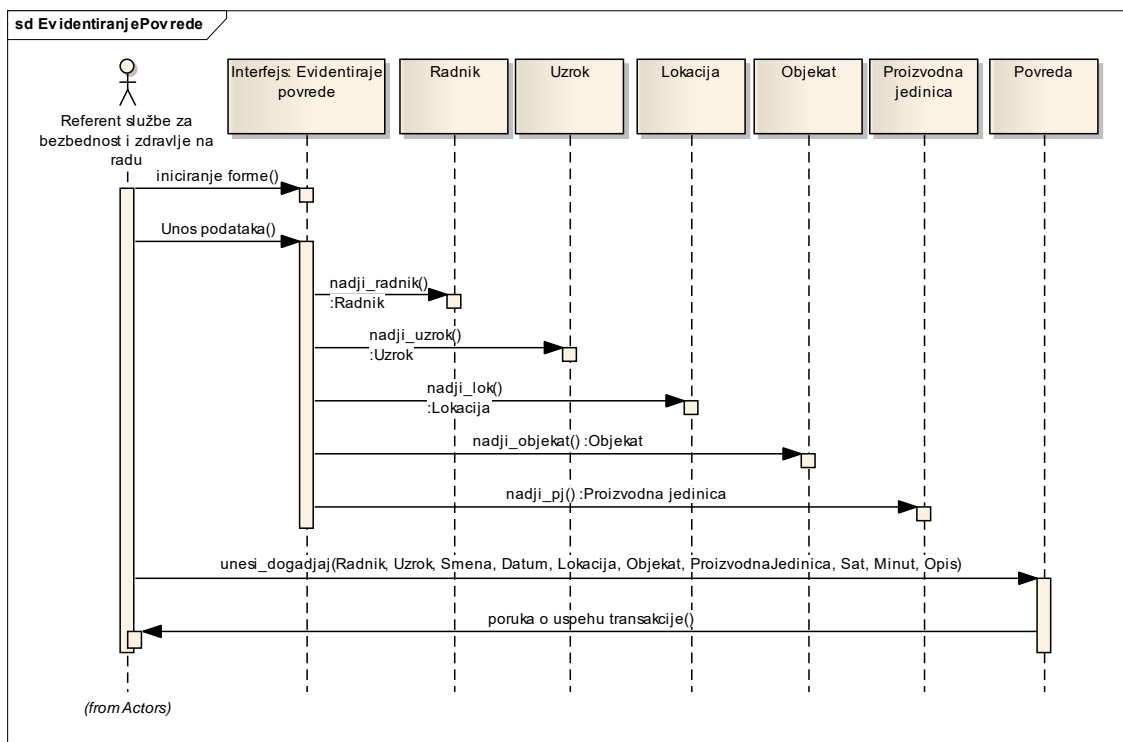
Ime: unesi_dogadjaj(Radnik, Uzrok, Smena, Datum, Lokacija, Objekat, ProizvodnaJedinica, Sat, Minut, Opis)

Odgovornost: Evidentiranje povrede

Preduslov: postoje uneti podaci u ontologijama ili odgovarajućim tabelama sa kojima se vrši asocijacija

Postuslov: Kreirana nova instanca Povreda. Kreirana asocijacija između tabele Povreda i tabela Radnik, Uzrok, Lokacija, Objekat, ProizvodnaJedinica i SmenaNaDan.

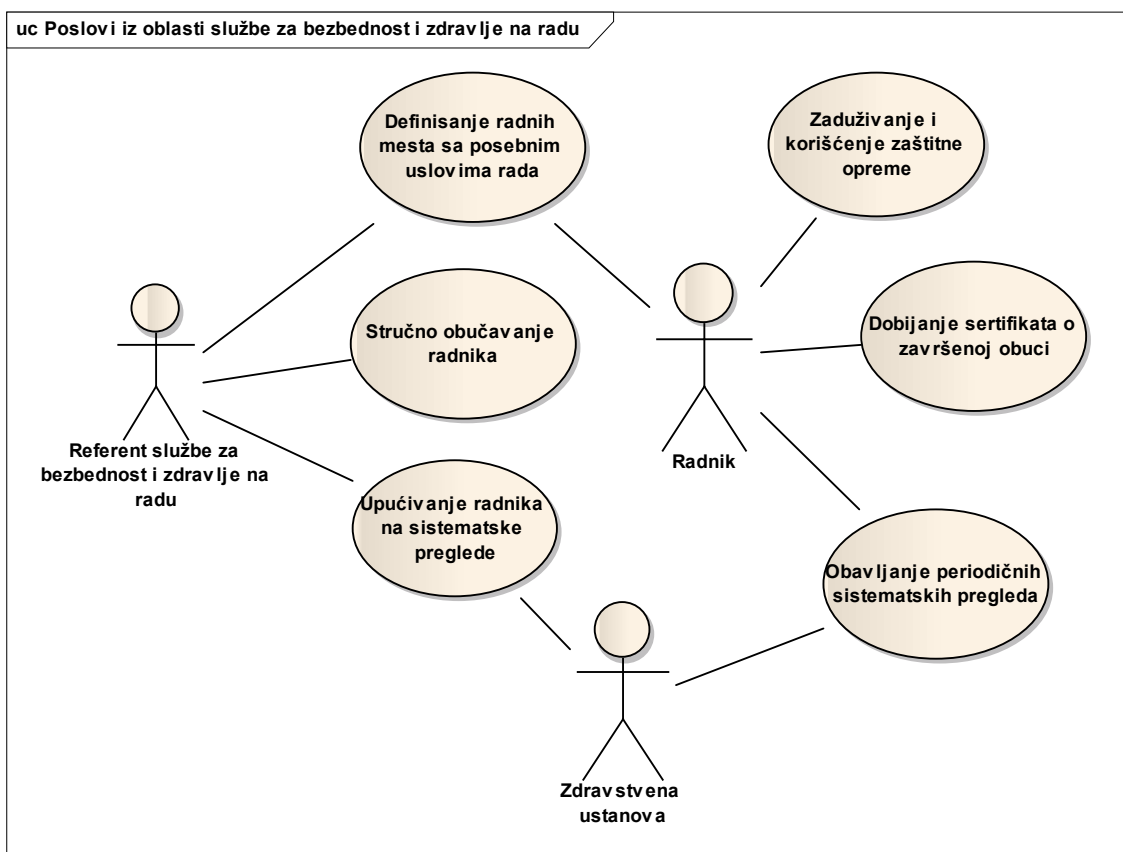
U fazi projektovanja se kreiraju dijagrami saradnje sa opisom ponašanja koji pokazuju interakciju, ističući strukturnu organizaciju objekata koji šalju i primaju poruke. Slika 6.5. prikazuje primer dijagrama saradnje za prethodni Ugovor 1.



Slika 6.5. Dijagram saradnje za ugovor broj 1

Slika 6.6. prikazuje dijagram korišćenja iz oblasti službe bezbednosti i zdravlja na radu, na kom se izdvajaju tri aktera i šest slučajeva korišćenja. Referent službe bezbednosti i zdravlja na radu definiše radna mesta sa posebnim uslovima rada, organizuje obuku radnika, što uključuje izradu programa obuke, evidenciju o održanim kursevima i podatke o proveru znanja. On takođe prati zdravstveno stanje radnika, upućuje na sistematske preglede i vodi evidenciju o izvršenim periodičnim pregledima radnika. Osim sistematskih pregleda, on vrši i analizu bolovanja, invalidnosti, daje ocenu sposobnosti za rad, predlog za prekvalifikaciju i sl.

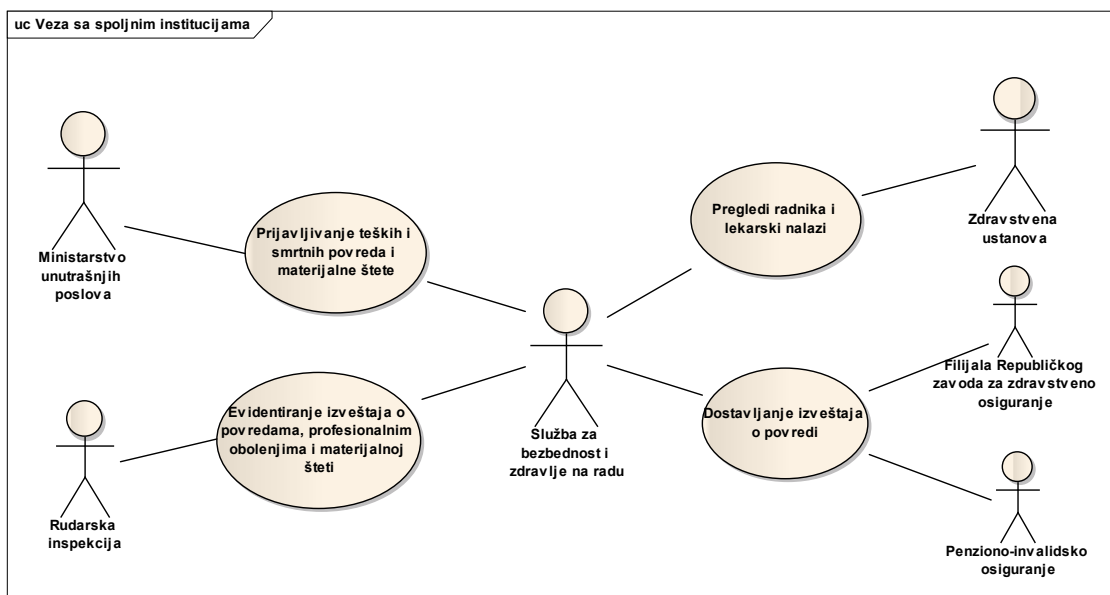
Radnik zadužuje i koristi zaštitna sredstva, o čemu se vodi precizna evidencija (zaduženja/razduženja). Važan segment je i evidencija o izvršenim ispitivanjima sredstava i opreme lične zaštite i izveštaji kontrole korišćenja. Zdravstvena ustanova obavlja periodične preglede.



Slika 6.6. Dijagram korišćenja iz oblasti službe bezbednosti i zdravlja na radu

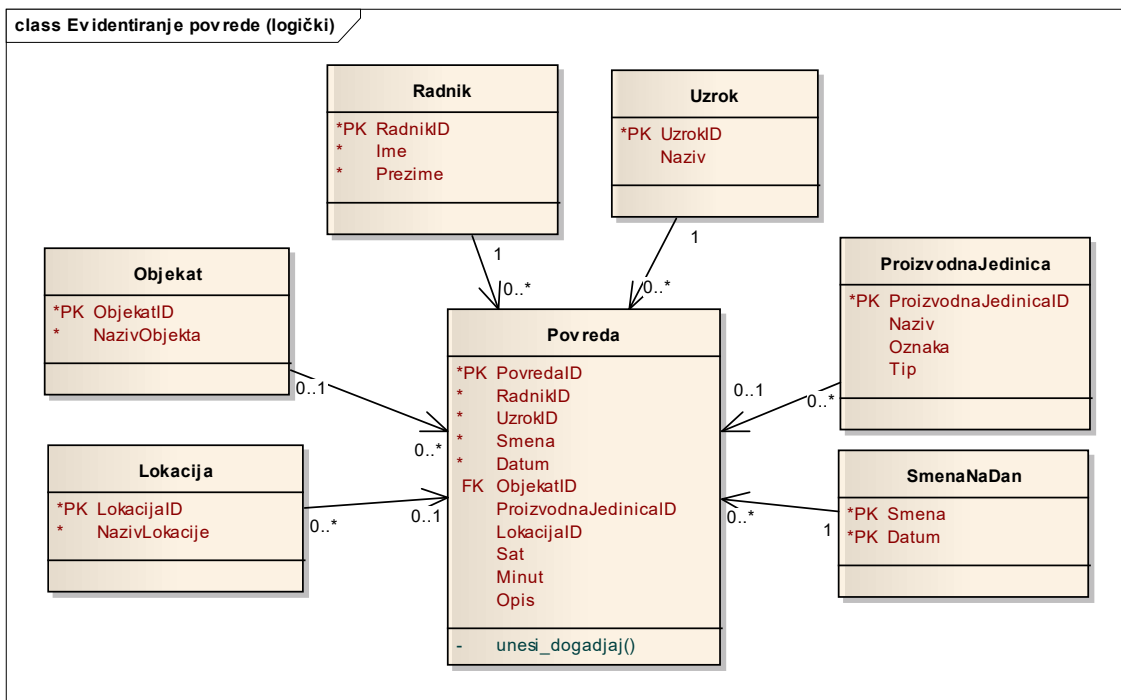
Osim same evidencije, važnu ulogu ima i analiza pojave povreda i profesionalnih oboljenja, kao i merenja fizičkih i hemijskih štetnosti. Izveštavanje o zaštiti na radu uključuje specifične preglede iz fonda podataka ovog programskog sistema, ali i iz podataka drugih programskih sistema, kao što su izveštaji o izvršenim pregledima i ispitivanjima oruđa za rad i procesa rada. Slika 6.7. prikazuje dijagram veze sa spoljnim institucijama, na kom se uočavaju četiri osnovna slučaja upotrebe.

Prijavljivanje teških i smrtnih povreda, sa prijavljivanjem materijalne štete sprovodi služba bezbednosti i dostavlja Ministarstvu unutrašnjih poslova. Služba takođe vodi evidenciju o pregledima radnika i lekarskim nalazima koje su obavile zdravstvene ustanove. Rudarskoj inspekciji se dostavljaju izveštaji o povredama, profesionalnim oboljenjima i materijalnoj šteti, dok se izveštaji o povredama dostavljaju filijali Republičkog zavoda za zdravstveno osiguranje i penziono-invalidsko osiguranje. Svi slučajevi upotrebe su informatički podržani i izlazni dokumenti se generišu direktno iz baze u propisanom formatu.



Slika 6.7. Dijagram veze sa spoljnim institucijama

Dijagrami klasa predstavljaju strukturni dijagram koji pokazuje skup klasa interfejsa i njihovih relacija. Svaka klasa ima ime u zaglavlju, listu atributa i funkcije. Simbol sa ključem ispred atributa označava da je u pitanju primarni ključ, odnosno jedinstveni identifikator klase. Slika 6.8. prikazuje segment modela.



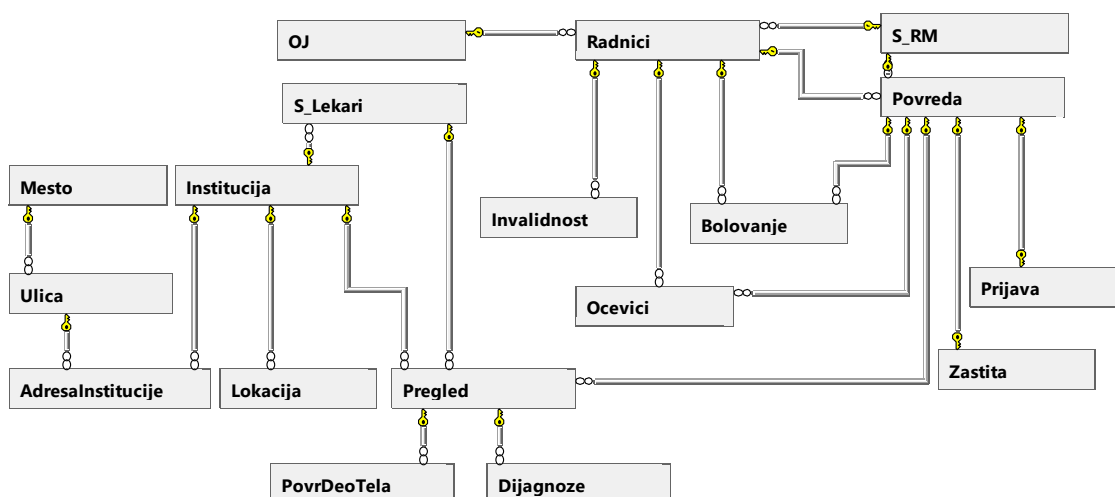
Slika 6.8. Dijagram klasa za evidentiranje povrede na radu

6.3. Model baze podataka

Konceptualno modeliranje podataka daje celokupan pogled na sistemi i predstavlja jezgro celog sistema. Konceptualni model dela baze podataka koji se odnosi na osnovne tabele sistema prikazuje Slika 6.9. Podaci o poziciji radnika u firmi se beleže vezom tabele Radnici sa tabelom OJ, koja predstavlja hijerarhijski organizovan katalog organizacionih jedinica i tabelom S_RM sa katalogom radnih mesta. Za radnika se takođe vezuju tabele Bolovanja i Invalidnost, a radnik može da bude očevidac neke povrede, tako da se i ta veza beleži u bazi.

