

Верка Јовановић*

ЕЛЕМЕНТИ ГЕОГРАФСКОГ ИНФОРМАЦИОНОГ СИТЕМА

Извод: Основне карактеристике геосистема представљају теоријски оквир за поставку, разраду и примену технологије под именом Географски информациони систем. Употребом компјутера створена је могућност визуелне поставке обиља информација на једном месту, о објектима, њиховим својствима и међусобним релацијама у реалном и географском простору уз истовремени приступ до њих најкраћим путем. ГИС технологија представља целовит систем за чију функцију морају бити подједнако развијени сви сегменти: хардвер, софтвер, базе података и образовани стручњаци. Употреба наменског софтвера и конципирање база података захтева одговарајућу хардверску основу коју обавезно прате образовани стручњаци високог нивоа. Сваки корак се одвија по унапред утврђеним процедурама у законском оквиру на нивоу институција и државе.

Кључне речи: геосистем, хардвер, софтвер, базе података, образовани стручњаци.

Abstract: Basic characteristics of geosystem represent a theoretical framework for postulation, elaboration and implementation of the technology named Geographic Information System. It was the use of computers that made it possible for plenitude of information about objects, their characteristics and relations real geographic space to be visually displayed in one place, along with the shortest possible access to it. GIS technology represents a whole system, and in order to be functional, all its segments must be equally developed: hardware, software, databases and educated experts. The use of specific software and conceiving databases requires proper hardware basis, together with fully trained scientists. Every step is made according to procedures and legal regulations on government and institutional level set in advance.

Key words: geosystem, hardware, software, databases, educated experts.

Геосистемска основа гис-а

Предмет географских истраживања је географска средина или њени саставни делови у појединим дисциплинама. Географска средина представља сложен систем чије основне компоненте представљају: природни подсистеми (физичкогеографски елементи), друштвени подсистеми (антропогеографски елементи) и њихова ин-

* др Верка Јовановић, научни сарадник, Географски институт „Јован Цвијић” САНУ, Београд.

тераkција настала као последица човекових активности (подсистеми изграђених објеката). Основна својство оваквог система је изражена динамика која се огледа у променама тополошких карактеристика објеката и еволуцији структура и функција изражена у времену [Радовановић М. 1987. с. 18-19]. Сходно томе географска средина представља глобални геосистем у коме се интегришу просторна и временска својства од подсистема па до његових појединачних објеката. У моделском смислу овај глобални геосистем се може дефинисати као вишедимензионална матрица у којој објекти имају апсолутно дефинисан положај и садржај. Објекти у геосистему имају двојан карактер односно исказују своја квалитативна (атрибутивна) и квантитативна (нумеричка) својства [Јовановић Б. Р. 1987. с. 198-200]. Осим својстава објеката његове основне елементе чине структуре подсистема и објеката, као и функције као одраз кибернетских карактеристика.

Поменуте фундаменталне карактеристике геосистема представљају теоријски оквир за изградњу, разраду и примену ГИС технологије. Наиме, развијајући се као наука географија је поштујући све карактеристике предмета истраживања развила и сопствени - географски - метод. Могућности и примена ГИС технологија у својој бити представља моделски - артифицијелни израз самог географског метода, што уз све ширу примену рачунарске технике непосредно доприноси већој егзактности географије као науке.

Геосистемска анализа

Захваљујући напретку рачунарске технике, периферних уређаја, наменског софтвера и образованих стручњака, процесирање широког скупа информација у геосистему припада новој дисциплини под именом географска информациона наука. Многе процесе унутар просторних система прати нагли пораст броја информација о структурама, функцијама и релацијама. Међузависност објеката је вишедимензионална и обухвата разлите анализе. У географским истраживањима најчешће је присутна структурна анализа (стање, процеси и последице у структури); генетска анализа (узроци и чиниоци настанка појаве и процеса); компаративна анализа (упоређивање структура) и функционална (утврђивање међусобних зависности делова и целине). Употребом рачунара могућа је примена свих наведених метода анализе али и других метода као што је синтеза, статистички метод и моделовање.

У области географске информационе науке наглашен је значај концептуалног модела. Модел егзактно исказује знање које је резултат научног истраживања геосистема према утврђеној концепцији.

Данас је то део стандардног референтног модела. Према блок дијаграму у концептуалном моделу који је почетни ослонац ГИС метода, садржај је представљен текстуалним објашњењима и табелама (алфанумерички подаци) и графичким садржајима. Логичко-математичко моделовање има главну улогу у поставци ГИС метода. За његово формирање неопходни су следећи услови: логичке и математичке операције као највиши ниво апстракције и рачуарска техника. Логичко - математички модели се даље деле на функционалне, структурне и информационе.

