

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/273061613>

Osnovi zdravstvene informatike

Book · January 2014

DOI: 10.13140/2.1.3597.6485

CITATION

1

READS

10,683

1 author:



Suad Sivic

Cantonal Public Health Institute of Zenica

46 PUBLICATIONS 310 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

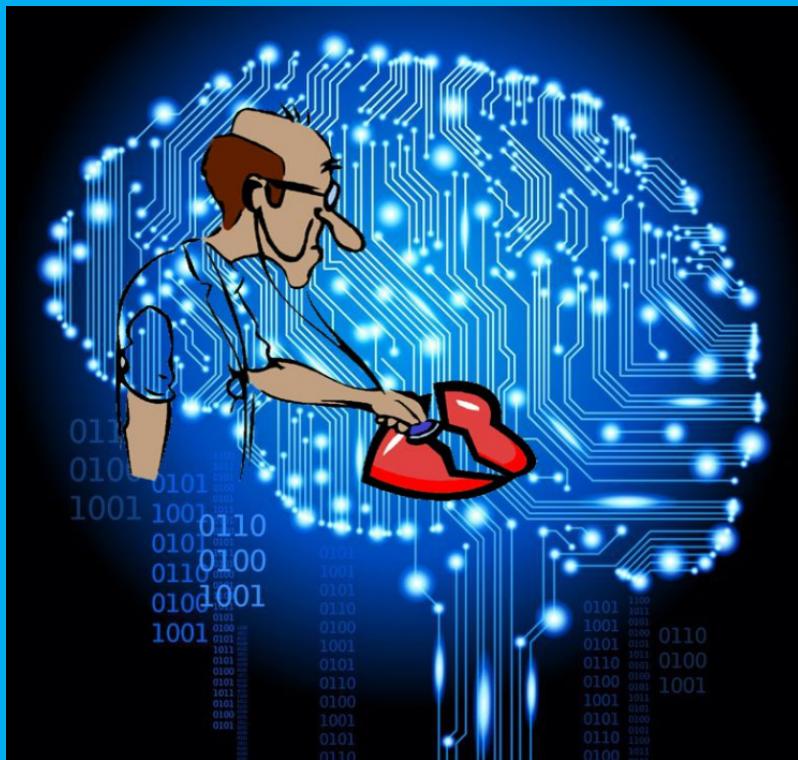
UNIVERZITET U ZENICI

Zdravstveni fakultet



Suad Sivić

OSNOVI ZDRAVSTVENE INFORMATIKE



Autor:

Doc.dr.sc.Suad Sivić, MD MSPH PhD

Naslov:

Osnovi zdravstvene informatike

Izdanje:

Prvo

Izdavač:

Zdravstveni fakultet Univerziteta u Zenici

Za izdavača:

Dekan Prof.dr.sc. Salih Tandir

Recenzenti:

Doc.dr.sc. Samir Lemeš, dipl.ing.maš.

Doc.dr.sc. Zanin Vejzović, dipl.ing.maš.

Lektor:

Veldina Hasić, prof. Bosanskog jezika

Odukom Senata Univerziteta u Zenici broj 01-108-313-2741/14 od 01.10.2014. godine, odobreno je objavlјivanje ove knjige kao univerzitetskog udžbenika u skladu sa zakonskim propisima i opštim aktima Univerziteta u Zenici.

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Nacionalna i univerzitetska biblioteka
Bosne i Hercegovine, Sarajevo
61:004](075.8)

SIVIĆ, Suad

Osnovi zdravstvene informatike / Suad Sivić. - Zenica : Zdravstveni fakultet Univerziteta u Zenici, 2014. - 180 str. : ilustr. ; 25 cm

Bibliografija uz svako poglavlje ;
bibliografske i druge bilješke uz tekst.

ISBN 978-9958-639-61-6
COBISS.BH-ID 21658118

UNIVERZITET U ZENICI

Zdravstveni fakultet



Suad Sivić

OSNOVI ZDRAVSTVENE INFORMATIKE

Zenica, 2014.

IZVODI IZ RECENZIJA:**Doc.dr.sc. Samir Lemeš, dipl. inž.maš.**

docent na naučnoj oblasti “Računarsko modeliranje i simulacije” na Politehničkom fakultetu, i predmetima “Računarska grafika”, “Operativni sistemi i računarske mreže” i “Programiranje za internet” na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Zenici.

“...Djelo je većim dijelom interpretirajuće, ali sadrži i neke elemente originalnosti, posebno u drugom dijelu koji obrađuje informacijske sisteme u zdravstvu. Također, u sedmom poglavlju, autor se smjelo i samokritički osvrće na uvriježenu odbojnost medicinskog osoblja prema primjeni informacijske podrške, te ukazuje na slabu saradnju između medicinskog i administrativnog osoblja u sistemu zdravstvene zaštite. Upravo bi ovakva knjiga mogla dati doprinos prevazilaženju tih problema... Udžbenik “Osnovi zdravstvene informatike” predstavlja značajan doprinos literaturi u ovoj oblasti, jer na našem jeziku u posljednjih 15 godina nije bio knjiga koje obrađuju ovu oblast. S obzirom da su informacijske tehnologije oblast koja se najbrže razvija u savremeno doba, period od 15 godina ima daleko veću težinu nego u drugim oblastima. Tehnologija se za to vrijeme značajno razvila, ne samo u zdravstvu, nego i u svim drugim aspektima života. Imajući u vidu sve navedeno, ovaj rukopis se može smatrati naučno nastavnom literaturom i preporučujem njegovo objavljivanje kao univerzetskog udžbenika Univerziteta u Zenici...”

Samir Lemeš

Doc.dr.sc. Zanin Vejzović, dipl.inž.maš.

docent na naučnoj oblasti “Softverski inžinjering”, “Primjena IT-a u istraživanju” i “Informatika” na Mašinskom fakultetu i Fakultetu IT Univerziteta Džemal Bijedić u Mostaru.

“...Djelo autora “Osnovi zdravstvene informatike” obuhvata najvažnije segmente i entitete informacijskih tehnologija u zdravstvu. Date su smjernice upotrebe IT u zdravstvu, te objašnjene aktivnosti koje mogu doprinijeti poboljšanju kvaliteta zdravstvenog sistema adekvatnom primjenom tih tehnologija.

Predloženi tekst doc.dr.sc. Suada Sivića zadovoljava sve kriterije u strukturnom, konceptualnom i jezičkom pogledu. Navedeni tekst će najviše koristiti studentima Zdravstvenog fakulteta Univerziteta u Zenici, ali i drugim zdravstvenim radnicima, i drugim društvenim faktorima koji mogu doprinijeti efikasnijem i kvalitetnijem radu u zdravstvenom sektoru....”

Zanin Vejzović

PREDGOVOR.....	1
1. INFORMATIKA.....	5
1.1. Hijerarhija znanja - od podatka do mudrosti.....	6
1.2. Medicinska informatika.....	9
1.3. Multidisciplinarna osnova informatike u zdravstvu.....	10
1.4. Hibridne metode informatike u zdravstvu.....	12
1.5. Razvoj informatike u zdravstvu.....	12
1.6. Doprinos informatike u zdravstvu i medicini.....	15
2. INFORMATIKA ZDRAVSTVENE NJEGE.....	17
2.1. Budućnost informatike zdravstvene njegе.....	24
3. ORGANIZACIJA I UPRAVLJANJE PODACIMA U RAČUNARU.....	27
3.1. Predstavljanje podataka.....	28
3.2. Struktura podataka.....	33
3.2.1. Relacije podataka.....	33
3.2.2. Grafički prikaz strukture podataka.....	34
3.3. Organizacija podataka.....	34
3.3.1. Organizacija datoteka.....	36
3.3.2. Baze podataka.....	36
3.3.3. Modeli baza podataka.....	37
4. METODE OBRADE PODATAKA U ZDRAVSTVU.....	41
4.1. Zašto obrada podataka?.....	41
4.2. Faze obrade zdravstvenih podataka.....	43
4.3. Kvantitativni i kvalitativni podaci.....	43
4.4. Mjerne skale.....	44
4.4.1. Greške pri mjerenu.....	45
4.5. Metode obrade podataka.....	46
4.6. Proces obrade podataka.....	47
4.6.1. Ručna obrada podataka.....	48
4.6.2. Mehanička obrada podataka.....	50
4.6.3. Računarska obrada podataka.....	50

5. MEDICINSKE (ZDRAVSTVENE) INFORMACIJE.....	53
5.1. Vrste zdravstvenih informacija.....	54
5.1.1. Primarne zdravstvene informacije.....	55
5.1.2. Sekundarne zdravstvene informacije.....	56
5.1.3. Tercijarne zdravstvene informacije.....	57
5.2. Vrijednost zdravstvenih informacija.....	59
5.4. Vrijednost dijagnostičkih informacija.....	60
5.5. Ekonomski aspekti informacije.....	61
6. KOMUNIKACIJA ZDRAVSTVENIM PODACIMA I INFORMACIJAMA.....	63
6.1. Standardizacija.....	63
6.2. EMZ sistem.....	64
6.3. Medicinske slike i PACS.....	66
6.4. Zdravstveni nivo 7.....	67
6.5. DICOM.....	70
7. MEDICINSKA DOKUMENTACIJA.....	73
7.1. Medicinski zapis.....	74
7.2. Elektronski medicinski zapis.....	74
7.2.1. Glavne funkcije medicinske dokumentacije.....	75
7.3. Vrste medicinske dokumentacije.....	76
7.3.1. Dužnost vođenja medicinske dokumentacije.....	78
7.3.2. Zdravstveni karton.....	79
7.3.3. Prijava oboljenja ili smrti od zarazne bolesti.....	79
7.3.4. Sestrinska dokumentacija.....	82
8. NOMENKLATURE I KLASIFIKACIJSKI SISTEMI.....	85
8.1. Pojmovi i definicije.....	85
8.2. Klasifikacije u medicini kroz historiju.....	86
8.3. Međunarodna klasifikacija bolesti, povreda i uzroka smrti.....	88
8.4. Klasifikacijski sistemi u primarnoj zdravstvenoj zaštiti.....	88
8.5. Jedinstvena nomenklatura medicinskih usluga.....	89
8.6. Anatomsko terapeutsko hemijska klasifikacija lijekova.....	89
8.7. Dijagnostički srodne grupe.....	90

9. RAČUNARI I NJIHOVA PRIMJENA.....	93
9.1. Osnovni pojmovi i definicije.....	94
9.2. Historijski razvoj sredstava za obradu podataka.....	94
9.3. Generacije razvoja računara.....	98
9.4. Vrste računarskih sistema.....	102
9.5. Hardver (fizičke komponente računara).....	104
10. PROGRAMSKA PODRŠKA RAČUNARSKIM SISTEMIMA.....	113
11. INFORMACIJSKI SISTEMI.....	121
12. ZDRAVSTVENI INFORMACIJSKI SISTEMI.....	125
12.1. Izgradnja zdravstvenih informacijskih sistema.....	125
12.2. Tipovi zdravstvenih informacijskih sistema.....	127
12.3. Sadržaj djelovanja zdravstvenih informacijskih sistema.....	129
12.4. Funkcije i domet zdravstvenih informacijskih sistema.....	130
12.5. Specifičnost stabla zdravstvenog informacijskog sistema BiH.....	130
13. BOLNIČKI INFORMACIJSKI SISTEM.....	135
14. INFORMACIJSKI SISTEMI U DIJAGNOSTIČKIM KABINETIMA.....	139
14.1. Laboratorijski informacijski sistem.....	139
14.2. Informacijski sistem i kontrola kvalitete.....	141
14.3. Radiološki informacijski sistem.....	142
15. UMJETNA INTELIGENCIJA I EKSPERTNI SISTEMI.....	145
15.1. Rađanje i uspon umjetne inteligencije.....	147
15.2. Proliferacija ekspertnih sistema.....	149
15.3. Karakteristike umjetne inteligencije.....	149
15.4. Podjela umjetne inteligencije.....	150
15.5. Stadiji razvoja i modeli ekspertnih sistema.....	151
15.6. Pojam ekspertnih sistema.....	151
15.7. Izgradnja ekspertnih sistema.....	152
15.8. Razlike između konvencionalnih informacijskih i ekspertnih sistema.....	153
15.9. Ekspertni sistemi na pravilima bazirani.....	154
15.10. Strukturno bazirani ekspertni sistemi.....	155

15.11. Ekspertni sistemi zasnovani na fuzzy logici.....	156
15.12. Indukcijski ekspertni sistemi.....	157
15.13. Ekspertni sistemi bazirani na zaključivanju na osnovu slučajeva.....	158
15.14. Neuronska mreža.....	158

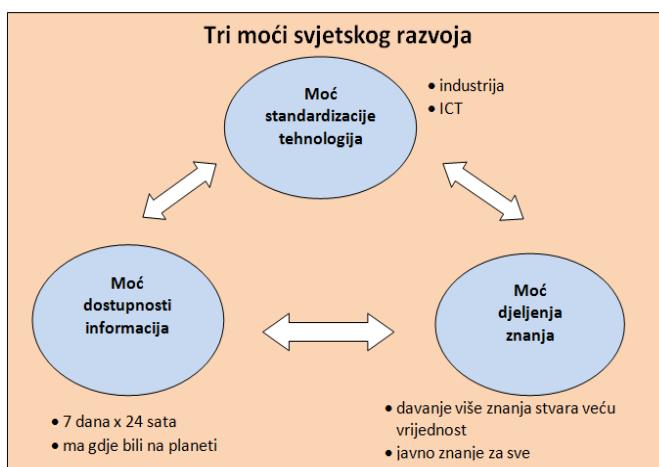
16. INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE U MEDICINSKOJ EDUKACIJI....161

16.1. Računarski informacijski sistemi u edukaciji zdravstvenih radnika.....	163
16.2. E-učenje.....	164
16.3. Računarom podržani programski studij bazičnih medicinskih nauka.....	166
16.4. Učenje na daljinu.....	168
16.5. Web bazirano učenje.....	169
16.6. Medicinska edukacija simulacijom.....	172
16.7. Medicinski sistemi za konsultacije bazirani na IT.....	175

PREDGOVOR

Zašto je potrebna edukacija iz zdravstvene i medicinske informatike?

U svim ekonomski vodećim državama danas je nemoguće zamisliti bilo koje područje ljudske djelatnosti koje nije u velikoj mjeri zahvaćeno, a često i potpuno ovisno o različitim informacijskim tehnologijama. Sve više postajemo informacijsko društvo u kojem podaci i komunikacije stoje na raspolaganju svakome pojedincu. Informatika je postala krvotok svake organizirane društvene i komercijalne aktivnosti, neodvojiva odrednica moderne civilizacije, na kojoj se temelje tri moći savremenog svjetskog razvoja: moć standardizacije tehnologija, moć dostupnosti informacija i moć dijeljenja znanja.



Slika 1. Tri moći svjetskog razvoja (1)

jan sektor društvenih aktivnosti, gdje je zaposlen veliki broj radnika, gdje se troše značajna društvena sredstva i na kraju gdje se odvija značajna aktivnost za zdravlje čovjeka.

Svi ti procesi proizvode ogroman broj podataka i informacija koje treba kvalitetno posložiti, analizirati i na osnovu toga donijeti neke zaključke (3).

Zdravstveni radnici nemaju izgrađene vještine (niti su ih sticali tokom svog školovanja) o mogućnostima i ograničenjima sistematske obrade podataka, informacija i znanja, kao i uticaj svega toga na kvalitetu odlučivanja. Od njih se često traži da u svom svakodnevnom radu koriste informacijske tehnologije u različitim poljima njihova rada (baze podataka, računalno potpomognuti aparati, telemedicina, robo-

Naravno, ni medicina ne može ostati po strani. Široka primjena informatike u medicini je već u punome jeku, ona je neizbjegljiva, i svako zaostajanje je opasno. Stoga je potrebno osigurati uvjete za integraciju vrhunskih stručnih znanja, kako iz medicine, tako i iz informacijskih tehnologija, kako bi se stvorila i uvela nova, bolja rješenja koja će uspješno riješiti dio postojećih problema (2).

Zdravstvo predstavlja značaj-

Ukoliko bi postojala politička volja kod onih koji odlučuju u zdravstvenom sistemu, danas, uz minimalna ulaganja, postoje tehničke mogućnosti instaliranja centralne baze podataka. Elektronski medicinski zapis pacijenta i elektronski medicinski karton bi bio dostupan u svaku dobu dana svim onima koji trentiraju tog pacijenta (konsultativno specijalističke službe, hitna medicinska pomoć, bolničke službe...)

tizirani instrumenti). Međutim, iako je računare uobičajeno vidjeti na bolničkim odjelima, bibliotekama ili učionicama i iako sve više studenata koriste računare u svom tradicionalnom obrazovanju, u mnogim zemljama je edukacija iz medicinske informatike rijetka pojava. Tako je još 1995. godine Shortliffe EH preporučio da se u svim školama zdravstvenog usmjerjenja u SAD uvede nastava medicinske infomatike, te da svi studenti medicine moraju biti informatički pismeni (4). Zbog toga je uvedena praksa na svim nivoima edukacije u zdravstvu da se izučavaju principi i praksa medicinske informatike.

Edukacija iz zdravstvene ili medicinske informatike je važna jer:

1. su za sistematsku obradu podataka, informacija i znanja u medicini potrebni zdravstveni radnici koji dobro poznaju principe zdravstvene informatike,
2. napredak u obradi podataka i informacija kao i u komunikacijskoj tehnologiji mijenja društvo nabolje,
3. porastom kvaliteta edukacije iz zdravstvene informatike možemo očekivati kvalitetniju i efikasniju zdravstvenu zaštitu,
4. količina medicinskog i zdravstvenog znanja raste tako nevjerojatno brzo da se bez savremenih informacijskih tehnologija neće moći njima upravljati,
5. postoji značajna ekonomska korist kod upotrebe informacijskih i komunikacijskih tehnologija u medicini.

Međunarodna asocijacija za medicinsku informatiku (IMIA - osnovana 1979. godine) je 2002. godine donijela preporuke o edukaciji iz zdravstvene i medicinske informatike (5). Zbog različitih edukacijskih sistema, različitih zdravstvenih sistema potrebno je uspostaviti minimum koji će služiti kao okvir za preporuke. Takve preporuke su potrebne i zbog međunarodne razmjene studenata.

Preporuke su slijedeće:

1. praktično svo zdravstveno osoblje bi trebalo za vrijeme studija dobiti edukaciju iz područja medicinske informatike,
2. potrebne su različite metode učenja, osim tradicionalnog školskog učenja, moguće je i učenje na daljinu, saradnja među univerzitetima...,
3. u ovisnosti o izboru karijere postoje različiti tipovi specijalizacije iz medicinske informatike,
4. svaka profesija u zdravstvu praktično treba imati osnovno znanje iz medicinske informatike,
5. nastavnici koji drže edukaciju iz medicinske informatike trebaju biti sposobljeni na odgovarajući način za izvođenje nastave,
6. moraju biti službeno priznate kvalifikacije iz medicinske informatike za određena radna mjesta, potrebno je službeno priznavanje edukacijskih sadržaja.

Korisnici informacijskih tehnologija bi trebali da kroz edukaciju savladaju sljedeće teme i vještine iz medicinske informatike:

1. Metodologija i tehnologija obrade podataka, informacija i znanja u medicini i

zdravstvenoj zaštiti.

2. Razlozi za sistemsku obradu podataka, informacija i znanja u medicinskoj nauci i zdravstvenoj zaštiti.
3. Prednosti i nedostaci upotrebe IT i komunikacijskih tehnologija u medicini i zdravstvenoj zaštiti.
4. Vrijednost kvalitetnih podataka u uspješnom vođenju bolesnika i ustanova.
5. Postojanjem potrebe za organiziranom edukacijom iz zdravstvene informatike i obučenim kadrom.
6. Uspješna i odgovorna upotreba sistema za obradu podataka.
7. Upotreba korisničke programske podrške u medicinskoj dokumentaciji, komunikaciji, uključujući internet, u publicističkoj djelatnosti i za osnovnu statističku obradu podataka.
8. Informatička pismenost: klasifikacije, medicinske nomenklature, sistem šifriranja, postupci pretraživanja literature.
9. Dokumentacijska djelatnost i upravljanje zdravstvenim podacima.
10. Struktura oblikovanja i analize medicinskog zapisa, s osnovima tumačenja kvaliteta podataka.
11. Odgovarajuće donošenje odluka.
12. Etika u informatici, uključujući odgovornost davatelja medicinskih usluga, s obzirom na zaštitu podataka bolesnika.
13. Informacijski postupci i alati kao pomoć u edukaciji.
14. Osnovne definicije u informatici (podatak, informacija, znanje, hardver, softver...).
15. Upotreba osobnih računara, programi za obradu teksta, proračunske tablice, korisnički jednostavnii sistemi baza podataka.
16. Sposobnost električke komunikacije.

Da bi se postigla razina znanja i vještina iz medicinske informatike za korisnike IT ukupno radno opterećenje studenata s edukacijskim programom treba obuhvatiti najmanje 2 ECTS kredita.

Udžbenik je pisan za studente zdravstvenih i medicinskih studijskih programa. Treba da ih upozna sa osnovama informacijskih tehnologija u zdravstvenom sistemu, te da ih usmjeri u daljnja istraživanja i mogućnosti IT u zdravstvu. Također može poslužiti već formiranim zdravstvenim profesionalcima da se podsjetete ili prošire stečena znanja. Udžbenik će svojim praktičnim primjerima poslužiti i donosiocima politika u zdravstvu za racionalnije i efikasnije korištenje IT u zdravstvu.

LITERATURA:

1. Prević M. 3 moći svjetskog znanja. INFOTREND, 2008; 163 (7): 14-15,
2. Mašić I, Riđanović Z. Medicinska informatika. Avicena, Sarajevo 1999. godine,
3. Tan J. Medical informatics : concepts, methodologies, tools, and applications. Medical information science reference, Hershey - NewYork 2009. godine,
4. Shortliffe EH. Medical informatics meets medical education. JAMA. 1995 Apr 5;273(13):1061, 1064-5.
5. International Medical Informatics Association, Working Group 1: Health and Medical Informatics Education. Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on Education in Health and Medical Informatics. Methods of Information in Medicine 2000 39 3: 260-266.

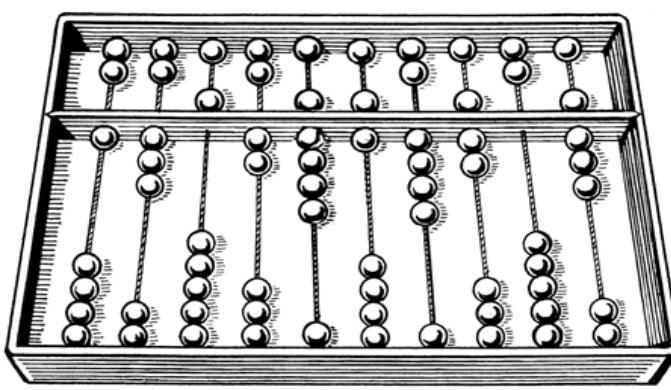
INFORMATIKA



Informatika je naučna disciplina koja se bavi istraživanjem načina prikupljanja, obrade, pohranjivanja i dostavljanja informacija na korištenje. Jedna je od najmlađih ali i najsloženijih naučnih disciplina (1). Razvila se kao samostalna znanstvena disciplina šezdesetih godina prošlog stoljeća. Nastala je kao objedinjenje dospjelih većeg broja naučnih disciplina kao što su: formalna logika, matematika, teorija informacija, elektronike i drugih, što je čini veoma kompleksnom. Izvorni naziv ove discipline „Informatik“ je skovao Nijemac Karl Steinbuch 1957. godine (2), da bi ga preuzeo Phillippe Dreyfus 1962. godine i skovao francusku kovanicu „l'informatique“, kao složenicu francuskih riječi „l'information“, što znači informacija, i „l'automatique“ što je sinonim za automatsku obradu podataka (3).

Francuska akademija nauka je 1966. godine definirala informatiku kao „nauku o racionalnoj obradi informacija, prvenstveno pomoći automatskih strojeva, kao nositelju znanja i komunikacije u oblasti nauke, tehnike, ekonomije i drugih područja ljudske djelatnosti“. Također 1966. godine u Općoj enciklopediji informatika je definirana kao „naučna disciplina koja proučava strukturu i svojstva (ali ne i sadržaj) informacija, te zakonitosti informatičke djelatnosti, njezinu teoriju, historiju, metodologiju, organizaciju i učinkovitost“ (4). Dvije godine kasnije, 1968. godine, postavljeni su temelji informatici kao nauci u poznatom djelu objavljenom na ruskom „Основы информатики“ (Osnovi informatike), kada je ona posmatrana u kontekstu nastajanja modernih računara. Tada je A.I.

Mihajlov, direktor glavne institucije tadašnjeg Sovjetskog Saveza za naučne informacije, označio naučnu disciplinu „koja proučava strukturu i svojstva (a ne posebne sadržaje) naučnih informacija“ (5).



Slika 2. Abacus

Dakle, polazeći od ove osnovne definicije, prihvatamo da je informatika svaka automatska manipulacija podacima, što

nužno ne znači upotrebu računara, kakvo je danas uvriježeno mišljenje zbog činjenice da se danas automatska obrada podataka ne može zamisliti bez upotrebe računara. U nekim prošlim vremenima automatska obrada podataka se odvijala na drugi način. Podaci su se prikupljali, sortirali i analizirali manuelnim metodama ili pomoću mehaničkih strojeva za sortiranje i obradu podataka. Prvo poznato pomagalo za obavljanje osnovnih aritmetičkih operacija je abacus, za kojeg se pouzdano zna da je bio u upotrebi barem prije 5 000 godina (6).

Na ovom mjestu treba razgraničiti pojmove Informatika i Nauka o računarstvu, gdje se često dešavaju poistovjećenja. Istina, Informatika koristi sredstva i metode računarstva, ali iz gore navedenog je moguće reći da postoji informatika bez (sredstava) računarstva.

Računarstvo (*computer science*) je nauka, koja izučava principe funkcionisanja računara, njihovu organizaciju i strukturu, kao i metode primjene. Računarstvo, dakle, primjenjuje i razvija sredstva koja pripadaju skupu sredstava informatike, pa stoga možemo reći da računarstvo jeste dio informatike (7).

Informatika ima široko područje interesovanja, čak se može reći da svojim savremenim tehnikama zadire u sve pore ljudskog djelovanja. Ona nalazi primjenu u poslovnim sistemima pa je tamo prepoznata kao poslovna informatika, zatim u komunikacijskim tehnologijama gdje se teorija o telekomunikacijskim i informacijskim tehnologijama naziva telematika. U zdravstvu ona obrađuje specifične vrste informacija pa se zove zdravstvena informatika ili još uže medicinska informatika...

1.1. HIJERARHIJA ZNANJA - OD PODATKA DO MUDROSTI

Definirajući informatiku rečeno je da je to nauka o svim aspektima informacija. Dakle, treba vidjeti šta je to informacija, njenu sadržinu i domete. Prateći značenja riječi „informacija“ u različitim situacijama često vidimo da se poistovjećuje sa riječju „podatak“. Da li su to sinonimi jednakog značenja, ili su to zasebni pojmovi?

Da to nije tako vidjet ćemo kada ih definiramo i stavimo u odnos u takozvanoj hijerarhiji znanja, koju je prvi opisao Russell Ackoff 1989. godine (8). Prema njemu sadržaj ljudskoguma čine podaci, informacije, znanje, razumijevanje i mudrost. Prve četiri kategorije se odnose na prošlost i bave se onim što je bilo ili što je poznato a peta kategorija mudrost se odnosi na budućnost jer sadrži pronicljivost, maštovitost i kreativnost. Pomoću razumijevanja sa postojećim znanjem se može stvoriti novo što je princip primjenjen kod umjetne inteligencije. DIKW (*Data, Information, Knowledge, Wisdom*) je logička struktura podataka, informacija, znanja i mudrosti u jednu informacijsku hijerarhiju gdje svaki nivo dodaje određena svojstva iznad i ispod one prethodne. Podatak je osnovni nivo, informacija daje kontekst, znanje dodaje kako ga upotrijebiti a mudrost dodaje kada i zašto ga upotrijebiti. DIKW model se zasniva na prepostavci sljedećeg niza: podatak je u obliku neobrađenog zapažanja i dimenzija,

informacija se oblikuje analizom veza i odnosa među podacima, znanje se oblikuje koristeći informacije za djelovanje a mudrost se oblikuje upotrebom znanja.



Slika 3. Piramida znanja

Podaci su različite činjenice zadate numeričkim ili alfanumeričkim znacima, koje u nekom osmišljenom kontekstu, nakon postupaka obrade omogućuju da se izvedu zaključci. Znači, podatak je termin koji definira činjenicu koja ničemu ne služi sve dok se ne složi u razumljivu formu postupcima obrade podataka. Porijeklo vodi od latinske riječi „datum“ što znači dio informacije. Dakle, podaci su odijeljeni dijelovi informacije obično formatirani na određen način. Može biti broj (posložen u različitim tabelama, skupovima ili pojedinačno opisan), tekst, digitalizirana slika ili zvuk. Za razliku od informacije podatak se brzo zaboravi, dok informacija ostaje u sjećanju.

Podaci mogu biti organizirani u bankama podataka u obliku informacija o jednom ili više predmeta koje su organizirane na racionalan način u baze podataka (data base). Bazama podataka manipulira specijalno urađen aplikativni softver koji ih može zahvatati i obradivati na različite načine. Da bi se podaci prikupili, obradili, pohrаниli i dalje distribuirali mora postojati uređen sistem informacijskih tehnologija koji će tome poslužiti. On se sastoji od *hardware* (strojevi i računarska oprema), *software* (upravljački programi), *brainware* (ljudi koji upravljaju opremom - računarsko oseblje), *orgware* (koji predstavlja organizaciju informacijskog procesa) i *netware* (mreže koja služi za protok i komunikaciju informacija).

Informacija je u najopštijem smislu je sadržaj (poruka, vijest) koji nam donosi dat iz znakova (signala). Ova jednostavna definicija nameće činjenicu koja ističe da za formiranje jedne informacije moraju postojati:

- IZVOR znakova, vijesti, poruka
- PRENOSNI medij preko koga informacija stiže do cilja
- CILJ gdje informacija stiže

Informacije mogu biti u obliku:

- poruke kojom se nešto saopštava nekome
- novosti – nekog novog kvaliteta o nečemu
- uzorka (modela) – prema kome se nešto treba načiniti
- podatka usmjerjenog prema nekome
- senzorski ulaz (ili bilo kakav drugi ulaz u neki sistem)
- korisna, ili pak nekorisna činjenica

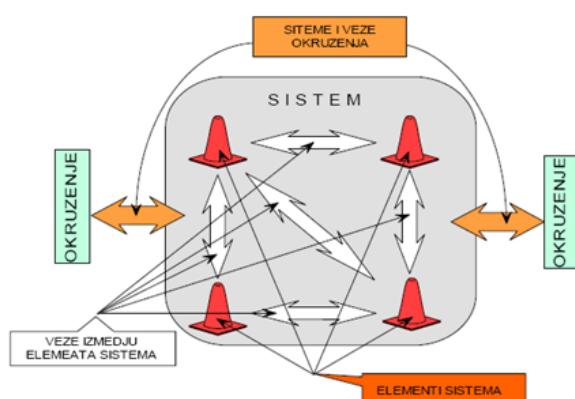
Informacije moraju imati svoju vrijednost i u ovisnosti šta ona za nas predstavlja izražava se i veličina te vrijednosti. Recimo, pad vrijednosti dionica za nekog akcionara ima veliku vrijednost, ali su za neko dijete koje ne zna šta su akcije to su bezvrijedne informacije.

Znanje je rezultat sticanja znanja ili učenje. U tom procesu saznanja o pojmovima, stvarima i događajima informacije predstavljaju izvor za učenje. Uređen skup odgovora na pitanja ili rješenja problema u određenom području rada predstavlja bazu znanja. Iz ovog proističe da na porast znanja ne utiču samo naučna istraživanja nego sveukupna količina podataka i informacija koje nastaju u svakodnevnoj praksi, a obilje podataka i informacija zahtjeva sistematski pristup organiziranju istih što se ogleda u stvaranju sistema.

Sistem je skup međusobno povezanih objekata i njihovih osobina s jedne strane, i okruženje tog skupa s druge strane koje služe za rješavanje određenih zadataka (9,10).

Polazeći od ovoga možemo definirati informacijski sistem kao organizirani skup postupaka, metoda, procesa i sredstava za prikupljanje, čuvanje, obradu, prenos i korištenje informacija.

Kombinirajući početnu definiciju informatike i definiciju informacijskog sistema možemo dati kompleksniju definiciju informatike pa reći: Informatika je nauka koja posmatra, proučava i razvija informacione sisteme, istražuje i otkriva njihove strukture i zakonitosti i razvija efikasne metode primjene. Informatika u procesu obrade i upravljanja informacija se služi informacijskim tehnologijama u koje spadaju informacioni procesi, znanja o tim procesima, tehnika koja se koristi, organizacija administracije podacima (7)...



Slika 4. Informacioni sistem (6)

1.2. MEDICINSKA INFORMATIKA

Informatika kao mlada potentna naučna disciplina veoma brzo je našla svoje mjesto u svim granama nauke, tehnologije, u privrednim i neprivrednim djelatnostima. Naročiti interes za primjenu informatike, odnosno informacijskih tehnologija i informacijskih sistema se javlja u području zdravstvene djelatnosti. U tom nastojanju niče i razvija se nova naučna disciplina pod imenom **medicinska informatika**. Danas, definirajući program rada zdravstvenog sistema, gdje značajnu ulogu imaju građani kao zaintere-sirana strana u njihovoј zdravstvenoj zaštiti, te različiti drugi nezdravstveni profesionalci uključeni u zdravstveni sistem, termin medicinska informatika se sve više potiskuje terminom zdravstvena informatika kao jednim sveobuhvatnjim pojmom (11).

Zdravstvo je informacijski vrlo intenzivna djelatnost. Ukupna količina podataka, informacija i znanja u zdravstvenoj zaštiti je vrlo velika i eksponencijalno raste, što izaziva svojevrsnu „informacijsku krizu“. Taj porast je naročito uzrokovan sa dva faktora: prvi je napredak medicine kao nauke, što dovodi do uvođenja novih postupaka i time povećane produkcije podataka; i drugi je stepen društvenog razvoja koji utiče na opseg zdravstvene zaštite i zdravstveni standard što nameće kontrolu zdravstvenog sistema u smislu njegova finansiranja. Informacijske tehnologije primjenjene u zdravstvu pomažu rješavanju informacijske krize efikasnom obradom podataka, svrshodnom proizvodnjom informacija i mogućom interaktivnom komunikacijom.

Moderna taksonomija iz 1988. godine medicinsku informatiku dijeli na Opštu medicinsku informatiku i Specijalizirane grane medicinske informatike, stoga možemo govoriti o:

- Zdravstvenoj informatici
- Medicinskoj informatici
- Kliničkoj informatici
- Informatici zdravstvene njage
- Informatika korisnika zdravstvenog sistema
- Informatika javnog zdravstva
- Bioinformatika
- Informatika upravljanja zdravstvenom njegom...

U ovisnosti od polja djelovanja, zdravstvenog obuhvata, interesa djelovanja, razlikujemo i definicije za svaku pobrojanu oblast.

Zdravstvena informatika jeste zdravstvena disciplina koja se bavi teorijom i praksom informacijskih procesa u zdravstvenoj zaštiti; odnosno bavi se pitanjima obrade podataka i informacija u sistemu zdravstvene zaštite, te svim implikacijama koje ti procesi imaju s teorijskog, tehnološkog i aplikacijskog stajališta na zdravstvenu problematiku. Za razliku od zdravstvene informatike *medicinska informatika* ima uže polje interesovanja. Usmjerena je na konkretne medicinske probleme a ne na zdravstveni sistem u cjelini. Kako se godinama mijenjala, zapravo razvijala interakcija između medi-

cine i informacijskih tehnologija, tako se i mijenjala definicija medicinske informatike. Sažimajući brojne definicije medicinske informatike u epohalnom djelu „Medicinska informatika: pojmovi, metodi, alati i primjena“ izdatom 2009. godine kaže se da je Medicinska informatika kompleksna naučna disciplina koja ujedinjuje važne teorije, izgrađene metode i znanja najbolje prakse a posebno različita kognitivna, kompjuterska, informacijska, organizacijska i druga polja ekspertske znanja u sadejstvu sa skupljanjem, arhiviranjem, organiziranjem, manipuliranjem, upotreboom i diseminacijom medicinskih informacija. Još uži opseg ima *klinička informatika* koja proučava upotrebu informacijskih tehnologija u dijagnostici, terapiji, prognozi i rehabilitaciji oboljelih, a prvenstveno u kliničkom odlučivanju u određenim dijagnostičkim postupcima. Još uži opseg ima *Informatika zdravstvene njegе* koja po Gravesu i Cocoranu jeste „Kombinacija nauke o računarima, nauke o informacijama i nauke o zdravstvenoj njezi projektovana da pomogne upravljanju i obradi podataka zdravstvene njegе.“ Ona je zapravo grana informatike koja se bavi implementacijom informacionih sistema u radu medicinskih sestara radi lakšeg vođenja dokumentacije, administracije i procjene zdravstvene njegе i prevencije bolesti. *Informatika korisnika zdravstvenog sistema* je grana informatike koja se fokusira na potrebe pacijenata za informacijama, te proučava i implementira metode koje informacije čine dostupnijim pacijentima. *Informatika javnog zdravstva* je fokusirana za podatke vezane za šиру populaciju a ne pojedinca u zdravstvenom sistemu. *Bioinformatika* je grana informatike koja se bavi primjenom informacijskih tehnologija na polju molekularne biologije. *Informatika upravljanja zdravstvenom njegom* je grana informatike koja se bavi procesima organizacije rada u okviru zdravstvenih ustanova (9).

1.3. MULTIDISCIPLINARNA OSNOVA INFORMATIKE U ZDRAVSTVU

Zdravstvena informatika je medicinska disciplina za čije razumijevanje treba upoznati kako funkcioniраju elektronska računala, telekomunikacione tehnologije i programsku podršku, ali ciljevi i zadaci medicinske informatike su podređeni rješavanju problema pacijenta. Dakle medicinska informatika mora biti u službi medicine a никако obrnuto. Često udžbenici medicinske informatike s takozvanim „inžinjerskim“ pristupom vrve od bitova, bajtova, fajlova, binarnih, dekadnih i heksadekadnih pojmova koji potpuno zaklanjaju humani aspekt koji ona treba da ima – a to je rješavanje medicinskog problema. Zapravo, postoje različiti pristupi poimanja medicinske informatike. *Tehničko-tehnološki* smatra da je težište medicinske informatike na opremi i procedurama. *Zdravstveno-dokumentacijski* pristup smatra da je prikupljanje, uređivanje, pohranjivanje i upotrebu dokumenata u zdravstvu, vođenje različitih vrsta evidencija u zdravstvu osnovni motiv medicinske informatike. Ovaj pristup daje prednost dokumentiranju ogromnog broja podataka koji se dobiju svakodnevnim stručnim radom. *Zdravstveno-statistički* pristup nastoji objasniti različite zdravstvene pojave

opisujući i statistički analizirajući svakodnevne podatke dobivene u praksi. *Zdravstveno-informacijski* pristup se posvećuje obradi podataka i proizvodnji informacija za medicinsko osoblje, za potrebe javnozdravstvenog djelovanja i mrnadžerski sektor zdravstva. Ovaj pristup je utemeljen na postojanju zdravstvenih informacijskih sistema te zdravstveno informacijskog toka podataka od ambulante do internacionalnih baza. *Kliničko-informatički* pristup se zasniva na primjeni računara i njihovih komponenti u instrumentima za dijagnostiku, terapiju, njrgu i rehabilitaciju oboljelih, a kao ekspertni sistemi u kliničkom odlučivanju. *Biomedicinski naučno-stručni* pristup je značajan za razvoj medicine kao nauke i zdravstvene zaštite kao sistema. Obuhvata biomedicinske informacije i baze znanja, koje služe za funkcioniranje zdravstvene službe i edukaciju svih profila zdravstvenih radnika. *Lingvističko-informatički* pristup obuhvata probleme standardizacije medicinske terminologije, kodiranja medicinskih informacija te automatske obrade slobodnog medicinskog teksta. *Edukacijsko-informatički* pristup se odnosi na upotrebu informacijskih tehnologija u edukaciji. Savremene informacijske tehnologije omogućavaju studentu interaktivnu edukaciju i samostalno rješavanje problema. *Istraživačko-informatički* pristup podrazumijeva primjenu informacijskih tehnologija u naučnim istraživanjima. U te svrhe se koriste različiti statistički paketi, softverski modeli za simulaciju, baze podataka itd. *Evaluaciono-informatički* pristup se odnosi na porcjenu kvaliteta medicinskog rada i upotrebe dijagnostičkih, terapijskih i informacijskih tehnologija u zdravstvu (9, 10).

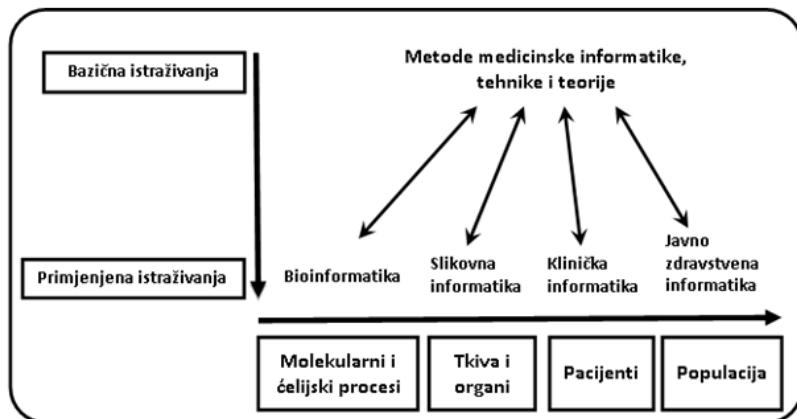
Svaki od ovih pristupa je odgovoran za razvoj određene grane informatike u zdravstvu.

Predmet izučavanja medicinske informatike je dosta širok. Ona crpi znanja iz bazičnih medicinskih nauka i kliničke medicine, filozofije te teorije i prakse iz računarskih i informacijskih nauka.

Teorijsku jezgru čine:

- teorija informacijskih sistema
- semiotike i teorije priopćavanja
- teorija komuniciranja
- teorije informacija
- programiranje i programski jezici
- kibernetika
- teorija klasifikacije
- teorije organizacije i upravljanja procesima
- statistika
- epidemiologija
- bazične medicinske i biomedicinske discipline
- zdravstvena politika ...

Multidisclipinarnost medicinske informatike prikazuje slika broj 5:



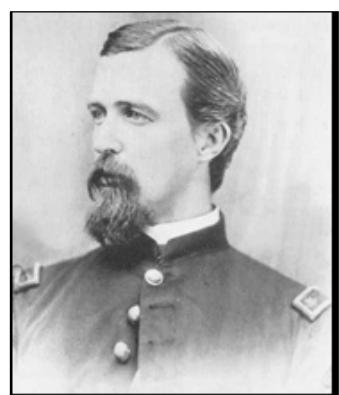
Slika 5. Opseg i granice medicinske informatike

1.4. HIBRIDNE METODE INFORMATIKE U ZDRAVSTVU

Informacijske tehnologije i računari postaju sve više sastavnici savremene medicinske tehnologije (npr. CT skeneri), sve više računara viđamo u ljekarskim ambulantama ili na prijemnim pultovima. Povezivanjem medicinskih nauka s tehnologijama i disciplinama u informacijskim i računalnim naukama, stvaraju se metodologije pomoću kojih te discipline mogu doprinijeti boljoj upotrebi medicinske baze znanja. Dakle, to su hibridne metode različitih nauka od biologije, fizike, matematike, logike, informacijskih tehnologija... To su obrada i analiza biomedicinskih signala, slika i laboratorijskih nalaza; potpora medicinskom odlučivanju (ekspertni sistemi); menadžment tretmana, rehabilitacije i evaluacije zdravstvene njegе.

1.5. RAZVOJ INFORMATIKE U ZDRAVSTVU

Svaki susret pacijenta i zdravstvenog radnika je jedan model informacijskog postupka. Naime zdravstveni radnik nakon što je dobio tražene podatke i informacije donosi odluke i zaključke, te provodi određene postupke u smislu korekcije pacijentova stanja. Također sve akcije u medicini mora pratiti određena dokumentacija. Dakle, od kako postoji medicina može se reći da postoji i medicinska informatika na određenom stepenu razvoja. Specifični metodi pohranjivanja informacija i manipulacije podacima su se počeli primenjivati krajem devetnaestog vijeka kada je Dr John Shaw Billings, glavni hirurg armije SAD osnovao Index Medicus 1887. godine koji je 1966. godine



Slika 6. John Shaw Billings

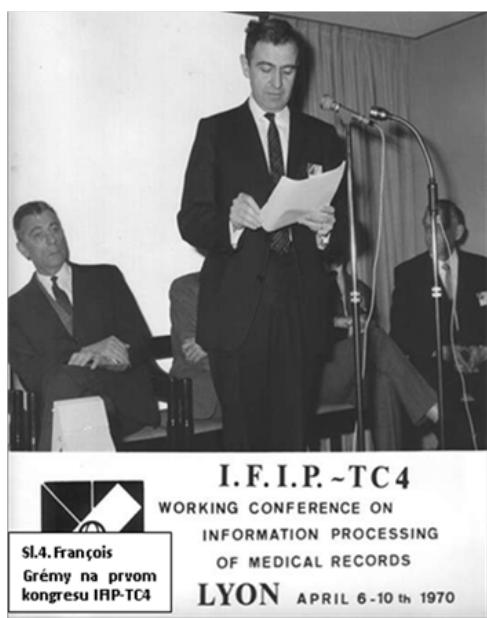
prerastao u MEDLINE/MEDLARS. Billings je 1890. bio zadužen za tabeliranje popisa stanovništva i konceptirao je nešto što mnogi smatraju početkom informacione revolucije. On je opisao elektromehanički uređaj koji bi rezultate popisa automatski tabelirao upotrebom perforiranih kartica. Realizacija ove ideje je pripala vladinom statističaru Hermanu Hollerithu, koji konstruira računarsku mašinu sa ulaznim, izlaznim, memorijskim i računalnim modulom zasnovanim na bušenim karticama. Pedeset šest Hollerithovih mašina su obradile informacije popisa za 62 miliona stanovnika SAD 1890. godine. Hollerith je napustio svoj posao u vlasti 1896. godine da bi osnovao Internacionale Mašine za Tabeliranje, koje su 1924. godine postale Internacionalne Biznis Mašine (IBM) (6).

Najranije reference o primjeni elektroničkih digitalnih računara u zdravstvu su se pojavile 1950tih u biofizičkim, bioinžinjerskim i biomedicinskim elektroničkim publikacijama. Pojavili su se novi nazivi kao računarska medicina, elektronska obrada medicinskih podataka, automatska obrada medicinskih podataka itd.

Tek početkom 20 vijeka počinje savremena medicinska dokumentaristica. Počinju se bilježiti različite forme medicinskih zapisa („medical record“) sa definiranim dijelovima kao što su glavne tegobe, anamneza, sadašnja bolest, status, dijagnoza, terapija... Razvojem savremene medicinske dokumentacije se stvaraju preduslovi za transfer medicinskih informacija i znanja kroz vrijeme. Kasnije će razvoj savremenih informacijskih tehnologija i interneta omogućiti transfer informacija kroz prostor te tako nastaje telemedicina.

Prateći razvoj moderne informatike u zdravstvu možemo razlučiti pet karakterističnih razvojnih perioda:

Prvi period od 1955 do 1965. godine, odlikuje istraživanje u polju primjene IT u zdravstvu. Nacionalni institut za zdravstvo (NIH) u SAD 1960. godine osniva Savjetodavni komitet za primjenu računara u istraživanjima u zdravstvu. Tada se razvijaju aplikacije koje dovode do automatizacije medicinskih i zdravstvenih službi, te arhiviranja i pretraživanja medicinskog znanja. U ovaj period pada i prvi prototip bolničkog informacijskog sistema (BIS) u El Camino Hospital u Kaliforniji (10). Važni koraci u razvoju informatike u medicini, u ovom periodu, jesu uvođenje računara u biostatistiku razvojem *Biomedical Programs* (BMDP) za što je zaslužan Wilfrid J. Dixon. Prvi projekt



Slika 7. Francois Gremy na prvom kongresu IFIP-TC4

na polju računarske dijagnostike su pokrenuli Arthur E. Rickli, Cesar A. Caceres i Hubert V. Pipberger, a oni su razvili metodu za automatsku analizu elektrokardiograma.

Drugi period Od 1966 do 1975. godine se proizvode brojna rješenja za automatsku obradu podataka. Nakon što je UNESCO 1960. godine oformio Međunarodnu federaciju za obradu informacija (*International Federation of Information Processing – IFIP*), 1967. godine se u njenom okviru formira četvrti tehnički komitet koji se odnosi na primjenu računara u medicini (IFIP-TC4). Pokretač mu je bio François Grémy, ljekar i profesor biostatistike, medicinske info-rmatike i javnog zdravstva na Faculté de Médecine de Montpellier u Francuskoj. On je prvi predsjednik tog komiteta, koji je nedugo zatim bio zagovornik uvođenja naziva „medicinska informatika“. Uskoro mu se pridružio Peter L. Reichertz, ljekar kardiolog i medicinski informatičar, profesor u Medizinische Hochschule Hannover u Njemačkoj, koji je početkom sedamdesetih godina pokrenuo seriju savjetovanja o medicinskoj informatici u Hannoveru. IFIP-TC4 je 1974. godine organizirao prvi svjetski kongres medicinske informatike - MEDINFO 1974. u Stockholmu, koji se otad održava svake tri godine. U ovom periodu stvaraju se GEMISCH (Generalized Medical Information System for Community Health - Generalizirani medicinski informatički sistem za zdravlje zajednice) te MYCIN poznati ekspertni sistem koji je pomagao u tretmanu antibioticima; Internist – 1 koji je razvio Jack D. Mayers... U tom periodu se u neke medicinske aparate ugrađuju računarski sistemi, uvode se nove dijagnostičke metode i terapijski postupci zasnovani na mikroprocesorskoj tehnologiji. Tako je 1972. godine instaliran prvi računarski tomograf u Centralnom istraživačkom laboratoriju Engleske firme EMI, a svoju prvu kliničku primjenu je doživio odmah 1973. godine u klinici Mayo u SAD. Za ovo otkriće Nobelovu nagradu za fiziologiju i medicinu 1979. godine su dobili Godfrey N. Hounsfield i Alan M. Cormack.

Treći period od 1976 do 1985. godine proizvodnjom mikročipova i procesora se razvijaju snažne mašine, a njihova široka distribucija ih znatno pojeftinjuje, što je dovelo do vrlo intenzivnog razvoja informacijskih sistema na svim poljima zdravstvene zaštite. Kako raste broj informacijskih sistema u zdravstvu, broj ekspertnih sistema, raste i broj zdravstvenih radnika koji koriste informacijske tehnologije. U Evropi se osniva Evropska federacija medicinske informatike (EFMI) 1977. godine a dvije godine kasnije 1979. godine Internacionalno udruženje medicinske informatike (IMIA). U ovom periodu javljaju se softverski paketi (software), koji uz pojavu personalnih računara (PC) daju snažnu podršku razvoju medicinske informatike. Tih godina samo u SAD postoji 25 proizvođača informacijskih sistema u zdravstvu koji su imali godišnji promet od 5 do 7 milijardi dolara (10).

Četvrti period od 1986. do 1995. godine karakterizira razvoj zdravstvenih informacijskih sistema (ZIS – eng. HIS). Razvijaju se ekspertni sistemi i vještačka inteligencija kao snažna podrška medicinskom odlučivanju, dijagnostici i terapiji. Razvoj zdravstvene informatike se intenzivira visokim standardima omogućujući standardi-

zaciju znanja. ZIS-ovi se umrežavaju, stvaraju se lokalni, regionalni i internacionalni zdravstveni informacijski sistemi. Bolnički informacijski sistemi (BIS) postaju više kompleksni, funkcionalniji i kvalitetniji nego ranije. Sastavljeni su iz više nezavisnih modula integriranih u jedinstven sistem koji podržava sve funkcije zdravstvene organizacije.

Peti period od 1996. godine do danas. Razvoj medicinske informatike se ne može odijeliti od razvoja računarskih tehnologija. Nagli razvoj snažnih mikroprocesora i drugih komponenti računara, savremena softverska rješenja i razvoj telekomunikacija je omogućio isto tako snažan razvoj medicinske informatike. Sve je to dovelo do ekspanzije korištenja mikroprocesora u dijagnostičkim sistemima, u hirurgiji, izgradnji informatičkih sistema za podršku zdravlju, primjenu u instrumentima i protezama (10, 11, 12)...

1.6. DOPRINOS INFORMATIKE U ZDRAVSTVU I MEDICINI

Adekvatno upravljanje informacijama i znanjem

Rezultat napretka medicinskih nauka, a također i mogućnosti medicinske informatike su doveli do enormnog porasta informacija i medicinskog znanja. Nalazeći se u „šumi“ informacija i znanja kojima ne može vladati na konvencionalan način zdravstveni radnik dobije „informacijsku anksioznost“. Razvoj informacijskih sistema omogućava racionalno upravljanje informacija u zdravstvu, a zdravstveni radnik ima uvijek ažurne najnovije informacije i znanja. Naime, znanje vrlo brzo zastarjeva u zdravstvu. Praktično svakih tri do pet godina znanje u medicini se potpuno obnavlja. Kontrolirati tako veliki broj informacija je veoma teško.

Jasno je da razvoj medicinske informatike i informacijskih tehnologija znatno doprinije pronašanju potrebnih informacija u sveukupnom medicinskom znanju. Često je potrebno neke informacije zbog zastarjelosti odbaciti, nekada iste informacije i ista znanja se nalaze u različitim oblastima što otežava njihovo pronašanje, a nekada imamo nevrijedne i netačne informacije koje opterećuju nepotrebno ukupno medicinsko znanje (redundancija informacija). Tako veliki broj informacija je potrebno racionalizirati, pročistiti od nepotrebnog informacijskog balasta, i dobijanje relevantnih informacija za teoriju i praksu medicine postaje značajna aktivnost današnje medicinske informatike.

Poboljšanje kvaliteta medicinskog rada

Uvođenjem informacijskih tehnologija u svakodnevnu praksu u radu zdravstvenih radnika značajno se popravlja kvalitet njihova rada. Smanjuje se mogućnost činjenja ljudske greške, jer u automatskim procesima obrade i distribucije podataka izbjegavaju se mnoga mesta gdje zdravstveni radnik može manipulirajući podacima pogriješiti. Pored toga su informacije dostupne širem krugu uključenih u rad s pacijentima, dostupne su odmah po zahtjevu, što značajno unapređuje kvalitet zdravstvenog rada.

Smanjenje troškova zdravstvene zaštite

Obimna dokumentacija, veliki broj podataka i informacija koje zdravstveni radnici moraju unijeti, obraditi i pohraniti i vrijeme potrebno za taj posao koštaju mnogo. Zamjena klasičnih kartoteka, registara, protokola i druge medicinske dokumentacije elektronskom značajno smanjuje troškove u zdravstvenom sistemu. Također, automatizacija unosa podataka i informacija direktno iz informatiziranih instrumenata i aparata također smanjuje potrebu za skupim radom zdravstvenih radnika.

Osiguranje brze, tačne, pouzdane i pravovremene informacije

Zahvaljujući sve široj i svestranijoj upotrebi informacijskih tehnologija i razvoju informacijskih sistema u punoj mjeri dolazi do izražaja osnovna uloga tih sistema - dostaviti informaciju u pravo vrijeme, na pravo mjesto za što manje uloženih sredstava. Te informacije su pouzdane i tačne jer se činjenje ljudske greške smanjuje na minimum. Zdravstveni informacijski sistemi su postali „conditio sine qua non“ u svakodnevnom radu (14).

LITERATURA:

1. Panian Ž. Informatički enciklopedijski riječnik. Europapress holding d.o.o. Zagreb 2005. godine.
 2. Steinbuch K. «Informatik: Automatische Informationsverarbeitung». SEG-Nachrichten (Technische Mitteilungen der Standard Elektrik Gruppe) – Firmenzeitschrift, 1957.
 3. Deželić G. Medicinska informatika – nastanak naziva i njegovo značenje. Medix 2004 Oct; 54/55:54-56.
 4. JLZ. Opća enciklopedija. Jugoslovenski leksikografski zavod, Zagreb 1966. godine.
 5. Михайлов АИ., Черный АИ., Гиляревский РС. Основы информатики. — 2-е изд., перераб. и доп.. — М.: Hayka, 1968.
 6. Boroš I. Osnovi računarstva. Viša tehnička škola Subotica, Subotica 2004. godine.
 7. N. Wickramasinghe, E. Geisler. Encyclopedia of healthcare information systems. Medical information science reference, Hershey - New York 2008. godine.
 8. Ackoff RL.: From Data to Wisdom. Journal of Applied System Analysis 16, 3-9 (1989).
 9. Tan J. Medical informatics : concepts, methodologies, tools, and applications. Medical information science reference, Hershey - New York 2009. godine.
 10. Mašić I, Ridanović Z. Medicinska informatika. Avicena, Sarajevo 1999. godine.
 11. Khosrow – Pour M. Encyclopedia of information science and technology. Idea Group Reference, Hershey-London-Melbourne-Singapore 2005. godine.
 12. Collen MF. Origins of medical informatics, In Medical informatics [Special Issue]. West J Med 1986 Dec; 145:778-785.
 13. Masic I. A History of Medical informatics in Bosnia and Herzegovina. Avicena, Sarajevo 2007. godine.
 14. Sivic S, Gojkovic L, Huseinagic S. Evaluation of an information system model for primary health care. Stud Health Technol Inform. 2009;150:106-10.
-

INFORMATIKA ZDRAVSTVENE NJEGE



Informatika zdravstvene njegе nije nova disciplina, ali je sve prisutnija. Razvoj novih tehnologija dramatično mijenja način dijagnosticiranja, liječenja, njegе i upravljanja bolesnicima. Svrha informatike zdravstvene njegе je da podrži sestrinsku njegу, poboljša ishode bolesnika primjenom IT tehnologija, poboljša komunikaciju među učesnicima u procesu njegе, vođenje dokumentacije, učinkovitost i kvalitet zdravstvene njegе (1).

Ranije prepoznata kao informacijski sistem u okviru zdravstvene njegе u sklopu medicinske informatike, danas se javlja kao zasebna disciplina, koja u SAD ima i poseban specijalistički edukacijski program. Ona kao posebna disciplina učestvuje u multidisciplinarnom strateškom planiranju rješenja za postavljanje standarda i podrške službi zdravstvenje njegе.

Cilj informatike zdravstvene njegе je omogućiti medicinskim sestrama korištenje principa, teorije i prakse informacijskih tehnologija, u cilju učinkovitije, sigurnije, djelotvornije, pacijentu orijentirane, pravičnije i pravodobnije zdravstvene njegе. Informacijske tehnologije treba transparentno uvesti u praksu i edukaciju medicinskih sestara čineći ih „stetoskopom“ u 21 vijeku.

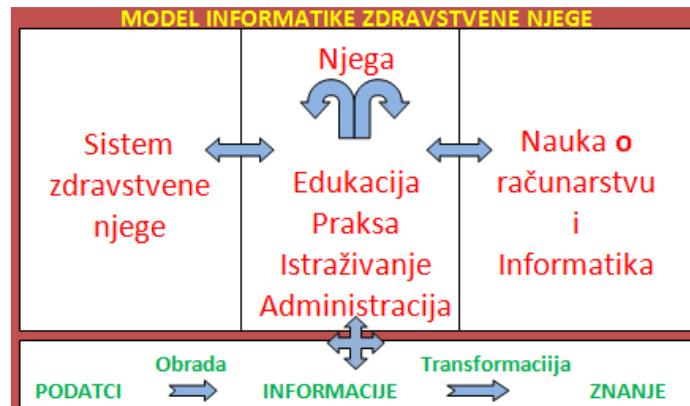
U timu za informatiku zdravstvene njegе može raditi širok spekter eksperata vičnih informacijskim tehnologijama kao što su certificirane medicinske sestre edukatori, analitičari sistema, web dizajneri i analitičari, administratori sistema i sigurnosni koordinatori.

Uzimajući sve nabrojano u obzir možemo prihviti definiciju informatike zdravstvene njegе koju su predložili Graves i Corcoran 1989. godine da je „**Informatika zdravstvene njegе kombinacija nauke o računarima, informatike, nauke o zdravstvenoj njezi, kreirana da pomogne upravljanju i obradi podataka, informacija i znanja dobijenih u procesu zdravstvene njegе, a u cilju unapređenja prakse, edukacije, istraživanja i administracije zdravstvene njegе**“. Kasnije 1995. godine Graves ugrađuje u ponuđenu definiciju znanje kao proizvod nauke, pa obnovljena definicija glasi „ Informatika zdravstvene njegе je disciplina koja integrira nauku o njezi, nauku o računarima i informacijske nauke u identifikaciju, prikupljanje, obradu i upravljanje podacima i informacijama za podršku sestrinske prakse, administraciju, obrazovanje, istraživanje i širenje znanja o njezi (2). Američko udruženje za njegu (ANA - American Nurses Association) je 2001. godine dalo sljedeću definiciju „Informatika zdravstvene

njege je disciplina koja integrira nauku o zdravstvenoj njezi, nauku o računarima i informacijske nauke kako bi se moglo upravljati i komunicirati podacima, informacijama i znanjem u sestrinskoj praksi. Informatika zdravstvene njegе olakšava integraciju podataka, informacija i znanja u podršci pacijentu, sestri i drugim u procesu odlučivanja. Ta podrška se ostvaruje kroz korištenje informacijske strukture, informacijskih procesa i informacijskih tehnologija.