Najveći broj veza ima svakako tabela Povreda, koja se vezuje sa tabelama Radnici, Ocevici, Prijava, Pregled, Bolovanje, S_RM, Zastita, čija će uloga i sadržaj biti objašnjeni u nastavku teksta detaljnim dijagramima. Tabela Pregled ima veze sa

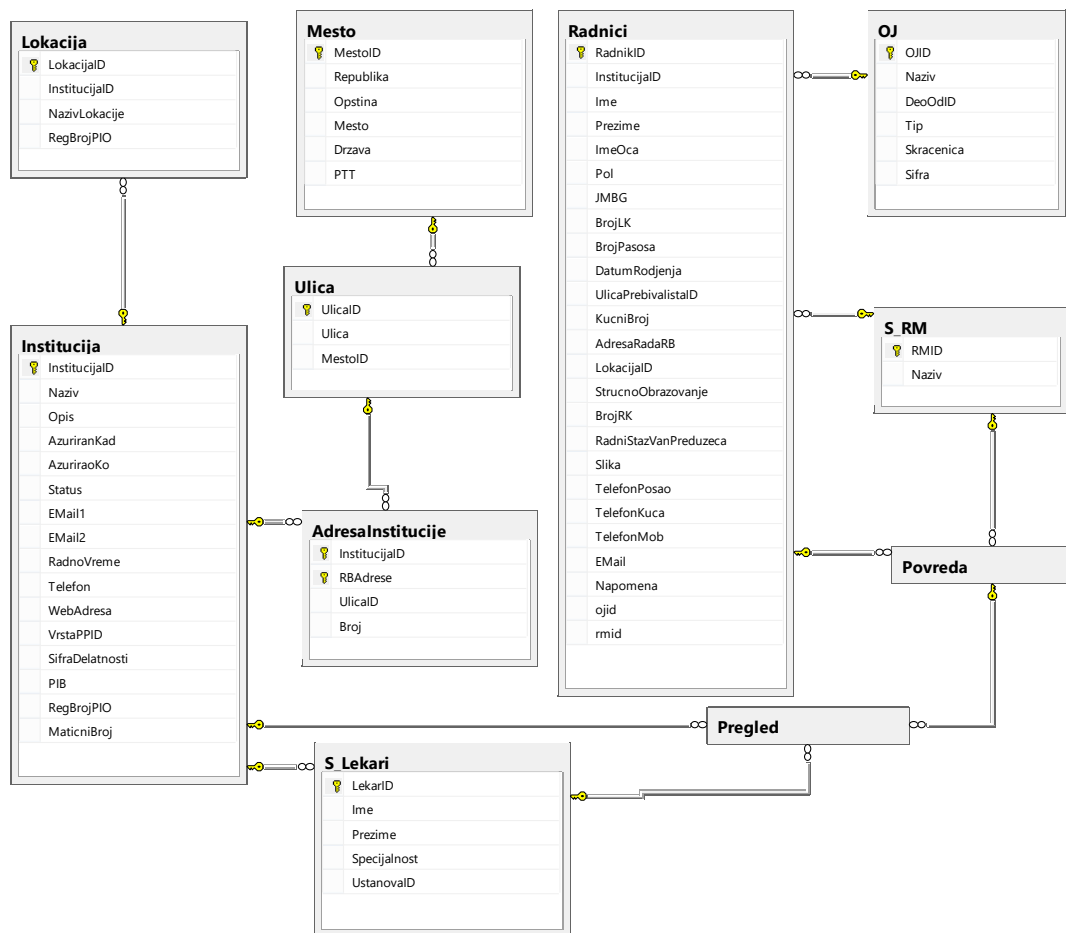
tabelama S_Lekari, Institucija, PovrDeoTela i Dijagnoze. Relacije između tabela su predstavljene linijama a kardinalnost veze je označena simbolom ključa na strani gde je „jedan“ i simbolom za beskonačnost na strani gde je „više“.



Slika 6.9. Model baze podataka: tabelle programskog sistema zaštite

Slika 6.10. prikazuje model dela baze podataka o ljudskim resursima. Svaka tabela u zaglavlju ima naziv tabelle, u sledećem odeljku atribut koji je jedinstveni identifikator zapisa u tabeli, odnosno primarni ključ (označen slikom ključa) i potom attribute, odnosno kolone koje se nalaze u tabeli.

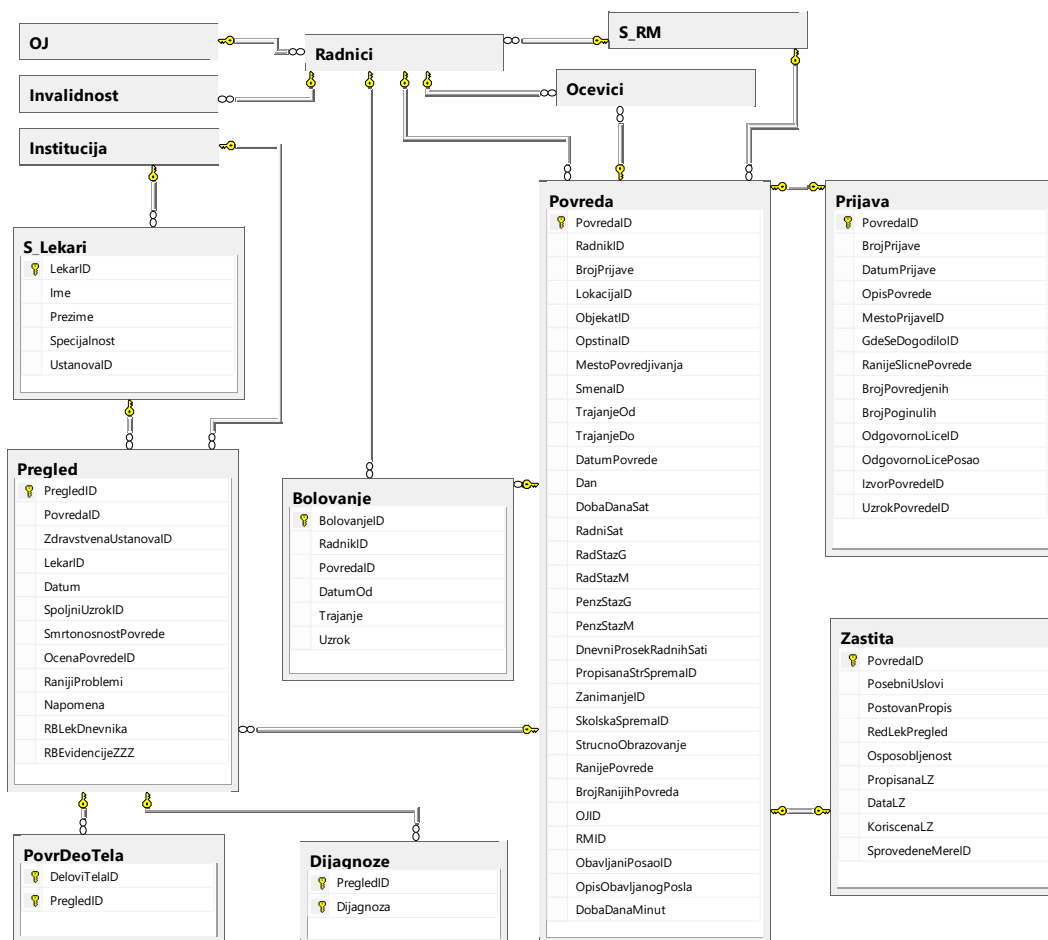
U tabeli Radnici skladište se lični podaci o radniku, njegovo obrazovanje, kontakt kao i šifre organizacione jedinice i radnog mesta na kom je angažovan. Za jednog radnika se može vezati nula ili više povreda, a svaka povreda se vezuje sa jednim ili više pregleda lekara, za koje postoji veza sa podacima o lekarima i zdravstvenom institucijom u kojoj je obavljen pregled.



Slika 6.10. Model podataka podsistema o ljudskim resursima

Slika 6.11. prikazuje model dela baze podataka koji se odnosi na modelirani događaj, odnosno povredu i način evidentiranja propratnih informacija. Za svaku povredu se beleže podaci o mestu povređivanja: mašini, delu mašine, lokaciji, potom vremenski: datum, smena, doba dana, o stručnoj spremi: propisana i školska sprema radnika, stručno obrazovanje, zanimanje, obavljani posao u vreme povređivanja i informacije o prethodnom povređivanju radnika. Za povredu može biti vezano jedno ili više bolovanja koja se evidentiraju periodom trajanja i uzrokom. U tabeli Prijava se navodi i odgovorno lice i njegov posao, detaljan opis povrede, ranije slične povrede, broj povređenih i eventualno poginulih. Naročito važan deo predstavlja klasifikovanje povrede prema izvoru i uzroku, što se kontroliše domenima o vezom sa tabelom S_Koncept koja sadrži koncepte ontologije za kontrolu domena. U bazi se nalazi kompletna zvanična klasifikacija bolesti - Međunarodne klasifikaciju bolesti (MKB 10). Prihvatajući novu reviziju

MKB i pripremajući se za XXI vek i bolji kvalitet ukupnog rada u zdravstvu, zakonska obaveza registracije morbiditeta i mortaliteta mora se ispunjavati preciznije. Primena MKB 10 omogućila bi sistematsko praćenje, poređenje, tumačenje i analiziranje podataka, a istovremeno poslužila bi kao objektivna osnova za planiranje razvoja zdravstvene zaštite i zdravstvene delatnosti (SZO, 1994).



Slika 6.11. Model podataka podsistema o povredama

Klasifikacija bolesti je delimično uparena sa engleskim terminima. U okviru klasifikacije dijagnoza, u okviru grupe „Povrede trovanja i posledice delovanja spoljašnjih faktora“ je uneto 947 dijagnoza, od toga 913 sa prevodom na engleski, dok je za grupu „Spoljašnji uzroci morbiditeta i mortaliteta“ uneto 158 na srpskom jeziku i 41 prevod na engleski jezik. Ostali domeni su takođe prevedeni i termini koji su najčeće u upotrebi su obuhvaćeni, što omogućava kreiranje izveštaja i na

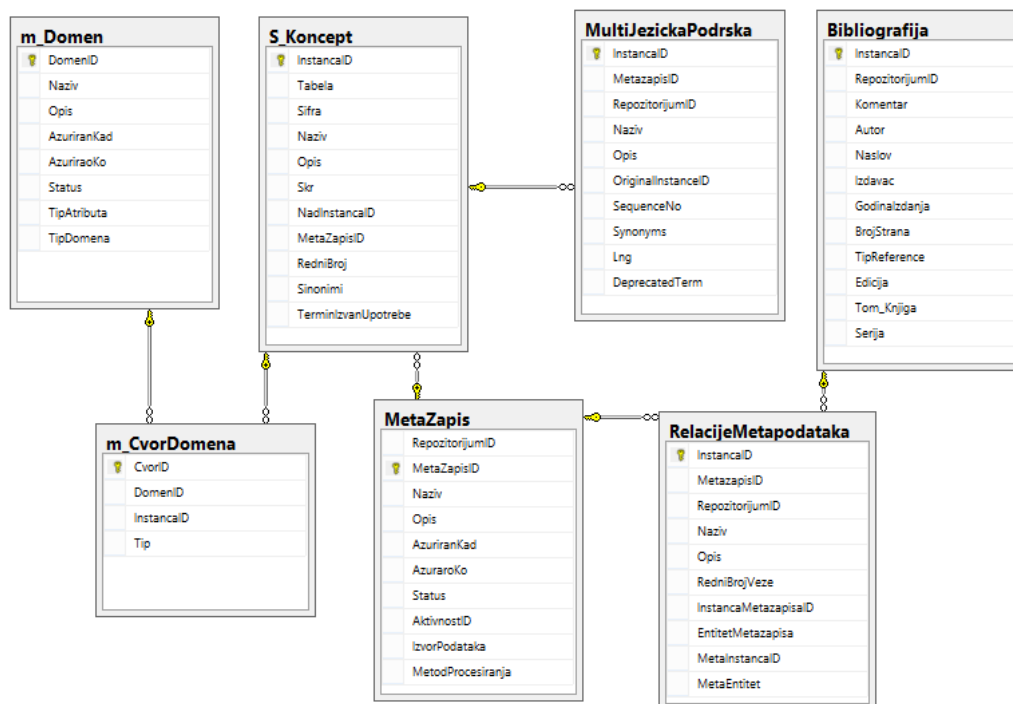
engleskom jeziku, što olakšava i standardizuje razmenu podataka sa različitim poslovnim partnerima i institucijama.

U tabeli Zaštita su pohranjeni podaci o posebnim uslova, poštovanju propisa, redovnim pregledima, osposobljenosti za to radno mesto, propisanim i korišćenim sredstvima lične zaštite. Unos podataka o sprovedenim merama zaštitne se kontroliše domenskom ontologijom.

U okviru evidencije lekarskih pregleda ontologijom se kontrolišu ocene povreda, spoljni uzroci, povređeni delovi tela i postavljene dijagnoze. Ovakav način strogog kontrolisanja domena atributa omogućava kasnije višestruke klasifikacije, zaključivanje i izvođenje novih znanja.

Za kontrolu vrednosti svojstava potrebno je obezbediti izdvajanje skupova termina koji predstavljaju dozvoljene vrednosti za pojedina svojstva, što se realizuje kreiranjem odgovarajućih domen. Domeni mogu biti liste ili hijerarhijska stabla termina, ali u oba slučaja reč je isključivo o terminima koji su u ontologiji.

Slika prikazuje model za rukovanje domenima. Tabela m_Domen skladišti sve podatke potrebne za opis nekog domena: da li je u pitanju lista ili hijerarhijsko stablo, da li je u pitanju numerički domen sa dozvoljenim opsegom vrednosti i slično. Određivanje termina koji ulaze u sastav domena se realizuje tabelom m_CvorDomena, s kojom se specifikuje pojedini čvor i vrsta njegovog integrisanja u domen.



Slika 6.12. Model dela baze podataka za kontrolu domena i upravljanje terminologijom

6.4. Komponente softvera

Kako bi se zadovoljili zahtevi definisani u odeljku 6.1., postavila arhitektura sistema iz odeljka 6.2. i podaci strukturirali prema projektovanom modelu baze, potrebno je bilo izabrati robusno i fleksibilno razvojno okruženje. Softversko rešenje je razvijeno korišćenjem Visual Studio.Net razvojnog okruženja i programskog jezika C#, dok su podaci pohranjeni u MS SQLServer 2014 - sistemu za upravljanje bazama podataka. Za analitičke servise i operacije korišćen je SQL Server 2014 Analysis Services. Razvijeni sistem čini više komponenti implementiranih nad jedinstvenom bazom i rečnikom podataka kojim se kontrolišu domeni polja, klasifikacije i analitika. Sistem omogućava jednostavno rukovanje podacima, uz različite načine za prelistavanje, pretraživanje i filtriranje podataka.

Komponenta Kadrovska evidencija obuhvata više celina: podatke o radniku, podatke o organizacionoj strukturi tj. o radnim mestima i rasporedu radnika na

radno mesto, potom kataloge i metapodatke o dokumentaciji vezanoj za kadrovsku evidenciju. Kao posebna celina se izdvajaju izveštaji koji se mogu dobiti a vezani su za radnika. Važan segment, povezan sa kadrovskom evidencijom i sistemom zaštite na radu je planiranje i praćenje obučavanja radnika, gde se propisuju kursevi koje radnici treba da prođu u saglasnosti sa njihovim pozicijama u firmi, evidentiraju se kursevi i polaznici, prati realizacija plana obučavanja. Neke, uglavnom strane, dobro organizovane firme koriste sisteme za upravljanje kursevima, na primer Moodle, koji omogućavaju sistematizovano praćenje aktivnosti polaznika i trenera, uz mogućnost korišćenja materijala za kurseve u elektronskom obliku. Sistemi za upravljanje dokumentima (Document management system) ili Sistemi za upravljanje sadržajem (Content management system) takođe pružaju mogućnost upravljanjem materijalima za obuku (priručnicima, pravilnicima, uputstvima, primerima dobre prakse,...) u digitalnom obliku.

Na slici 6.13. prikazan je panel gde su dati osnovni lični podaci, podaci o kontaktu i ličnim dokumentima radnika. Da desnoj strani panela su podaci o prebivalištu, mestu rada, instituciji i organizacionoj jedinici i radnom mestu. U bazi može da se opciono evidentiraju i članovi porodice, podaci o osiguranju, rešenja o godišnjem odmoru. Za zaštitu na radu je naročito bitna evidencija o završenim stručnim obučavanjima radnika i stečenim sertifikatima. Radi identifikacije je potrebno da se u sistemu nađe pohranjena i slika radnika, a ukoliko postoje neke specifičnosti koje nisu predviđene strukturom baze, one se beleže u formi napomene.

Razvijeno programsko rešenje omogućava vođenje evidencije povređivanja, odnosno zaštite na nivou cele kompanije, što prikazuje slika 6.14., gde su na prvom nivou hijerarhije baseni Kostolac i Kolubara, na drugom direkcije i trećem kopovi i službe. Softversko rešenje je fleksibilno i može da prati promene organizacione strukture tokom vremena. Ovakav način strukturiranja omogućava različite analitike podataka o povređivanju za različite nivoe rukovodstva i rukovođenja, uz mogućnost otkrivanja slabih mesta, odnosno mesta i organizacionih celina sa povećanim brojem povreda.

Slika 6.13. Panel sa osnovnim podacima o radniku

Slika 6.14. Panel sa organizacionom strukturom

6.5. Evidencije službe zaštite sa posebnim osvrtom na evidenciju povreda

Rudarske kompanije u svetu sve češće teže da zadovolje najviše standarde vezane za zaštitu, radnu sredinu, zdravlje i sigurnost jer je to jedan od preduslova za preuzimanje najboljih kadrova i obezbeđivanje stabilnog poslovanja uz minimalizaciju rizika. Da bi se to ostvarilo, nije dovoljno reagovati kada se pojavi problem, već treba analizirati slaba mesta i smanjiti rizik. Preduslov za analizu je kreiranje sveobuhvatne baze podataka sa istorijom povređivanja i uslova koji su doveli do povrede, kako bi se u budućnosti preduzele preventivne mere. Kompanije često ne prepoznaju rizike sa kojima se odvija proizvodnja, što se ublažava korišćenjem softvera za evidentiranje svake nezgode koja se desi (SAP, 2015). Vodeći se primerima dobre inostrane prakse, razvoj sistema je fokusiran na praćenje evidencije na savremen način, uz poštovanje domaće zakonske regulative.