Рачуарска техника је неопходан елемент савремене геопросторне анализе и знатно сложенијих поступака и начина апстраховања реалног простора, од модела иконе, аналогног модела, концептуалног, математичко - логичког модела, кибернетског модела до парадигми или образаца. Ранија традиционална схватања географије значила су само обезбеђење информација о просторном размештају појава и одређеним квалитативним својствима геопростора. Савремена истраживања, пак подразумевају усмеравање развоја уз помоћ излазних информација у географском информационом систему које исказују све особине геосистема и које доприносе доношењу одлуке "без грешке".

Елементима ГИС-а

Више деценија је прошло од појаве самог назива географски информациони систем или ГИС. У циљу бољег разумевања овог, пре свега технолошког напретка и новине у раду са географским информацијама, настала је његова прва дефиниција у следећем значењу: *Географски информациони систем је компјутерски систем за прикупљање, њиховање, анализу и приказивање различитих географских података.* Дефиниција је прва и једноставна, касније настају друге, потпуније које у себи носе основне принципе и шире објашњење суштине Географског информационог система чија примена постаје нагла током 80-тих година двадесетог века.

Употребом компјутера створена је могућност визуелне поставке обиља информација на једном месту о објектима, њиховим својствима и међусобним релацијама у реалном географском простору уз истовремени приступ до њих најкраћим путем. Релеф, ваздух, воде, биљни и животињски свет, њихова квантитативна и квалитативна својства, припадају природи као једном сегменту ГИС-а. Други део Географског информационог система у себи носи информације о становништву. Њихов број, распоред, старост, образованост, пол, или боље речено најразличитија својства припадају том мноштву географских информација у ГИС-у. Трећи део Географског информационог система који употпуњује спектар информација о

простору су људске делатности. Веома разноврсне, од примарних до квартарних; од пољопривреде, индустрије, трговине до културе и образовања, су део базе података у ГИС-у. Базе или банке података конципиране према унапред одабраним правилима су елемент Географског информационог система који заједно са хардвером, софтвером и образованим стручњацима чине потпуну технолошку целину.

Док прикупљање и паковање података значи основу, просторна анализа представља виши ниво или почетак рада помоћу ГИС-а. Где се нешто налази, колико и каквих је својстава, с чим је у вези? Та и друга бројна питања и одговори су део ГИС-а који поседује свој посебан програмски језик. Ту је и први одговор. Географским информационом системом се баве стручњаци из области компјутерских наука, познаваоци рачунара и информатике. Наставак припада стручњацима који се баве географским простором и даље специјалистима за поједине дисциплине инжењерима геодезије, географима, просторним планерима, геолозима, хидролозима, грађевинским, саобраћајним и шумарским инжењерима, итд. ГИС-ом се, крајње прагматично, баве и доносиоци одлука (руководиоци владиних и невладиних организација) који помоћу система уређених информација креирају жељене просторне моделе у изабраном простору и доносе одлуке са смањеним ризиком појаве грешака.

Први Географски информациони систем су урадили стручњаци канадске владе, током 60-их година овог века, у циљу анализе географских података по појединим катастарским јединицама. Владе других земаља и универзитетске лабораторије су следиле овај пример и врло брзо направиле сличне системе. Ипак ови системи нису широко коришћени до касних 70-их година, када су технолошке иновације и ниже цене учиниле компјутере доступним далеко већем броју корисника него до тада. Продаја ГИС хардвера и софтвера је нагло порасла током 80-их година будући да су за њих пронађене многе могућности употребе, и под окриљем влада и других званичних институција. Након тога поставка и примена ГИС-а захвата и друге области и најразноврсније послове. Велики број компанија специјализованих за компјутерски софтвер је на нове потребе одговорио новим, све савршенијим програмским пакетима за што ефикасније Географске информационе системе. Током раних 90-их је већ било у употреби око 100,000 ГИС послова широм света.

Језгро географских информационог система чини могућност примене елемената Булове алгебре - логичко - математичких оператора којима је могуће укрштање између слојева најразнорднијих информација. По комплексности примене и упита којима се истражују релације између различитих објеката и структура почев од примене

најједноставнијих односа 2-3 оператора преко SQL-а па до описног језика EXPRESS.