Informatika zdravstvene njegе uvodi računarske sisteme i automatiziranu obradu podataka u proces zdravstvene njegе. U sadašnjoj informacijskoj eri se znanje udvostručuje svakih 5 godina, te tako velikim brojem informacija ne bi mogli vladati bez pomoći informacijskih tehnologija. Ovo informacijsko doba dobiva naročiti zamah krajem 20. i početkom 21. vijeka, kada trias podatak-informacija-znanje predstavlja oruđe sticanja moći razvijenih zemalja. Potreba za informacijskom edukacijom eskalira. Radi velike širine znanja javlja se povećan interes za specijalizacijom znanja, što čini imperativ da medicinske sestre imaju pristup najnovijim saznanjima, njima potrebnim, kako bi pružale zdravstvenu zaštitu visoke kvalitete (3). Komponente informacijskog sistema zdravstvene njegе od prakse do nauke je slikovito prikazao Nelson Roos 1992. godine.

Korištenje tehnologija u zdravstvenoj njezi nije ništa novo. Organiziranjem prvih savremenih bolnica u kojima se provodila zdravstvena njega (barem od vremena Florence Nightingale) su se koristila različita tehnološka pomagala. Zdravstvena njega je znatno evoluirala tokom posljednjih nekoliko desetljeća, a mnoge promjene su potaknute upotrebom informacijskih tehnologija. Iako su računarski sistemi dokumentirali zdravstvenu njegu još od ranih 1960-tih, nastajanje i opisivanje informatike zdravstvene njegе kao medicinske discipline počinje tek ranih 1980-tih. Od tih ranih dana medicinske sestre su u mnogim područjima svijeta imale glavnu ulogu u istraživanju, implementaciji i promociji korištenja niza informacijskih tehnologija koje se koriste u njezi pacijenta i svim drugim aspektima zdravstvene zaštite. Uvodeći informacijske tehnologije u zdravstvenu njegu olakšava se integracija podataka, informacija i znanja da bi se pomoglo pacijentu, sestri i drugima u donošenju odluka (5). Ta podrška se ostvaruje kroz korištenje informacijske strukture, informacijskih procesa i informacijskih tehnologija. Poboljšanja zdravstvene njegе su evidentna uvođenjem elektronskog medicinskog zapisa, kao moćnog alata u nastojanju ovladavanja velikog broja zahtjeva



Slika 8. Prilagođeno prema Nelsonu Roosu
Informacijski sistem zdravstvene njegе (4)

bolesnih, te ovladavanjem velike količine proizvedenih informacija. Informacijske tehnologije postaju nezamjenljive u upravljanju glomaznim zdravstvenim sistemima, u pružanju obuke i podrške zdravstvenim radnicima u njihovim svakodnevnim poslovima (6). Naročit zamah razvoju informatike zdravstvene njegе je dala TIGER (Technology Informatics Guiding Educational Reform) inicijativa pokrenuta 2004. godine u SAD. Ova inicijativa je primjer kako se implementiraju informacijske tehnologije u jednom segmentu zdravstvene zaštite, i može biti podstrek za istu takvu implementaciju u drugim sektorima zdravstva. Na prvom sastanku inicijative 2006. godine donešeni su zaključci da se mora unaprijediti rad u devet ključnih područja u pogledu primjene informacijskih tehnologija u zdravstvenoj njegi (7). Ta područja su:

- *Razvoj obrazovnih institucija i fakulteta za edukaciju zdravstvenih radnika u područjima informacijskih tehnologija.* Edukacijski programi zdravstvene njegе moraju biti redizajnirani tako da prate savremeni razvoj informacijskih tehnologija, da bi se postigao cilj da EHR (electronic health report) bude potpuno uveden u sve zdravstvene ustanove do 2014. godine. Ova reforma mora obuhvatiti sve vidove edukacije, od one koja se postiže na fakultetima do kontinuirane medicinske edukacije kroz različite edukacijske programe i edukacije za licenciranje zdravstvenih radnika. Američka akademija za edukaciju iz zdravstvene njegе je edukaciju iz informatike postavila kao osnovni element akademskog obrazovanja.
- *Edukacija osoblja u vještinama primjene informacijskih tehnologija u zdravstvenoj njegi.* Medicinski radnici trebaju ovladati znanjima, vještinama i resursima da efikasno komuniciraju i upravljaju informacijama. Istraživanja su pokazala da pravilna upotreba tehnologija doprinosi sigurnosti pacijenata. Obrazovanje ciljnih grupa zdravstvenih radnika je često u nadležnosti zdravstvenih organizacija gdje rade. Nosioci TIGER inicijative su se fokusirali na tri cilja u pogledu razvoja edukacijskih kapaciteta: 1) identifikacija edukativnih resursa i pristupačnih programa koji potiču usvajanje i inovacije IT, 2) stvaranje komponentnog i učinkovitog osoblja i programa za kontinuiranu medicinsku edukaciju, specifičnih za informacijske vještine, znanja i sposobnosti, 3) poboljšanje i proširenje zdravstveno-informatičkog obrazovanja u suradnji sa industrijom i akademskim partnerima kako bi se unaprijedilo korištenje IT u praksi. Kako se informacijske tehnologije sve više približavaju krevetu pacijenta, tako će zdravstveni radnici koji vode neposrednu brigu o pacijentima biti najbrojnija populacija onih koji će koristiti te tehnologije, i njihovi stavovi o korištenju informacijskih tehnologija će biti presudni.

Mi danas imamo problem da je prosječna starost zdravstvenih tehničara na ZDK 45 godina. To su generacije uposlenih koje nisu odrastale uz savremene informacijske tehnologije te imaju „strah“ od njihova korištenja, što može stvoriti ozbiljne probleme u njihovu educiranju za upotrebu informacijskih tehnologija.

- *Razvijanje informacijskih kompetencija.* Od zdravstvenih radnika se očekuje da pruže kompetentno sigurnu zdravstvenu njegu. Informacijske tehnologije su promjenile ulogu zdravstvenog radnika i značajno promijenile interakciju između onih koji pružaju zdravstvenu uslugu i korisnika tih usluga, kao i onih koji treba da osiguraju postojanje usluge. Zdravstveni radnici koji nisu ovladali vještinom korištenja elektronskih medicinskih zapisa ili drugih elektronskih medija su u znatno nepovoljnijem položaju u budućem elektronskom radnom okruženju. Oni će se morati direktno služiti informacijskim sistemima i tehnologijama kao halatom za donošenje odluka ili elektronskim medicinskim zapisom. To zahtjeva potrebu da svi zdravstveni radnici imaju minimum kompetencija za rad s elektronskim medicinskim zapisom, uključujući osnovnu računarsku pismenost i mogućnosti upravljanja informacijama. Na osnovu istraživanja i pregleda medicinske literature TIGER inicijativa prepoznaće tri područja razvijanja komponente kod zdravstvenih radnika: 1) osnovni rad na računaru, 2) informacijska pismenost i 3) upravljanje informacijama (uključujući upotrebu elektronskog medicinskog zapisa).
- *Uspostavljanje standarda u primjeni IT u zdravstvenoj njegi, i usklađenog djelovanja IT u različitim područjima njegi.* Jedna od prepreka za široko usvajanje elektronskog medicinskog zapisa jeste nepostojanje standardiziranih podataka u oblasti zdravstvene njegi, nepostojanje jednog standardiziranog jezika kojim medicinske sestre komuniciraju između sebe a i s drugim zdravstvenim profesionalcima. Kada bi postojale standardne forme podataka i informacija, one bi se mogle komparirati te identificirati prakse i postupci koji daju bolje rezultate unutar jedne radne organizacije, na regionalnom ili nacionalnom nivou. Mora se postići konsenzus o pojmovima koji će opisati probleme vezane uz njegu, primjedbe, ciljeve, ishode i intervencije bitne za analizu i dijeljenje informacija sa drugima. Ovaj proces se zove „standardna usklađivanja“ i zahtjeva suradnju sestara različitih specijalnosti i različitih radnih zadataka. Standardni klinički podaci grade blokove u jednom interoperativnom sistemu i uključuju podatke iz elektronske zdravstvene evidencije (electronic health records - EHRs), elektronskog medicinskog zapisa (electronic medical records - EMRs) i lične elektronske evidencije (personal health records - PHRs). Usvajanje standardnih načina opisivanja sestrinske prakse i organizacije podataka u sklopu zdravst-

Standard – definicija ili format koji je odobren od priznate organizacije za standarde ili je priznat kao de facto industrijski standard. Standarde određuju 1) dobro definirani pristupi koji podržavaju poslovne procese 2) usaglašenost od grupe eksperata, 3) javna provjera, 4) pravila, smjernice ili obilježja, 5) opredjeljenje da materijali, proizvodi, procesi i usluge budu prikladni njihovoj namjeni, 5) dostupnost u prihvatljivom formatu, i 6) kontinuirani nadzor i revizija.

vene njege ima mnoge prednosti: precizan opis omogućava lakšu komunikaciju među zdravstvenim radnicima, omogućava poređenje podataka kako na nivou zdravstvene ustanove tako i šire društvene zajednice, omogućava mjerjenje efekata sestrinske njege u odnosu na rezultate njege i osigurava pravovremen pristup znanju zasnovanom na dokazima.

- *Razvoj i primjena takvih tehnologija koje će imati prihvatljiv dizajn i upotrebljivost.* Informacijski sistemi i tehnologije koje se danas koriste u praksi ne zadovoljavaju radne procese niti zahtjeve zdravstvenih radnika za protokom informacija. Zapravo, oni sprječavaju šire usvajanje elektronske zdravstvene evidencije. Veliki broj tih tehnologija nisu pravilno postavljene u informacijskim sistemima da bi pružile osmišljenu podršku zdravstvenoj njezi ili mlađim procesima. Probleme mogu proizvoditi brojne neadekvatnosti u informacijskom sistemu, od neadekvatne podrške radnim procesima, pretrpanosti i nepreglednosti radnog sučelja, nerazumljivost upotrebe pojedinih opcija itd. Često se desi da je informacijski sistem bio prvobitno namijenjen za finansijske poslove, laboratorij ili druge pomoćne funkcije koje ne podržavaju profesionalnu praksu medicinske sestre u njenom radnom okruženju. Još važniji je nedostatak vizije ili sluha za ono što je medicinskoj sestri najpotrebnije. Dva ključna, međuvisna cilja treba postići: u pogledu informacijskog dizajna se mora izgraditi utemeljen, interoperabilan intelligentan sistem koji će podržati edukaciju i praksu za postizanje kvalitetnije i sigurnije njege, i u pogledu informacijskih tehnologija moraju se koristiti pametne, dostupne i ljudima usmjerene tehnologije koje su standardizirane, univerzalne i korisne. Dobar dizajn može učiniti lakše korištenje sistema, poboljšati kliničku praksu i omogućiti korisnicima sistemima da efikasnije uče iz vlastite prakse. Specijalisti iz informatike zdravstvene njege mogu pomoći u edukaciji medicinskih sestara u pravilnoj upotrebi informacijskih tehnologija, a zajedno mogu doprinijeti razvoju odličnih kliničkih aplikacija koje će zadovoljiti potrebe prakse 21 vijeka.
- *Razvoj i školovanje lidera za informacijske tehnologije kod primjene u zdravstvenoj njezi.* Zdravstvene informacijske tehnologije bi trebale biti ključni fokus zdravstvene reforme razvijenih zdravstvenih sistema. Efikasno korištenje zdravstvenih informacijskih tehnologija omogućavaju rukovodećim službama i medicinskim sestrama da obezbijede sigurnu i učinkovitu zdravstvenu njegu visoke kvalitete usmjerene ka pacijentu. Današnji lideri moraju transformirati svoje organizacijske vrijednosti, uvjerenja i ponašanje u skladu sa novim, zahtjevnijim trendovima. U tome im znatno mogu pomoći informacijske tehnologije. Lider mora biti educiran o vrstama i mogućnostima informacijskih tehnologija da bi bio spremjan da ih prihvati i uključi u radne procese. A njihovo uvođenje u radne procese zahtjeva viziju, sagledavanje uticaja, rizika, klinička znanja i ekspertnu stručnost u oblasti zdravstvene njege. Primarni cilj u transformaciji

zdravstvene službe je uviјek razviti sposobne lidere koji će moći snažno voditi reformu. Oni moraju biti sposobni koristiti elektronske podatke u procjeni rezultata rada, poslovanja, njegu... Pored toga oni moraju voditi računa i o sigurnosti elektronskih podataka, njihovoj neškodljivosti i pravima, kako drugih radnika, tako i pacijenata koji koriste usluge tih podataka.

- *Razvoj nacionalnog programa za primjenu informacijskih tehnologija.* U SAD kao i u mnogim drugim državama troškovi zdravstvene zaštite eskaliraju, potrebe stanovništva se povećavaju, nove tehnologije se pronalaze, informacije postaju primarna sirovina suvremenih radnih procesa, što sve zahtijeva permanentno traganje za poboljšanjima u zdravstvenim sistemima. Mnogi daju informacijskim tehnologijama ključnu ulogu u transformaciji zdravstvenog sistema koji treba da bude sigurniji, učinkovitiji, pacijentu posvećeniji, pravovremeniji i pravedniji. U SAD su postavili cilj da takav sistem mora obezbijediti da svaki pacijent do 2014. godine mora imati elektronski medicinski zapis. U tom cilju su vodene rasprave o „nacionalnoj zdravstvenoj informacijskoj infrastrukturi“ kroz TIGER incijativu. Kao rezultat TIGER strateškog plana napravljen je Nacionalni zdravstveni plan saradnje za implementaciju informacijskih tehnologija. Svrha ove suradnje je identificirati najrelevantnije programe i politike za primjenu informacijskih tehnologija u zdravstvenoj njези.
- *Uspostavljanje virtualnog demonstracijskog (edukacijskog) centra za suradnju.* Još uviјek postoji problem ograničenog pristupa informacijskim sistemima i tehnologijama, što umanjuje mogućnost edukacije zdravstvenog kadra u primjeni tih tehnologija za postizanje kvalitetnije zdravstvene zaštite. Često je pristup omogućen postojećim, neadekvatnim, zastarjelim sistemima, te izostaje edukacija o novim informacijskim tehnologijama. Zbog toga je formiran TIGER virtualni demonstrirajući centar, koji će pomoći dinamičkog interneta i fizičke jedinice približiti mogućnosti i rješenja koja daju bolju zdravstvenu uslugu. Centru se pristupa putem interneta.
- *Uvođenje ličnog zdravstvenog elektronskog zapisa u zdravstveni sistem.* Prema jednoj anketi u SAD samo 33% pacijenata su sigurni da njihovi ljekari i drugi zdravstveni radnici imaju potpune informacije o njihovoј historiji bolesti. Zdravstveni sistem je vrlo fragmentiran što onemogućuje potpuni uvid zdravstvenim radnicima u historiju bolesti njihovih pacijenata. Iz toga proističu mnoge greške koje nastaju u pružanju zdravstvene zaštite. Zato pacijenti moraju preuzeti aktivniju ulogu u kreiranju zdravstvenog sistema, jer su oni najviše zainteresirani za sigurnu, kvalitetnu, efikasnu i sveobuhvatnu zdravstvenu zaštitu. Moraju učiniti napor da podstaknu formiranje ličnih zdravstvenih elektronskih zapisa, kojima bi se moglo pristupati putem interneta. Lični zdravstveni elektronski zapis mora biti jednostavan za upotrebu i dostupan kako pacijentima tako i svim zdravstvenim radnicima koji tretiraju te pacijente.

Zdravstvena njega je promišljen, problemski orijentiran pristup koji uključuje principe i naučne metode u zadovoljavanju potreba ljudi za njegom. Sestra treba probleme da rješava na osnovu logičkih, racionalnih i na znanju zasnovanih procedura (8). Značajnu pomoć i olakšanju donošenja odluka o primjeni naučno utemeljenih procedura pruža informatika zdravstvene njegе. Informatika zdravstvene njegе vidi tehnologiju kao alat za podršku radu medicinske sestre, a ne kao nepotrebno opterećenje koje će ih

INFORMATIJSKI SISTEM ZDRAVSTVENE NJEGE

PROBLEMU ORIJENTIRAN MEDICINSKI ZAPIS		FAZE ZDRAVSTVENE NJEGE	VRSTE PODATAKA
S	Subjektivni podaci	Utvrđivanje potrebe za njegovom	Podaci dobiveni od pacijente ili njegove familije, kao što su glavne tegobe
O	Objektivni podaci		Činjenični, mjerljivi podaci kao što su znaci, simptomi, laboratorijski testovi...
A	Analiza podataka	Sestrinska dijagnoza	Na osnovu prikupljenih subjektivnih i objektivnih podataka izvlače se zaključci i sestrinske dijagnoze
P	Planiranje intervencije	Planiranje zdravstvene njegе	Strategije za razriješenje problema pacijenta uključujući i kratkoročne i dugoročne mjere
I	Intervencija	Provodenje zdravstvene njegе	Poduzete mjere da bi se dobili očekivani rezultati
E	Evaluacija	Evaluacija zdravstvene njegе	Analiza učinkovitosti intervencije, razvoj alternativnih intervencija
R	Revizija		Promjene iz bilo kojih razloga u odnosu na orginalni plan

Tabela 1. Struktura problemski orijentiranog medicinskog zapisa i implementacija ZIS-a

ometati u svakodnevnom radu. Ovakve pojave su česte tamo gdje postoji tendencija da zdravstveni sistem, pa i zdravstvene informacijske sisteme, kreiraju ljudi koji nisu iz zdravstvene struke, nisu radili u praksi nego odlučuju iz kabineta. Naprotiv, treba stvoriti takvo informacijsko okruženje koje će zdravstveni radnici prihvatići s oduševljenjem, koje će im znatno pomoći u njihovom svakodnevnom radu i poboljšati izvrsnost njegе. Informacijske tehnologije trebaju da se rutinski koriste kao pomoćni alat u automatiskim aplikacijama razvijenim za njegu pacijenata i treba da igraju važnu interdisciplinarnu ulogu koja kombinira strast sestara za zdravstvenom njegom i njihovu ljubav prema tehnologijama (8).

Informacijske tehnologije mogu dati značajan doprinos u svim fazama zdravstvene

njege. U svakoj fazi neophodno je uredno dokumentirati činjenice, planirane i ostvarene aktivnosti, promjene stanja pacijenta, urađene tretmane... Sestrinska dokumentacija je osnova u procesu njegе te uvođenje informacijskog sistema doprinosi kvalitetnijem vođenju te dokumentacije. Neadekvatno dokumentiranje može proizvesti znatnu štetu pacijentu, onemogućiti proces zdravstvene njegе u bilo kojoj fazi i povući čak i odgovornost. Medicinska dokumentacija pacijenta mora biti konzistentna, koncizna i sveobuhvatna. Poželjno je da se sestrinska dokumentacija vodi na određen način, pa je zgodan redoslijed vođenja dokumentacije predložio Dr. Lawrence Weed 1968. godine poznat pod akronimom SOAP (9, 10). To je problemski orijentiran medicinski zapis, koji je kasnije doživio nekoliko modifikacija. Ovaj zapis prolazi kroz sve faze zdravstvene njegе i zgodan je način praćenja podataka kroz fazе zdravstvene njegе. Može nam također poslužiti za primjerenu implementaciju informacijskog sistema zdravstvene njegе. Faze zdravstvene njegе i mesta implementacije informacijskih tehnologija u svakoj fazi se mogu jednostavno grafički prikazati.

2.1. BUDUĆNOST INFORMATIKE ZDRAVSTVENE NJEGE

Tehnologija i njeno efikasno korištenje su naša budućnost. Kakva je budućnost informatike zdravstvene njegе niko ne može predvidjeti, ali ono što nam može dati uvid jesu riječi, zbivanja i simboli; koje dobijamo od lidera zdravstvene informatike, pojave novih i moćnih tehnologija te društvenih trendova. U raspravi o budućim trendovima informatike zdravstvene njegе ne možemo se oteti dojmu da je pisac naučne fantastike William Gibson bio u pravu kad je rekao: „Budućnost je ovdje, samo što nije široko raspostranjena“. Sigurno nam predstoji porast korištenja zdravstvene njegе a samim tim i različitih tehnoloških dostignuća, što zbog demografskih trendova prema starom stanovništvu, što zbog svijeti pacijenata o tehnološkim dostignućima i zahtjeva za kvalitetnijom zdravstvenom zaštitom. Upotreba novih savremenih tehnologija (koje po svojoj prirodi danas moraju biti informacijske) i elektronskog medicinskog zapisa su značajno doprinijeli sigurnoati pacijenata, smanjenju troškova liječenja, poboljšanju komunikacije između pacijenata i zdravstvenih radnika a tako i između samih zdravstvenih radnika i pacijenata (11).

Jedna od budućih uloga timova za informatiku zdravstvene njegе jeste procjena efektivnosti, efikasnosti, iskorištenosti i učinkovitosti tehničkih i kliničkih ishoda korištenja informacijskih tehnologija. Te procjene treba da uključe procjenu izdržljivosti aparata od uobičajenog trošenja, jednostavnost prikupljanja i bilježenja podataka, zadovoljstvo kliničara, učinkovitost vremena u odnosu na postojeće metode, uticaj na sigurnost pacijenta, uticaj na zadovoljstvo pacijenta, uticaj na zadovoljstvo sistema... Pored toga medicinska sestra će u budućem zdravstvenom sistemu raditi kao analitičar sistema, analitičar zahtjeva, programer sadržaja, administrator baza podataka, specijalist za implementaciju, posrednik u informacijskim sistemima, trener i menadžer. Za sve

te funkcije morat će postojati posebna specijalistička edukacija iz informatike zdravstvene njegе.

Upotreba informacijskih tehnologija će sigurno smanjiti redundanciju, grupirati relevantne informacije, učiniti ih dostupnijim, te u svemu učiniti efikasniju zdravstvenu zaštitu. Elektronski medicinski zapis omogućava da informacije više nisu dostupne samo medicinskim profesionalcima, nego su javno dostupne, te medicinske sestre i drugi kliničari moraju uzeti u obzir fenomen informiranosti pacijenata. To stvara obavezu da će sestre u budućnosti morati ovladati znanjem u korištenju informacijskih tehnologija za pristupanje i korištenje baza podataka kroz prihvatljiva sučelja, razmještena dokumenata i pošte, korištenja socijalnih mreža i bežičnog praćenja pacijenata; i ne samo u zdravstvenom okruženju nego i kod kuće.

Zdravstvena pismenost je veliki problem kako nerazvijenih tako i razvijenih zemalja. Nove informacijske tehnologije, naročito u oblasti zdravstvene njegе, mogu značajno doprinijeti zdravstvenom opismenjavanju stanovništva. Eksplozivan rast interneta, na WEB stranicama nudi osnovne informacije o bolestima stanovništву. Tokom posljednjih dva desetljeća znanje stanovništva o bolestima se znatno popravilo. Oni imaju izravan pristup stručnim informacijama. Medicinsko znanje i nauka, do sada dostupna samo zdravstvenim profesionalcima, pomoću moćnih pretraživača kao što su Yahoo i Google, je postala javno dobro. Stanovništvo takođe treba naučiti kako koristiti personalne elektronske zapise, kako mogu online popuniti određene forme, kako naći pouzdane zdravstvene informacije na WEB-u, kako poslati određene zahtjeve, ili izvršiti jednostavne konsultacije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti. Sve ovo znači prevladati duboki jaz u neznanju korištenja informacijskih tehnologija koji danas postoji ne samo kod pacijenata, nego i kod zdravstvenih radnika, pa i kod programa obuke zdravstvenih radnika.

Svjesni smo minijaturizacije i sve boljih performansi hardvera. Sve se više upotrebljavaju prenosna računala, tableti i mobilne komponente hardvera. Bežično umrežavanje i minijатурne komponente hardvera nam omogućavaju 24satno praćenje stanja monitoriranih parametara kod pacijenata. Već postoje prototipi priručnih medicinskih sistema za skeniranje pacijenta ugrađenih u mala računala, koriste se mobilni komunikacijski uređaji za savjetovanja, konsultacije i praćenje stanja pacijenta. Također se razvija softver za jednostavnu upotrebu, WEB portali i socijalne mreže koji imaju neslućene mogućnosti u tretmanu, prevenciji i zdravstvenoj edukaciji stanovništva. Bio-informatika, uključujući i kibernetiku i biotehnologiju će evoluirati kako bi se podržala nova dostignuća na polju genetike, genoma, proteoma i metaboličkih poremećaja. Medicinske sestre moraju biti spremne da usvoje znanja u korištenju biomedicinske informatike i računalne biologije.

LITERATURA:

1. Marion JB, Judith VD, Patricia HW. Nursing Informatics - Where Technology and Caring Meet. Springer-Verlag London Limited 2011.
2. Staudinger B, Hoess V, Ostermann H. Nursing and clinical informatics : socio-technical approaches. 2009 by IGI Global.
3. Toffler A. (1990). Powershift. New York: Bantam.
4. Arnold J, Pearson G. Computer Applications in Nursing Education and Practice. National League for Nursing: New York, 1992.
5. Toromanovic S, Hasanovic E, Masic I. Nursing Information Systems. Mat Soc Med. 2010; 22(3): 168-171.
6. Tang P, Ash J, Bates DW, Overhage JM, Sands DZ (2006). Personal Health Records: Definitions, Benefits, and Strategies for Overcoming Barriers to Adoption. Journal of the American Medical Informatics Association, Vol 13 No 2: 121-126.
7. McBride AB. Tiger Summit – Evidence and Informatics transforming Nursing. October 31 – November 1, 2006. Uniformed Services University of the Health sciences Bethesda, Maryland.
8. Petković D, Sivić S. Osnove tehnologija i menadžmenta u zdravstvu. Zdravstveni fakultet Univerziteta u Zenici 2008. godine.
9. NN. Using SOAP, SOAPIE, and SOAPIER formats. Nursing. 1999 Sep;29(9):75.
10. Peterson G. Problem oriented medical records. Part 2: bringing the “SOAP” revolution home. J Pract Nurs. 1977 Sep;27(9):32-5.
11. McCormick KA, Delaney CJ, Brennan PF, Effken JA, Kendrick K, Murphy J, Skiba DJ, Warren JJ, Weaver CA, Weiner B, Westra BL. Guideposts to the Future—An Agenda for Nursing Informatics. J Am Med Inform Assoc. 2007 Jan–Feb; 14(1): 19–24. doi: 10.1197/jamia.M1996.

ORGANIZACIJA I UPRAVLJANJE PODACIMA U RAČUNARU

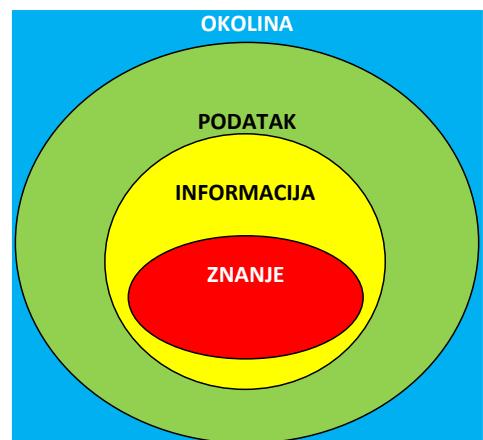
Ranije smo vidjeli da je podatak pojedinačna sirova činjenica koja je smještena u neki razumljiv kontekst i postupcima obrade omogućava izvođenje zaključaka. Podatkom se u općem slučaju može smatrati određeni zapis o nekom događaju, pojavi, ili karakteristici iz okoline koju nazivamo objektivna stvarnost. On, u trenutku kada je generisan, odnosno zapisan, ne mora da ima uticaja na ponašanje budućeg korisnika. Tek kada se podatak koristi za donošenje određenih odluka s ciljem rješavanja nekog problema onda on prerasta u informaciju. Na primjer, ljekarski nalaz je skup podataka koji postaju informacije kada dođu do ljekara koji ih može interpretirati i donijeti odgovarajuće odluke o načinu liječenja pacijenta, potrebnim lijekovima, eventualnoj operaciji i slično. Podaci obrađeni tako da dobije neko značenje postaju informacije (1).



Slika 9. Odnos podataka i informacija

Podaci u suštini postaju informacije tek onda kada spoznamo njihov smisao, kada nam povećaju znanje i pomažu u rješavanju naših problema. Podatke je moguće prikupljati, obrađivati, čuvati i mijenjati način njihovog zapisivanja. Oni imaju i određena svojstva: preciznost, vrijeme trajanja, kvalitet i slično. Očito je da su pojmovi podatak, informacija i znanje povezani i da daju određenu sliku okoline. Taj odnos može se predstaviti šematski kao na šemci broj 6:

Oni predstavljaju pojedinačno zapažanje (broj eritrocita određenog ispitanika u određeno vrijeme) ili skup pojedinačnih zapažanja (mje-



Slika 10. Odnos podataka, informacija i znanja u prostoru

renje istog parametra kod ispitanika u različito vrijeme - recimo tjelesna temperatura u toku tri dana, ili mjerjenje različitih parametara u isto vrijeme - tjelesna masa, šećer u krvi, starost pacijenta itd., ili kombinacija).

Prikupljanje i interpretacija podataka zauzima centralno mjesto u procesima zdravstvene zaštite. Oni pomažu zdravstvenim radnicima u donošenju odluka pri tretmanu oboljelih. Oni su osnova za klasifikacije i kategorizacije problema koje pacijent može imati.

Pri tome moramo imati na umu da medicinski podaci, kao i svaki drugi podaci mogu biti nesigurni, odnosno, ne možemo ih prihvatići sa absolutnom izvjesnošću, sigurnošću i tačnošću. Ovu nesigurnost možemo pripisati: mogućim greškama prilikom mjerjenja, zapisivanja ili tumačenja podataka; zatim prirodnjoj varijabilnosti medicinskih podataka i različitosti interpretacije (skoro svaki auditivni, vizuelni ili taktilni podatak generisan tokom fizikalnog pregleda varira u svojoj jačini ili stepenu od pacijenta do pacijenta, kao i sposobnosti zdravstvenog radnika da ih detektira). Neizvjesnost preciznosti podataka proističe i iz toga što odnos između simptoma i bolesti nije uvijek ista kod svakog pacijenta, i na kraju neizvjesnost može pratiti i podatke u vezi s tretmanom gdje isti tretman ne mora proizvesti iste podatke kod svih tretiranih (2).

Zdravstveni podaci se mogu klasificirati prema obliku i tipu na govorne, pisane, numeričke, slikovne ili u obliku signala. Pisani medicinski podaci predstavljaju više od polovine svih medicinskih podataka u medicinskoj dokumentaciji (zdravstveni karton, historija bolesti i drugi dokumenti). Veliki dio podataka koji se koriste u medicini su numeričke (diskrete) vrijednosti kao što su rezultati laboratorijskih nalaza, vitalni znaci kao što je temperatura ili srčana frekvencija. Podaci u obliku signala su u vidu niza vrijednosti jedne veličine koji je zapisan u funkciji vremena. Taj zapis može imati kontinuirani skup vrijednosti kao analogni signal (EKG, EEG...) i skup diskretnih vrijednosti u obliku digitalnog signala (nuklearna magnetna rezonanca, CT ili gama kamere...). Podaci u obliku vizuelnog prikaza ili slike se generiraju kod magnetne rezonance, radiološke dijagnostike, ultrazvučne dijagnostike, termovizije...

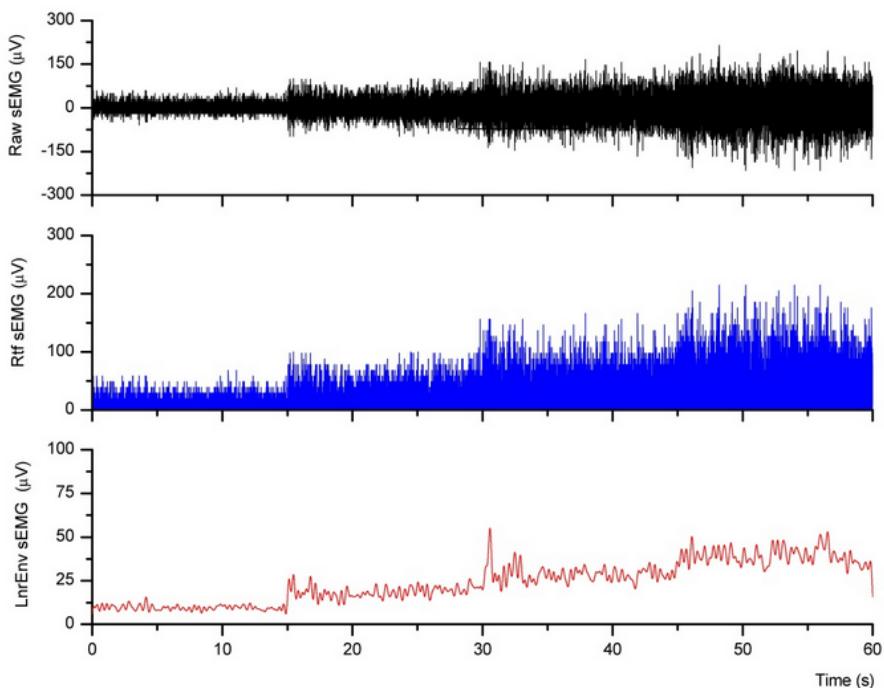
Predstavljanje podataka, njihove strukture i organizacije osnova su za razumijevanje računarske obrade podataka.

3.1. PREDSTAVLJANJE PODATAKA

Podaci o nekoj činjenici mogu se predstaviti na dva osnovna oblika: kao skupina analognih signala pretvorenih u neku informaciju ili kao skupina digitalnih signala također pretvorenih u neku informaciju (3).

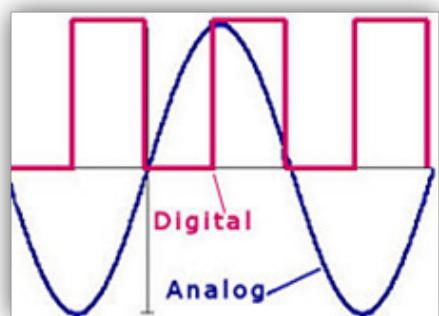
Analogni podaci su prirodni. Mi percipiramo sve pojave u analognom obliku. Sve što vidimo i čujemo je kontinuirani prijenos signala našim osjetilima. Ovaj kontinuirani tok je ono što definira analogne podatke. Zato kažemo da su analogni podaci oni koji se mogu kontinuirano mijenjati a prikazuju se fizikalnom veličinom čije su pro-

mjene analogne mjerenoj fizikalnoj veličini. Sve prirodne pojave se odvijaju po analognim principima (svi fizički zakoni), i oni su savršeniji s aspekta zasićenosti jer imaju beskonačno mnogo mogućnosti, ali s obzirom na nesavršenstvo tehnološkog razvoja te beskonačne mogućnosti analognih signala se ne mogu iskoristiti. Svaki prirodni signal je u analognom obliku. Oni zahtijevaju mnogo više energije za njihovu prezentaciju, pa s ograničenim energetskim resursima kakve mi danas imamo su neprihvatljivi, za razliku od digitalnih signala. Primjeri analognih podataka u medicini su elektrokardio-grafska krivulja, elektroencefalografska krivulja, analogna radiografska slika koja se dobije direktnim zračenjem x-zraka na rendgenski film...



Slika 11. Elektromiografski snimak (analogni signal)

Digitalni podaci su umjetna tvorevina. Nastali su iz potrebe da se smanji potrošnja energije za prezentaciju podataka i zbog nesavršenstva tehnologija da prihvate, obrade i prezentiraju beskonačnu kompleksnost analognih signala. Imaju konačan broj mogućnosti sa konačnim skupom znakova (zaliha znakova) za prezentaciju podatka, a pri tom naizgled djeluju savršenije jer su u domenu današnjih tehnologija precizniji, lakši za obradu, zahtijevaju manje energije. Dobili su naziv digitalni od engleske

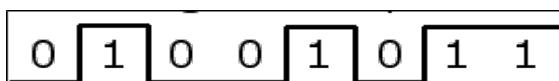


Slika 12. Razlika između analognog i digitalnog signala

riječi „digit“ što znači broj, a to su „*diskretni elementi nastali pretvaranjem analognih signala pomoću konvertera*“. Znači imaju diskretne (diskontinuirane) vremenske signale sa diskretnim brojem razina.

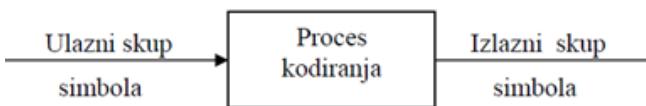
Iako su digitalni signali uglavnom povezani s elektroničkim binarnim sistemima koji se koriste u savremenim elektronskim računarima, digitalni sistemi su zapravo stari i nije im potrebna niti elektronika niti binarni sistem. Za prve digitalne zapise zapravo možemo smatrati prvo pismo jer sadrži ograničen broj diskretnih (nekontinuiranih) znakova. Prvi računar (abacus) je također u računanju koristio kuglice u diskretnim pozicijama. Zatim tu je Morseov kod u telegrafiji, Brailleovo pismo za slike i mnogi drugi konačni setovi karaktera ili simbola. Pretvaranje analognog signala u digitalni, ili jednog digitalnog oblika u drugi naziva se kodiranje. Za kodiranje je potrebno da postoji nekakav set karaktera, pa prema tome možemo razlikovati binarno kodiranje, heksadecimalno kodiranje ili dekadno kodiranje. To su kompleksni brojni sistemi o kojima se nećemo detaljnije ovdje baviti, a radi razumijevanja prirode digitalnih signala i njihove perezentacije u računarnim sistemima poslužit ćemo se binarnim digitalnim znacima.

U komunikaciji sa računarom koriste se različiti oblici informacija: tekst, brojevi, slika, zvuk, video i animacija. Svi oblici se moraju predstaviti u obliku koji je razumljiv računaru. Podaci se u računaru mogu memorisati i obrađivati jedino u binarnom obliku. Razlog zašto računari rade na binarnim principima je u tome što je većina komponenata računara bazirana na elektronskim elementima koje mogu razlikovati samo dva stanja: da li struje ima ili nema. Na taj način ovi elementi omogućuju definisanje dva stanja svoga rada, koji odgovaraju binarnim brojevima “1” i “0” (latinski “bini” – po dva).



Slika 13. Prikaz stanja napona binarnim brojevima

Očito je da se binarni brojevi lako mogu zapisati i obrađivati u računaru, jer su njegove komponente prilagođene ovakvom radu. Međutim, podaci i programi koje računaru dajemo na ulazu obično nisu u ovom obliku. Čovjeku je lakše sa računaram komunicirati preko standardnih znakova koje upotrebljava u svakodnevnom obavljanju svojih zadataka. To su razna slova, brojevi decimalnog brojnog sistema, kao i neki specijalni znaci: (,), ?, !, = “ itd. Da bi računar mogao da prihvati ove podatke, potrebno ih je kodirati. Kodiranje znači pretvaranje jednog skupa simbola u drugi skup i šematski je predstavljeno na slici 14.



Slika 14. Prikaz procesa pretvaranja znakova

U našem slučaju ulazni skup simbola, koji se često zove i alfanumerički skup znakova, prevodi se u niz “0” i “1” tako da ih računar može prihvati.

Postavlja se pitanje koliko je binarnih brojeva potrebno da bi se pomoću njihovih različitih kombinacija predstavio dati skup ulaznih znakova: sva slova, sve brojeve i određeni specijalni znaci. Ako se uzme da postoji 10 cifara, oko 30 slova i oko 20 specijalnih znakova, zadatak je da se kodira oko 60 ulaznih simbola. Da bi se svi naši simboli mogli zapisati, potrebno je da bude $2^n \geq 60$. Iz ove nejednakosti slijedi da je najmanji broj n , koji je zadovoljava, jednak 6 ($2^6 = 64$). Pri konstrukciji računara pokazalo se da je pogodno da ovaj kod bude nešto duži, da bi se pomoću njega mogao predstaviti znatno veći broj uglavnom specijalnih znakova, ali i da bi se u njega ugradile i određene kontrole. Zbog toga se danas najčešće koriste kodovi sa 8 binarnih brojeva pomoću kojih se može predstaviti $2^8 = 256$ različitih znakova. Najpoznatiji iz ovog skupa kodova je ASCII-kod (American Standard Code for Information Interchange – američki standardni kod za razmjenu informacija), koji je danas prevladao. U tom kodu slovu A dodijeljena je vrijednost 65 (od 256), odnosno slovo A je kodirano sa 0 1 0 0 0 0 1 (65 u binarnom obliku), slovo B je kodirano sa 0 1 0 0 0 0 1 0 (66 u binarnom obliku). Dakle, u računaru se za slovo A pohranjuje kao njegov ASCII kod i to je jedini način da računar razlikuje različite znakove.

Sa druge strane, broj 1 je kodiran sa 0 0 1 1 0 0 0 1 (redni broj 49 u ASCII tabeli), dok broj 5 ima kod 0 0 1 1 0 1 0 1 (redni broj 53). Sljedeća tabela nam daje još neke primjere ASCII kodiranja.

Redni broj u ASCII	Karakter	Binarni oblik
32	Razmak	00100000
48	0	00110000
49	1	00110001
50	2	00110010
51	3	00110011
57	0	00111001
63	?	00111111
65	A	01000001
66	B	01000010
67	C	01000011
97	a	01100001
98	b	01100010

Tabela 2. Primjer ASCII kodova za neke znake

Naime, podaci se unose preko tastature u decimalnom obliku, računar vrši kodiranje i ovi podaci stižu kodirani kao niz “0” i “1” u centralnu memoriju.

Vidjeli smo da unutar jedne skupine od osam bitova možemo zapisati 256 različitih vrijednosti, odnosno vrijednosti od 0 do 255. U računaru ćemo najlakše upisati cijelobrojnu vrijednost u slučaju kada je manja od 256. U tom slučaju podatak ćemo zapisati

u jedan jedini bajt, koga ćemo definirati u gdje je opisana organizacija podataka. Kod cjelobrojnih vrijednosti koje su u rasponu od 0 do 65535 upisat ćemo podatak u dva uzastopna bajta (16 bitova omogućuje 65536 stanja). U četiri uzastopna bajta možemo zapisati cjelobrojne vrijednosti do nešto preko četiri milijarde.

Ubrzo nakon konstruisanja prvih računara postalo je jasno da nije dovoljan samo prikaz koji se sastoje od slova i znakova. Zbog toga je razvijen prikaz slike kod kojeg možemo odrediti izgled svake pojedine tačke na slici. Kako se ovakav način prikazivanja slike koristio za grafiku, nazvan je grafički mod. Spremanje, odnosno obrada slika u računaru zahtijeva da se slika na neki način pretvoriti u računarski zapis. Jednostavnije rečeno, to znači da sliku moramo pretvoriti u brojčane vrijednosti. Rješavanjem ovog problema, razvijene su dvije tehnike računarskog zapisivanja slika. Slika može biti zapisana kao niz tačaka u koordinatnom sistemu koje se povezuju linijama, ili krivuljama (vektorska slika), pa računar na osnovu tih podataka svaki put iznova iscrtava sliku, i drugi način, kod kojeg je slika pretvorena u veliki broj tačaka. Računar čuva podatke o svakoj pojedinoj tačci i na osnovu toga prikazuje i obrađuje sliku. U ovom slučaju slika je definisana kao mreža tačaka i ovakav oblik tačkaste slike naziva se bitmapa. Za prikazivanje najjednostavnije crno-bijele slike koristi se jedan bit za jednu tačku. Pri tome se postavljanjem bita u memoriji na vrijednost 1 osvjetljava tačka na ekranu, a postavljanjem bita na 0 zatamnjuje tačku na ekranu. Kod ovakvog prikaza slike imamo samo dva stanja. Za realan prikaz slike za svaku pojedinu tačku potrebne su nam i nijanse, odnosno boje. Zbog toga se za jednu tačku na ekranu upotrebljava više bitova. Na primjer, ako za svaku tačku na ekranu rezerviramo po dva bita, moći ćemo toj tački pridijeliti četiri različite boje (dva bita pružaju četiri različita stanja). Upotrebom četiri bita možemo pojedinoj tački pridružiti 16 različitih boja, a rezerviramo li cijeli bajt, tačka može biti u jednoj od 256 različitih boja.

Ljudsko oko u stanju je razlikovati približno 7.000 nijansi, a za stvarno uvjerljivu sliku potrebno je i više od toga, te se za zapisivanje slike u boji najčešće koriste po 3 bajta za jednu tačku. Tri bajta izabrana su zbog toga što se tačkica u računarskoj slici najčešće sastoji od 3 komponente (crvena, zelena i plava). Tada svaku od komponenti zapisujemo u posebni bajt, a kako 3 bajta imaju ukupno 24 bita, kaže se da je u tom slučaju slika zapisana s 24-bitnom bojom. Ovakav zapis omogućava da se na slici koristi paleta od približno 16 miliona boja (4).

Podaci mogu biti zapisani na više različitih načina, u rasponu od pisanog teksta, uobičajenih skraćenica do mašinski generiranih zapisa analognih signala. Standardi zapisa, a potom memoriranja, čuvanja, pretraživanja i korištenja, još uvijek su jedan od nedovoljno riješenih problema elektronskog medicinskog zapisa. Da bi se ovaj problem riješio, bilo je potrebno na određeni način strukturirati medicinske podatke. Struktura podataka podrazumijeva uređenost podataka s utvrđenim međusobnim odnosom. Ona sadrži logičko-semantičke jedinice podataka (određuju njihove sadržajno logičke

odnose) i fizičke jedinice podataka (ovise od memorijskih jedinica gdje su smješteni). Logičko-semantičke jedinice podataka su znak, riječ, polje, zapis, datoteka i objekt; dok su fizičke jedinice podataka bit, riječ, blok, datoteka i objekt.

3.2. STRUKTURA PODATAKA

Ako prikupimo podatke o nečemu, primjetit ćemo da su ti podaci u određenoj relaciji, oni imaju određenu strukturu (5). Definirana struktura medicinskih podataka omogućuje njihovo korištenje, tj. generiranje medicinskih informacija iz već postojećih baza podataka i baza znanja. Struktura podataka se prikazuje određenim modelom, a danas se najčešće koristi relacioni model strukture podataka koji omogućava definiranje:

- a) strukture podataka,
- b) operacija skladištenja i pronalaženja,
- c) ograničenja vezana za integritet podataka pri upravljanju bazama podataka.

Strukture podataka mogu se prikazati *relacijama i grafikonima*.

3.2.1. Relacije podataka

Relacijski model podataka je razvijen početkom sedamdesetih godina prošlog stoljeća. Važan je stoga što su skoro sve današnje baze podataka zasnovane na njemu. Strukturalna jednostavnost u relacijskom modelu je postignuta prihvatanjem relacije, odnosno dvodimenzionalne tabele kao predstavnika modela. Odnosi između podataka različitih tabela su realizirani takozvanim ključnim podacima u postojećim tabelama. Za razvoj ovog modela poslužila je relacijska algebra i relacijski račun. Nije nam ovdje

R. BR.	IME	PREZIME	GODINA
1.	Asim	Agić	53
2.	Vinko	Meštrović	61
3.	Ana	Babić	55
4.	Ismet	Alić	58
5.	Ana	Babić	65

R.BR.	DIJAGNOZA	ŠIFRA	TERAPIJA
1.	dijabetes	E10	insulin
2.	hipertenzija	I10	lopril
3.	anemija	D50	ferrum
4.	pneumonija	J15	penicilin
5.	infarkt srca	I21	mirovanje

Tabela 3. Primjer veze među podacima u relacijskoj bazi podataka

cilj učenje relacijskog računa nego predstava relacija među podacima. Relacijske veze među podacima objasniti ćemo najlakše na dvije tabele u kojima je skupljen određen broj podataka o nekoliko entiteta te grupe, koji određuju članove pojedinačno. Recimo, pacijenti jedne ambulante koji su se javili za jedan dan i stariji su od 50 godina.

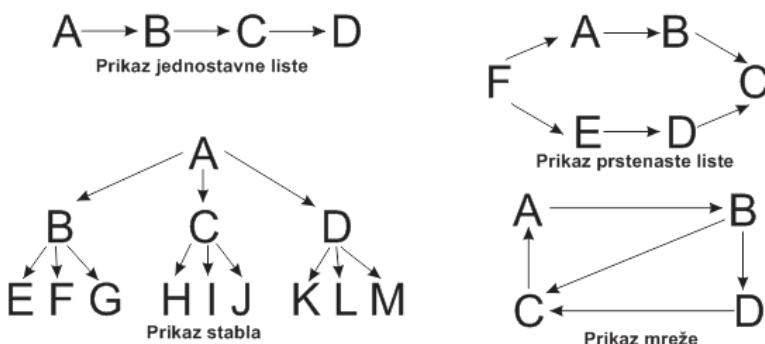
Svaka od tabele ima skup podataka, a u svakom retku podskup podataka definiра jedan entitet. Veze između atributa jednog entiteta se nazivaju funkcionalnim ovisnostima. Analizom tih funkcionalnih ovisnosti dolazimo da samo atribut „redni broj“ određuje sve ostale atrbute relacije pa se taj atribut može koristiti kao ključni atribut. Povezivanjem ključnih atributa u različitim grupama podataka (u predhodne dvije ta-

bele) stavljamo podatke u relacijsku vezu. Povezivanje ključnih atributa dovodimo podatke iz tabele s dijagnozama u vezu sa opštim podacima pacijenta.

Ovakve relacije (koje su ovdje prikazane u rudimentiranom obliku) srećemo u skoro svim modernim bazama podataka.

3.2.2. Grafički prikaz strukture podataka

Pored relacijskog tabličnog modela podataka, oni mogu biti organizirani i po drugim modelima (ravni ili tablični ili relacijski model, mrežni model, odnosni model, dimenzijski model, i drugi). Ovi modeli se mogu prikazati grafički. Grafički se struktura podataka može prikazati na tri osnovna načina: u obliku liste, stabla i mreže. Velika slova označavaju čvorove koji sadrže podatke o nekom entitetu, a grane grafikona predstavljaju veze među entitetima.



Slika 15. Grafički prikaz strukture podataka

3.3. ORGANIZACIJA PODATAKA

Pored strukture treba reći nešto i o organizaciji podataka. Podaci se fizički smještaju na neki medij. Da li su to podaci u knjigama ili časopisima, na magnetnim diskovima ili optičkim medijima oni imaju svoju organizaciju na tom mediju. S obzirom da mi govorimo o organizaciji podataka u računalnoj tehnologiji koja je danas pretežno digitalna, najmanja organizaciona jedinica digitalnih podataka jeste znak. Ako se podatak prikazuje binarnim znakovima onda su to znaci 0 i 1, i tada se ta jedinica naziva bit (od binary digit). Bit je najmanji element svakog podatka. Da bismo zapisali veću količinu podataka udružujemo više bitova. Veća dogovorna jedinica je bajt, koji se sastoji od 8 bitova. Bajt je osnovna jedinica podataka kod savremenih računara. Sljedeća veća razina organiziranja podataka jeste riječ (word), a dobija se povezivanjem cijelog broja bajtova.

Skup znakova formira polje a skup polja predstavlja zapis ili slog. Zapis je definiran formatom i adresom gdje je pozicioniran na mediju. Skup zapisa čini datoteku (file). To je skup zapisa koji se odnose na isti entitet. Baza podataka je najviši oblik organi-

zacijske podataka. To je skup zapisa koji pripada različitim entitetima između kojih postoji određen odnos. Ovi složeni odnosi su prikazani na šematskom prikazu broj 9, a uzlazni odnos u bazama podataka je sledeći:

- | | |
|-----------|------------------|
| - podatak | - polje |
| - znak | - zapis |
| - bit | - datoteka |
| - bajt | - baza podataka |
| - riječ | - banka podataka |

Definicije pojedinih pojmoveva (6):

Baza podataka je uređen skup podataka, po pravilu organiziranih u polja, zapise i datoteke, koji služe za jednu ili više definiranih aplikacija, tako da su podaci struktorno povezani i omogućavaju pristup svim drugim podacima u tom skupu za koje je nađeno da su u određenom logičnom odnosu.

Više baza podataka čine sistem baza podataka (**banka podataka**).

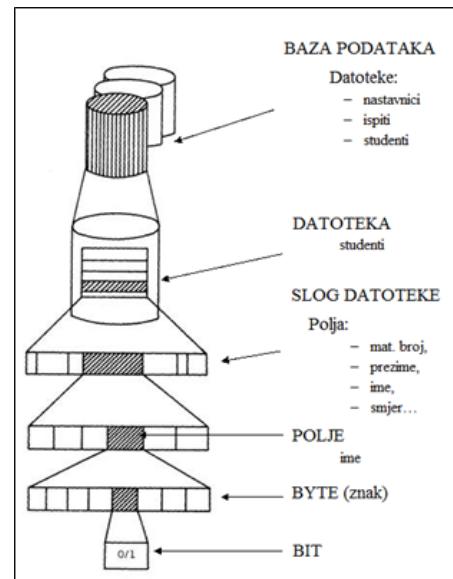
Znak (karakter) je najmanja jedinica informacije u zapisu, dio riječi u računarstvu koji obično sadrži 6, 7 ili 8 bitova. Alfanumerički karakter je bilo koje slovo ili bilo koji jednoscifreni broj.

Riječ je niz bitova koje hardver tretira kao cjelinu. To je osnovna jedinica podataka u memoriji, koja se sastoji od unaprijed određenog broja bitova i znakova. Nove generacije računara koriste riječi dužine 16, 32 ili 64 bita.

Datoteka je kolekcija uređenih zapisa u memoriji koja se može formirati, pretraživati, ažurirati, obrađivati, reorganizirati, brisati i uništavati. Ažuriranje datoteke je najčešća operacija i predstavlja mijenjanje skupa vrijednosti u datoteci, bez promjene njene organizacije ili semantike.

Bit je skraćenica za binarnu cifru i označava a) bilo koju od dvije cifre 0 ili 1, koje se u računarstvu koriste za predstavljanje brojeva, znakova ili naredbi; b) osnovnu jedinicu informacije koja je potrebna da bi se napravila razlika između dva događaja iste vjerovatnoće.

Bajt je niz od 8 bitova koji se najčešće koristi u predstavljanju pojedinačnih ASCII – karaktera. Kapacitet memorije računara se izražava naprimjer u kilobajtima, megabajtima, gigabajtima...



Slika 16. Organizacija podataka u računaru (5)

3.3.1. Organizacija datoteka

Da bi manipulacija podacima u datotekama bila moguća, datoteke se moraju organizirati na određen način. Postoje tri osnovna oblika organiziranja datoteka:

- sekvensijalna ili serijska se odnosi na one datoteke gdje je organizacija zapisa u onom redoslijedu kako oni pristižu, kako se učitavaju.
- indeksirana organizacija podrazumijeva onu u kojoj postoji popisni skup „I“ (index) koji omogućava pronalaženje zapisa na temelju primarnog ključa. Indeks je posebna datoteka koja sadrži podatke o ključevima svakog zapisa i njihovim fizičkim adresama na jedinici za pohranjivanje podataka.
- direktna organizacija ne daje značaj fizičkom redoslijedu organizacije datoteke, jer se pristup zapisu ostvaruje preko adrese, tj. podatka o mjestu na kome je zapis pohranjen u nekoj memorijskoj jedinici.

3.3.2. Baze podataka

Kako smo vidjeli baza podataka je skup međusobno povezanih podataka, pohranjenih u vanjskoj memoriji računara koji su istovremeno dostupni raznim korisnicima i aplikacionim programima. To je skup međusobno ovisnih podataka, pohranjenih bez redundancije (dupliranja), koji se mogu lako ažurirati i pretraživati. U sistemima koji nisu organizirani kao baze podataka nego se podacima pristupa iz datoteka, s vremenom raste redundancija (višak nepotrebnih podataka), i neusklađenost među vrijednostima istih atributa, što u medicinskim aplikacijama može imati višestruke štete. Baze podataka uklanjaju te i sljedeće manjkavosti:

- podaci se unose samo jedanput,
- eliminira se redundancija,
- brže i jednostavnije pretraživanje,
- datoteke se lakše proširuju,
- nove strukture lakše se inkorporiraju u bazu podataka,
- isti podaci mogu poslužiti različitim svrhama,
- promjene u bazi podataka ne remete stabilnost logičke strukture,
- koštanje pohranjivanja podataka je manje.

Nedostaci baza podataka su:

- dizajn i implementacija baze podataka zahtijeva visoko educirano osoblje,
- početne investicije su visoke,
- ako sistem nije podržan rezervnom kopijom (backup) baze podataka nakon eventualnog pada sistema zaustavlja se rad organizacije koja koristi bazu,
- potreban je sofisticiran hardver i softver.

3.3.3. Modeli baza podataka

Već smo naveli da razlikujemo nekoliko tipova modela baza podataka (6). Za modeliranje strukture podataka koriste se različite tehnike. Određeni modeli se lakše koriste za neke tipove sistema upravljanja bazama podataka nego drugi modeli. Model čini osnovu za osmišljavanje, definisanje i implementaciju baze podataka.

Sistemi za upravljanje bazama podataka mogu se podijeliti u slijedeće osnovne modele:

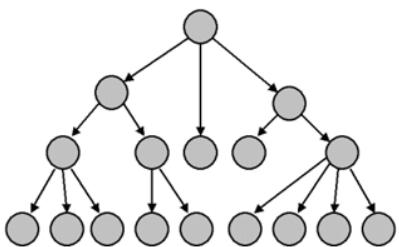
- **Hijerarhijski model** – čine ga podaci složeni u hijerarhijsku strukturu;
- **Mrežni model** – može se predstaviti usmjerenim grafikonom u kojem su čvorišta podaci, a lukovi među čvorištima definišu veze među podacima;
- **Relacioni model** – zasnovan na matematičkom pojmu relacije. Podaci i veze među podacima se prikazuju preko dvodimenzionalnih tabela.
- **Objektni model** – bazira se na konceptu objekata koji predstavljaju skup podataka i operacija koje se na njima mogu izvršavati.

Hijerarhijski model

Hijerarhijski model je najstariji od svih modela baza podataka. Ovaj model se razvio iz informacijskog sistema za upravljanje u 50-tim i 60-tim godinama prošlog stoljeća.

U hijerarhijskom modelu podaci su smješteni u seriju slogova (zapisa). Da bi se uspostavila veza između slogova, hijerarhijski model uspostavlja relaciju roditelj – nasljednik. Ovo je takozvano 1:N mapiranje između slogova koje se radi korišćenjem stabla. U ovom modelu, relacije su takve da jedan nasljednik može imati samo jednog roditelja, ali roditelj može imati više nasljednika. Roditelji i nasljednici su povezani vezama koje se nazivaju pokazivači (u fizičkoj realizaciji to je adresa u memoriji gdje se slog nalazi).

Roditelj ima listu pokazivača za svakog od svojih nasljednika. Hijerarhijski model je dobro uređena struktura, koja podsjeća na hijerarhijsku strukturu u npr. državi, vojsci ili nekoj velikoj organizaciji.



Slika 17. Hijerarhijski model baze podataka

Hijerarhijski model ima ozbiljnih nedostataka. Na primer, ne može se dodati slog u tabelu nasljednika dok se ne uključi u roditeljsku tabelu. Hijerarhijski model je sposoban da radi jedino sa jednostrukim stablima, a ne može da se nosi sa povezivanjem ogranka ili stvaranjem višestrukih veza. Zbog toga se stvara redundansa (višestruko pojavljivanje) podataka i mogućnost netačnog ažuriranja. Na primeru hijerarhijske organizacije neke bolnice koja ima odjele, zdravstvene radnike, pacijente itd. mogu se lako uočiti navedene slabosti. Lako je predstaviti da na jednom odjelu ima više doktora, ali

se ne može predstaviti da jedan doktor radi na više odjela. Da bi se ovo uradilo, moraju postojati dva pojavljivanja istog doktora. To može dovesti do netačnosti kod ažuriranja podataka, npr. moguće je da informacije budu različite u dva zapisa, što vodi do konfuzije (7).



Mrežni model

Slika 18. Mrežni model Mrežni model je prvi put predstavljen 1971. godine. Omogućava da se višestruki skupovi podataka koriste za jedno putem pokazivača (ili pointer-a). Neke kolone sadrže pokazivače na druge tabele umesto samih podataka. Na taj način tabele su povezane pokazivačima i mogu se posmatrati kao mrežna struktura. Dok u hijerarhijskom modelu svaki slog ima jedan „roditeljski“ slog i neograničeno „nasljednika“, mrežni model omogućava svakom zapisu da ima višestruke roditelje i nasljednike, kreirajući mrežastu strukturu.

Mrežni model se danas uglavnom ne upotrebljava za dizajniranje baze podataka, ali ipak ima slučajeva gdje se kao dio nasljeđa koristi u nekim kompanijama. Predstavlja unapređenje hijerarhijskog modela, ali je kompleksan i težak za upotrebu. Pored toga, teško ga je podržati matematičkim aparatom, što onemogućava kasnije efikasno programiranje.

Relacioni model

Kao i mnoge druge tehnologije u računarskoj industriji, korljeni relacionih baza podataka potiču iz IBM-a i njihovog istraživanja automatizacije kancelarijskih operacija u 60-tim i 70-tim godinama XX stoljeća. Zbog same tehničke prirode rada i oslanjanja na matematički aparat, njegova važnost nije odmah shvaćena. U srcu relacionog modela nalazi se koncept tabele u kojoj su smješteni svi podaci. Svaka tabela je načinjena od slogova (redova u tabeli), a svaki slog ima svoja polja (attribute - kolone). Osnovne karakteristike relacionog modela podataka su sljedeće:

- Sve se pohranjuje u tabele;
- Zasniva se na strogoj matematičkoj teoriji;
- Minimalna redundansa podataka;
- Jednostavno ažuriranje podataka;
- Izbjegnute su anomalije ažuriranja;
- Redoslijed kolona i redova ne utiče na informacioni sadržaj tabele;
- Ne mogu da egzistiraju dva identična reda (zapisa) u jednoj tabeli;
- Svaki red se može jednoznačno odrediti (postoji primarni ključ);

O ovom modelu smo govorili više kada smo govorili o strukturi podataka.

Zahtjev za podatkom iz relacione baze podataka se dobija izvršavanjem upita koji

je napisan u posebnom jeziku, obično nekom od dijalekata SQL-a (programski jezik za rad sa relacionim bazama podataka). Iako je SQL originalno namijenjen za krajnje korisnike, mnogo češće se SQL upiti ugrađuju u softver koji omogućava lakši korisnički interface. Kao odgovor na upit, baza podataka vraća skup podataka, koji je u stvari lista redova koji sadrže odgovor, ili zadovoljavaju zadati kriterij. Najjednostavniji upit je da se dobiju svi redovi iz tabele, ali češće redovi se filtriraju na neki način da bi se dobio traženi odgovor. Često se podaci iz više tabele kombiniraju u jednu procesom udruživanja.