Slika 6.15. prikazuje panel za evidentiranje povreda, gde se beleže osnovni podaci o radniku, njegova stručna sprema, zanimanje i stručno obrazovanje, podaci o neposredno odgovornom radniku, kao i podaci o očevicima nesreće.

The screenshot shows a software interface for recording workplace injuries. The window title is "Povreda". The interface is divided into several sections:

- Povreda:** Fields for "Šifra i mesto prijave" (6, Lajkovac, Lajkovac), "Broj i datum prijave" (01/2003, 1/ 6/2003), "Radnik" (1, Go *****), and "Institucija" (Elektroprivreda Srbije JP RB "Kolubara" DP "Kolubara-Površinski kopovi").
- Stručna sprema i obrazovanje u trenutku povređivanja:** Fields for "Propisana stručna sprema" (viša škola), "Stručna sprema radnika", "Zanimanje", and "Stručno obrazovanje".
- Podaci o neposredno odgovornom radniku:** Fields for "Radnik" and "Poslovi koje obavlja odgovorno lice".
- Podaci o očevicu:** A table with columns "Radnik", "Ime", "Prezime", and "Adresa". One entry is visible: "Simić Miodrag".
- Poslovi, vreme i mesto:** Fields for "Organizaciona jedinica", "Radno mesto", "Obavljani posao" (Održavanje), and "Opis obavljanog posla" (radio na demontaži zupčanika sa izlaznog vratila reduktora).
- Radno iskustvo u trenutku povređivanja:** Fields for "Radni staz (GG/MM)" (4.00), "Ukupan staz (GG/MM)" (5.10), "Ranije povrede / broj" (0), and "Dnevni prosek radnih sati".
- Vreme kada se dogodila povreda na radu:** Fields for "Datum" (1/ 5/2003), "Dan u sedmici" (Nedelja), "Doba dana (0-24)" (19), "Smerna", and "Radni sat od početka rada" (4).
- Mesto gde se dogodila povreda:** Fields for "Lokacija", "Objekat", and "Gde se dogodilo" (Na svom radnom mestu).

Slika 6.15. Osnovni panel sa podacima o povredi

Na desnom delu panela se navode organizaciona jedinica i radno mesto na kome je angažovan radnik, a posao koji je radnik obavljao se bira iz kataloga i dodatno opisuje narativno.

Sistemom se evidentira radno iskustvo u trenutku povređivanja, i to: radni i ukupan staž, ranije povrede i prosečan broj radnih sati. Vreme kada se dogodila povreda na radu se definiše datumom, radnim satom, smenom, unosi se doba dana i dan u sedmici, radi kasnih analiza. Mesto gde se dogodila nesreća određuje lokacija, objekat i evidentiranje da li se dogodilo tokom radnog vreme, pri dolasku ili odlasku sa posla.

Evidentiranje izvora i uzroka povređivanja, nastanak i broj povređenih radnika uz detaljan opis nastanka povrede i mere zaštite prikazani su na slici 6.16. Elektronskim upitnikom se beleži da li je radno mesto na kom je radnik povređen klasifikovano kao radno mesto sa posebnim uslovima rada, da li su poštovani propisi, da li je radnik obavio lekarski pregled, da li je korišćena lična zaštita, koje su mere zaštite sprovedene i slično.

Povreda	
Poslovi, vreme i mesto	
O povredi i merama zaštite	
Izveštaj lekara	
Broj povređenih radnika	1
Broj poginulih radnika	0
Ranije slične povrede	Ne
Izvor povrede	W27, Kontakt sa ručnim alatom bez motora: W27
Uzrok povrede	T74, Sindrom lošeg postupanja: T74
Opis nastanka povrede	Prilikom demontaže zupčanika sa izlaznog vratila reduktora došlo je do udarca čekićem po palcu leve ruke
Mere zaštite	
RM sa posebnim uslovima rada	Da
Poštovani propisi	Da
Redovan lekarski pregled	Da
Osposobljenost radnika	Da
Propisana lična zaštita	Da
Data lična zaštita	Da
Korišćena lična zaštita	Da
Sprovedene mere	
Korišćena lična zaštitna sredstva propisana Pravilnikom o zaštiti na radu: 1	

Slika 6.16. Panel o povredi i merama zaštite

Izveštaj lekara se unosi u elektronski formular koji prikazuje slika 6.17., a najvažniji delovi su klasifikacija spoljnog uzroka povrede, ocena težine povrede i specifikacija dela ili delova tela koji su povređeni.

Slika 6.17. Izveštaj lekara

6.6. Analitički servisi poslovne inteligencije razvijenog sistema

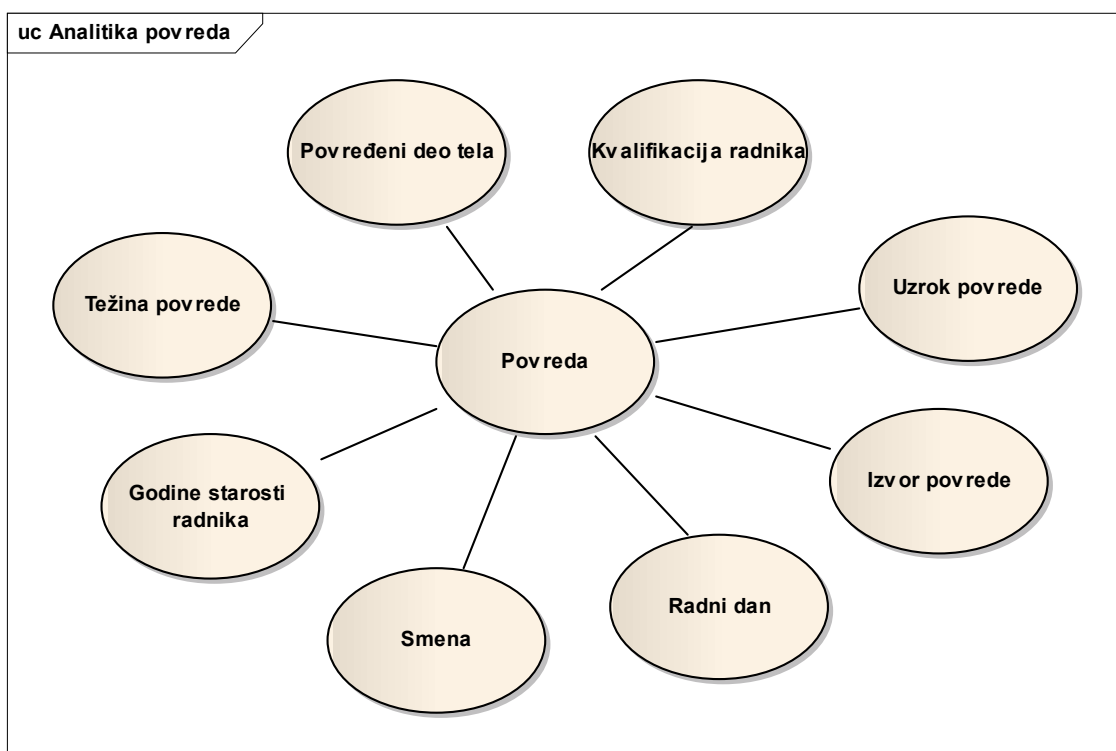
Upravljanje zaštitom na radu se oslanja na poslovne standarde, pravila, propise, evaluacije rada i politiku, koji se koriste u lancu rukovođenja da bi se osiguralo da radnici ispunjavaju svoje radne zadatke na zadovoljavajući način (Grimaldi and Simonds, 1984). Osnovni cilj upravljanja zaštitom na radu je da se iskoreni stradanje radnika i postigne ekonomičnost poslovanja na efikasan način (Dhillon, 2003).

Sistem poslovne inteligencije podržava donošenje odluka u procesu upravljanja zaštitom na radu kombinovanjem različitih informacionih tehnika, kao što su OLTP (On Line Transactional Processing), OLAP (On Line Analytical Processing), WEB, SQL Server Reporting Services, i slično. Dakle, to je sistem za direktnu analitičku obradu podataka implementiran korišćenjem Microsoft® SQL Server™ 2014 Analysis Services, koji podržava višedimenzionalni pogled na poslovne podatke, koristeći tehnologiju višedimenzionalnih ili relacionih baza podataka. Menadžeri i

analitičari koji često zahtevaju više nivoe agregiranih pogleda na podatke o poslovanju koriste ovu tehnologiju.

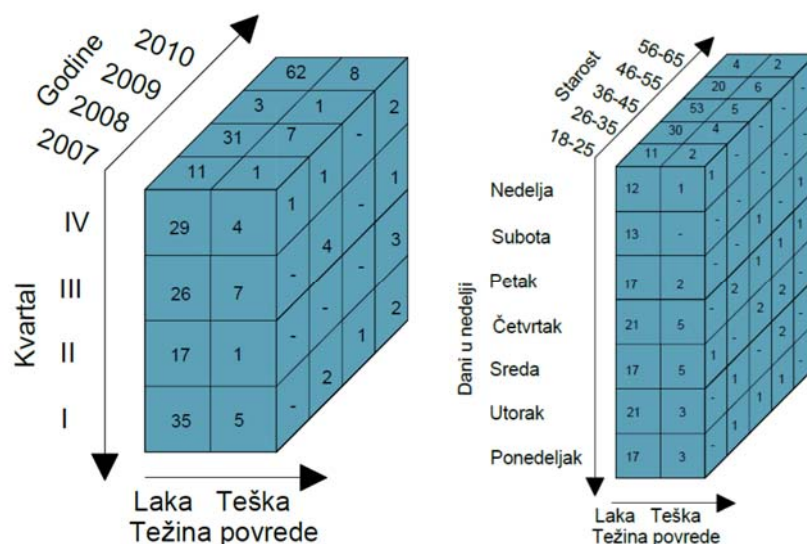
U sistemu za upravljanje zaštitom na radu potrebno je pratiti više atributa koji se odnose na povrede, koristiti višedimenzionalnu analizu i prikazivati rezultate u različitim oblicima. Podaci se prikazuju u obliku OLAP kocki koja sadrži mere i dimenzije. U poređenju sa standardnim prikazima poslovnih podataka, dimenzije su poslovni parametri prikazani kao redovi i kolone u tabelama izveštaja.

Dimenzija se može posmatrati kao intuitivan način organizovanja i selektovanja podataka za prikazivanje, istraživanje i analizu. Broj povreda, što predstavlja meru, je centralna vrednost kocke koja se analizira. Dimenzije koje su strukturni atributi grupisanja podataka u kocki su na primer: vrsta povrede, deo tela, težina povrede, starost radnika i stručna sprema, vremenska dimenzija, organizaciona struktura rudnika, smena i radni dan u nedelji u kom je došlo do povrede, izvor i uzrok povrede, itd. (slika 6.18.).



Slika 6.18. Primeri dimenzija OLAP kocke

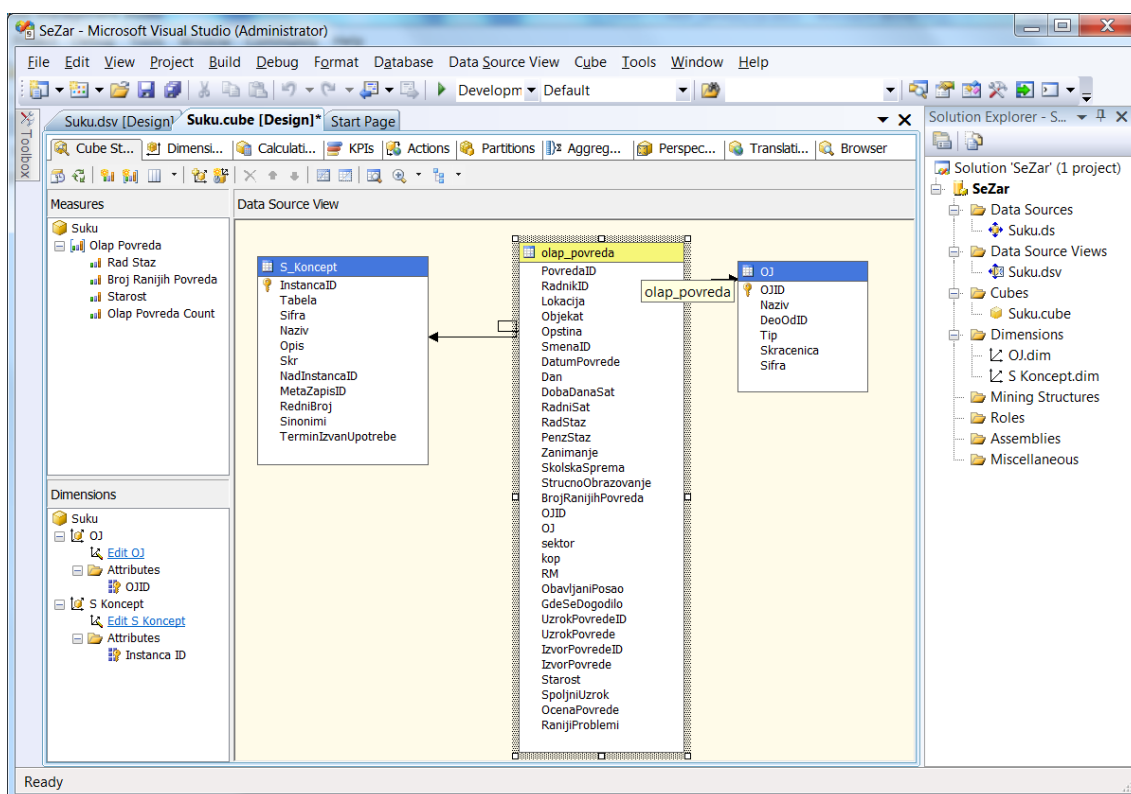
Primeri OLAP kocki u sistemu poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu prikazani su na slici 6.19., (Kolonja Lj., 2015). Svaka ćelija kocke sadrži broj povreda. U prvoj kocki su povrede kategorizovane prema vrsti povrede, kvartalu u kome su se dogodile i godini povređivanja. Za drugu kocku, kao mere su uzete vrste (težina) povrede, dan u nedelji u kojem se povreda dogodila i starost povređenog radnika. Na osnovu prve kocke možemo zaključiti da je broj povreda (u analiziranom skupu) u 2011. godini iznad proseka, a da se najveći broj povreda dogodio u drugom kvartalu. Iz druge kocke možemo videti da je većina povređenih radnika bili starosti između 36 i 45 godina, kao i da je broj lakih povreda bio mnogo veći od broja teških.



Slika 6.19. Primeri OLAP kocki u sistemu poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji

Slika 6.20. prikazuje deo razvojnog okruženja sistema poslovne inteligencije, gde leva strana prikazuje mere i dimenzije kocke. Okvir "Data Source View" se koristi za kreiranje veza između mera i dimenzija, dok je na desnoj strani stablo projekta. Srednji okvir sa numeričkim podacima zauzima tabela olap_povreda, dok su tabele dimenzija organizaciona struktura (O) i rečnik RudOnto (s_koncept) koja može biti povezana s glavnom tabelom različitim vezama, u zavisnosti od dimenzije koja se prati.

Sistem poslovne inteligencije zaštite na radu integriše standardne tehnike OLAP zasnovane na RudOnto, gde su dimenzije OLAP kocki koncepti ontologije RudOnto i hijerarhija pojmova se mapira tako da omogući kreiranje fleksibilnih OLAP modela sa višenivoiskom hijerarhijom. Softversko rešenje sadrži alate za kalkulacije, KPI (Key Performance Indicators, ključne indikatore poslovanja), akcije, particionisanje, agregacije, itd. Opcija prelistavanja (browse) služi za pregled podataka po različitim dimenzijama koje se koriste za preračunavanje broja povreda na brz i jednostavan način. Osim različitih načina za agregaciju podataka, sistem pruža različite mogućnosti i za vizuelnu prezentaciju rezultata.



Slika 6.20. Razvojno okruženje Sistema poslovne inteligencije za kreiranje kocki

6.7. Veb portal sistema

Pristup kodiranju znanja u oblasti zaštite na radu ontologijom RudOnto je uglavnom baziran na Taxonomy for Indexing Web-Based Mining Safety and Health Research (Glowacki, 2008) razvijenoj na U.S. National Institute for Occupational Safety and Health's (NIOSH), koja je vodeća svetska organizacija u ovoj oblasti. Početkom juna 2014, Office of Mine Safety and Health Research (OMSHR) u okviru NIOSH je objavila implementaciju alata zasnovanog na pomenutoj taksonomiji (CDC) koja omogućava istraživačima i ostalim korisnicima prelistavanje i pretragu sadržaja anotiranog terminima iz taksonomije.

Kako bi se omogućilo korišćenje baze znanja RudOnto, koja je nastala tokom rada na disertaciji, širem krugu korisnika, kreirana je veb aplikacija dostupna za slobodan pristup pod licencom CC-NC-ND¹ na adresi <http://rudonto.rgf.bg.ac.rs>. Korisnici mogu da pretražuju korišćenjem ključnih reči ili da prelistavaju hijerarhiju koncepata u vidu stabla koristeći bilo srpski ili engleski jezik.

