

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

PROMETNI GEOINFORMACIJSKI SUSTAVI

prof. dr. sc. Hrvoje Gold
2009/2010

1

PROMETNI GEOINFORMACIJSKI SUSTAVI

03. VEKTORSKI MODEL PROSTORNIH PODATAKA

2

Vektorski model prostornih podataka

- Uvod
- Prikaz jednostavnih prostornih značajki
- Topologija
- Georelacijski model podataka
- Objektno zasnovani model podataka
- Prikaz složenih prostornih značajki

3

Uvod ...

- Čovjek prepoznaje podatke/informacije na karti:
 - prostorne značajke / objekte i njihove prostorne odnose
- Kako računalo prepoznaje informacije na karti?



4

Uvod ...

- Vektorski model prostornih podataka
 - ustroj podataka za prikaz i obradu na računalu
 - a) za prikaz prostornih značajki koriste se
 - točke i njihove koordinatečime se prikazuju
 - točka (point),
 - crta (line) i
 - poligon (polygon)
 - b) spremanje geometrijskih objekata i njihovih prostornih odnosa u digitalni oblik (datoteku)

5

Uvod ...

- Razvoj vektorskog modela/formata prostornih podataka
 - novi pojmovi, termini, strukture datoteka
 - npr. ESRI nova verzija programa – novi vektorski model
 - 1982. – Arc/Info – coverage (pokrivenost)
 - 1990. – ArcView – shapefile (oblik/obris)
 - 1999. – ArcGIS – geodatabase (baza geopodataka)
- georelacijskog modela podataka
 - vektorski modeli coverage i shapefile primjeri
 - prostorni (geometrija) i atributni podaci se spremaju razdvojeno
 - vektorski model geodatabase primjer objektno zasnovanog modela podataka
 - prostorni (geometrija) i atributni podaci se spremaju zajedno

6

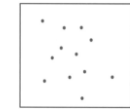
Vektorski model prostornih podataka

- Uvod
- Prikaz jednostavnih prostornih značajki
- Topologija
- Georelacijski model podataka
- Objektno zasnovani model podataka
- Prikaz složenih prostornih značajki

7

Prikaz jednostavnih prostornih značajki ...

- Vektorski model podataka za prikaz jednostavnih prostornih značajki koristi
 - točku, crtu ili poligon
 - razlikuju se u
 - dimenzionalnosti
 - svojstvima
 - prostornim značajkama koje predstavljaju



Točkasti objekti



Linijski objekti



Područni objekti

8

Prikaz jednostavnih prostornih značajki

- Točka
 - bez dimenzionalni geometrijski objekt
 - svojstvo: lokacija
- Točkasti objekt(i) u prostoru
 - predstavljeni su točkom ili skupom odvojenih točaka
- Primjeri:
 - prometni znakovi, semafori, raskrižja, stajališta, ...

9

Prikaz jednostavnih prostornih značajki ...

- Crta/linija
 - jednodimenzionalni geometrijski objekt
 - skup neprekinuto povezanih točaka u ravnini
 - svojstvo: lokacija i duljina
 - omeđena s dvije krajnje točke i točkama unutar njih koje označavaju oblik crte
 - zakrivljena crta (krivulja)
 - povezane ravne crte (pravocrtni segmenti)
 - više crta tvori višestruku crtu (polyline)
- Primjeri: cesta, željeznička pruga, ...

10

Prikaz jednostavnih prostornih značajki ...

- Poligon
 - dvodimenzionalni geometrijski objekt
 - svojstvo: lokacija, površina (veličina) i opseg
 - je sastavljen od povezanih, zatvorenih, ne presijecajućih linijskih segmenata
 - pojavljuje se samostalno ili dijeli granicu s drugim poligonom
 - prostorni objekt je sastavljen od skupa poligona
- Primjeri: zemljišna parcela, vodena površina, zona prometne potražnje, ...

11

Prikaz jednostavnih prostornih značajki ...

- Prikladnost korištenja geometrijskog objekta zavisi o mjerilu karte
 - npr. grad se na karti mjerila 1:1 000 000 prikazuje točkom, dok se na karti mjerila 1:25 000 prikazuje poligonom
- Prikaz vektorskog podatka zavisi o propisanim pravilim prikaza prostornih značajki
 - npr. na topografskoj karti mjerila 1:25 000 vodotokovi uži od 12 m se prikazuju jednom crtom, širi s dvije crte tj. poligonom

12

Vektorski model prostornih podataka

- Uvod
- Prikaz jednostavnih prostornih značajki
- Topologija
- Georelacijski model podataka
- Objektno zasnovani model podataka
- Prikaz složenih prostornih značajki

13

Topologija ...