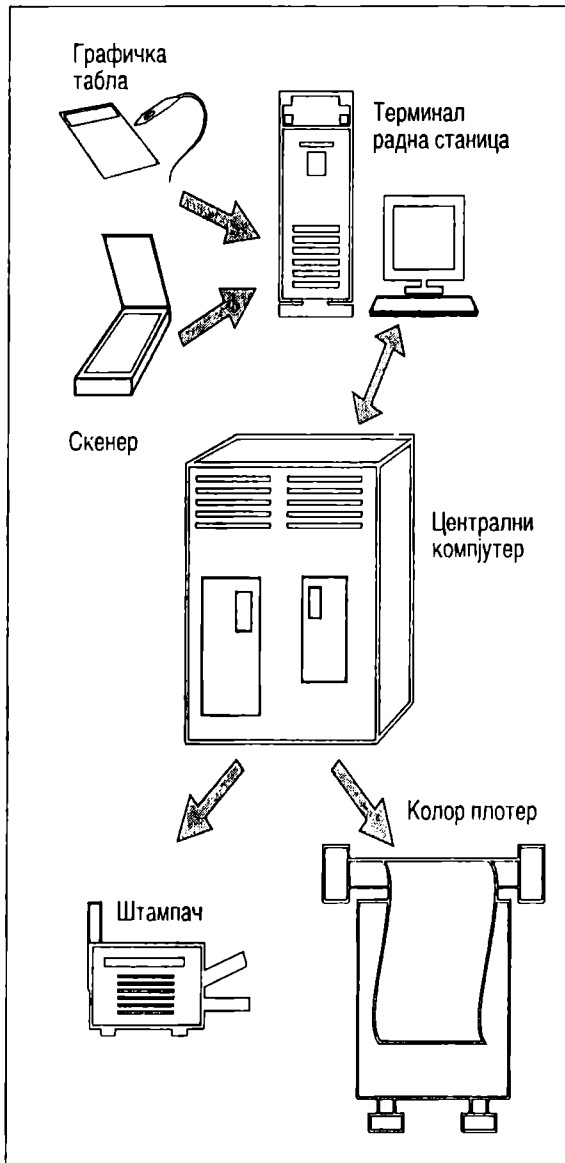
Обавезни елементи или делови географског информационог система помоћу кога се прикупљају и процесирају географске информације су: а) хардвер; б) софтвер; в) базе података; г) образовани стручњаци. Последњи елемент се често у литератури именује као ГИС ствараоци. Овим елементима је неопходно придружити кориснике односно њихове послове који се уз помоћ географског информационог система обављају брже и јефтиније.

а) Хардвер

Унос просторних података у ГИС-у уз истовремену метричку трансформацију подразумева употребу разноврсних рачунарских периферних уређаја као што су дигитајзери, скенери или неки други оптички или магнетни медији. За обраду графичких, тестуалних и нумеричких података хардверску основу чине најразличитији компјутери од персоналних рачунара скромних могућности до радних станица који функционишу под разноврсним оперативним системима DOS, Windows 95, Windows NT, UNIX, према којима су развијани одговарајући софтверски пакети. Читаве мреже светских компанија, произвођачи и дистрибутери хардвера доступног и за наше прилике нуде разноврсне хардверске елементе како у погледу квалитета тако и цена. Излазни подаци и њихова презентација могу бити приказани на екранима или штампани у различитој размери и форми на штампачима, као важном периферном уређају у ГИС-у. Термин хардвер у географском информационом систему је стандардизован са значењем: *сви делови физичких компоненти било које информационог система за процесирање односно обраду [ISO-2382-1].*

У хардверску основу сем централне процесорске јединице која се налази на РС рачунарима па све до супер компјутера, обавезно место припада периферним јединицама које се могу поделити на (→Ск. 1):

- улазне уређаје:
 - дигитајзери,
 - интерпретатори сателитских и аеро снимака,
 - скенери,
 - тастатура
- излазне уређаје:
 - плотери (електростатички - full color, ink jet color, или са перима)
 - штампачи (ласер или ink jet color)



Ск. 1. - Хардверска конфигурација неопходна за развој и примену ГИС-а

Sk. 1. - Hardware configuration necessary for development and implementation of GIS.