Fleksibilnost relacionih baza podataka dozvoljava programerima da pišu upite koji nisu bili predviđeni od strane dizajnera baze podataka. Kao rezultat relacione baze podataka mogu da se koriste u više aplikacija koje originalni dizajneri nisu predvideli, što je posebno važno za baze podataka koje se mogu koristiti decenijama.

LITERATURA:

1. Panian Ž. Informatički enciklopedijski rječnik. Europapress holding d.o.o. Zagreb 2005. godine
2. Tan J. Medical informatics : concepts, methodologies, tools, and applications. Medical information science reference, Hershey - NewYork 2009. godine
3. Boroš I. Osnovi računarstva. Viša tehnička škola Subotica, Subotica 2004. godine.
4. http://www.lecad.unze.ba/nastava/INFORMATIKA/Info3-Racunari%20i%20Njihova%20Primjena/Info3_4-4-5i6Prezen.pdf (05.03.2012.)
5. http://www.pfri.uniri.hr/~tudor/materijali/organizacija_podataka.htm (05.08.2012.)
6. Khosrow – Pour M. Encyclopedia of information science and technology. Idea Group Reference, Hershey-London-Melbourne-Singapore 2005. godine
7. Wickramasinghe N, Geisler E. Encyclopedia of healthcare information systems. Medical information science reference, Hershey - NewYork 2008. godine.

METODE OBRADE PODATAKA U ZDRAVSTVU

4.1. ZAŠTO OBRADA PODATAKA?

U svom radu zdravstveni radnici proizvode velike količine različitih oblika podataka. Ti podaci jesu ili nisu formatirani na određen način te ih je često potrebno "obraditi" da bi dobili određen smisao i mogli korisno poslužiti. Oni se pohranjuju u različite papirne ili elektronske obrasce i tako prikupljeni mogu poslužiti u različite svrhe, kao što su rješavanje medicinskih problema, za istraživanje, planiranje i programiranje u zdravstvu, za stvaranje baze znanja...

Zašto je potrebno obraditi podatke?

- Zato što hiperproducija podataka stvara probleme pri njihovom korištenju kako zbog nesređenosti, redundancije, tako i zbog nemogućnosti izvođenja adekvatnih zaključaka iz sirovih podataka,
- Obradom podataka dobijamo informacije i znanja o određenim činjenicama,
- Posloženi podaci nam omogućuju planiranje, istraživanje i eksperimentiranje,
- Kada su obrađeni na određen način omogućuju nam analizu i opis stanja,
- Omogućuju nam zaključivanje od konkretnog pojedinačnog ka općem...

Većina podataka nastaje u kontaktu zdravstveni radnik pacijent (1) i upisuju se u propisane obrasce za zdravstvene evidencije. To mogu biti pojedinačni ili grupni statistički izvještaji, nalazi laboratorijskih pretraga, nalazi opservacije zdravstvenih radnika, zdravstveni karton, historija bolesti ili druge obrasce uglavnom u formi slobodnog teksta. Svaki zdravstveni radnik taj tekst zapisuje na njemu svojstven način, i tako se formiraju podaci nestandardiziranog sadržaja, te takve informacije nisu prikladne za analizi i evaluaciju. Stoga su zbog općeg interesa propisani obrasci u koje se prikupljaju standardizirani podaci. Kako u zdravstvenom sektoru još uvek vladaju konzervativni stavovi po pitanju kreiranja adekvatnih nosača podataka ili zbog tromosti administrativnog zdravstvenog sistema većina propisanih obrazaca nisu prilagođeni računarskom unosu podataka. Zbog toga je veoma otežana stručna i naučna evaluacija današnje medicinske prakse. Za ovakvu situaciju su krivi i sami zdravstveni radnici jer često smatraju registriranje podataka nepotrebnim opterećenjem koje ih ometa u izvođenju „važnijih“ poslova, kao što je konkretan klinički rad s pacijentom. Zašto zdravstveni radnici imaju otpor prema evidentiranju zdravstvenih podataka možemo zaključiti iz same prirode njihova posla i načina na koji se podaci evidentiraju.

Zdravstveni radnici često nisu upućeni u način i važnost pravilnog vođenja medicin-



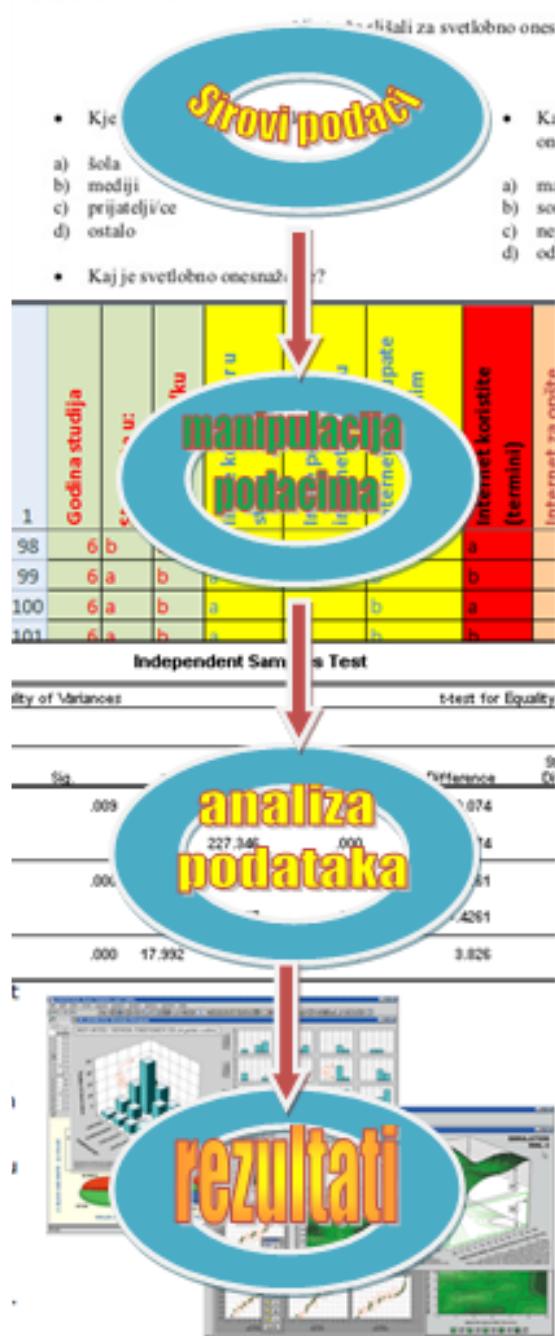
ske dokumentacije. U svom radu se sreću sa mnoštvom dokumenata, obrazaca i drugih nosača podataka, te nekad provode i do 30% svog radnog vremena popunjavajući različite obrasce. Često nema pratećih uputstava kako i koje podatke treba upisati...

Zdravstveni radnici ne vide svrhu niti motiv da za uredno vođenje medicinske dokumentacije. Većina podataka se sigurno obrade i poluče neke rezultate, manji dio njih završe u nekakvima arhivama neobrađeno, međutim, rijetko oni koji su ih generirali dođu do povratnih informacija o učincima podataka.

Zdravstveni radnici, često, ne znaju ili nemaju vremena da sami analiziraju prikupljene podatke te iz njih izvuku potrebne im zaključke. Ovo je evidentan problem jer zdravstveni radnici u toku svog školovanja nemaju adekvatnu edukaciju o obradi zdravstvenih podataka. I u toku daljnog stručnog usavršavanja pa i pripravničkog staža gdje bi se detaljnije trebali upoznati s različitim evidencijama u zdravstvu, načinima i svrsi prikupljanja podataka, samo se ovlaš pređe ta problematika.

Samoevaluacija rada zdravstvenih radnika u cilju poboljšanja prakse, oticanja eventualnih problema ili mogućnosti preveniranja medicinskih greški je veoma rijetka, te im vlastiti podaci ni u tom smislu nisu potrebni. Pored toga kako ne učestvuju značajno u planiranju i programiranju zdravstvene zaštite ni to im nije motiv za adekvatnu evidenciju.

ANKETA: Svetlobno onesnaženje
RAZRED: _____



Slika 19. Proces obrade podataka

4.2. FAZE OBRADE ZDRAVSTVENIH PODATAKA

Glavni izvor zdravstvenih podataka jeste interakcija zdravstvenog radnika i pacijenta. Postoji nekoliko faza u procesu obrade podataka (2). Zdravstveni radnik u svakodnevnom kontaktu sa pacijentom uzimanjem anamneze, fizikalnim pregledom i ciljanim pretragama **prikuplja podatke** i unosi ih u za to predviđene obrasce ili **memorira** u elektronskom obliku. Ovako prikupljeni podaci formiraju **bazu podataka** za svakog pojedinačnog pacijenta. Već u toku prikupljanja podataka zdravstveni radnik **provjerava** i **kontroliše** valjanost, pouzdanost, kvantitet, kvalitet, i ispravnost dobijenih podataka. Pri tome se podaci moraju dovesti u jasno mjerljivo stanje, jer u običnom medicinskom intervju postoje mnogi nedefinisani pojmovi. Zatim zdravstveni radnik **transformira** prikupljene podatke u oblik pogodan za postavljanje dijagnoze. Kada su podaci prikupljeni, provjereni i transformirani, slijedi **probiranje** značajnih pokazateљa, a potom **sažimanje** ili **grupiranje** podatka metodima **logičke redukcije** dovodeći ih u međusobnu relaciju. Sljedeća faza jeste **analiza problema** na osnovu prikupljenih podataka.

Pri svim ovim procesima vrši se kontinuirana manipulacija podacima, kojima se oni prevode u oblik i format koji nam je pogodan za obradu. Zapravo su važna tri osnovna pitanja (3):

Format podataka: podatke dobijamo u veoma različitim formatima uključujući: slobodan tekst, odštampane otiske, numeričke vrijednosti odvojene zarezom, tabelirane podatke, ASCII ili slične formate. Svi su nam ti formati razumljivi, ali nisu prihvatljivi recimo za Excel, SPSS ili drugi programski paketi za obradu podataka.

Konfiguracija podataka: podaci moraju biti raspoređeni na specifičan odgovarajući način bez obzira na način obrade ili upotrebu određenog programskog paketa za obradu. Vrlo često to nije tako nego se moraju prilagoditi potrebi.

Fragmentacija podataka: ponekad su podaci koji nam trebaju raspoređeni u različitim datotekama. Tada je potrebno sabrati podatke u jednu koherentnu cjelinu da bi ih mogli lako, brzo i što je najvažnije s povjerenjem (da su tačni) zahvatiti u našim analizama.

Podacima uglavnom manipuliramo pomoću programskih paketa za tablične proračune kao što su Microsoft Excel, neki složeniji programski paketi koji rade s bazama podataka, ili statistički paketi.

Korisnici moćnih programskih paketa daju veoma efektne i kvalitetne analize za veoma kratko vrijeme, nego što se uradi drugim metodima manipulacije podacima.

4.3. KVANTITATIVNI I KVALITATIVNI PODACI

Prikupljeni zdravstveni podaci imaju različita svojstva. U samom početku treba razdvojiti nemedicinske ili identifikacione podatke (ime i prezime, dob, pol, adresa, zanimanje...) od medicinskih podataka kao što su podaci dobiveni iz historije bolesti,

fizikalnog pregleda ili raznim testiranjima, te podaci o tretmanu i drugim medicinskim procedurama.

Sa stanovišta statistike podaci mogu imati kvalitativna i kvantitativna svojstva. **Kvantitativni** (numerički ili parametrijski) podaci razlikuju se po kvantitetu i brojčano se izražavaju. Npr. broj eritrocita, temperatura izražena u stepenima, težina pacijenta izražena u kilogramima itd. **Kvalitativni** (opisni ili neparametrijski) podaci se izražavaju opisno (spol, zanimanje, znaci bolesti...) (3).

I kvantitativni i kvalitativni podaci ne daju pouzdane činjenice o stanju pacijenta. Naprimjer, opisni kvalitativan podatak ovisi o subjektivnoj procjeni, neće uvijek proizvesti pouzdane informacije. Također, naizgled čvrsti kvantitativni podaci ne daju uvijek pouzdane informacije u graničnim slučajevima. Kvantitativan podatak nam daje veličinu a ne da li je ta veličina normalna ili nenormalna, jer normalo u sklopu drugih veličina je različito u graničnim vrijednostima za različite osobe.

Entitet		PACIJENT			
Jedinica posmatranja		Redni broj	Pol	Temperatura	Kašalj
Obilježje		32	-	-	-
Vrijednost obilježja		-	m	37	da
Vrijednost promjenljive					

Tabela 4. Karakteristike podataka u informatici i statistici

Treba razmotriti razliku u poimanju obilježja (podataka) o objektu u informatici i statistici. U informatičkoj terminologiji posmatrani objekt se naziva *entitet*, dok se u statističkoj terminologiji naziva *jedinica posmatranja*. Entitet se uvijek opisuje nizom atributa ili obilježja a jedinica posmatranja u statistici nizom varijabli. Da bi izbjegli terminološke nejasnoće na tabeli 4. dajemo uporedne odnose informacijskih i statističkih termina za posmatrani objekt.

Kvantitativni podatak se može na neki način izmjeriti i izraziti brojem, dok se kvalitativni atribut ne može izmjeriti, već opisno klasificira u određene klase (4).

4.4. MJERNE SKALE

Podatke izražene mjernim jedinicama možemo direktno koristiti i unositi u određene formulare za prikupljanje podataka, da bi se oni potom analizirali. Međutim, subjektivne kvalitativne podatke kao što je recimo kvalitet nekog simptoma ne možemo analizirati bez predhodne transformacije u određene ljestvice kojima ćemo odrediti kvantitet kvalitativne pojave. Time se dozvoljava odvajanje normalnog i patološkog i upoređivanje podataka. Zapravo kvalitativni podaci se klasificiraju u jasno definirane kategorije. Tako nastaju nominalne skale. Nominalni podaci mogu biti poredani (saklirani) prema jačini prezentiranog kvaliteta, pa takve skale nazivamo ordinarne. Napri-

mjer kod neke povrede možemo napraviti sljedeću skalu:

- 0 = nema povrede
- 1 = ogrebotina kože
- 2 = razderotina kože i potkožnog tkiva
- 3 = otvorena povreda dubljih slojeva tkiva
- 4 = otvorena povreda sa prelomom kosti

Svaka kategorija je u ovoj skali označena jednim imenom, ali i poredana po težini povrede po određenom redu (eng. order), pa kažemo da je to i ordinarna skala. Ova skala se može svesti na samo dva kvaliteta i tada se naziva dihotomna skala:

- 1 = nema povrede
- 2 = ima povreda

Postoje takozvani semikvantitativni podaci (ne daju jasno kvantitativne vrijednosti ali ipak upućuju na neku rastegljivu veličinu) i oni se također mogu skalirati u ordinarnoj skali, pa kvantitet neke kvalitativne varijable možemo poredati ordinarnom skalom ovako:

1. kategorija: nikad
2. kategorija: veoma rijetko
3. kategorija: rijetko
4. kategorija: uobičajeno
5. kategorija: često
6. kategorija: veoma često
7. kategorija: uvijek

Nasuprot kvalitativnim podacima i nominalnoj skali stoje kvantitativni podaci i intervalna skala, gdje su osobine entiteta numerički mjerljive i tako skalirane. To su mjerne skale kod kojih je poznat redoslijed i razlika među rezultatima na svakom dijelu skale. Recimo visina osobe, broj eritrocita u krvi... Kod ovih skala mogu se računati:

- aritmetičke sredine
- standardne devijacije
- z-vrijednosti
- r-koeficijent korelacijske

4.4.1. Greške pri mjerenuju

Tokom mjerjenja vrijednosti podataka mogu se pojaviti greške. Razlozi za to mogu biti brojni ali najčešće su nastale zbog nesavršenih instrumenata koji se koriste pri mjerenuju, nesavršenosti naših osjetila i nepažnje onoga koji mjeri (5).

Razlikujemo tri vrste grešaka: sistematske, slučajne i grube. Sistematske greške se javljaju zbog neispravnog instrumenta za mjerenuju i mogu se ukloniti. Slučajne greške se javljaju zbog nesavršenstva mjernog instrumenta i čovjeka koji mjeri, mogu se javiti pri svakom mjerenuju i ne mogu se ukloniti. Kako bi se umanjio uticaj slučajne greške potrebno je izvesti više mjerenuja a prikazati aritmetičku sredinu kao najvjerojatniju

vrijednost. Gruba pogreška se javlja zbog previda ili pogrešnog očitanja prilikom mjerjenja. Takve greške se izbjegavaju pažljivim postupkom mjerjenja.

Tipične greške koje se mogu pojaviti pri mjerenu podataka su:

- greške nastale prije postupka mjerjenja
- greške pri mjerenu
- greške nastale poslije mjerena

Za greške nastale prije mjerena su obično odgovorne nepodesne metode za mjerjenje (recimo anamnestički podaci neće biti valjni ako ih daje osoba ograničenih umnih sposobnosti). Dakle prije pristupanja mjerenu mora se tačno definirati zahtijev za mjerenu, objekat mjerena i metod mjerena.

Greške u toku mjerena nastaju uslijed nepreciznosti ili netačnosti koju proizvodi mjerni aparat, uslijed neobjektivnog posmatranja činjenica tokom fizikalnog pregleda.

Greške koje nastaju poslije mjerena jesu greške interpretacije rezultata zbog nepoznavanja materije ili slučajne greške pri prepisivanju podataka.

4.5. METODE OBRADE PODATAKA

Obrada podataka je manipuliranje podacima u svrhu dobijanja upotrebljivih oblika podataka ili informacija. Ona obuhvata izračunavanja, klasifikaciju i aranžiranje podataka (6). Obrada podataka se sastoji od tri temeljna koraka: ulaza, obrade i izlaza koji su međusobno uvezani.



Slika 20. Tri osnovna koraka pri obradi podataka

Ulaz – U ovoj fazi se inicijalni ili ulazni podaci pripremaju za obradu. Oblik pripreme ovisi o načinu obrade. Kod ručne obrade oni se sortiraju, dok za automatiziranu obradu se oni ubacuju u bazu podataka.

Obrada – U ovoj fazi se ulazni podaci mijenjaju, ili se kombiniraju s drugim podacima da bi se dobili prigodni oblici podataka za obradu, te se takvi obrađuju.

Izlaz – Na izlazu su skupljeni svi rezultati obrade podataka.

Često je ovaj jednostavni ciklus obrade proširen sa još tri važna koraka: prikupljanjem, pohranjivanjem i distribucijom podataka.

Prikupljanje podataka – U ovom koraku se prikupljaju izvorni podaci, koji se u ovoj fazi provjeravaju na korektnost.

Raspodjela podataka – Raspodjeljuju se izlazni podaci najčešće u izlaznim dokumentima. Ovi izlazni podaci mogu postati ulazni podaci za novu obradu u sljedećem ciklusu obrade.

Pohrana podataka – Ovaj korak je presudan za mnoge postupke obrade. Rezultati

obrade se često smještaju u memoriju da bi poslužili kao ulazni podaci u nekoj daljnoj obradi. Ujedinjeni skup podataka u memoriji naziva se datotekom.

Prema načinu manipulacije podacima možemo reći da postoje tri načina obrade podataka (7):

1. ručna obrada,
2. poluautomatizirana
3. automatizirana obrada podataka.

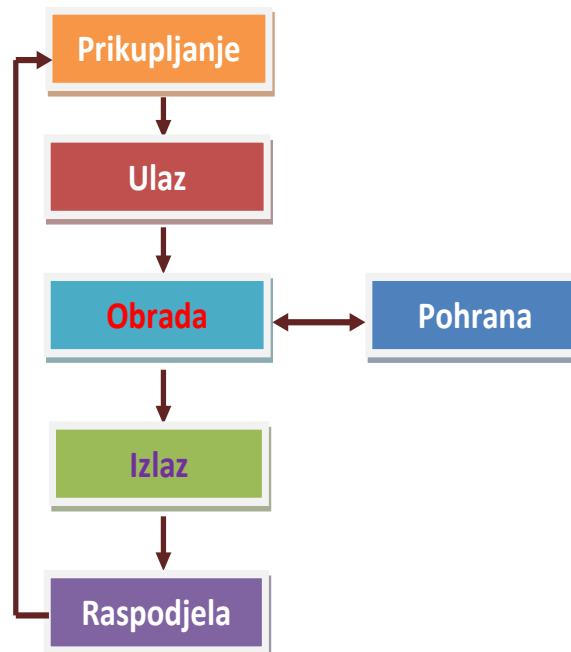
Ranije u vrijeme prije masovne upotrebe računara uglavnom su se koristile ručne i poluautomatizirane obrade podataka. Danas u situacijama kada je potrebno uraditi manju obradu podataka koristi se još uvijek ručna metoda obrade, gdje obradu i nadzor nad operacijama obrade provodi čovjek. Ručna obrada se koristi da se ne bi stvarali složeni algoritmi obrade pa je jednostavnije male proračune ručno uraditi.

Poluautomatizirana metoda obrade podataka se koristi u složenijim situacijama, kada imamo veću količinu podataka, te više entiteta i njima pridruženih atributa. Dio operacija nadzire čovjek, a dio je prepusten računaru.

Automatizirana (računarska) metoda obrade se koristi u situacijama kada čovjek nije u stanju vršiti nadzor i provjeru nad operacijama obrade podataka, zbog velike količine podataka. Tada se načine specijalno programirani algoritmi za obradu podataka. Što se tiče cijene koštanja obrade računarska obrada manjih količina podataka je skupljena od ručne obrade iste količine podataka jer su veći fiksni troškovi po jedinici, dok je kod veće količine podataka jeftinija računarska obrada.

4.6. PROCES OBRADE PODATAKA

Da bi se došlo do kvantitativnih saznanja radi koga su prikupljeni neki podaci moraju se podaci prikupiti, obraditi i na kraju rezimirati i opisati utvrđeno stanje. Nakon tога započinje analitički rad čiji je smisao da se dođe do općih objektivnih zaključaka. Interpretacija obrađenih podataka za sada pripada čovjeku, mada u budućnosti i tu ulogu može preuzeti računar (umjetna inteligencija). I ručna i računarska obrada podataka donekle, imaju slične faze koje se u nekim segmentima razlikuju, i te razlike ćemo



Slika 21. Složeniji proces obrade podataka

naglasiti u sljedećem opisu faza pojedinih metoda obrade (2).

4.6.1. Ručna obrada podataka

Ova metoda obrade podataka je poznata još iz prahistorije. Čovjek se služio oštim predmetima i obrađivao različite vrste podataka na površini stijena i pećina. Kasnije se pronalaze drugi nosači podataka kao glinene pločice u Babilonu, papirus u Egiptu, te još kasnije papir i drugi mediji. Ručna metoda je koristila mnoga pomoćna sredstva kao što je upotreba kamenčića i štapića, upotreba abakusa otprilike prije 5000 godina te računanje s prstima u rimsko doba.

Ova metoda ima sljedeće faze obrade podataka (2):

- Prikupljanje podataka – u toku rada zdravstveni radnici prikupljaju različite*

ULAZNE VARIJABLE – edukacija ljekara, raspoloživi tehnološki resursi, uvjeti rada, koncept pzz, standardi			
Nº	Pitanje	Kod odgovora	bod
101	FAKTORI KADRA	Medicinski fakultet.....1 Jednogodišnja edukacija iz porodične medicine....2 Specijalizacija opće medicine.....3 Specijalizacija iz porodične medicine.....4 Druga specijalizacija.....5 Stručni seminari.....6 2-5 dana u toku protekle godine...x 6-10 dana u toku protekle godine...x više od 10 dana u toku protekle godine...x	
102	Staž (iskustvo)	do 2 godine staža.....1 2 do 4 godine staža.....2 od 4 do 6 godina staža.....3 preko 6 godine staža.....4	
103	Dnevno opterećenje ljekara (prosječan broj pacijenata dnevno)	Do 30 pacijenata dnevno.....1 Od 31-40 pacijenata dnevno.....2 Od 41-50 pacijenata dnevno.....3 Preko 51 pacijent dnevno.....4	
104	Prosječan broj konsultacija dnevno	Ispod 5.....1 5 do 10	
105	Kućna (porodična) njega	Iznad 10.....3 Uspostavljena sa spola radnog vremena.....1 Uspostavljena sporadično.....2 Nije uspostavljena.....3	
106 UZV	FAKTOVI TEHNOLOGIJE	Istraživana tehnologija prisutna u ambulanti.....1 Tehnologija prisutna u istoj zgradici.....2 Tehnologija udaljena od ambulante do 2 km.....3 Tehnologija udaljena više od 2 km.....4	
RTG	Dostupnost tehnologije	Istraživana tehnologija prisutna u ambulanti.....1 Tehnologija prisutna u istoj zgradici.....2	

Tabela 5. Anketa za prikupljanje podataka (8)

vrste podataka u predefinirane obrasce. Ti takozvani statistički obrasci se dijele na individualne i kolektivne. Individualni služe za prikupljanje podataka o svakom individualnom pacijentu, a grupni za više pacijenata istovremeno. Svaki upitnik ima identifikacijske podatke i podatke u vezi sa posmatranim stanjem. Obrasci moraju osigurati jednoobraznost dobijenih podataka. Svaki traženi atribut mora biti precizno definiran, a pri sastavljanju obrazaca treba se pridržavati sljedećih principa (2):

- broj pitanja mora biti racionalan, a da rezultat rada ne bude ugrožen,
- pitanja moraju biti jednostavna i kategorična, sa što je moguće preciznijim odgovorom (najbolje „da“ ili „ne“ odgovori),
- pitanja moraju biti tako formulirana da se izbjegnu subjektivni odgovori ispitanika,
- pitanja moraju biti konkretna i precizna na koja se daje jasan odgovor,
- pitanja ne smiju biti sugestivna,
- pitanja ne smiju biti neugodna ili uvredljiva,
- na pitanja s numeričkim obilježjima mora biti označena jedinica mjere u kojoj se traži odgovor,
- obrazac sa pitanjima mora imati pravilan tehnički izgled radi većeg kvaliteta odgovora, brže i lakše kontrole podataka...
- svaki obrazac treba imati odgovajuće uputstvo za popunjavanje.

Veoma često u praksi se vrše pilot istraživanja da bi se provjerio kvalitet i svršishodnost ponuđenog upitnika.

2. *Upisivanje podataka* – Osobe koje upisuju podatke moraju biti posebno educirane za taj posao. Za unos podataka u samoj registraciji najpouzdaniji su sami medicinski radnici. U istraživačkim projektima podatke unose sami istraživači sa saradnicima.
3. *Kontrola prikupljenih podataka* – Kako se radi o velikom broju podataka često se dese pogrešni unosi. Pogreške mogu biti slučajne, obično zbog nedovoljne pažnje pri upisivanju i stalne koje nastaju djelovanjem stalnog faktora (neispravan mjerni instrument). Zato je neophodno vršiti kontrolu unosa podataka. Kontrolira se obuhvat unesenih podataka, kompletност odgovora i kvalitet (ispravnost) podataka.
4. *Grupiranje podataka* – Da bi podaci bili pravilno upotrijebljeni, moraju biti pregledno razvrstani po određenim kriterijima. Zato se podaci grupiraju, što omogućava upoređivanje sličnih pojava. Ovu operaciju treba da izvode posebno educirane osobe jer neadekvatno grupirani podaci ne daju objektivan uvid u stanje.
5. *Kodiranje podataka* – Nakon što su grupirani, svakoj grupi podataka se dodjeljuje određena šifra pa recimo za atribut muški se dodjeljuje šifra 1 a za atribut ženski šifra 2, itd.

6. *Sortiranje materijala* – je operacija gdje se obilježja sortiraju prema ključnoj varijabli. Sortiranje se može vršiti manuelno, mehanički ili elektroničkim strojevima. Sortiranje podataka se za mali broj slučajeva vrši ručno.
7. *Tabeliranje podataka* – Kao rezultat sortiranja umjesto individualnih podataka su dobijeni grupni podaci, pristupa se tabeliranju podataka. Tabele predstavljaju pregled brojčanih vrijednosti pojedinih atributa u grupi slučajeva. Obzirom na ulogu tablice se dijele na obradne i publikacijske.

Prednosti ručne metode obrade podataka su što su podaci vidljivi u svim fazama obrade, koriste se lako dostupna i jeftina pomoćna sredstva, potrebne su male pripreme za obradu, kod obrade malih količina podataka je ekonomičnija, lako se prilagođava izmjenjenim potrebama i lako se kombinira s drugim metodama obrade. Glavni nedostaci ručne obrade jesu sporost, veliki broj grešaka i teško otkrivanje grešaka.

4.6.2. Mehanička obrada podataka

Ovo je u suštini ručna obrada podataka potpomo-gnuta različitim mašinama za računanje. Počeci joj sežu u 17 stoljeće kada se razvijaju mehanički strojevi za računanje. Takav jedan stroj je aritmometar proizведен 1623. godine od Wilhelm-a Schickard-a u Tübingen-u.

U to vrijeme su pronađeni i različiti oblici logaritmara koji su pomagali u ručnoj obradi podataka, kasnije stolni mehanički pisači i računalni strojevi, te još kasnije prava mehanička kartična računala kao što je bio Hollerith-ov parni stroj 1887. godine. O ovim strojevima govoriti ćemo detaljnije u poglavljju o razvoju računarskih tehnika.



Slika 22. Aritmometar Felix-M izložen u Lenjingradskom muzeju

4.6.3. Računarska obrada podataka

Treba napomenuti da su neke operacije kod ručne i računarske obrade podataka slične. Operacije prikupljanja, provjeravanja i grupiranja se obavljaju prije unosa podataka u računar dakle, ručno, mada se mogu kreirati algoritmi za računalno provođenje ovih operacija. Nakon što se pripremljeni podaci unesu u računar on izvodi preuzima inicijativu i izvodi operacije kao što su razvrstavanje, sortiranje, računanje, pohranjivanje, pronalaženje, prenošenje i predstavljanje u prihvatljivom obliku korisniku

računara.

Za unošenje podataka u računar treba postojati ulazna jedinica za unos pomoću koje zdravstveni radnici ili bilo koji drugi radnici u zdravstvu unose podatke u računar. Unos podataka može biti i automatski prenešen iz drugih elektronskih dijagnostičkih ili komunikacijskih uređaja (9). Za to su razvijeni posebni protokoli (HL7) ili radna okruženja (PACS) koji će kasnije biti detaljnije obrazloženi.

Razvrstavanje i sortiranje podataka se u računalnoj tehnologiji vrši u pripremi podataka za obradu ručno ili može i programski za što treba za svaku priliku programirati algoritam za sortiranje.

Ostale etape se vrše automatski pomoću računara. Računanjem se izvode aritmetičke i logičke operacije sa podacima, pri čemu se početne vrijednosti prevode u obrađene nove vrijednosti. Obrađeni podaci se pohranjuju (memoriraju) na neki medij za pohranu. To mogu biti papir, mikrofilm, magnetna memorija jedinica, čip ili optički disk. Tako pohranjeni podaci se kasnije mogu pretraživati prema zadatim kriterijima. Umnožavanje, prenošenje i izlistavanje podataka su također automatske računalne operacije, gdje se podaci iz jednog oblika i s jednog medija komunikacijskim kanalima prenose u drugi oblik i na drugi medij. Grafički prikaz podataka je čest u zdravstvenim sistemima, a omogućava da se rezultati obrade podataka prikažu grafički na ekranu ili nekom drugom izlaznom mediju za grafički prikaz.

Za sve ove operacije koriste se različiti elektronički sistemi, koji mogu u manjoj ili većoj mjeri izvršavati simultano više operacija odjednom.

LITERATURA:

1. National Center for Health Statistics. Health, United States, 2012: With Special Feature on Emergency Care. Hyattsville, MD. 2013.
2. Pirc B, Milat D. Osnove istraživanja u zdravstvu. Informator, Zagreb 1975. godine.
3. Grossman JM, Cross DA, Boukus ER, Cohen GR. Transmitting and processing electronic prescriptions: experiences of physician practices and pharmacies. J Am Med Inform Assoc. 2011 Nov 18.
4. Peissig PL, Rasmussen LV, Berg RL, Linneman JG, McCarty CA, Waudby C, Chen L, Denny JC, Wilke RA, Pathak J, Carrell D, Kho AN, Starren JB. Importance of multi-modal approaches to effectively identify cataract cases from electronic health records. J Am Med Inform Assoc. 2012 Mar-Apr;19(2):225-34
5. Niland JC, Stiller T, Neat J, Londrc A, Johnson D, Pannoni S. Improving patient safety via automated laboratory-based adverse event grading. J Am Med Inform Assoc. 2012 Jan-Feb;19(1):111-5.
6. Tuđman M, Boras D, Dovedan Z. Uvod u informacijsku znanost. Školska knjiga, Zagreb 1992. godine.
7. Kingston A, Sakellariou A, Varslot T, Myers G, Sheppard A. Reliable automatic alignment of tomographic projection data by passive auto-focus. Med Phys. 2011 Sep;38(9):4934-45.
8. Newgard CD, Zive D, Jui J, Weathers C, Daya M. Electronic versus manual data processing: evaluating the use of electronic health records in out-of-hospital clinical research. Acad Emerg Med. 2012 Feb;19(2):217-27. doi: 10.1111/j.1553-2712.2011.01275.x.
9. Sivić S. Procjena iskorištenosti informacijskih dijagnostičkih tehnologija u ambulantama opće i porodične medicine. Doktorska disertacija, Univerzitet u Sarajevu, 2011. godine.
10. Blanchard C, Lalande A, Sliwa T, Bouchot O, Voisin Y. Automatic evaluation of the Valsalva sinuses from cine-MRI. MAGMA. 2011 Dec;24(6):359-70.

MEDICINSKE (ZDRAVSTVENE) INFORMACIJE

5

Riječ "informacija" potiče od latinske riječi "informare" = obavijestiti.

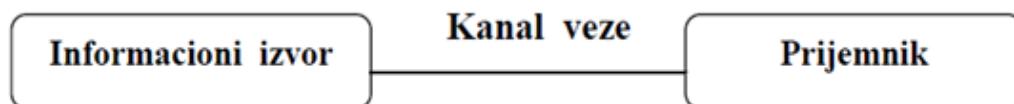
Informacija kao pojam poznata je još od najstarijih vremena. Aristotel, u staroj Grčkoj, govori o informacijama i njihovom prenošenju. I u srednjem vijeku mnogi napredni ljudi, uglavnom filozofi, proučavaju informaciju i njene osnovne karakteristike.

Tokom XX vijeka pojam informacije i teorije vezane za ovaj pojam se intenzivnije proučavaju. Pojavljuju se razne definicije informacije koje uglavnom daju filozofи ovog vremena. Jednu od najčešće korištenih definicija koja ima značajnu širinu u pogledu njene primjene dao je ruski filozof Ursul, i ona glasi: "Informacija predstavlja preslikavanje stanja jednog subjekta u stanje drugog subjekta. Pri tome ovo preslikavanje na drugi subjekat ne mora da bude istovjetno kod svih subjekata(1). "

Iz ove definicije pojma informacije vidi se da je ona vezana za proces prenošenja, odnosno komuniciranja među subjektima. Pri tome subjekat u procesu komuniciranja može da bude čovjek, mašina, knjiga itd. U ovom procesu stvara se veza između subjekata koji komuniciraju. Ta veza može da bude putem govora, muzike, pisma, slika, odnosno velikog broja ljudskih aktivnosti.

Iz prethodnog teksta vidi se da postoje subjekti koji komuniciraju, kao i veza putem koje se vrši komuniciranje odnosno, prenos informacija. Osnovne komponente jednog komunikacijskog procesa su:

1. informacioni izvor – koji šalje informacije,
2. prijemnik – koji prima informacije i
3. kanal veze – preko koga se informacije prenose.



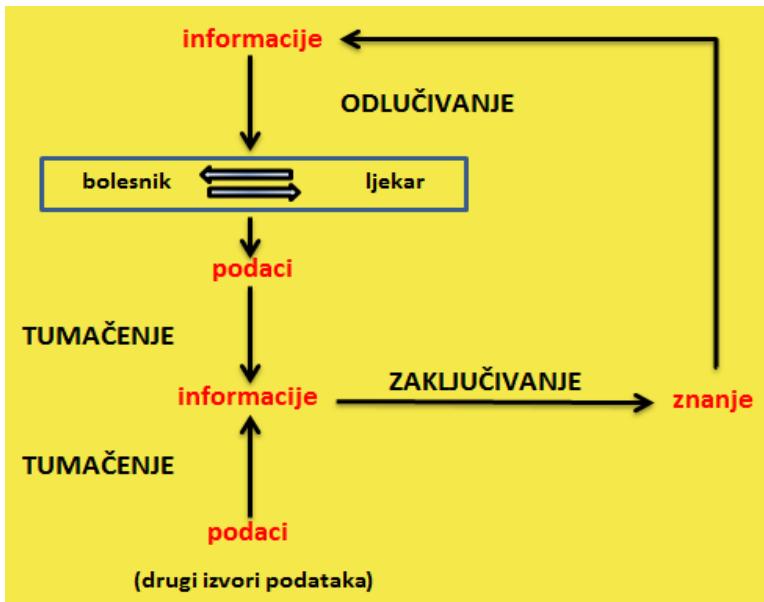
Slika 23. Osnove komunikacijskog procesa

Informacija je, pored materije i energije osnovni resurs društva. Mi živimo u informacionom društvu (engl. *information society*), čija je priroda duboko zavisna od stvaranja i distribucije informacija. Stoga, moramo naučiti da iskoristimo informacione resurse za optimalno korištenje naših materijalnih i energetskih resursa. Pravilni informacioni tokovi od vitalne su važnosti za rad svake organizacije. Ranije smo rekli da je informacija jedan sadržaj koji nam donosi dati niz znakova. Ona može biti po-

ruka, podatak ili vijest. Svakodnevno primamo masu informacija. One postoje u svim segmentima ljudskog djelovanja.

Zdravstvene informacije su one informacije koje nastaju kao proizvod rada u zdravstvenom sistemu. Nastaju iz više izvora, i praktično svaki zdravstveni radnik ih producira. Najčešći izvori zdravstvenih informacija jesu: medicinska dokumentacija, izvještaji o radu zdravstvenog osoblja, registri, privremeni izvještaji, izvještaji demografske i vitalne statistike, izvještaji stručnog i naučnog rada i drugi. Razvojem telemedicine, elektronskog kartona pacijenta i informatizacijom zdravstvene službe produkcija zdravstvenih informacija, manipulacija zdravstvenim informacijama kao i pristup zdravstvenim informacijama je doživjela neslućene mogućnosti. Ovakava produkcija informacija je stvorila mnoštvo ideja i načina prezentiranja, prikupljanja, sortiranja, i obrade informacija što je stvorilo ogromne poteškoće u analizama na višim nivoima zdravstvenih sistema (2). Naime, različito prezentirane informacije o istim činjenicama nisu bile uporedive, te se stvorila potreba standardizacije postupaka u zdravstvenoj informatici o čemu ćemo kasnije govoriti.

Zdravstvene informacije možemo klasificirati na različite načine. Praktično kako smo podijelili informatiku u zdravstvenom sektoru možemo tako kategorizirati i informacije u zdravstvenom sektoru, pa možemo govoriti o informacijama zdravstvene službe, medicinskim informacijama, informacijama zdravstvene njegе...



Slika 24. Tok informacija u zdravstvu

5.1. VRSTE ZDRAVSTVENIH INFORMACIJA

Kako smo rekli informacije možemo klasificirati na različite načine. Ne postoji opšteprihvaćena klasifikacija zdravstvenih informacija, ali radi lakšeg rada sa njima one se mogu podijeliti na osnovu karakteristika i izvora u nekoliko klasifikacionih kategorija. Ta podjela je predstavljena u sljedećoj tabeli:

KRITERIJ	VRSTE	KRITERIJ	VRSTE
IZVOR	Pretežno interne	VRIJEME	Historijske
	Pretežno eksterne		Prediktivne
ORGANIZACIJA	Visoko struktuirane	UČESTALOST	Vrlo rijetke
	Slabo struktuirane		Periodične
NIVO OBRADE	Primarne	OČEKIVANJE	Aperiодичне
	Sekundarne		Anticipirajuće
	Tercijarne		Iznenađujuće
OBLIK	Usmene	TAČNOST	Vrlo tačne
	Pismene		Manje tačne
	Slikovne		Netačne
	Kombinirane	SMJER	Jednosmjerne
OPSEG	Detaljne (pojedinačne)		Dvosmjerne
	Zbirne		Informacije za planiranje
ISCRPNOST	Kompletne	SVRHA	Informacije za izvršavanje
	Nekompletne		Informacije za kontrolu

Tabela 6. Kategorije informacija (3)

Gledajući zdravstvene informacije u cjelini one su najčešće interne jer se produciraju i ostaju u okviru jedne ustanove, pa čak i dijela ustanove, dobro su struktuirane (pozнате građe i logičke povezanosti) najčešće primarne, pisane ili usmene, pojedinačne, nekompletne, historijske ili prediktivne, izvandredne i aperiodične, anticipirajuće, manje tačne, jednosmjerne i operativne.

Obzirom na stanje obrade zdravstvene informacije se mogu podijeliti na primarne, sekundarne i tercijarne (3). Ovakva podjela informacija primjenjuje se prvenstveno u nauci, naročito u prirodnim, tehničkim i medicinskim naukama. Funkcija ovakve podjele je stvoriti red u mnoštvu različitih informacija, i na taj način pomoći korisnicima da lakše nađu onu vrstu informacija koja im treba.

5.1.1. Primarne zdravstvene informacije

Primarne zdravstvene informacije su one koje daju dokument u njegovom originalnom punom obimu. Nastaju u direktnom kontaktu zdravst-

Koliko god današnja vrhunска medicina u razvijenom svijetu bila nedostizna, zapravo sve skuplja i nedostizna, toliko je pristup medicinskim informacijama postao vrlo jeftin i dostupan, i to ne samo zdravstvenim radnicima nego i pacijentima. Prošlo je vrijeme kada su monopol nad medicinskim informacijama držale „debele knjige“. Danas su osnovni izvor tih informacija naučni članci objavljeni u naučnim medicinskim časopisima, koji opet uglavnom imaju elektronske verzije slobodno dostupne na internetu. Naravno ovo kopanje po zlatnom rudniku informacija treba biti kritično, tj. treba znati izabrati vrijednu, pravu informaciju. Naime trebamo biti svjesni nedostataka informacija s WEB-a. Najčešći nedostaci su (5):

1. Neujednačen kvalitet informacija - Validni podaci se nalaze u medicinskim bazama podataka, kojima se pristup obično plaća. Da li će ta informacija biti „slobodno“ prenijeta

venog sa pacijentom. Ove informacije su rezultat dnevnog rada u zdravstvenoj zaštiti i neophodne su za realizaciju tog rada. Prema definiciji – *primarne zdravstvene informacije nastaju u komunikaciji pacijent-zdravstveni radnik i od neprocjenjivog su značaja za potrebe rješavanja medicinskih problema i za odlučivanje*. Primarne informacije možemo nazvati i izvornim informacijama jer su one izvor svih drugih vrsta informacija. Prednosti primarnih informacija su:

- donose najažurnije informacije o datom predmetu,
- pružaju orginalne a ne interpretirane informacije,
- ulaze najdublje u usku problematiku,
- pružaju osnovu za prijenos novnostvorenog znanja,

Nedostatci primarnih informacija su:

- najčešće nisu praktične za izravno korištenje bez sekundarnih publikacija, jer ih je vrlo mnogo i na različitim lokacijama u različitim formama, na različitim medijima,
- obrađuju vrlo uske teme,
- koriste vrlo specifičnu stručnu terminologiju,
- nisu uvijek sasvim razumljive za neupućene (specifična terminologija, uske teme), tj. od korisnika često zahtjevaju ekspertno poznavanje materije da se pronađene informacije mogu interpretirati,

5.1.2. Sekundarne zdravstvene informacije

Sekundarne uputne ili *operativne* zdravstvene informacije nastaju iz primarnih. Ne pružaju nove spoznaje nego samo u sažetim oblicima prenose informacije koje se nalaze u izvorima informacija. Ove informacije sadrže izvještaji o provedenim medicinskim postupcima u svakodnevnom

i s kojom konotacijom? Prema jednoj Kanadskoj studiji od pregledanih oko 70.000 internet stranica sa zdravstvenim informacijama, samo je 1/3 prenijela naučno validnu, ali često nedorečenu medičinsku informaciju.

2. Problem nalaženja, razumevanja i primjene medicinskih informacija s interneta - Na internetu postoji nemjerljiva količina medicinskih informacija, gdje se laik teško orijentira. Kada nade odgovarajuću informaciju, pitanje je kako će je razumjeti, a tek hoće li je pravilno upotrijebiti...

3. Često pojedine osobe ne mogu na pravi način pregledati određene stranice - Naprimjer, osobe s poremećajima vida (deuteranopija) ne razlikuju linkove od običnog teksta jer ne razlikuju crvenu i zelenu boju.

4. Potencijalni rizici prekomernog korištenja informacija na internetu - Ne mali broj internet korisnika su „dijagnostikovali“ neko oboljenje pa čak i pokušali ga tretirati uz pomoć savjeta s interneta.

5. Problem sukoba interesa - Često imamo navijačke nekorektne reklame pojedinih preparata od firmi koje ih proizvode, a vlasnici su WEB stranice.

Međutim, ako pristupamo relevantnim medicinskim bazama podataka, onda sigurno imamo pouzdane podatke. Naime časopisi koje pokrivaju te baze prolaze vrlo rigorozan sistem kontrole kvaliteta i vjerodostojnosti informacija poznat pod nazivom Peer Review.

Neke od svjetskih poznatih baza medicinskih informacija su:

Pubmed (medline), Web of Science (WoS), Institute for Scientific Information (ISI), Philadelphia, SAD, ima bibliografsku bazu podataka za sva područja znanosti, a sačinjavaju je Science Citation Expanded®, Social Sciences Citation Index® i Arts &

stručnom radu, izvještaji analize zdravstvenog stanja populacije... To su informacije potrebne radi procjene i osiguranja kvaliteta stručnog rada zdravstvenih radnika, za nadzor i evaluaciju rada zdravstvenog osoblja, za potrebe finansiranja zdravstvene zaštite... One su također važne za sektor upravljanja i planiranja u sistemu zdravstva. Nemaju veliki značaj u donošenju odluka u individualnim slučajevima, ali služe kao podrška u riješavanju problema sistema.

Sekundarne zdravstvene informacije su standardizirane radi mogućnosti komparacije, zbrajanja i analize. Prednosti sekundarnih zdravstvenih informacija su:

- daju kratak, koncizan uvid u publicirane informacije kroz bibliografski opis,
- skupovi (kolekcije, zbirke) sekundarnih informacija na jednom mjestu pružaju sažeti i središnji uvid u jedno područje djelovanja
- relativno su standardizirani zapisi i informacijski obogaćeni tokom dokumentacijske obrade.

Nedostatci sekundarnih informacija su:

- vremenski kasne, ne mogu nastati prije nego što nastaju primarne jer se izrađuju iz njih,
- skupovi (kolekcije, zbirke) sekundarnih informacija nisu sveobuhvatni, izrađuju se za neku disciplinu, za široku ili užu problematiku,
- traži se educirani korisnik, poznavanje strukture zapisa, primjenjenih standarda, formalnih indeksnih jezika i sl.

5.1.3. Tercijarne zdravstvene informacije

Ovo su naučnoistraživačke zdravstvene informacije, a nastaju obradom primarnih i sekundarnih zdravstvenih informacija. Nastaju konsolidacijom, prepakiranjem, reorganizacijom, evaluacijom, sintezom, kompaktiranjem, kondenzaci-

Humanities Citation Index™, odnosno više od 20 miliona radova iz više od 8.500 časopisa.

Procjena kvaliteta medicinskih izvora na internetu se vrši prema različitim pokazateljima među kojima su sadržaj, oblikovanje, administrativni nadzor i održavanje, osobine pretraživača i sl. Za procjenu vjerodostojnosti sadržaja su propisana načela (od naprimjer, Evropske zajednice, medicinskih udruženja i sl.), među kojima se izdvajaju sljedeći podaci (6):

- **Autorstvo**, pri čemu u pravilu moraju biti autori s medicinskim obrazovanjem ili medicinske ustanove;
- **Svrha**, pri čemu se ističe da informacija može pomoći, ali ne može zamijeniti odnos između liječnika i bolesnika;
- **Navođenje izvora** iz kojih su crpljeni podaci, što uključuje i navođenje autorskih prava (copyright);
- **Povjerljivost**, pri čemu izvor ne smije sadržavati podatke povjerljive naravi o pojedinim osobama (bolesnicima) ili korisnicima informacija te mora zadovoljavati sve zakonske propise zemlje u kojoj se nalazi mrežni izvor, a koji se odnose na pristup medicinskim informacijama;
- **Ažurnost**, pri čemu moraju biti vidljivi datumi postavljanja i posljednje izmjene sadržaja;
- **Vlasništvo**, pri čemu mora biti naveden vlasnik mrežnih stranica, odnosno moraju biti vidljivi svi komercijalni aranžmani, uključujući pokroviteljske, reklamne i slične ugovore.

• Odgovornost, vlasnik informacije preuzima, negira ili djelomično preuzima odgovornost za upotrebu objavljenih informacija i posljedice koje tako mogu nastati.

jom, integracijom raspoloživih primarnih i sekundarnih informacija s ciljem da ih se izrazi ili prezentira u obliku koji bolje odgovara potrebama specifičnih korisnika. One sadrže prvenstveno akumulirano, konsolidirano znanje čovječanstva u nekom momen-tu o nekoj problematici, predmetu, užoj ili široj disciplini. One su u zdravstvu temelj za razvoj medicinske nauke i sistema zdravstvene zaštite. Prednosti tercijarnih infor-macija za korisnike su:

- pružaju sređeni uvid u mnogobrojne primarne izvore. Korisnik ne mora nabavi-ti, selektirati, vrednovati, pročitati velik broj primarnih izvora. Umjesto njega to je napravio autor, sastavljač, ili uredništvo tercijarnog dokumenta,
- obično sadrže evaluirane (kritični vrednovane) informacije,
- sadrže trenutačne spoznaje, znanje čovječanstva o nekom predmetu,
- to su ili već konsolidirane informacije ili na putu do konsolidacije,
- najprihvatljiviji su za krajnje korisnike jer se pišu s određenom namjerom:
 - za određeni korisnički korpus što se može razlikovati po uzrastu, po obra-zovnoj razini, itd.
 - da educiraju ili informiraju površno ili detaljno, da budu pomagalo pri radu,
- uštedi korisniku vrijeme jer korisnik ne mora pregledavati, pretraživati sekund-arne i primarne informacijske izvore,
- znanstvincima i stručnjacima omogućuju brži ulazak u nova znanstvena-stručna područja i brži i tačniji rad.

Nedostateci tercijarnih informacija su:

- vremenski najviše kasne, mogu biti neažurne jer autori tih djela moraju pretražiti prvo sekundarne izvore, nabaviti i pročitati primarne izvore, evaluirati nađene informacije, uspoređivati informacije iz različitih izvora, itd. te na kraju sastviti tercijarnu informaciju,
- autor odlučuje o uključenju ili isključenju nekih primarnih informacija u terci-jarni dokument, na taj način takav dokument reflektira autorove ili uredivačke subjektivne poglедe i stavove – može voditi do krivih interpretacija,
- korisnik uzima stariji tercijarni dokument zato što ne zna za noviji ili zato što noviji još ne postoji i usvaja zastarjele spoznaje,
- donosi se odluka na osnovi starih spoznaja (a u primarnim su već možda sasvim nove spoznaje)...

Zdravstveni radnici, pri donošenju odluka o postupcima u toku njihova rada vrlo rijetko imaju potpuno primjerene informacije, tj. informacije koje su potpune (kom-pletne), vrijedne i zastupljene određenom količinom. Potpuna informacija „*ukida neiz-vjesnost ili je barem svodi na najmanju moguću mjeru*“⁽³⁾. Zdravstveni radnici obično raspolažu određenom količinom informacija te da bi donijeli neku odluku moraju tražiti dodatne informacije. Dakle, gledajući važnost neke informacije možemo reći da

postoje četiri stupnja važnosti informacija (3, 4):

- **bitne informacije** (krucijalne) su one koje su neophodne za uspješnu dijagnozu. Mogu biti pojedinačne ali su najčešće u obliku kritične mase važnih informacija.
- **važne informacije** su one koje su potencijalno potrebne ili neophodne za rješavanje medicinskog problema.
- **raspoložive informacije** su one koje su trenutno prisutne kod datog problema. One su nužne za odlučivanje, ali često nisu dovoljne za kvalitetno odlučivanje.
- **nevažne informacije** nemaju značaja u rješavanju aktuelnog problema.

Mada vrijedne za odlučivanje, važne informacije moraju biti zastupljene u dovoljnoj mjeri da bi odluka bila valjana. Znači da mora biti zastupljena određena kritična masa važnih informacija. Kada dijagnostičar recimo postigne 100% kritičnu masu informacija potrebnih za postavljanje dijagnoze, daljim dotokom informacija nije moguće očekivati poboljšanje rezultata odluke. Međutim taj nivo kritične mase važnih informacija rijetko se može postići, obično se postigne neki zadovoljavajući nivo zasićenja važnim informacijama kada ljekar može pouzdano postaviti dijagnozu. Iskusni dijagnostičari biraju samo važne informacije da bi postavili *hipotezu* i obično postavljaju tačne inicijalne hipoteze pa ostatak vremena provode na njihovom potvrđivanju, a manje na postavljanju alternativnih hipoteza.

5.2. VRIJEDNOST ZDRAVSTVENIH INFORMACIJA

Ovdje ćemo govoriti o faktorima koji mogu umanjiti (promijeniti) vrijednost zdravstvenih informacija. U procesu tumačenja informacija zdravstveni radnici nekada naprave grešku, čime se mijenja vrijednost tih informacija. U ovom dijelu ćemo dakle govoriti o greškama koje nastaju zbog subjektivnog tumačenja informacija. Greške mogu nastati iz više razloga, a tri osnovne grupe su razlozi vezani za stavove zdravstvenih radnika, faktori procjene ovisni o fondu znanja, te faktori koji se odnose na primjenu informacija u rješavanju problema (3, 7).

- **kognitivni stil zdravstvenog radnika** – može biti analistički i heuristički. Analitički stil traži kvantitativne informacije i formalizuje problem. Heuristički stil se oslanja na intuiciju, iskustvo i predhodno nagomilano znanje praktičara. Iako nije pravilo, pri rješavanju problema se uglavnom koristi iskustvo praktičara (heuristički stil).
- **baza znanja** – količina znanja koju ima neki zdravstveni radnik značajno utiče na interpretaciju informacija. Onaj zdravstveni radnik koji ulazi u svoje znanje će bolje tumačiti informacije od onog koji zanemaruje svoju bazu znanja. Od količine prikupljenog znanja u određenoj oblasti ovisi i kvalitet interpretacije informacija. Tako će kardiolog svakako bolje interpretirati elektrokardiogram od

ljekara opšte prakse.

- **stavovi prema riziku** – od stavova prema riziku također ovisi stepen posvećenosti korisnika informacije pravilnom tumačenju informacije. Ljekar hazarder će manje pažnje posvetiti informacijama i time imati veću šansu da pogriješi, dok je druga krajnost opsesivnog dijagnostičara koji prikuplja masu nepotrebnih informacija da bi donio kvalitetnu odluku.
- **emocionalni odgovori zdravstvenih radnika** – na tumačenje informacija koje dobiju od pacijenta mogu značajno uticati „pozitivan“ i „negativan“ subjektivni stav zdravstvenih radnika prema tom pacijentu. Ljekari koji su pod stresem zbog vremenske oskudice ili neke druge prijetnje, imaju značajne teškoće u interpretiranju informacija i u odlučivanju. U kliničkoj praksi takve situacije često viđamo u jedinicama hitne ili intenzivne njegе, ili kod zdravstvenih radnika koji su izloženi pritiscima pacijenta ili njegove pratnje. S druge strane, pozitivni osjećaji značajno povoljno utiču na kognitivne procese, pa memoriranje postaje bolje, problemi se rješavaju efikasnije i brže te se rizici procjenjuju bolje.
- **drugi lični faktori** - u lične faktore zdravstvenih radnika, pored stavova prema znanju i riziku, spadaju i starost zdravstvenog radnika, stručnost, njihova specijalnost, stavovi prema novim dijagnostičkim ili terapijskim procedurama...
- **situacioni faktori** – tumačenje informacija može ovisiti i o pacijentima, tj. o tome kakvo predubrđenje zdravstveni radnik može imati prema određenim skupinama (recimo homoseksualcima, ženama, teškim bolesnicima od karcinoma ili psihičkim pacijentima). Na pristrasnost pri tumačenju informacija može uticati okolina, pa se zdravstveni radnici drugačije ponašaju u kućnoj posjeti a drugačije u ambulanti. Na domaćem terenu oni imaju inicijativu u odlučivanju, dok u kućnoj posjeti često potpadaju željama pacijenata. Na interpretaciju informacija može uticati i položaj zdravstvenog radnika u ustanovi zatim, konfliktni interesi društvene zajednice, pacijenta i zdravstvenih radnika (uštede pri terapijskim procedurama, skraćivanje vremena hospitalizacije, uskraćivanje dijagnostičkih procedura...).

5.3. VRIJEDNOST DIJAGNOSTIČKIH INFORMACIJA

Da bi dobio dijagnozu zdravstveni radnik se služi informacijama koje dobije anamnezom, fizikalnim pregledom, laboratorijskim testiranjima ili drugim dijagnostičkim procedurama.

Navedene informacije važne za postavljanje dijagnoze nazivamo **test**. Svi testovi ne nose istu količinu informacija, tj. nemaju jednaku vrijednost (8). Kada isključimo subjektivne faktore kliničara, objektivna vrijednost dijagnostičke informacije zavisi od vrijednosti „**operativnih karakteristika testa**“ a koje se mjere osjetljivošću, specifičnošću, efikasnošću i prediktivnim vrijednostima jednog testa. Za svaku kara-

akteristiku ovog testa postoji poseban proračun, što nije cilj ove knjige.

5.4. EKONOMSKI ASPEKTI INFORMACIJE

Često se u našim uslovima pacijenti, zdravstveni profesionalci pa i oni koji upravljaju sistemom nemaju pravu predstavu koliko košta zdravstvena zaštita. Očigledno u lancu prikupljanja važnih informacija ne funkciraju sve karike na pravi način. Pažlivim i sveobuhvatnim analizama potrebnih informacija saznajemo o korisnosti nekih ulaganja (u materijalne ili ljudske resurse, u dijagnostičku ili terapijsku opremu) nasuprot korisnosti koja ta ulaganja imaju na život i zdravlje pacijenta. Relacija novac – novac (koliko se novca douje za uloženi novac) je temelj *cost benefit* analize, a relacija novac – zdravlje (koliko se zdravlja douje za uložena sredstva) jeste temelj *cost effectiveness* analize (analiza koštanja i korisnosti). Ove i druge *cost* analize se koriste informacijama i podacima dobijenim u procesima zdravstvenog sistema i daju nam podrobne informacije o koštanju u zdravstvu. Predmet ove knjige nije podrobnije bavljenje tim analizama.

LITERATURA:

1. Panian Ž. Informatički enciklopedijski rječnik. Europapress holding d.o.o. Zagreb 2005. godine
2. Wickramasinghe N, Geisler E. Encyclopedia of healthcare information systems. Medical information science reference, Hershey - New York 2008. godine
3. Mašić I, Riđanović Z. Medicinska informatika. Avicena, Sarajevo 1999. godine
4. Boroš I. Osnovi računarstva. Viša tehnička škola Subotica, Subotica 2004. godine
5. Grandinetti DA. Doctors and the Web. Help your patients surf the Net safely. Med Econ. 2000 Mar 6;77(5):186-8, 194-6, 201.
6. Cline RJ, Haynes KM. Consumer health information seeking on the Internet: the state of the art. Health Educ Res. 2001 Dec;16(6):671-92.
7. Tan J. Medical informatics : concepts, methodologies, tools, and applications. Medical information science reference, Hershey - New York 2009. godine.
8. Sivić S, Mašić I, Petković D, Huseinagić S, Tandir S, Zunić L. How to Use Rationally Information Diagnostics Technologies in the Family and General Medicine Practice. Materia Socio Medica, 2009; 21(1): 47 – 54.

KOMUNIKACIJA ZDRAVSTVENIM PODACIMA I INFORMACIJAMA



Da bi se podaci i informacije mogli razmjenjivati i biti razumljivi različitim sistemima i različitim korisnicima, te da bi se mogli upoređivati i analizirati, oni moraju imati određenu propisanu (najčešće dogovorenu) formu. Ta forma se naziva standardnom formom, a ona je na osnovu dogovora propisana određenim pravilima. Standardi su veliku važnost dobili tokom industrijske revolucije tokom 18 i 19 stoljeća. Od tada su našli svoje mjesto u različitim područjima ljudskog djelovanja, pa tako i u informatici.

6.1. STANDARDIZACIJA

Standardi (norme) su nastali kao rezultat potrebe čovjeka da olakša i pojednostavi život i djelovanje u raznim sferama djelovanja pa tako i u medicini i medicinskoj informatici. Standardi olakšavaju komunikaciju među ljudima, komunikaciju među uređajima, te komunikaciju između ljudi i uređaja. Standard je dokument donesen konsenzusom odobren od priznatih tijela za standardizaciju, koja djeluju preko svojih tehničkih odbora.

Ranije smo govorili da podaci i informacije moraju imati standardnu formu i sadržaj da bismo mogli adekvatno njima upravljati u jednom informacijskome sistemu. Postojanje velike neusklađenosti standarda u velikom broju zemalja ili regija predstavlja veliki problem razvoju novih tehnologija i svjetske trgovine. Postojanje međunarodnih standarda, koji bi bili prihvaćeni u državama i regijama širom svijeta umnogome bi smanjilo navedeni problem. Slikovito predstavljeno: recimo u Engleskoj kažu da je nešto dugačko 7 inča, za što mi u Bosni i Hercegovini nemamo predstavu koliko je to dok ne pretvorimo u centimetre i kažemo da je to dužina od 17,78 cm. Isto tako podatak ili informacija o nekoj zdravstvenoj činjenici može biti različit po formi ili sadržaju. Tako različito prezentirani podaci, za istu činjenicu, nam predstavljaju problem pri dovođenju nekih činjenica u relaciju, odnosno ne možemo vršiti recimo zbrajanje, sortiranje ili poređenje podataka.