- Topologija proučava ona svojstva geometrijskih objekata koja ostaju nepromijenjena kada se objekti izobličuju, npr. rastezanjem ili savijanjem
 - primjer: gumenu zračnicu je moguće rastezati i savijati bez da izgubi svojstvo zatvorenosti
- Podjela vektorski zadanih podataka
 - vektorski podaci s ugrađenom topologijom
 - vektorski podaci bez ugrađene topologije

14

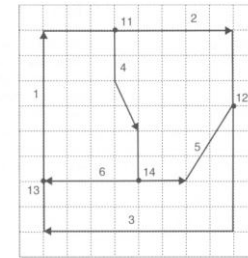
Topologija ...

- Topologija prostornih podataka se objašnjava teorijom grafova
 - koristi dijagrame i grafikone za razmatranja geometrijskih objekata i njihovih međusobnih odnosa
- Vektorski model prostornih podataka
 - koristi usmjerene grafove sastavljene od
 - usmjerenih crta – lukovi
 - točaka spajališta ili presjecišta lukova – čvorovi
 - kada luk povezuje dva čvora
 - čvorovi su susjedni (adjacent) i povezani (incident) lukom
- Susjednost i povezanost su osnovni odnosi koji se uspostavljaju između čvorova i lukova usmjerenog grafa

15

Topologija ...

- Susjednost i povezanost luka i čvorova izraženi matricama
 - susjedstva i
 - povezanosti
- Matrica susjedstva:
 - oznake redaka i stupaca = oznake čvorova
 - 0/1 = ne/postoji luk i zadaje smjer
- Matrica povezanosti:
 - oznake redaka = oznake čvorova
 - oznake stupaca = oznake lukova
 - -1/0/1 = luk ulazi_u/nije povezan/izlazi_iz čvora



Matrica susjedstva: čvor – čvor

	11	12	13	14
11	0	1	0	1
12	0	0	1	0
13	1	0	0	0
14	0	1	1	0

Matrica povezanosti: čvor – luk

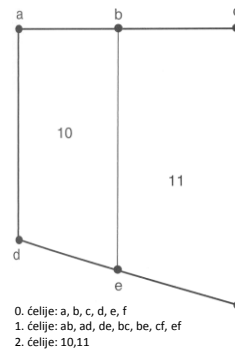
	1	2	3	4	5	6
11	-1	1	0	1	0	0
12	0	-1	1	0	-1	0
13	1	0	-1	0	0	-1
14	0	0	0	-1	1	1

Matrice susjedstva i povezanosti usmjerenog grafa

16

Topologija ...

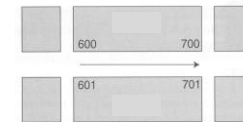
- Primjer baze podataka s ugrađenom topologijom
 - Topološki združena zemljopisna pravila i reference: TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing) – Statistički zavod SAD – www.census.gov
 - točke = 0. ćelija, crte = 1. ćelija, područja = 2. ćelija
 - 1-ćelije su usmjerene crte od početne do krajnje točke, istaknute su lijeve i desne strane crte
 - navedena je povezanost 2. ćelije i 0. ćelije s 1. ćelijom
 - postoje prostorni odnosi između točaka, crta i područja



17

Topologija ...

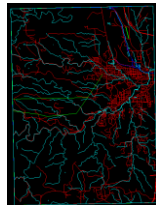
- Uz ugrađene prostorne odnose
 - ulicama, koje čine granice, se mogu pridružiti skupine blokova zgrada i adrese na lijevoj i desnoj strani ulice
- Baza sadrži:
 - granice općina, popisnih područja, skupina stambenih blokova koji se mogu povezati sa podacima popisa stanovništva
 - ceste, željezničke pruge, vodotokove, dalekovode, plinovode
 - adrese s obadvije strane ulice



18

Topologija

- Digital Line Graphs (DLG)
 - Državna geodetska uprava SAD
 - baza vektorskih podataka s ugrađenom topologijom
 - digitalni prikaz značajki topografskih zemljovida
 - izohipse, hidrografija, granice, prometne mreže, geodetski podaci