Karakteristični paneli na srpskim jeziku (gore) i engleskom (dole) prikazani su na slici 6.21. Izgled panela u oba slučaja prikazuje isti koncept i podaci su organizovani na isti način: na desnoj strani panela je prikazano stablo sa hijerarhijom koncepata, dok su na levoj strani prikazani detaljni podaci o selektovanom konceptu. U konkretnom slučaju je deo rotornog bagera i korišćenjem prikazane hijerarhije se može analizirati povređivanje na nivou pojedinačnog sklopa, mašine, tipa mašine ili tipa sklopova ili konačno transportnih ili otkopnih sistema.

¹ [http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/Creative%20Commons%20Attribution-NonCommercial-NoDerivatives%204.0%20International).

rudonto.rgf.bg.ac.rs/StabloRO.aspx

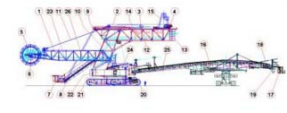
Rudarsko-geološki fakultet

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО - ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Pretraga rečnika Rudarski rečnici OER Taksonomija O Projektu Terminološki resursi Korisne strane(linkovi)

РУДАРСКА TERMINOLOGIJA I NOMENKLATURA

KONSTRUKCIJA ROTORNOG BAGERA
Taksonomija rudarskih pojmova
L rudarska oprema
L klasifikacija rudarske opreme
L otkopno-utovarna oprema
L rotorni bager



Definicija: U osnovne mehanizme rotornog bagera spadaju mehanizam za pogon radnog točka, mehanizam za transport bagera, mehanizam za kružno kretanje, transporteri sa gumenom trakom i mehanizam za podizanje strele. U pomoćne mehanizme spadaju sistem za podmazivanje, komprimirani vazduh i dr

Ima parametre: dužina istovarne trake; dužina bagera; širina bagera;

Podređeni koncepti: radni točak rotornog bagera; strela radnog točka rotornog bagera; rastojanja rotornog bagera; brzine rotornog bagera;

REFERENCE:
Mašine i uređaji za površinsku eksploataciju i transport; Dragan Ignjatović, Predrag Jovancić; 2012; Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.

Rečnik (Srpski) Rečnik (English)

- Rudarska oprema
 - klasifikacija rudarske opreme
 - otkopno-utovarna oprema
 - bager vedričar
 - rotorni bager
 - konstrukcija rotornog bagera**
 - radni točak rotornog bagera
 - brzine rotornog bagera
 - strela radnog točka rotornog bagera
 - rastojanja rotornog bagera
 - tehnologija rotornog bagera
 - samohodni transporter
 - odagač
 - deponijska mašina
 - transportna oprema
 - konstruktivni parametar opreme
 - tehnološki parametar opreme

rudonto.rgf.bg.ac.rs/StabloRO.aspx

Rudarsko-geološki fakultet

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО - ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Pretraga rečnika Rudarski rečnici OER Taksonomija O Projektu Terminološki resursi Korisne strane(linkovi)

РУДАРСКА TERMINOLOGIJA I NOMENKLATURA

BWE CONSTRUCTION
Mining taxonomy
L Mining taxonomy
L Mining equipment
L equipment classification
L excavation-loading equipment
L bucket wheel excavator



Definition: The basic mechanisms of excavator includes a mechanism for the bucket wheel, excavator transport mechanism, mechanism for rotary motion, conveyor belts and hoist boom. In support mechanisms include the lubrication system, compressed air, etc.

Has parameters: excavator length; BWE width; length of unloading belt;

Hyponyms: bucket wheel; boom; BWE distance; BWE speed;

REFERENCES:
Mašine i uređaji za površinsku eksploataciju i transport; Dragan Ignjatović, Predrag Jovancić; 2012; Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.

Rečnik (Srpski) Rečnik (English)

- Mining equipment
 - equipment classification
 - excavation-loading equipment
 - bucket chain excavator
 - bucket chain excavator construction
 - bucket chain excavator technology
 - bucket wheel excavator
 - BWE construction**
 - bucket wheel
 - BWE speed
 - boom
 - BWE distance
 - BWE technology
 - bandwagon
 - spreader
 - stocking and reclaimers
 - transport equipment
 - constructive equipment parameter
 - technological parameter

Slika 6.21. RudOnto portal: prelistavanje konceptata na srpskom ili engleskom jeziku korišćenjem strukture drveta

U okviru detaljnog prikaza se prikazuju naslov, odnosno ime konkretnog koncepta „konstrukcija rotornog bagera“, odnosno „BWE construction“, za čim sledi stablo nadređenih, odnosno opštijih konceptata, ilustracija, definicija sinonimi i bibliografska referenca na izvor iz koga je preuzeta definicija. Semantička relacija “ima parametar” povezuje tip opreme sa njihovim delovima i odgovarajućim parametrima. Korisnik može da menja jezik izborom kartice "Rečnik (Srpski)" ili "Rečnik (Engleski)" na desnoj strani panela.

Pretraga korišćenjem ključnih reči je takođe moguća, pri čemu korisnik može da pretražuje srpskim ili engleskim jezikom. Slika 6.22. prikazuje ključnu reč "povrede glave" za koju se izlistavaju svi koncepti koji u sebi sadrže zadatu nisku karaktera, bilo u srpskom ili engleskom delu rečnika, tako da su izlistani koncepti: "Višestruke površinske povrede glave", "Povrede glave", "Površinske povrede glave i vrata" i sl. Ukoliko su pronađene odgovarajuće engleske reči biće i one prikazane.

Nakon izbora jednog od ponuđenih koncepata, prikazuju se detaljni podaci o njemu, na srpskom i engleskom (ukoliko postoje). Osim koncepta prikazuju se definicije sinonimi, reference, podređeni i nadređeni koncepti u vidu linkova koje je moguće iskoristiti za dalje prelistavanje podataka.

← → ↻ 🏠 rudonto.rgf.bg.ac.rs/PretragaRecnika.aspx

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО - ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Pretraga rečnika Rudarski rečnici OER Taksonomija O Projektu Terminološki resursi Korisne strane(linkovi)

RUDARSKA TERMINOLOGIJA I NOMENKLATURA

povrede glave Pretraga (Search)

Srpski English

S00.7. Višestruke površinske povrede glave
S00-S09. Povrede glave
S07. Povrede glave uzrokovana zdrobljavanjem-kraš
S09. Druge neoznačene povrede glave
T00.0. Površinske povrede glave i vrata

T00.0. Površinske povrede glave i vrata (Površinske povrede glave i vrata)
Sinonimi: Laesiones traumaticae capitis et colli superficiales
Nadređeni koncepti: [Taksonomija rudarskih pojmova](#) > [eksploatacija mineralnih sirovina](#) > [rudarsko inženjstvo](#) > [Tehnologija eksploatacije](#)

Hyperonyms:

Slika 6.22. Pretraživanje ključnim rečima

Osim podataka o zaštiti, RudOnto sadrži koncepte iz drugih oblasti rudarstva i otvorena je za proširenje skupa koncepata i unos definicija za koncepte koji nisu u potpunosti opisani. Prevođenje svih koncepata na engleski jezik je kompletan posao, koji tek predstoji, a u okviru ove disertacije je prevođenje i puni opis koncepata ograničen na skup iz oblasti zaštite koji je potreban za demonstraciju mogućnosti razvijenog Sistema.

6.8. Ocena kvaliteta razvijenog sistema poslovne inteligencije

6.8.1. Metodologija provere kvaliteta

Kvalitet softvera generalno, pa i sistema poslovne inteligencije je višedimenzionalni koncept koji se ne može jednostavno definisati. Za ostvarivanje potrebnog kvaliteta sistema poslovne inteligencije od velikog je značaja određivanje modela kvaliteta softvera i definisanje tipa dokumentacije sistema kvaliteta (M. Stefanović, 2006).

Pouzdanost je sposobnost sistema da izvrši zahtevane funkcije pod definisanim uslovima u određenom vremenskom periodu. Validacija predstavlja proces evaluacije sistema ili komponente za vreme ili na kraju procesa razvoja da bi se utvrdilo da li zadovoljava korisničke zahteve. Verifikacija je proces evaluacije sistema ili komponente kako bi se utvrdilo da li proizvod korektno implementira određenu funkciju. Dakle, verifikacijom se utvrđuje da li proizvod zadovoljava zahteve definisane tokom prethodnih aktivnosti tokom životnog ciklusa, dok validacija proverava da li sistem zadovoljava korisničke zahteve na kraju životnog ciklusa.

Kako bi se uradila evaluacija razvijenog sistema, tokom implementacije je rađeno interno testiranje i validacija, a nakon implementacije je usledilo finalno testiranje i verifikacija, čiji je zadatak provera planiranih funkcionalnosti sistema poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji. U fazi testiranja softvera su analizirani elementi sistema poslovne inteligencije kako bi se ne samo utvrdila razlika između razvijenog sistema i inicijalnih zahteva, već i ustanovile karakteristike softvera.

Unutar procesa validacije i verifikacije primenjuju se tehnike provere i analize: kontrola softvera i testiranje sistema. Kontrola softvera se odnosi na analizu statičkog prikaza (statička verifikacija) i uključuje analizu i proveru predstavljenog softvera kroz specifikaciju zahteva, dijagrame modela, izvorni kod programa i slično. Statičke tehnike proveravaju podudarnost programa i specifikacije, ali ne

ocenjuju uspešnost izvršavanja softvera i ne proveravaju ne-funkcionalne zahteve, kao što su performanse, pouzdanost, skalabilnost i slično.

Testiranje softvera se odnosi na proveru ponašanja softvera (dinamička verifikacija) i uključuje implementaciju sistema sa test podacima, proveru izlaznih rezultata i proveru da li se ponašanje sistema odvija na zahtevani način.

Osnovni faktori kvaliteta softvera:

- ♦ Korektnost – stepen do koga program zadovoljava specifikacije i korisničke zahteve,
- ♦ Pouzdanost – stepen do koga se može očekivati da program izvršava date funkcije sa zahtevanom preciznošću,
- ♦ Efikasnost – količina računarskih resursa i koda potrebnog da program izvrši svoje funkcije,
- ♦ Integritet – stepen do kog pristup softveru i podacima neautorizovane osobe može biti kontrolisan,
- ♦ Upotrebljivost – napor koji je potrebno uložiti za učenje, korišćenje, pripremu ulaza i interpretaciju izlaza programa,
- ♦ Održivost – napor koji je potrebno uložiti u lociranje i popravljavanje greške u programu,
- ♦ Fleksibilnost – napor koji je potrebno uložiti u modifikovanje operacionog programa,
- ♦ Proverljivost – napor koji je potrebno uložiti za testiranje programa kako bi se proverilo da li izvršava tražene funkcije,
- ♦ Portabilnost – napor koji je potrebno uložiti za prenos programa sa jednog hardvera ili softverskog okruženja na drugo,
- ♦ Mogućnost ponovnog korišćenja (reusability),
- ♦ Interoperabilnost – napor potreban da spoji jedan sistem sa drugim.

Obezbeđivanju kvaliteta uključuje definisanje i izbor različitih standarda koji se uključuju u proces razvoja softvera ili sam softverski proizvod. Izabrani standardi mogu biti ISO 9000 ili JUS/ISO12207 - Informaciona tehnologija – procesi životnog

ciklusa softvera (ISS, 2012). Upotrebljivost se definiše kao mera u kojoj se proizvod (model ili softver) može koristiti kako bi se efikasno postigli zadati ciljevi u specifičnom kontekstu upotrebe.

Prilikom kreiranja metode evaluacije prvo se definiše šta treba ocenjivati, potom na koji način treba izabrana svojstva ocenjivati i kako predstaviti konačne rezultate ocenjivanja. Polazeći od prirode poslovnog modela i softvera, izbor svojstava koja se evaluiraju određuju eksperti angažovani na evaluaciji, težeći da do spiska relevantnih osobina dođu iterativno do postizanja konsenzusa, a ne preglasavanjem. Za izabrana svojstva se procenjuje u kojoj meri ispitivana metoda ili softver zadovoljava zahteve ispitivanog svojstva. Iako izabrana svojstva, po pravilu, imaju različitu prirodu, u evaluaciji razvijenog modela u praksi se primenjuje jedan opšti kriterijum za merenje različitih metrika. Jedan od često korišćenih načina predlaže Guntamukkala sa saradnicima, gde se ocene zadaju skalom od 1-5, pri čemu je 1 najnepovoljnije i 5 najpovoljnije. Ovakav način omogućava jednostavnu agregaciju rezultata više ispitanika računanjem srednjih ocena (Guntamukkala et al., 2006).

6.8.2. Izveštaj provere kvaliteta

U evaluaciji sistema poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji je učestvovalo 15 eksperata iz više oblasti: 5 iz oblasti rudarstva, 5 iz oblasti zaštite i 5 iz oblasti informacionih tehnologija, pri čemu su eksperti bili različitog iskustva 10-20 godina, prosečno 15.2, pri čemu se vodilo računa i o rodnoj ravnopravnosti tako da je 8 bilo muških i 6 ženskih eksperata.

Za ocenjivanje je prihvaćen pristup Guntamukkala tako da su kriterijumi predstavljeni petostepenom skalom ocenjivanja:

1. ne zadovoljava zahteve;
2. delimično zadovoljava zahteve;
3. zadovoljava zahteve;

4. delimično prevazilazi zahteve;
5. značajno prevazilazi zahteve.

Kreiran je upitnik koji je sadržao 37 pitanja organizovanih u 6 grupa: Analitički servisi (8), Domenske funkcionalnosti (6), Funkcionalnost (7), Korišćenje ontologije RudOnto (7), Performanse (4) i Upotrebljivost (5). Na slici 6.23. je prikazan primer upitnika sa pitanjima.

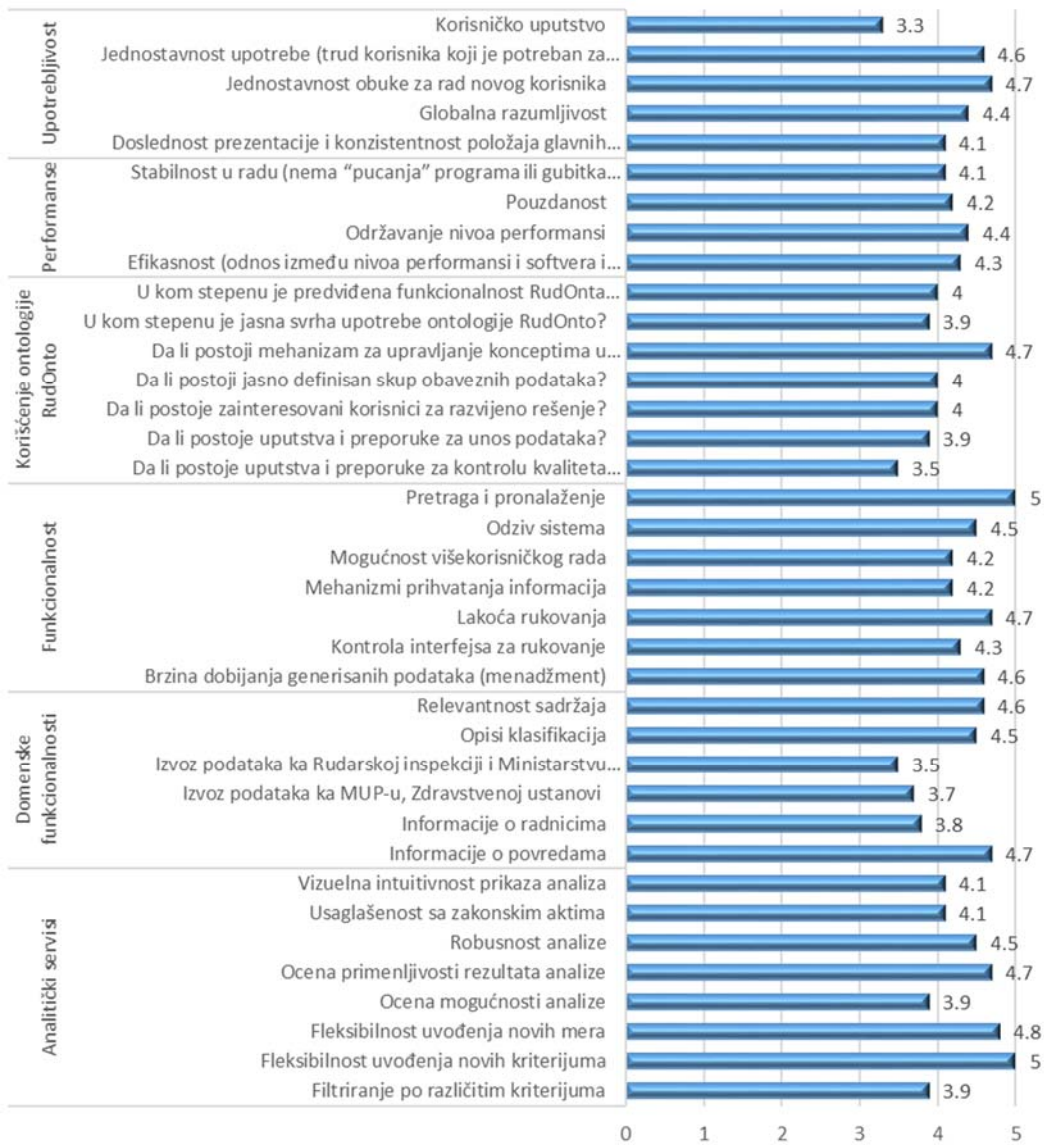
Osim pitanja, formular je sadržao polje za slobodan narativni opis u kom su od evaluatora tražene „Sugestije za dalji razvoj“. Neki od komentara su:

- ♦ Korisničko uputstvo treba da opiše detaljno vezu RudOnto i domena atributa;
- ♦ Sistem izveštavanja dopuniti ugovorima i rešenjima;
- ♦ Obezbediti pristup sistemu putem weba odnosno nadogradnja web portala.