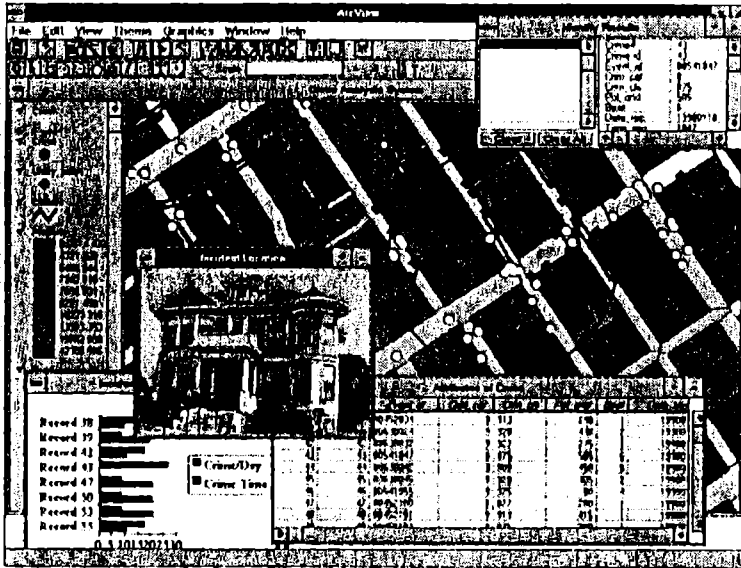
Сем уређаја за уобичајену примену ГИС-а, честа је примена и у области мултимедијалних презентација што подразумева постојање хардвера за: филмовање, снимање CD медија, on line анимацију и др.

Б) Софтвер

Према стандардној дефиницији у ГИС-у, софтвер су: сви делови програма, процедура и њихових придружених докумената на било ком систему за процесирање односно обраду података [ISO-2382-1].

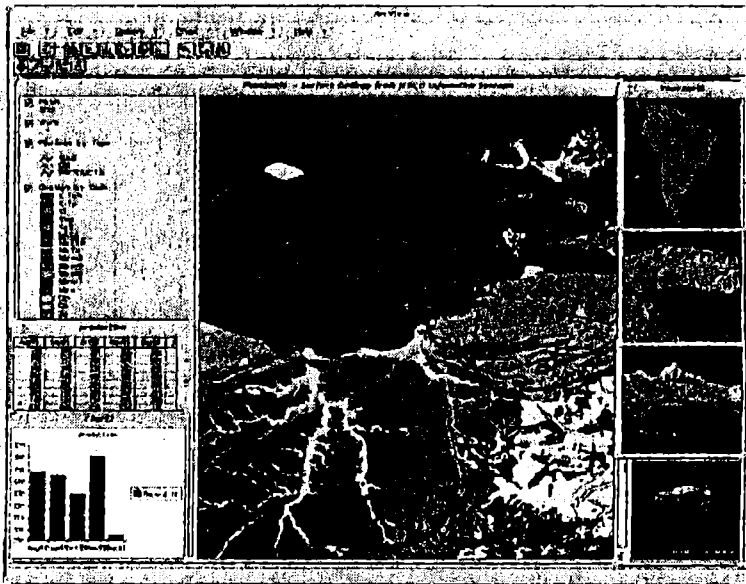
Развој и примену Географског информационог система прати софтвер конципиран према захтевима корисника. Анализе проистекле из структуре купаца софтверских пакета за ГИС показују њихову највећу употребу у области телекомуникација, електро мреже, бизниса, локалне управе (→Ск. 2), служби хитних интервенција, природних ресурса (→Ск. 3) и животне средине, централних владиних служби.

Данас у Европи постоји чак 170 софтверских пакета опште намене или специфичних апликација. Њихове могућности су различите, са најбољом варијантом уколико је оријентисан ка манипулацији и истраживању карата и објеката на њима



Ск. 2. - Примена ГИС-а у државној ујрави

Sk. 2. - Implementation of GIS in government administration



Ск. 3. - Примена ГИС-а у привредне сорхе

Sk. 3. - Implementation of GIS in economy

пружајући могућност приступа њиховим алфанумеричким атрибутима. Ниво просторних релација није ограничен и креће се од једне стамбене јединице, града, региона, државе, итд. Стручњаци за развој софтвера нарочиту пажњу поклањају побољшању аналитичких поступака у циљу бољег разумевању функцијских веза у процесима и појавама који у себи садрже просторну и временску компоненту. Генерално посматрано, потпуни софтверски пакети за ГИС треба да омогуће пет основних радњи помоћу којих се уносе подаци, затим архивирају због лакшег руковања, презентују и трансформишу (генеришу) подаци са сталном интерактивном везом компјутер-корисник.

в) Базе података

База података се према стандардној терминологији дефинише као: *колекција података организована према концептуалној шеми, описаних карактеристика за објекте и везе према њиховим корелацирајућим ентитетима [ISO 2382.1].*

Формирање база података у ГИС-у почиње са картама различите размере и садржаја. Њихово компјутерско архивирање може бити у растерској и векторској форми. Унети подаци могу се користити вишезначно од одређивања просторних локација, координата, дистанце до описа функцијских особина објеката.