19

Značaj topoloških podataka

- Za spremanje prostornih odnosa baze podataka s ugrađenom topologijom zahtijevaju dodatne podatke / datoteke
- Prednosti korištenja topološki zadanih podataka
 - osiguranje kakvoće i cjelovitosti podataka
 - npr. provjera povezanosti lukova (ulica) grafa (prometne mreže) – pronalaženje najkraćeg puta
 - točnost granica općina i biračkih popisa
 - ojačanje geoprostornih analiza
 - geokodiranje adresa – adresna područja i strane na ulici
 - analiza prometnog toka – slično geokodiranju – smjernost toka

20

Vektorski model prostornih podataka

- Uvod
- Prikaz jednostavnih prostornih značajki
- Topologija
- Georelacijski model podataka
- Objektno zasnovani model podataka
- Prikaz složenih prostornih značajki

21

Georelacijski model podataka

- Georelacijski model podataka
 - odvojeno se spremaju
 - prostorne značajke/objekti i njima pridruženi atributi
 - geometrija (geo) u grafičku datoteku
 - atributi (relacije) u relacijsku bazu podataka
 - identifikacijska oznaka (ID) prostorne značajke povezuje geo i relacijsku komponentu
 - potreba usklađenja komponenata
 - upiti, analiza i prikaz georelacijskih podataka
- Primjeri georelacijskih modela za prikaz i pohranu prostornih podataka
 - coverage – sprema topološki odnosi
 - shapefile – ne sprema topološke odnose

Georelacijski model podataka



Grafička datoteka

Lista poligon/luk
Lista koordinata luka
Lista lijevo/desno

Datoteka atributa

ID_poligona	Atribut_1
1		
2		
3		

22

Coverage model ...

- Coverage – model prostornih podataka s ugrađenom topologijom
 - uvodi 1980-tih ESRI
 - razdvaja geoinformacijski (GIS) koncept (CAD – Computer Aided Design) od koncepta projektiranja pomoću računala
 - Autodesk AutoCAD format podataka za razmjenu datoteka je DXF (Drawing Exchange Format)
 - podaci u razdvojenim slojevima
 - » za prikaz pojedinog sloja moguća primjena drugačijih oznaka linija, boja i pisama
 - DXF ne podržava topološke odnose
 - standardni format za prikaz i spremanje vektorskih podataka i njihovih topoloških odnosa

23

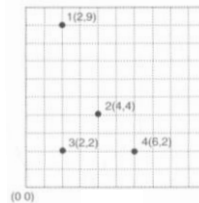
Coverage model ...

- Coverage podržava osnovne topološke relacije
 - povezanosti
 - lukovi su povezani u čvorovima
 - zadavanja područja
 - područje je zadano slijedom povezanih lukova
 - neprekidnosti
 - lukovi su usmjereni i poznata je lijeva i desna strana
 - navedene topološke relacije odgovaraju topološkim relacijama u TIGER bazi podataka

24

Struktura podataka coverage modela ...

- Strukturu podataka točkastih objekata u coverage modelu
 - točka – ID prostorne značajke i (x, y) parove koordinata



Struktura podataka za spremanje i prikaz točkastih značajki u coverage modelu

ID	x,y
1	2,9
2	4,4
3	2,2
4	5,2

Lista točaka

25

Struktura podataka coverage modela ...

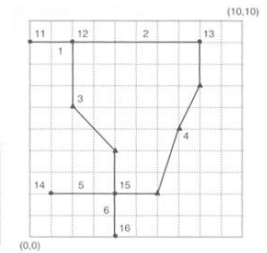
- Strukturu podataka linijskih objekata u coverage modelu
 - početna točka luka je od_čvor
 - krajnja točka luka je do_čvor
 - lista lukova sprema odnose između luka i čvorova
 - lista koordinata lukova sprema (x, y) koordinate početne i krajnje točke luka i sve točke unutar luka, npr. luk 3 je sastavljen od 3 linijska segmenta

Lista lukova

Luka	od-čvr	do-čvr
1	11	12
2	12	13
3	12	15
4	13	15
5	15	14
6	15	16

Lista koordinata lukova

Luka	Koordinate (x, y)
1	(0,9) (2,9)
2	(2,9) (8,9)
3	(2,9) (2,6) (4,4) (4,2)
4	(8,9) (8,7) (7,5) (6,2) (4,2)
5	(4,2) (1,2)
6	(4,2) (4,0)

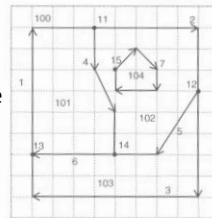


Struktura podataka za spremanje i prikaz linijskih značajki u coverage modelu

26

Struktura podataka coverage modela ...