Standardizacija predstavlja ujednačavanje operacija čiji završni proizvod treba da zadovolji određene kvalitete, odnosno norme. Propisivanjem utvrđenog standarda obezbjeđuje se mogućnost komparacije po bilo kom osnovu, odnosno objektivnost. Norma omogućava rangiranje svake činjenice, a time i objektivnost procjene u odnosu na referentnu grupu. Osnovni princip standardizacije je konsenzus – dogovor svih zaintere-

siranih strana oko normiranja nečega (1).

U sistemima za zdravstvenu njegu ili za medicinska istraživanja je potrebno osigurati prijenos podataka između računarskih sistema laboratorija, bolnica ili različitih zdravstvenih ustanova. U zdravstvenim ustanovama, pacijentima se rutinski rade različite dijagnostičke pretrage od radioloških, biohemijskih i hematoloških; različiti tretmani... Tako dobijeni podaci trebaju biti dostupni drugim subjektima u sistemu. Kako kompleksnost i porast digitaliziranih podataka raste, javlja se problem standardizacije predstavljenih digitaliziranih podataka.

Na današnjem stepenu razvoja informacijskih tehnologija i u vrijeme komunikacijskih potreba među zdravstvenim sistemima na lokalnom, nacionalnom ili globalnom nivou javlja se potreba standardizacije komunikacijskih protokola kojima se prezentiraju, arhiviraju ili prenose zdravstveni podaci. Ta potreba je još naglašenija zbog pojava različitih izoliranih zdravstvenih informacijskih sistema i potrebe zajedničkog rada tih sistema (2). Standardizacija donosi mnoge prednosti u zdravstvenoj informatici:

- Standardi povećavaju mogućnosti i smanjuju cijenu;
- Standardiziran proizvod može lako biti zamijenjen ili dograđen;
- Standardizirani proizvodi različitih proizvođača mogu lako izmijeniti medicinske informacije;
- Zdravstvene institucije mogu stalno produžavati njihove mogućnosti;
- Standardizirani proizvodi smanjuju mogućnost greške i čine zdravstveni sistem sigurnijim.

Krajem 80-tih godinama uvodi se standardizacija poruka u zdravstvu. Komunikacijski standardi (također nazvani i sintaktički standardi) osiguravaju ispravan prenos zdravstvenih i administrativnih podataka između različitih informacijskih sistema (3). Razvijeni su mnogi standardizirani protokoli za prenos zdravstvenih podataka a najznačajniji među njima su HL7 (Health Level 7), DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), EDI-FACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport), CEN/TC 251, IEEE 1073; te profili i preporuke: ISO/TC 215, IHE, i drugi.

Dva najznačajnija protokola koja ćemo ovdje opisati su intimno vezana za dvije velike komponente zdravstvenog informacijskog sistema: elektronski medicinski zapis (EMR – electronic medical record) i uskladišteni medicinski slikovni podaci poznati kao PACS – Picture Archiving and Communications Systems.

6.2. EMZ (electronic medical record - elektronski medicinski zapis) SISTEM

Kompjuterizacija i uvođenje internih informacionih sistema u zdravstvene ustanove otvorili su put za stvaranje koncepta računarskog medicinskog kartona (Computerized Medical Record), a potom i elektronske zdravstvene evidencije (Electronic Health Record System), kojim je omogućeno da svi podaci o pacijentu budu u elektronskoj

formi i da se nalaze na lokalnom informacionom sistemu (mreži) jedne ustanove (4, 5).

Posljedica takvog načina evidentiranja bila je pojava elektronskog medicinskog kartona pacijenta (EMKP), koji se kreira na računaru i u koga se informacije unose putem odgovarajućih uređaja (tastature, miša, sistema za prepoznavanje glasa, skenera i drugih).

Kasnije ćemo vidjeti da medicinski zapis predstavlja sve one zapise, nalaze i bilješke koji nastaju u toku rada zdravstvenih radnika sa pacijentima. Elektronski medicinski zapis je nastao uvođenjem računara u širu upotrebu u zdravstvu. Naime, prva raspostranjenija upotreba računara u zdravstvenom sistemu je bila u upravljanju i računovodstvu. Prvo je dakle, trebalo zadovoljiti potrebe biznisa. Kasnije razvojem specijaliziranih aktivnosti i usložnjavanjem zdravstvene službe u medicinskim centrima, nije se moglo upravljati sve većim brojem različitih podataka i informacija, te je bilo potrebno razviti elektronsko bilježenje medicinskih podataka. Ta praksa se naročito razvija od 90-tih godina prošlog vijeka kada se nastoji olakšati arhiviranje i upotreba podataka. Jedan od najvećih problema pohrane podataka i njihova korištenja jeste što su većina medicinskih bilješki u obliku slobodnog teksta. Tako se javila potreba ekstrakcije teksta u više sistematičnu, simboličnu formu prikladnu za računarsku obradu.

Elektronski medicinski zapis možemo definirati kao računarski pravno valjni medicinski zapis stvoren u zdravstvenoj organizaciji koja pruža zdravstvenu zaštitu, poput bolnica, domova zdravlja ili drugih zdravstvenih ustanova. Oni su dio lokalnog zdravstvenog informacijskog sistema, koji omogućuje njihovu pohranu, dohvati i manipulaciju (7).

EMZ omogućava bolju organizaciju podataka i informacija, veći nivo standardizacije a time i lakšu dostupnost, čitljivost i obradu. On može imati različite forme u ovisnosti od potrebe za koju je kreiran, a najpoznatiji su elektronski medicinski karton ili elektronska bolesnička lista. Trebalo bi da su koncipirani tako da se obavezno moraju ispuniti bitni podaci inače se ne može zatvoriti započeti upis. To prisiljava ljekare da



Slika 25. Mobilne IT u zdravstvenim informacijskim sistemima

moraju ispuniti sve tražene rubrike. Pored toga elektronski medicinski karton je dostupan širem krugu zdravstvenih radnika (nije vezan samo za jednu ordinaciju), mogu biti dostupni i specijalistima, za razliku od papirnih oni su čitko ispunjeni sa jasnim bitnim podacima, postoji mogućnost brzog pretraživanja i lakog grupiranja određenih podataka, te mogu automatski podsjećati zdravstvenog radnika o bitnim stvarima za pacijenta. Ovakvi zdravstveni kartoni olakšavaju donošenja kliničke odluke i popratne aktivnosti kao što je edukacija pacijenta, podnošenje izvještaja i prilaganja rada sa pacijentima. Isto se može odnositi i na temperaturnu bolesničku listu.

EMR znatno popravlja kvalitet zdravstvene usluge i znatno štedi utrošak zdravstvenih resursa, te je znatno olakšano upravljanje zdravstvenim resursima. EMR mora biti prihvaćen kao legalan način zapisivanja medicinskih podataka, a legalnost se potvrđuje elektronskim potpisom. EMR mora sadržati lične podatke na koga se odosi (Personal Health Records - PHR).

Iako postoji nekoliko standarda za moderne sisteme EMR-a kao cijeline, postoje i mnogi standardi koji se odnose na posebne aspekte EMR-a. Oni uključuju:

- HL7 – omogućava razmjenu različitih zapisa i upravljanje formatom poruke.
- ANSI X12(EDI) – podrazumijeva protokol koji se koriste u SAD-u za prenos gotovo svih podataka o pacijentima.
- CEN-CONTSYS – se može definisati kao sistem za potporu kontinuirane njegе.
- CEN-EHRcom. – je standard za komunikaciju preko EHR sistema.
- CEN-HISA – je standard usluga za inter-sistem komunikacije u kliničkom okruženju.
- DICOM – podrazumijeva standard za predstavljanje i komunikaciju putem radioloških slika i izvještaja.

6.3. MEDICINSKE SLIKE I PACS

PACS je kombinacija hardvera i softvera namijenjena za kratkoročno i dugoročno arhiviranje, pronalaženje, upravljanje, distribuciju i prikaz slika. Elektronske slike i izvještaji se prenose preko PACS-s, što eliminira potrebu ručnog upravljanja ovakvim podacima (8).

Medicinske slike pohranjene u PACS su gener-



Slika 26. PACS omogućava manipulaciju slikovnim podacima

irane računarskim tomogramima, magnetnom rezonancicom, ultrazvučnim aparatima i mnogim drugim aparatima kontroliranim računarom. Te slike se koriste u različitim situacijama i mjestima, od planiranja radioterapije, u urgentnim centrima ili drugim ambulantama, te je bilo u slučaju elektronskog transporta slika potrebno razviti kompleksno okruženje. PACS se sastoji od četiri glavne komponente: modula za proizvodnju slika kao što su CT ili MRI, mreže za prenos podataka o pacijentima, radne stanice za pregled i tumačenje slika i arhiva za pohranu i dohvata slika i izvještaja.

Broj i varijacije računarskih aplikacija kao podrška slikovnim tehnikama je rapidno rastao, te je problem postao svakodnevno sve teži. Tako je sazrela ideja da se stvori protokol koji će omogućiti standardiziranu manipulaciju slikovnim medicinskim podacima te je nastao DICOM, o kome ćemo kasnije nešto više reći.

Za prenos podataka od mjesta nastanka na mjesto upotrebe ili arhiviranja, bilo da je ono u istoj zdravstvenoj ustanovi ili na drugom kraju svijeta (telemedicina) bilo je potrebno razviti protokole koji će prenositi standardnu formu podataka.

6.4. ZDRAVSTVENI NIVO 7 – HEALTH LEVEL 7 – HL7

HL7 je standard za mrežnu razmjenu kliničkih i administrativnih podataka između zdravstvenih informacijskih sistema (8). Ovaj standard zapravo omogućuje komunikaciju među različitim zdravstvenim organizacijama koje govore različitim „jezicima“. Potreba za razmjenom zdravstvenih podataka u globalnim svjetskim razmjerama je sve veća. To je nametnuto razvoj ovakvog standarda, koji premošćuje jezičke barijere. Standard opisuje strukturu i sadržaj poruke, a ne kako se zapravo vrši razmjena. Razvoj protokola počeo je 1987. godine i neprestano se usavršava.

Šta znači HL7? To zapravo znači sedmoslojni ISO komunikacijski model, čija je struktura slična referentnom modelu za otvoreno povezivanje sistema (Open Systems Interconnection Basic Reference Model – OSI model); što podrazumijeva:



Slika 27. HL7 (Health Level 7) komunikacijski protokol u zdravstvu

1. Fizički dio – definira fizičke i električne specifikacije za uređaje. Glavne funkcije koje se obavljaju na ovom sloju su uspostava i prestanak veze, dijeljenje resursa na više korisnika i modulaciju signala u cilju prenosa medijima.
2. Podatkovni sloj – pruža funkcionalna i proceduralna sredstva za prenos podataka između mrežnih entiteta i provjerava greške koje se mogu javiti u fizičkom sloju.
3. Mreža – omogućava povezivanje sa drugim mrežama. Ovaj sloj obavlja usmjeravajuće (ruter) funkcije, te fragmentaciju i ponovno sastavljanje izvještaja.
4. Transportni sloj – omogućava transparentnu klasifikaciju i transport pouzdanih podataka do viših slojeva (5, 6, 7), tj. krajnjih korisnika koji koriste aplikaciju.
5. Dijaloški sloj – kontrolira dijalog (vezu) između dva ili više računara, ili između računara i korisnika. On uspostavlja, upravlja i završava vezu između lokalne i udaljene aplikacije.
6. Sloj za predstavljanje – vrši predstavljanje, kodiranje i dekodiranje podataka, te vrši pretvaranje podataka o računaru ovisnih u podatke neovisne o računaru.
7. Aplikacijski sloj – je najbliži korisniku i omogućava komunikaciju korisnika, aplikacijskog softvera i mrežnih procesa.

Aplikacijski sloj je odgovoran za razmjenu informacija između dvije mrežne aplikacije, te za funkcije kao što su bezbjednosne provjere, identifikacija, provjera dostupnosti, i što je najvažnije instanciranje same izmjene informacija. HL7 definiše sadržaj poruke koju aplikacija koristi u procesu razmjene podataka sa drugom aplikacijom.

HL7 zapis se generalno sastoji od tri dijela: prvi je protokol pomoću koga se dešava sistemska razmjena podataka, drugi je struktura poruke, takozvana gramatika HL7 i

MSH	^~\& ADT1 MCM LABADT MCM 198808181126 SECURITY ADT ^ A01 MSG00001- P 2.4
EVN	A01 198808181123
PID	PATID1234 ^ 5 ^ M11 JONES ^ WILLIAM ^ A ^ III 19610615 M- C
PV1	I 2000 ^ 2012 ^ 01 004777 ^ LEBAUER ^ SIDNEY ^ J. SUR - ADM A0
AL1	^ PENICILLIN PRODUCES HIVES ~ RASH ~ LOSS OF APPETITE
DG1	001 I9 1550 MAL NEO LIVER, PRIMARY 19880501103005 F
PR1	2234 M11 111 ^ CODE151 COMMON PROCEDURES 198809081123

Segmenti za identifikaciju informacija koje se pojavljuju u poruci.

Ova HL7 poruka sadrži sledeće segmente:

- MSH zaglavje poruke
- EVN tip događaja
- PID identifikacija pacijenta
- PV1 informacije o posjeti pacijenta
- AL1 informacije o ~~alergijama~~ pacijenta
- DG1 dijagnoza
- PR1 procedura

Polje koje sadrži informacije vezane za susret s pacijentom ili o nekakvom događaju.

Slika 28. Primjer kako izgleda jedna HL7 poruka (9)

treći je sadržaj poruke i on je najslabija karika ovog standarda.

Historija, organizacija i funkcija HL7

Grupa koja je osnovala HL7 je počela s radom u SAD-u kao neformalna grupa zainteresiranih za razmjenu podataka i informacija u zdravstvu. 1987. godine održali su osnivačku skupštinu na kojoj su definirali područje svoga djelovanja i dali prvu verziju standarda HL7/HL7 Inc.

1989. godine grupa je izdala drugu verziju standarda, koja je imala za cilj poduprijeti rad u bolnicama, a 1990. godine uslijedila je implementacija verzije 2 standarda HL7. HL7 verzija 2 definira niz elektroničkih poruka za podršku administrativnih, logistički, finansijski kao i klinički procesa i uglavnom koristi tekstualne sintakse.

Godine 1992. grupa HL7 se učlanjuje u ANSI (American National Standards Institute) Tokom vremena HL7 doživljava promjene.

Verzija 2 HL7 standarda u martu 1997. godine proširuje opseg podataka uključivši standarde za razmjenu podataka koji se odnose na:

- administrativne poslove s bolesnikom (prijem i otpuštanje bolesnika),
- raspoređivanje bolesnika i resursa,
- medicinske uputnice,
- obračun troškova zdravstvenih usluga,
- kliničke podatke o bolesniku,
- upravljanje medicinskim uslugama,
- izvještaje o imunizaciji i kliničkim eksperimentima,
- sučelje za sinhronizaciju podsistema.

Godine 1995. počinje se razvijati verzija 3 standarda HL7 koja ima za cilj poduprijeti rad u svim nivoima zdravstvene zaštite. Od 1999. godine razvija se novi princip rada verzije 3 koji se zasniva na RIM (eng. Reference Information Model). 1999. godine HL7 je preporučio korištenje XML-a kao alternativne sintakse za HL7 poruke. Najnovija verzija HL7 (verzija 3) inicijalno sadrži isključivo XML kodiranje.

RIM (Reference Information Model) je osnova razvoja HL7 verzije 3, te je ključan za povećanje preciznosti i smanjivanje troškova implementacije. Na osnovu RIM-a postoje HL7 obrasci koji predstavljaju podatkovni sadržaj potreban u specifičnom kliničkom ili administrativnom kontekstu. Obrasci se mogu kretati od jednostavnih koji opisuju npr. krvni pritisak, do vrlo kompleksnih dijagnostičkih procedura koje sadrže više stotina informacija.

Svi modeli HL7 verzije 3 RIM se baziraju na četiri osnovne vrste objekata:

1. Radnja (eng. Act) – opisuje slučaj koji se događa u zdravstvenom sistemu,
2. Entitet (eng. Entity) – opisuje osobe i fizičke stvari koje učestvuju u radnji,
3. Uloga (eng. Role) – definiše uloge entiteta koji je naveden,
4. Učestvovanje (eng. Participation) – opisuje objašnjenje radnje koja je navedena.

Danas je HL7 standard usvojen od strane ISO kao težnja ka međunarodnoj standar-dizaciji i akreditaciji, te kao partnerska organizacija za međusobno izdavanje standa-rda.

Standard HL7 razvija i promovira međunarodna organizacija Grupa HL7 (HL7 Group) zajedno sa svojim agencijama koje postoje u mnogim zemljama svijeta.

Danas postoje gotovi softverski proizvodi koji upravljaju i prevode podatke u HL7 standardu. Jedan od njih je Integracijski modul *Rapsody*. On osigurava integra-ciju zdravstvenih sistema i ima podršku za različite komunikacijske protokole. On je zapra-vio prevoditelj između nekompatibilnih sistema. Poruke prenosi pouzdano i tačno bez obzira na oblik i vrstu prenosa.

6.5. DICOM

DICOM je globalni informacioni tehnološki standard koji se koristi širom svije-ta u zdravstvenim ustanovama. Razvijen je 1993. godine da bi osigurao sposobnost zajedničkog rada u sistemima koji proizvode, arhiviraju, obrađuju, šalju, prenose, pri-kazuju ili štampaju medicinske slike i iz njih proizvedene dokumente i njima uprav-ljavaju (10). Svaki elektronski medicinski zapis koji sadrži slikovne podatke zahtjeva upotrebu DICOM-a. Ima razvijene informacijske veze sa HL7 standardom.

Služi za razmjenu slikovnih podataka između različitih računarskih sistema, uključujući i one koji proizvode te slike (CT, UZV, MRI...).

Standard definiše:

- protokole za komunikaciju u elektronskoj mreži i pravila njihova rada sa drugim protokolima iz date oblasti,
- sintaksu i semantiku komandi i asociranih podataka koje se mogu razmjenjivati upotrebom datih protokola,
- skup funkcija za skladištenje podataka na prenosive skladišne medije, razmjenu podataka putem datih medija i strukturu DICOM datoteka i direktorija,
- informacije koje moraju biti dokumentirane uz konkretnu implementaciju DI-COM aplikacije kako bi se utvrdila usaglašenost aplikacije sa standardom.

Standard je danas značajno prevazišao svoju osnovnu namjenu, tako da omogućuje razmjenu ne samo digitalne medicinske slike i asociranih podataka, nego i razmjenu podataka vezanih za određenu medicinsku ustanovu, podataka o pacijentima, rezulta-tima pregleda i sl.

Standard dakle, definira strukturu podataka i usluga za nezavisnu razmjenu medicin-skih slika i s njima povezanih informacija. On uključuje definiciju strukture datoteke i mrežni komunikacijski protokol. Za procesiranje slike koriste se mnogi formati datoteka. U mnogim postoji kombinacija brojeva, tekstualnih znakova i piksela...

Osnovni zadaci DICOM standarda su:

1. komunikacija i razmjena digitalnih medicinskih slika, koja ne zavisi od

- proizvođača,
2. omogućiti da PACS postane dio BIS (bolnički informacijski sistem),
 3. omogućiti da baze podataka medicinskih slika postanu dostupne bez obzira na udaljenost pretraživača.

DICOM predstavlja osnov za izgradnju elektronske mreže za arhiviranje, razmjenu i upravljanje digitalnim medicinskim slikama (PACS – Picture Archiving and Communication System). PACS sistem se sastoji iz više podsistema: za prihvatanje medicinske slike, za skladištenje medicinske slike i podataka, za obradu medicinske slike, radne stanice za pregled DICOM sadržaja, za generiranje kopija na skladišne medije i sl. DICOM predstavlja osnov za komunikaciju uređaja povezanih u PACS sistem.

DICOM standard je orientirani PACS, kod koga se komunikacija između servera i korisnika odvija po DICOM protokolu preko TCP/IP i potrebna je dodatna instalacija na strani korisnika.

Ovaj standard je međunarodni standard za definiranje i način prenosa medicinskih informacija i snimaka, koji obezbeđuju interoperabilnost između različitih uređaja. Ako standard nije podržan od strane medicinskih uređaja tada mora postojati uređaj za konverziju medicinskih slika.

U literaturi se može naći opis formata datoteka za distribuciju medicinskih slika i ako su ispunjeni uslovi, kaže se da su slike u DICOM formatu. DICOM datoteka sadrži zaglavlj u kome se nalaze ime i prezime pacijenta, tip snimanja, dimenzije slika itd., kao i podaci o samoj slici.

LITERATURA:

1. ISQua's International Principles for Healthcare Standards – Third Edition. Published by The International Society for Quality in Health Care – December 2007, Clarendon Terrace, 212 Clarendon Street, East Melbourne, Victoria 3002, Australia
2. Wickramasinghe N, Geisler E. Encyclopedia of healthcare information systems. Medical information science reference, Hershey - NewYork 2008. Godine
3. Tan J. Medical informatics : concepts, methodologies, tools, and applications. Medical information science reference, Hershey - NewYork 2009. godine
4. Khosrow – Pour M. Encyclopedia of information science and technology. Idea Group Reference, Hershey-London-Melbourne-Singapore 2005. godine
5. Kalet IJ. Principles of Biomedical Informatics. Copyright © 2008 by Academic Press
6. Pudja N. Zdravstveni informacioni sistem - savremena organizacija zdravstva, Vršac, 2006.
7. Kerun J. Croatian Experience in Health Information System Development - what we have and what we need? Acta Informatica Medica, 2010.
8. The Royal College of Radiologists. DICOM and HL7 standards. London: The Royal College of Radiologists, 2008.
9. http://www.altova.com/HL7_technology_primer.html (03.04.2013.)
10. Dragan D, Ivetic D. DICOM Overview, The VII International Symposium “Young People and Multidisciplinary Research,” Resita, 2005.

MEDICINSKA DOKUMENTACIJA

7

Medicinska dokumentacija kao djelatnost postoji od kada i sama medicina, a svojom racionalnom podlogom je bila suprotnost primitivno-magijskom ili religijskom tretmanu oboljelih. Najstariji do sada pronađeni medicinski dokumenti su Papirus Smith i asirske glinene pločice, te vrlo znameniti Corpus Hypocraticum (1).

Medicinska dokumentacija ima izuzetnu važnost za zdravstvenu djelatnost. Zdravstvene ustanove i drugi subjekti u procesima zdravstva, vode različite evidencije koje služe kao izvor podataka za različita statistička i druga istraživanja u području zdravstva. Ovi podaci također, služe za praćenje i proučavanje zdravstvenog stanja stanovništva, programiranje i planiranje zdravstvene zaštite te za različite druge potrebe društvene zajednice. Oblast koja se bavi svim aspektima medicinske dokumentacije jeste *medicinska dokumentaristica*. Ona je usko povezana s medicinskom informatikom jer obje prikupljaju, obrađuju i analiziraju podatke, s tim da se dokumentaristica bavi još i nekim drugim aspektima dokumenata kao što su pitanja etike i legaliteta dokumenata, oblika i sadržaja medicinskog zapisa, distribucije i arhiviranja dokumenata (2)...

U skladu dosada navedenog možemo definirati da je *medicinska dokumentacija posebna stručna djelatnost, na naučnim osnovama zasnovana, koja se bavi medicinskim dokumentima i obuhvata sakupljanje, uređivanje, pohranjivanje i upotrebu tih dokumenata. Sam medicinski dokument je svaki dokument koji je nastao u zdravstvenoj ustanovi, potpisani od zdravstvenog radnika. Po sadržaju medicinska dokumentacija je skup svih pisanih ili na drugi način priređenih (elektronski dokumenti) dokumenata u kojima su sadržani stručno relevantni podaci*



Slika 29. Uredena kartoteka pacijenata

o pacijentu te upute potrebne pacijentu.

U medicinskoj praksi postoje dva glavna područja dokumentacije. To su **dokumentacija medicinskih podataka** nastalih u toku stručno-medicinskog rada zdravstvenih radnika i **dokumentacija medicinske literature** koja podrazumijeva skupljanje medicinskog znanja potrebnog za stručni i naučni rad zdravstvenih radnika. Ovdje ćemo se baviti dokumentacijom potrebnom za stručno-medicinski rad, koja se dalje može podijeliti na dokumentaciju koja obrađuje čisto medicinske podatke i dokumentaciju koja obrađuje paramedicinske podatke, kao što su organizacija službi, mreža zdravstvenih ustanova ili broj pojedinačnih usluga (1).

7.1. MEDICINSKI ZAPIS

Medicinska dokumentacija je sastavljena od različitih vrsta medicinskih zapisa. Svi podaci koji se zapisuju u toku rada s pacijentima predstavljaju medicinski zapis. Medicinski zapis predstavlja skup podataka o pacijentu koji omogućavaju njegovu zdravstvenu zaštitu u sadašnjosti i u budućnosti, a na temelju registriranih prošlih događaja. On također, služi kao sredstvo komunikacije između zdravstvenih radnika uključenih u rješavanje pacijentovog problema. Bitne karakteristike dobrog medicinskog zapisa su (1):

- da jasno identificira osobu na koju se odnosi,
- da je čitljiv i razumljiv za sve koji ga koriste,
- da bude tačan, koncizan i logičan u svojoj organizaciji,
- da ima standardan format u obliku i sadržaju,
- da je lako dostupan.

Eksponencijalni rast papirne dokumentacije nosi sa sobom niz izazova. Ta vrsta dokumentacije zauzima velike količine skupog poslovnog i arhivskog prostora. Veoma je podložna uništenju od poplava, požara, glodara ili zagubljenja dokumenata. Složeno je upravljanje kao i pretraživanje ovakve dokumentacije, za što nam nekada treba dosta vremena, osoblja i novca. Dug je period obrade pojedinog dokumenta. Sigurnost pristupa ovakvim dokumentima je upitna. Pri obradi ove vrste dokumentacije veoma je lako načiniti grešku (ljudska greška) da li zbog pogrešnog unosa ili duplog unosa... Ovi dokumenti, kao i svi drugi, moraju se čuvati izvjestan period, ponekad i trajno a rokovi za čuvanje nisu primjereni fizičkim osobinama nosača podataka. Svi nabrojani problemi ne postoje kod elektronskih medicinskih zapisa.

7.2. ELEKTRONSKI MEDICINSKI ZAPIS

Elektronski medicinski zapis (EMZ) je središnji dio zdravstvenog informacijskog sistema koji olakšava rad medicinskom osoblju i korisnicima zdravstvenih usluga. EMZ predstavlja trajan skup svih važnih podataka prikupljenih tokom prolaska bole-

snika kroz zdravstveni sistem, od njihovog rođenja do smrti i može se čuvati u lako dostupnom obliku dugo vremena. Elektronski oblik zapisa omogućuje udruživanje te povezanost između svih umreženih dijelova zdravstvenog sistema, što uveliko olakšava razmjenu zajedničkih podataka među zdravstvenim radnicima i ustanovama (3).

Sistem elektronskih medicinskih zapisa omogućava brz i pouzdan pristup ovlaštenim korisnicima unutar zdravstvenih ustanova te izravan uvid u demografske (spol, mjesto, datum rođenja...), administrativne (podaci o policama osiguranja, uvjerenja...) i lične podatke bolesnika (ime, prezime, ključ za prepoznavanje).

Osobitosti	Papirni medicinski zapis	Elektronski medicinski zapis
Mjesto dostupnosti podataka	Samo na jednom mjestu (npr. u ordinaciji doktora obiteljske medicine).	U bilo kojoj umreženoj zdravstvenoj ustanovi iz sistema elektronskih medicinskih zapisa.
Vrijeme dostupnosti podataka	Tokom radnog vremena	Neposredno, kad god je potrebno
Formaliziranost podataka	Neformatizirani (moguće i nečitki zbog pisanja rukom)	Formatizirani uređeni, standardizirani i pregledni
Postojanost podataka	Lako se mogu izgubiti, oštetiti, zaboraviti	Trajni, pohranjeni na više mjesta u slučaju nepogode
Obnavljanje (ažuriranost) podataka	Nepotpuna (bolesnik može izgubiti nalaz)	Automatska (rezultati svakog pregleda ili pretrage se izravno upisuju)
Korisnici	Najčešće jedan (doktor porodične medicine)	Svi s ovlaštenim pristupom (ljekar specijalist, voditelj laboratorija,...)
Pretraživanje i razvrstavanje podataka	Sekvencijalno i ručno razvrstavanje	Izravno i automatsko (neposredno dolazimo do podataka koji nas zanimaju)
Preglednost podataka	Mala, tražimo podatke među svim papirima/nalazima bolesnika	Velika, upisivanjem ključnih riječi odmah dolazimo do željenih podataka
Veličina zapisa	Zapis se povećava (i postaje nepregledniji) proporcionalno povećanju količine podataka	Velik broj podataka pohranjenih na mediju veličine klasične zdravstvene iskaznice (slike: RTG, UTZ, CT..., laboratorijski nalazi, dijagnoze, otpusna pisma itd.)

Tabela 7. Karakteristike i razlike između papirnog i elektronskog medicinskog zapisa

7.2.1. Glavne funkcije medicinske dokumentacije

Medicinska dokumentacija ima višestruku ulogu. Osnovni cilj je praćenje i utvrđivanje toka bolesti u postupku liječenja bolesnika koje provode određeni zdravstveni radnici i zdravstvene ustanove odgovorne za liječenje. Dakle, može se reći da ona (1, 4):

Pomaže u tretmanu pacijenata s obzirom da se u njemu nalaze bitni podaci za dijagnostiku i racionalno liječenje pacijenta. Detalji predhodnih dijagnoza upoređeni sa aktuelnim stanjem mogu uveliko doprinijeti postavljanju trenutne dijagnoze.

Medicinski zapis predstavlja sredstvo obrazovanja i samoobrazovanja zdravstvenih radnika, jer zdravstveni radnici tek kroz medicinsku dokumentaciju počinju shvatati da se odgovori na različita pitanja iz prakse ne nalaze u knjigama, već u medicinskom zapisu.

On predstavlja izvor podataka za naučna istraživanja. Dobro urađen, standardiziran medicinski zapis omogućava retrospektivna naučna istraživanja, jer sadrži mnoštvo podataka o velikom broju pacijenata.

On predstavlja izvor podataka za statistička istraživanja u zdravstvu koji se koriste za praćenje i proučavanje zdravstvenog stanja stanovništva, za programiranje i planiranje u zdravstvu, za preduzimanje potrebnih mjera u oblasti zdravstvene zaštite, za potrebe izvršenja obaveza prema međunarodnim organizacijama...

Izvor podataka za upravljanje u zdravstvu, jer se na osnovu podataka može cijeniti uspješnost i kvalitet zdravstvene zaštite. Također se mogu izvući zaključci o produktivnosti, troškovima za dijagnostiku, tretman...

Medicinski zapis se može koristiti u medicinsko-pravne svrhe. Medicinski zapis je pravno reguliran, počev od njegovog uspostavljanja i organizacije, preko prava vlasništva i pristupa tom zapisu, pa do povjerljivosti i zakonom određenog roka do kada ga treba čuvati.

Da bi odgovorio svim ovim funkcijama medicinski zapis mora biti standardiziran na nivou zdravstvenog sistema jedne države, a ta standardizacija uključuje veličinu nosača podataka, mjeru zapisa i njegov sadržaj.

Ta standardizacija se može postići dogовором zdravstvenih ustanova, ili još češće zakonskim reguliranjem. Osnov za jedinstvenu, standardiziranu medicinsku dokumentaciju se nalazi u Zakonu o zdravstvenoj zaštiti gdje se kaže da sve zdravstvene ustanove i javne i privatne moraju voditi određene evidencije u oblasti zdravstva. Pored ovog osnovnog zakona ovu oblast regulira i Zakon o evidencijama u oblasti zdravstva, Zakon o zaštiti stanovništva od zaraznih bolesti, Plan provođenja statističkih istraživanja od interesa za određenu državu... Navedeni propisi nekad propisuju oblik i sadržaj, a nekad samo sadržaj medicinskog dokumenta. Podaci se upisuju u osnovnu medicinsku dokumentaciju kao što su individualni karton, registar, historija bolesti, i druga propisana sredstva za vođenje evidencije, a propisno vođenje medicinske dokumentacije i evidencije se po slovu zakona smatra sastavnim dijelom stručnog rada i ako se ne izvršava prema propisanim odredbama stručni medicinski rad nije potpun i kvalitetan. Propisi također predviđaju i sankcije za nepoštovanje odredbi bilo za ustanove, odgovorne osobe u ustanovama ili za pojedince.

7.3. VRSTE MEDICINSKE DOKUMENTACIJE

Medicinsku dokumentaciju čine različiti dokumenti, kao što su: otpusno pismo, ljekarsko uvjerenje, rendgenski snimci ili laboratorijski nalazi. Što je dokumentacija

potpunija (sadrži sve tražene podatke) to je kvalitetnija. Medicinska dokumentacija treba da sadrži podatke dobijene od pacijenata, podatke koje je sam zdravstveni radnik uočio, dijagnosticirao, zaključio i proveo (na primjer plan liječenja, stepen uključenosti samog pacijenta u njegovo liječenje, detalje o primijenjenim metodama liječenja i lijekovima, reakcije pacijenta na lijekove, informacije date pacijentu o liječenju i njegovim pravima...). Osim pisane dokumentacije, prikupljaju se i brojni tehnički zapisi, kao što su rendgenske slike, laboratorijski nalazi, EKG i drugi biosignali. Dakle, posebnost medicinske dokumentacije je u tome što ona, pored objektivnih nalaza, sadrži i subjektivne ocjene zdravstvenih radnika koje objašnjavaju njihove postupke (4, 5).

U medicinsko-pravnoj teoriji medicinska dokumentacija se dijeli na osnovnu, pomoćna sredstva za vodenje evidencije (dnevna evidencija o posjetama i radu, registar kartoteke...) te na izvještaje koji mogu biti individualni (prijava porođaja, pobačaja, profesionalnog oboljenja, zaraznih bolesti...) i zbirni (izveštaj o radu primarne zdravstvene zaštite, oboljenja u PZZ, izvještaj o radu specijalističkih službi).

Osnovnu zdravstvenu dokumentaciju čini dokumentacija registrirana u zdravstvenim ustanovama o svakom oboljelom i čine je zdravstveni karton, protokol bolesnika, protokol umrlih, matične knjige u bolnicama, historija bolesti, temperaturne liste, otpusne liste i mnogi drugi dokumenti.

Iako se sam pojam „medicinska dokumentacija“ odnosi na ljekarsku dokumentaciju, medicinska dokumentacija po svom izvoru nastanka obuhvata dokumentaciju koju proizvode i drugi zdravstveni radnici i radnici koji rade u zdravstvenom sektoru. Značajan broj dokumenata čini sestrinska dokumentacija. Nju sačinjavaju sestrinska lista, sažetak praćenja stanja pacijenta tokom hospitalizacije, plan zdravstvene njegе, lista provedenih sestrinskih postupaka, evidencija ordinirane i primijenjene terapije, unos i izlučivanje tečnosti, procjena bola, lista za praćenje dekubitsa, nadzorna lista rizičnih postupaka u njeki, izvještaj o incidentu, otpusno pismo zdravstvene njegе, sestrinske dijagnoze proizašle iz obrasca po Gordonovoj, lista okretanja pacijenta, Braden skala za procjenu sklonosti ka dekubitusu, Knoll skala, Norton skala, Glazgow koma skala, trauma skor... Primjena sestrinske dokumentacije osigurava mogućnost praćenja kvalitete i količine provedenih postupaka, a posebno naglašavamo mogućnost trajnog praćenja stanja bolesnika. Bez evidencije sestrinskog rada izuzetno je teško evaluirati zdravstvenu njegu provedenu u bolničkoj njeki, a gotovo nemoguće planirati potreban broj medicinskih sestara. Sestrinska dokumentacija također predstavlja zbir podataka koji mogu služiti u istraživačke i statističke svrhe (6, 7).

Sestrinska dokumentacija pokazatelj je kvalitete i kontinuiteta zdravstvene njegе. Važnost dokumentiranja isticale su i F. Nightingale i V. Henderson, a osobito dolazi do izražaja primjenom procesa zdravstvene njegе 70-ih godina prošlog stoljeća u SAD-u. Sestrinska dokumentacija je: 1. dio odgovornosti medicinske sestre za pruženu njegu, osigurava prikupljanje podataka o pacijentovim potrebama, ciljevima sestrinske njegе, provedenim intervencijama i učinkovitosti, 2. služi za pravnu zaštitu, osigurava

najbolje dokaze o pacijentovom stanju, 3. sadržava hronološki pregled zdravstvene njege, osigurava kontinuitet, olakšava komunikaciju među članovima tima, 4. utiče na troškove u zdravstvu, omogućava sestrarama da uz što manje troškova udovolje sve većim zahtjevima i očekivanjima te pružaju visokokvalitetnu zdravstvenu njegu na najučinkovitiji način, 5. standard sestrinske prakse, potiče na sestrinska istraživanja, služi u obrazovne svrhe.

7.3.1. Dužnost vođenja medicinske dokumentacije

Vođenje medicinske dokumentacije je opšta dužnost zdravstvenih radnika i zdravstvenih ustanova. Upisivanje podataka u medicinsku dokumentaciju je dužnost nadležnih osoba i organa, i obavlja se na osnovu rezultata pregleda, na osnovu javnih i drugih isprava te na osnovu izjave osoba od kojih se uzimaju podaci.

Potpuna, precizna, jasno i uredno vođena medicinska dokumentacija najznačajniji je faktor za dobijanje relevantnih podataka o kvalitetu rada zdravstvenih radnika. Medicinska dokumentacija je uredno vođena i onda ako zabilježeni podaci nisu jasni medicinskom laiku, jer je dovoljno da budu razumljivi stručnjaku.

Zbog nevođenja ili neurednog vođenja medicinske dokumentacije pacijent može doživjeti značajnu štetu. Primjerice, zbog nedostatka podataka ili pogrešnih podataka u medicinskoj dokumentaciji zdravstveni radnik može steći pogrešnu predstavu o zdravstvenom stanju pacijenta, postaviti pogrešnu dijagnozu i odrediti neodgovarajuću terapiju. Zbog nedostataka u vođenju medicinske dokumentacije pacijentu može biti onemogućeno dokazati svoje pravo na naknadu štete zbog ljekarske pogreške. Loše vođena i neodgovarajuća medicinska dokumentacija može se smatrati oblikom ne-savjesnog liječenja.

Zdravstveni radnik je dužan medicinsku dokumentaciju voditi pravovremeno. Trebao bi suksesivno unositi zabilješke u medicinsku dokumentaciju, neposredno nakon poduzetih dijagnostičkih i terapijskih mera, dok su mu još svježe impresije o pojedinostima liječenja pacijenta. Dužnost pravovremenog vođenja medicinske dokumentacije svakako uključuje i dužnost pravovremenog izdavanja dokumentacije pacijentu (4).

Prema stajalištu medicinsko-pravne teorije, pogreške, odnosno propusti u vođenju medicinske dokumentacije mogu se u pravilu svrstati u nekoliko skupina: a/ pogreške i propusti nastali zbog nepoznavanja vrsta povreda; b/ pogreške i propusti nastali zbog ne navođenja tačne lokalizacije povreda; c/ greške i propusti nastali zbog nepotpunog opisivanja povreda i d/ pogreške i propusti nastali zbog nekritičnog postavljanja dijagnoze.

7.3.2. Zdravstveni karton

Najpoznatiji individualni medicinski dokument je zdravstveni karton. On predstavlja pregled historije pacijentovog zdravstvenog stanja i kao takav osnovni je izvor podataka u toku liječenja pacijenta. Uglavnom, ima standardnu formu. U zadnje vrijeme pojeftinjenjem informacijskih tehnologija se javlja kao elektronski medicinski karton.

U njemu se uglavnom dokumentuju podaci u obliku slobodnog teksta, koji je vrlo individualno organiziran od jednog do drugog zdravstvenog radnika. Ovakvi podaci nisu pogodni za obradu i analizu, a pogotovo za elektronsku obradu, te je iz zdravstvenog kartona tj. iz slobodnog teksta potrebno izvući standardizirane medicinske podatke pogodne za sortiranje, grupiranje, poređenje i analizu. Zato bi bilo neophodno usvojiti minimalan set podataka koji se moraju upisati u karton što često nemamo. U nekim organizovanim službama, a u cilju adekvatnijeg praćenja nekih bolesti uvođe se posebne kartice za te bolesti u papirne kartone. Te kartice imaju predefinirana polja za unos određenih podataka, koji su tako skupljeni veoma pogodni za daljnju analizu. Inače s klasičnim zdravstvenim kartonima postoji mnoštvo problema, što zbog njihove forme, što zbog nemara zdravstvenih radnika. Često su oni nemarno složeni, nisu upisani bitni podaci, nisu upisani podaci na odgovarajuće mjesto što druge zdravstvene radnike dovodi u frustrirajuću situaciju, podaci su nečitko upisani...

Bolju organizaciju podataka ima elektronski medicinski karton. Trebalo bi da je koncipiran tako da se obavezno moraju ispuniti bitni podaci inače se ne može zatvoriti započeti upis. To prisiljava ljekare da moraju ispuniti sve tražene rubrike. Pored toga elektronski karton je dostupan širem krugu zdravstvenih radnika (nije vezan samo za jednu ordinaciju), mogu biti dostupni i specijalistima, za razliku od papirnih oni su čitko ispunjeni sa jasnim bitnim podacima, postoji mogućnost brzog pretraživanja i lakog grupiranja određenih podataka, te mogu automatski podsjećati zdravstvenog radnika o bitnim stvarima za pacijenta.

Pored zdravstvenog kartona postoje i drugi individualni statistički listići koje su zdravstveni radnici obavezni ispunjavati. To su: prijava zarazne bolesti, prijava porođaja, prijava pobačaja, bolesnički statistički listić iz bolnice, bolesnička lista u bolnici... zatim to mogu biti različiti registri bolesti kao što su registri malignih bolesti, dijabetesa i drugih značajnih bolesti čije je praćenje potrebno radi adekvatnijeg rješavanja problema.

7.3.3. Prijava oboljenja ili smrti od zarazne bolesti

Oblik i način popunjavanja ove prijave je strogo zakonom određen. U Hrvatskom pravilniku o popunjavanju ovih prijava se čak kaže da oni moraju biti popunjeni mašinom za štampanje. U roku od 24 sata moraju biti dostavljeni nadležnoj instituciji da bi se moglo hitno i na odgovarajući način reagovati. Zakon je propisao

koje su to zarazne bolesti koje se moraju prijaviti, od banalne streptokokne angine i proljeva do ozbiljnih karantenskih bolesti. Neispunjavanje ovih obaveza se smatra nesavjesnim stručnim radom, te su predviđene i sankcije za to (8).

Ali bez obzira na te činjenice prijava oboljelih ili smrti od zaraznih bolesti u praksi se ne dešava na očekivani način. Oni slučajevi koji se prijave često nemaju ispunjene bitne podatke kao što su adresa stanovanja, mjesto uposlenosti ili škola koju pohađa, kako je bolest utvrđena, je li oboljeli izolovan, je li bolesnik vakcinisan protiv te bolesti... Sve su to podaci koji bitno određuju buduću akciju nadležnih službi. Ali što je još poraznije, prema jednom istraživanju koje je proveo Kantonalni zavod za javno zdravstvo u Zenici, samo 25% slučajeva zaraznih bolesti koje se pojave u ambulantama u primarnoj zdravstvenoj zaštiti na ZDK se prijavi, a da ne govorimo o privatnom sektoru odakle uopšte nema podataka.

Ovdje možemo govoriti generalno o razlozima lošeg vođenja dokumentacije u zdravstvenom sektoru dakle, ne samo po pitanju prijavljivanja određenih stanja, nego i drugih činjenica koje treba uredno dokumentirati.

1. Nedovoljno znanje o zahtjevima u pogledu medicinske dokumentacije (može se reći nepismenost zdravstvenih radnika – znaju uraditi ali ne znaju upisati).

Ovo je evidentan problem jer zdravstveni radnici u toku svog školovanja nemaju adekvatnu edukaciju o potrebama evidencije. A i u toku dalnjeg stručnog usavršavanja, pa i pripravničkog staža gdje bi se detaljnije s tim trebali sresti, samo se ovlaš preleti ta problematika. No bez obzira na ovaku situaciju, ona ne može amnestirati zdravstvene radnike od odgovornosti, jer, kako smo ranije vidjeli zdravstvena dokumentacija ima svoju etičko-pravnu, pored stručne i naučne, komponentu.

2. Aljkav odnos prema medicinskoj dokumentaciji, da li zbog prirode zdravstvenog radnika, ili zbog odnosa prema dokumentiranju kao dijelu dosadne obaveze a ne dijelu struke. Ranije smo vidjeli da medicinska dokumentacija služi kao komunikacija među zdravstvenim radnicima, te ukoliko nije precizno ispunjena ili je nečitko popunjena može dovesti u nedoumicu ili zdravstveni radnik koji po njoj treba postupiti može poduzeti pogrešne postupke sa nesagledivim posljedicama (to smo vidjeli kod zdravstvenog kartona, ili kod recepata...).

Ovdje ćemo navesti nавести jedan primjer gdje je loše evidentiranje u zdravstvenom kartonu prouzrokovalo loše podatke u grupnim izještajnim obrascima. Imali smo slučaj u Domu zdravlja u Doboj jugu da su kolege ljekari nemarno upisivali datum prve i ponovne posjete u odgovarajuća polja u zdravstvenom kartonu, te zdravstveni tehničar nije mogao razlučiti je li to prva ili kontrolna posjeta, a ne znajući svrhu tog razlučivanja pisao ih je sve kao prve. Rezultat toga je da smo na kraju te godine ustanovili da je prevalenca hipertenzije na području općine Doboj jug veća nego što ta općina ima stanovnika. To je bilo jasno tek na kraju godine i takav podatak nije bio upotrebljiv za bilo kakvu analizu ili odluku koja bi se trebala donijeti na osnovu tog podatka.

3. Negativan stav zdravstvenih radnika prema zdravstvenoj dokumentaciji jer su im to „nametnuli dosadni administrativci“, koji ne znaju šta je „pravi“ rad u zdravstvu.
4. Slaba saradnja i nepoštovanje kolega u subordinaciji. Naime često su administrativni radnici, ili zdravstveni tehničari isfrustrirani ružnim, nečitkim rukopisom ili nepravilno ispunjenim obrascima od strane ljekara, ali im to ne smiju reći jer su oni „nedodirljivi“ i sve „najbolje“ znaju.
5. Ponekad zdravstveni radnici misle da neku evidenciju treba neko drugi da uradi pa je propuste evidentirati.
6. Zasigurno veliki uticaj ima i ponekad loša koncepcija evidentiranja nekih sadržaja u zdravstvu, te tendencije nametanja silnih evidencijskih recimo u ambulantama medicine rada, gdje ljekar da bi pokrio urađeni stručni dio i da bi bio adekvatno pravno zaštićen mora više od pola radnog vremena provoditi uredno popunjavajući razna dokumenta.
7. Interesantno je istaći da zdravstveni radnici ponekad kriju svoje neznanje iza nečitkog rukopisa i nepotpune dokumentacije. Ovo može biti motiv, ali ne i alibi jer ih ne može sačuvati od eventualnog pravnog procesa.
8. Jedan od bitnih razloga je i taj što nema adekvatne povratne informacije, šta je rezultat svih tih silnih dokumenata i podataka. Većina dokumenata se sigurno obradi i poluci određene akcije; manji dio njih završi neobrađen u nekim arhivama. Međutim, rijetko oni koji su ih generirali dođu do svršishodne informacije šta je prouzrokovao taj dokumenat. Jedan dio krivice za to snosi trom i neefikasan informacijski zdravstveni sistem, a dio rukovodeće strukture zdravstvenih ustanova koje ne posvećuju dovoljnu pažnju zdravstvenoj dokumentaciji, a ponekad se informacije kriju i iz strateških razloga.

Imajući sve ovo u vidu lako je zaključiti šta bi se trebalo poduzeti da bi evidencija i dokumentacija postale „prihvatljivije“ i da bi zdravstveni radnici bili prijateljski raspoloženi prema njima.

Pored ovih primjera individualnih obrazaca u zdravstvu postoje nalozi zdravstvenih radnika za određenim terapijskim procedurama, recepti, nalazi specijaliste...

Iz ovih individualnih dokumenata prikupljaju se grupni podaci za određenu ambulantu, zdravstvenu ustanovu ili dom zdravlja i u zdravstvenom informativnom lancu se prosljeđuju dalje prema nadležnim ustanovama. Najčešće se prosljeđuju prema Zavodima za javno zdravstvo, Zavodima za zdravstveno osiguranje, Zavodima za medicinu rada i prema Ministarstvu zdravstva. Podaci u ovim evidencionim listama su već dobro uređeni pa se lako mogu razvrstavati, sortirati i obrađivati, te iz njih izvlačiti sekundarne medicinske podatke i informacije.

Prvi grupni dokument koji se generira od podataka uzetih s individualnih dokumenata jeste „Dnevna evidencija“ o bolestima u PZZ, o radu u PZZ o radu u SZZ i druge koje smo obavezni skupljati prema zakonu o evidencijama u zdravstvu. Kakvi će po-

daci biti (tačni ili netačni) ovisi od toga kakvi su oni u individualnim dokumentima.

Od podataka iz dnevnih evidencija generiraju se mjesечni, tromjesečni i godišnji izvještajni obrasci. Oni se šalju u Zavod za javno zdravstvo koji generira podatke za Kanton i proslijedi ih prema Federalnom Zavodu za javno zdravstvo a odatle preko Ministarstva civilnih poslova ide prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji.

Iz godišnjih izvještaja koje Zavod za javno zdravstvo dobije od Javnih zdravstvenih ustanova s Kantona kreira se Izvještaj o zdravstvenom stanju stanovništva i organizaciji zdravstva za tu kalendarsku godinu. To je dobar povratni materijal za zdravstvene radnike.

7.3.4. Sestrinska dokumentacija

Skup dokumenata koje sestra ispunjava ili u njih zapisuje podatke o svojim postupcima tokom cjelokupnog procesa njene, sa svrhom sistemskog praćenja stanja pojedinca, obitelji i zajednice, planiranja, vrednovanja i kontrole učinjenoga, predstavlja sestrinsku dokumentaciju. Sestrinska dokumentacija pokriva sve faze procesa zdravstvene njene, a nastaje u interakciji između sestara, pacijenata, njihovih obitelji i zdravstvenog sistema. Ona sadrži podatke o dijagnostičkim postupcima, testovima, tretmanu, edukaciji i drugim intervencijama koje je poduzela sestra tokom zdravstvene njene. Vođenje sestrinske dokumentacije je dužnost kojom se evidentiraju svi provedeni postupci tokom 24 sata, i dokaz je na koji način i kada je pružena zdravstvena usluga. Ona također, predstavlja komunikacijsko sredstvo kojim se prenose informacije drugim članovima tima u njezi pacijenta.

Sestrinska dokumentacija čini sastavni dio historije bolesti pacijenta. Dijelovi, sadržaj i format pojedinih dijelova sestrinske dokumentacije mogu se mijenjati i može im se dodavati novi sadržaj odnosno, mogu se prilagođavati specifičnostima pojedinih klinika (grana medicine), njihovih odjeljenja ili kategorija pacijenata. Na osnovu utvrđenog minimuma i navedenih specifičnosti, svaka klinika može sačiniti i staviti u upotrebu sopstveni obrazac sestrinske dokumentacije. Naredni okvir prikazuje strukturu i sadržaj obrasca sestrinske dokumentacije na odjelu za kardiovaskularne bolesti.

Obrazac sestrinske dokumentacije sadrži sljedeće dijelove:

- Opšti podaci,
- Sestrinska zapažanja pri prijemu,
- Stanje na otpustu i evidencija datih uputa i izvršenih edukacija,
- Plan zdravstvene njene,
- Pregled sprovodenja plana zdravstvene njene,
- Pregled sestrinskih zapažanja i sestrinskih intervencija,
- Pregled aplikacije terapije.

Opšti podaci

U dio obrasca sestrinske dokumentacije pod nazivom „Opšti podaci“ upisuju se:

1. *Ime i prezime pacijenta,*
2. *Broj historije bolesti,*
3. *Datum i vrijeme prijema,*
4. *Datum i vrijeme otpusta.*

Sestrinska zapažanja pri prijemu

U dio obrasca sestrinske dokumentacije pod nazivom „Sestrinska zapažanja pri prijemu“ upisuju se:

1. *Uz pacijenta ostaje (ko ostaje iz pratnje),*
2. *Upoznat sa svojom bolešću,*
3. *Sa sobom donosi lijekove,*
4. *Sa sobom donosi pomagala,*
5. *Pacijenta oslovljavati sa,*
6. *Urađena sanitarna obrada,*
7. *Vidljive promjene na koži,*
8. *Pokretljivost pacijenta,*
9. *Potrebna pomagala,*
10. *Pacijentu dato na upotrebu,*
11. *Potrebna komunikacija sa socijalnim radnikom Ustanove,*
12. *Posebne želje pacijenta i porodice,*
13. *Posebne želje pacijenta obzirom na vjerske potrebe i pripadnost,*
14. *Primjedbe,*
15. *Ime, prezime i potpis medicinske sestre-tehničara.*

Plan zdravstvene njage

Dio obrasca sestrinske dokumentacije pod nazivom „Plan zdravstvene njage“ sadrži sljedeće dijelove:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. <i>Datum i vrijeme,</i> | 4. <i>Planiranje zdravstvene njage,</i> |
| 2. <i>Utvrđivanje potreba,</i> | 5. <i>Potpis,</i> |
| 3. <i>Ciljevi zdravstvene njage,</i> | 6. <i>Evaluacija ciljeva.</i> |

Pregled sprovodenja plana zdravstvene njage

Dio obrasca sestrinske dokumentacije pod nazivom „Pregled sprovodenja plana zdravstvene njage“ sadrži sljedeće dijelove:

1. *Datum i vrijeme,*
2. *Vrsta zdravstvene njage,*
3. *Potpis.*

Pregled njage vodi se za svaki dan hospitalizacije pacijenta počev od momenta prijema pacijenta na odjeljenje.

Pregled sestrinskih zapažanja i sestrinskih intervencija

Ovaj dio sestrinske dokumentacije sadrži sljedeće dijelove:

1. *Datum i vrijeme,*

2. *Vrsta sestrinskih zapažanja i sestrinskih intervencija,*
3. *Potpis.*

Pregled njege vodi se za svaki dan hospitalizacije pacijenta počev od momenta prijema pacijenta na odjeljenje. Pregled sestrinskih zapažanja i sestrinskih intervencija vodi odjeljenjska sestra.

Pregled aplikacije terapije

Ovaj dio obrasca sestrinske dokumentacije sadrži sljedeće dijelove:

- *Datum,*
- *Vrsta aplicirane terapije,*
- *Terapiju ordinirao,*
- *Vrijeme,*
- *Doza terapije,*
- *Način aplikacije,*
- *Potpis.*

Upis podataka u pregled terapije vrši odjeljenjska sestra koja je aplicirala terapiju i to odmah po izvršenoj aplikaciji terapije.

LITERATURA:

1. Mašić I, Ridanović Z. Medicinska informatika. Avicena, Sarajevo 1999. godine.
2. Čukić D. Pravo na medicinsku istinu preko medicinske dokumentacije – teškoće, greške, predlog mjera za njihovo otklanjanje, “Pravni život”, vol. LI, 2002., br. 9, str. 260.
3. Varga S, Stevanović R, Mauher M. Uspostava i razvoj zdravstvenog informacijskog sustava Republike Hrvatske. Hrvatski časopis za javno zdravstvo 2005;1(3).
4. World Health Organisation. Medical Records Manual: A Guide for Developing Countries. © World Health Organization 2002.
5. Petrović F, Stanković S, Marčetić LJ. Zaštita i valorizacija medicinske dokumentacije, Beograd, 1995., str. 16.
6. Stužić V. Sestrinska dokumentacija, “Sestrinski list KB Merkur”, 2006., br. 4, str. 6.
7. Opderbecke HW, Weissauer W. Aerztliche Dokumentation und Pflege dokumentation, “Medizinrecht”, 1984., br. 6, str. 211.
8. Jakšić Ž. Medicinska dokumentacija. U: Jakšić, Ž. i sur., Socijalna medicina. Praktikum II., 5. izd., Zagreb, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1989., str. 355.-372.

NOMENKLATURE I KLASIFIKACIJSKI SISTEMI

8

Uporedo s razvojem medicinske nauke razvijao se i specifičan jezik međusobnog sporazumijevanja zdravstvenih radnika, koga možemo nazvati medicinskim jezikom. Taj jezik danas zdravstveni radnici uče uporedo s učenjem o zdravstvenim činjenicama. On obuhvata brojne sisteme imenovanja dijelova ljudskog tijela, organa i tkiva kao i mikroskopskih i hemijskih struktura i procesa, te imenovanja svih promjena funkcija i stanja ljudskog tijela. Kako je medicina interdisciplinarna nauka, tako medicinski jezik obiluje pojmovima iz fizike, biohemije, biologije, informatike, matematike, etike, sociologije i mnogih drugih nauka.

Radi lakšeg razumijevanja, komuniciranja i primjene takvih pojmoveva bilo ih je potrebno na određeni način šifrirati i klasificirati. Skup svih postojećih medicinskih izraza oblikuje medicinsku terminologiju koju u informatici sistemski prikazujemo, opisuјemo i standardiziramo rječnicima, nomenklaturama, indeksima, klasifikacijama, katalozima i šifriranjem (1). Rad u savremenim zdravstvenim ustanovama se ne može zamisliti bez imenovanja činjenica i njihova razvrstavanja u specifične kategorije. Odavno se javila potreba uvođenja specifičnih naziva u zdravstvu. Svaki objekat ili primjećeni fenomen u nekoj oblasti nauke mora naći svoje mjesto u dатој naučnoj oblasti. Svaki objekt ili fenomen mora biti precizno definiran prema karakteristikama koje posjeduje.

8.1. POJMOVI I DEFINICIJE

U ovom odjeljku ćemo opisati i definirati neke osnovne pojmove u klasifikacijskim sistemima.

Rječnici su skupovi riječi nekog jezika. Riječi su po pravilu nanizane abecednim redom. Slični rječnicima su leksikoni i enciklopedije koje šire objašnjavaju pojedine pojmove.

Nomenklatura predstavlja uređeni skup izraza koji se koriste u nekoj nauci, pa u medicini često govorimo o medicinskim nomenklaturama. Da bi nomenklatura poslužila svojoj punoj svrsi, mora imati tako širok obuhvat pojmoveva da se svako stanje u medicini može tačno registrirati. Kako se znanje proširuje, mora postojati mogućnost proširenja nomenklature da bi se obuhvatili novi pojmovi. Primjer jedne takve nomenklature jeste Pariška međunarodna nomenklatura anatomskih pojmoveva na latinskom jeziku iz 1955. godine (*Parisiensia Nomina Anatomica*) koja sadrži 5.640 termina. Tu

su termini jasno, nedvosmisleno i jednostavno označeni te nema mogućnosti zabune ili pogrešnog tumačenja. Nomenklatura zapravo znači dodjeljivanje imena nekoj podjeli ili sistemu.

Indeks je uređen popis izraza koji se pojavljuju u nekom zapisu, zajedno sa uputom o tačnom mjestu gdje se u zapisu nalazi određeni izraz. U printanim zapisima obično su to sadržaji ili indeksi pojmovi, dok su u elektronskim sistemima to indeksne datoteke.

Klasifikacija je sistematsko sortiranje predmeta ili pojmove po skupinama, razredima ili odjelima koje karakterišu određeni slični atributi. Naučna disciplina koja se bavi pravilima i postupcima klasifikacije se zove **taksonomija**. Osnovna svrha klasifikacije jeste uvođenje reda u sisteme (smanjenje entropije - stepen neuređenosti sistema) te posljedično logično predstavljanje, prikazivanje i reproduciranje podataka, ali i priprema za elektronsku obradu. Zapravo, ovim procesom se reducira veliki broj pojmove razvrstavanjem u kategorije ili klase po određenim kriterijima. Svrha klasifikacije je da olakša komunikaciju i kontrolu.

Katalog je sistematski popis pojmove, predmeta i događaja koji su dio neke cjeline. Katalozi mogu biti uređeni abecednim redom.

Šifriranjem u informatici nazivamo zamjenu jedne grupe znakova drugom grupom koja je u pravilu manja i naziva se šifra. Dobar sistem šifriranja medicinskih pojmove bi trebao uvijek zadovoljiti pravilo „jedan pojam – jedna šifra“. Šifre su skupljene u šifrarnike, a jedan takav je Međunarodna klasifikacija bolesti.

Šifrarnik predstavlja kodiranu nomenklaturu, prilagođenu zahtjevima određenog područja. To je zapravo sistem riječi, figura ili simbola koji predstavljaju pojmove, ili serija slova ili brojeva određenih da nešto klasificiraju ili identificiraju.

8.2. KLASIFIKACIJE U MEDICINI KROZ HISTORIJU

Prvu medicinsku klasifikaciju je sačinio John Graunt (Džon Grant) 1700. godine, koji je sačinio pregled uzroka smrti djece ispod šest godina starosti. Prva Međunarodna klasifikacija bolesti je usvojena na Prvom međunarodnom kongresu statističara u Bruselu 1853. godine. Ona je imala pet osnovnih poglavља: epidemiske bolesti, konstitucione bolesti, lokalna oboljenja prema anatomskoj lokalizaciji, bolesti razvoja i bolesti kao rezultat djelovanja sile. Bolesti su bile razvrstane u 139 različitih klasifikacionih grupa bolesti. Od tada do danas je napravljeno 10 revizija Međunarodne klasifikacije bolesti, i u pravilu svakih deset godina izlazila je nova revizija.

S obzirom da nije zadovoljavala sve potrebe za klasifikacijama bolesti, Međunarodna klasifikacija bolesti je često doživljavala modifikacije. Jedna takva se koristi u SAD, takozvana klinička modifikacija Međunarodne klasifikacije bolesti ICD-9-CM. Kako su kliničari tražili bolju klasifikaciju od one „vitalne statistike“ zastupljene u Međunarodnoj klasifikaciji bolesti, Američki institut za patologiju je 1970. godine donio novu nomenklaturu bolesti takozvanu SNOMED (Systematized Nomenclature in Medicine).