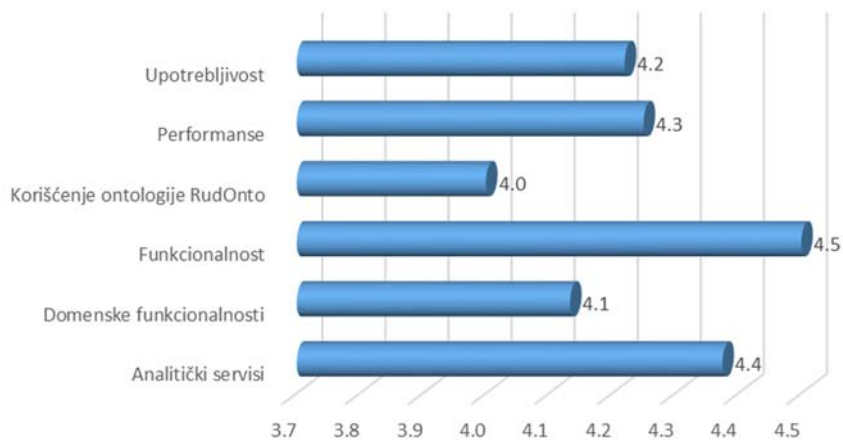
Na skali 1-5 zaokruživanjem ocenite sistem poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji, pri čemu je: 1 - ne zadovoljava; 2 - delimično zadovoljava; 3 -zadovoljava; 4 - delimično prevazilazi; 5. - značajno prevazilazi zahteve.						
Analitički servisi	Usaglašenost sa zakonskim aktima	1	2	3	4	5
	Ocena mogućnosti analize	1	2	3	4	5
	Fleksibilnost uvođenja novih kriterijuma	1	2	3	4	5
	Fleksibilnost uvođenja novih mera	1	2	3	4	5
	Robusnost analize	1	2	3	4	5
	Filtriranje po različitim kriterijuma	1	2	3	4	5
	Vizuelna intuitivnost prikaza analiza	1	2	3	4	5
	Ocena primenljivosti rezultata analize	1	2	3	4	5
Domenske funkcionalnosti	Relevantnost sadržaja	1	2	3	4	5
	Informacije o radnicima	1	2	3	4	5
	Informacije o povredama	1	2	3	4	5
	Opisi klasifikacija	1	2	3	4	5
	Izvoz podataka ka MUP-u, Zdravstvenoj ustanovi	1	2	3	4	5
	Izvoz podataka ka Rudarskoj inspekciji i Ministarstvu rudarstva	1	2	3	4	5
Korišćenje ontologije RudOnto	U kom stepenu je jasna svrha upotrebe ontologije RudOnto?	1	2	3	4	5
	U kom stepenu je predviđena funkcionalnost RudOnta obezbeđena?	1	2	3	4	5
	Da li postoji mehanizam za upravljanje konceptima u RudOnto (dodavanje, izmena)?	1	2	3	4	5
	Da li postoje uputstva i preporuke za unos podataka?	1	2	3	4	5
	Da li postoje uputstva i preporuke za kontrolu kvaliteta podataka?	1	2	3	4	5
	Da li postoji jasno definisan skup obaveznih podataka?	1	2	3	4	5
	Da li postoje zainteresovani korisnici za razvijeno rešenje?	1	2	3	4	5
Upotrebljivost	Globalna razumljivost	1	2	3	4	5
	Korisničko uputstvo	1	2	3	4	5
	Doslednost prezentacije i konzistentnost položaja glavnih kontrola	1	2	3	4	5
	Jednostavnost obuke za rad novog korisnika	1	2	3	4	5
	Jednostavnost upotrebe (trud korisnika koji je potreban za upotrebu softvera)	1	2	3	4	5
Funkcionalnost	Pretraga i pronalaženje	1	2	3	4	5
	Mehanizmi prihvatanja informacija	1	2	3	4	5
	Lakoća rukovanja	1	2	3	4	5
	Kontrola interfejsa za rukovanje	1	2	3	4	5
	Mogućnost višekorisničkog interfejsa	1	2	3	4	5
	Brzina dobijanja generisanih podataka (menadžment)	1	2	3	4	5
	Odziv sistema	1	2	3	4	5
Performanse	Stabilnost u radu (nema "pucanja" programa ili gubitka podataka)	1	2	3	4	5
	Pouzdanost	1	2	3	4	5
	Održavanje nivoa performansi	1	2	3	4	5
	Efikasnost (odnos između nivoa performansi i softvera i količine upotrebljenih resursa)	1	2	3	4	5
Sugestije za dalji razvoj						

Slika 6.23. Upitnik za proveru kvaliteta

Nakon završenih anketa urađena je statistička obrada rezultata i na slici 6.24. su prikazane ocene provere kvaliteta pojedinačno po pitanjima i na slici 6.25. po grupama pitanja.



Slika 6.24. Prikaz ocena provere kvaliteta pojedinačno po pitanjima



Slika 6.25. Prikaz ocena provere kvaliteta po grupama pitanja

Na osnovu rezultata evaluacije može se zaključiti da su evaluatori ocenili da sistem prevazilazi inicijalne zahteve, ali su dali i dragocene sugestije za dalje unapređenje sistema.

7. ZNAČAJ KORIŠĆENJA PRIMENE ONTOLOGIJE RudOnto

Ključne prednosti korišćenja ontologija u radu su: interoperabilnost sa ostalim komponentama Sistema i drugim informacionim sistemima, podrška uspešnijem prelistavanju i pretraživanju resursa, ponovno korišćenje i strukturiranje. Navedeni značaj i dobiti su iskazani kroz primere koji ilustruju kako razvijeno rešenje realizuje svaki od njih.

7.1. Interoperabilnost

Potreba za razmenom podataka svih kompanija, pa i rudarskih, je sve veća, i obuhvata razmenu ne samo sa institucijama u zemlji, već i u inostranstvu. Da bi se postigla interoperabilnost, potrebno je obezbediti informatičku podršku u internim i eksternim poslovnim procesima (Albani and Dietz, 2006). Koncept razvoja jedinstvene ontologije i višenamenske baze znanja su ključni za upravljanje znanjem i razvoj poslovne inteligencije u poslovnom okruženju, kompaniji ili korporaciji. Elektroprivreda Srbije je primer složenog poslovnog okruženja, koje se organizuje kao korporacija i u sebi objedinjuje rudarske aktivnosti na više kopova, i postoji potreba za sinhronizacijom i harmonizacijom brojnih sistema klasifikacije i šifriranja poslovnih objekata.

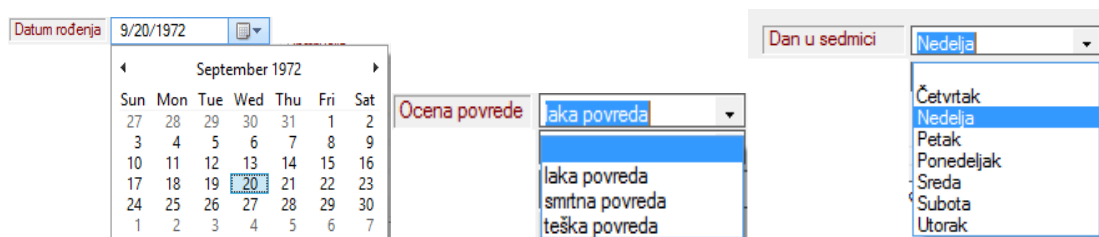
Intelektualni kapital, znanje, informacije i iskustva predstavljaju neograničeni i strateški resurs, i u organizaciji različiti profili korisnika imaju potrebu za njihovim korišćenjem. Tako, na primer, znanje, tehnički, tehnološki i organizacioni podaci o opremi su mehaničarima potrebni za njihovo održavanje, magacionerima za rezervne delove, komercijali za nabavku, rudarima za planiranje proizvodnje, specijalistima zaštite za analizu povreda, izvora buke, i planiranje mera zaštite. Interoperabilnost u okviru organizacije je potrebna da bi se zadovoljile potrebe različitih profila korisnika, često različitih informacionih sistema. RudOnto obezbeđuje ovu vrstu interoperabilnosti nudeći ontologije kojima se podržava upravljanje kvalitetom i planiranje, upravljanje rudarskom opremom, zaštita i menadžment (Stanković et al., 2012) (Kolonja et al., 2006). Ontologija nudi

jedinstveno kodiranje znanja koje omogućava softverskim agentima i korisnicima iz različitih rudarskih kompanija i sa njima povezanih organizacija da dele znanje i organizacione podatke kao zajednički resurs. Osim toga, zahvaljujući višejezičnosti, RudOnto uklanja jezičke prepreke i nudi interoperabilnost između Sistema razvijenih na različitim jezicima, što je naročito važno u fazi otvaranje Srbije ka Evropi, a takođe treba imati u vidu da je većina opreme koja se koristi na kopovima upravo poreklom iz Evrope.

7.2. Kontrola domena

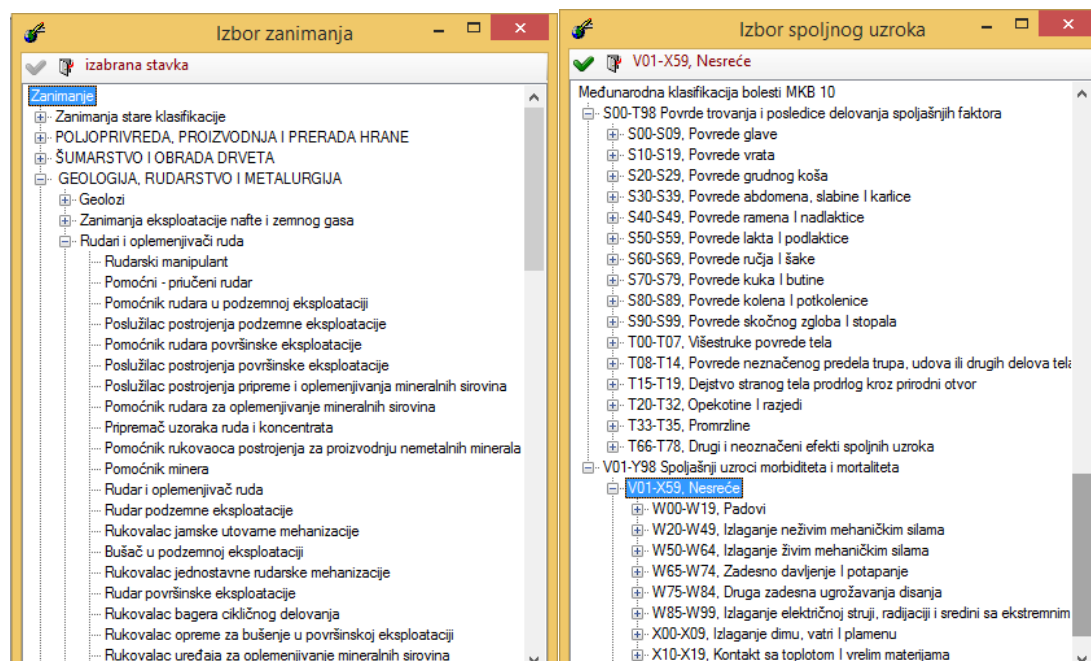
Osim povećanja dostupnosti, pronalaženja informacija i približavanja znanja, značajan doprinos ontologije RudOnto sistemu zaštite je mogućnost kontrolisanog održavanja podataka ažurnim. Unos podataka je u celom sistemu kontrolisan padajućim listama i izborima iz drveta za domene koji imaju hijerarhijsku strukturu. Kontrolisani unos smanjuje mogućnost grešaka pri unosu, a potom obezbeđuje efikasnu višejezičnu pretragu baze, različite klasifikacije i multi klasifikacije.

Slika 7.1. prikazuje primere kontrolisanja domena polja sa datumskim unosom, težinom povrede i dana u sedmici.



Slika 7.1. Primeri kontrolisanja domena polja sa datumskim unosom, težinom povrede i dana u sedmici

Slika 7.2. daje primere hijerarhijskih struktura, levo zanimanja i desno spoljni uzroci nesreće.



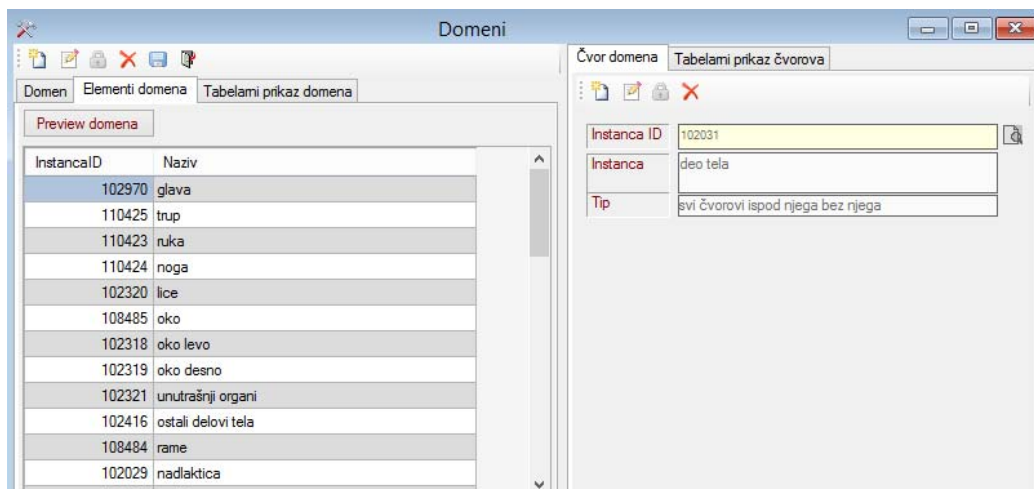
Slika 7.2. Primeri kontrolisanog unosa drvetima

Domeni se generišu dinamički, korišćenjem domenskih meta podataka koje održava sistemsko-administrativni deo aplikacije. Interfejs za kontrolu domena je ugrađen u aplikaciju i koriste ga korisnici sa administrativnim privilegijama, pri čemu mogu da kreiraju nove domene, interaktivno modifikuju postojeće i proveravaju njihov sadržaj (slika 7.3.).

Definisanjem čvora u domenu se određuju povezani termini i eventualno njihovi podređeni koncepti koje treba uključiti. Postoje četiri opcije: samo izabrani čvor, svi direktno podređeni sa ili bez selektovanog čvora i svi podređeni koncepti selektovanog čvora. Prva tri tipa su karakteristični za liste, dok je četvrti obično za hijerarhijske domene.

Hijerarhijska organizacija konceptata omogućava višestruke klasifikacije rezultata i fleksibilne analize poslovne inteligencije na različitim nivoima hijerarhije: ako je na primer, povreda vezana za "povratni bubanj rotornog bagera" evidentirana je u registru povreda, može se klasifikovati kao povreda vezana za "povratni bubanj" ali može i opštije, kao povreda vezana za "rotorni bager" ili još opštije "otkopna oprema". Takođe, ako je povreda registrovana za levi palac, takođe će da uđe u

analizu povreda leve ruke, levih ekstremiteta, ruku, ekstremiteta, leve strane tela, i slično.

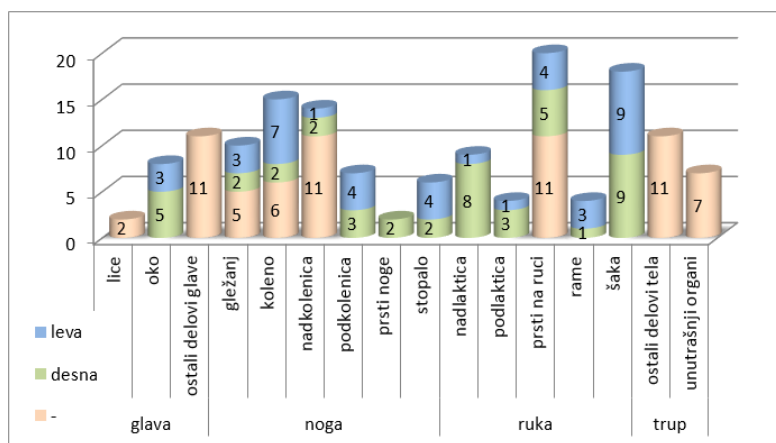


Slika 7.3. Panel za upravljanje podacima o domenima

Model poslovne inteligencije za zaštitu na radu u rudniku integriše standardne OLAP tehnologije koje se koriste za organizaciju velikih poslovnih baza podataka i za podršku poslovnoj inteligenciji i RudOnto ontologiju. OLAP baze podataka sistema za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji je podeljene na više kocki, a administrator kocke organizuje i dizajnira svaku kocku kako bi odgovarala načinu na koji se preuzimaju i analiziraju podaci, čime se olakšava kreiranje i korišćenje izveštaja izvedenih tabela i grafikona.