- Struktura podataka poligonskih objekata u coverage modelu
 - lista poligona prema odnose između poligona i lukova
 - 102 – 0 razdvaja vanjske i unutarnje granice poligona 102
 - 104 – izdvojeni poligon
 - 100 je vanjski/univerzalni poligon
 - lista lijevo/desno prema odnose lukova i poligona s njihove lijeve i desne strane
 - lista koordinata lukova prema čvorove i točke od kojih je luk sastavljen



Struktura podataka za spremanje i prikaz porostornih značajki u coverage modelu

Lista lijevo/desno

Luka	L polig	D polig
1	100	101
2	100	102
3	100	103
4	102	101
5	103	102
6	103	101
7	102	104

Lista poligona

Poligon	Luka
101	1,4,6
102	4,2,5,0,7
103	6,5,3
104	7

Lista koordinata lukova

Luka	Koordinate (x, y)
1	(1,3) (1,9) (4,9)
2	(4,9) (9,9) (9,6)
3	(9,6) (9,1) (1,1) (1,3)
4	(4,9) (4,7) (5,5) (5,3)
5	(9,6) (7,6) (5,3)
6	(5,3) (1,3)
7	(5,7) (6,6) (7,7) (7,6) (6,6) (5,7)

27

Struktura podataka coverage modela ...

- Liste geometrijskih objekata se spremaju kao
 - grafičke datoteke u coverage mapu na disku
 - učinkovito smanjenje zalihosti podataka
 - npr. zajednička granica dva poligona je u listi lukova zapisana samo jedanput
 - smanjen broj upisa i pojednostavljeno obnavljanje podataka, npr. promjena luka u pravocrtni samo se mijenja lista koordinata luka
- Atributni podaci geometrijskih objekata se spremaju kao
 - baze podataka u drugu mapu INFO
 - dijele je svi coverage istog radnog prostora

28

Shapefile model ...

- Nakon uvođenja topologije da bi se GIS podaci odvojili od CAD podataka
 - iste GIS tvrtke uvode i prihvaćaju nove formate za prikaz i spremanje prostornih podataka bez topologije kao standardne nezaštićene formate podataka
- Primjer: ESRI shapefile format
 - standardni format vektorskih podataka bez zapisa topologije
 - točka se zapisuje (x, y) koordinatama, linija nizom točaka, poligon nizom linijskih segmenata
 - ne postoji datoteka opisa prostornih odnosa između geometrijskih objekata
 - tako poligoni koji dijele granice imaju dvaput zapisane zajedničke lukove ili se mogu preklapati

29

Shapefile model

- Prednosti modela/formata prostornih podataka bez topologije
 - formati nisu zaštićeni te ih je moguće koristiti za razmjenu podataka između GIS sustava različitih proizvođača
 - npr. MapInfo koristi ArcGIS shapefile format, ArcGIS koristi MapInfo Interchange Format
- Poticajem korisnika za otvorenim formatima za razmjenu prostornih podataka između GIS sustava
 - 1994. osnovan Open Geospatial Consortium (prije Open GIS Consortium)- www.opengeospatial.org
 - međunarodna neprofitna udruga za standardizaciju u području GIS-a

30

Vektorski model prostornih podataka

- Uvod
- Prikaz jednostavnih prostornih značajki
- Topologija
- Georelacijski model podataka
- **Objektno zasnovani model podataka**
- Prikaz složenih prostornih značajki

31

Objektno zasnovani modeli ...

- Geoprostorni podaci se promatraju kao objekti
 - objekt predstavlja
 - prostornu značajku
 - npr. cesta, autobusna stanica, tramvajska pruga, parcela
 - prostorni sloj
 - npr. sloj ceste, koordinatni sustav sloja ceste

32

Objektno zasnovani modeli ...