Kasnije su izvedene specifične verzije SNOMED-a u raznim medicinskim disciplinama kao što je SNODERM u dermatologiji...

Svjetska zdravstvena organizacija je značajno angažirana na uvođenju klasifikacija u medicini. Pored Međunarodne klasifikacije bolesti, SZO je publicirala još dvije klasifikacije i to Međunarodnu klasifikaciju tjelesnih oštećenja i invaliditeta i Međunarodnu klasifikaciju procedura u medicini (2).

Za sve navedene klasifikacije se može reći da u nedovoljnoj mjeri precizno definiraju bolest, te je bilo potrebno tražiti nove pogodnije klasifikacije. Nedostatak ovih klasifikacija je nemogućnost kontrole kvaliteta zdravstvene zaštite zbog toga što je u središtu ovih klasifikacija bolest a ne pacijent. Stoga se prišlo razvoju klasifikacije na principu da obilježje klase bude klinička sličnost i sličnost u korištenju bolničkih resursa. Najpoznatija ovakva klasifikacija jeste Sistem dijagnostički srodnih grupa (DRG – Diagnosis Related Groups) nastao sedamdesetih godina prošlog vijeka u SAD (3).

Osim navedenih nomenklatura i klasifikacija procedura i usluga, bolesti i pacijenata, u svijetu je u širokoj upotrebi i klasifikacija lijekova poznata kao Anatomsko-terapeutsko-hemijska klasifikacija lijekova (ATC).

POGLAVLJE	GRUPE BOLESTI	ŠIFRE
I	Određene infektivne i parazitarne bolesti	A00-B99
II	Neoplazme	C00-D48
III	Bolesti krvi, krvnih organa i imunoloških mehanizama	D50-D89
IV	Endokrine bolesti, bolesti metabolizma i ishrane	E00-E90
V	Duševni poremećaji i poremećaji ponašanja	F00-F99
VI	Bolesti nervnog sistema	G00-G99
VII	Bolesti oka i očnih adneksa	H00-H59
VIII	Bolesti uha i mastoidnog nastavka	H60-H99
IX	Bolesti cirkular tornog sistema	I00-I99
X	Bolesti respiratornog sistema	J00-J99
XI	Bolesti digestivnog sistema	K00-K93
XII	Bolesti kože i potkožnog tkiva	L00-L99
XIII	Bolesti koštanomisičnog i vezivnog tkiva	M00-M99
XIV	Bolesti genitourinarnog trakta	N00-N99
XV	Trudnoća, porođaj, puerperijum	O00-O99
XVI	Određena stanja nastala u neonatalnom periodu	P00-P96
XVII	Kongenitalne malformacije, deformacije i hromozomske abno.	Q00-Q99
XVIII	Simptomi, znaci i nenormalni nalazi	R00-R99
XIX	Povrede, trovanja i druge posljedice	S00-T98
XX	Vanjski uzroci mortaliteta i morbiditeta	V01-Y98
XXI	Faktori koji utiču na zdravstveno stanje i kontakt s zdr. služb.	Z00-Z99

Tabela 8. Grupe bolesti u 10-toj međunarodnoj klasifikaciji bolesti

8.3. MEĐUNARODNA KLASIFIKACIJA BOLESTI, POVREDA I UZROKA SMRTI (MKB)

Osnovni koncept MKB se zasniva na standardizaciji nomenklature za nazive bolesti i njihovoj sistematizaciji u hijerarhijski strukturirane kategorije. Jedna od loših karakteristika MKB jeste da ne prepoznaje ishode liječenja, niti udružena stanja pacijenta koja mogu uticati na bolest (starost, terapija, druge bolesti) u njenim šiframa bolesti. Međutim, ona omogućava ujednačeno praćenje uzroka bolesti, smrti i povreda u svim zemljama svijeta. To nam omogućava uočavanje razlika u pojavama određenih stanja među tim zemljama, te poredeći incidence pojavljivanja u određenim regionima, možemo donijeti zaključke o faktorima koji doprinose povećanju ili smanjenju incidence neke bolesti. Do danas je bilo deset revizija MKB i zadnja je (deseta revizija) usvojena 1993. godine. Iako je Skupština Američkog društva za javno zdravstvo preporučila 1898. godine da revizija klasifikacije izlazi svakih deset godina, od zadnje revizije je prošlo preko 20 godina.

Deseta revizija označava bolesti alfanumeričkim kodom, što daje širok spektar koda potrebnih za veliki broj bolesti i stanja u zdravstvu. Ova revizija sadrži 21 poglavље (grupe bolesti), a svakoj grupi bolesti je pridruženo jedno slovo (2, 4).

8.4. KLASIFIKACIJSKI SISTEMI U PRIMARNOJ ZDRAVSTVENOJ ZAŠTITI

Kako MKB nije prilagođena listi patologije u primarnoj zdravstvenoj zaštiti, WONCA (Svjetska organizacija ljekara opšte prakse), je 1972. godine predložila „Međunarodnu klasifikaciju zdravstvenih problema za ljekare opće prakse“. Ona je sadržavala 500 termina usko vezanih za MKB, ali se ona pokazala nedovoljnog, pa ju je kasnije Austrijski ljekar Braun 1988. godine preuređio i dopunio pod nazivom „Rezultat konsultacije“. Taj koncept kasnije prihvata i razvija Francusko društvo ljekara opće prakse. Suština ovog koncepta je da poslije svake konsultacije u čijem je središtu individualni zdravstveni problem se rezultat može svrstati u četiri klase:

- a. klasa vodećih simptoma (glavobolja bez drugi nalaza),
- b. klasa sindroma ili grupa simptoma (temperatura, groznica, kašalj bez drugih nalaza),
- c. klasa slika bolesti (slika krazamaka sa temperaturom, upalom respiratornih puteva, osipom, kašljem, bez virusološke potvrde),
- d. klasa potpunih medicinskih dijagnoza (dijabetička nefropatija sa laboratorijskim nalazima u krvi i urinu, ultrazvukom i kontrastnom radiografijom bubrega).

Međutim, i ova klasifikacija ne može zadovoljiti sve potrebe. Ljekari mogu individualno različito klasificirati ako klase nisu jasno definirane i opće prihvaćene.

8.5. JEDINSTVENA NOMENKLATURA MEDICINSKIH USLUGA

Da bi se zadovoljili ekonomski kriteriji nastojalo se klasificirati zdravstvene usluge (eng. International Classification of Procedures in Medicne – ICPM). Kod nas je ova klasifikacija poznata pod popularnim nazivom „Plava knjiga“, a nastala je sedamdesetih godina prošlog vijeka. Kako je usluga elementarna jedinica zdravstvene djelatnosti ona ima i svoju ekonomsku dimenziju, pa su zdravstvene ustanove veoma zainteresirane za ovakvu klasifikaciju (4). Ona im omogućuje precizno finansiranje, planiranje i izvođenje zdravstvene zaštite. Međutim, posmatrajući problem s aspekta pacijenta koji nije zainteresiran da kupi krvnu sliku, ljekarski pregled ili neku drugu uslugu, nego hoće da riješi svoj zdravstveni problem u cjelini, ova klasifikacija nije prihvatljiva. Dakle, sa stanovišta davalaca usluga prednost ovakve klasifikacije je motivacija da se više radi, precizno pokriva troškove poslovanja, ali i postoji opasnost od neopravdane produkcije usluga u želji da se zaradi novac. Pored toga ovakva klasifikacija zahtijeva ogromnu administraciju i neracionalno trošenje sredstava osiguranika.

8.6. ANATOMSKO TERAPEUTSKO HEMIJSKA KLASIFIKACIJA LIJEKOVA (ATC – Anatomic Therapeutic Chemical Code)

Ova klasifikacija je u upotrebi od 1987. godine, a njenu upotrebu je preporučila Svjetska zdravstvena organizacija. Prema ovoj klasifikaciji lijekovi su podijeljeni u 14 osnovnih klasa, prema anatomskoj cjelini na koju djeluje lijek (5). Glavne anatomske skupine označene su slovima abecede (npr. A - probavni sistem; B - učinak na krv; C - kardiovaskularni sistem itd.).

Anatomsko-terapijsko-hemijska klasifikacija – prvi nivo	
A	Probavni trakt i metabolizam
B	Krv i krvni organi
C	Kardiovaskularni sistem
D	Koža i adneksi
G	Genitourinarni sistem i seksualni hormoni
H	Sistemski hormonski preparati, isklj. seksualne hormone i insulin
J	Antiinfektivi za sistemsku upotrebu
L	Antineoplastici i imunomoderatori
M	Mišićno skeletni sistem
N	Nervni sistem
P	Antiparazitarni proizvodi, insekticidi i repelenti
R	Respiratorni sistem
S	Čula
V	Različito

Tabela 9. Grupe lijekova po anatomskim sistemima

Ova klasifikacija ima pet nivoa klasifikacije pa recimo klasifikacija metformina lijeka za šećernu bolest bi bila ovakva:

Nivo	Kod	Sadržaj	
1	A	Probavni trakt i metabolizam	Anatomsko glavna grupa
2	A10	Lijek za šećernu bolest	Terapijska subgrupa
3	A10B	Oralni pripravak za šećernu bol	Farmakološka subgrupa
4	A10BA	Bigvanidini	Hemijska subgrupa
5	A10BA02	Metformin	Hemijska supstanca

Tabela 10. Primjer klasifikacije metformina u ATC

Dobre strane ove klasifikacije počivaju na jasnoj terapijskoj i hemijskoj usmjerenoći. Nedostatak je nemogućnost pravilnog šifriranja kombinacije pripravaka, te mogućnost šifriranja magistralnih pripravaka.

Suština ATC je mogućnost međunarodnog praćenja potrošnje lijekova, poređenja rezultata u različitim sredinama (zemlja, regija, ustanova...).

8.7. DIJAGNOSTIČKI SRODNE GRUPE (DRG – Diagnostic Related Groups)

Dijagnostički srodne grupe su najpoznatiji klasifikacijski sistem pacijenata opštih bolnica za kratkotrajnu hospitalizaciju. Počeo se razvijati još davne 1963. godine, a puni razvoj doživio osamdesetih godina prošlog vijeka. To je metoda klasifikacije akutnih bolničkih pacijenata u grupe koje zahtijevaju sličnu potrošnju bolničkih resursa, i koje imaju slične kliničke osobine (6). Dakle, ova klasifikacija ima strogu ekonomsku dimenziju, i primjenjuje se samo u bolnicama za akutnu hospitalizaciju.

Osnovna ideja plaćanja po DRG-u je plaćanje po epizodi liječenja, pri čemu je epizoda period od prijema do otpusta pacijenta iz bolnice. Ideja DRG-a je da definiše jedinstvene troškove epizode liječenja za zdravstveni sistem na osnovu nekoliko faktora: pola i starosti pacijenta, primarne dijagnoze i toka bolesti, komplikacija i sekundarnih dijagnoza. Kvalitetom i efikasnošću pružanja zdravstvenih usluga bolnice mogu povećati ili smanjiti svoju konkurentnost i prihode. Pored pojednostavljenja naplate bolničkih usluga, ovakav sistem omogućava da zdravstveno osoblje i uprava bolnice adekvatno i optimalno planiraju rad i utrošak resursa.

Klasifikacija uključuje 467 srodnih grupa podijeljenih u 23 dijagnostičke kategorije. Ove kategorije su anatomski organizirane. Ova klasifikacija daje idealne uslove za računalnu obradu podataka, te je i stog aspekta veoma prihvatljiva.

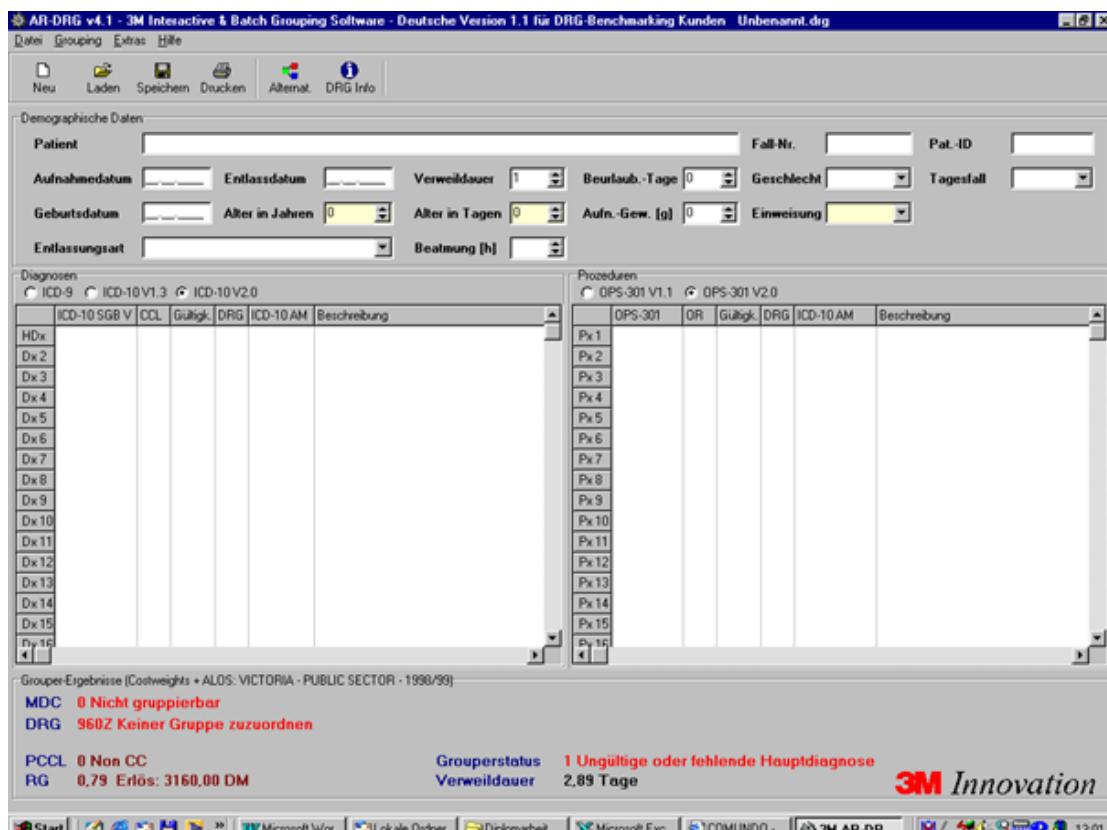
Proces određivanja DRG se zasniva na analizi strukture bolničkog tretmana kroz četiri nivoa podataka:

- prijem pacijenta (anamneza, prijemna dijagnoza, prateće dijagnoze, datum prijema),

- liječenje (dijagnostičke procedure, dodatne dijagnoze, komplikacije i prateći morbiditet, terapijske procedure),
- otpust (stanje pri otpustu, definitivna dijagnoza, datum otpusta),
- klasifikacija po otpustu (šifriranje dijagnoza i procedura, dužina boravka, definiranje jednoobrazne otpusne liste).

Jednoobrazna otpusna lista predstavlja osnovu za određivanje pripadnosti bolesničke epizode određenoj dijagnostičkoj grupi.

Za ovu klasifikaciju je razvijen i poseban softver 3M AR-DRG Grouper Australijske firme 3M (7). On na osnovu izvornih podataka iz DRG slučaja daje rezultat kojоj grupi pripada slučaj. Korisnik softvera recimo utipka šifru bolesti E1171, a softver sam pronalazi tekstualni opis te dešifrira bolest kao „Šćerna bolest tip 2 sa višestrukim mikrovaskularnim komplikacijama“, i daje konačnu DRG šifru K60B.



Slika 30. 3M AR-DRG Grouper za kompjutersko kodiranje bolničkih usluga DRG klasifikacijskim sistemom (7)

LITERATURA:

1. WHO. MKB-10. Medicinska naklada Zagreb. 1994. godine.
2. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Međunarodna klasifikacija bolesti i srodnih zdravstvenih problema (10. revizija, svezak 1). Zagreb: Medicinska naklada, 1994.
3. Hindle D, Kalanj K, Ljubić B. Novi model plaćanja bolničkih usluga – DRG priručnik, Ministarstvo civilnih poslova BiH, Sarajevo. 2007. godine.
4. Balija M i sur. Pojmovnik transfuzijske medicine. Zagreb: Medicinska naklada i Hrvatski zavod za transfuzijsku medicinu, 1995.
5. Bencarić L. Registar lijekova u Hrvatskoj (44. izdanje). Zagreb: Udruga zdravstva Zagreb, Sekcija za ljekarne, 2001.
6. Busse R, Geissler A, Quentin W, Wiley M. Diagnosis-Related Groups in Europe. Open University Press McGraw-Hill Education.
7. http://solutions.3m.com.au/wps/portal/3M/en_AU/HIS_AU/home/products-services/coding-grouping-reimbursement/coregrouping/ (22.01.2013.)

RAČUNARI I NJIHOVA PRIMJENA

9

Veliki broj osoba (naročito starijih od 40 godina), čak i danas, kada čuje reč *računar* misli na neku čudnu, pomalo mističnu mašinu - a ne na neki "običan" alat, čija je upotreba danas već postala sasvim uobičajna. Suprotno ovom mišljenju drugi pak potcjenjuju mogućnosti ovog sredstva, misleći, da je to obična mehanička mašina. Ima i takvih (pogotovu među onima, kojima je oblast "poznata"), koji precjenjuju efikasnost računara, pripisujući mu atribute "svemogućeg".

Računari su svuda oko nas. Većina korisnika nije svjesna skrivene prisutnosti računara u uređajima koji nas okružuju, pa im je pojam računara povezan uz ono što se ovdje naziva osobnim računarima. A zapravo komponente računarskih sistema danas srećemo skoro svakodnevno; u savremenim radio i televizijskim aparatima, strojevima za pranje suđa, modernim medicinskim aparatima... Susret sa računarom je prije ili kasnije neizbjegjan i samo o korisniku zavisi koliko će taj susret biti ugoden.

Donedavno je računar bio privilegija velikih i bogatih firmi i za njegovo korištenje je bilo potrebno imati visoko školsku naobrazbu (osamdesetih godina dvadesetog stoljeća), dok ih danas srećemo u svakodnevnom životu, i prodorom personalnih računara u domove imamo pojavu da se oni koriste u korisne svrhe čak i od učenika u osnovnim školama.

Prodor računara i informacijskih tehnologija u sve pore društva doveo je do potrebe za računarskim opismenjavanjem, što ne podrazumijeva detaljno poznavanje elektroničkih sklopova, niti svako mora znati programirati računar. Ali, ono što je danas svakom čovjeku potrebno jeste poznavanje osnovnih računarskih pojmove, generalno razumijevanje računarskih sistema, te razumijevanje kako računar organizira, obrađuje, pohranjuje i pretražuje informacije.

Informacijske tehnologije imaju posebnu ulogu u zdravstvu, od toga da su računari nezamjenjivi u finansijsko-ekonomskom poslovanju zdravstvenih ustanova, preko zdravstvenog informacijskog sistema, ekspertnih sistema u zdravstvu, pa do sofisticiranih aparata sa komponentama računarskih sistema. U razvijenijim zemljama svaki zdravstveni radnik na svom stolu ima računar, jednako kao tlakomjer ili stetoskop. Jedan od osnovnih razloga za to jest i to što su računari postali jeftiniji i laci za upotrebu, a sami su istovremeno olakšali i pojednostavili mnoge poslove i zadatke korisnicima (1).

9.1. OSNOVNI POJMOVI I DEFINICIJE

Računar je uređaj za automatsku obradu podataka, a dobio je naziv od riječi računati ili računanje. Obrađuje podatke numeričke i nenumeričke prirode. Nauka koja proučava računare naziva se računarstvo. Već smo ranije rekli da se često zamjenjuju pojmovi informatika i računarstvo. Tada smo rekli da postoji informatika bez računarstva, a računarstvo ne može bez informatike, zapravo je računarstvo dio informatike. Tada smo naveli definiciju računarstva pa smo rekli da je *računarstvo nauka koja izučava principe funkcioniranja računara, njihovu organizaciju i strukturu, kao i metode primjene* (2).

U osnovi postoje **mehanički računari**, kod kojih se postupak obrade informacija zasniva na pokretanju mehaničkih dijelova, i **elektronski računari**, koji se definiraju kao *stroj u kojem se mogu pohraniti informacije i koji te informacije automatski i velikom brzinom obrađuje prema određenim pravilima (programima)* (3).

Sve fizičke komponente od kojih se sastoji računar nazivamo **hardver** (hardware). Da bi elektronski računar mogao raditi treba da bude programiran nizom naredbi (**instrukcija**) za rad. Programi i podaci koji služe za rad računara se zovu **softver** (software). **Računarski program** je skup instrukcija pripremljenih tako da računar radi na određen način. Računarski program koji je trajno zabilježen u hardverskoj memoriji i korisnik ga u pravilu ne može mijenjati zove se **firmver** (firmware).

Pored računara (hardware i software), za efikasan rad sistema za obradu podataka potrebni su još i :

- lifeware – obučeni ljudi za rad u sistemu,
- orgware – organizacijske metode,
- netware – povezanost sistema,
- dataware – organizirana baza podataka.

Sistem za obradu podataka nazivamo **informacijskim sistemom**, čiju strukturu čine navedene komponente.

9.2. HISTORIJSKI RAZVOJ SREDSTAVA ZA OBRADU PODATAKA

Mada je elektronski računar izum našeg doba, pokušaji konstrukcije prvih „mašina za računanje“ i za obradu informacija ide daleko u historiju ljudske civilizacije. Računari su se pojavili onda kada je izumljena i razvijena osnovna operacija sa podacima – *računanje*, iz čega je izведен termin računar. Prvo zabilježeno računanje je nastalo prije 6000 godina u Mesopotamskom gradu Uruku u zemlji Sumera. Tada je nastala prva „*računska knjiga*“ ispisana ponavljanim piktogramima u kamenu. Od toga i potiče naziv kalkulator. Naime riječ *calculus,-li* označava i kamen i računsku operaciju, jer su se prvi računovodstveni registri vodili na kamenu (2, 3).

Prvo računalno pomagalo – abakus

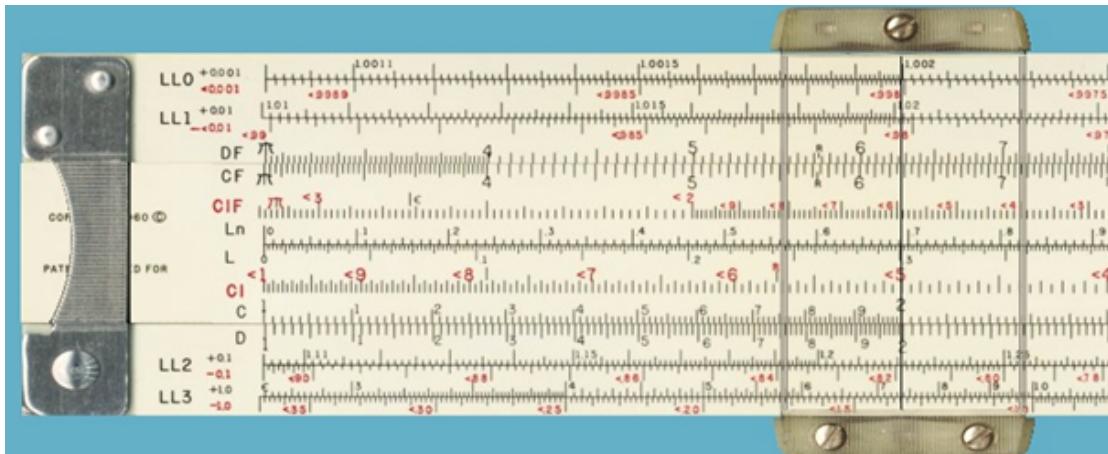
Prvo poznato pomagalo za obavljanje osnovnih aritmetičkih operacija bio je abakus. Nastao je kao posljedica upotrebe primitivnih metoda računanja gdje su kao pomoćna sredstva za računanje bili kamenčići, štapići ili prsti. Sve operacije kod manipulacije podacima su se svodile na brojanje. Poznato je da je u rimskim školama, aritmetika pomoću prstiju na ruci bila zaseban predmet. Na principu aritmetike pomoću prstiju na ruci između 5000. i 1100. godine p.n.e. je napravljena pomoćna računaljka, preteča svih generacija računara - abacus. Prapostojbina joj je Kina, a koristili su je Egipćani, Grci, Rimljani i drugi. Porijeklo riječi je Grčko „abakios“ što znači „daščica za računanje“. Abakus podsjeća na današnje obične računaljke koje se koriste u osnovnim školama. Njim su vršene osnovne matematičke operacije sabiranje, oduzimanje, množenje i dijeljenje.



Slika 31. Abakus

Razvoj mehaničkih mašina za obradu podataka

U toku razvoja ljudske civilizacije dosta rano su se pojavili pokušaji konstruiranja sredstava koja bi olakšala izvršenje računskih radnji. Od vremena grčkih filozofa pa do kraja srednjeg vijeka tehnike računanja, kao i nauka uopće, slabo su napredovali. Krajem XVI stoljeća otkriveni su logaritmi, a ubrzo nakon toga logaritamsko računalo – popularni šiber, koji će sve do pred kraj dvadesetog stoljeća biti nezamjenljiva alatka u rukama građevinaca ili inžinjera. Naime, tek krajem XX vijeka potiskuju ga jeftiniji ručni kalkulatori. Logaritamski računar je pronašao škotski matematičar John Napier.



Slika 32. Logaritamsko računalo (šiber)

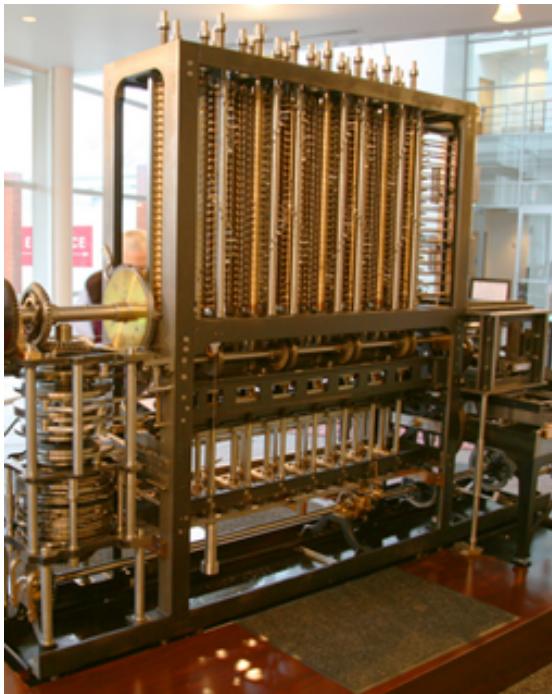
Kasnije 1642. godine Blaise Pascal je načinio prvo mehaničko drveno sredstvo za računanje i nazvao ju je „mašina za sabiranje“, kasnije nazvana Pascalina. Radila je slično današnjim mehaničkim brojačima kilometara u autu. U isto vrijeme načinjene su i mašine za množenje (Leibniz) i djeljenje. Zajednička karakteristika ovih strojeva jeste da su mogli izvoditi aritmetičke operacije, ali nisu mogle pamtitи dobivene podatke.



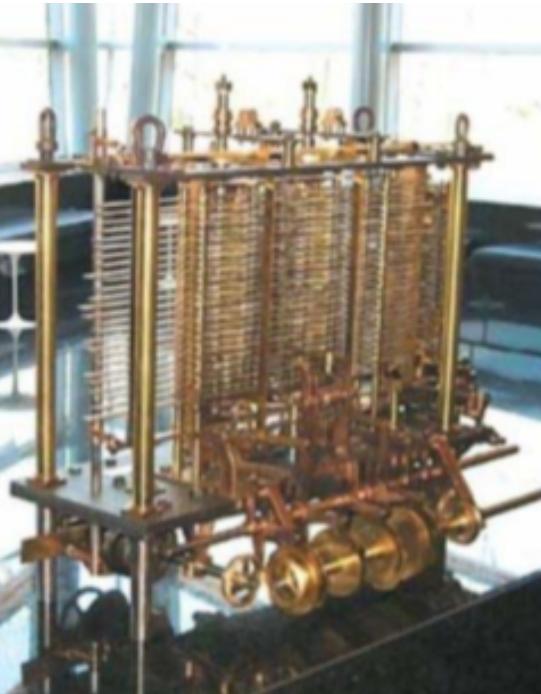
Slika 33. Pascalina

Računarski strojevi koji su se mogli isprogramirati za vršenje određenih radnji i taj program imati sačuvan, razvile su se u tekstilnoj industriji primjenom bušenih kartica na kojima se nalazili izbušeni programi za izvođenje određenih radnji strojeva za tkanje. Primjenjujući sličnu tehniku kasnije oko 1850. godine Charles Babbage, profesor matematike Univerziteta u Cambridge-u, proizvodi prve strojeve koji su imali koncept današnjih računara (4, 5). To su **diferentna mašina** za izračunavanje logari-

tamskih tablica, i kasnije **analitička mašina** koja nažalost nije do kraja realizirana. Ta analitička mašina je trebala da ima sve elemente modernog računara (ulaznu jedinicu, izlaznu jedinicu za štampanje, aritmetičku jedinicu preko sistema bušenih kartica, kontrolnu jedinicu i jedinicu za pohranu podataka. To je bio veliki parni stroj.



Slika 34. Diferentna mašina



Slika 35. Analitička mašina

Sljedeći značajan korak se desio krajem XIX vijeka kada Hermann Hollerith proizvodi stroj za potrebe statističke službe Sjedinjenih Američki Država za popis stanovništva 1890. godine. On je također radio na principu bušenih kartica. Skladištenje podataka je riješeno bušenim karticama, a mašina je „znala“ da sortira i da izdvaja određene tipove kartica. Kasnije je njegova firma koja je proizvodila mašine sa bušenim karticama 1924. godine prerasla u danas najpoznatijeg proizvođača računarske



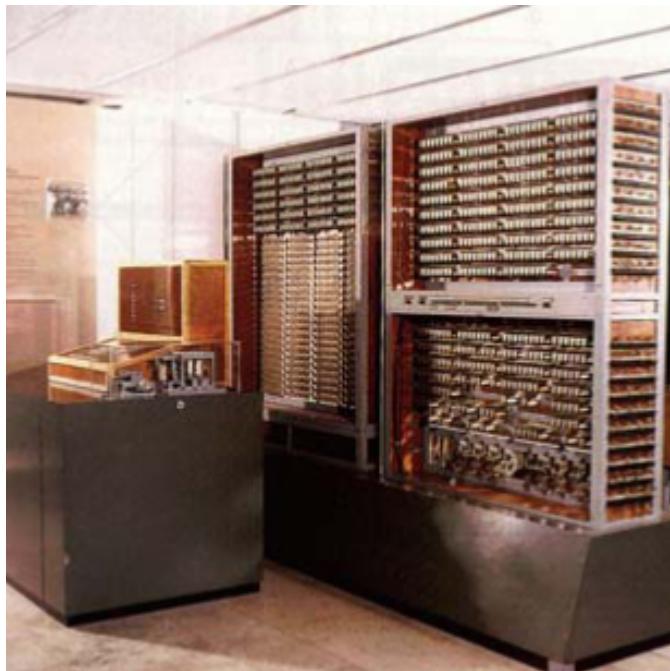
Slika 36. Hollerith-ov stroj za popis stanovništva

opreme IBM (International Business Machines Co).

9.3. GENERACIJE RAZVOJA RAČUNARA

Nulta generacija računara (prije 1945 godine)

Intenzivan razvoj nauke i tehnike četrdesetih godina XX-tog vijeka dovodi do usavršavanja arhitekture računara. Vojska i vojna industrija za potrebe rata koji je bjesnio tih godina svijetom organiziraju grupe stručnjaka za konstruisanje računarskih strojeva sposobnih da brzo i precizno izvrše ogromnu količinu računskih operacija. U to vrijeme pored mehaničkih i elektromehaničkih računarskih komponenti već je na raspolaganju i elektronska cijev. Istraživanja se vrše paralelno u Njemačkoj i SAD. Konrad Cuse 1938. godine u Njemačkoj gradi računarske mašine Z1 i Z2 koje rade s binarnim algoritmima na elektromehaničkom principu (5). Kasnije zamjenom elektromehaničkih releja sa elektronskom cijevi nastaje 1941. godine Z3 a kasnije i Z4. To su prvi računari opće namjene programski kontrolirani.



Slika 37. Zuse Z3

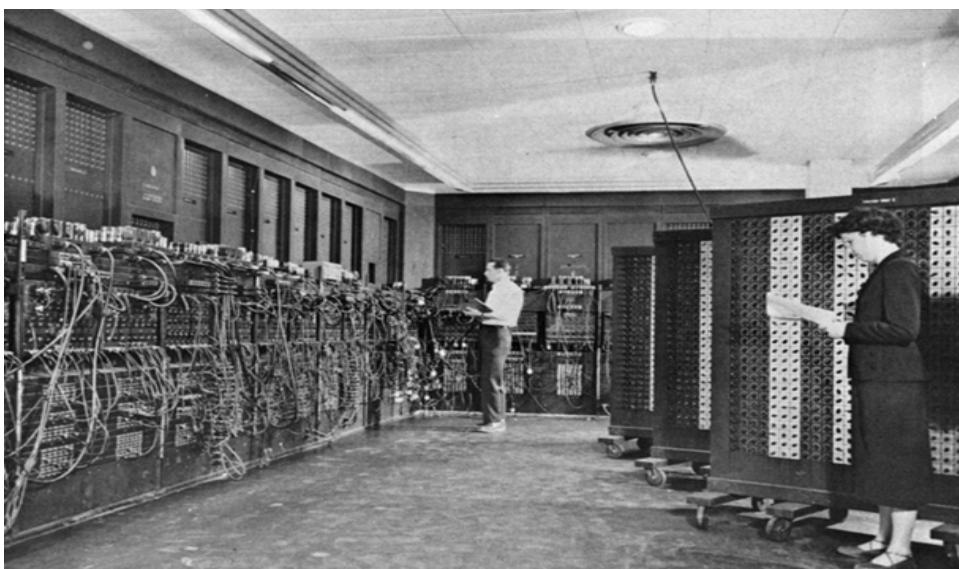
Pred kraj 1943. godine u SAD Aiken Howard u IBM konstruira prvi računar koji je izveo operacije bez posredovanja čovjeka i nazvao ga MARC-I.

Prva generacija računara (1940 – 1956)

Računari prve generacije su koristili elektronske vakumske cijevi za strujne kružne i magnetne bubenjeve za memoriju. Prvi pravi elektronski računar proizведен je 1946. godine. Nazvan je ENIAC (Electronic Numeral Integrator and Calculator). Bio je težak 30 tona, imao 18.000 ugrađenih elektronskih cijevi, 10.000 kondenzatora i 70.000 otpornika. Trošio je oko 800 kW struje na sat. Prvi računari su koristili strojni jezik (programski jezik najniže razine), a podaci i komande su unošeni bušenim karticama. Nedostatak ovog računara je što nije mogao imati snimljen program, pa se za svaki novi program morala razvoditi nova instalacija. Zato 1946. godine John von Neuman proizvodi prvi računar s magnetnim diskom na kome je pohranjen program. Računar se zvao UNIVAC (Universal Automatic Computer).



Slika 38. Elektronske cijevi



Slika 39. ENIAC

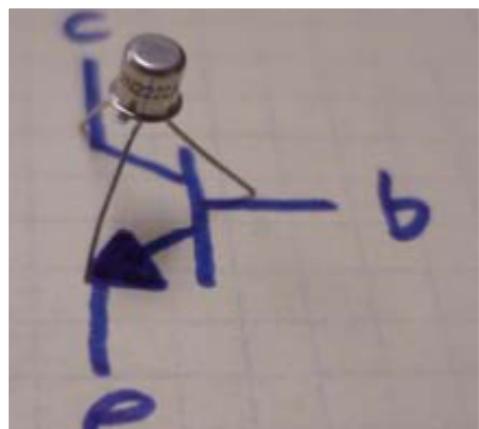


Slika 40. UNIVAC

Druga generacija računara (1956 – 1963)

Pronalazak tranzistora 1948. godine omogućava minijaturizaciju računarskih mašina, koje su do tada zauzimale čitave zgrade. Karakteristika računara druge generacije je da su koristili umjesto elektronskih cijevi tranzistore i poluprovodničke diode. Princip rada tranzistora je sličan radu elektronskih cijevi ali su znatno povoljniji s aspekta potrošnje energije, dimenzija, cijene, pouzdanosti u radu, jeftinij su...

Računari izgrađeni od tranzistora su bili znatno jeftiniji, brži i dostupni širim krugovima. Razvijaju se složenija softverska rješenja, jer tranzistori mogu odgovoriti složenijim zahtjevima. Javljuju se prve primjene računara u ekonomiji, medicini i drugim službama. Programiranje (pisanje programa) postaje vrlo popularno, pa se razvijaju simbolički programske jezici kao što je ALGOL, COBOL i FORTRAN (5, 6). Upotrebljavaju se magnetna jezgra kao primarne memoriske jedinice, a pojavljuju se i magnetni diskovi kao sekundarna memorija. Magnetna traka se javlja kao najčešća I/O jedi-



Slika 41. izgled tranzistora

nica a u upotrebi ostaju bušene kartice. Tipični predstavnici ove generacije računara su: RCA-501, IBM-1400, CDC-160, NCR-500 i drugi.

Treća generacija računara (1964 – 1971)

Treću generaciju računara karakteriše uvođenje integralnih kola (čipova) kao osnovne jedinice računara. Jedan čip zamjenjuje više stotina tranzistora čime se dimenzije, cijena i potrošnja energije i dalje smanjuje. Brzina obrade podataka je još veća. Takvi procesori imaju mogućnost obrade više zadataka istovremeno (multitasking), te se javljaju prvi operativni sistemi, i raste broj aplikacijskih softverskih paketa. Kao sekundarna memorija koriste se hard disk i flopi disketa. Interakcija korisnika s računarom je sada preko tastature i monitora (ne pomoću bušenih kartica kao do tada). Tipični predstavnici ove grupe su: IBM 360, RCA SIEMENS 4004, UNIVAC 9000, CDC 6600 i drugi.

Četvrta generacija računara (1972 - 1985)

Pojavljuju se čipovi vrlo visoke integracije (mikročipovi). Na prostoru jednog cm² nalazi se kompletan procesor jednog računara (koji mijenja milione tranzistora). Ovim se postiže još veća minijaturizacija računara, još se više smanjuje potrošnja energije, a brzina dostiže neslućene razmjere pa računari obrađuju 10 – 15 miliona operacija u sekundi. Glavna memorija je od poluprovodničkih elemenata i prvi put se javljaju direktni izlazno ulazni elementi. Koriste se za upravljanje bazama podataka. Glavni predstavnici ovih miniračunara su IBM 370, Siemens 7700, UNIVAC 100 i drugi.



Slika 42. IBM 370

Peta generacija računara (1986 – ?)

U ovoj generaciji se koriste 32-bitni transport podataka kroz komponente računara, te su procesori u mogućnosti da obrade veći broj podataka. Već se koriste multiprocesorske jedinice u jednom računaru. Računari postaju lako dostupni, u široj upotrebi i znatno jeftiniji, te se javljaju kao lični (personalni) računari. Kasnije pored 32-bitnih pojavljuju se i 64-bitni procesori koji sadrže oko 320 miliona tranzistora. Računari prve četiri generacije u osnovi imaju strukturu koju je projektirao John von Neumann, dok računari pete generacije omogućuju inteligentnu integraciju računarske brzine, pouzdanoći i pamćenja sa ljudskim mogućnostima snalaženja u nepredviđenim situacijama (6). Dakle, peta generacija računara već poprima elemente umjetne inteligencije. Ovi računari rješavaju probleme pomoću ekspertnih sistema

Šesta generacija računara (1988 - ?)

Ova generacija računara se bazira na takozvanoj neuronskoj tehnologiji i multi-procesiranju, čime se ustvari počinju simulirati procesi u ljudskom mozgu.

9.4. VRSTE RAČUNARSKIH SISTEMA

Svi računarski sistemi funkcioniraju po istom principu, ali unutar grupa postoje razlike u procesorskoj snazi, Prema snazi oni se dijele na:

1. mikroračunare ili personalne računare,
2. računare srednjeg nivoa, i
3. superračunare.

Mikroračunari

Tendencije kod mikroračunara su da budu sve manji, imaju raznovrsnu primjenu, veliku snagu... Danas imamo milione personalnih računara u upotrebi od kućne upotrebe, konzola za igrice, do ozbiljnije profesionalne upotrebe u biroima, zdravstvenim ustanovama... Po veličini mikroračunari se dijele na:

1. ručne kalkulatore,
2. Tableti i "pametni telefoni" koji koriste ekran osjetljiv na dodir za unos podataka.
3. Notebook ili Laptop računar – imaju karakteristike klasičnih PC, samo što su prenosivi.



Slika 43. Ručni kalkulator

4. Desktop ili tower računari su klasični PC računari.
5. Specijalni računari, npr. oni ugrađeni u mašine i druge mjerne i dijagnostičke uređaje.



Slika 44. Savremeno stolno računalo

Računari srednjeg nivoa

Ova grupa računara obuhvata servere različitih namjena, grafičke radne stanice za CAD/CAM/CAE (Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing / Computer Aided Engineering) tehnologije. Ovi računari su poboljšani sljedećim dodacima:

- dodatna RAM memorija,
- više procesora,
- redundantni sistemi hard-diskova, za ubrzavanje pristupa i propusne moći istih, kao i za obezbjeđenje podataka.

Superračunari

Superračunari predstavljaju posebnu klasu izuzetno moćnih računarskih sistema. Manji broj superračunara se namjenski izradi godišnje i uglavnom se koristi za potrebe armija, meteoroloških naučnih institucija i sl. Dugo vremena, vodeći proizvođači superračunara bili su Cray Research i Control Data Corporation, s nizom različitih modela.

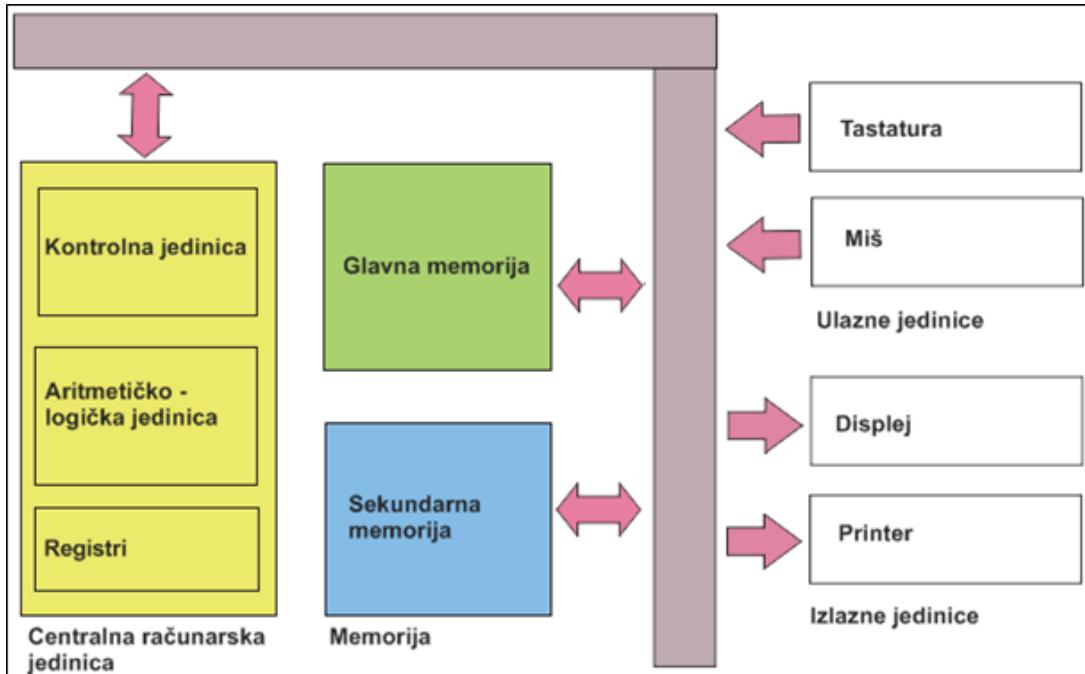


Slika 45. Superračunar kompanije SGI

9.5. HARDWARE (FIZIČKE KOMPONENTE RAČUNARA)

Osnovne komponente savremenog računara po Neumann-ovom (7, 8) konceptu su:

- ulazne jedinice
- izlazne jedinice
- aritmetičko logičke jedinice
- upravljačke jedinice
- memorije



Slika 46. Neumann-ov koncept računara

Memorija

Osnovna mogućnost računara je da radi sa velikom količinom podataka. Svi ti podaci se ne mogu istovremeno obrađivati u računaru nego se ta obrada vrši postepeno. Podaci koji se ne obrađuju odmah pamte se u memoriji računara. Memoriranje podataka se može vršiti na tri nivoa:

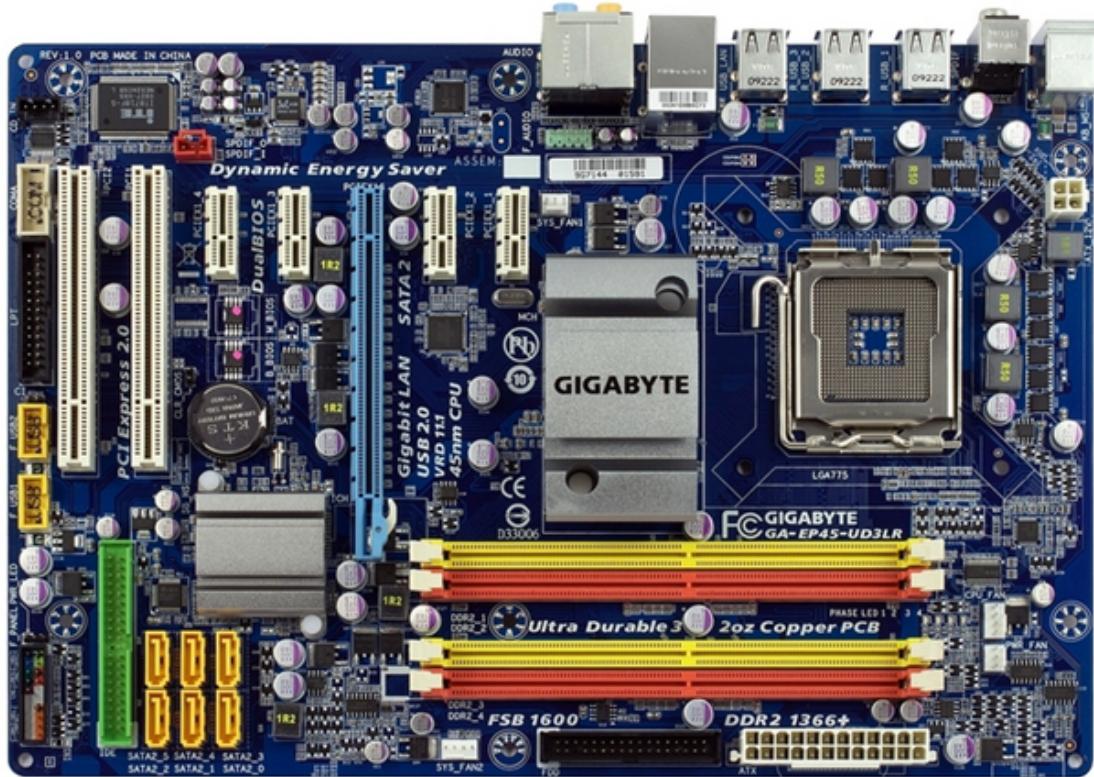
- U registrarskoj memoriji – koja je smještena u centralnoj procesorskoj jedinici (CPU) čuva se samo onoliko podataka koliko se može obraditi u jednom ciklusu procesora. Količina memorije je ovisi od vrste procesora. Prema dužini instrukcije, registrarska memorija je nekad imala 8, 16, 32, a danas postoje procesori sa 64 ili 128 bita po instrukciji.
- Centralna memorija ima veći kapacitet, do nekoliko gigabajta. Zove se još i primarna, radna ili operativna memorija. Ima veliku brzinu i u neposrednom je kontaktu sa centralnim procesorom kojemu prezentira podatke. Svi podaci ili programi moraju biti smještani u centralnu memoriju prije nego što se mogu koristiti u obradi. U osnovi centralna memorija se dijeli na dvije vrste:
 - RAM (Random Access Memory) je memorija sa direktnim pristupom. Kod nje se mogu vršiti operacije čitanja i pisanja. U toku rada računara sadržaj ove memorije se stalno mijenja. Isključenjem struje sadržaj ove

- memorije se gubi.
- o ROM (Read Only Memory), je memorija koja se može samo čitati. Njen sadržaj se može mijenjati samo u posebnim uslovima. Sadržaj memorije ostaje i nakon isključenja struje. U njoj je najčešće smješten specijalni upravljački softver – firmver (BIOS).
 - Periferne memorije – se često zovu sekundarna memorija ili eksterna memorija. Kapacitet joj je znatno veći od kapaciteta centralne memorije. Ove memorije su znatno sporije, nisu vezane za CPU direktno nego preko centralne memorije. U ove memorije spadaju magnetne trake, magnetni diskovi, hard diskovi, diskete, optički mediji (CR-ROM, DVD ROM), USB flash drive, memorijske kartice ...

Matična ploča (engl. motherboard)

To je jedinstven sklop koji omogućava rad drugim komponentama računara. Na njoj se nalaze utori za druge jedinice računara kao što su mjesto za CPU (centralna procesorska jedinica), utori za memorijske jedinice, za grafičku karticu, sklopovi za upravljanje protokom podataka, te priključci za ulazne i izlazne jedinice računara.

Karakteristično je da upravljački procesor (upravlja radom sabirnice za podatke)

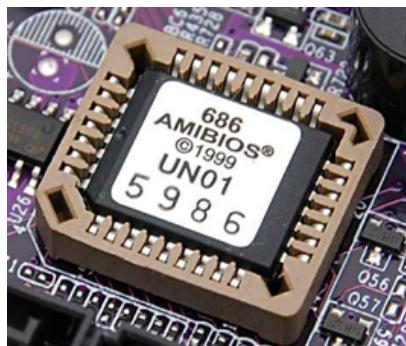


Slika 47. Matična ploča

radi određenom frekvencijom (FSB – front side bus), te u jednom taktu propušta 8, 16, 32 ili 64 bita, te govorimo danas o 32-bitnoj ili 64-bitnoj arhitekturi sabirnice i računara. Da bi računar radio u 32 ili 64 bitnom režimu moraju sve komponente računara biti uskladene (CPU, sabirnica, portovi za I/O jedinice, grafički port....). Na matičnoj ploči se nalazi i čip za BIOS (ROM) u kome je smješten osnovni sistemski softver za upravljanje radom izlaznih i ulaznih jedinica.

BIOS

Osim mikroprocesora i memorije, računar treba upute da bi radio. One su zapisane na posebnom ROM-čipu i taj paket uputa se zove BIOS, što je kratica za basic input/output system (osnovni ulazno/izlazni sistem). BIOS-ov zadatak je komunikacija. On omogućuje mikroprocesoru da upravlja drugim dijelovima računara ili komunicira s dijelovima kao što je monitor, štampač, tastatura itd.



Slika 48. ROM u kome je smješten BIOS

Procesor (CPU – eng. central processing unit)

Centralna jedinica za obradu podataka je „mozak“ računara i sastavljena je od mikroprocesora koji na prostoru od otprilike jednog kvadratnog centimetra ima više od milion tranzistorskih jedinica. CPU ima dva osnovna zadatka. Prvi je obrada podataka što uključuje obavljanje aritmetičkih i logičkih operacija sa podacima, postupke premeštanja i sortiranja podataka, te ostale moguće operacije sa podacima koje se vrše pod nadzorom različitih programa. Drugi važan zadatak CPU je nadzor i usklađivanje rada drugih djelova sistema. Često se kaže da jedan CPU ima veću snagu od drugog. Snaga CPU ovisi o količini podataka koju može obraditi u jedinici vremena. Na snagu CPU utiče više faktora. Prvi od njih je frekvencija rada (koraka) procesora. CPU obrađuje podatke u koracima. Svaka operacija se obavlja u jednom koraku. Jednostavnije operacije se mogu obaviti u jednom koraku dok za složenije treba više koraka. Računari početkom sedamdesetih godina su radili frekvencijom od 2 MHz, što znači da je

računar obavlja 2 miliona koraka u sekundi. Današnji procesori rade na frekvencijama i do 3 GHz. Drugi važan faktor, koji određuje snagu procesora jeste koliko bita može obraditi u jednom koraku. Danas preovlađuju računari sa 32 bitnom strukturom, mada su sve više u upotrebi i računari sa 64 bitnom strukturom. U nekim specijalnim računarama za posebne potrebe razvijeni su procesori i sa 128 bitnom strukturom. Treći bitan faktor jeste i način obuhvatanja podataka i pričuvna memorija samog procesora. Ako ima mogućnost brzog prihvatanja podataka, tj. ako ima veliku brzu pričuvnu memoriju (cache) radit će brže i pouzdano.



Slika 49. CPU (dva najpoznatija proizvođača AMD i INTEL)

Ulagno-izlazni sklopovi

Zadaća ulagno-izlaznih sklopova jeste povezivanje računara sa okolinom (9). Pod okolinom se podrazumijeva sve ono što se nalazi izvan računara. Kod računara postoji više ulagno-izlaznih sklopova koji omogućavaju priključenje različitih vanjskih jedinica npr. tastature, monitora, tvrdog diska, zvučnika, itd. Postoje serijski i paralelni ulagno-izlazni sklopovi, koji služe za priključenje vanjskih jedinica, kao što su štampač, miš, modem itd. Najčešći ulagno-izlazni sklop danas je USB (universal serial bus). U ovu vrstu sklopova spadaju i adapteri za spajanje na mrežu (ethernet ili Wi-Fi).



Slika 50. Stražnja strana računara gdje se nalaze priključci za ulazne i izlazne jedinice

Pojedine sastavne dijelove računara potrebno je povezati električnim vodnicima u jedinstven sistem. Sa obzirom na mnogo sastavnih dijelova, vrlo je va-

žan način povezivanja tih dijelova. Kad bi se svaka komponenta sistema povezala sa svakom drugom komponentom posebnim provodnikom, broj provodnika bi bio tako velik da bi sistem praktični bio neostvariv. Dijelovi računara su zato povezani pomoću posebne skupine provodnika koji se zovu sabirnice (engl. Bus). Radom sabirnica upravljaju posebno izgrađeni procesori za tu namjenu. Oni određuju brzinu i količinu prenesenih podataka sabirnicom, koja mora biti usklađena s drugim komponentama računara (CPU, RAM...) (9).

S obzirom na vrstu informacija koje prenose, postoje tri osnovne vrste sabirnica.

Sabirnica podataka (engl. Data bus) jeste skup provodnika za prenos električnih signala koji predstavljaju podatke. Broj tih provodnika redovno odgovara količini bitova koju odjednom može obraditi CPU.

Adresna sabirnica (engl. Address bus) jeste skup vodiča za prijenos električnih signala koji predstavljaju adrese, a njihov broj ovosi o građi računara.

Nadzorno-upravljačka sabirnica (engl. Control bus) jeste skup provodnika za prenos električnih signala koji predstavljaju nadzorne i upravljačke signale, a njihov broj i funkcija pojedinog provodnika razlikuje se od računara do računara i veoma zavisi od CPU.

Dodatni sklopovi, koji se naknadno žele ugraditi u računar, moraju biti građeni tako da se mogu priključiti na sabirnice koje se nalaze u računaru. Dodatni sklopovi, koji se nazivaju kartice (engl. adapter), građeni su najčešće kao štampane ploče sa zalemnjim elektroničkim komponentama i konektorima na jednom kraju. Karticu je moguće utaknuti u odgovarajući utor koji se nalazi na matičnoj ploči računara, a koji je spojen sa sabirnicom računara. Odabirom dodatnih sklopova, svaki korisnik može oblikovati računar prema svojim potrebama i željama. Kako bi se izbjeglo da svaki proizvođač računara ima svoju sabirnicu, dogovoren je nekoliko vrsta normiranih sabirnica. Bez objašnjenja rada sabirnica, navest ćemo neke od njih: PCI, PCI Express, AGP...

Ulagane jedinice

Pod ulaznim jedinicama računara podrazumijevaju se svi oni sklopovi i uređaji koji omogućavaju unos podataka ili programa iz okoline u računar. Ulagane jedinice mogu se podijeliti na dvije osnovne skupine: na ulagane jedinice koje služe za predaju podataka računaru posredstvom i pod izravnim djelovanjem čovjeka, i na jedinice koje služe za predaju podataka računara iz okoline bez čovjekova posredovanja.

Tastatura je jedna od najstarijih i najčešće korištenih ulagnih jedinica računara. Naslijedena izravno od mehaničkih pisačih mašina, tastatura se odlikuje relativno jednostavnom i jeftinom građom. Tastatura je posebno pogodna i za sada nezamjenljiva ulagna jedinica za unos teksta. Znakovi kojima su obilježene tipke zavise o namjeni i najčešće se sastoje od slova abecede, brojeva, znakova interpunkcije i još nekih pose-

bnih znakova.

Miš je mala pokretna naprava povezana sa računarom pomoću spojnog kabla ili bežično. Izgledom podsjeća na živog miša pa mu otuda i naziv. Pomicanjem miša po podlozi obično se pomiče i cursor na zaslonu monitora (o monitoru ćemo govoriti kasnije), a pritiskom na jednu od tipki na gornjem dijelu miša daje se određena naredba računaru.

Skener je ulazna jedinica računara namjenjena izravnom unosu crteža i slike sa papira u računar. Skener ne zahtijeva precrtavanje crteža, već je u stanju crtež izravno pretvoriti u električne signale prihvatljive računaru. Načelno djelovanje skenera temelji se na pretvaranju svjetla odbijenog od slike u električne impulse.

Ostale ulazne jedinice koje možemo susresti su:

- Optički miš
- Pomična kugla
- Grafička ploča
- Palica za upravljanje (engl. Joystick)
- Svetlosna olovka
- Zaslon osjetljiv na dodir (engl. touch screen)
- Sklopovi za raspoznavanje govora
- Kamera
- Bar kod čitač
- Čitač kartice (elektronska knjižica)

Izlazne jedinice

Izlazne jedinice su uređaji koji obrađene podatke iz računara pretvaraju u oblik prihvatljiv okolini. Ta okolina mogu biti ljudi, pa su to onda prikazi u vizualnom ili zvučnom obliku, ili mašine kada su prikazi u obliku električnih veličina (napon, struja). I u jednom i u drugom primjeru zadaća je izlaznih jedinica brzo, jeftino i djelotvorno pretvaranje digitalnih električnih signala iz računara u oblik prihvatljiv okolini. Svaki je računar opremljen barem jednom izlaznom jedinicom koje se međusobno razlikuju namjenom, tehnologijom izrade, cijenom, itd.

Monitor je izlazna jedinica koja podatke iz računara prikazuje na svom zaslonu u obliku koji je čovjeku razumljiv. Prikaz se sastoji iz teksta, crteža, razumljivih simbola, itd. Prikaz na zaslonu lako se i brzo mijenja i privremene je naravi i gubi se prekidom napajanja monitora. Monitor je najčešće upotrebljivana izlazna jedinica, a u upotrebi je od pojave električnih računara.

Rezolucija monitora je broj koji govori o broju piksela ili osnovnih elemenata slike koje maksimalno na zaslonu može prikazati neki monitor, a izražava se kao umnožak vodoravne i uspravne rezolucije. Raspon rezolucije savremenih monitora kreće se od 640x200 pa do 2560x2048 (2560 tačaka vodoravno i 2048 uspravno).

Veličina zaslona monitora mjeri se dužinom dijagonale zaslona izraženog u inčima ($1''=2,54\text{cm}$). Omjer između vodoravne i uspravne stranice monitora najčešće je 4:3 ili 16:9, pa se iz podataka o dužini dijagonale mogu odrediti dimenzije zaslona. Dio zaslona na kome se prikazuje slika manji je za oko 1 inč (engl. Inch) od izražene dužine dijagonale.

Uobičajne dimenzije zaslona monitora su 10 - 17" kod laptopa, 4 - 10" kod tableta i 17 - 24" kod desktop računara. Monitori veće rezolucije neophodno su većih dimenzija. Monitori većih zaslona su skuplji i upotrebljavaju se uglavnom za grafičke i profesionalne primjene visokih zahtjeva.

Štampač. Postoji izreka da prije ili poslije svi podaci iz računara završe na papiru. Ispis podataka iz računara na papir u obliku koji je čovjeku razumljiv obavljaju izlazne jedinice koje se zovu štampači. Svi štampači, bez obzira na tehnologiju izrade i načelo djelovanja, imaju niz zajedničkih svojstava. Potekla najprije iz namjene štampača, ta se svojstva prikazuju općeprihvaćenim pojmovima (brzina i rezolucija)

U upotrebi su različite vrste štampača kao što su matrični (iglični), ink-jet, laserski kao i 3D štampači za modeliranje.

Uredaj za crtanje (engl. Plotter) je izlazna naprava namjenjena izradi crteža. Prvi komercijalni uređaj za crtanje izradila je američka kompanija CalComp 1959. godine, a od tada je ostvaren golem napredak u kvalitetu i brzini crtanja, uz smanjenje cijene.

Pored ovih postoje i druge izlazne komponente računara kao što su:

- Zvučnici,
- Projektori, upotrebi
- Različiti izvršni mehanički sklopovi...

LITERATURA:

1. Mašić I, Riđanović Z. Medicinska Informatika. Avicena, Sarajevo. 1999. godine.
2. Grbavac V. Informatika, kompjutori i primjena. Hrvatsko znanstveno društvo za promet, 1995. godine.
3. Milosavljević M, Veinović M, Grubor G. Osnovi informatike. © 2009, Univerzitet Singidunum, Beograd.
4. Khosrow-Pour M. Encyclopedia of Information Science and Technology. Copyright © 2005 by Idea Group Inc.
5. O'Regan G. A Brief History of Computing. © Springer-Verlag London Limited 2008, 2012.
6. Ceruzzi PE. A History of Modern Computing. © Massachusetts Institute of Technology 1998.
7. Tan J. Medical informatics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. Copyright © 2009 by IGI Global.
8. Smajkić A. Socijalna medicina sa organizacijom zdravstva I dio. IP „Svjetlost“ Sarajevo 1998. godine.
9. Ortmann J. Einführung in die PC-Grundlagen. TANDEM Verlag, 1993. godine.