У време првих поставки ГИС система приказивање просторних података било је сувише сложено за тадашњи степен развоја технологије. С тога су рани системи били базирани на CAD принципима са моделима података ниског нивоа. Овакав приступ је коришћен за приказивање и едитовање података. Међутим просторни подаци се разликују од CAD података пре свега због тополошких веза. Развијане су нове структуре података засниване на стаблима погодне за брзо претраживање. Релационе базе података су нашле потпунију примену у ГИС апликацијама. Просторни подаци су бележени у посебним моделима, где су задржане релације према непросторним подацима. За сваки део овакве - хибридне - структуре постављен је посебан систем за управљање подацима [*Мићковић А.* 1996. с. 238242].

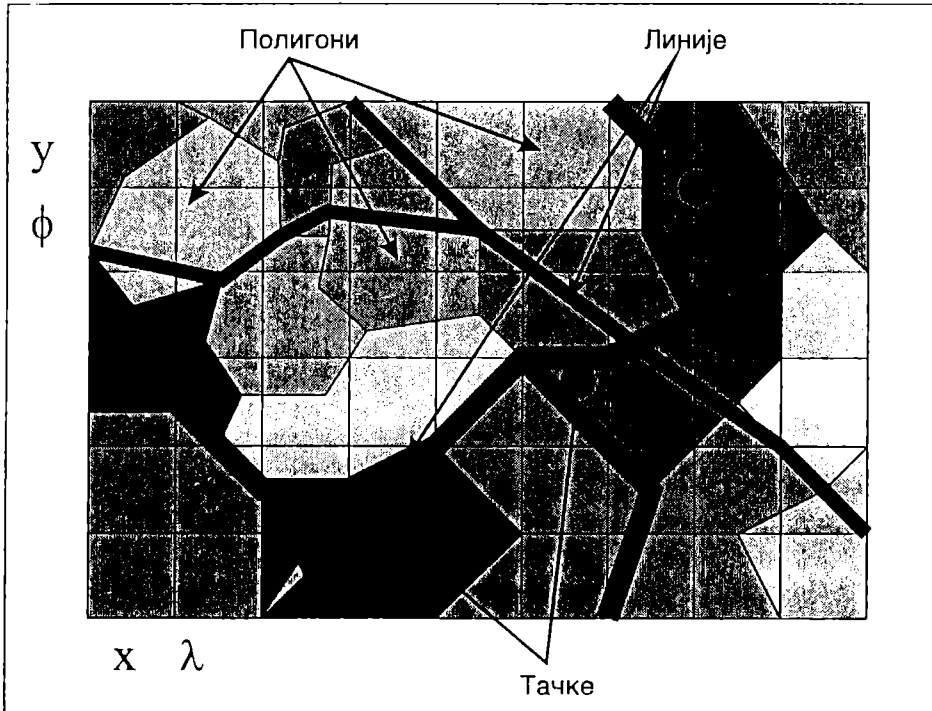
У информационим системима постоје следећи основни процеси [*Stanojević М.* 1986. с. 34-35]:

- захватање информација на њиховим изворима било алфанумеричког или графичког карактера, њихова верификација и пренос на улазне носиоце података (односно системе интерактивног чувања и обраде);
- уређивање информација, уношење и чување у оквиру система обраде;
- производња информација неопходних за функционисање информационог система (веза структура и функција);
- пренос произведених информација до корисника у различитим стандардним форматима графичког (картографског) или табеларног карактера; као и
- коришћење информација односно њихова примена у процесу даљег одлучивања.

Принцип уређености у географском информационом систему огледа се, између осталог, у постављању структуре база података на унапред задатом нивоу. Тако картографска база може бити постављена на вишем и нижем нивоу уз следећа својства:

- виши ниво организације података значи:
 - постојање свих елемената (у виду полигона, линија и тачака) неопходних за дефинисање тополошких карактеристика елемената базе (→Ск. 4);
 - постојање широког скупа операција као што је провера конзистентности и тачности садржаја, мерење трансформисаности, одређивање суседства међу полигонима и сл;
 - конзистентан кориснички интерфејс који омогућује усклађивање потреба корисника, лакоћу употребе и способност директног извршавања постављених захтева.

° нижи ниво ГИС-а је екстензиван и са алгоритмом непотпуних својстава.