- Razlika objektno zasnovanog modela od georelacijskog modela
 - geometrija i atributi se spremaju u istu datoteku
 - geometrija se sprema u posebni atribut
 - tipa veliki binarni objekt (BLOB – Binary Large Object)
 - npr. sloj upotrebe zemljišta
 - » geometrija pojedinog poligona upotrebe zemljišta pohranjena kao zapis atributa *shape*

ID_objekta	Shape	ID_korištenja	Kategorija	Shape_Length	Shape_Area
1	Polygon	1	5	14,607.7	5,959,800
2	Polygon	2	8	16,979.3	5,421,216
3	Polygon	3	5	42,654.2	21,021,728

33

Objektno zasnovani modeli

- prostornim značajkama/objektima se pridružuju obilježja i metode
 - obilježje – opisuje atribut ili karakteristiku objekta
 - metoda/postupak – provodi zadane aktivnosti
- npr. sloj cesta kao objekt sloja značajki cesta
 - obilježja – oblik/obris i mjerilo
 - metode – preslikavanja i brisanja
- Obilježja i metode izravno utječu na izvođenje operacija GIS-a
 - rad u objektu usmjerenom GIS-u uvjetuju obilježja i metode zadanih objekata

34

Klase i odnosi između klasa ...

- Klasa je skup objekata zajedničkih osobina
 - npr. ArcGIS Desktop koristi tisuće klasa
- Za sustavni ustroj klasa, njihovih obilježja i metoda kod razvoja programa
 - objektu usmjerena tehnologija omogućava uspostavu relacija između klasa
 - pridruživanja, združivanja, sastavljanja, nasljeđivanja tipova, tvorbe novog objekta klase

35

Klase i odnosi između klasa ...

- Relacija pridruživanja (asocijacije)
 - opisuje koliko primjera jedne klase je pridruženo drugoj klasi
 - pridruženost izražena preko broja višestrukosti (kardinalnosti)
 - višestrukosti su 1 / 1 ili više (1..*)
 - npr. pojedinoj adresi je pridružen jedan poštanski broj, jednoj adresi može biti pridružen jedan ili više stanova
- Relacija združivanja (agregacije)
 - opisuje odnos cjelina – dio cjeline između klasa
 - vrsta pridruživanja kod koje je
 - višestrukost na kraju cijeline obično jednaka 1,
 - višestrukost na kraju dijela cijeline jednaka 0 ili pozitivan broj
 - npr. popisna oblast predstavlja združene popisne blokove

36

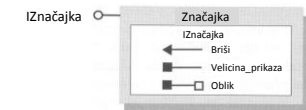
Klase i odnosi između klasa

- Relacija sastavljanja (kompozicije)
 - opisuje pridruživanje kod kojeg pojedini dijelovi ne mogu postojati bez cijeline
 - npr. odmorišta uz autocestu ne postoje bez autoceste
- Nasljeđivanje tipova
 - definira odnose između nadklase i podklase
 - podklasa je član nadklase
 - nasljeđuje obilježja i metode nadklase
 - može imati dodatna obilježja i metode koje je razlikuju od ostalih članova nadklase
 - npr. stambena zona je podklasa građevinskog zemljišta, može imati veličinu parcele koja je razlikuje od parcele poslovnog zemljišta
- Tvorba novog objekta (instance)
 - objekt se kreira iz klase
 - npr. objekt stambeno područje velike gustoće se tvori iz klase stambeno područje

37

Sučelja ...

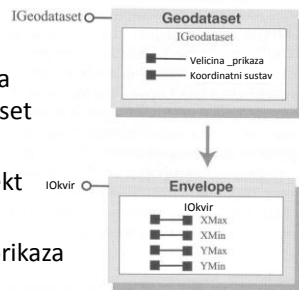
- Sučelje (interface) predstavlja skup izvana vidljivih operacija neke klase ili objekta
- Objektno zasnovana tehnologija koristi
 - mehanizam obuhvaćanja (enkapsulacije)
 - za prikrivanje obilježja i metoda objekta
 - obilježjima i metodama objekta se može pristupiti samo preko prethodno zadanih sučelja
- Primjer: Pristup objektu se ostvaruje preko sučelja
 - objekt Značajka uspostavlja sučelje IZnačajka
 - IZnačajka pristupa do obilježja Veličina i Oblik i metode Briši
 - simbol ■ samo čitaj (read-only)
 - simbol □ čitaj/piši (read/write)



38

Sučelja ...