PROGRAMSKA PODRŠKA RAČUNARSKIM SISTEMIMA

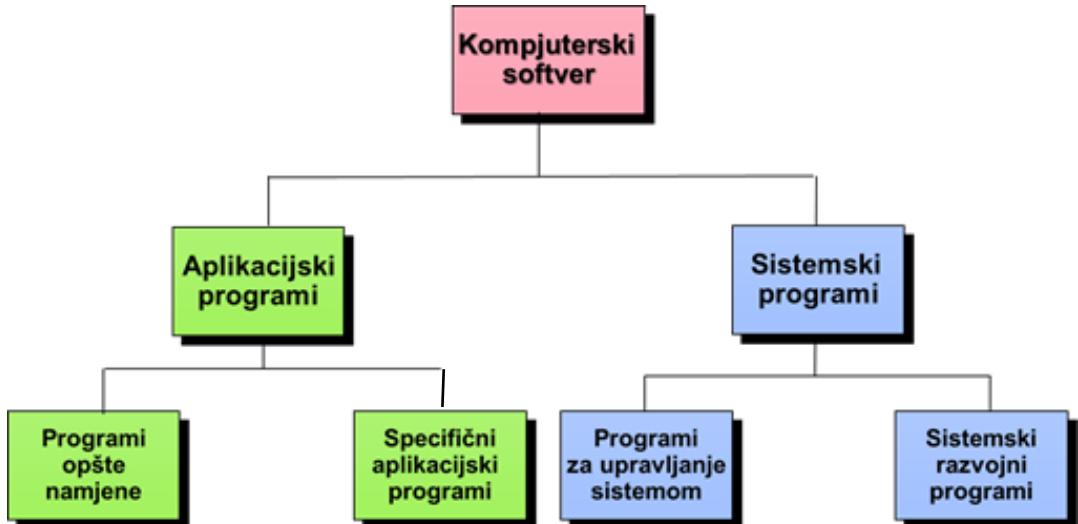
10

Programi, programski paketi i podaci se jednom riječju nazivaju softver (engl. software) i ovom se riječju generalno obuhvataju sve vrste računarskih programa. Sofтвер je kolekcija računarskih programa i povezanih podataka koji daju instrukcije računaru šta i kako treba da radi. Drugim riječima softver je *kolekcija programa, procedura, algoritama i njihove dokumentacije koji sudjeluju u operacijama obrade podataka* (1).

Prvu teoriju o softveru je dao Alan Turing u njegovom radu „Brojni proračuni sa primjenom u problemskom odlučivanju“ napisanom 1935. godine. Pojam softver je prvi put korišten od američkog statističara Johna W. Tukey 1958. godine. Prema njegovoj definiciji to je neopipljivi dio računara koji mu omogućuje rad.

Softver uključuje različite oblike i uloge koje digitalno pohranjeni podaci mogu imati u računaru. To je široka paleta proizvoda razvijenih različitim tehnikama i takozvanim programskim jezicima kao što su obični programski jezici, skriptni jezici, mikrokodiranje ili slični postupci.

Podjela softvera na kategorije je vrlo kompleksna. Postoje brojne podjele, ali se svi slažu da postoje dvije osnovne kategorije: sistemski softver i aplikacijski softver.



Slika 51. Vrste programske podrške računarskim sistemima

Svrishodna podjela računalnih programa dijeli softver u tri glavne kategorije: sistemski softver, aplikacijski softver i softver za programiranje, iako je razlika među njima često arbitrarna i nejasna.

Sistemski softver je računarski softver dizajniran da osigura rad osnovnih funkcija hardvera, te kao platforma za izvođenje aplikacijskih programa. Sistemski softver sadrži pokretačke programe za hardver (drivers), operacijske programe, poslužitelje, alate... Sistemski softver je odgovoran za rad mnoštva hardverskih komponenti tako da one rade usklađeno. Njegova je uloga također rasteretiti aplikacijski softver od uobičajenih zajedničkih aktivnosti koje on preuzima, a to su upravljanje komunikacijskim uređajima, štampačima, skenerima, ekranima i tipkovnicama, ali i upravljanje resursima računala kao što je memorija, procesorsko vrijeme...

Operativni sistemi (OS)

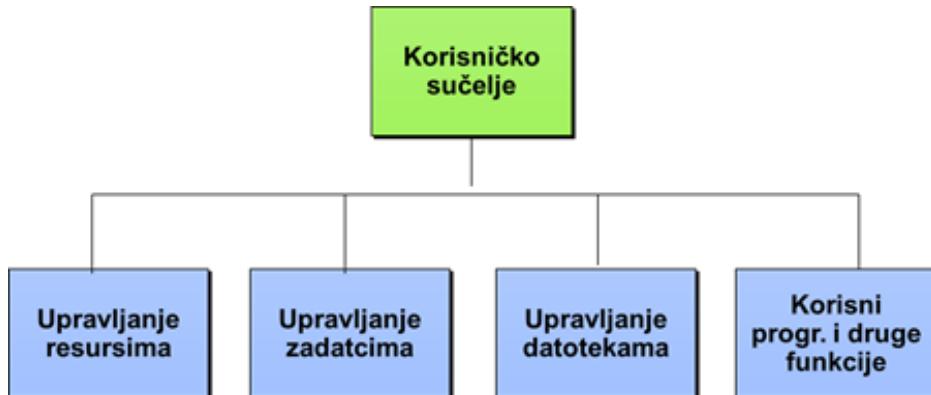
Prvi operativni sistemi su bili skromni po mogućnostima i radili su na mašinama koje za današnje pojmove imaju male mogućnosti. Prvi ozbiljniji operacijski sistemi su bili UNIX, DOS i OS/2. Kasnije 1981. godine Microsoft proizvodi prvi Windows operativni sistem koji ima GUI (Graphical User Interface) sučelje, zahvaljujući kome danas možemo vrlo lako upravljati operacijama na računaru bez nekog posebno velikog znanja o informatici (2).

Operativni sistem predstavlja vezu između korisnika i računarskog sistema. Predstavlja skup programa koji upravljuju radom računara (omogućava rad izvršnih programa i koordinira njihov rad, provodi kontrolu i upravlja centralnim procesorom, centralnom memorijom, perifernim uređajima, pohranjivanjem podataka i informacija). Može se reći i da predstavlja skup programa koji služe za upravljanje resursima računara (pri čemu pod osnovnim resursima podrazumijevamo: CPU (procesor), operativna memorija, ulazno-izlazni uređaji i datoteke). Osim navedenih, OS vrši i neke pomoćne funkcije, kao što su: dijagnostika hardvera, evidencija softverskih grešaka, administrativne funkcije (vođenje evidencije o upotrijebljenim resursima). S obzirom na broj korisnika koji OS opslužuju, isti se dijele na:

- jednokorisničke i
- višekorisničke operativne sisteme.

Kod višekorisničkih sistema nužan je mehanizam zaštite korisnika i podataka od neautorizovanog korištenja, kao i zaštite OS od samih korisnika. Redoslijed izvršavanja programa može se regulirati dodjelom različitih stepena prioriteta korisnicima. Za ove poslove s operativnim sistemom u pravilu je zadužen sistem-administrator. Poznati operativni sistemi su: MS DOS, OS/2, VMS, UNIX, Windows, Linux, MacOS, Android (3, 4).

Budućnost rada na PC računarima po svemu sudeći je u velikoj mjeri vezana za operativni sistem Windows. Osnovna računarska pismenost podrazumijeva i poznavanje Windows. Zastupljenost Windows aplikacija sve je veća. Prema nekim procjenama, u 1994. godini 99% svih sjevernoameričkih korporacija koristilo se barem jednom od



Slika 52. Uloge operativnih sistema

Windows aplikacija. U 1993. godini taj postotak je iznosio samo 83%.

Prva verzija Windows proizvedena je 1981. godine, a šira primjena Windows počinje od verzije 3.11. To je bio 16 bitni operativni sistem. Revolucija operativnih sistema počinje sa verzijom Win95 1995. godine, koji donosi novo lakše korisničko sučelje, mnogo novih funkcija i 32-bitnu arhitekturu (instrukcije se prenose u blokovima širine 32 bita).

Izvršni (aplikacijski) softver je skup programa koji omogućava računaru da obavi određeni posao obrade podataka za korisnika. To je široka kategorija programa, a obuhvata mnogo različitih aplikacija potrebnih za projektiranje pomoću računara, upravljanje bazama podataka, programi za obrazovanje, programi za odlučivanje, za obradu slike, proračune, obradu teksta, medicinski softver, simulacijski softver i mnoge druge aplikacije. Aplikativni softver korisnik može kupiti na tržištu kao gotov proizvod, ili se koristiti adekvatnim softverom u javnom vlasništvu. Također se može izraditi softver za specifične namjene (5, 6).

U ovu kategoriju spadaju: aplikativni programi opće namjene (tekst-procesori, alati za tablične proračune, programi za grafiku itd.), poslovni aplikativni programi (knjigovodstvo finansija, marketing, proizvodnja), naučni aplikativni programi (naučne analize, inženjerski dizajn), te ostali aplikativni programi (obrazovni softver, igre, muzika i umjetnost).

Količina gotovog softvera na tržištu raste geometrijskom progresijom. Neke od najznačajnijih grupacija ovog softvera su:

- antivirus softver i softver za zaštitu sistema,
- backup softver, za zaštitu podataka i programa,
- CAD/CAE/CAM (Computer Aided Design / Computer Aided Engineering / Computer Aided Manufacturing) softver. Namijenjen je za potrebe računarom podržanog inženjerskog dizajna i razvoja proizvoda, za inženjerske analize i istraživanja, te za proizvodnju;
- database softver, za rad s bazama podataka,
- softver za tehničke (PDMS – Product Data Management System) i poslovne informacione sisteme (ERP – Enterprise Resource Planning),
- softver za obradu tabela i analizu podataka,
- softver za statističku obradu podataka (SPSS, SAS),
- grafički softver, za obradu slika i crteža, te za pravidnu stvarnost (virtual reality software),
- softver za vođenje projekata,
- softver za programiranje i razvoj softvera,
- softver za računarske mreže,
- multimedijijski i prezentacijski softver,
- edukacijski softver,
- softver za igru, zabavu i kućnu upotrebu.

Softver za programiranje uključuje programske alate ili aplikacije za stvaranje programa, ispravljanje, održavanje ili na drugi način podržavanje programa. Programski alati su namijenjeni da pomognu programerima da napišu neku aplikaciju za računar.

Razvoj softvera glavni je faktor u razvoju informacionih tehnologija. Primjena softvera se raširila na sva područja ljudskog djelovanja. Samo na američkom tržištu, prodaja poslovnog softvera za personalne računare iznosila je 1981. godine oko 500 miliona USD, dok se prodaja u 1986. godini kretala oko 4,6 milijarde USD. Danas ove vrijednosti ostvaruju pojedini proizvođači.

Mogućnosti razvoja softvera i dalje su neslućene. Razvoj programskih jezika, a posebno jezika četvrte generacije, objektno orijentiranog programiranja i pokušaja stvaranja univerzalnih programskih alata, dovodi do toga da se softver sve više približava korisniku i postaje jednostavniji za upotrebu. Zbog mnoštva gotovih programskih paketa za različite namjene, danas najčešće nije ekonomski opravdano razvijati vlastiti softver (5, 6).

Generacije programskih jezika su:

- mašinski jezici, koji se nazivaju i programski jezici prve generacije (1GL, 1950-1954),
- asembleri i makro-assembleri su jezici druge generacije (2GL, 1955-1959) i nalaze se između mašinskih jezika i viših programskih jezika,

- jezici treće generacije (3GL) su viši programski jezici, koji su proceduralni,
- jezici četvrte generacije (4GL), u koje spadaju: SQL, HTML, PHP, ASP, tj. neproceduralni jezici, sa usko specijaliziranom namjenom, prema kojoj mogu biti:
 - opisni (služe opisivanju dokumenata - PostScript, HTML),
 - upitni (za generiranje podskupova iz baza podataka i formiranje izvještaja - SQL),
 - grafički (LabView, G – jezici za programiranje virtualnih instrumenata),
 - objektno-orientirani (java, C++, C#, visual basic).

LITERATURA:

1. Grbavac V. Informatika, kompjutori i primjena. Hrvatsko znanstveno društvo za promet, 1995. godine.
2. Boroš I. Osnovi računarstva. Viša tehnička škola 2004. Subotica.
3. Madhavji NH, Fernández-Ramil CJ, Perry DE. Software Evolution and Feedback: Theory and Practice. John Wiley & Sons, 2006.
4. Milosavljević M, Veinović M, Grubor G. Osnovi informatike. © 2009, Univerzitet Singidunum, Beograd.
5. Khosrow-Pour M. Encyclopedia of Information Science and Technology. Copyright © 2005 by Idea Group Inc.
6. Tan J. Medical informatics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. Copyright © 2009 by IGI Global.

INFORMACIJSKI SISTEMI

INFORMACIJSKI SISTEMI



Opća teorija sistema, sistem proučava kroz njegovu sintezu s okolinom. Ona proučava zakonitosti koje vladaju u sistemima. Prema toj teoriji svi elementi sistema su uzajamno povezani, posmatraju se u funkcioniranju cjeline a ne odvojeno i orijentirani su na postizanje ciljeva. Svaki sistem je u interakciji sa okolinom, iz koje crpi energiju, materiju i informacije a u okolinu emitira rezultate svog djelovanja. Svaki sistem putem povratne veze treba da osigura svoju autoregulaciju. Svaki sistem treba da bude hijerarhijski organiziran kao dio nekog većeg sistema, a sam se sastoji od podsistema.

Dakle, informacijski sistem možemo definirati kao skup međusobno povezanih elemenata kao što su ljudi, mašine, odnosno oprema, organizacije, metodi i postupci, čiji je osnovni zadatak da prikupe, obrade, čuvaju i distribuiraju podatke (1). Međunarodna federacija za obradu informacija (International Federation for Information Processing -IFIP) definiše informacioni sistem na sljedeći način: "Informacioni sistem je sistem koji prikuplja, pohranjuje, čuva, obrađuje isporučuje informacije vezane za organizaciju i društvo, tako da budu dostupne i upotrebljive za svakog ko se želi njima koristiti, uključujući poslovodstvo, klijente, zaposlene i ostale. Informacioni sistem je aktivni društveni sistem koji se može, ali ne mora, koristiti informacionom tehnologijom. Informacioni sistem je sistem koji koristi hardverske resurse (mašine i medije), softver (programi i procedure) i ljudske resurse (korisnike i specijaliste) radi sprovođenja aktivnosti ulaza, obrade, izlaza, memorisanja i kontrole, a koje treba da transformišu resurse podataka u informacione podatke"(2). Sve komponente sistema moraju biti međuovisne da bi se mogao riješiti problem za koji je dizajniran. Činjenica je da nema jedinstvenog izbora hardvera i softvera za kreiranje određenog sistema, pa zbog toga svaki subjekt mora dobro proučiti potrebe da bi kreirao vlastiti informacijski sistem.

Ciljevi informacijskog sistema moraju biti usklaćeni sa ciljevima organizacije u kojoj se taj sistem razvija, kako bi se poboljšalo funkcioniranje te organizacije i postigli bolji poslovni rezultati.

Informacijske sisteme možemo grupirati na razne načine prema različitim kriterijima. Klasifikacija IS se može obaviti s obzirom na:

- tehniku i tehnologiju obrade podataka i informacija (IS podržan bankom podataka, IS podržan bazom podataka, IS u realnom vremenu),
- prema orijentiranosti IS u organizaciji (IS za marketing, finansije, ...),
- prema razvijenosti IS (mogu biti cjeloviti, integralni, jedinstveni, modularni,

lokalni, institucionalni...)

Neke od osnovnih funkcija informacijskih sistema jesu:

- funkcija optimalnog korištenja prirodnih i drugih bogatstava na određenom području,
- funkcija upravljanja, gdje se pravovremenim i tačnim informisanjem mogu uspješno donijeti operativne odluke,
- funkcija dokumentacije za rekonstrukciju ili reviziju poslovanja,
- višefunkcionalni sistemi u uredskom poslovanju, koji vrše složenu funkcije obrade podataka, arhiviranja, komunikacijskih protokola...,
- funkcija podrške u odlučivanju – ekspertni sistemi...

Prema tome informacijske sisteme možemo podijeliti na:

- Prostorne informacijske sisteme,
- Upravljačke informacijske sisteme,
- Uredske informacijske sisteme, i
- Ekspertne informacijske sisteme.

Svaki sistem, pa tako i informacijski možemo najbliže opisati kroz odgovore na sljedeća pitanja:

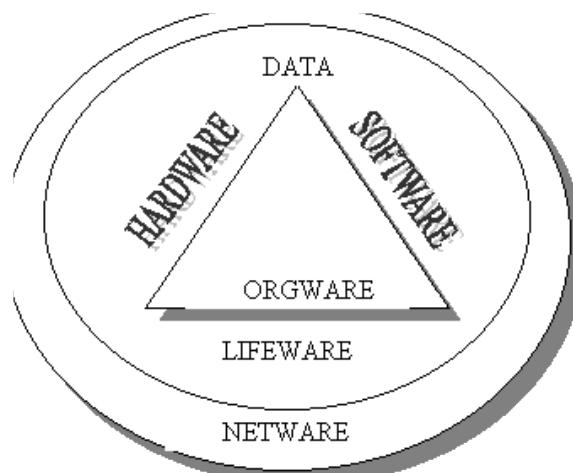
1. Šta mu je cilj?
2. Koje su mu funkcije? i
3. Od čega se sastoji?

Odgovor na prvo pitanje je - cilj svakog informacijskog sistema IS jeste dostaviti pravu informaciju na pravo mjesto, u pravo vrijeme uz minimalne troškove.

Funkcije IS su prikupljanje, obrada, arhiviranje i dostava informacija i podataka korisnicima. Dakle, predmet interesovanja IS jeste manipuliranje podacima ili informacijama.

Elementi informacijskog sistema su:

1. Hardware – materijalna osnova koju čine informacijske tehnologije (IT),
2. Software – nematerijalni elementi u obliku programske podrške, procedure i metodi na kojima se temelji upotreba hardvera,
3. Lifeware – su ljudi koji rade sa IT bilo kao profesionalni informatičari ili kao korisnici sistema,
4. Orgware – organizacijski stupci i metode vezivanja tri



Slika 53. Međuvisna organizacija informacijskih sistema

predhodne komponente u skladnu i funkcionalnu cjelinu,

5. Netware – način povezivanja i komunikacijski kanali među elementima sistema.

Naročito važna komponenta IS jesu ljudi koji u njemu mogu učestvovati kao korisnici, učesnici, te kao profesionalni kadar. Korisnici IS mogu biti pojedinci ili asocijациje ljudi koji koriste usluge sistema. Učesnici su uposlenici obuhvaćeni sistemom, a profesionalce čine stručnjaci različitih profila kao što su analitičari sistema, administratori baza podataka, programeri, rukovodioci IS... (3).

Prostorni informacijski sistemi daju veliki broj informacija o površini zemlje, o pojavama na zemlji, litosferi i atmosferi. Ovi IS mogu manipulirati podacima i iz drugih društvenih oblasti kao što je demografija, ekonomski ili socijalni podaci... Obuhvat, obrada, arhiviranje i distribucija skupova prostorno obrađenih podataka je izuzetno veliki posao, a osnovni cilj manipulacije ovim podacima jeste optimalno korištenje prirodnih i drugih društvenih resursa. U globalnom smislu osnovnu strukturu prostornih IS čini Geografski informacijski sistem (GIS) zasnovan na kartografskim sistemima u različitim razmjerima (4). U svojoj izvedenoj strukturi prostorni IS obuhvata niz međusobno različitih ali prostorno ovisnih informacijskih sistema. Neki od njih su:

- komunalni informacijski sistem,
- urbanistički informacijski sistem,
- geodetski informacijski sistem,
- građevinski informacijski sistem,
- šumarski informacijski sistem,
- saobraćajni informacijski sistem,
- agroinformacijski sistem...

Upravljački informacijski sistem – upravljanje složeno organiziranim sistemima je nezamislivo bez IS. Osnovna svrha ovih sistema jeste pribavljanje i analiza informacija u cilju podržavanja upravljanja složeno organiziranim sistemima. Upravljački IS može biti centraliziran ili decentraliziran. Obično postoje kombinacije ove dvije vrste, gdje su neki elementi kao što su kontrola snadbjevenosti podacima, razvoj i izvođenje smješteni centralno u domenu menadžmenta, dok su drugi elementi kao što je distribucija podataka mogu biti alocirani u nekoliko stupnjeva decentralizacije u nekom organiziranom sistemu.

Uredski informacijski sistem je višefunkcionalni, integrirani i na računarima zasnovan sistem, koji omogućava da mnoge uredske aktivnosti budu izvršene u elektroničkom modu. Automatizacija ureda obuhvata širok spektar aktivnosti. U tipičnom uredu postoje tri vrste posla. To su obrada tekstualnih zapisa, manipuliranje podacima i komunikacijski kanali. Zajedničko za sve ove poslove jeste da sva komunikacija ide u pisnom ili govornom obliku, svi u sistemu rukuju dokumentima, svi imaju svoje kabinete i moraju voditi računa o tajmingu izvođenja operacija. Zajednička funkcija

uredskog informacijskog sistema jeste obrada dokumentacije, elektronička pošta i izvršna podrška praćenjem tajminga procesa (kompjuterizirani kalendar).

Sistemi za podršku u odlučivanju i ekspertni sistemi – su računarski softverski proizvodi koji unapređuju djelotvornost donosioca odluka. Sistemi za podršku odlučivanju su interaktivni sistemi koji omogućuju korisniku lak pristup modelima za odlučivanje i podacima za podršku za izradu odluka. Izrada odluka se javlja gotovo na svim razinama upravljanja. Ekspertni sistemi su viši stepen u procesu upravljanja. Oni idu dalje od tradicionalne manipulacije podacima, te omogućuju ekspertima (stručnjaci u raznim poljima nauke i tehnike) da „nauče“ računare u njihovom području rada, te računari zahvaljujući njihovoj brzini obrade podataka i preciznosti daju veliku efektivnost u podršci donošenja odluka. Ekspertni sistem je zapravo aplikacijski program koji sadrži bazu znanja o činjenicama i njihovim međuodnosima na osnovu kojih imaju sposobnost izvođenja zaključaka. Sljedeći viši nivo upravljanja i odlučivanja jeste na nivou **umjetne inteligencije, neuronske mreže i šeste generacije bioračunara** koja je u eksperimentalnoj fazi razvoja (5, 4).

LITERATURA:

1. Grossman C, Powers B, McGinnis JM. Digital Infrastructure for the Learning Health System: The Foundation for Continuous Improvement in Health and Health Care. Institute of Medicine, NAS Press, 2011.
2. Tan J. Medical informatics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. Copyright © 2009 by IGI Global.
3. Khosrow-Pour M. Encyclopedia of information science and technology. Copyright © 2005 by Idea Group Inc.
4. Galati SR. Geographic Information Systems Demystified. © 2006 ARTECH HOUSE, INC.
5. Song WW, Xu S. Information Systems Development. © Springer Science+Business Media, LLC 2011.

ZDRAVSTVENI INFORMACIJSKI SISTEMI



Informacijski sistemi kao sređeni skup metoda, postupaka i resursa, oblikovanih tako da bi pomogli ostvarenju nekog cilja, postoje u zdravstvu odkako postoji organizirana zdravstvena služba.

U vrijeme dok su računala bila rijetka, primarni podaci u zdravstvu su se prikupljali, sortirali, obrađivali i dostavljali zainteresiranim ručno, a tek sekundarno generirani podaci su se obrađivali u informacijskim računalnim centrima (IRC). Danas, u eri informacijskih tehnologija, računarska manipulacija zdravstvenim podacima počinje već na prijemnim pultovima u ambulantama, tako da možemo govoriti o računarski baziranim informacionim sistemima (KBIS – CBIS – Computer Based Information System). Nažalost kod nas u Bosni i Hercegovini nema organizirane akcije da bi se stvorio standardiziran računarski baziran zdravstveni informacijski sistem (KBZIS), nego se zahvaljujući pojedinim entuzijastima u zdravstvenim ustanovama stvaraju KBZIS na nivou tih ustanova (1). Tako stvoreni, daju različita, nestandardizirana rješenja, tako da je veoma teško porebiti podatke ili donositi generalne zaključke na nivou šire društvene zajednice. Dobra stvar je da se u masi tako stvorenih KBZIS-a već naziru slična rješenja, kao iskustvo dobrog funkcioniranja, te je za očekivati da će se usmjerom akcijom odgovornih u dogledno vrijeme stvoriti jedan standardizirani KBZIS.

Ipak, možemo reći da postoji jedinstven zdravstveni informacijski sistem (ZIS), uređen određenim normama i uslovljen zadacima koje mora izvršiti.

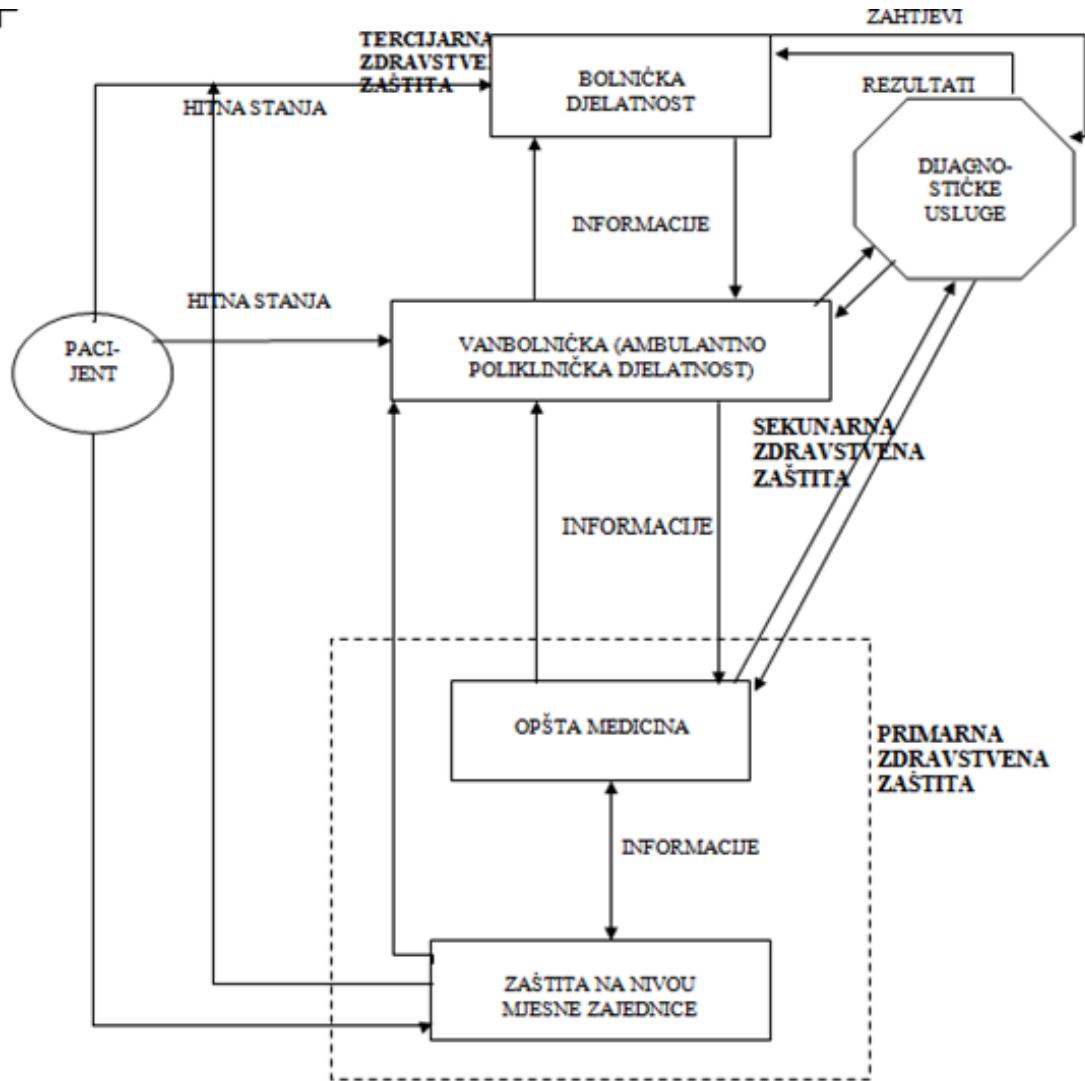
ZIS se može definirati kao multifunkcijski informacijski sistem koji ima elemente i prostornih i upravljačkih i uredskih i sistema za podršku donošenju odluka.

12.1. IZGRADNJA ZDRAVSTVENIH INFORMACIJSKIH SISTEMA

Zdravstveni informacijski sistem podrazumijeva kompleks informacijskih podsistema koji su izgrađeni i funkcioniraju interaktivno u realnom vremenu u području zdravstvene djelatnosti. Imaju razvijene baze podataka i internu komunikaciju, a namijenjeni su za prikupljanje, arhiviranje i obradu podataka, te distribuciju informacija. On djeluje na svim nivoima zdravstvene zaštite kako od područnih ambulanti (zdravstveni kartoni i zdravstvena izviđačka, preko domova zdravlja, bolnica i zavoda za javno zdravstvo).

Izgradnja i razvoj zdravstvenog informacijskog sistema je u praksi motivirana značajnim povećanjem složenosti zdravstvenog sistema u globalu, te zahtijeva i potreba na

pojedinim nivoima zdravstvene zaštite, zatim intenzivnim angažmanom zdravstvenog kadra različitih specijalnosti, razvojem i primjenom novih tehnologija u zdravstvu... Posljedica svega ovog je ogroman porast informacija koje je neophodno obraditi i pratiti u svakodnevnoj praksi radnika. Dva su ključna faktora koja dovode do velikog povećanja podataka u sistemu zdravstva (2):



Slika 54. Tok podataka kroz pojedine nivoje zdravstvene zaštite (2)

- porast ukupnog medicinskog znanja baziran na velikom napretku medicinske nauke, struke i vještina;
- proliferativan razvoj i primjena programa zdravstvene zaštite za koje je potrebno obezbijediti odgovarajuću dokumentaciju i evidenciju, planiranje i upravljanje, kao i evaluaciju provođenja tih programa sa stanovišta njihove racional-

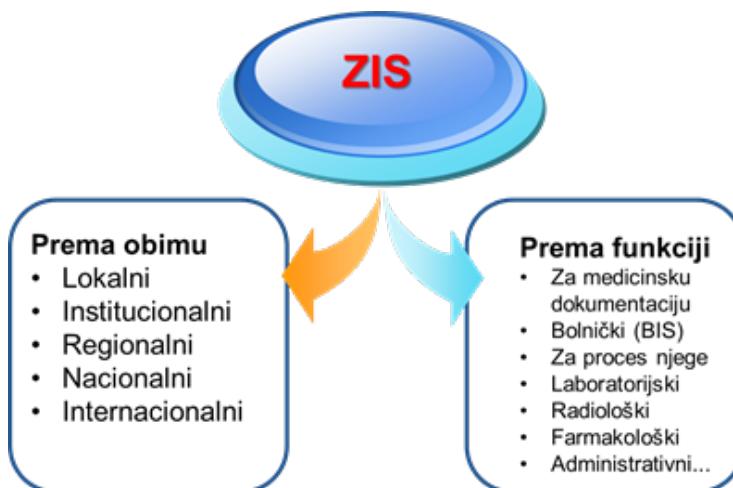
nosti, efikasnosti i ekonomičnosti (2).

ZIS-ovi se počinju razvijati krajem šezdesetih godina prošlog stoljeća. U početku su bili vezani za poslovne aplikacije a kasnije i za zdravstvenu djelatnost. Nivo tih sistema je išao od institucionalnog do regionalnog pa i nacionalnog. Danas imamo uvezan, u nekim segmentima internacionalno uvezan, zdravstveni sistem gdje se određeni podaci prikupljaju u bazama podataka Svjetske zdravstvene organizacije.

ZIS-ovi su bazirani na primjenu računarskih tehnologija i o tome postoji opšta s Glasnost u literaturi i dokumentima SZO, ali upotreba računara nije sama po sebi osnovni preduslov za funkcioniranje ZIS-a. Cilj uvođenja računarske tehnologije je da se na veoma efikasan i brz način manipulira ogromnim količinama podataka. Tok podataka kroz pojedine nivoe organizacije zdravstvene zaštite možemo vidjeti na šemi broj 20.

12.2. TIPOVI ZDRAVSTVENIH INFORMACIJSKIH SISTEMA

Zdravstvene informacijske sisteme možemo razvrstati prema različitim kriterijima, ali najčešće ih razvrstavamo prema obuhvatu za koju geografsku jedinicu ili za koji segment unutar zdravstvenog sistema su namijenjeni. Prema tome možemo ih podijeliti prema obimu i prema funkciji koju imaju u zdravstvenom sistemu (1, 4, 5).



Slika 55. Podjela zdravstvenih informacijskih sistema

Prema obimu oni mogu biti:

- lokalni,
- institucionalni,
- regionalni,
- nacionalni, i
- internacionalni.

Lokalni ZIS zadovoljava potrebe jednog ili više zdravstvenih timova na nivou ambulante ili druge zdravstvene jedinice (u domovima zdravlja ili bolničkim odjelima). Podržava rad zdravstvenih radnika s pacijentom (u primarnoj zdravstvenoj zaštiti u ambulanti, laboratoriju ili u bolnici kraj bolesničkog kreveta) gdje se proizvode *primarne zdravstvene informacije*. Sistem ima nizak nivo integracije i to samo u okviru funkcija koje su interesantne lokalnom timu (vođenje medicinske dokumentacije, administrativno-finansijski poslovi, organizacija rada timova ...).

Institucionalni ZIS podržava rad čitave zdravstvene institucije (dom zdravlja, bolnica, zavod..) Ovo je integrirani sistem koji zadovoljava potrebe cjelokupnog osoblja zdravstvene institucije (i zdravstvenih i nezdravstvenih radnika). U njemu se proizvode *primarne i sekundarne zdravstvene informacije*. Ako se u institucija provodi nastava, edukacija i naučno-istraživački rad, onda sistem proizvodi i naučne i stručne medicinske informacije (*tercijarne zdravstvene informacije*).

Regionalni ZIS je izgrađen za potrebe jedne teritorije i obuhvata zdravstvene institucije i druge, za zdravstvo važne organizacije (domovi zdravlja, bolnice, apoteke, zavodi za zaštitu zdravlja, zavode za zdravstveno osiguranje...). Ovaj ZIS mora osigurati informacije (2):

- za provođenje mjera zdravstvene zaštite;
- za proučavanje zdravstvenih pojava u društvu;
- za poboljšanje efikasnosti i ekonomičnosti rada u zdravstvu;
- za planiranje, programiranje i donošenje odluka u zdravstvenoj djelatnosti.

Sistem je integriran, i u njemu se na pojedinim nivoima zdravstvene zaštite proizvode svi tipovi zdravstvenih informacija. U ovom sistemu sekundarne zdravstvene informacije imaju poseban značaj jer omogućavaju upravljanje sistemom na regionalnom nivou, a služe za planiranje, programiranje, finansiranje, praćenje, nadzor, evaluaciju i koordinaciju programa zdravstvene zaštite.

Nacionalni ZIS je izgrađen za područje jedne države. On povezuje sve sisteme nižih nivoa, tako što prikuplja podatke i informacije o zdravstvenom stanju populacije i funkcioniranju sistema zdravstvene zaštite kao celine. On proizvodi sekundarne, naučne i stručne medicinske informacije . On povezuje regionalne ZIS-ove u jednu cjelinu, te na osnovu podataka iz svih regionalnih centara planira i programira zdravstvenu zaštitu i vodi zdravstvenu politiku na nacionalnom nivou. On mora zadovoljiti potrebe mnogih subjekata unutar i izvan zdravstvene djelatnosti.

Internacionalni ZIS djeluju u okviru međunarodnih organizacija, te integriraju informacije iz nacionalnih sistema. Ovakvi sistemi postoje u Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji i pojedinim organizacijama Ujedinjenih nacija koje su od značaja za zdravstvo. Jedan takav je IS koji prikuplja podatke u poznatu bazu podataka HFA-DB (Health for all) Svjetske zdravstvene organizacije.

Obzirom da su lokalni i institucionalni ZIS pretežno orijentirani na zadovoljenje informacionih potreba medicinskog rada oni se još nazivaju i *Medicinski informacioni*

sistemi. Osim medicinskog rada važan je i rad u zdravstvenom osiguranju i javnom zdravstvu pa sistemi koji pokrivaju i tu zdravstvenu djelatnost se nazivaju *Zdravstveni informacioni sistemi* i oni integriraju sve medicinske informacione sisteme. Nacionalni i internacionalni sistemi su čisti zdravstveni informacioni sistemi (4).

Prema strukturi ZIS može biti centralizirani i distribuirani. Centralizirani ZIS raspolažu sa centralnom bazom podataka na serveru a razmjena informacija se odvija preko terminalske mreže. Distribuirani ZIS su organizirani tako da postoji više baza podataka distribuiranih u mreži koje koriste lokalni korisnici (2, 6, 8).

12.3. SADRŽAJ DJELOVANJA ZDRAVSTVENIH INFORMACIJSKIH SISTEMA

Zdravstvo i medicinska nauka pokazuju izuzetnu dinamiku razvoja u posljednjih nekoliko decenija, možda veću nego bilo koja druga društvena djelatnost. Stalni napredak medicinske nauke, raznovrsnost i složenost zdravstvene djelatnosti su uslovile nagli porast broja informacija u svim oblastima što je dovelo do velike opterećenosti zdravstvenih radnika sa administracijom i gomilama dokumenata. Zbog toga su sejavili otpori pri prikupljanju tolikog broja podataka. Postalo je jasno da se ova takozvana „informacijska barijera“ u zdravstvu ne može prevazići klasičnim metodima obrade podataka, nego uvođenjem novih metoda obrade informacija, tj. izgradnjom savremenog informacionog sistema u zdravstvenoj djelatnosti i zdravstvenom osiguranju (1, 2, 7).

Zdravstveni informacioni sistem radi za prošlost, sadašnjost i budućnost:

- *za prošlost*, jer se na osnovu proteklih događaja vrši procjena zbivanja u zdravstvu,
- *za sadašnjost*, jer on služi za planiranje i organiziranje provođenja zdravstvene djelatnosti, i
- *za budućnost*, jer služi potrebama planiranja razvoja zdravstvene djelatnosti.

Što se tiče strukture informacija, podaci se odnose na nekoliko segmenata – subsistemata i to:

- vitalni događaji (natalitet, prirodni priraštaj),
- stanje zdravlja pojedinca i naroda (mortalitet i morbiditet),
- korištenja zdravstvenih kapaciteta,
- podaci o zdravstvenoj potrošnji,
- proizvodnja, promet i potrošnja lijekova,
- podaci o stanju unutar zdravstvenih ustanova (oprema, prostor i kadar),
- podaci o ekološkim faktorima koji utiču na zdravlje stanovništva,
- korištenja medicinske literature i drugo (3).

12.4. FUNKCIJE I DOMET ZDRAVSTVENIH INFORMACIJSKIH SISTEMA

Informacijske sisteme u osnovi, treba posmatrati kao sredstvo za donošenje odluka i ostvarivanje zdravstvene politike. U mnogim zemljama sve više dolazi do izražaja raskorak između očekivanih i stvarnih rezultata informacionih sistema u procesu rukovođenja. Glavni razlog za ovo je to što informacione sisteme često stvaraju i provode stručnjaci koji pri tome imaju lošu naviku da ne uvažavaju mišljenja i potrebe stvaraoca politike i rukovodilaca koji očekuju, na određen način da koriste rezultate informacijskog sistema (2).

Uloga i mogućnosti ZIS-a u planiranju zdravstvene zaštite

Zdravstveni informacioni sistem između ostalih zadaća, ima ulogu koordiniranja i planiranja promocije zdravlja, praćenja, istraživanja i proučavanja zdravstvenog stanja stanovništva, zdravstvene kulture, rada i razvoja zdravstvene službe, te predlaganja i preduzimanja odgovarajućih mjera u cilju zaštite i unapređenja zdravlja ljudi, izučavanja uticaja negativnih faktora na zdravje ljudi i mjerena dostignutog nivoa zdravlja stanovništva (1, 3).

Planiranje zdravstvene zaštite se definiše na bazi procjene trendova u populaciji, kretanja stopa morbiditeta i željenih standarda. Odgovarajućim dijagramom mogu se izraziti kvantitativni parametri, a početni podaci mogu biti broj i struktura stanovništva, stope mortaliteta, natalitet itd. Međutim, praksa pokazuje da je to veoma teško realizirati, jer zdravstveni sistem, kao i mnogi drugi, ima svoja ograničenja i ne postoji naučni metod koji bi jasno definisao šta u njega uključiti, a šta isključiti.

Primjeri prednosti i nedostataka ZIS-a u planiranju na različitim nivoima zdravstvene zaštite (primarna, sekundarna i tercijarna) su prikazani u tabeli 11.

12.5. SPECIFIČNOSTI STABLA ZDRAVSTVENOG INFORMACIJSKOG SISTEMA BOSNE I HERCEGOVINE

Stabla zdravstvenog informacionog sistema BiH predstavlja bazu osnovnih podataka koji se formiraju u:

- Matičnom uredu općine i MUP-a (evidencija rođenih, umrlih, doseljenih, odsejenih i slično),
- Jedinicama primarne zdravstvene zaštite, poliklinikama, bolnicama (evidencije prvih i ponovnih posjeta, bolesti, nesposobnosti, invalidnosti, hospitalizirnost...),
- Uprave zdravstvenih ustanova (objekti, oprema, kadar, amortizacija, škole...),
- Fond zdravstvenog osiguranja (ukupna sredstva za zdravstvo, sredstva zdra-

Nivo i djelokrug ZZ		Prednosti ZIS-a u planiranju ZZ		Nedostaci ZIS-a u planiranju ZZ
PRIMARNA ZDRAVSTVENA ZAŠTITA	Sestrinski djelokrug rada	<ul style="list-style-type: none"> • Olakšano snalaženje u podacima o pacijentu • Olakšana priprema pacijenta za ljekarski pregled 	<ul style="list-style-type: none"> • Uvođenje pacijenta prvi put u ZIS zahtjeva vrijeme • Mogućnost neprepoznavanja pacijenta koji nije od ranije uvršten u ZIS 	
	Ljekarski djelokrug rada	<ul style="list-style-type: none"> • Olakšan ljekarski pregled • Olakšano planiranje uputnica, laboratorijskih nalaza i drugih zahtjeva prema 	<ul style="list-style-type: none"> • Mogućnost dupliranja dokumentacije zbog nedostatka informatičke opreme • Otežano snalaženje pri korištenju dokumentaciji u nedostatku IT 	
SEKUNDARNA ZDRAVSTVENA ZAŠTITA	Sestrinski djelokrug rada	<ul style="list-style-type: none"> • Olakšano planiranje i provođenje sestrinskih procedura i intervencija • Olakšano „upoznavanje“ pacijenta koji je premješten na drugi odjel 	<ul style="list-style-type: none"> • Nedovoljno vremena za rad u ZIS-u na bolničkim odjelima • Nedovoljno (educiranog) kadra za rad na informatičkoj opremi 	
	Ljekarski djelokrug rada	<ul style="list-style-type: none"> • Olakšan uvid u kompletну medicinsku historiju pacijenta • Mogućnost pretraživanja podataka iz različitih hospitalizacija istog pacijenta 	<ul style="list-style-type: none"> • Odbijanje novih izvora informacija i novog načina rada od strane kadra koji smatra da treba da radi više „stručne“ poslove • Nedostatak vremena za rad u ZIS-u (brojnost pacijenata) 	
TERCIJARNA ZDRAVSTVENA ZAŠTITA	Sestrinski djelokrug rada	<ul style="list-style-type: none"> • Mogućnost uvida u sve sestrinske informacije relevantne za provođenje rehabilitacionih postupaka 	<ul style="list-style-type: none"> • Nedovoljan inspekcijski nalaz na pacijentu – pretjerano oslanjanje na podatke iz ZIS-a 	
	Ljekarski djelokrug rada	<ul style="list-style-type: none"> • Mogućnost uvida u sve podatke relevantne za rehabilitaciju pacijenta 	<ul style="list-style-type: none"> • Nedovoljan kontakt uživo sa pacijentom 	
Upravljačke strukture u zdravstvu (ministarstva, zavodi)		<ul style="list-style-type: none"> • Olakšano praćenje zdravstvenog stanja stanovništva na širem području • Jednostavniji sistem izvještavanja sa nižih prema višim nivoima u zdravstvu 	<ul style="list-style-type: none"> • Diskutabilna povezanost sa vanzdravstvenim strukturama koje treba da obezbijede podatke (MUP, općina i sl.) 	

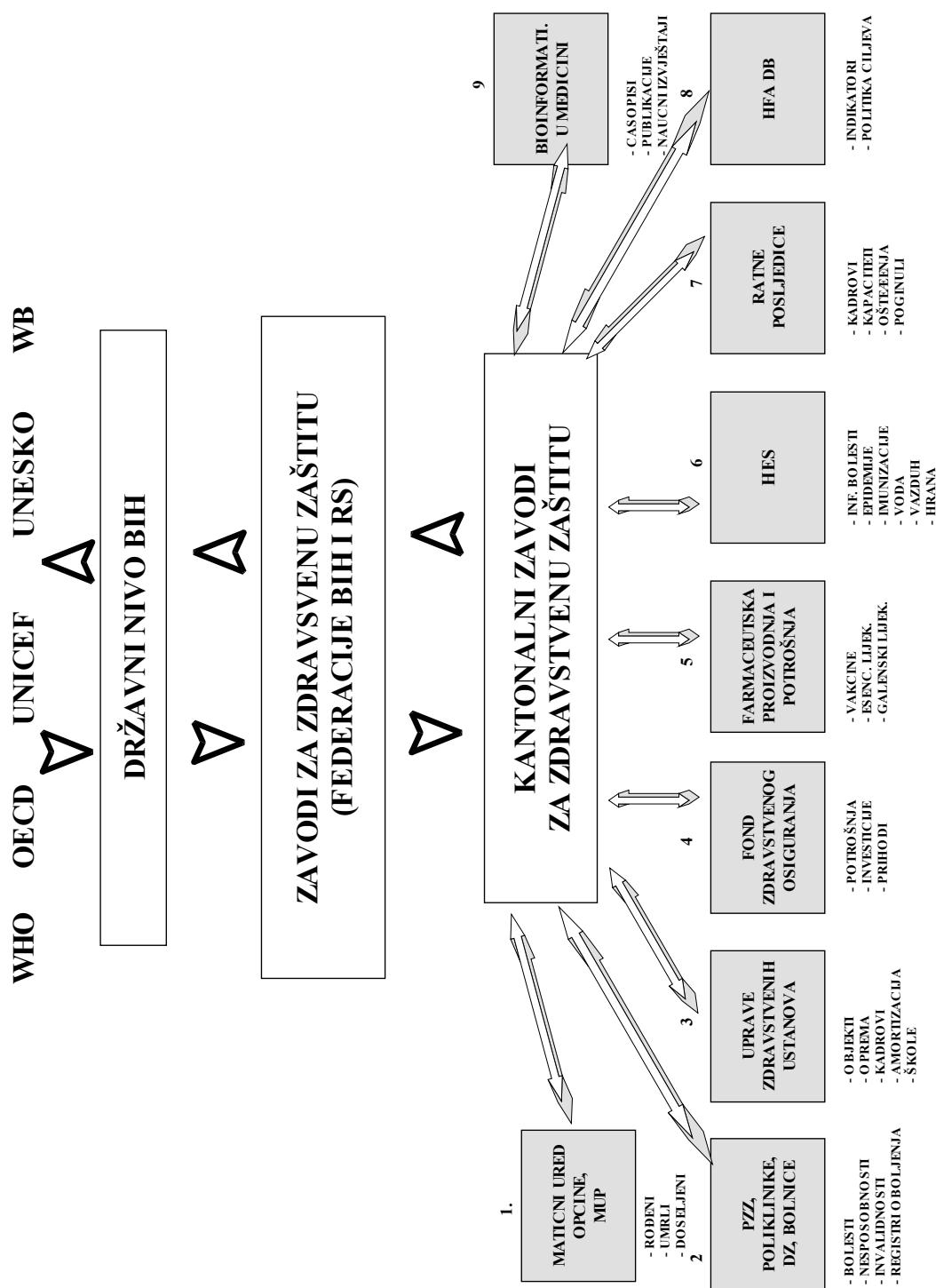
Tabela 11. Prednosti i nedostaci ZIS-a po nivoima zdravstvene zaštite

vstvenog osiguranja, sredstva lične i materijalne potrošnje, investicije...),

- Farmaceutska proizvodnja i potrošnja (vakcine, esencijalni lijekovi, galenski lijekovi...),
- Higijensko epidemiološke službe (infektivne bolesti, epidemije, programi imunizacije, intrahospitalne infekcije, kontrola ekoloških rizikofaktora, vode, voduha, hrane i ionizirajućeg zračenja...),
- Posljedice katastrofa,
- „Zdravlje za sve 21“ indikatori za ocjenu postavljenih ciljeva koje je neopho-

- dno dostaviti u bazu Svjetske zdravstvene organizacije HFA DB (Health for all database),
- Bioinformatika u medicini (domaće publikacije, strane publikacije, časopisi, naučni izvještaji, stručni elaborati...).

Svi podaci se prikupljaju posebnim izvještajnim obrascima u Kantonalnim zavodima za javno zdravstvo, nakon čega se proslijeđuju u Federalni odnosno Državni zavod za javno zdravstvo. Završne ocjene sa selektiranim podacima se šalju pojedinim ministarstvima u Vladi a potom u Svjetsku zdravstvenu organizaciju, Svjetsku banku, UNICEF i druge agencije Ujedinjenih nacija ili Evropskog savjeta.



Slika 56. Šematski prikaz ZIS-a BiH (3)

LITERATURA:

1. Sivic S, Gojkovic L, Huseinagic S. Evaluation of an information system model for primary health care. *Stud Health Technol Inform.* 2009;150:106-10.
 2. Mašić I, Ridanović Z. Medicinska informatika. Avicena, Sarajevo 1999. godine
 3. Smajkić A. Socijalna medicina sa organizacijom zdravstva I dio. IP „Svjetlost“ Sarajevo 1998. godine.
 4. Wickramasinghe N, Geisler E. Encyclopedia of healthcare information systems. Medical information science reference, Hershey - New York 2008. godine
 5. Panian Ž. Informatički enciklopedijski rječnik. Europapress holding d.o.o. Zagreb 2005. godine
 6. Boroš I. Osnovi računarstva. Viša tehnička škola Subotica, Subotica 2004. godine
 7. Tan J. Medical informatics : concepts, methodologies, tools, and applications. Medical information science reference, Hershey - New York 2009. godine
 8. Khosrow – Pour M. Encyclopedia of information science and technology. Idea Group Reference, Hershey-London-Melbourne-Singapore 2005. godine
-

BOLNIČKI INFORMACIJSKI SISTEM



Bolnica kao najsloženiji i najzahtjevniji podsistem zdravstvenog sistema ima brojne funkcije. To je ustanova za liječenje bolesnika od strane specijaliziranih uposlenika i opreme, koja treba da stručno i statistički obrađuje svoj bolesnički materijal te da rezultate analiza objavljuje u stručnim ili naučnim krugovima (1). Pored toga treba da obrađuje i primjenjuje medicinsku nauku i da odgaja zdravstveno osoblje. Za sve ove funkcije potrebni su joj složeni potporni sistemi, a među njima i sistemi zasnovani na informacijskim tehnologijama.

Bolnički informacijski sistem je skup mehanizama i postupaka kojima je cilj da obezbijede prikupljanje, obradu i dostavu informacija za planiranje i rukovođenje bolnicom, za pružanje svih oblika zdravstvene zaštite, istraživanja u zdravstvenom sistemu i obrazovanje zdravstvenih radnika (2). Cilj bolničkog informacijskog sistema je da koristeći informacijske tehnologije (računare i komunikacijsku opremu), prikupljaju, arhiviraju, obrađuju i koriste informacije potrebne u obradi pacijenta (bilo da su informacije vezane za zdravstvenu njegu ili su to administrativne informacije) u složenim bolničkim aktivnostima tako da se zadovolje svi funkcionalni zahtjevi svih korisnika.

Bolnički informacijski sistem treba da obezbijedi pouzdanu, brzu i efikasnu obradu i čuvanje podataka o pacijentima, ljudskim resursima, materijalno tehničkim sredstvima, medicinskim uredajima, finansijskim tokovima, troškovima, poslovnom planiranju i odlučivanju i o edukaciji. Pored toga treba da obezbijedi pretpostavke za razmjenu informacija i znanja, jeftinu i sigurnu komunikaciju, učenje, dijagnosticiranje i lijeчењe na daljinu...

Informacijski sistem u bolnicama radi generalno sa dvije vrste podataka. Oni mogu biti **struktuirani** kao što su različite numeričke vrijednosti, kodirane vrijednosti atributa, rezultati mjerena različitih bioloških signala ili rezultati normiranih laboratorijskih analiza. Svi ovi podaci su pogodni za računarsku obradu ili su potrebni minimalni zahvati u smislu njihova prilagođavanja za obradu. Za razliku od njih **nestruktuirani** podaci kao što su tekst unesen u računalo, izdiktiran medicinski nalaz, prikaz slike ili bilješka, trebaju mnogo veći stepen prilagodbe za adekvatnu računalnu obradu.

Prvi razvijeni informacijski sistemi su se sastojali od pojedinačnih *izoliranih aplikacija* odvojeno dizajniranih tako da su teško mogle biti dio jedne efikasne arhitekture. Takve strukture su koristile različite nestandardizirane oblike podataka, te ih nisu mogle međusobno razmjenjivati ili nisu mogli koristiti resurse drugih dijelova sistema. Ovakvi sistemi nisu mogli jasno predstaviti pacijentove podatke, niti su garantirali si-

gurnost i kontinuiranost podataka. Kasnije se razvijaju *monolitni sistemi* gdje su sve aplikacije integrirane u jedan sistem, i sve funkcije bolnice se nadziru s jednog mjesta. Ovakvi sistemi već imaju razvijene standarde i definiranu programsku podršku. Međutim, još uvijek nisu mogli komunicirati s eksternim sistemima i teško su se mogli prilagoditi novonastalim uslovima. Naime, porastom korisnika i novih zahtjeva oni gube kontrolu nad procesima pa je bilo neophodno stvoriti fleksibilniju strukturu. Rješenje se našlo u modularnoj strukturi informacijskih sistema, gdje su se lokalni procesi pokrivali pojedinačnim aplikacijama koje su dio jedinstvenog informacijskog sistema. Tako su nastali takozvani *evolucijski informacijski sistemi* koji su bili fleksibilni, nadogradivi i mogli su evoluirati u svom razvoju. Kasnije proizvođči informacijskih tehnologija nameću novi kvalitet u razvoju informacijskih sistema. Oni nameću optimalno fleksibilnu strukturu sastavljenu od aplikacija različitih proizvođača, koje mogu raditi na različitim platformama, ali je njihovo međusobno komuniciranje standardizirano. To su *kompozicijski informacijski sistemi* (4). Komunikaciju ovakvim sistemima omogućuju standardni protokoli za razmjenu podataka koje smo već ranije pominjali a to su TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) komunikacijski protokol, CORBA (Common Object Request Broker Architecture) za integraciju sistema, SQL (Structured Query Language) koji omogućava komunikaciju sa bazama podataka, HL-7 (Health Level Seven) je protokol za internu komunikaciju zdravstvenim podacima, EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce, and Transport) protokol za vanjsku komunikaciju informacijskog sistema. Zatim tu su pored komunikacijskih standarda i standardi za razmjenu informacija kao što su: DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) standard razvijen za izmjenjivanje

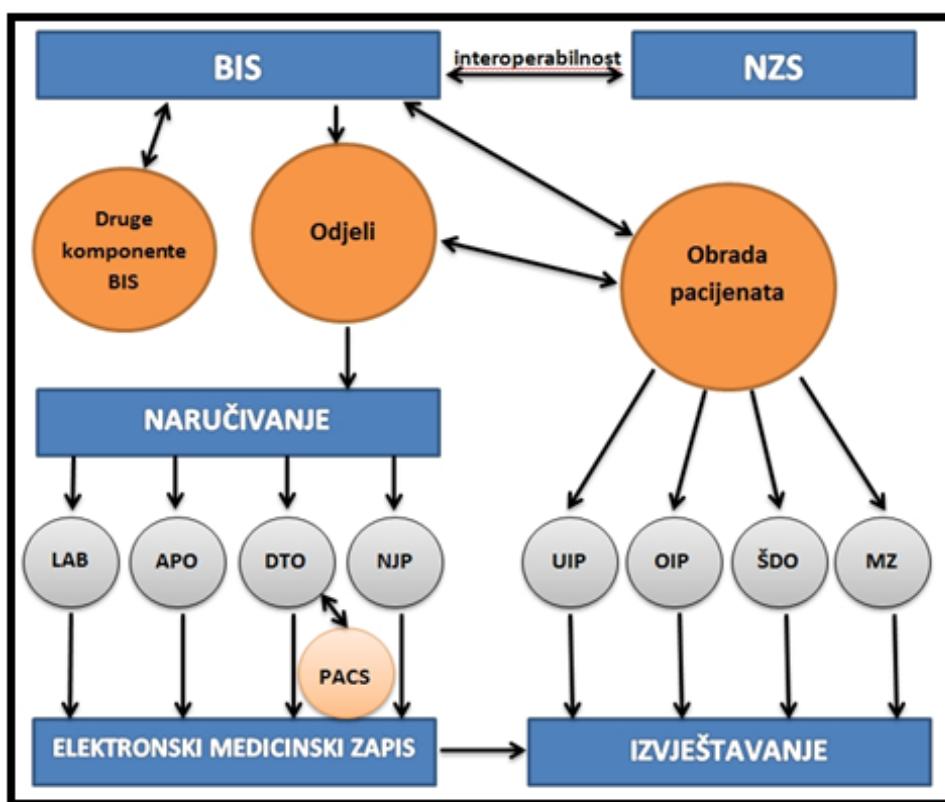


Slika 57. Idejna šema organizacije i strukturiranja procesa u Kliničkoj bolnici „Dubrava“ za potrebe implementacije informatičkog sistema (6)

slikovnih informacija. Komunikacija slikovnim podacima se obično provodi pomoću PACS-a, koji bi trebao biti povezan sa informacijskim sistemom ili biti njegov dio (5).

U našim uslovima još uvijek se koriste međusobno nekompatibilni informacijski sistemi i pojedina programska rješenja, te postoji slab nivo vertikalne (u okviru jedne zdravstvene ustanove) i horizontalne (između različitih zdravstvenih subjekata) povezanosti zdravstvenih sistema.

Osnovni moduli koje bi trebao imati jedan BIS (bolnički informacijski sistem) su vezani za pojedine sužbe bolnice. Dvije su grupe modula, grupa za medicinski dio i grupa za opći dio poslova u bolnici.



Slika 58. Protok informacija u bolničkom informacijskom sistemu (BIS – bolnički informacijski sistem, NZS – nacionalni zdravstveni sistem, LAB – laboratorijski informacijski sistem, APO – IS apoteka, DTO – IS dijagnostičko terapijskog odjela, NJP – IS njegi pacijenata, UIP – IS upisa, ispisa i prenosa pacijenata, OIP – IS obračuna i potraživanja, ŠDO – IS za angažman šire društvene zajednice, MZ – IS za medicinski zapis)

Moduli koji bi bili neophodni u jednom BIS su:

- Modul za praćenje rada ambulantni,
- Modul za praćenje rada odjela,

- Fakturiranje iz dojela i ambulanti,
- HL7 modul,
- DRG (dijagnostičko terapijske grupe) gruper,
- Modul prehrane,
- Lista čekanja,
- Lista naručivanja...

Protok informacija kroz ovako složen informacijski sistem je kompleksan i u mnogim segmentima međuovisan u pojedinim modulima.

Kako vidimo iz šema 23. i 24. BIS se sastoji od više integriranih podsistema kao što su radiološki informacijski sistem, laboratorijski informacijski sistem, administrativni informacijski sistem...

LITERATURA:

1. Tsegaw T, Gadisa E, Seid A, Abera A, Teshome A, Mulugeta A, Herrero M, Argaw D, Jorge A, Aseffa A. Identification of environmental parameters and risk mapping of visceral leishmaniasis in Ethiopia by using geographical information systems and a statistical approach. *Geospat Health.* 2013 May;7(2):299-308.
2. Anema HA, Kievit J, Fischer C, Steyerberg EW, Klazinga NS. Influences of hospital information systems, indicator data collection and computation on reported Dutch hospital performance indicator scores. *BMC Health Serv Res.* 2013 Jun 12;13(1):212.
3. Rodrigues J. *Health information systems : concepts, methodologies, tools and applications.* © 2010 by IGI Global.
4. Sivić S, Gojković Lj, Huseinagić S. Evaluation of an Information System Model for Primary Health Care. In KP Adlassing et al. *Medical Informatics in a United and Healthy Europe*, IOS Press 2009.
5. Kalloniatis C. *Modern Information Systems.* Copyright © 2012 InTech.
6. Petrovečki M, Raunić D, Cej D, Vuković D. Problematika uvođenja integriranog bolničkog informacijskog sustava u postojeću bolničku organizaciju – iskustvo kliničke bolnice „Dubrava“ u Zagrebu. *Acta Med Croatica*, 59 (2005) 219 – 224.

INFORMACIJSKI SISTEMI U DIJAGNOSTIČKIM KABINETIMA



14.1. LABORATORIJSKI INFORMACIJSKI SISTEM

Zahvaljujući savremenim tehnologijama, laboratorijska dijagnostika se izuzetno brzo razvija. Nema područja medicine gdje ne postoji nekakav dijagnostički laboratorijski postupak. Kvaliteta i sigurnost dijagnostičkih postupaka je od ključne važnosti za sigurnu zdravstvenu zaštitu. U današnjim uslovima, kada savremene tehnologije daju brojne mogućnosti, upravljanje tim procesima je uveliko olakšano informacijskim tehnologijama, te su u tu svrhu razvijeni laboratorijski informacijski sistemi.