Ск. 4. - Потпуни скуп графичких елемената база података у ГИС-у

Sk. 4. - A complete graphic elements group of databases in GIS

Креирање конзистентних база и њихово повезивање су основа темељне поставке географског информационог система. Програм који служи за организацију и коришћење базе података је такозвани систем управљања базом података - Database Management System (DBMS). Досадашња искуства показују да у потпуној имплементацији било ког географског информационог система 70% припада базама података. Структуре база података су различите. Њихов развој је текао онако како су расла знања и потребе корисника ради ефикасност њихове употребе. Међу познате моделе база у ГИС-у су *хијерархијски модел* у коме сваки елемент у структури података може имати везу само са једним елементом на вишем нивоу. *Мрежна структура* базе података значи виши ниво веза међу објектима.

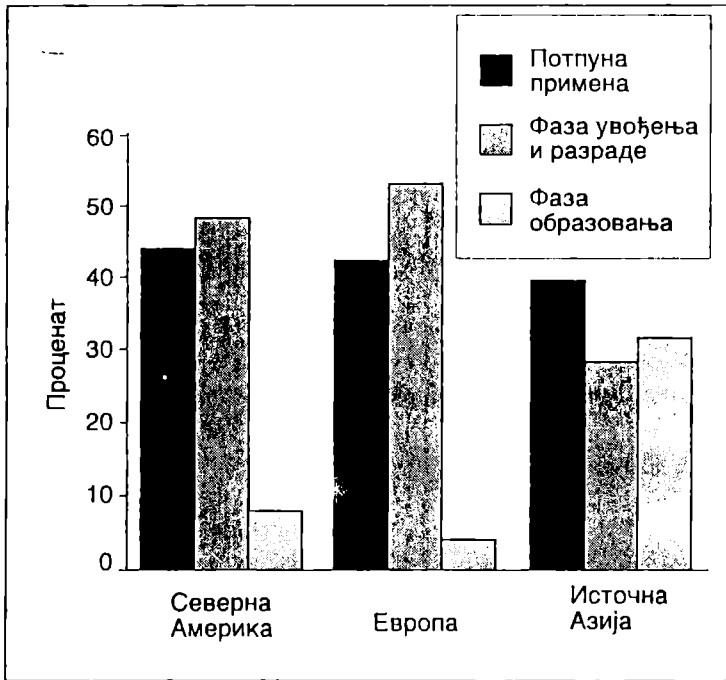
Релациони системи за управљање базама података су део ГИС-апликација у основи пројектовани за микропроцесоре и

пословне апликације са великим бројем корисника и који садрже кратка и једноставна питања. Касније се овакви системи управљања базама развијају за радне станице и за персоналне рачунаре. У новије време модели података за ГИС се развијају у правцу објектно оријентисаних база (OODBMS) и Open GIS. *Објектни модел* података представља основу објектно оријентисаних система за управљање базама података елиминишући поделу између података и операција. Развој нових апликација је у вези са комплексним објектима унетих као текст, графика, слика, геометријски облик, итд. Објектно оријентисани модели значе представљане једног модела који у себи садржи више апстрактних појмова. Када се, на пример каже "универзитет" у себи садржи зграду универзитета, парк, спортске терене, саобраћајни пункт, што заправо значи постојање једног објекта према коме су оријентисане асоцијације за подкуп објеката и њихових атрибута [Gatrell A. C. 1991. с. 119-134].

Развој информационих технологија и њихова примена у широком спектру делатности је условила нови тренд у ГИС-у именованом као Open GIS. Његове основне карактеристике су: могућност преносивости софтвера између различитих машина без промене кодова, употребу претходних и наредних атрибута на различитим нивоима рачунара, и коначно различите апликације и размену података којима не смета разлика у хардверској и софтверској основи, различитост оперативног система или удаљеност платформи.

г) Образовани стручњаци

Да би се, на оптималан начин, Географски информациони систем као нова технологија или информациона наука разумео, развијао и примењивао, неопходни су образовани стручњаци - специјалисти. Образовне програме за ГИС, различитог нивоа и садржаја, има највећи број земаља развијене Европе и Америке (→Ск. 5). Имајући у виду основну суштину ГИС-а и област примене, реализација образовања је пре свега на факултетима на коме се изучавају науке о Земљи: географија, просторно планирање, геодезија, геологија, хидрологија, шумарство, итд. Постојећи програми су конципирани тако да се стекне неопходна формална квалификација за људе који управљају пројектима и апликацијама ГИС-а. [Мушикаџировић Ј. и Јовановић В. 1996. с. 80-83].