- Primjer: Primjena sučelja kod računanja
 - određivanje veličine područja sloja prostorne značajke skupa geopodataka (Geodataset)
 - obilježju Veličina_prikaza se pristupa preko sučelja IGeodataset, Geodataset objekta, tj. objekta sloja značajke
 - obilježje Veličina_prikaza vraća objekt Okvir koji uspostavlja sučelje IOkvir
 - za izračunavanje veličine područja prikaza pristupa se obilježjima Xmin, Xmax, Ymin, YMax



39

Sučelja

- Program za izvođenje koordinatnog sustava i veličine prikaza iz sloja značajke
 - program je napisan u VBA (Visual Basic for Applications) jeziku koristi skup objekata ArcObjects
 - nazivi sučelja počinju s velikim slovom I
 - nazivi varijabli počinju sa slovom p
 - ' = komentar
 - _ = nastavak naredbe

```

'Navođenje varijabli upućivanjem na sučelja
Dim pGeoDataset As IGeoDataset
Dim pOkvir As IOkvir
Dim MinX, MaxX, MinY, MaxY As Double
'Veličina prikaza iz objekta Geodataset
Set pOkvir = pGeoDataset.Veličina_prikaza
'Dohvat minx, miny, maxx, imaxy iz pOkvir
MinX = pOkvir.XMin
MinY = pOkvir.YMin
MaxX = pOkvir.XMax
MaxY = pOkvir.YMax
'Ispis veličine prikaza Geodataset podataka
MsgBox "Minimum X je: " & MinX & _
"Minimum Y je: " & MinY & Chr$(10) & _
"Maximum X je: " & MaxX & "Maximum Y
je: " & MaxY
  
```

40

Geodatabase model ...

- Primjer objektno zasnovane baze vektorskog modela
 - geodatabase model – model baza geopodataka
 - dio ESRI ArcObjects ArcGIS Desktop tehnologije
 - ArcObjects-e čini skupina od tisuću objekata i klasa
 - korisnik neizravno koristi usluge ArcObjects-a
 - preko razvijenih grafičkih sučelja: izbornika, ikona i dijaloga
 - za pristup objektima ArcObjects-a, njihovim obilježjima i metodama
 - ArcGIS Desktop je izgrađen iz ArcObjects-a
 - u ArcCatalog i ArcMap je ugrađen Visual Basic Editor za izradu makro naredbi češće korištenih operacija pomoću ArcObjects-a

41

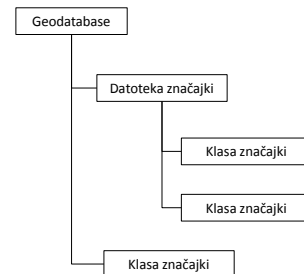
Geodatabase model ...

- geodatabase za prikaz i spremanje prostornih značajki koristi geometrijske objekte
 - slično kao coverage i shapefile, razlikuje se od coverage kod složenih prostornih značajki, npr. regije i rute
 - točke, linije i poligone
 - točkasta značajka – točkom ili skupinom točaka
 - linijska značajka – skupinom povezanih ili nepovezanih linijskih segmenata
 - poligonska značajka – jedan ili više prstenova (ring)
 - obruč – skupina povezanih, zatvorenih nepresijecajućih linijskih segmenata

42

Geodatabase model ...

- Skupine vektorskih podataka se organiziraju u
 - klase značajke i
 - datoteke značajke
- Klase značajke spremaju prostorne značajke istog geometrijskog tipa
- Datoteke značajke spremaju klase značajke koje dijele isti koordinatni sustav i veličinu područja
 - npr. klasa značajke predstavlja grupu stambenih blokova, podaci značajke se sastoje od grupe blokova, popisnih područja i granice općina područja analize



43

Geodatabase model ...

- Klase značajki u datoteci značajki sudjeluju u međusobnim topološkim relacijama
 - npr. kod utvrđivanja zajedničkih granica između različitih razina popisnih jedinica
- Samostalna klasa značajki
 - klasa značajki u geodatabase koja nije dio datoteke značajki
- Uz klase značajki geodatabase sprema
 - rasterske podatke, nepravilne trokutne mreže, lokacijske podatke, atributne tablice

44

Geodatabase model ...