Laboratorijski informacijski sistem (LIS) je kreiran da podrži radne procese u laboratoriju. U okviru zdravstvenog sistema postoje različiti laboratorijski. To mogu biti različite vrste bolničkih laboratorija (biohemski, hematološki, mikrobiološki, histopatološki, laboratorij za genetska istraživanja i brojni drugi). Laboratorijski se također nalaze u primarnoj zdravstvenoj zaštiti bilo u okviru doma zdravlja ili u okviru pojedinačne terenske ambulante. Postoje i specijalizirani laboratorijski u okviru zavoda ili instituta kao što su toksikološki laboratorijski, sanitarni laboratorijski... A mogu postojati i specijalizirane ustanove za laboratorijska ispitivanja (1).

Opšta karakteristika svih laboratorijskih je da obradom nekog uzorka daju informacije o karakteristikama tog uzorka. U ovisnosti o vrsti uzorka i analize kreira se niz podataka i informacija o tom uzorku. Ukoliko se radi o rijetkim analizama i malim laboratorijskim podatke i informacije je moguće ručno obrađivati. Međutim u srednje velikim ili velikim zdravstvenim laboratorijskim dnevno se obrađuje i do 1000 uzoraka sa desetak hiljada analiza i isto toliko podataka. Ovako veliku količinu podataka je nemoguće kvalitetno obraditi bez dobrog informacijskog sistema. Na ovaj način mogućnost pogreške, koje su u laboratoriju veoma česte, i koje mogu biti kobne, je svedena na minimum, a naročito kod savremenih aparata koji podatke generiraju direktno u informacijski sistem (2).

LIS podržava sve faze rada u laboratoriju. Prilikom uzimanja uzorka moraju se unijeti podaci o izvoru uzorka, njegovim osobinama, kontrolni podaci itd. Unos tih podataka je precizno definiran tako da je mogućnost činjenja predtestne greške svedena na minimum (3). U testnoj fazi LIS kontrolira rad savremenih električnih aparata, otkriva i prijavljuje svaku nepravilnost, tako da je i u toj fazi mogućnost pogreške minimalna, a pogotovo kod sistematskih grešaka koje se čine zbog neispravnih aparata.

I u podtestnoj fazi ljudski rad je sведен na minimum. Rezultati testiranja se direktno ubacuju u sistem ili prezentiraju na displeju ili posebno odštampanom nalazu (4).

Iz navedenog možemo zaključiti koje su to osnovne funkcije LIS-a, i poredane hronološki kako se odvijaju u procesu rada u laboratoriju to su:

- Prihvatanje narudžbi za laboratorijsko ispitivanje iz nadređenog zdravstvenog informacijskog sistema sa stvaranjem protokola obrade uzorka i kreiranja podataka, te stvaranja radnih lista,
- Rad s različitim vrstama analizatora, upravljanje i kontrola ispravnosti rada aparat, unos ulaznih podataka u analizator, te prihvatanje rezultirajućih podataka urađene analize,
- Logička i fizička provjera rezultata te kreiranje izvještaja (nalaza) prihvatljivih za rad kliničara,
- Distribucija verificiranih (provjerenih i ispravnih) nalaza onima koji su ih tražili, i u nadređeni zdravstvenih informacijski sistem, tako da su oni dostupni svim onima kojima su potrebni u rješavanju zdravstvenog problema.

Ove funkcije podržane integriranim interaktivnim hardversko-softverskim rješenjima, a pogotovo savremenim ekspertnim sistemima, omogućuju potpunu automatizaciju procesa kod laboratorijskih pretraga. Kombinirajući preciznost i brzinu automatskih procesa u informacijskim sistemima te „pamet“ ekspertnih sistema kao što su oni zasnovani na fuzzy logici vrlo brzo se dođe do prave dijagnoze (5, 6).

Pored stručnih podataka i informacija, LIS daje niz administrativnih podataka, od vođenja evidencija o utrošku materijala, broju urađenih analiza, do vođenja poslovanja laboratorije i statističkih proračuna radi upravljačkih ili naučnih istraživanja.

Razloge uvođenja laboratorijskih informacijskih sistema ukratko možemo predstaviti sledećim tvrdnjama:

- Osoblje laboratorija je previše vremena trošilo na prepisivanje rezultata s analizatora u papirne obrasce. Pri tome treba imati na umu ogroman broj analiza u pojedinim laboratorijima. Veliki broj analizatora podržava rad u informacijskom sistemu u koga automatski unosi podatke.
- Informacijski sistem laboratorija je podsistem informacijskih sistema zdravstvene ustanove i omogućava pristup informacijama svim učesnicima u procesu liječenja u toj zdravstvenoj ustanovi. LIS treba da ima mogućnost prezentiranja rezultata svim zainteresiranim subjektima (pacijenti, zdravstveni radnici, osiguravajuća društva...).
- LIS omogućuje racionalizaciju upotrebe resursa laboratorije, monitoriranjem nekontroliranog izdavanja uputnica i naloga za analize.
- U svrhu racionalizacije LIS vrši raspodjelu uzoraka prema optimalnim analizatorima.
- LIS eliminira greške prepisivanja rezultata, koje mogu nastati iz banalne greške pri upisivanju decimalnog zareza. LIS alarmira korisnika na mogućnost

da je nastala greška, na kome je da provjeri rezultat.

Iz svega navedenog možemo zaključiti da su brojne prednosti korištenja LIS, a najznačajnije su: lako pretraživanje osiguranika, efikasan izbor analiza, praćenje troškova poslovanja laboratorija, direktni unos rezultata sa analizatora u sistem, detekcija pogrešnih rezultata, veliki broj izvještaja, jednostavno izdavanje rezultata osiguraniku, pristup rezultatima putem web-a ili SMS-a...

14.2. INFORMACIJSKI SISTEM I KONTROLA KVALITETE

Na kvalitet zdravstvene usluge utiče i dostupnost tehnologija potrebnih za određenu zdravstvenu uslugu. Ukoliko su potrebne tehnologije lako dostupne, pružena usluga će biti adekvatno te time i kvalitetnije urađena. Međutim, lako pristupanje tehnologijama može imati i svoju negativnu stranu. U želji da osiguraju kvalitet nekada se zdravstveni radnici počnu komotno ponašati, te neracionalno i nepotrebno raditi dijagnostičke pretrage ili terapeutske procedure kada već imaju definirano ili sanirano stanje pre-dhodnim postupcima.

Ovo posebno važi za tehnologije u dijagnostičkim zdravstvenim laboratorijima. Prema istraživanju provedenom u dijagnostičkim laboratorijima u primarnoj zdravstvenoj zaštiti u Zeničko-dobojskom kantonu 2010. godine, uradi se i do 30% nepotrebnih laboratorijskih pretraga (7).

Informacijski sistemi predstavljaju ključni koncept uspješnog poslovanja i osiguranja kvaliteta u laboratorijima. Brzi razvoj informacijskih tehnologija omogućio je značajna višestruka povećanja produktivnosti, efikasnosti i efektivnosti. S druge strane primjena integriranih informacijskih sistema koji su omogućili praćenje svih relevantnih podataka o odvijanju poslovnih, pripremnih, proizvodnih i uslužnih procesa, omogućili su proizvodnju s nižim troškovima te upravljanje i kontrolu ovih procesa.

Informacijski sistemi u sistemima upravljanja kvalitetom kontroliraju upravljanje sredstvima, upravljanje materijalom i resursima te upravljanje realizacijom i proizvodnjom. Pri procesu upravljanja sredstvima nastoji se ostvariti maksimalna dobit. Kod upravljanja realizacijom i proizvodnjom planira se i prati primjena resursa i proizvodnje, te poduzimaju potrebne korektivne akcije u datim ili promjenjenim uslovima proizvodnje. Upravljanje resursima (materijali, alati, dokumentacija) ima za cilj pravovremeno osiguranje proizvodnje po najpovoljnijim troškovima resursa.

Integrirani informacijski sistemi predstavljaju visoko organiziranu strukturu osoblja, opreme i sredstava koja vrše pohranu podataka, brzo pretraživanje, selekciju i obradu podataka. Informacijski sistemi su kreirani tako da upravljaju, kontroliraju i analiziraju sve segmente procesa. Također vrše neophodnu horizontalnu usklađenost i povezanost procesa. U integriranim sistemima upravljanja kvalitetom čine osnovu za uvezivanje različitih sistema upravljanja, uvezivanje i racionaliziranje procesa, te kontrole izvršenja i korektivnih akcija.

Laboratorijska dijagnostika je oblast koja se veoma brzo razvija, što značajno doprinosi efikasnom donošenju kliničkih odluka. Kvaliteta i sigurnost dijagnostičkih analiza imaju ključnu ulogu u pružanju kvalitetne i sigurne zdravstvene zaštite. Niti jedna druga disciplina nema tako značajnu poziciju u pružanju sigurnih usluga kao laboratorijska dijagnostika (8). Iako se dijagnostički proces u laboratorijima odvija u tri faze (preanalitička, analitička i postanalitička), veliki broj dokaza ukazuje da se pogreške pri dijagnostičkim analizama uglavnom dešavaju u izvananalitičkim djelatnostima, a posebno kod preanalitičkih neautomatiziranih postupaka kao što su uzorkovanja i postupci s uzorkom prije pristupanja analizi (9, 10,11). Stoga preanalitička faza predstavlja najkritičnije područje u procesu postizanja kvaliteta pri laboratorijskoj dijagnostici. Zato je veoma važno posvetiti pažnju procedurama za osiguranje kvaliteta tih faza dijagnostičkog postupka. Postupci u analitičkoj fazi su decenijama provjeravani i kontrolirani tako da su mehanizmi kontrole kvaliteta u toj fazi dobro razvijeni. Pored toga tu fazu dobro kontrolira informacijski sistem te su mogućnosti pogreške minimalni (12).

14.3. RADIOLOŠKI INFORMACIJSKI SISTEM

Tehnološki i informacijski „bum“ posljednjih par decenija doveo je do razvoja niza digitalnih sistema koji danas imaju nezamjenljivo mjesto u dijagnostičkoj medicini. Raniju analognu radiografiju sve češće potiskuje računarska digitalna tomografija. Početkom radioloških tehniki zasnovanih na X zracima razvijene su i nove digitalne slikovne dijagnostičke tehnologije kao što su magnetna rezonanca, pozitronska emisiona tomografija te niz ultrazvučnih dijagnostičkih tehnologija. Te nove dijagnostičke digitalne tehnologije u svojoj osnovi imaju elemente informacijskih tehnologija (hardver i softver), te se veoma lahko inkorporiraju u informacijske sisteme. Sve je to kao logično rješenje uslovilo rani razvoj radioloških informacijskih sistema, koji su u svojoj osnovi poslužili za razvoj složenijih informacijskih sistema u zdravstvu.

Međutim, iako je to bio logičan slijed nakon razvoja digitalnih informacijskih tehnologija, nije sve išlo jednostavno. Razvijeni su brojni neusaglašeni digitalni sistemi (u ovisnosti od proizvođača), što je otežavalo međusobnu komunikaciju, komparaciju i analizu. To je zahtjevalo razvoj komunikacijskog protokola za razmjenu digitalnih slikovnih podataka, o čemu smo govorili u odjeljku komunikacija zdravstvenim podacima i informacijama. Organizacije ACR (the American College of Radiology) i NEMA (the National Electrical Manufacturers Association) udružile su se u naporima da kreiraju jedan opšte prihvaćeni standard - DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Pored razvoja standardnog protokola za razmjenu slikovnih podataka bilo je neophodno razviti i sistem za prihvativanje, transport i skladištenje medicinskih slika u samim dijagnostičkim kabinetima (PACS – Picture Archiving and Communications Systems). Različiti proizvođači su nudili različita rješenja, ali se vrlo brzo postavio imperativ integracije radiološkog informacijskog sistema (RIS) sa PACS-om.

Najkritičniji dio PACS-a je preuzimanje (akvizicija) slike iz različitih uređaja koji proizvode tu sliku. Generalno, prihvatanje slike se može razvrstati na tri osnovna modela, u ovisnosti od nivoa opremljenosti aparata koji proizvodi sliku:

1. Kod digitalnih aparata se slika preuzima direktno korištenjem komunikacijskih protokola,
2. Kod analognih aparata sa video izlazom slike se preuzimaju takozvanim „framemegrabber“ video karticama visoke rezolucije,
3. Kod analognih aparata bez video izlaza ugrađuje se posebno hardversko rješenje u ovisnosti od aparata sa upotrebot posebnih CCD (charge-coupled device) kamera.

Na radnom mjestu radiologa su dostupni alati za dohvati i naprednu analizu slika. Veliki broj generiranih podataka zahtjeva radne stanice visokih performansi za navigaciju i vizuelizaciju multidimenzionalnih slika kao što su 2D, 3D i 4D preglednici.

Softverski dio RIS-a pokriva prijem pacijenta gdje se kreira i ažurira digitalni karton pacijenta (DKP). Softverski dio RIS-a najčešće objedinjuje podatke o pacijentima, knjigu protokola, podatke o zdravstvenim radnicima i njihovim ovlaštenjima, o ordinacijama, vrstama pregleda i nabavci i utrošku medicinskog materijala, kao i sve neophodne šifrarnike.

Ovakav sistem obezbeđuje skraćenje vremena od trenutka dolaska pacijenta do postavljanja dijagnoze, bitan je preduslov za efikasno funkcioniranje PACS-a, praćenje toka pregleda i arhiviranje nalaza. Preko baze podataka RIS je u interakciji s nadređenim informacijskim sistemima (BIS, ZIS).

Digitalizacija i instalacija RIS je omogućila razvoj teleradiologije kao sljedećeg logičnog koraka u razvoju digitalnih dijagnostičkih procedura. Teleradiologijom se naziva bilo koji udaljeni prenos radioloških slika izvan lokalne mreže (intraneta). Teleradiologijom možemo smatrati udaljeni pristup radiološkim slikama putem interneta koristeći DICOM, HTTP, FTP (File Transfer Protocol) ili SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) protokol. U praksi, teleradiologija je udaljeni pristup RIS/PACS sustavu putem interneta.

Uvođenje internetskog protokola (IP, Internet Protocol) u mobilne GSM (Global System for Mobile Communications), GPRS (General Packet Radio Service), EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) i UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) mreže, dostupnost radioloških slika te broj uređaja koji im mogu pristupiti, uveliko se povećala. Pri tome se u prvom redu misli na takozvane „pametne“ mobilne telefone (smart phones). Mnoge su studije pokazale potencijal korištenja PDA (Personal Digital Assistant) uređaja i mobilnih telefona za pregled radioloških slika (13, 14).

LITERATURA:

1. Forest JC, Rheault C, Dang-Vu TK. The Laboratory Information System (LIS): I-Application to the clinical chemistry laboratory. *Clin Biochem.* 1985 Apr;18(2):78-84.
2. Sepulveda JL, Young DS. The Ideal Laboratory Information System. *Arch Pathol Lab Med.* 2012 Dec 5.
3. Alreja G, Setia N, Nichols J, Pantanowitz L. Reducing patient identification errors related to glucose point-of-care testing. *J Pathol Inform.* 2011; 2: 22.
4. French D, Terrazas E. The successful implementation of a licensed data management interface between a Sunquest® laboratory information system and an AB SCIEX™ mass spectrometer. *J Pathol Inform.* 2013; 4: 1.
5. Winstanley T, Courvalin P. Expert Systems in Clinical Microbiology. *Clin Microbiol Rev.* 2011 July; 24(3): 515–556.
6. Bellamy JE. Medical diagnosis, diagnostic spaces, and fuzzy systems. *J Am Vet Med Assoc.* 1997 Feb 1;210(3):390-6.
7. Sivić S. Procjena iskorištenosti informacijskih dijagnostičkih tehnologija u ambulantama porodične i opće medicine. Doktorska disertacija, Univerzitet u Sarajevu, Medicinski fakultet 2010. godine.
8. Plebani M, Lippi G. To err is human. To misdiagnose might be deadly. *Clin Biochem* 2009; Jul 14.
9. Lippi G, Guidi GC, Mattuzzi C, Plebani M. Preanalytical variability: the dark side of the moon in laboratory testing. *Clin Chem Lab Med* 2006;44:358-65.
10. Lippi G, Guidi GC. Risk management in the preanalytical phase of laboratory testing. *Clin Chem Lab Med* 2007;45:720-7.
11. Plebani M. Laboratory errors: How to improve pre- and post-analytical phases? *Biochem Med* 2007;17:5-9.
12. Westgard JO. Managing quality vs. measuring uncertainty in the medical laboratory. *Clin Chem Lab Med* 2009; Nov 18.
13. Toomey RJ. et al. Diagnostic Efficacy of Handheld Devices for Emergency Radiologic Consultation, *American Journal of Roentgenology* 194:469-474, 2010.
14. Chew NS, Tsukagoshi D, Roberton B, Healy J, Lee J. Are Second Opinions on Appendicular Skeletal Trauma Accurate on Smartphones? Accuracy and Interobserver Variability Compared to Diagnostic Picture Archiving and Communications Systems (PACS) Workstations, RSNA 2008, Nov. 30 - Dec. 5, 2009, Chicago, USA.

UMJETNA INTELIGENCIJA I EKSPERTNI SISTEMI



Kada smo govorili o informacijskim sistemima u zdravstvu, rekli smo da postoje informacijski sistemi razvijeni u cilju podrške donosiocima odluka. To su takozvani Ekspertni informacijski sistemi i oni su jedan viši nivo upotrebe informacijskih tehnologija u procesu odlučivanja i upravljanja. Oni idu dalje od tradicionalne manipulacije podacima, te omogućuju ekspertima (stručnjaci u raznim poljima nauke i tehnike) da „nauče“ kompjutere u njihovim znanjima, te računari, zahvaljujući njihovoj brzini obrade podataka i preciznosti daju veliku efektivnost u podršci donošenja odluka (1). Proučavajući ekspertne sisteme ne može se zaobići priča o Umjetnoj inteligenciji (Artificial Intelligence - AI), koja zapravo obuhvata ekspertne sisteme. Kada su američki načinici sredinom prošlog stoljeća stvorili pojam umjetne inteligencije imali su za cilj da istraže mišljenje čovjeka i da ga pomoći računara simuliraju. Opće rašireno mišljenje je to što je do danas postignuto, samo početak u priči o razvoju umjetne inteligencije. *Umjetna inteligencija je naučno područje, koje ima za cilj mašinama dati sposobnost intelligentnog ponašanja, određen stepen humane inteligencije kojom su opremljeni računari, senzorski sistemi i druge tehnologije u izvođenju korisnih zadataka.*

Da bi smo govorili o umjetnoj inteligenciji moramo prvo kratko objasniti šta je to uopšte inteligencija. Intelekt je oduvijek bio vezan za čovjeka, jedino živo biće na našoj planeti koje posjeduje to svojstvo. Za pojam intelekta u literaturi se mogu naći sljedeća tumačenja: "Intelekt je sposobnost shvatanja značenja, pravilno razumijevanje i bistrića uma, sposobnost mišljenja, oštromost, pamet, itd". Prihvatljivu definiciju pojma inteligencije dao je profesor Christopher Evans u svojoj čuvenoj knjizi "Moćni mikro" ("The Mighty Micro") 1979. godine gdje on kaže: „Inteligencija je sposobnost sistema da se prilagodi promjenama u svijetu i što je ta sposobnost veća, odnosno profinjenija snaga prilagođavanja sistem je intelligentniji“ (2). U nastojanju da se opiše inteligencija nastojalo se objasniti njene karakteristike, a neke od tih karakteristika su: imitacija dijaloga, rješavanje svih varijantii nekog problema, rješavanje netrivijalnih zadataka, učenje i ekstrapolacija.

Imitacija dijaloga predstavlja karakteristiku kojom se testira mogućnost vođenja dijaloga, a da se ne primijeti da li je sagovornik čovjek ili mašina. Ovu karakteristiku je uveo Alan Turing 1950. godine ka Turingov test. To je bio posebno dizajniran dijaloški program koji je komunicirao s pacijentima. Na osnovu ovakvih programa su kasnije programirani za igranje šaha.

Rješavanje svih varijanti problema na način kako to radi čovjek, ali se u ovom polju nije daleko otišlo od proračunskih riješavanja problema. Sa složenijim intelektualnim zahtjevima kao što su muzika, slikarstvo, filozofija nije se daleko stiglo.

Rješavanje netrivijalnih zadataka to jest takvih zadataka kod kojih proces rješavanja nije poznat nego ga treba otkriti, dakle, algoritam postupka je nepoznat.

Ekstrapolacija je aproksimativno zaključivanje na osnovu niza poznatih faktora o nepoznatim faktorima. Matematički rečeno predviđanje ponašanja neke funkcije na osnovu njenih poznatih pojedinačnih vrijednosti, ali izvan intervala tih poznatih vrijednosti pod prepostavkom da vrijede isti zakoni.

Učenje je jedna od najvažnijih i najtežih karakteristika spoznaje, pa time i inteligencije. Ono nije prosto memoriranje činjenica, kako se dešava kod računarskih sistema. Kod živih bića ono je stalan proces od rođenja i aktiviranja čula pa do smrti.

Sve ove karakteristike nam daju mogućnost da definiramo umjetnu inteligenciju. Postoje brojne definicije, a neke od njih su:

„Umjetna inteligencija je nauka koja omogućuje da mašine obavljaju stvari koje zahtijevaju inteligenciju čovjeka“ (3).

„Umjetna inteligencija je dio nauke o računarima usmjeren na stvaranje i proučavanje računarskih programa koji ispoljavaju svojstva koja se identificuju kao intelligentna u ljudskom ponašanju: znanje, zaključivanje, učenje, rješavanje problema, razumijevanje jezika i dr“ (4).

„Umjetna inteligencija je disciplina koja izučava mehanizme intelligentnog ponašanja kroz analizu, razvoj i evaluaciju umjetnih tvorevina u koje se ugrađuju ti mehanizmi“ (5).

Ako se vratimo unazad, kroz različita polja ljudskog djelovanja, otkrit ćemo da su ljudi često maštali o pronalaženju umjetnih sredstava koja će ih oslobođiti od fizičkog i mentalnog rada. Možemo, zapravo, pokazati da korijeni umjetne inteligencije počinju na nama danas poznatim radovima antičkih filozofa koji su stvarali u vrijeme 470 – 322 godine prije nove ere. U Sokratovom (470 – 399 PNE) proučavanju logičkog mišljenja, a naročito dedukcije nalazimo crte današnjih ekspertske sistema. Pored toga, Sokrat je prvi proučavao i objasnio koncept ljudskog razmišljanja. Njegovo znanje produbljuje njegov najslavniji učenik Platon (428 – 348 PNE). Po njegovoj teroriji inteligencija se sastoji iz dva dijela: formiranog prikaza znanja i potraga za znanjem na osnovu prosuđivanja. Ove dvije komponente predstavljaju bazičnu arhitekturu današnjih ekspertske sistema u kojima nalazimo baze znanja i deducijsku mašinu. Na radeve Sokrata i Platona se nadovezuje Aristotel (384 – 322 PNE) sa svojom *Logikom* (1).

Sljedeći veliki korak ka razvoju umjetne inteligencije se javlja početkom 19. vijeka, zahvaljujući entuzijastima širom Europe i Amerike, razvojem mašina koje su imale sposobnost samozaključivanja kao što su šahovski aparati, koji su mogli da pariraju čovjeku u igri šaha. Godine 1834. Charles Babadje proizvodi prvi mehanički računar

koji se zvao analitička mašina, za koji možemo reći da je radio na Platonovim principima odjeljenog znanja (strojnoj memoriji) i rasuđivanja (strojnom procesoru). U tom periodu, sredinom 19-og vijeka, na temeljima dotadašnjih proučavanja u logici, a naročito inspiriran logikom ranih grčkih filozofa, George Boole postavlja temelje moderne simboličke algebre – takozvane bulove algebre. Pronalazeći takozvani Logički račun postavlja temelje simboličkog računanja (1).

Kasnije neposredno pred Drugi svjetski rat, u toku rata i odmah poslije njega se dešavaju presudna otkrića i koraci u razvoju umjetne inteligencije. Ovaj period karakterišu značajna otkrića na polju elektronike, računalne tehnike i razvoja programskih jezika. Za vojne potrebe u tadašnjoj Njemačkoj Konrad Zuse razvija prvi programabilni računar Z3, a kasnije 1945. godine on pronalazi prvi računarski jezik za programiranje Plankalkul. Pronalaskom elektronskih cijevi, a kasnije tranzistora i integralnih kola dolazi do takozvanog trećeg velikog koraka u razvoju čovječanstva takozvane informacijske revolucije (prva je industrijska ili tehnološka, druga je energetska, treća informacijska i neki smatraju da je razvoj interneta četvrta značajna revolucija u razvoju čovječanstva) (6).

15.1. RAĐANJE I USPON UMJETNE INTELIGENCIJE

Mnogi koji se bave AI označavaju 1956. godinu kao godinu rođenja umjetne inteligencije. U junu 1956. godine u Dartmouth College u SAD četiri mlada studenta John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester i Claude Shannon iniciraju Dartmoutški simpozijum koji je trajao 2 mjeseca i gdje je simulirana humana inteligencija. Deset studenata različitih polja interesovanja (matematika, neurofiziologija, psihijatrija, psihologija, informatika i računarske tehnologije) je učestvovalo na simpoziju. Tri činjnice su rasvijetljene na Dartmutskom simpoziju: *simulator živčane mreže* demonstriran od Marvin Minsky, *metod pretraživanja* predložen od John McCarthy i *Logički teoretičar* program prezentiran od Herbert Simon i Alen Nuvol. Ovaj program je visoko ocijenjen u pogledu prodora u polje računarske simulacije humane inteligencije. Na ovom simpoziju John McCarthy je predložio termin „artificial intelligence“ – umjetna inteligencija. Zbog toga se John McCarthy smatra ocem AI (1).

Od svoga nastanka AI je pobudila kod ljudi fantastične zamisli i široka očekivanja. U toku razvoja imala je periode uspona i padova. Našla je svoje mjesto u raznim poljima nauke i tehnologije, od istraživačkih geoloških projekata kao što je PROSPECTOR, preko dobro osmišljenog sistema za testiranje umjetne inteligencije kao što je računarski sistem za igranje šaha DEEP BLUE, koji je 1997. godine igrao protiv poznatog šahovskog velemajstora Kasparova (tada je računar u dvije partije pobjedio, tri remizirao i jednu izgubio); do NASA-ine primjene u programima svemirskih istraživanja kao što je na znanju zasnovan računarski sistem za hemijske analize DENDRAL. Ovaj program je radio kao hemijski ekspert prepoznavajući molekularnu strukturu nepoznatih

mješavina, a projektiran je za istraživanja na Marsu. Ovaj program je razvijen pod vodstvom Edwarda Feigenbauma i smatra se pretečom EKSPERTSKIH SISTEMA (1).

Sedamdesetih godina 20-tog vijeka, početna euforija oko AI opada, jer se uvidjelo da gradnja umjetnog sistema koji će riješavati probleme nije jednostavan ni lak zadatak kako se u početku mislilo. Da stvar bude gora, postalo je jasno da tehnologija ne može ispuniti tadašnja očekivanja. Ali je nesumnjiv doprinos promišljanja oko umjetne inteligencije u raznim poljima nauke i tehnologije. Pažljivom analizom tri područja informacijskih tehnologija možemo ustanoviti uticaj AI na civilizacijski napredak. Taj napredak se naročito ističe na tri polja a to su *prepoznavanje uzorka, inžinjering znanja i robika* (7).

- **Prepoznavanje uzorka** je disciplina koja se razvijala uporedo sa AI. Postepeno kroz vrijeme je ugrađivana u AI i postala je njen osnovni sadržaj. Fraza *prepoznavanje uzorka* ima širok smisao i obično se koristi kod fizičkih osobina nekog subjekta kao što su zvučni talasi, elektrokardiogram, fotografija, slova, simboli, 3D objekti itd. Obrasci se mogu prihvati i mjeriti sa fizičkim, hemijskim ili biološkim senzorima. Obrasci ili uzorci se klasificiraju prema svojim karakteristikama, i kao takvi služe kao moduli za prepoznavanje istih takvih u kasnjem prihvaćanju takvih signala. Prvi takav program je načinio Frank Rosenblatt 1950. godine i nazvao ga PERCEPTRON. To je bio jednostavan matematički model simulacije rada ljudskog mozga koji je klasificirao neklasificirane obrazace u skladu sa već klasificiranim. Kasnije su se razvili složeniji programi kao što je ViaVoice za prepoznavanje glasa, ili programi za prepoznavanje Kineskih karaktera, ili bilo kojih drugih karaktera napisanih rukom... Danas ova tehnologija ima veliku primjenu u zahtjevima za sigurnosnim informacijama kao što je prepoznavanje otiska prsta, irisa, boje glasa itd. Također ova tehnologija ima veliku primjenu u prepoznavanju određenih modela u medicini, pa danas imamo pametne elektrokardiografe koji analiziraju EKG krivulju prema predloženim modelima i predlažu ljekaru dijagnozu.
- **Robotika** - Istraživanja u robotici su počela još davne 1948. godine sa prvom mašinom koja se zvala MANIPULATOR. To je bila prva mašina koja je trebala oponašati čovjeka. Bila je kombinacija mehaničkih struktura, senzora i umjetne inteligencije. Sedamnaest godina kasnije je rođen prvi industrijski robot, čija se namjena mogla lako promijeniti promjenom programa njegova djelovanja. Razvoj robota je isao kroz tri faze. U **prvoj fazi** su bili programabilni roboti. U **drugoj fazi** su bili samoprilagodljivi roboti sa senzorima kojima su dobijali jednostavne informacije iz okoline. Njihove akcije je kontrolirao, analizirao i provodio računar koji je prema potrebi prilagođavao njihov rad. **Treća generacija** robota su takozvani pametni roboti sa inteligencijom koja više liči na ljudsku. Razvijeni su zahvaljujući snažnim računarskim elementima, suvremenim senzorima te mogu riješavati probleme u realnom vremenu.

- **Inžinjering znanja** - Brzi razvoj AI je zahtijevao njenu aplikaciju u praktičnim stvarima. Na petoj internacionalnoj konferenciji AI održanoj 1971. godine Edward Feigenbaum je obradio *inžinjering znanja* u svom djelu „Umjetnost umjetne inteligencije: Teme i studije slučajeva inžinjeringu znanja“. To njegovo djelo je zasnovano na proučavanju prvog ekspertnog sistema već prije spomenutog DENDRALA-a razvijenog 1968. godine. Program je bio vrlo jednostavno konstruiran i sadržavao je problemsko znanje u obliku pravila koje je postavljeno **u modulu zvanom baza znanja**. Ta baza znanja je obrađivana u **procesorskom modulu zvanom dedukcijski modul**. On je izvlačio zaključke. **Radna memorija je bila treći modul**. Te tri komponente su činile jedan na pravilima utemeljen ekspertni sistem. *Inžinjering znanja je disciplina koja pručava kako AI i softverski inžinjering dizajniraju, izgrađuju i održavaju sisteme znanja*. Kasnije se razvijaju mnogi drugi ekspertni sistemi kao što je MYCIN za dijagnosticiranje infektivnih bolesti, te 1970. godine prvi komercijalni ekspertni sistem XCON.

15.2. PROLIFERACIJA EKSPERTSKIH SISTEMA

Osamdesetih godina 20-tog vijeka ekspertske sistemi doživljavaju novi procvat, zahvaljujući napretku u mikroelektronici i drugim granama tehnike. Mnogi univerziteti razvijaju i nude tečajeve iz ekspertskega sistema, a kompanije iniciraju projekte izgradnje takvih sistema formirajući često interne grupe za umjetnu inteligenciju. Tako je recimo poznata hemijska kompanija DuPoint 1988. godine imala vlastitu grupu za umjetnu inteligenciju, koja je te godine razvila preko 100 ekspertskega sistema, a zahvaljujući kojima je firma uštedila preko 10 miliona dolara godišnje. Širom svijeta se razvija na hiljade ekspertskega sistema, a početkom osamdesetih godina prošlog vijeka dominiraju medicinski ekspertni sistemi, naročito dijagnostički ekspertni sistemi. Oni su se razvijali u svim poljima ljudskog djelovanja. Tako su recimo razvijeni ekspertni sistemi za otkrivanje uzroka malog svinjskog legla TEP (The Electronic Pig), SEXPERT koji je procijenjivao seksualnu disfunkciju, ili oni za pomaganje poslodavcima pri otpuštanju radnika CLARIFYING DISMISSAL.

15.3. KARAKTERISTIKE UMJETNE INTELIGENCIJE

Prema Evansovim definicijama (2) karakteristike umjetne inteligencije, koje bi računar trebao da ima pa da, barem rudimentirano, bude intelligentan, su:

Prijem podataka podrazumijeva laku komunikaciju s mašinom. Ranije je unos podataka bio otežan (tastatura, miš) dok su danas razvijeni programi za prepoznavanje glasa i slike, te je komunikacija s računarcem sve jednostavnija.

Spremanje podataka podrazumijeva da računar mora imati dovoljno velik prostor

za pohranu primljenih podataka. Prije njihova spremanja potrebno je „sirove“ podatke na određen način obraditi, filtrirati i analizirati.

Brzina obrade podataka treba da bude tolika da se podaci mogu obrađivati u reānom vremenu, za što računar treba imati odgovarajuću arhitekturu.

Efikasnost računarskih programa podrazumijeva optimalno isprogramiran algoritam obrade podataka, koji će osigurati najbrži i najpouzdaniji način sa najmanje zauzetog prostora u memoriji. Efikasnost djelovanja bioloških sistema je vrhunska, jer je priroda imala dovoljno vremena za eksperimentiranje i odbacivanje neuspješnih rješenja. Pored toga, u prirodi se vodi bespoštedna borba za opstanak u neprijateljskoj okolini, gdje su kazne za neefikasno djelovanje veoma rigorozne.

Promjenljivost računarskih programa je neophodna iz razloga što se programi moraju prilagođavati zahtjevima sistema. Da bi program mogao odgovoriti prepostavkama koje inteligencija ima on minimalno mora imati mogućnost promjene vlastite strukture (samoprilagođavanje) i samoispravljanje grešaka.

Mogućnost učenja je bitna karakteristika umjetne inteligencije. Današnji računari uglavnom rade korištenjem velikih količina memorije i sa dovoljno pitanja. Odstupanje od programiranog ponašanja se smatra greškom. Međutim, ako se računaru omogući da uči, tada se mogu očekivati optimalni programi za rješavanje određenih problema.

Ekstrapolacija i rješavanje netrivijalnih zadataka je danas u samom središtu svih istraživanja. Za ova istraživanja su angažovana ogromna materijalna sredstva i na njima rade vrhunski specijalistički timovi. Cilj je dobijanje intelligentnog računara, koji bi obrađivao probleme samostalno, metodom ekstrapolacije i time stvorio sve prepostavke za rješavanje netrivijalnih zadataka.

15.4. PODJELA UMJETNE INTELIGENCIJE

U savremenim informacijskim sistemima svakodnevno srećemo različite oblike struktura (8) koje imaju elemente umjetne inteligencije. Najznačajnije oblasti gdje se danas primjenjuju elementi umjetne inteligencije su:

Obrada i razumijevanje prirodnih jezika su preduslov za komunikaciju intelligentnih sistema. Sasvim je razumljivo što je u središtu svih istraživanja umjetne inteligencije pitanje komunikacije, posebno komunikacije koja je maksimalno bliska čovjeku, a to je prirodni živi jezik. Najoptimalnija komunikacija čovjeka i intelligentnog računara podrazumijeva govornu komunikaciju.

Interpretacija i računarska obrada video oblika. Najrasprostranjeniji i najbrži oblik spoznaje svijeta je putem vida. Pandan vidu u umjetnoj inteligenciji predstavlja interpretacija i računarska obrada video oblika okoline, što ujedno predstavlja i kontakt sa tom istom okolinom. U okviru razvoja ove oblasti umjetne inteligencije proučava se nekoliko područja:

- obrada slike različitim metodama uzoraka,

- prepoznavanje i definiranje vizuelnih oblika i njihova interpretacija,
- vezivanje identificiranih oblika i njihovo poređenje sa bazama znanja,
- mogućnost učenja kroz uzimanje podataka iz vanjskog svijeta,
- odgovarajuća obrada vizuelnih signala i brzo reagiranje u realnom vremenu.

Robotika se bavi proučavanjem i razvojem mašina koje obavljaju mahaničke manipulacije. Umjetna inteligencija pomaže računarskoj kontroli pokreta, uz korištenje mogućnosti zaključivanja. Pri tome je veoma teško postići glatke, povezane, skladne pokrete kakvi su prirodni.

Sistemi zasnovani na znanju, gdje spadaju sistemi za podršku odlučivanju i ekspertni sistemi, predstavljaju jedan od oblika praktične primjene Umjetne inteligencije. Opšte karakteristike računarskih programa ovih sistema su:

- simboličko predstavljanje, korištenje heuristike, predstavljanje znanja,
- nestruktuirani problemi se rješavaju uz prisustvo logičkog nesklada između raspoloživih podataka,
- sposobnost "usavršavanja".

Heuristika je skup pravila domišljatog nagađanja, koja usmjeravaju i ograničavaju područja traganja za rješenjem. *Sistemi za podršku odlučivanju* su IS, slični standarnim IS, i imaju za cilj da podržavaju procese donošenja odluka. Oni predstavljaju simbiozu IS, primjene funkcionalnih znanja i tekućeg procesa analize odlučivanja. *Ekspertni sistemi* su računarski programi kojima se emulira rješavanje problema na način kako to čine ekspertri. Mi ćemo ovdje detaljnije obraditi ekspertne sisteme.

15.5. STADIJI RAZVOJA I MODELI EKSPERTNIH SISTEMA

Istraživanja u domenu ekspertnih sistema su započela 1960. godine. Nekoliko ES je razvijeno u periodu između 1965. i 1975. godine. Od 1975. godine broj projektiranih, razvijenih i implementiranih ekspertnih sistema naglo raste. Tokom razvoja umjetne inteligencije i ekspertnih sistema javljali su se različiti modeli ekspertnih sistema. U ovisnosti od prodora na polju informacijskih tehnologija kao što su procesorska snaga, veličina radne i periferne memorije i razvoja programskih jezika razvijali su se i zahtjevniji i moćniji ekspertni sistemi.

15.6. POJAM EKSPERTNIH SISTEMA

Imati dostupnog eksperta u nekim problematičnim i složenim situacijama nije ni najmanje jednostavno. Eksperata nema previše, nisu na raspolaganju u svakom trenutku i nisu ni jeftini. Osim toga ni jedan ekspert ne može da posjeduje sva znanja. A u praksi se vrlo često dešava potreba za nizom specifičnih znanja, onakvih kakva posjeduje jedan ekspert. Osnovne karakteristike eksperta su:

- da primjeni na optimalni način, svoja znanja u rješavanju problema. Pri tome se

- podrazumjeva uzimanje u obzir činjenica i predviđanje relevantnih posljedica;
- da objasni i obrazloži svoje odluke i prijedloge;
 - da komunicira sa drugim ekspertima i proširuje svoja znanja, prestruktura i reorganizuje shvatanja i znanja;
 - da formira i napušta određene zaključke, što dokazuje da je pronikao u suštinu određenih pojava i našao nove zakonitosti koje među njima vladaju;
 - da određuje najbrži način dolaska do rješenja i njegove praktične primjene;
 - da u specifičnim situacijama intuitivno (heuristički), na osnovu svih dosadašnjih iskustava i događaja ocjeni gdje se nalazi rješenje problema (1).

Današnji stepen razvoja informacijskih tehnologija i moderne informacijske nauke sve više omogućavaju da se može raspolagati specifičnim ekspertskim uslugama. Već odavno se razvijaju specifični programski sistemi, a koje smo spominjali ranije u okviru rasprave o umjetnoj inteligenciji, takozvani **ekspertni sistemi**. Pod ekspertnim sistemima se podrazumijeva takva vrsta programske podrške, u računarskom informacijskom sistemu, koja u većoj ili manjoj mjeri zamjenjuje čovjeka – eksperta. Ekspertni sistem je u stanju da na osnovu unesenih podataka i ugrađenih logičkih algoritama (pravila zaključivanja), efikasno pomogne korisniku u riješavanju specifičnog problema.

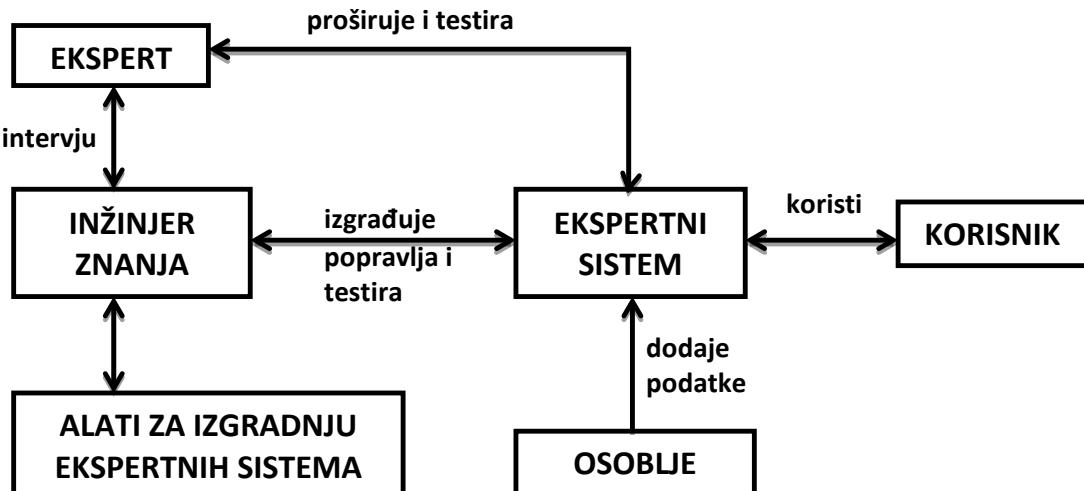
Drugim riječima, ekspertni sistem je inteligentni računarski program koji koristi znanje i postupke zaključivanja u procesu rješavanja problema, i to takvih problema za čije je rješavanje potreban visok stepen stručnosti i iskustva iz domena kome se ekspertni sistem obraća. Naziv ekspertni upravo potiče odatle što se ovi sistemi ponašaju kao vrhunski stručnjaci (engl. expert) na svom području. Njegovu osnovu čini softver koji modelira one elemente čovjekovog rješavanja problema za koje se smatra da čine čovjekovu inteligenciju: zaključivanje, prosuđivanje, odlučivanje na osnovu nepouzdanih i nepotpunih informacija i tumačenje svog ponašanja. Upravo ova posljednja osobina, koja pored običnog rješavanja problema omogućava interaktivno savjetovanje o problemu između sistema i korisnika, jeste značajna novost po kojoj se ekspertni sistemi razlikuju od svih prethodnih tipova informacijskih sistema.

U nazivu stoji ekspertni sistem, a ne ekspertni program, jer se sastoji iz više dijelova: djela za rješavanje problema (baza znanja, mehanizam zaključivanja i globalna baza podataka) i okruženja.

15.7. IZGRADNJA EKSPERTNIH SISTEMA

Proces izgradnje ekspertnih sistema naziva se **inžinerstvo znanja**. Ono obuhvata skup metoda i postupaka koji se odnose na prikupljanje, prezentiranje, pohranu i upotrebu ljudskog znanja za rješavanje složenih problema. Proces uključuje posebnu vrstu interakcije između graditelja ekspertnog sistema, koga zovemo inženjer znanja, i jedne ili više osoba koje su eksperti u određenoj problemskoj oblasti za koju se ekspertni sistem izgrađuje.

Inženjer znanja od eksperata "vrši ekstrakciju" njihovih procedura, strategija i postupaka za rješavanje problema i ugrađuje to znanje u ekspertni sistem. Rezultat procesa je skup programa koji rješavaju probleme u datoj oblasti na način kako to radi čovjek-ekspert.



Slika 59. Učesnici u izgradnji ekspertnog sistema

15.8. RAZLIKE IZMEĐU KONVENCIONALNIH INFORMACIJSKIH SISTEMA I EKSPERTNIH SISTEMA

Uobičajeni (konvencionalni) informacijski sistemi rade po principima klasične logike i njihova programska osnova se sastoji od podataka i algoritama kojima se ti podaci obrađuju. Algoritmi određuju kako razriješiti određenu vrstu problema koristeći niz tačno definiranih pravila. Ljudsko znanje i način djelovanja se ne uklapa u ovakav model. Sistemi izgrađeni na bazi znanja se razlikuju od običnih informacijskih sistema po načinu organizacije, po ugrađenoj bazi znanja, po načinu izvršavanja i po efektima koje proizvodi u interakciji dijalogom. Može se, dakle, reći da je glavna razlika između uobičajenih informacijskih sistema i ekspertnih sistema u tome što prvi manipuliraju podacima a drugi znanjem.

Uobičajeni program pomoću algoritama obrađuje podatke, ponavljajući proces onoliko koliko mu se zada, te ih predstavlja u obliku koji smo zadali. Ekspertni sistem koristi njemu svojstvena pravila rasuđivanja i vještine u izboru donošenja odluka i zaključivanja (heuristika) u procesu obrade činjenica (znanja).

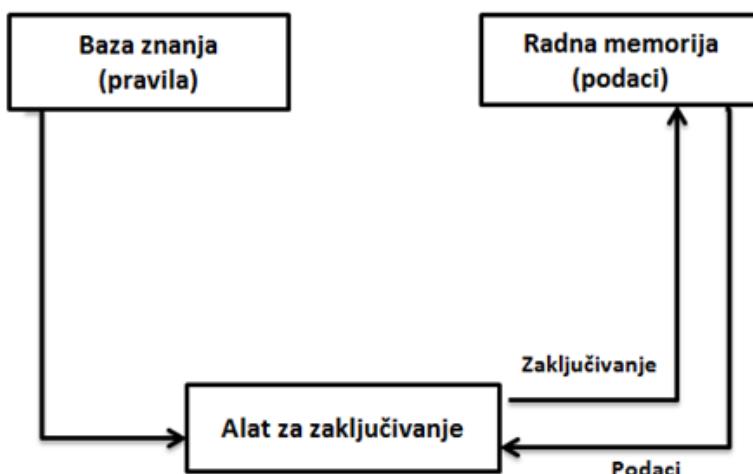
Kod uobičajenih programa znanje i metodi njegova korištenja su isprepleteni, nisu jasno programski odvojeni, dok su kod ekspertnih sistema modeli odvojeni. Model rješavanja problema se javlja kao baza znanja, a njom upravlja odvojeni dio – mehanizam zaključivanja (model za interpretaciju pravila).

Kod konvencionalnih programa je znanje organizirano u dva nivoa: podaci i program; dok je kod ekspertnih sistema znanje organizirano na tri nivoa: podaci, baza znanja i mehanizmi zaključivanja. Uobičajene programe treba kod novog znanja reprogramirati, a kod ekspertnih sistema novo znanje se samo dodaje u bazu znanja.

Konvencionalni programi kao rezultat djelovanja daju konkretne rezultate, dok ekspertni sistemi daju korektne odgovore i spremni su učiti na greškama.

15.9. EKSPERTNI SISTEMI NA PRAVILIMA BAZIRANI

Ekspertni sistemi razvijeni 60-tih i 70-tih godina dvadesetog vijeka kao što su Dendral, MYCIN i dr. su bili *ekspertni sistemi na pravilima bazirani*. Rana razmišljanja u pogledu rješavanja problema su bila zasnovana na principima vodilja (propisanih pravila). Konstruktori ekspertnih sistema su mislili da naoružani pravilima mogu dokazati prepostavku ili izvesti zaključke iz problemski specifičnih podataka. Ta pravila i tehnike zaključivanja su formirala rane modele ekspertnih sistema. Tokom 80-tih mnogi univerziteti i kompanije razvijaju ovakve ekspertne sisteme (9, 1).



Slika 60. Model ekspertnog sistema baziranog na pravilima

Baza znanja sadrži znanje iz određene oblasti u obliku pravila. Radna memorija sadrži problemski-specifične činjenice i zaključke izvedene iz dedukcijske mašine (modula za izvođenje zaključaka). Dedukcijski modul koristi informacije iz radne memorije i poredeći ih sa pravilima iz baze znanja izvlači zaključke. Ovi sistemi vrše operacije u oba smjera. Kada se treba dokazati neki zadati cilj, proces se starta unatrag tako da sistem koristi pravila zajedno sa informacijama dobijenim od korisnika. Pomoću posrednih zaključaka se dolazi do cilja. Ovaj put je pogodan kada se treba dokazati neku prepostavku, recimo dokazati da li pacijent boluje ili ne od neke bolesti. MYCIN

je bio prototip na pravilima baziranog ekspertnog sistema koji je svoj rad zasnivao na ulančavanju procesa unazad. Ovaj sistem je razvijen sredinom 70-tih godina dvadesetog vijeka na Stanford univerzitetu i pomagao je ljekarima da postave dijagnozu i utvrditi tretman kod infektivnih bolesti. Sadržavao je oko 500 pravila. Za razliku od sistema kod kojih se proces zaključivanja odvijao unazad, postojali su i oni koji nisu trebali dokazati neku pretpostavku nego su trebali iz problem specifičnih činjenica proizvesti što više informacija. Činjenice smještene u radnoj memoriji su služile kao okidač ili pokretač pravila smještenog u bazi znanja koja su dodavala nove informacije u radnu memoriju. Nove informacije su zauzvrat proizvodile nova pravila te je tako sistem učio. Ovo su bili sistemi kod kojih se proces odvijao unaprijed. Naprimjer, određeni simptomi koje pacijent ima u ovim sistemima pretpostavljaju bolesti koje bi pacijent mogao imati. Primjer za ovakav ekspertni sistem je XCON razvijen od firme DEC i služio je za konfiguriranje VAX računarskih sistema. Koristeći nekoliko hiljada pravila ovaj sistem je brzo i efektivno konfiguirao VAX sisteme, čime je omogućeno firmi da uštedi 20 miliona dolara godišnje (10).

15.10. STRUKTURNO BAZIRANI EKSPERTNI SISTEMI (OKVIRI ZNANJA)

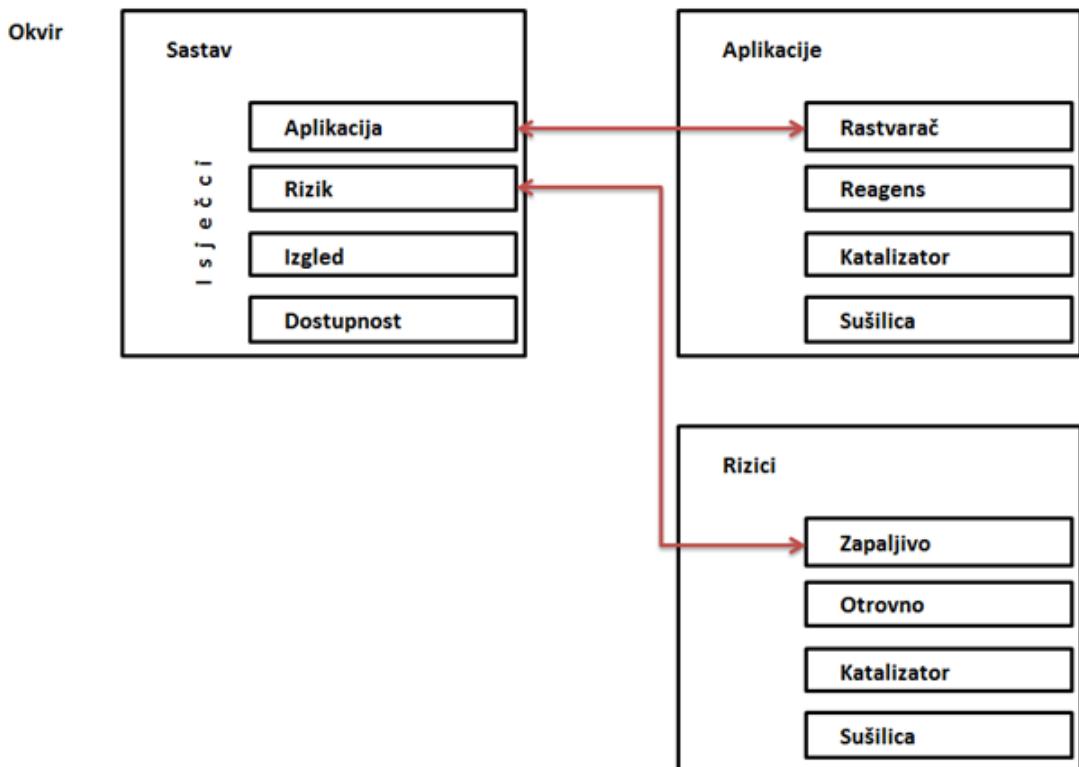
Zahvaljujući bogatoj ponudi programske tehnike krajem 80-tih i sredinom 90-tih godina dvadesetog vijeka se razvijaju strukturno bazirani ekspertni sistemi. Ovi sistemi su problem posmatrali kao skup povezanih objekata koji su ga prirodno opisivali. Ovi sistemi vode porijeklo iz saznanja koja su proistekla proučavanjem psihologa u polju spoznajnog rješavanja problema kod čovjeka. Naime, ljudi svoja diskretna znanja stičena iskustvom, koriste u sličnim situacijama. Tu stičenu strukturu znanja možemo nazvati šemom i ona sadrži standardne, uobičajene informacije o nekom pojmu. Kad smo suočeni s nekim problemom oslanjamo se na te šeme kao neku vrstu šablonu koji sadrže listu informacija potrebnih da se riješi taj problem. Vođen tom idejom Marvin Minsky je predložio strukturu podataka za računarsko kodiranje tipičnih informacija za neki pojam i skovao je termin **frame** (koji se u ovom slučaju može prevesti kao **okvir**) da bi označio tu strukturu (11).

Okviri znanja (FRAMES) su kompletne i zaokružene logičke strukture, nalik na klase u objektno orientiranom programiranju, koje vezuje jedinstvo vremena, radnje i objekta, slično scenskim prikazima. Predstavljaju pogodno sredstvo za prikazivanje podataka i relacija.

Svaki ram znanja sačinjava nekoliko tipova informacija. Neke od tih informacija prikazuju kako se ram znanja koristi, dok druge govore šta treba da se desi ili šta raditi ako očekivanja nisu zadovoljena.

Takođe, za ramove znanja se može reći da predstavljaju kolekcije informacija i pravila koja se tiču datog objekta, situacije ili koncepta. Svaki ram znanja sadrži veći broj informacija, a baza znanja se sastoji od većeg broja ramova. Neki ramovi se stalno

čuvaju u bazi znanja, dok se neki dinamički pojavljuju i nestaju tokom procesa rješavanja problema (6, 12).



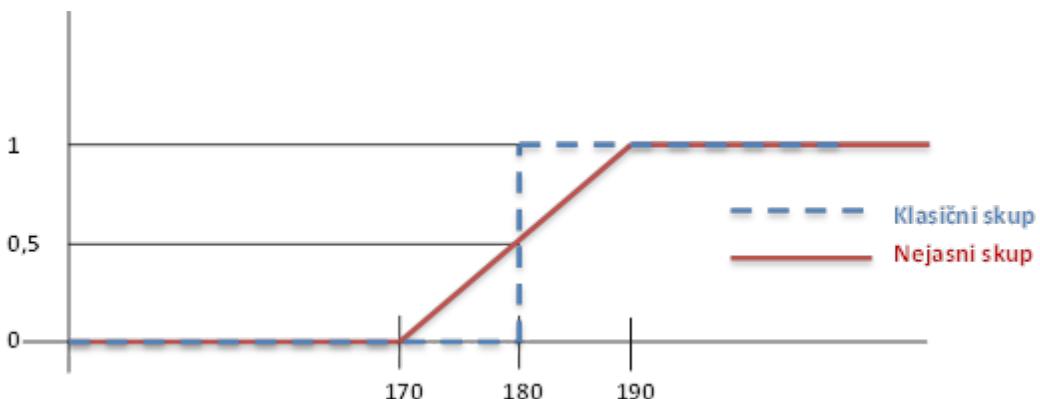
Slika 61. Primjer okvira sa elementima strukture u ekspertnim sistemima zasnovanim na okvirima

15.11. EKSPERTNI SISTEMI ZASNOVANI NA FUZZY LOGICI

Eksperti se često oslanjaju na uopštene pojmove i uopštena razmišljanja u procesu rješavanja pojedinih problema. U takvim slučajevima eksperti opisuju probleme koristeći neodređene ili višemislene termine. Često smo skloni neki problem opisati upotrebljavajući neodređene termine kao recimo „žestok“ ili „nešto“. Kako predstaviti te vrijednosti računaru? Odgovor leži u „fuzzy logici“. Upotreba nejasnih podataka (ili nedovoljno određenih podataka) se preporučuje kada je znanje o procesu ili sistemu uglavnom iskustveno, oblikованo riječima i dano u obliku pravila. Razvoj fuzzy logike počeo je 1920. godine Lukasiewicz (izumitelj takozvane poljske prefiksne notacije – postavka u logičkoj matematici). On je proučavao matematičko predstavljanje nejasnih termina kao što su visok, vruć, star... On je zaključio da se ti termini mogu predstaviti dvoznačno kao dvije mogućosti 0 ili 1 (Aristotelovo: istina ili pogreška), te je razvio logički sistem koji istinite vrijednosti proširuje u rasponu realnih brojeva od 0 do 1 koji

predstavljaju mogućnost istine ili greške. To istraživanje je bilo uvod u teoriju vjero-vatnoće. Šematski prikaz predstavljanja nejasnih podataka o visini čovjeka prikazuje grafikon 1 (6, 13).

Prilikom kreiranja fuzzy ekspertnih sistema kreiraju se određena pravila, i u odre-



Grafikon 1. Prikaz klasičnog i nejasnog skupa za varijablu: visoki ljudi
(prema klasičnom skupu varijabla visoki ljudi je definirana vrijednostima:

$0 =$ ako je čovjek niži od 180 cm, $1 =$ ako je čovjek viši od 180 cm

prema nejasnom skupu varijabla visoki ljudi je definirana vrijednostima:

$0 =$ ako je čovjek niži od 170 cm, $1 =$ ako je čovjek viši od 190 cm i

između 0 i 1 = ako je čovjek između 170 i 190 cm) (13)

đenoj interakciji ta pravila dovode do zaključivanja.

Nekad je potrebno upotrijebiti samo nekoliko pravila. To su veoma jednostavnii ekspertni sistemi. Recimo Canon upotrebljava samo 13 pravila za autokonfiguriranje svojih kamera. Ovakvi sistemi se koriste u automobilima za kontrolu transmisijskog remena. Ili recimo ovi sistemi imaju veliku primjenu u takozvanim pametnim veš-mašinama gdje ne vodite računa koliko treba uzeti deterdženta, koliko vode ili koliko dugo mašina treba da radi.

Većinu ovakvih ekspertske sistema imamo danas u Japanu i uglavnom se koriste za kontrolu programa koje je teško kontrolirati na klasičan način.

15.12. INDUKCIJSKI EKSPERTNI SISTEMI

Indukcija je proces zaključivanja kada od datog skupa činjenica izvučemo opšti princip ili pravilo. U nekim situacijama izrade ekspertnih sistema ne postoje eksperti (ljudi) prikladni za određeni problem. U tim situacijama inžinjer za ekspertne sisteme pribjegava izvlačenju zaključaka iz skupine činjenica. Naprimjer, ako znamo da neko voli fudbal, košarku i plivanje možemo zaključiti da on voli sport. Takav ekspertni

sistem je ranije spomenuti DENDRAL, koji je zaključivao o hemijskoj strukturi na osnovu podataka dobivenih spektrometrijom.

Induktivno učenje je važna tema u umjernoj inteligenciji. Winston (14) je primijenio induktivno učenje prilikom izvođenja koncepta opisa kod klasifikacije strukture riječi. DENDRAL koristi indukcijske tehnike za otkrivanje skupa pravila na osnovu kojih zaključuje o hemijskoj strukturi iz podataka dobijenih masenom spektrofotometrijom (15)...

15.13. EKSPERTNI SISTEMI BAZIRANI NA ZAKLJUČIVANJU NA OSNOVU SLUČAJEVA (CASE BASED REASONING – CBR)

Mnogi od nas preferiraju starije ljekare, iako ljekari koji su skoro završili fakultet imaju novije, savremenije znanje. Najveći razlog za to jeste da se ugodnije osjećamo ako znamo da je ljekar neko vrijeme kroz svoj rad imao dosta sličnih slučajeva i uspješno ih je riješio. Dakle, on može brže doći do efektivnog tretmana. U stvari, smo više cijenili broj slučajeva koje je uradio nego njegove vještine.

CBR su sistemi koji koriste iskustvo ranijih slučajeva u riješavanju sadašnjih problema. Ovi sistemi koriste ranije iskustvo čak i mnogo više nego ljekari. Kada nađe slučaj sličan današnjem on ga koristi i predlaže isti tretman. Kada ne nađe sličan slučaj, on u bazu znanja uvodi novi slučaj. Na taj način ovi sistemi uče. Bazični proces ovih sistema je građen na četiri koraka: 1. unošenje informacija o trenutnom problemu, 2. pronalaženje sličnog slučaja iz prošlosti, 3. prilagođavanje tih slučajeva da odgovaraju trenutnom problemu i 4. osiguranje predloženog rješenja.

15.14. NEURONSKA MREŽA

Neuronska mreža je jedan od brzo širećih tehnologija umjetne inteligencije. Počeci neuronskog računarstva obično se vežu za 1943. godinu, za radeve McCulloch i Pitts-a (16). Oni su pokazali da svaka jednostavna neuronska mreža može izračunati bilo koju aritmetičku ili logičku funkciju. Ti i slični radovi bili su zasnovani na saznanjima o strukturi i funkciranju mozga. Sljedeći značajan korak u razvoju neuronske mreže se desio 1958. godine kada je Rosenblatt načinio *PERCEPTRON* i razvio perceptron konvergirajuću teoremu (17). On razvija prvi neuronski računar nazvan *Mark I Perceptron*. Zbog tehničkih nemogućnosti, neuronska mreža je bila zapostavljena skoro dva stoljeća, da bi se ponovo aktuelizirala 1982. godine radom John Hopfield-a razvojem takozvanog Hopfieldovog modela neuralnog sistema.