Ск. 5. - Нивои примене ГИС-а у свету
(према: GIS Europe 4/6/95.)

Sk. 5. - Degrees of utilization of GIS worldwide
implementation (according to: GIS Europe 4/6/95)

С обзиром да у основи Географски информациони систем представља нови вид комуницирања у најсложенијем просторном систему - географском систему, пажљивим приступом и правилним редоследом се долази до моћног алата за управљање простором.

Д) корисници

У склопу укупне инфраструктуре ГИС-а неопходно је разматрати кориснике. Овај сегмент је веома наглашен након детаљне анализе еволутивног развоја географског информационог система. Према првим закључцима, стручњака из америчког центра за геолошка истраживања, овај проблем је дефинисан на следећи начин: "Посебна пажња се мора посветити корисницима јер се често догађа да се због проблема са технологијом, концептима и подацима током поставке и примене ГИС-а, занемаре корисници.....То не значи да сви потенцијални корисници и све апликације морају да буду идентификовани, али то значи да корисници морају да буду разматрани у склопу укупне инфраструктуре, и да стварни, а не теоретски захтеви, морају да буду задовољени" (USGS, 1988).

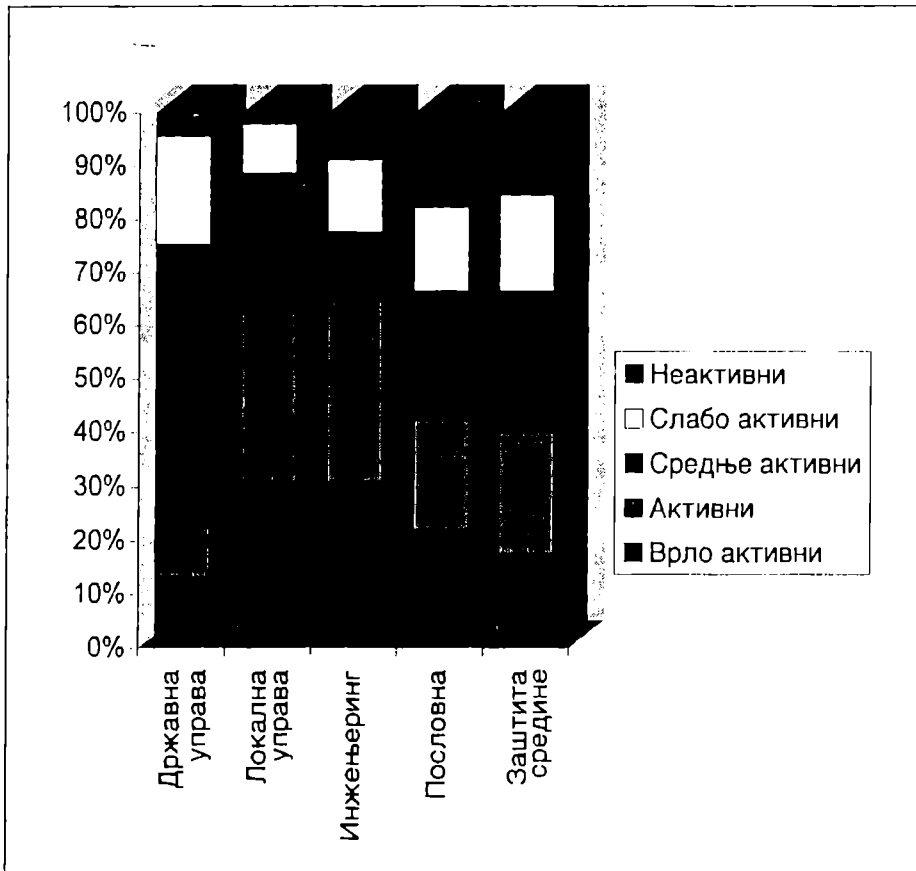
Искуства развијених земаља које су коначно откриле ГИС показујући његову примену у неколико сегмената као што је заштита животне средине, инжењерски посао при пројектовању путева и одвијању саобраћаја; компанијама које се баве дистрибуцијом електричне енергије које пројектују своје сложене системе далековода; владе које могу да планирају употребу земљишта, а ватрогасне или полицијске службе које планирају своје евентуалне хитне интервенције. Такође, многи приватни послови се због планирања и побољшања својих услуга одвијају уз помоћ ГИС-а.

Закључак

Поједини сегменти: институционална подршка, стандарди, примена код нас и у свету и друге делатности на пољу Географских информационих система се посебно проучавају.