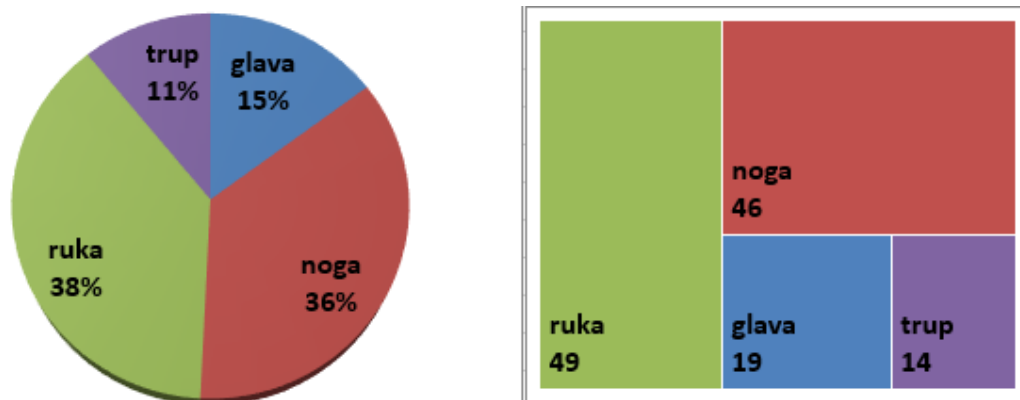
Dimenzije OLAP kocki su koncepti RudOnto ontologije, i hijerarhija koncepata se preslikava tako da gradi fleksibilne OLAP modele sa hijerarhijama sa više nivoa, što ilustruje slika 7.4.

-	desna	leva	Ukupno
13	5	3	21
2			2
	5	3	8
11			11
22	13	19	54
5	2	3	10
6	2	7	15
11	2	1	14
	3	4	7
	2		2
	2	4	6
11	26	18	55
	8	1	9
	3	1	4
11	5	4	20
	1	3	4
	9	9	18
18			18
11			11
7			7
64	44	40	148



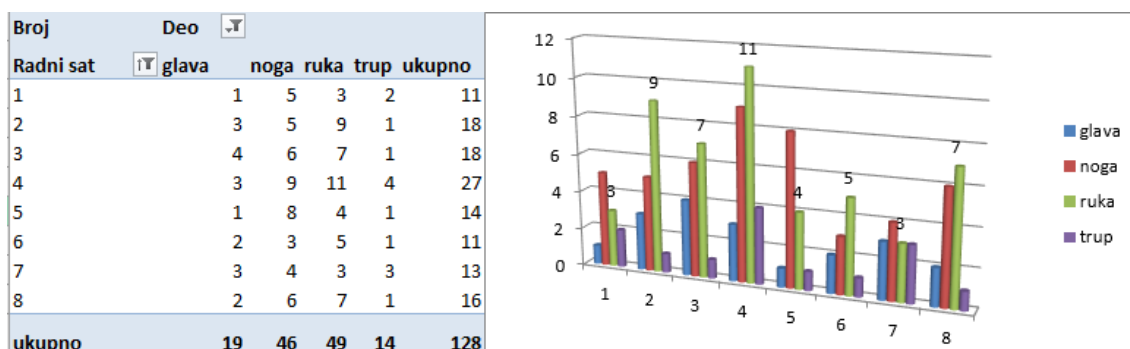
Slika 7.4. Presentacija rezultata analize tabelarno i grafički u sistemu poslovne inteligencije

Kao što se može videti isti skup povreda je u zadatom vremenskom periodu analiziran po precizno zabeleženom povređenom delu tela (gležanj, koleno, lice,...), uz informaciju da li je u pitanju leva ili desna strana, a ako nema podatak o strani onda je korišćena „-“. Rezultat analize prikazan je u vidu hijerarhijske tabele detaljno, sa sumiranjima na različitim nivoima, a grafičko predstavljanje je ilustrovano stubičastim, kumulativnim dijagramom. Isti skup rezultata se može prikazati agregiran na sledećem nivou: trup, glava, noge, ruke, pri čemu grafički prikaz može biti u vidu „pita“ sa procentima ili pravougaonika sa apsolutnim vrednostima (slika 7.5.).



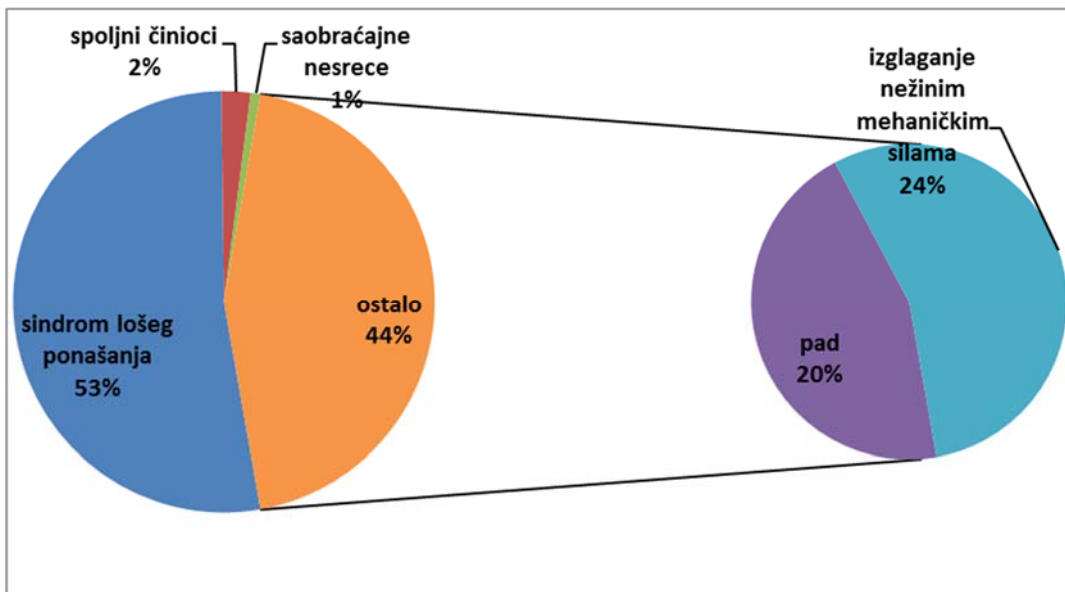
Slika 7.5. Grafičko prikazivanje agregiranih podataka

Ukrštanje više parametara je moguće na različite načine, a primer ukrštanja analize prema povređenom delu tela sa radnim satom u kom se desila povreda prikazuje slika 7.6. Jasno se može zaključiti da su najčešće povrede ruke i da se većina povreda dešava u sredinom radnog vremena.

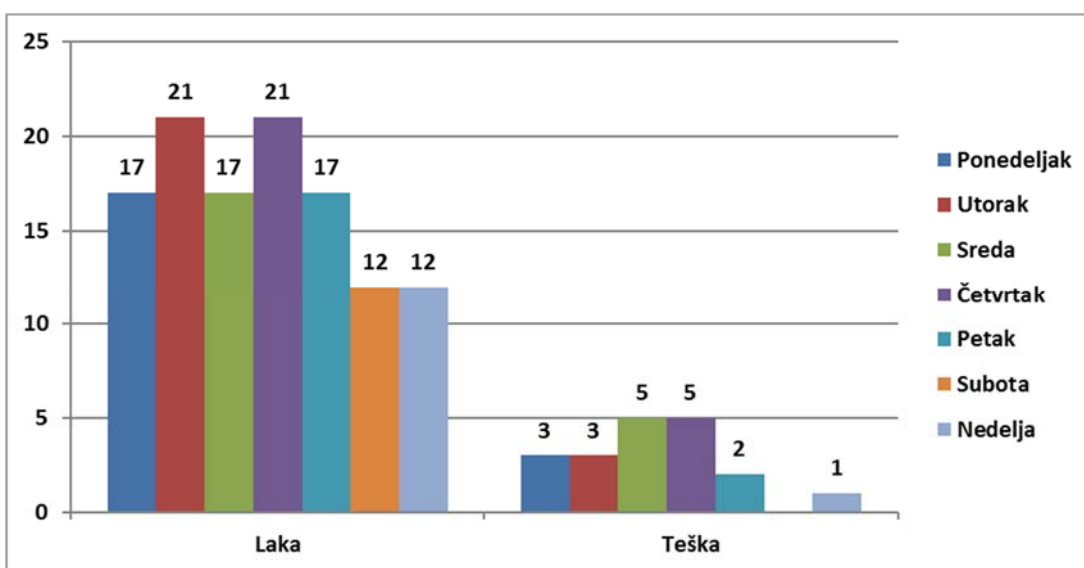


Slika 7.6. Analiza povređivanja: povređeni deo tela i radni sat u kom se dogodila povreda

Razvijeni model poslovne inteligencije može da pruži važne informacije menadžmentu zaštite koje se odnose na najčešće uzroke povreda (slika 7.7.), ili dane u nedelji kojima se povrede dešavaju (slika 7.8.) što im omogućava da preduzmu mere za sprečavanje povređivanja.

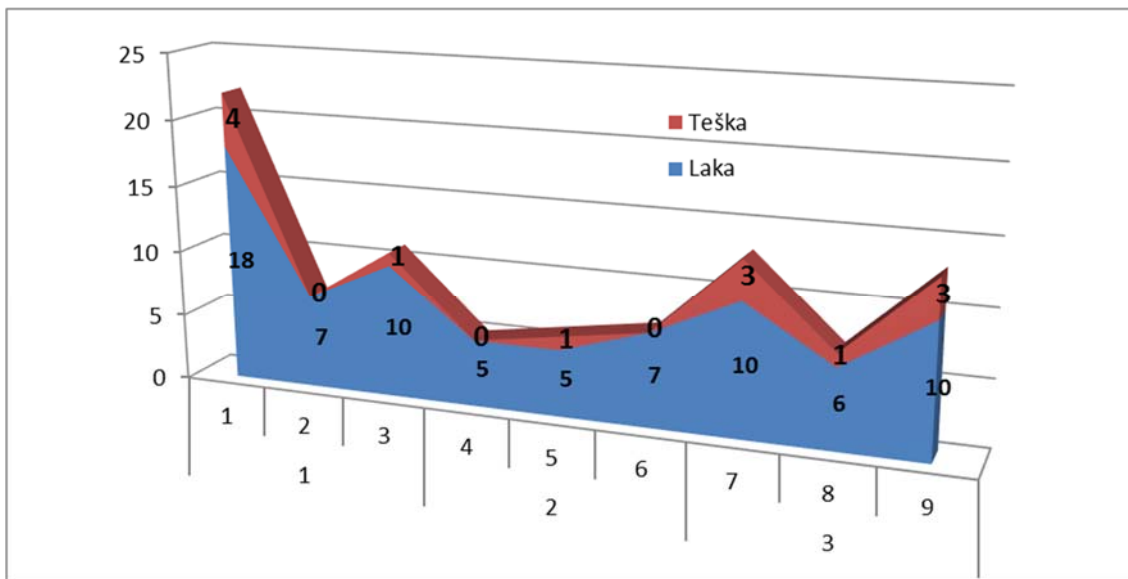


Slika 7.7. Analiza podataka po uzrocima povrede



Slika 7.8. Analiza podataka po težini povrede i danima u nedelji

Kada se doda i vremenska dimenzija, moguće je posmatrati sve ove informacije po mesecima, kvartalima, godinama, i/ili u nekom ograničenom vremenskom periodu. Slika 7.9. prikazuje prva tri kvartala traženog perioda po mesecima, uz izdvajanje povreda prema težini povrede.



Slika 7.9. Analiza podataka po mesecima i težini povrede

7.3. Prelistavanje i pretraga

Stručnjaci u nekoj specifičnoj oblasti generišu dragocena znanja i postoji potreba za fleksibilnim, brzim i preciznim mehanizmima za pronalaženje i pristupanje tim znanjima. Znanja mogu biti u formi podataka, modela, vodiča, priručnika, ali je za sve zajedničko da služe za analize i klasifikacije, za podršku odlučivanju i ulaze u sistem poslovne inteligencije kojim se postiže sigurnost, stabilnost i kompetitivnost poslovanja (Cheng et al., 2009).

Pretraga zasnovana na ključnim rečima iz RudOnto je integrisana u sisteme pretrage gde se ontologija koristi za semantičku i višejezičnu ekspanziju upita (Stanković, 2008) (Obradović and Stanković, 2008). Na primer, kada korisnik postavlja upit kojim pretražuje tekstualnu kolekciju, bilo da je na Internetu, lokalnoj bazi ili sistemu za upravljanje dokumentima, i ne dobije zadovoljavajuće rezultate, može da iskoristi ontologiju da proširi upit terminima koji su sinonimi polaznoj ključnoj reči i/ili uključuju podređene i nadređene, odnosno uže i šire pojmove. Na primer, pretražujući tekstove u bazi znanja vezane za rotorni bager kao ključnu reč, pretragu može proširiti i rečju „glodar“ što je sinonim koji se kolokvijalno koristi, a proširenjem na engleski sa „bucket wheel“ ili „BWE“ može istovremeno pretražiti i dokumentaciju na engleskom jeziku. Slika 7.10. prikazuje

primer proširenja upita „sigurnost na radu“ korišćenjem ontologije RudOnto engleskim terminima „safety at work“ and „safety and health at work“ i srpskim „bezbednost na radu“ i „bezbednost i zdravlje na radu“ i izbor kolekcije paralelizovanih radova časopisa Podzemni radovi².

Keyword Text collection

Synonyms	en	sr
<input type="checkbox"/> WordNet...		
<input checked="" type="checkbox"/> GeolISSTerm...		
<input checked="" type="checkbox"/> RudOnto ...	safety at work;Safety and health at work	bezbednost na radu;sigurnost na radu;bezbednost i zdravlje na radu

Slika 7.10. Panel za postavljanje i ekspanziju upita

Slika 7.11. prikazuje isečke iz radova koji odgovaraju postavljenom upitu, gde se u prvoj koloni navode podaci o radu iz koje je isečak teksta, u drugoj isečak na engleskom i u trećoj na srpskom. Termini koje je sistem sravnio sa upitom su istaknuti plavom bojom, a može se videti da sistem obezbeđuje i podršku za gramatičke oblike reči srpskog jezika jer je prepoznato „sigurnosti na radu“ koje se ne nalazi u tom obliku u tekstu. Klasični sistemi za pronalaženje informacija nemaju podršku za srpski i mogućnost semantičke i višejezične pretrage, što se može obezbediti jedino ontološkim pristupom.

²Zvanična stranica časopisa: <http://rgf.rs/publikacije/PodzemniRadovi>

Hadži-Nikolova et al., 2012, vol. XX:20, ID: 2.2012.20.3 metadata	n4 : <i>Safety and health at work</i> of occupationally exposed workers not only formal approach through which community wishes to declare its commitment to improving the work environment and welfare of workers.	n4 : <i>Bezbednost i zdravlje na radu</i> profesionalno izloženih radnika nije samo formalni pristup putem kojeg zajednica želi da pokaže svoju posvećenost unapređenju radne sredine i dobrobiti radnika.
Hadži-Nikolova et al., 2012, vol. XX:20, ID: 2.2012.20.3 metadata	n6 : The right on health and <i>safety at work</i> are universal human and labor rights.	n6 : Pravo na zdravlje i <i>bezbednost na radu</i> predstavljaju univerzalna ljudska i radna prava.
Hadži-Nikolova et al., 2012, vol. XX:20, ID: 2.2012.20.3 metadata	n7 : Therefore, the International Labor Organization from its foundation until today has adopted and published the 187 Declaration and 198 recommendations in the area of health and <i>safety at work</i> .	n7 : Zbog toga je, Međunarodna organizacija rada od svog osnivanja pa sve do danas, usvojila i objavila 187 Deklaracija i 198 preporuka u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.
Hadži-Nikolova et al., 2012, vol. XX:20, ID: 2.2012.20.3 metadata	n87 : - health and safety (in the past health and safety activities were related only to accident prevention.	n87 : - zdravlje i bezbednost - u prošlosti aktivnosti vezane za zdravlje i <i>bezbednost na radu</i> bile su povezane samo sa prevencijom nesreća.
Trifunović, 2011, No. 19, ID: 2.2011.19.8 metadata	n78 : The use of composite materials for those purposes is reasonable, because those structures have high corrosion resistance, have small mas, they are easy to mount, and the degree of <i>safety at work</i> is higher etc.	n78 : Upotreba kompozitnih materijala u ove svrhe je opravdana, jer konstrukcije poseduju veliku otpornost na koroziju, imaju malu masu, lako se montiraju, povećan je stepen <i>sigurnosti na radu</i> i tako dalje

Slika 7.11. Rečenice iz radova koje odgovaraju postavljenom proširenom upitu

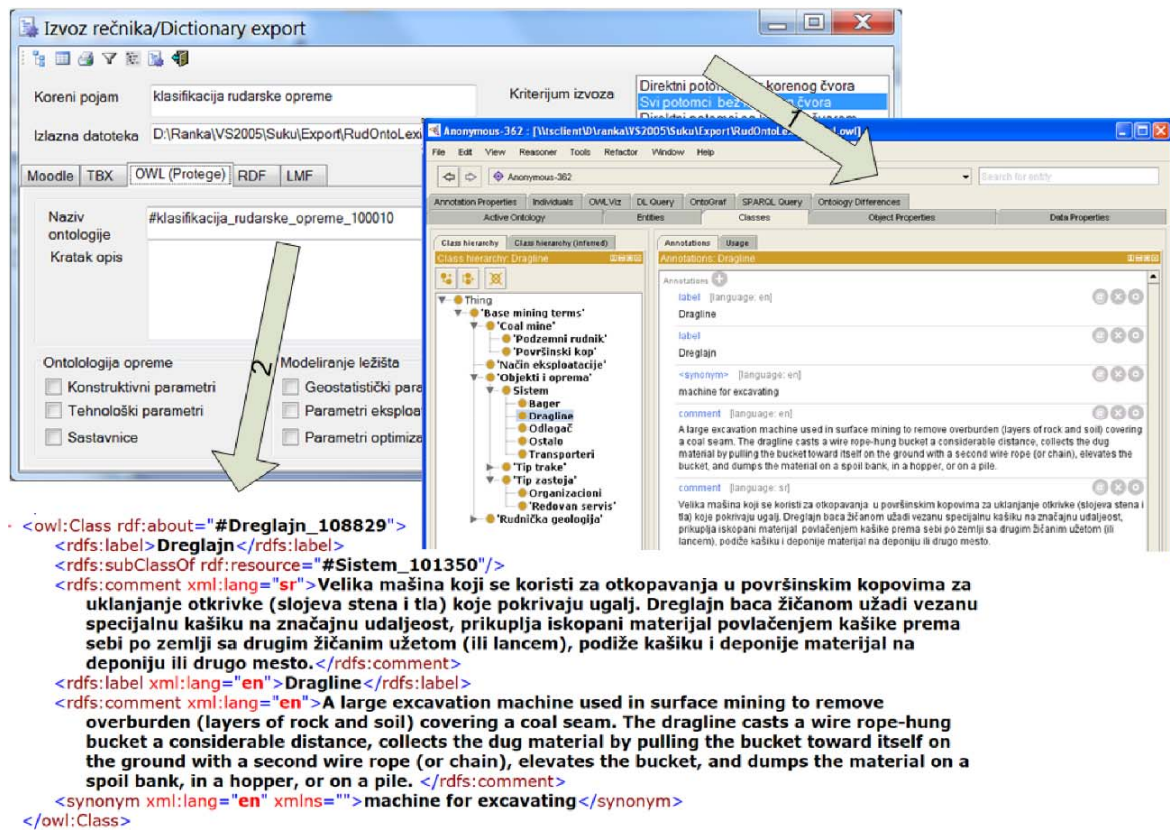
Slično, ukoliko se pretražuju dokumenti u kojima se pominju „deo tela“ kao ključna reč, proširenjem podređenim konceptima, rezultat pretrage će uključiti i dokumenta koja sadrže i „glava“, „noga“, „ruka“ i ostale delove koji su navedeni u ontologiji. Imajući u vidu bogatu morfologiju srpskog jezika, primenjuje se i morfološko proširenje oblicima, „nogu“, „nozi“, „ruku“, „ruke“... (Krstev et al., 2013). Osim toga, višejezičnost ontologije omogućava da upit na jednom jeziku vraća rezultate koji sadrže dokumente koji odgovaraju ključnoj reči upita po svom sadržaju, ali nisu na jeziku inicijalnog upita.