Neuronska mreža je sastavljena od više međusobno povezanih jednostavnih procesora, gdje svaki od njih ima lokalnu memoriju u kojoj pamti podatke koje obrađuje. Jedinice su povezane komunikacijskim kanalima, a podaci koji se ovim kanalima razmjenjuju uglavnom su numerički. Ti procesori dinamički obrađuju informacije, kao

odgovor na vanjske podatke. Procesori tipično imaju više ulaznih mesta. Procesori (često nazvani neuronii) su raspoređeni u grupe zvane slojevi. Veza među procesorskim elementima može biti potpuna ili parcijalna.

Danas se NM primjenjuje za rješavanje sve većeg broja svakodnevnih problema značajne složenosti. U programiranju se mogu koristiti kao "generator" koji je u stanju da prepozna i klasificira i koji može generalizirati prilikom odlučivanja radeći sa nestruktuiranim ulaznim podacima. NM nude idealno rješenje za probleme, kao što su:

- prevodenje teksta u govor,
- prepoznavanje slova,
- rješavanje problema za koje ne postoji algoritamsko rješenje i slično.

Pokazuju dobre rezultate prilikom predviđanja i modeliranja sistema, gdje fizički procesi nisu jasni ili su veoma kompleksni. Prednost NM leži u visokoj elastičnosti prema poremećajima u ulaznim podacima i u sposobnosti učenja. Velika prednost NM se nalazi u mogućnosti paralelne obrade podataka, naročito tokom izračunavanja komponenti koje su nezavisne jedne od drugih.

Vještačke neuronske mreže su vrsta računara koji se potpuno razlikuju od tradicionalnih, klasičnih, računara sa Von Neumann-ovom arhitekturom. Kod klasičnog računara jedan centralni procesor sekvencijalno obavlja instrukcije date programom. Pri tome procesor može da obavlja stotinu i više osnovnih naredbi, kao što su sabiranje, oduzimanje, množenje, punjenje, pomjeranje i drugo.

U NM, gde su procesorske jedinice povezane određenom topologijom, postoji struktura paralelnog distribuiranog procesiranja (PDP). Istovremeno rade više procesorskih jedinica, da bi rezultati njihove obrade PDP strukturu prešli na druge jedinice, itd. Procesorske jedinice u jednoj NM su jednostavne i mogu obavljati samo jednu ili eventualno nekoliko računskih operacija i međusobno su povezane tako da u jednoj NM postoji mnogo više veza nego procesorskih jedinica. Svaka jedinica je povezana sa više susjednih jedinica. Obično je taj broj iznad stotinu, pa čak i do hiljadu. Broj ovih veza između procesorskih jedinica ustvari predstavlja snagu NM. Rad NM sa više veza je kompleksniji, ali takva mreža može da odgovara na kompleksnije zadatke. Analogan broju veza u NM, koji predstavlja snagu procesiranja ove mreže, je broj instrukcija koje centralni procesor u klasičnom računaru obraduje u sekundi.

Postoji još jedna bitna razlika u odnosu na klasične računare: NM se ne "programiraju". Dok kod klasičnog računara programer unosi u računar program, kojim je tačno određen rad računara u svakom trenutku, NM se ne programiraju već se "obučavaju". Prije nego što se počnu primjenjivati, ulaže se dosta vremena za obučavanje, učenje ili treniranje NM (18).

Neuronske mreže imaju široku primjenu. Mogu se primjenjivati u transformaciji slike u neki drugi oblik podataka, ili preslikavanju vizuelne slike u komande robota. Rad sa nepotpunim podacima, omogućava da mreža upotpunjuje takve podatke, pošto

je prethodno za to obučavana. Neuronske mreže se mogu primjeniti u različitim oblastima. Na primjer, u medicini: kod analize krvnih ćelija; u akustici: kod klasifikacije zvučnih slika ili kod prepoznavanja govora, gdje je neophodna identifikacija i klasifikacija riječi ili sekvenci riječi, itd (19).

LITERATURA:

1. Leondes CT. Expert systems, Academic Press 2002. godine,
2. Christopher E. The Mighty Micro. London: Victor Gollancz Ltd. (1979) ISBN 0-575-02708-8,
3. Minsky M. Semantic Information Processing. MIT Press, 1968,
4. Barr A, Feigenbaum EA. The Handbook of Artificial Intelligence, Vol. 1. William Kaufman, Inc., Los Altos, Calif., 1981, 409 pp, ISBN 0-86576-005-5,
5. Devedžić V. Understanding Ontological Engineering. Communications of the ACM (2002.), 45 (4), 136-144,
6. Negnevitsky M. Artificial Intelligence, A Guide to Intelligent Systems. Pearson Education Limited 2002,
7. Li D, Du Y. Artificial Intelligence with Uncertainty. 2008 by Taylor & Francis Group, LLC,
8. Polit M, Talbert T, López B, Meléndez J. Artificial intelligence research and development. IOS Press, Amsterdam, Netherlands 2006.,
9. Shin YC, Xu C. Intelligent systems : modeling, optimization, and control. © 2009 by Taylor & Francis Group, LLC. ISBN 978-1-4200-5176-6,
10. Sasikumar M, Ramani S, Muthu Raman S, Anjaneyulu KSR, Chandrasekar R. A Practical Introduction to Rule Based Expert Systems. Narosa Publishing House 2007., New Delhi,
11. Markus C. Hemmer. Expert systems in chemistry research. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC,
12. Haas OCL, Burnham KJ. Intelligent and adaptive systems in medicine. © 2008 by Taylor & Francis Group, LLC,
13. Čerić V, Varga M. (ur.) Informacijska tehnologija u poslovanju. Element, Zagreb, 2004.,
14. Winston P. Learning structural descriptions from examples. In The Psychology of Computer Vision. McGraw-Hill, New York, 1975.,
15. Buchanan B, Mitchell T. Model-directed learning of production rules, In Pattern-Directed Inference Systems (D. Waterman and F. Hayes-Roth, Eds.). Academic Press, New York, 1978.,
16. McCulloch WS, Pitts W. A logical calculus of the ideas imminent in nervous activity. Bull. Math. Biol. 5:115–133, 1943.,
17. Rosenblatt F. The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. Psychol. Rev. 65:386–408, 1958.,
18. Perlovsky LI. Neural networks and intellect, Copyright © 2001 by Oxford University Press, Inc.,
19. Dopico JRR, de la Calle JD, Sierra AP, editors. Encyclopedia of artificial intelligence. Copyright © 2009 by IGI Global.

INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE U MEDICINSKOJ EDUKACIJI



Informacijske tehnologije (IT) imaju sve veći značaj u današnjem svijetu. Informacijske i komunikacijske tehnologije prožimaju sve aspekte života; nalazimo ih na poslu, u školi i kod kuće. Pored brojnih promjena kojima su doprinijele IT, one također utiču na način učenja nudeći mnogobrojna poboljšanja u fleksibilnom učenju, ne mijenjajući samo način obrazovanja, recimo primjenom učenja na daljinu, nego i prezentaciju znanja studentima i mogućnosti istraživačkog rada.

Informacijske tehnologije u medicini i zdravstvu se mogu predstaviti jednim složenim tehnološkim modelom (tehnološki paket) koji podrazumijeva sve komponente tehnološkog paketa kao što su hardver, softver, brainver i orgver, a kojim se zapravo mogu obuhvatiti sve medicinske tehnologije kao i tehnologije u zdravstvenoj djelatnosti. Napredak medicine posljednjih decenija u značajnoj vezi korelira sa napretkom informacijskih tehnologija. Savremene informacijske tehnologije su omogućile brže, pouzdanije i sveobuhvatnije prikupljanje podataka; međutim, iste su pokrenule i stvaranje velikog broja irrelevantnih informacija, što predstavlja limitirajući faktor i pravi sve veći raskorak između medicinskog znanja i saznanja s jedne strane, i sposobnosti ljekara da taj rast prate. Nadalje, u našoj sredini je termin tehnologija uglavnom rezerviran za njenu tehničku komponentu, međutim, navedena terminologija suštinski označava, ne samo računare i sličnu opremu, već tehnološko predviđanje i tehnološki progres, koji se definira kao specifičan spoj fundamentalnog naučnog, istraživačkog i razvojnog rada koji daje konkretni rezultat – od fundamentalnih pronađenih rezultata, do njihove primjene u vidu inovacija (1, 2).

Edukacija označava učenje, obrazovanje, tj. proces sticanja ili sposobnosti ili modifikacija ponašanja kroz vježbu. Tradicionalno, medicinska edukacija je označavala usmeno i praktično, više pasivno prenošenje znanja i vještina sa edukatora na studente, odnosno zdravstveno osoblje. U kliničkim disciplinama od posebnog je značaja "učenje uz krevet bolesnika", potpomognuto medicinskom literaturom. Pri tome se omogućava i kontakt studenta sa nastavnikom, te se upućuje na odgovarajuću literaturu. Nedostatak ovog metoda edukacije je u tome što nastavnici nerijetko nemaju dovoljno vremena, otežana je horizontalna i vertikalna integracija nastave, slaba ili skoro nikakva autoedukacija, nizak nivo stečenih vještina, slaba integracija edukacije sa realnom društvenom sredinom... Pored toga svakoga dana se u svijetu pojavi preko 10.000 novih članaka u indeksiranim biomedicinskim časopisima, zatim, naučne se informa-

cije uvećavaju za preko 15% svake godine a naučna baza znanja udvostručava svakih 3 do 5 godina...

Dakle, postalo je jasno da studenti ne mogu akceptirati onu količinu informacija iz različitih oblasti medicine, posebno ako se promatra aspekt brzine i intenziteta prispevanja novih saznanja. S obzirom na to neminovno se nameću potrebe za promjenu suštine i stila medicinske edukacije. Sve se više zagovara problemski bazirano učenje. Ovakvo učenje ima dva osnovna postulata: prvi je da učenje putem rješavanja problema mnogo učinkovitije za promišljanje studenata o upotrebi znanja nego tradicionalno memoriranje znanja, i drugi je da su naučene vještine mnogo važnije za rješavanje problema pacijenta nego memorirano znanje (3). Zagovornici ovakvog načina učenja tvrde da:

- omogućuje studentima da povezuju sadržaje predmeta na smisleniji način,
- prihvata ranije učenje studenta,
- povećava povjerenje,
- povećava motivaciju,
- omogućava odgovornost za vlastito učenje,
- poboljšava samostalno učenje,
- potiče cjeloživotno učenje,
- postiće jače trajno nego površno učenje,
- poboljšava istraživačke i komunikacijske vještine,
- razvija analitičke sposobnosti rješavanja problema,
- promovira kritičko razmišljanje,
- omogućava studentima da više uvažavaju njihovo učenje i uoče važnost za buduću praksi,
- opskrbљuje učenike sa odgovarajućim vještinama i stavovima za savremeni profesionalni život (4).

S obzirom na to, SAD su donijele preporuke za promjene u medicinskoj edukaciji, koje bi se sastojale u sljedećem:

- Potrebno je u sistemu edukacije zdravstvenih radnika, tj. školovanja ograničiti količinu činjeničnih informacija koje bi studenti morali znati.
- Potrebno je usvojiti metode kojima će se identificirati oni studenti koji će kasnije biti u stanju samostalno učiti i razvijati edukacijske sposobnosti.
- Medicinski fakulteti moraju reducirati pasivno učenje i od studenata zahtijevati aktivno učenje i samostalno rješavanje problema.
- Medicinski fakulteti moraju u sistem edukacije uvesti informacijske tehnologije.

Informacijske tehnologije imaju kapacitete više nego ijedan drugi medij da studentima olakšaju učenje i rješavanje problema, kao i niz drugih prednosti.

Prije nekoliko decenija, sa pojavom televizije očekivalo se da će ona biti dominantan medij, kada je riječ o informacijskim tehnologijama koje se koriste u medicinskoj

edukaciji. Danas je jasno da su računari i računarske tehnologije preuzele taj primat, između ostalog, jer su već po svojoj definiciji interaktivni, tj. zahtijevaju konstantan angažman studenata i učenika.

Računarski sistemi su zasigurno jedan od najznačajnijih izuma u proteklom stoljeću. Uvođenje računara dovelo je do uvođenja posebne metode edukacije poznate pod terminom "učenje pomoću računara", odnosno, u anglosaksonskoj literaturi poznatije pod skraćenicom CAI, odnosno CAL (Computer assisted instruction/learning). Ovaj metod je posebno koristan pri edukaciji studenata na prelazu iz pretkliničkog u klinički dio, te veoma značajan u oblasti uvođenja novih dijagnostičkih i terapijskih procedura. Koristeći ove metode, student ima dovoljno vremena za samostalno rješavanje problema, donoseći odluke u skladu sa brzinom vlastitog poimanja, odmara se kada želi, te se oslobađa pritiska koji je inače prisutan od strane nastavnika, kolega ili pak pacijenata (5).

16.1. RAČUNARSKI INFORMACIJSKI SISTEMI U EDUKACIJI ZDRAVSTVENIH RADNIKA

U posljednjih nekoliko godina napredak informacijskih tehnologija i njihova primjena u edukaciji ide i dalje. Za razliku od ranijih mini i mikrokompjuterskih sistema u učionicama, bibliotekama i kod kuće danas se sve više koriste web-bazirani umreženi računarski sistemi za edukaciju. WEB bazirana edukacija koristi World Wide Web za komunikaciju, medium i kao tehnološku podršku učenju. Postoje mnogi drugi termini za WBE (Web based education), a neki su online edukacija, virtuelna edukacija, obrazovanje preko interneta, obrazovanje preko računalno posredovanih komunikacija... Razvijeni su raznovrsni informacijski sistemi koje možemo razvrstati u četiri osnovne grupe: sistemi bazirani na računarskoj podršci u učenju bazičnih medicinskih nauka, sistemi za računarske simulacije u obuci i testiranju kliničkih kompetencija, sistemi za konsultacije bazirani na računarima i sistemi zasnovani na računarima za upravljanje dodacima i osiguranje kvaliteta (6, 7). Kako su to kompleksni sistemi, koji zahtijevaju bazična znanja iz mnogih disciplina, potrebno je imati dovoljno obučene osobe u korištenju informacijskih sistema. Dakle, edukatori pored njihove akademske naučne grane kojom se bave, moraju u dovoljnoj mjeri biti i informatički pismeni. U tom cilju proizvođači informacijskih sistema razvijaju aplikacije lako prihvatljive korisnicima, organiziraju edukaciju korisnika i pružaju permanentnu podršku funkcioniranju sistema. Danas u vrijeme opšte globalizacije imamo i pokrete kao što je svjetski softverski razvoj (GSD – Global Software Development) gdje virtualni timovi razvijaju informacijske sisteme, educiraju korisnike i pružaju podršku radu takvih sistema. Takvi sistemi se mogu razvijati na nivou jedne ustanove za edukaciju (univerzitetski informacijski sistemi za edukaciju) i mogu imati odvojene podsisteme za studente, za nastavno osoblje, specijalizirane edukacijske sisteme za posebne namjene (napri-

mjer Blackbaud-ovo rješenje za male univerzitete — Blackbaud Student Information System)... Edukacijski informacijski sistemi se mogu organizirati za jedan region ili mogu biti nacionalni i nadnacionalni edukacijski sistemi. Primjer takvih sistema su MEIS (Michigan Education Information System), EUDISED (European Documentation and Information System fo Education), NEIS (National Education Information System) u Južnoj Koreji i mnogi drugi. Za potrebe nacionalnog sistema za edukaciju u Indiji IBM Indija predlaže formiranje mreže za suradnju u edukaciji (ECN – Education Collaboration Network) (8, 9).

16.2. E-UČENJE

E-učenje obuhvata sve oblike elektronski podržanog učenja. Informacijski i komunikacijski sistemi, umreženi ili ne, služe kao specifičan medij u procesu prenošenja znanja. Aplikacije i procesi za elektronsko učenje uključuju web bazirano učenje, učenje pomoću računara, virtualne učionice i digitalnu suradnju. Sadržaji se isporučuju putem interneta, satelitske televizije ili prenosnih medija. Osnovna definicija e-učenja kaže kako je to „...korištenje multimedije i Interneta u svrhu poboljšanja kvalitete učenja – omogućavanjem pristupa sadržajima i uslugama i omogućavanjem suradnje i komunikacije na daljinu“. Eva Kaplan-Leiserson u svom online rječniku 2000. godine kaže da „e-learning pokriva široki spektar aplikacija i procesa kao što su web bazirano učenje, na računarima bazirano učenje, virtualne učionice i digitalna suradnja. Ono uključuje isporuku sadržaja putem interneta, intraneta/extraneta (LAN/WAN), audio i videotraka, satelitskim prenosom, interaktivnom televizijom i CD ROM-ovima“ (10). Jedan od značajnijih ciljeva e-learninga je dostavljanje pojedinačnih, sveobuhvatnih i dinamičnih sadržaja u realnom vremenu, radi održavanja koraka s promjenama koje se danas ubrzano dešavaju. Projektiranje, razvoj, implementacija i evaluacija otvorenog i fleksibilnog sistema za učenje zahtijeva analitičko promišljanje i istraživanje kako iskoristiti svojstva i resurse interneta i digitalnih tehnologija u skladu s principima različitih dimenzija online okruženja za učenje. Razmatrajući različite faktore važne za otvoren i fleksibilan sistem elektronskog učenja B.Khan (11, 12) definira okruženje koje određuje uspješnost jednog takvog sistema. Postoje brojne dimenzije okružena. Pedagoška dimenzija proučava sadržaj, slušaoce, ciljeve, analizira medije, dizajnerski pristup, organizaciju te strategiju i metode elektronskog učenja. Tehnološka dimenzija razmatra pitanja tehnološke infrastrukture kao što su hardver i softver. Dizajn sučelja se odnosi na izgled, sadržaj i navigaciju kroz sistem. Vrednovanje se odnosi na ocjenjivanje učenika, nastave i okruženja. Upravljanje se odnosi na održavanje okruženja za učenje i distribuciju informacija. Podrška se odnosi na ispitivanja online podrške i resursa potrebnih za smisленo okruženje za učenje. Etička načela proučavaju društveni i politički uticaj, kulturnu, obrazovu i geografsku raznolikost, pristrasnost, dostupnost informacija i pravna pitanja. Institucionalna dimenzija okruženja razmatra administra-

tivna pitanja te poslove akademske i studenske službe potrebnih za elektro-nsko učenje (11, 12).

Uloga informacijskih tehnologija u medicinskoj edukaciji je višestruka. Na prvom mjestu informacijski sistem može upravljati procesom edukacije. Studenti mogu sa-vladavati vještine u takozvanom edukacijskom okruženju kao što su Blackboard Learning System ili WebCT. Oni u takvim sistemima mogu imati uvid u svoj uspjeh, mogu pristupiti materijalu za edukaciju, pristupiti prezentacijama svojih nastavnika. Iz ovog sistema mogu pristupiti Internetu i stranicama koje pokrivaju polje njihove edukacije. Široka dostupnost omogućava istovremeno sudjelovanje velikog broja učesnika. U potpunosti moderna elektronska učionica je neprekidno dostupna što omogućava maksimalnu efikasnost iskorištavanja vremena. Veoma je lako integrirati različite sadržaje vezane za određenu temu. Pored ovakvih sadržaja računari mogu simulirati regulacione mehanizme u tijelu. Programi mogu simulirati pacijenta koga treba izlijevati... Efektivnost CAI je oduvijek bila predmet kontraverzi. Neke studije su pokazivale da su CAI superiornije, a druge da su opet inferiornije od tradicionalnih metoda edukacije. Ipak većina publikacija potvrđuje vrijednost CAI barem u istom obimu kao i kod tradicionalnih metoda učenja. Računarski sistemi također pomažu studentima u sticanju navike donošenja odluka u procesima s pacijentima. Studenti na taj način uče analitičke metode u rješavanju problema. Problemi koji mogu umanjiti kvalitet elektronskog učenja jesu informatička nepismenost studenta i nepostojanje ili nekvalitetna informatička oprema. Često komplikirana oprema prestane funkcionirati, što smanjuje pažnju onih koji uče. Postavlja se pitanje šta mi to faktički dobijamo od e-learninga više nego kod tradicionalnog načina edukacija? Jedan odgovor je prilagođavanje tempa edukacije mogućnostima studenta, troškovi edukacije su obično niži, neka istraživanja pokazuju da je napredak kod e-learninga brži, edukacija je ujednačena za širi broj korisnika, široka dostupnost bez vremenske i prostorne ograničenosti, kvalitet edukacijskog materijala je lako podizati s obzirom na karakteristike medija, materijal može sadržavati više didaktičkih elemenata (video, audio, linkovi, simulacije...) (13).

Često se e-learning i WBE koriste kao sinonimi što stvara konfuziju kod nekih. Naime, kompanije koje osiguravaju e-learning materijal uobičajeno posvećuju najveću pažnju sadržaju edukativnog materijala, dok WBE pokriva širi obim različitih servisa potrebnih u procesu edukacije.

Interaktivna učionica

Interaktivna učionica omogućava studentima da aktivno rade sa dinamičnim sadržajima, a ne da pasivno slušaju predavača. Interaktivne tehnologije, zasnovane na savremenim informacijskim dostignućima, postaju alati koje pružaju studentima svijet bogatih resursa. To olakšava učenje koje je prilagođeno studentima različitih stilova učenja, čemu se vremenski prilagođavaju određene procjene uspjeha. Sa savremenim tehnologijama u svojoj osnovi interaktivne učionice poboljšavaju učenje ilustrirajući

jasno i učinkovito nove koncepte i povećavaju motivaciju studenata.

Interaktivne učionice su opremljene savremenim interaktivnim hardverom i njemu odgovarajućim softverom (13).

Interaktivna tabla i digitalna olovka je računalno podržana tabla koja interaktivno prikazuje željeni sadržaj. Omogućava zajednički rad studenata podržavajući multikorisničko pisanje i zajedničko višedodirno upravljanje koje je podržano u najnovijim operativnim sistemima kao što je Windows7. Softver omogućava slobodnu interakciju, gdje dva učenika mogu zajedno raditi na jednom zadatku kao što je slobodno pisanje ili manipulacija digitalnim objektima bilo gdje na radnoj ploči.

Kamera za dokumente i multimedijalni projektor omogućavaju prikaz dokumenata ili objekata na interaktivnoj tabli, dajući im interaktivne mogućnosti bilo kada tokom nastave, tako da studenti ostanu zainteresirani i pažljivi.

Bežična elektronska ploča je ustvari daljinski kontroler interaktivne table. Omođava nastavniku ili studentu da iz drugog kraja prostorije interaktivno kontrolira prezentaciju na interaktivnoj tabli. Dakle, ona stvara slobodu i širinu djelovanja učenicima interaktivne učionice.

Uredaj za studentske odgovore „kliker“ je mali uređaj koji omogućava nastavnici ma da anketiraju studente tokom nastave. Studenti pomoću njega unose ispravan odgovor na postavljeno pitanje, nakon čega računarski sistem proračunava koji postotak studenata je dao ispravne odgovore. Na ovaj način nastavnik dobija uvid kako su studenti shvatili prezentirani sadržaj.

Elektronska bilježnica za zajedničko učenje omogućava da se veoma lako razvije i distribuira edukacijski materijal. Softver za zajedničko stvaranje, isporuku i upravljanje interaktivnim nastavnim materijalom u jednoj aplikaciji postaje standard modernih interaktivnih učionica, a sadrži ga elektronska bilježnica.

U upotrebi su i drugi mnogobrojni interaktivni dijelovi hardvera koji olakšavaju edukaciju, i omogućavaju veoma zanimljive metode prezentacije nastavnog materijala. Pored hardvera postoje i razni softverski proizvodi prilagođeni različitim vrstama edukacije. Tako recimo osnovnom operativnom sistemu (recimo Windows7) se može dodati DICOM protokol za razmjenu medicinskih slikovnih sadržaja i drugih podataka o pacijentu. Sa ovakvim dodatkom ljekari mogu sigurno analizirati stanje pacijenta bez potrebe da pacijent bude prisutan. Na ovaj način mogu se preuzeti sadržaji iz mnogih informacijskih dijagnostičkih tehnologija u svrhu analize ili edukacije studenata (14).

16.3. RAČUNAROM PODRŽANI NEZAVISNI PROGRAMSKI STUDIJ BAZIČNIH MEDICINSKIH NAUKA

Za razliku od tradicionalnih metoda učenja Informacijski sistemi i telekomunikacijske tehnologije pružaju mogućnost Nezavisnih studijskih programa (ISP - independent study program) u kojem studenti napreduju kroz nastavni plan samostalno (15). Os-

novna razlika u odnosu na ranije tradicionalno učenje jeste da više ne postoji varijabla vrijeme u procesu učenja, nego student napreduje kada postigne određenu razinu kompetentnosti na sljedeći nivo. Individualno napredovanje zahtijeva da student kompletira bazična znanja, da bi mu se dopustilo da pređe na kliničku edukaciju.

Ovakvi programi edukacije su razvijeni šezdesetih i početkom sedamdesetih godina dvadesetog vijeka, prvo u Kanadi i Sjedinjenim Američkim Državama, da bi se kasnije proširili na Zapadnu Evropu. Prvi u medicini među njima su bili na Državnom univerzitetu u Ohiu 1970., zatim na Univerzitetu u Wisconsinu 1972. godine.

ISP posjeduje integrirani nastavni plan i program, modularne studijske ciljeve, računarski vođen evaluacijski sistem, te sredstva za upravljanje nezavisnim studentskim napredovanjem. Svaki napredak učenika se prati kroz samoevaluaciju podržanu računarom ili vodećim sistemom za procjenu (TES - Tutorial Evaluation System) u interaktivnoj seansi između računara i studenta. Kada učenik odgovori ispravno na pitanje njegov skor se povećava i on prelazi na sljedeće pitanje, ali ako odgovor bude pogrešan student mora kompletirati korektivne akcije prije nego bude mogao ponovo odgovarati na pitanje.

Odgovornost fakulteta je drugačija kod ISP-a nego kod tradicionalnog učenja. Kod ISP je naglasak na integraciji materijala u nastavnoj jedinici koju je pripremio interdisciplinarni tim fakulteta a ne na dizajnu i prezentaciji lekcije. Nastavnici procjenjuju sposobnosti studenata da shvate iznesenu materiju kroz diskusije u malim grupama (16).

Nastavni plan i program je prihvatljiv širokom rasponu studenata i ima podjednake predkliničke i kliničke dijelove studija. Postoje kritičari koji kritikuju ovakav način edukacije zbog onih koji žele ubrzati svoju edukaciju, ili smanjiti akademski pritisak na nastavni plan i program. Veoma mali broj studenata zahtijeva specijalnu pomoć da kompletira studij. Standardni program predkliničkog studija traje petnaest mjeseci, a raspon u kome u prosjeku studenti završe svoje obaveze se kreće od 10 do 29 mjeseci (17).

Nezavisni studijski program ima mnoge prednosti a neke su:

- Komjuterom potpomognuto i upravljano nezavisno studiranje je lako izvodivo za veliki broj studenata prije nego su počeli sa savladavanjem kliničkih vještina.
- Medicinsko obrazovanje se može prilagoditi individualnim potrebama svakog studenta.
- CAL omogućuje svakom studentu napredak neovisno od drugih, u ovisnosti o ranijem obrazovanju, brzini savladavanja gradiva ili vlastitim potrebama. CAL omogućava administratorima na fakultetu upravljanje velikim brojem studenata. Takav nadzor je bitan element za provedbu studijskih programa bilo kojeg obima.
- Fakulteti postaju „dirigenti“ učenja a ne djelioci znanja. CAL oslobađa nastavnike ponavljanja gradiva, čime se dobija više vremena na pojedinačne konsul-

tacije sa studentima. Ukupno vrijeme osoblja fakulteta se ne mijenja, ali njihova uloga i način korištenja njihova vremena se mijenja.

- Individualizacija nastave i učenja se odvija kroz studentske aktivnosti.
- Studenti preuzimaju odgovornost za napredak.
- Studenti prihvataju ISP jer se u procesu učenja osjećaju kao članovi fakulteta.
- Iako su početni troškovi za razvoj ovakvog načina edukacije visoki, ipak ukupni operativni troškovi CAL su povoljniji nego kod drugih metoda kao što su učionice ili grupne diskusije.

Danas, na početku 21 vijeka, napredak tehnologija a posebno internet i telekomunikacijske tehnologije su omogućile široku disperziju nezavisnih studijskih programa. Zahvaljujući takvim mogućnostima Brown univerzitet u SAD je 2009. godine pokrenuo inicijativu za Globalni nezavisni studij (The Global Independent Study Initiative) u koju su se uključili univerziteti iz 10 zemalja širom svijeta.

16.4. UČENJE NA DALJINU

Danas, učenje na daljinu i Web bazirana edukacija se često koriste kao sinonimi. Međutim, učenje na daljinu je mnogo općenitiji pojam, te svakako sveobuhvatniji i obuhvata WBE. Može se definirati na sljedeći način: „Obrazovanje na daljinu je planirano učenje koje se odvija na udaljenom mjestu od učitelja, i kao rezultat toga zahtijeva posebne tehnike, nastavni dizajn, posebne nastavne tehnike, posebne metode komunikacije kao i posebno organizacijsko i administrativno uređenje (18). Učenje na daljinu je zapravo planirano učenje dizajnirano da potiče učenika na interakciju i certificiranje naučenog. Napredak može ići postepeno korak po korak ili se može ovladati sa više koraka odjednom. Forme edukacije na daljinu uključuju individualno učešće, telekonferencije, teleseminare, web konferencije, elektronske učionice itd (19).

Historija učenja na daljinu je veoma kompleksna i pokazuje više različitih puteva razvoja ovog načina učenja. Prvi pisani trag nalazimo u jednom oglasu objavljenom još davne 1728. godine u Bostonskoj Gazetti. Učitelj stenografije Caleb Phillips je tražio da učenici na nastavu dolaze jedanput sedmično i donesu urađene radeve iz nastave brzog pisanja. Stenografiju je kasnije na ovaj način podučavao u Engleskoj Isaac Pitman koji se smatra pionirom učenja na daljinu. On je zahtjevao, 1840. godine, da mu učenici svoje kratke zabilješke šalju poštom na ocjenjivanje. Dakle, historija obrazovanja na daljinu se može pratiti u rane 1700-te godine kada se počela prakticirati u obliku dopisnih škola. Tehnološki podržano učenje na daljinu se može vezati za rane 1900-te kada se u škole uvode audiovizuelni uređaji. Tada se u edukaciju uključuju radio i televizijske stanice kao paralelni put dopisnim školama u razvoju edukacije na daljinu. Ovaj metod je naročito eksploriran u prostranim rijetko naseljenim krajevima Amerike, Australije, Kanade i Skandinavije 1960-tih. Tada se u Engleskoj i Njemačkoj otvaraju Otvoreni univerziteti (The Open University 1969. i FernUniversität in Hagen

1974. godine). Posljednjih decenija, splet okolnosti kao što su promjene u američkom gospodarstvu, tehnološke inovacije, i međunarodna zbivanja kao što je prestanak hladnog rata su dale veći značaj obrazovanju na daljinu. Ono danas ima promet više mili-jardi dolara (20, 21).

Može se reći da je učenje na daljinu kompleksan fenomen sačinjen o mnogih međusobno uvezanih faktora. Ti faktori se vremenom mijenjaju. To su socijalni i ekonomski razvoj, industrijska struktura, osobine i vrste medija uključenih u edukaciju, individualne razlike u percepciji, obradi informacija i spoznaja. Tehnološki uređaji postaju više svestrani i sveprisutniji. Tehnološki napredak kao što su satelitska televizija i savremene informacijske i telekomunikacijske tehnologije su stvorile nove ideje u razvoju učenja na daljinu. Pojavom računara i njihovom sposobnošću obrade podataka velikim brzinama, razvijaju se snažni informacijski sistemi kao podrška učenju na daljinu. U prošlosti se proliferacija informacija udvostručavala svakih 10 godina, dok danas imamo dupliran broj informacija svakih 4 godine (22, 23). U drugoj polovini 20-og vijeka mainframe računala se koriste za pokretanje simulacija i modeliranje različitih sistema. Koristeći takva računala Saba i Rot 1977. razvijaju model dinamičkog sistema za proučavanje ponašanja organizacijskih subsistema i televizije u edukaciji. Kasnijim razvojem mikroračunara informacijske tehnologije postaju još snažnije, jef-tinije i šire dostupnije. Modeliranje sistema obrazovanja na daljinu kao kompleksno prilagodljivog i nestalnog ponašanja raznih „agenata“ (instruktora, učenika, dizajnera, administratora, trgovaca, finansijera, vlade i onih koji donose odluke) zahtijeva tehnološki sistem sposoban za multitasking, što su omogućili savremeni računarski sistemi. Tehnološki napredak je uzrokovao da se kreatori sistema učenja na daljinu zapitaju kako sva ta tehnologija kao što su mobilni telefoni, prenosna računala, PDA računala, videokonferencije, videotreaming, virtualna stvarnost, može unaprijediti okruženje za učenje. Visoko obrazovanje sve više koristi informacijske tehnologije u edukaciji studenata. Online tečajevi i dopunska uputstva u klasičnim učionicama postaju preovlađujući model edukacije. Fakulteti koristeći instruksijski sistem upravljanja (instructional management systems - IMSs) kao što su Web CT, Blackboard kao i HTML kreiraju sadržaje za svoje studente. IMS je poznat po svojoj sposobnosti potpore fakultetima u razvoju online programa za učenje. Kako je jednostavan za upotrebu nisu potrebna velika ulaganja u obuku administratora i studenata za korištenje. Omogućava integraciju moćnog paketa tehnoloških alata koji se koriste u edukaciji (23). Četvrtom tehnološkom revolucijom sa pojmom interneta javljaju se nove mogućnosti edukacije na daljinu o čemu govorimo u narednom odjeljku.

16.5. WEB BAZIRANO UČENJE

Web bazirano učenje (Web-based education - WBE) obuhvata sve aspekte i procese obrazovanja koji koriste World Wide Web kao komunikacijski medij i njemu prateće

tehnologije. Postoje mnogi drugi termini za WBE kao što su online obrazovanje, virtualno obrazovanje, internet bazirano obrazovanje...

WBE karakterizira:

- odvajanje predavača i studenata (nisu više u nastavnom procesu licem u lice),
- postojanje edukacijske organizacije (za razliku od samoedukacije ili privatne poduke),
- korištenje Web tehnologija za prezentaciju i distribuciju edukacijskog sadržaja,
- osiguranje dvosmjerne komunikacije preko interneta, tako da studenti mogu komunicirati međusobno, sa nastavnicima i upravom fakulteta.

Od devedesetih godina prošlog vijeka WBE je postala važna grana obrazovne tehnike. Za učenike pruža praktično neograničene informacije i sadržaje potrebne za edukaciju. Omogućuje brojne mogućnosti za samoučenje, učenje na daljinu, za suradnju, daje jasne prednosti neovisnog učenja. S druge strane nastavnici i autori nastavnog materijala mogu koristiti brojne mogućnosti ove platforme za učenje na daljinu imajući pogodne alate za razvoj obrazovnog materijala, te za arhiviranje i distribuciju tog materijala (24).

Brojni su koncepti Web bazirane edukacije kao što su e-learning o kome smo ranije govorili, edukacija na daljinu o kojoj smo također nešto ranije govorili i prilagodljivo učenje. Nastava kod WBE nije definitivno samo postavljanje materijala za edukaciju na server i njegovo pregledanje. Individualni instruktori koji sudjeluju kao nastavnici u potpunosti moraju razmišljati, pripremiti i ustrojiti svoje nastavne sadržaje. Ovo uključuje pripremanje slajdova, bilježaka, brošura, kao i projektiranje zadataka za studente koji koriste WBE. Štaviše oni moraju osmisliti zanimljive aktivnosti, kao što su rasprave i igranje igre uloga da bi probližili problematiku studentima.

Virtuelna učionica

Termin virtuelna učionica ili Web učionica često se koriste u kontekstu savremenog obrazovanja na daljinu. Kada se nastavnici i studenti „sretnu“ u virtualnoj učionici, oni zapravo istodobno pristupaju određenom URL koji im daje informacije. Tako, preko računara dostupno okruženje za edukaciju ispunjava skoro sve uslove klasičnih učionica. U stvari virtualne učionice su često modelirane po ugledu na klasične fizičke učionice. Treba imati u vidu razliku između učionice s fizički prisutnim učenicima i virtualne učionice s daljinskom interakcijom. Interaktivne i klasične učionice imaju prisutne učenike, sa svim tehnologijama koje postoje u interaktivnoj učionici ili bez njih u klasičnoj učionici. Međutim, kod virtualne učionice učenici interaktivno prisustvuju nastavi preko svojih korisničkih interfaces (nisu zajedno u istoj prostoriji), a ti interfaces mogu biti instalirani na kućnim računarima studenata, prezentacijskoj tabli (virtual blackboard), prenosnom računalu ili drugom alatu koji može komunicirati internetom (25).

Arhitektonski virtualna učionica je obično klijent-server okruženje za učenje gdje

studenti i nastavnici nisu u istoj prostoriji, i gdje student uči ili samostalno ili u suradnji s drugim studentima. Postoje minimalno četiri oblika interakcije studenata u virtuelnoj učionici:

1. provjera identiteta – prijava na novu sjednicu,
2. učenje – odabir materijala za učenje pregledajući i čitajući određene ilustrirane module koji su obično tekstualne prirode, ali mogu imati i audio i video sadržaj,
3. procjena – nakon naučenog modula sistem provjerava usvojeno znanje tražeći odgovore na niz pitanja,
4. provjera valjanosti – način na koji sistem provjerava i ažurira model studenta procjenjujući znanja studenta o različitim temama koje je trebao naučiti (26).

Pored toga, virtuelne učionice podržavaju i druge forme interakcije kao što su pregleđanje digitalnih biblioteka u virtualnoj učionici, suradnju među studentima, simulacije i eksperimente. Klasičan izgled jednog interface za virtuelnu učionicu je prikazan na sljedećoj slici gdje klikom na pojedinu sliku u prikazanoj učionici dobijamo određeni sadržaj (detaljnije na <http://www.stockton.edu/~medinah/collegeprep101/main.html>) (27).



Slika 62. Interface virtuelne učionice (27)

Postoji veliki broj različitih internet kompatibilnih tehnologija koje mogu biti uključene u virtualnu učionicu. Neke od njih su:

- video konferencije,

- digitalni video (digitalna videoteka i prenos digitalnog videa uživo),
- internet televizija (TV visoke definicije),
- prijenos u realnom vremenu (streaming media),
- različiti tipovi lokalnih studentskih računara (desktop, laptop, notebook...),
- lokalna i globalna mreža,
- mnogi drugi aparati i dodaci...

Naprednije i tehnički bolje opremljene virtualne učionice omogućavaju rad u realem vremenu, dvosmjernu komunikaciju ili multikorisničku vezu između studenata u virtualnoj stvarnosti (28).

Blackboard Learning System je primjer jedne Web bazirane virtualne učionice koju je proizvela Blackboard Inc. iz Washington D.C. Od juna 2004. godine kad je sistem nastao do danas koristi se u više od 3.700 obrazovnih institucija i u oko 60 zemalja svijeta. Upravo ovo je jedan sveobuhvatniji sistem jer pored obezbjeđivanja virtualnog okruženja za učenje takođe obezbeđuje i sistem za upravljanje učenjem. Razvijen je da može biti instaliran na lokalnom serveru i posluživati jednu interaktivnu učionicu, ili može biti potpuno dostupan preko interneta (29).

WebCT je također online virtualno okruženje razvijeno za edukaciju. Ovo je prvi svjetski uspješni sistem za upravljanje i edukaciju na Web platformi. Koristi ga više od 10 miliona studenata u 80 država širom svijeta.

I Blackboard i WebCT su komercijalni proizvodi. Postoji i open source softver za ove namjene. To je Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – modularno objektno orijentirano dinamično okruženje za edukaciju. Ima karakteristike tipične za e-learning kao što su autorizacija, forum za diskusije, baza materijala za edukaciju, ocjenjivanje, kalendar, vijesti i najave, kviz (30)...Razvijen je 1999. godine i do oktobra 2010. godine je imao korisničku bazu od 49.952 stranica, sa 36.920.681 korisnika u 3.732.772 različitim kurseva u 210 država širom svijeta i preveden je na 75 jezika.

16.6. MEDICINSKA EDUKACIJA SIMULACIJOM - BAZIRANA NA RAČUNARSKIM SISTEMIMA

Ovdje ćemo opisati nekoliko modela računarskih simulacija koji se koriste za procjenu edukacije u obrazovanju zdravstvenih radnika. Posljednjih pedesetak godina se razvio veliki broj računalnih sistema za kliničke simulacije. U takvom jednom sistemu računar simulira pacijenta s kojim zdravstveni radnik komunicira preko tastature ili u posljednje vrijeme govornom komunikacijom. Za korištenje ovakvog sistema potrebne su samo osnovne vještine rukovanja računarskim sistemom. Upiti prema „pacijentu“ mogu biti jednostavno upisane riječi, rečenice, pitanja ili šifrirana pitanja. Sistem daje širok spektar mogućnosti, kao što je provođenje eksperimentata s „pacijentom“, postavljanje dijagnoze, pregledanje podataka i upravljanje procesima. Sve su ovo uglavnom

na pravilima bazirani ekspertni informacijski sistemi te sistemi zasnovani na Bayesovoj mreži (31).

Prije upotrebe računara u ovakvim simulacijama, one su se odvijale uz pomoć papira i olovke. Najpoznatija ovakva simulacija je upravljanje pacijentovim problemom (PMP - patient management problem). Tradicionalni PMP simulira različite aspekte kliničke situacije u kojoj ljekar ili student mora upravljati stanjem pacijenta. Ovakve simulacije su bile linearne, nefleksibilne i nudile su simptome korisniku.

Sofisticirane računarske verzije PMP su imale više grana i zahtijevale su da ljekar donosi odluku. One su pružale neposrednu povratnu informaciju doktoru, dopuštale su pregled predhodno odabranih stavki, imale su audio-vizuelne mogućnosti, osigurane mehanizme za mjerjenje vremena, kontrolu i nadzor ispitivanja (6).

SimMan je lutka robot koja ima nekoliko funkcija kao što su disanje, puls, krvni tlak, boja kože, veličina zjenica... koje su pod kontrolom računara. Svaka funkcija djeluje na primjenu određenog lijeka i druge intervencije poduzete od anesteziologa za upravljanje bolesnikom u hirurškom zahvatu. Ovaj model simulira različite situacije u operacijskoj dvorani, službi urgentne pomoći, internoj medicini... Korisnik sistema može bezbroj puta ponoviti tretman, ili neku drugu proceduru bez opasnosti da će naštetičiti pravom pacijentu.

INDEX ima indeksiranu listu od preko 1000 pitanja iz historije bolesti, fizičkog prgleda, laboratorijskih procedura i dijagnoza koje doktori koriste za dobijanje informacija o pacijentu. Svi upiti, dijagnoze, nalazi itd. su šifrirani četveroznamenkastim brojem. Konačna dijagnoza i plan upravljanja, vrijeme potrebno da se problem riješi i procijena rizika dobiju se kao izlazni parametri simulacije. Zapis je dostupan za analizu i vrednovanje u štampanom ili elektronskom obliku.

Mac Puf je računalni kardiovaskularno-plućni model u kome računalo simulacijom proračunava promjene uzrokovane promjenom jedne varijable na sve druge fiziološke varijable. Program može simulirati bolesti kao što je akutni infarkt miokarda, arterijska ili venska krvarenja, plućnu emboliju ili opstruktivnu bolest pluća. Također daje odgovor na tretman lijekovima kao što je digoksin, kisik, bikarbonati, vazopresorne tvari, respirator ili intravenske infuzije. Ako se „pacijent“ ne liječi stanje se može pogoršati i „pacijent“ umrijeti, ili će se liječenjem stanje poboljšati i stabilizirati. Ovim modelom možemo provjeriti vještine kliničara.

CASE je računalno potpomognuta simulacija pacijenta razvijena 1960. godine na Univerzitetu Illinois. Interakcija se odvija preko računalnog terminala i doktor prikuplja historiju bolesti, status i nalaze običnim nestruktuiranim rečenicama. Računar daje kratki uvod, uključujući i kliničku sliku, razloge pacijentove posjete te fizičke karakteristike pacijenta. Nakon toga slijedi detaljan opis problema. Ovim računarskim modelom može biti obuhvaćen veliki broj internističkih slučajeva.

Kanadski Kraljevski koledž koristi kompjuterizirano upravljanje problemima pacijenta (Computerized Patient Management Problems - CPMP) u svom pedijatrijskom

udruženju, da ispita sposobnost pedijatrijskih kandidata da upravljaju problemima svojih pacijenata. Specifični ciljevi CPMP su procjena vještina i mogućnosti prikupljanja podataka, formuliranja hipoteza o problemima pacijenata i rješavanja tih problema.

Američki odbor za internu medicinu je razvio model za ocjenu i recertifikaciju putem individualnog testiranja (A Model for Evaluation and Recertification through Individualized Testing – MERIT). Merit je počeo s radom 1973. godine. Istraživao je: 1) pristup recertifikaciji, kroz rješavanje specifičnih problema pacijenta, kao baza za procijenu njihovih vještina, znanja i kliničkog prosuđivanja, 2) kao instrument je korištena ranije pomenuta računalna simulacija CASE, 3) razvoj sistema bodovanja, 4) sudjelovanje svakog interniste u procjeni što će im pomoći da identificiraju nedostatke te 5) procjenu stavova i prakse internista. MERIT je dizajniran da procijene performansi kandidata u vještinama za njegu pacijenata uvodi kao glavni dio recertifikacijskog postupka.

Virtuelni pacijent

Termin Virtuelni pacijent se koristi za softverski proizvod koji omogućava interaktivnu simulaciju pacijenta u cilju edukacije studenata i ljekara. On omogućuje učeniku da preuzme ulogu zdravstvenog radnika i razvije kliničke vještine poput postavljanja dijagnoze ili terapijskog postupka. Upotreba ovakvog softvera je u porastu u škola-ma za zdravstvene radnike, dijelom kao odgovor na povećane zahtjeve zdravstvenih radnika i studenata, a dijelom što se studentima pruža praktična obuka u sigurnom okruženju. Postoje mnogobrojni proizvodi s tom namjenom, ali svi moraju zadovoljiti osnovni kriterij interaktivnost. Brojni modeli simulacija se mogu definirati. Može se unaprijed definirati scenarij dešavanja, učenik može izgraditi pacijenta u interakciji i iz opaženih podataka, učenik može pregledati i ocjenjivati postojeće scenarije, virtualni pacijent se može koristiti kao mehanizam za rješavanje određenih tema, učenik može koristiti scenarije da procijeni vlastite profesionalne dimenzije, banke scenarija se mogu odnositi na širok djelokrug pitanja zdravstvene zaštite.

Brojni su doprinosi ovakvih modela za simuliranje pacijenta. Povećava se dostupnost mogućnosti usavršavanja studenata medicine, što ih čini manje ovisnim o stvarnim slučajevima kako bi se naučili nositi sa različitim situacijama. Za razliku od stvarnih pacijenata, kod virtuelnog pacijenta procedura se može ponoviti bezbroj puta te se mogu istražiti različite opcije i strategije. Ipak, unatoč njihovoј djetotvornosti virtuelni pacijenti su ipak pomoćno sredstvo u nastavi koje se može dobro iskoristiti sa drugim metodima edukacije studenata.

MedBiquitous, internacionalna organizacija za razvoj standarda u informacijskim tehnologijama za edukaciju i procjenu znanja zdravstvenih radnika je 2005. godine formirala radnu skupinu za donošenje standarda za formu i razmjenu virtualnih pacijenata. To je djelomično riješilo problem razmjene i ponovne upotrebe virtualnih pacijenata i ohrabriло i poduprlo njihovu veću upotrebu. Ovaj standard je doživio veliki uspjeh

i danas je široko rasprostranjen u velikim projektima kao što je eViP. U 2010. godini je taj standard prihvaćen kao ANSI (American National Standards Institute) standard.

Evropska komisija je 2007. godine formirala skupinu od osam vodećih medicinskih ustanova iz Evropske Unije pod vođstvom St George's, University iz Londona u cilju stvaranja banke djeljivih virtualnih pacijenata. Ovaj projekt je poznat pod imenom eViP (Electronic Virtual Patients). Oni su razvili softverski proizvod koji je u osnovi ekspertni sistem koji ima bazu znanja, radnu memoriju i modul za zaključivanje. To je na pravilima baziran ekspertni informacijski sistem, gdje se baza znanja i pravila po potrebi mogu mijenjati. Na zvaničnoj stranici ovog projekta (<http://www.virtualpatients.eu/referatory/>) postoji 340 razvijenih „pacijenata“ – ili baza podataka za određena stanja koja se mogu simulirati, na više jezika pošto je ovo multinacionalni projekat (32).

Medicinski fakultet u Heidelbergu je 1999. godine počeo s razvojem virtualnog pacijenta nazvanog CAMPUS koji je naročito eksploriran u pedijatrijskim službama. A stručnjaci ovog fakulteta su svojim iskustvom također učestvovali u izradi eViP. CAMPUS također ima izmjenjivu bazu podataka i na web stranici fakulteta se mogu preuzeti „pacijenti“ (33).

16.7. MEDICINSKI SISTEMI ZA KONSULTACIJE BAZIRANI NA INFORMACIJSKIM TEHNOLOGIJAMA

Osamdesetih godina 20.-og vijeka infirmacijski ekspertni sistemi doživljavaju renesansu, zahvaljujući napretku u mikroelektronici i drugim granama tehnike. Mnogi univerziteti razvijaju i nude tečajeve iz ekspertnih sistema, a kompanije iniciraju projekte izgradnje takvih sistema formirajući često interne grupe za umjetnu inteligenciju. Širom svijeta se razvija na hiljade ekspertske sistema, a u ovom periodu dominiraju medicinski ekspertni sistemi, naročito dijagnostički ekspertni sistemi. Pored toga što su služili za različite istraživačke namjene, u praksi, oni su značajnu ulogu imali i u treniranju i edukaciji zdravstvenih radnika. Računarski sistemi za konsultacije mogu biti namijenjeni za uskospecijalističku namjenu ili mogu imati opću namjenu. Namijenjeni su da pomognu doktoru da postavi dijagnozu ili u upravljanju problemom. Mnogi od ovih sistema skupljaju podatke o karakteristikama pacijenata iz historiji bolesti, anamneze, fizičkog pregleda, laboratorijskih pretraga, tretmana i ishoda bolesti. Ovi se podaci zatim analiziraju korelirajući pojedine karakteristike pacijenta i tretmana sa specifičnim ishodima, a tako dobijene informacije kasnije pomažu doktorima da upravljaju problemima pacijenta (34). U nastavku ćemo govoriti o nekoliko najpoznatijih takvih sistema (6).

CVIS Informacijski sistem za kardiovaskularne bolesti Duke Univerziteta. Ovo je ekspertni sistem sa velikom bazom podataka o kliničkim iskustvima kod bolesnika sa koronarnom bolesti. Opisuju stanja pacijenata s različitim ishodima. Sadržava podatke

o osobinama pacijenata, laboratorijskim i fizičkim pretragama koji su razvrstani u skupine i podskupine. Kada se novi podaci unose u računalni sistem, on odabire najbliže odgovarajuće podskupine, i prikazuje korisniku osobine bolesti te podskupine sa ishodima. U računaru su sačuvani brojni primjeri i on će na osnovu toga prikazati tačno, nepristrasno stanje opservirajućeg pacijenta, podržano velikim brojem slučajeva brojnih institucija a ne iskustvom doktora koje je ponekad opterećeno raznim nepovoljnim faktorima. Stoga, doktor koristeći ovakav informacijski sistem može donijeti egzaktniju odluku o upravljanu problemima pacijenta.

Konsultacijski informacijski sistem za elektrolite i acidobazni status pacijenta. Razvijen je u Bostonskoj bolnici 1971. godine. Program na osnovu unesenih vrijednosti nekih parametara koje je zatražio od administratora utvrđuje potrebu o dodatnim pretragama ili daje listu dijagnostičkih mogućnosti, patofizioloških objašnjenja, terapijske preporuke, mjere ili prijedloge za dalja istraživanja, te reference medicinske literature o navedenom problemu.

Informacijski sistem HELP (Health Evaluation through Logical Processing) ima kompleksnu jezgru sastavljenu od više računarskih subsistema. Razvijen je 1975. godine u bolnici u Salt Lake City. U sistem su ugrađeni različiti podaci o simptomima, statusu pacijenta nakon urađenih pretraga, gasnih analiza, podataka kod monitoriranja u intenzivnim jedinicama, i sažetaka medicinskih zapisa. Dijagnostička logika koristi različite statističke tajnike za određivanje najvjerovaljnije dijagnoze. Osim toga, sistem upozorava o stanju pacijenta u slučaju potrebe intervencije. Pokriva različita polja medicinske nauke. Dobra strana ovog sistema je brzorastuća baza podataka i dobra logika za donošenje odluka, što se može iskoristiti i za evaluaciju i istraživanja.

INTERNIST je razvijen na Univerzitetu u Pittsburghu 1974. godine. To je veliki na pravilima baziran, ekspertni sistem koji je nastao pokriti sva područja djelovanja interne medicine. Koristio je nekonvencionalan metod u donošenju odluka, suprotan Bayes-ovim principima, što je možda i uslovilo veliki broj pogrešaka pri otpustu pacijenata. Uveden je u praksu 1987, da bi kasnije bio povučen 1990. godine. Predstavlja računarski model koji promišlja o procesima koje korisnik koristi za procjenu i postavljanje dijagnoze kod pacijenta. Zato što mu logika nije zasnovana na klasičnim statističkim principima, ponaša se kao „odličan kliničar“ i primjer je brojnih analitičkih sistema koji su razvijeni i testirani (35).

POEMS (Post-Operative Expert Medical System). Postoperativna zdravstvena njega je veliki problem za medicinsko osoblje koje nema dovoljno iskustva. Odluka o tome kada treba preuzeti neki postupak, kada imamo širok spektar nijansi nekog kliničkog znaka je složen zadatak. Na Leeds Univerzitetu u Ujedinjenom Kraljevstvu 1992. godine je predstavljen expertni sistem POEMS, kreiran za ove namjene. On je razvijen da daje podršku u donošenju odluka i za savjetovanje manje iskusnih zdravstvenih radnika. POEMS interaktivno dobija podatke od pacijenta na osnovu standarde strategije koju primjenjuje zdravstveno osoblje. To su podaci iz historije bolesti,

operativne historije, statusa i urađenih testova. Iz ovih podataka on pravi listu vrlo vjerovatnih, vjerovatnih, mogućih i nemogućih dijagnostičkih procedura u nekom slučaju, te daje odgovor kako je dijagnoza postavljena, kakav je tretman najpogodniji i šta dalje treba poduzeti u smislu dijagnostike. U mogućnosti je da upravlja problemom u realnom vremenu, što je od velike pomoći u praksi. Sposoban je da uči od predstavljenih mu slučajeva pacijenata. Integracijom ovog sistema, pored njegove praktične uloge u zdravstvenoj zaštiti, u WWW omogućuje edukaciju širokog broja korisnika u području hirurgije, ginekologije i porodiljstva.

DIAVAL (Diagnostic de Valvulopatias) je ekspertni sistem za dijagnostiku srčanih bolesti na osnovu nekoliko vrsta podataka, većinom dobivenih ehokardiografijom. Razvijen je 1997. godine na Odjelu za umjetnu inteligenciju Nacionalnog Univerziteta za edukaciju na daljinu (UNED) u Madridu. Zahvaljujući mogućnostima umjetne inteligencije i računalnog vizuelnog sistema, problem nedostatka iskusnih kardiologa se može smanjiti. Dakle, računalni vizuelni sistem ultrazvučnog aparata je inkorporiran u ekspertni sistem baziran na mreži vjerojatnih uzroka i Bayesovim pravilima (Bayesova mreža).

LITERATURA:

1. McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology, 10th Edition 2007. godine.
2. Petković D, Sivić S. Osnove tehnologija i menadžmenta u zdravstvu. Zdravstveni fakultet Univerziteta u Zenici, Zenica 2008. godine.
3. Barrows HS, Tamblyn RM. Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education. Copyright © 1980 by Springer Publishing Company, Inc.
4. Aldred SE, Aldred MJ, Dick B, Walsh LJ (1997). The Direct and Indirect Costs of Implementing Problem-based Learning into Traditional Professional Courses within Universities. Canberra: Australian Government Publishing Service.
5. Cohen E. Challenges of Information Technology Education in the 21st Century. 2002 by Idea Group Publishing.
6. Friedman RB. Computer Technology in Medical Education and Assessment. September 1979, Office of Technology Assessment. Congres of the United States.
7. Shortliffe EH. Medical Informatics Meets Medical Education. Medical technology, vol 1, num 1; September 5, 1999.
8. International Business Machines India Ltd. Improving India's Education System through Information Technology. IBM Corporation 2005.
9. Lowry GR, Turner RL. Information Systems and Technology Education: From the University to the Workplace. 2007 by IGI Global.
10. <http://www.lupi.ch/Schools/astd/astd2.htm> (08.12.2013.),
11. Khan BH. Flexible learning in an information society. 2007 by Idea Group Inc.
12. Khan BH. Managing e-learning : design, delivery, implementation, and evaluation. 2005 by Idea Group Inc.
13. Webster JG. Encyclopedia of Medicinal Devices and Instrumentation. Second Edition. 2006 by John Wiley & Sons, Inc.
14. Sivic S, Masic I, Zunic L, Huseinagic S. Evaluation of Usage of Information Diagnostic Technology in Family and General Medicine. Mat Soc Med, 2010; 22(4): 212-215.
15. Trzebiatowski GL, Williams JH, Sachs LA, Altman M, Bellchambers M. Independent study: 10-year programme review. Med Educ. 1987 Nov;21(6):458-63.
16. Geertsma RH, Meyerowitz S, Salzman LF, Donovan JC. An independent study program within a medical curriculum. J Med Educ. 1977 Feb;52(2):123-32.
17. Stone HL, Meyer TC, Schilling R. Alternative medical school curriculum design: the independent study program. Med Teach. 1991;13(2):149-56.
18. Moore MG, Kearsley G. Distance Education: A Systems View, Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA. 1996.
19. Moore MG, Anderson WG. Handbook of distance education. 2003. by Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
20. Rogers P, Berg G, Boettcher J, Howard C, Justice L, Schenk K. Encyclopedia of Distance Learning Second Edition. 2009. by IGI Global.
21. Shih TK, Hung JC. Future Directions in Distance Learning and Communication Technologies. 2007. by Idea Group Inc.
22. Aslanian CB. Adult students today. New York: The College Board. (2001).
23. Finkelstein MJ, Frances C, Jewett FI, Scholz BW. (Eds.). (2000). Dollars, distance, and online education: The new economics of college teaching and learning. Phoenix, AZ: The American Council on Education and the Oryx Press.
24. Devedzic V. Semantic web and education. 2006. by Springer Science+Business Media, LLC.
25. Subramaniam NK, Kandasamy M. The virtual classroom: A catalyst for institutional transfor-

- mation. Australasian Journal of Educational Technology, 2011, 27(Special issue, 8), 1388-1412.
- 26. Johnston J, Killion J, Oomen J. Student Satisfaction in the Virtual Classroom. IJSHP 2005. Vol.3 No.2 ISSN 1540-580X.
 - 27. <http://www.stockton.edu/~medinah/collegeprep101/main.html> (08.12.2013.)
 - 28. Harper KC, Chen K, Yen DC. Distance learning, virtual classrooms, and teaching pedagogy in the Internet environment. Technology in Society 26 (2004) 585–598.
 - 29. Martin F. Blackboard as the Learning Management System of a Computer Literacy Course. MERLOT Journal of Online Learning and Teaching. Vol. 4, No. 2, June 2008.
 - 30. Cole J, Foster H. Using Moodle: Teaching with the Popular Open Source Course Management System. Copyright © 2008 O'Reilly Media, Inc.
 - 31. Díez FJ, Mira J, Iturralde E, Zubillaga S. DIAVAL, a Bayesian expert system for echocardiography. Artif Intell Med. 1997 May;10(1):59-73.
 - 32. <http://www.virtualpatients.eu/referatory/> (08.12.2013.)
 - 33. Bokonjić D, Petrov B, Mašić S, Huwendiek S, Lozo S. Integration of virtual patients into existing curricula of bh pediatric departments results of two evaluation studies. Bio-algorithms and med-systems, Journal edited by Medical college – Jagiellonian University, Vol. 5, No. 9, 2009, pp. 17-21.
 - 34. Looi CK et al. (Eds.). Artificial Intelligence in Education. IOS Press, 2005.
 - 35. Wolfram DA. An appraisal of INTERNIST-I. Artif Intell Med. 1995 Apr;7(2):93-116.



Doktor medicinskih nauka Suad Sivić je zaposlen u Zavodu za javno zdravstvo Zeničkodobojskog kantona od 2003. godine na mjestu voditelja Odjela za zdravstvenu statistiku i zdravstvenu informatiku a od 2006. godine vodi Službu socijalne medicine u okviru koje je i navedeni odjel. Osnivanjem zdravstvenog fakulteta Univerziteta u Zenici imenovan je za višeg asistenta na predmetu Informatika. Radeći uporedno u zdravstvenom informacijskom sistemu ZDK i na edukaciji studenata u primjeni IT u tom sistemu, proučava praktičnu primjenu informacijskih tehnologija tražeći rješenja za efikasniju i kvalitetniju zdravstvenu zaštitu. Iz tog rada i iskustva je proisteklo niz stručnih i naučnih radova na temu primjene informacijskih tehnologija u zdravstvu, a 2011. godine je odbranio doktorsku disertaciju na temu "Procjena iskorištenosti informacijskih dijagnostičkih tehnologija u ambulantama porodične i opšte medicine". Imenovan je u niz stručnih i naučnih tijela koja su se bavila primjenom i implementacijom IT u zdravstveni sistem. Od 2005. godine je član stručnog tima za reviziju zdravstvenog statističkog sistema u FBiH a 2012. godine je imenovan u radni tim za informatizaciju primarne zdravstvene zaštite od strane Federalnog ministarstva zdravstva. Pored "Medicinske informatike" imenovan je za docenta na predmetima "Tehnologije u medicini", "Socijalna medicina sa organizacijom i ekonomikom zdravstva" i "Porodična medicina" te je angažiran kao predavač na predmetu "Informacijski sistemi i kontrola kvaliteta u zdravstvu" na Zdravstvenom fakultetu Univerziteta u Zenici.