Стога елементи ГИС-а као основа имају најважнију улогу. Како ГИС технологија представља целовит систем произилази да је уједначеност развоја услов потпуне примене. Употреба наменског софтвера захтева одговарајућу хардверску основу, а све заједно би требало да прати висок ниво обучености научника и корисника. Према томе, заостајање у било ком сегменту нужно доводи и до нижег степена или чак обустављања примене ГИС технологије у целини.

У зависности од области у којима се примењује ГИС технологија различит је ниво развијености неопходне инфраструктуре и степен искоришћености. Досадашња искуства из света показују широку примену у државним службама (од централних до локалних власти), у оквиру приватних, друштвених, образовних институција до инжењеринга у многобројним делатностима као што су: водoprивреда, коришћење земљишта, транспорт, телекомуникације, животна средина (→Ск б). Насупрот развијеним земљама су државе у које тешко продире ГИС технологија у којима је доминантна фаза поставки неопходних елемената. Овај временски помак је последица споријих схватања као и недовољних материјалних улагања у ову високу и не ретко скупу технологију.



Ск. 6. - Степен коришћења ГИС-а по областима примене
(према: GIS Europe 4/6/95.)

Sk. 6. - Degree of utilization of GIS by fields of
implementation (according to: GIS Europe 4/6/95)

Увођење ГИС технологије захтева утврђивање јасних процедура и законских регулатива на државном и институционалном нивоу. Потреба за коришћењем просторних информација расте. Да би се остварили циљеви бољег познавања простора и економског развоја, уз рационално коришћење природних ресурса, неопходна је добро постављена основа и правилно идентификовани корисници најсавременијег начина проучавања сложеног геосистема.

Литература

- Gatrell, A. C., (1991): Concepts of Space and Geographical data In Geographical Information Systems, Principles and Application, Longman, London.
- ISO TC/211, Document 005; 2382-1
- ISO TC 211, Document 301
- Maguire D. J, Goodchild M. F. (1991): *Geographical Information System*, Volume 1 : principles, Longman Scientific & Technical, London.
- Јовановић Р. (1987): "Квантитативна истраживања у географији и могућности примене рачунара". *Идејне и друштвене вредности географске науке*. Центар за марксизам универзитета у Београду, Београд.
- Митровић А. и Митровић Д. (1996): "GINISNT - Платформа за објектно оријентисани развој ГИС-а". *Зборник радова YUGIS*, Географски институт "Јован Цвијић" САНУ, Београд.
- Мушкатировић Ј, Јовановић В. (1996): "Образовање у области GIS-а у свету и код нас". *Зборник радова YUGIS*, Географски институт "Јован Цвијић" САНУ, Београд.
- Радовановић М. (1987): "Географија као фундаментална наука о геосистемима са посебним освртом на однос географске теорије и материјалистичке дијалектике". *Идејне и друштвене вредности географске науке*. Центар за марксизам универзитета у Београду, Београд.
- Stanojević M. (1986): *Osnovi projektovanja informacionih sistema*. Naučna knjiga, Beograd.
- Tomlin C. D. (1989): *Geographic information System and Cartographic Modeling*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- USGS (1988): *A process for Evaluating Geographic Information Systems*, Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartography, Technology Exchange Working Group, Technical Report 1, USGS Open-File Report, 1988.
- Woodcock J, Loomes M. (1989): *Software Engineering Mathematics*, Adison-Wesly, Reading Massachusetts.

Summary

Elements of Geographic Information Systems

Some segments: institutional support, standards, employment here and in the world as well as other activities on the field of GIS are particularly being studied.

Therefore, the elements of GIS as well as its fundamental segment have the most important role. Since GIS technology represents a whole system, well-balanced development is fundamental for its applicability. The use of specific software requires proper hardware basis, together with fully trained scientists and users. Therefore, holdbacks in any of the segment necessarily lead to lower grade or even to a complete halt in applying GIS technology.

Depending on the field where GIS technology is applied, the degree of infrastructure and utilization differs. The experience throughout the world shows a wide range of utilization: in government services (in central as well as in local administrations); in private sector; in education institutions; in engineering of many activities, like water resources management, land management, transportation, communications, environment. In opposition to highly developed countries are the countries slowly reached by GIS technology and where the principal task is assembly of necessary elements. Slower understandings as well as lesser financial investments in this high and often expensive technology cause this time gap.

Implementation of GIS technology requires establishing of clear procedures and legal regulations on government and institutional level. The need for usage of spatial information increases. In order to accomplish the goals of deeper knowledge of space and economic development, along with reasonable usage of natural resources, the employment of geographic information systems is necessary.