7.4. Višestruka namena

Korišćenje ontologije RudOnto za ostvarenje različitih zadataka je već prikazano na primerima OLAP modela za poslovnu inteligenciju, kontrolu domena, klasifikacije, proširenje upita, ali se može istaći još i mogućnost primene ovog resursa u sistemu za upravljanje kvalitetom uglja, u sistemu za upravljanje ljudskim resursima, kao podršku za lokalizaciju, za prevođenje, ekstrakciju informacija, obučavanje, pretragu na vebu i slično. Primeri poddomena ontologije koji se mogu najviše koristiti, odnosno koristiti za rešavanje širokog spektra zadataka su: zanimanja, obučenost, oprema, organizacija, merne jedinice,... Podskupovi pojmova koji su definisani u RudOnto, osmišljenog kao centralnog terminološkog resursa u oblasti rudarstva, može se koristiti za kreiranje specijaliziranih terminoloških resursa. To se može ostvariti izvozom relevantnih podskupova iz RudOnta u različite formate,

kao što OWL (Web Ontology Language, (OWL, 2013) jezik za veb ontologije, Moodle platformu za učenje (Moodle), TBX - TermBase eXchange system (TBX, 2011), RDF - Resource Description Framework (RDF, 2014) ili LMF - Lexical Markup Framework (LMF, 2008).

Slika 7.12. ilustruje eksport podskupa koncepata korišćenjem panela u vidu čarobnjaka koji olakšava transformaciju. Ilustrovan je i deo OWL koda kroz segment na dnu slike. Najčešće korišćen alat za editovanje i rukovanje ontologijama je Protégé (Protégé) tako da se on koristi za proveru i rezonovanje (desna strana slike).



Slika 7.12. Panel za eksportovanje odrednica rečnika sa hijerarhijom i sadržajem OWL strukture u alatu Protégé 4.2.0

8. ZAKLJUČAK

Postojeća organizacija zaštite na radu na površinskim kopovima uglja često nije u mogućnosti da blagovremeno i tačno ukaže na nedostatke, koji mogu u bližoj ili daljoj budućnosti da budu uzrok narušavanja bezbednosti radnika, ali i uzrok oštećenja materijalnih dobara rudnika. Nemogućnost donošenja pravovremenih odluka, jedne od karika u lancu upravljanja, danas je moguće izbeći uvođenjem softverski podržanih sistema za praćenje i analizu bezbednosti i zaštite na radu.

Osnovni cilj ove doktorske disertacije je definisanje metodologije i razvoj modela sistema upravljanja zaštitom na radu, koji će omogućiti savremen, adekvatan i sveobuhvatan način praćenja i analize faktora koji utiču na bezbednost i zaštitu na radu. Definisanjem metodologije i razvojem modela sistema poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu, automatizuje se, sistemski rešava, ubrzava i olakšava praćenje i evidencija ključnih elemenata u sistemu bezbednosti i zdravlja na radu i istovremeno omogućava pravovremeno i adekvatno donošenje odluka u vezi sa zaštitom na radu. Takav pristup u organizovanju zaštite na radu, jedan je od preduslova efektivnijeg i efikasnijeg poslovanja i, pre svega, ostvarivanja osnovnog principa zaštite na radu – prevencije.

Sistem poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudarstvu, čiji je razvoj prikazan u ovoj doktorskoj disertaciji, svoje mesto nalazi u okviru treće faze Demingovog ciklusa – Provera i korektivne mere. Evidencija i analiza indikatora stanja zaštite na radu, kao što su nezgode, povrede na radu i profesionalna oboljenja, treba da omoguće, primenom savremenih informacionih tehnologija, kompleksnu i sveobuhvatnu analizu prikupljenih podataka i ocenu uspešnosti primenjenih mera zaštite kao i unapređenje procesa donošenja odluka vezanih za poboljšanje primenjenih i izbor novih mera pri upravljanju procesima zaštite na radu u rudnicima.

Razvoj sistema za praćenje i analizu stanja zaštite na radu zasnovan je na iterativno-inkrementalnom principu vođenom slučajevima upotrebe. Prva faza je obuhvatila specifikaciju korisničkih zahteva, odnosno funkcionalnosti sistema koji

se razvija, i poslovnog modela koji specificira arhitekturu informacionog sistema kroz konceptualni model. Dalje modeliranje je obuhvatilo: konceptualno modeliranje podataka koje daje celokupan pogled na sistem, strukturno koje formalizuje organizaciju poslovnog sistema, procesno sa specifikacijom poslovnih aktivnosti u sistemu i modeliranje ponašanja i interakcije između resursa. Implementacija sistema je prikazana karakterističnim komponentama sistema evidencije službe zaštite sa posebnim osvrtom na evidenciju povreda. Razvijeni sistem omogućava i primenu analitičkih servisa poslovne inteligencije u cilju ranog otkrivanja rizika od nezgode, kroz analizu uzroka, mesta događaja, vremena kada su se desili, težina povrede i drugih relevantnih podataka pohranjenih u bazi.

Istraživanja čiji su rezultati prikazani u ovoj disertaciji ukazala su na važnost pravilne i dosledne upotrebe terminologije u informacionim sistemima u inženjerskim disciplinama u celini. Izgradnja terminoloških resursa za određene inženjerske discipline je izuzetno važno, jer ti resursi omogućavaju interoperabilnost između različitih IT aplikacija unutar određenih domena. Kreiranje terminoloških resursa u obliku rečnika i ontologija je složen zadatak koji zahteva stručnost podjednako IT i stručnjaka iz oblasti rudarstva. Primenom ontologije RudOnto pokazano je da je razvoj terminoloških resursa u raznim inženjerskim disciplinama moguć i da takav resurs može značajno poboljšati ukupnu podršku koju IT nudi.

U disertaciji su posebno istaknute ključne prednosti korišćenja ontologija kao tehnike za predstavljanje znanja i upravljanje kodiranim znanjem. Značaj i dobiti ovakvog pristupa su prikazani kroz primere koji ilustruju kako razvijeno rešenje realizuje svako od njih. Ključne prednosti korišćenja ontologija u radu su: interoperabilnost sa ostalim komponentama Sistema i drugim informacionim sistemima, podrška uspešnijem prelistavanju i pretraživanju resursa, ponovno korišćenje i strukturiranje.

Koncept razvoja jedinstvene ontologije i višenamenske baze znanja su ključni za upravljanje znanjem i razvoj poslovne inteligencije u poslovnom okruženju, kompaniji ili korporaciji. Elektroprivreda Srbije je primer složenog poslovnog

okruženja, koje se organizuje kao korporacija i u sebi objedinjuje rudarske aktivnosti na više kopova, i postoji potreba za sinhronizacijom i harmonizacijom brojnih sistema klasifikacije i šifriranja poslovnih objekata.

Osim povećanja dostupnosti, pronalaženja informacija i približavanja znanja, značajan doprinos ontologije RudOnto sistemu zaštite je mogućnost kontrolisanog održavanja podataka ažurnim.

Model poslovne inteligencije za zaštitu na radu u rudniku integriše standardne OLAP (online analytical processing) tehnologije koje se koriste za organizaciju velikih poslovnih baza podataka i za podršku poslovnoj inteligenciji i RudOnto ontologiju. OLAP baze podataka sistema za upravljanje zaštitom na radu u rudarskoj industriji je podeljen na više kocki, a administrator kocke organizuje i dizajnira svaku kocku kako bi odgovarala načinu na koji se preuzimaju i analiziraju podaci, čime se olakšava kreiranje i korišćenje izveštaja izvedenih tabela i grafikona.

Mogućnost praktične primene razvijenog sistema poslovne inteligencije za upravljanje zaštitom na radu u rudnicima ilustrovan je na podacima evidencije podataka iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu službi zaštite na površinskim kopovima Elektroprivrede Srbije.

U rudarskoj praksi na površinskim kopovima u Elektroprivredi Srbije evidencije iz oblasti bezbednosti i zaštite na radu se vode ručno, negde u papirnom obliku, negde u elektronskoj formi (MS Word), sa pomoćnim analizama sporadično u MS Excel-u. Primena sistema čiji je razvoj prikazan u ovoj disertaciji značajno bi unapredila poslove upravljanja zaštitom na radu i omogućila pravovremeno i efikasno planiranje i sprovođenje potrebnih mera zaštite čime bi se obezbedilo unapređenje stanja zaštite na radu na površinskim kopovima lignita u okviru Elektroprivrede Srbije.

LITERATURA

- ALBANI, A. & DIETZ, J. L. The Benefit of Enterprise Ontology in Identifying Business Components. *The Past and Future of Information Systems: 1976-2006 and Beyond: IFIP 19th World Computer Congress, TC-8, Information System Stream, August 21-23, 2006, Santiago, Chile, 2006.* Springer, 243.
- AMBLER, S. W. 2001. *Agile Modeling and the Rational Unified Process (RUP).*
- ANDERSON-LEHMAN, R., WATSON, H. J., WIXOM, B. H. & HOFFER, J. A. 2004. Continental airlines flies high with real-time business intelligence. *MIS Quarterly Executive*, 3, 163-176.
- BAARS, H. & KEMPER, H.-G. 2008. Management support with structured and unstructured data—an integrated business intelligence framework. *Information Systems Management*, 25, 132-148.
- BADAMI, V. 2003. Payback on Business Intelligence. *DM Review*.
- BERNARDINO, J. & TERESO, M. 2013. *Business Intelligence Tools. Computational Intelligence and Decision Making.* Springer.
- BERRY, M. J. & LINOFF, G. 1997. *Data mining techniques: for marketing, sales, and customer support*, John Wiley & Sons, Inc.
- BETTS, M. 2003. The future of business intelligence. *Computer World*, 14.
- BIRD, F. & GERMAIN, G. 1966. A new horizon in accident prevention and cost improvement. *New York*.
- BRESLIN, J. A. 2010. One Hundred Years of Federal Mining Safety and Health Research. *Information Circular 9520*.
- BSI 1999. BSI. *British Standards Institution, London, UK*.
- BURTON, B., GEISHECKER, L., HOSTMANN, B., AUSTIN, T., HERSCHEL, G., SOEJARTO, A. & RAYNER, N. 2006. Business intelligence focus shifts from tactical to strategic. *Gartner Research, Stamford, CT*.
- BURTON, B. & HOSTMANN, B. 2005. Findings from Sydney symposium: Perceptions of business intelligence. *Retrieved from Gartner database*.
- CDC. *Office of Mine Safety and Health Research* [Online]. Available: <http://wwwn.cdc.gov/niosh-mining> [Accessed 02.02.2016].
- CERAMILAC, A. 1986. *Opsta i Specijalna Patologija Mehanicke Traume*. Beograd: Zavod za udzbenike i nastavna sredstva.

- CHANDRASEKARAN, B., JOSEPHSON, J. R. & BENJAMINS, V. R. 1999. What are ontologies, and why do we need them? *IEEE Intelligent systems*, 20-26.
- CHAUDHURI, S. & DAYAL, U. 1997. An overview of data warehousing and OLAP technology. *ACM Sigmod record*, 26, 65-74.
- CHAUDHURI, S., DAYAL, U. & NARASAYYA, V. 2011. An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*, 54, 88-98.
- CHEN, H., CHIANG, R. H. L. & STOREY, V. C. 2012. Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS quarterly*, 36, 1165-1188.
- CHENG, H., LU, Y.-C. & SHEU, C. 2009. An ontology-based business intelligence application in a financial knowledge management system. *Expert Systems with Applications*, 36, 3614-3622.
- CLARK, T. D., JONES, M. C. & ARMSTRONG, C. P. 2007. The dynamic structure of management support systems: theory development, research focus, and direction. *Mis Quarterly*, 31, 579-615.
- COLLINS, R. 1997. *Better Business Intelligence: How to learn more about your competitors*, Management Books 2000.
- CVCE 1951. Treaty establishing the European Coal and Steel Community (Paris, 18 April 1951).
- DAVENPORT, T. H. 2013. *Process innovation: reengineering work through information technology*, Harvard Business Press.
- DELONE, W. H. & MCLEAN, E. R. 2003. The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update. *Journal of management information systems*, 19, 9-30.
- DEVEDZIĆ, V. 2002. Understanding ontological engineering. *Communications of the ACM*, 45, 136-144.
- DHILLON, B. S. 2003. *Engineering safety: fundamentals, techniques, applications*, World Scientific Publishing.
- ECIC. 2005. *Society for the Advancement of Violence and Injury Research and Safe States Alliance* [Online]. Available: <http://www.safetyalliance.emory.edu> [Accessed 26.5.2016].
- ECKERSON, W. 2003. Smart companies in the 21st century: The secrets of creating successful business intelligence solutions. *TDWI Report Series*, 7.
- EEC 1989. Directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. Official Journal L 183 , 29/06/1989 P. 0001 - 0008.

- FAUSTO GIUNCHIGLIA, M. M. A. I. Z. 2006. Encoding classifications as lightweight ontologies. University of Trento Department of Information and Communication Technology.
- GALE 2005. Occupational Disease. In: JEFFREY LEHMAN, S. P. (ed.) *West's Encyclopedia of American Law*. edition 2 ed. Detroit: The Gale Group.
- GAŠEVIĆ, D. V. 2004. *Ontologija petri mreža*. PhD, Univerzitet u Beogradu Fakultet organizacionih nauka.
- GBOSBAL, S. & KIM, S. K. 1986. Building effective intelligence systems for competitive advantage. *Sloan Management Review (1986-1998)*, 28, 49.
- GELDERMAN, M. 2002. Task difficulty, task variability and satisfaction with management support systems. *Information & Management*, 39, 593-604.
- GILDA, R.-Z., IONEL, I., CATALIN, R.-Z. & OVIDIU, A. S. 2013. Occupational Health And Safety Management In Romania In View Of The Economic Development Of Society. *Annals of Faculty of Economics*, 1, 341-346.
- GLOWACKI, A. Development of a Taxonomy for Indexing Web-Based Mining Safety and Health Research. Proceedings of the first international future mining conference and exhibition, edited by Saydam S. The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Australia, 2008. 125-29.
- GÓMEZ-PÉREZ, A. & CORCHO, O. 2002. Ontology languages for the semantic web. *Intelligent Systems, IEEE*, 17, 54-60.
- GRIMALDI, J. V. & SIMONDS, R. H. 1984. *Safety management*, RD Irwin.
- GÜNGÖR, A. 2004. *Occupational health and safety management tool*. PhD, METU.
- GUNTAMUKKALA, V., WEN, H. J. & TARN, J. M. 2006. An empirical study of selecting software development life cycle models. *Human Systems Management*, 25, 265-278.
- HARTONO, E., SANTHANAM, R. & HOLSAPPLE, C. W. 2007. Factors that contribute to management support system success: An analysis of field studies. *Decision Support Systems*, 43, 256-268.
- HEPP, M., LEYMANN, F., DOMINGUE, J., WAHLER, A. & FENSEL, D. Semantic business process management: A vision towards using semantic web services for business process management. e-Business Engineering, 2005. ICEBE 2005. IEEE International Conference on, 2005. IEEE, 535-540.
- HOOVER, L. H. A. H., HERBERT 1912. *De Re Metallica, Translated from the First Latin Edition of 1556*, Book.

- HOU, C.-K. 2012. Examining the effect of user satisfaction on system usage and individual performance with business intelligence systems: An empirical study of Taiwan's electronics industry. *International Journal of Information Management*, 32, 560-573.
- HUTCHINS B.L. , H. A. 1911. *A History of Factory Legislation* P.S. King & Son.
- ILO 1981. P155 - Protocol of 2002 to the Occupational Safety and Health Convention. (Entry into force: 09 Feb 2005) Adoption: Geneva, 90th ILC session (20 Jun 2002).
- ILO 2001. *Guidelines on occupational safety and health management systems ILO-OSH 2001* Geneva.
- ISO 9001. 2008 Quality Management Systems-Requirements. International Organization for Standardization.
- ISS. 2012. *Institut za standardizaciju Srbije* [Online]. Available: http://www.iss.rs/rs/standard/?natstandard_document_id=24355 [Accessed 23.03.2016].
- JADAV, J. J. & PANCHAL, M. 2012. Association rule mining method on OLAP cube. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 2, 1147-1151.
- JIANG, J. J. & KLEIN, G. 1999. User evaluation of information systems: By system typology. *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on*, 29, 111-116.
- JOHNSTONE, R. 1999. Improving worker safety: reflections on the legal regulation of OHS [Occupational Health and Safety] in the 20th century. *Journal of Occupational Health and Safety, Australia and New Zealand*, 15, 521-526.
- JURISICA, I., MYLOPOULOS, J. & YU, E. 2004. Ontologies for knowledge management: an information systems perspective. *Knowledge and Information systems*, 6, 380-401.
- KALAKOTA, R. & ROBINSON, M. 2001. *E-business 2.0: Roadmap for Success*, Addison-Wesley Professional.
- KALFOGLOU, Y. 2001. Exploring ontologies. *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 1, 863-887.
- KARMIS, M. 2009. *Mine Health and Safety Management*, SME.
- KHAN, F. I., HUSAIN, T. & ABBASI, S. A. 2001. Safety weighted hazard index (SWeHI): a new, user-friendly tool for swift yet comprehensive hazard identification and safety evaluation in chemical process industrie. *Process Safety and Environmental Protection*, 79, 65-80.

- KNIESNER, T. J. & LEETH, J. D. 2004. Data mining mining data: MSHA enforcement efforts, underground coal mine safety, and new health policy implications. *Journal of Risk and Uncertainty*, 29, 83-111.
- KOGUT, P., CRANEFIELD, S., HART, L., DUTRA, M., BACLAWSKI, K., KOKAR, M. & SMITH, J. 2002. UML for ontology development. *The Knowledge Engineering Review*, 17, 61-64.
- KOLONJA, B., STANKOVIĆ, R., VUKOVIĆ, F. & OBRADOVIĆ, I. 2006. An Approach to Management Decision Support: The Coal Mine Pljevlja Management Information System. In: M., E. C. (ed.) *Proceedings of the Fifteenth International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection*. Torino, Italy.
- KOLONJA LJ., S. R., OBRADOVIĆ I., KITANOVIĆ O., PANTELIĆ U. . Development of A Business Intelligence Tool For Accident Analysis in Mines. 5th International Symposium Mining and environmental protection 2015. Faculty of Mining and Geology, Belgrade, pp 393-399.
- KRSTEV, C., OBRADOVIĆ, I., STANKOVIĆ, R. & VITAS, D. 2013. An approach to efficient processing of multi-word units. *Computational Linguistics*. Springer.
- KRUCHTEN, P. 2004. *The rational unified process: an introduction*, Addison-Wesley Professional.
- LARMAN, C. 2005. *Applying UML and patterns: an introduction to object-oriented analysis and design and iterative development*, Pearson Education India.
- LEI, T. & DING, R.-J. 2008. Efficiency assessment of coal mine safety input by data envelopment analysis. *Journal of China University of Mining and Technology*, 18, 88-92.
- LMF. 2008. *Lexical Markup Framework* [Online]. Available: <http://www.lexicalmarkupframework.org/> [Accessed 17.04.2016].
- M. STEFANOVIĆ, S. M., M. ERIĆ 2006. Model kvaliteta softvera. 33. *Nacionalna konferencija o kvalitetu*. Kragujevac: Asocijacija za kvalitet i standardizaciju Srbije.
- MAEDCHE, A., MOTIK, B., STOJANOVIC, L., STUDER, R. & VOLZ, R. 2003. Ontologies for enterprise knowledge management. *IEEE Intelligent Systems*, 26-33.
- MAKIN, A. & WINDER, C. 2008. A new conceptual framework to improve the application of occupational health and safety management systems. *Safety Science*, 46, 935-948.
- MARSHALL, B. 2013. Facts and Figure of the Canadian Mining Industry

- MEARNS, K. F., RHONA 1995. Risk perception and attitudes to safety by personnel in the offshore oil and gas industry: a review. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 8, 299-305.
- MENZIES, T. 1999. Cost benefits of ontologies. *intelligence*, 10, 26-32.
- MILLER, D. 2007. Measuring BI success: Business goals and business requirements. *Information Management Online*, 10000100-1.
- MINGERS, J. 2008. Management knowledge and knowledge management: realism and forms of truth. *Knowledge Management Research & Practice*, 6, 62-76.
- MIRCEA, M., GHILIC-MICU, B. & STOICA, M. 2011. Combining business intelligence with cloud computing to delivery agility in actual economy. *Journal of Economic Computation and Economic Cybernetics Studies*, 45, 39-54.
- MOODLE. Available: <https://moodle.org> [Accessed 15.11.2015].
- MOSS, L. T. & ATRE, S. 2003. *Business intelligence roadmap: the complete project lifecycle for decision-support applications*, Addison-Wesley Professional.
- MUSSACCHIO, C. 1975. The industrial revolution: what price for progress? *Occupational Hazards* 45.
- N. LILIĆ, R. S., I. OBRADOVIĆ 2000. Sistem za podršku u analiziranju stanja sigurnosti rada u površinskoj eksploataciji. *IMES 2000, zbornik radova, Arandjelovac*, 133-139.
- NECHES, R., FIKES, R. E., FININ, T., GRUBER, T., PATIL, R., SENATOR, T. & SWARTOUT, W. R. 1991. Enabling technology for knowledge sharing. *AI magazine*, 12, 36.
- NIEMI, T., NIINIMÄKI, M., NUMMENMAA, J. & THANISCH, P. Constructing an OLAP cube from distributed XML data. Proceedings of the 5th ACM international workshop on Data Warehousing and OLAP, 2002. ACM, 22-27.
- NILES, I. & PEASE, A. Towards a standard upper ontology. Proceedings of the international conference on Formal Ontology in Information Systems- Volume 2001, 2001. ACM, 2-9.
- NIOSH 2015. Number of Fatalities and Fatality Rates (5-year aggregates) in the Mining Industry by Commodity, 1911-2010. In: HTTP://WWW.CDC.GOV/NIOSH/MINING/USERFILES/STATISTICS/10G03AAA_1911-2010.SVG (ed.). CDC.
- NIST. 2011. *The NIST Cloud Computing Definition* [Online]. Available: <http://www.nist.gov/itl/csd/cloud-102511.cfm>.

- NOY, N. F. & HAFNER, C. D. 1997a. The state of the art in ontology design: A survey and comparative review. *AI magazine*, 18, 53.
- NOY, N. F. & HAFNER, C. D. 1997b. The state of the art in ontology design: A survey and comparative review. *AI magazine*, 18, 53.
- NRM 2004. Queensland Mines and quarries Safety Performance and Health Report 1 July 2003 to 30 June 2004. Department of Natural Resources and Mines, The State of Queensland.
- O'BRIEN, J. A. 1998. *Management information systems: Managing information technology in the networked enterprise*, McGraw-Hill Professional.
- OBRADOVIĆ, I. & STANKOVIĆ, R. 2008. SOFTWARE TOOLS FOR SERBIAN LEXICAL RESOURCES. *INFOtheca-Journal of Informatics & Librarianship*, 9.
- OHSAS. 2007. *Occupational health and safety management system* [Online]. Available: <http://www.ohsas-18001-occupational-health-and-safety.com/> [Accessed 23.02.2016].
- OHSAS 18001:1999. Occupational health and safety management systems.
- OHSAS, S. 18001:2008. SRPS OHSAS 18001:2008.
- OLSZAK, C. M. & ZIEMBA, E. 2007. Approach to building and implementing business intelligence systems. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 2, 134-148.
- OWL. 2013. *Web Ontology Language (OWL)* [Online]. Available: <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/OWL> [Accessed 18.4.2016].
- PEŠIĆ, V. 2006. *Evropska unija i osobe sa invaliditetom*, Friedrich Ebert Stiftung.
- PETERS, R. & FOTTA, B. Statistical profile of accidents at small underground coal mines. proceedings of Bureau of Mines Technology Transfer Seminar: Improving Safety at Small Underground Mines. BuMines SP, 1994. 18-94.
- PETERSEN, D. 1989. *Techniques of Safety Management: A Systems Approach*. Goshen, NY, Aloray.
- PETERSEN, D. 1996. *Safety by objectives: What gets measured and rewarded gets done*, Van Nostrand Reinhold Company.
- PIRTTIMÄKI, V., LÖNNQVIST, A. & KARJALUOTO, A. 2006. Measurement of business intelligence in a Finnish telecommunications company. *The Electronic Journal of Knowledge Management*, 4, 83-90.
- PROTÉGÉ. Available: <http://protege.stanford.edu> [Accessed 05.06.2016].

- RAMANI, R. V. 1992. Personnel health and safety. *Mining engineering handbook*. SME.
- RANDOLPH, R. & BOLDT, C. 1997. Safety analysis of surface haulage accidents-part 1. *Holmes Safety Association Bulletin May-June 1, 7*.
- RANDOLPH, R. F. Injury analysis of Pennsylvania small surface coal mines. Proceedings of the 3rd Health and Safety Seminar for Small Mines, 1998. National Institute For Occupational Safety and Health, 83-92.
- RASKIN, R. G. & PAN, M. J. 2005. Knowledge representation in the semantic web for Earth and environmental terminology (SWEET). *Computers & geosciences*, 31, 1119-1125.
- RDF. 2014. *Resource Description Framework* [Online]. Available: <https://www.w3.org/RDF> [Accessed 08.03.2016].
- RS 2005; 2015. "Službeni glasnik RS", br. 101/2005 i 91/2015. Beograd, <http://www.slglasnik.com>.
- RS 2006. Službeni glasnik RS, br. 98/2006. Beograd, <http://www.slglasnik.com>.
- RS 2007. "Službeni glasnik RS" br. 62/07. Beograd, <http://www.slglasnik.com>.
- RS 2009; 2013. "Službeni glasnik RS" br. 36/2009 i 32/2013. Beograd, <http://www.slglasnik.com>.
- RS, V. 2013. *Strategija bezbednosti i zdravlja na radu u RS za period od 2013. do 2017*. [Online]. Available: <http://www.minrzs.gov.rs/files/doc/bezbednost/Strategija%20bezbednosti%20i%20zdravlja%20na%20radu%20u%20RS%20za%20period%20od%202013%20do%202017.pdf>.
- S-MATCH Lightweight Ontologies.
- SAKSVIK, P. Ø. & QUINLAN, M. 2003. Regulating systematic occupational health and safety management: comparing the Norwegian and Australian experience. *Relations Industrielles/Industrial Relations*, 58, 33-59.
- SAP 2015. Mining Big Data. *Mining Journal*.
- SCHIUMA, G. 2011. Managing and Measuring Knowledge Assets Dynamics for Business Value Creation in Organisations. *Managing Knowledge Assets and Business Value Creation in Organizations: Measures and Dynamics: Measures and Dynamics*, IGI-Global, Hershey, PA, USA., 13-29.
- SEA. 1985. *Single European Act , Article 118a* [Online]. Available: <http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cmsUpload/SingleEuropeanActCrest.pdf> [Accessed 1.6.2016].

- SPEISER, A. 1963. International Federation for Information Processing (IFIP). *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik (ZAMP)*, 14, 763-763.
- STANKOVIĆ, R. M. Improvement of Queries using a Rule Based Procedure for Inflection of Compounds and Phrases. Polibits (37) 2008, Special section: Natural Language Processing, Journal of Research and Development in Computer Science and Engineering, ed. Grigori Sidorov, Centro Innovacion y Desarrollo Tecnológico en Computo, Instituto Politecnico Nacional, Mexico, 2008. Citeseer.
- STANKOVIĆ, R. M., OBRADOVIĆ, I., KITANOVIĆ, O. & KOLONJA, L. 2012. Towards a mining equipment ontology. In: P, E. D. (ed.) *12th International Conference "Research and Development in Mechanical Industry"*.
- SWA 2013. Serious claims: Incidence rates by year 27/11/2013. In: [HTTP://WWW.SAFEWORKAUSTRALIA.GOV.AU/SITES/SWA/ABOUT/PUBLICATIONS/PAGES/FS2010MININGINFORMATIONSSHEET](http://www.safeworkaustralia.gov.au/sites/swa/about/publications/pages/fs2010mininginformationsheet) (ed.).
- SWARTOUT, W. & TATE, A. 1999. Guest editors' introduction: Ontologies. *IEEE Intelligent Systems*, 18-19.
- SWEET. *Semantic Web for Earth and Environmental Terminology* [Online]. Available: <https://sweet.jpl.nasa.gov>.
- SZO 1994. Međunarodna klasifikacija bolesti Revizija 10.
- TBX. 2011. *Term Base eXchange* [Online]. Available: <http://www.ttt.org/tbx> [Accessed 01.06.2016].
- TSUMOTO, S. & HIRANO, S. 2010. Risk mining in medicine: Application of data mining to medical risk management. *Fundamenta Informaticae*, 98, 107-121.
- TURBAN, E., ARONSON, J. & LIANG, T.-P. 2005. *Decision Support Systems and Intelligent Systems 7th Edition*, Pearson Prentice Hall.
- TYSON, K. W. 1986. *Business intelligence--putting it all together*, Leading Edge Pub.
- UML, O. M. G. 2003. 2.0 OCL Specification. *OMG Document, October*.
- USCHOLD, M. & GRUNINGER, M. 1996. Ontologies: Principles, methods and applications. *The knowledge engineering review*, 11, 93-136.
- VITT, E., ANAND, T., BERGER, S. A., DUMITRU, M., JACOBSEN, E., MELOMED, E., MIRCHANDANI, A., PASUMANSKY, M., PETCULESCU, C. & RABELER, C. 2007. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services Performance Guide. *White Paper, White Paper*.

WELLS, D. 2003. Ten best practices in business intelligence and data warehousing. Renton, WA: *The Data Warehouse Institute*.

ZINS, C. 2007. Conceptual approaches for defining data, information, and knowledge. *Journal of the American society for information science and technology*, 58, 479-493.

BIOGRAFIJA

Ljiljana Kolonja, rođena Ivković, dipl.inž. rudarstva, rođena je 08.02.1971. godine u Tuzli. Osnovnu i srednju Medicinsku školu završila je u Tuzli 1989. godine. Diplomirala na Rudarsko-metalurškom fakultetu u Kosovskoj Mitrovici 1995. godine na Smeru za eksploataciju sa ocenom 10 na diplomskom ispitu.

Od 1996. godine zaposlena je na Rudarsko-geološkom fakultetu u Beogradu kao stručni saradnik na Katedri za transport i izvoz u rudnicima, zatim od 1997. kao tehnički sekretar Rudarskog odseka, a od 2005. kao Šef odeljenja za studentska i nastavna pitanja.

U okviru naučno-stručnih aktivnosti, kandidat Ljiljana Kolonja je publikovala 36 radova, a takođe se pojavljuje i kao koautor jedne monografije.

Ljiljana Kolonja je učestvovala u više naučno-istraživačkih projekata vezanih za primenu novih tehnologija u rudarstvu, kao i u izradi studija i privrednih projekata koja se odnose na projektovanje informacionih sistema. Samostalno ili kao član tima je autor softverskih paketa u kojima su primenjene matematičke metode za rešavanje problema iz rudarstva i zaštite životne sredine. Učestvovala je u izradi više informatičkih projekata u oblasti rudarstva, od kojih izdvajamo najvažnije: Tehnološki informacioni sistem Rudnika uglja Pljevlja, Sistem za analizu sigurnosti i zaštite na radu u rudnicima (PROTECTOR) i Sistem za upravljanje kvalitetom uglja (SUKU).

Ljiljana Kolonja u svojstvu istraživača učestvuje od 2011. godine u realizaciji naučno istraživačkog projekta (Projekat TR 33039) koji se finansira od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, u okviru programa istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Љиљана Колоња

број индекса Р 704/09

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

СИСТЕМ ПОСЛОВНЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ ЗАШТИТОМ НА РАДУ
У РУДАРСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 06.06.2016. године

Љиљана Колоња

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Љиљана Колоња

Број индекса Р 704/09

Студијски програм Рударско инжењерство

Наслов рада СИСТЕМ ПОСЛОВНЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ
ЗАШТИТОМ НА РАДУ У РУДАРСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

Ментор Проф. Др Никола Лилић

Потписани/а Љиљана Колоња

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 06.06.2016. године

Љиљана Колоња

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

СИСТЕМ ПОСЛОВНЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ ЗАШТИТОМ НА РАДУ У РУДАРСКОЈ ИНДУСТРИЈИ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 06.06.2016. године

Љиљана Колова

1. Ауторство - Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.