- Postoje jedno i višekorisničke baze geopodataka
 - jedнокorisničke baze geopodataka
 - osobne ili datotečne (ArcGIS 9.2) baze geopodataka
 - osobne baze spremaju podatke
 - u tablice MS Access baza podataka (.mdb)
 - datotečne baze spremaju podatke
 - u više datoteka manjih veličina u mapu (.gdb)
 - za razliku od osobnih, datotečne baze nemaju ograničenja na veličinu baze (osobne ograničenje na 2 GB) i mogu se koristiti na više operacijskih sustava (Windows, Linux).
 - radi manje veličine brži pristup podacima
 - višekorisničke ili ArcSDE baze geopodataka
 - spremaju podatke u sustave za upravljanje bazama podataka
 - npr. Oracle, MS SQL Server, IBM DB2, Informix

45

Topološka pravila ...

- geodatabase
 - topološki odnosi su definirani relacijskim pravilima
 - korisnik odabire pravila koja će se uspostaviti u datoteci značajki
 - mogućnost izgradnje topologije tijekom rada 'u letu'
 - pravila primjenjiva na geometriju klase značajke funkcionalno slična ugrađenoj topologiji coverage modela
 - geodatabase omogućava primjenu pravila na dvije ili više klase prostornih značajki

46

Topološka pravila ...

- Primjeri primjene topoloških pravila
 - Područja se ne smiju preklapati
 - Područja ne smiju biti razmaknuta
 - Granice područja trebaju biti zatvorene
 - Područja i pridruženi podaci se moraju pokrivati
 - Konturne linije se ne smiju presijecati
 - Ruta treba biti pokrivena klasom prostornih značajki referentne linije iz klase značajki ceste
 - Oznake stacionaže moraju biti pokrivena referentom linijom iz klase značajki ceste
 - Oznake se moraju nalaziti unutar poligona

47

Topološka pravila ...

- Topološka pravila modela baze geopodataka razvrstana prema geometriji prostorne značajke

48

Topološka pravila

- Pojedina pravila su opća pravila primjenjiva na više klasa značajki
 - npr. pravila ne/dozvoljenog razmaka, preklapanja, zatvorenosti
- Pojedina pravila su primjenjiva u posebnim primjenama
 - npr. odnos stacionaže i referentne linije ceste
- Topološka pravila za modele podataka pojedinih područja
 - www.support.esri.com/datamodels

49

Prednosti geodatabase modela ...

- U radu ArcGIS-a mogu se za prikaz, spremanje i obradu koristiti sljedeći modeli/formati podataka
 - coverage
 - shapefile
 - geodatabase
- U jednokorisničkoj sredini korištenje coverage modela u pojedinim primjenama je učinkovitije od korištenja shapefile ili geodatabase modela

50

Prednosti geodatabase modela ...

1. Hijerarhijska struktura baze geopodataka poželjna za
 - ustroj i upravljanje podacima
 - npr. projekt sa dva studijska područja, za svako područje za pohranu klasa značajke moguće je koristiti dvije datoteke značajki
 - time se pojednostavljaju operacije upravljanja podacima
 - » npr. preslikavanje i brisanje – umjesto preslikavanja pojedinih klasa značajke, preslikava se datoteka značajke sa svim klasama značajke
 - novi podaci dobiveni postavljanjem upita i analizom baze, zadaju se u istom koordinatnom sustavu datoteke značajke
 - » ušteda u definiciji koordinatnog sustava za svaku novu klasu značajke
 - pristup, postavljanje pitanja i preuzimanje podataka sa web-a, npr. prometni podaci u geodatabase formatu www.nysgis.state.ny.us/gisdata

51

Prednosti geodatabase modela ...

2. Korištenje objektno zasnovane tehnologije
 - npr. ArcGIS Desktop pruža četiri opća pravila provjere
 - domene atributa, relacijskih pravila, pravila povezivanja, od korisnika sastavljenih pravila
 - domena atributa grupira objekte u podtipove
 - na osnovi ispravnih područja njihovih vrijednosti ili ispravnog skupa vrijednosti atributa
 - relacijska (topološka) pravila
 - ustrojavaju pridružene objekte
 - pravila povezivanja
 - omogućavaju korisniku izgradnju geometrijskih mreža, npr. cestovnih, željezničkih, električnih
 - korisnička pravila
 - omogućavaju korisniku izgradnju vlastitih značajki za napredne primjene
 - nije moguće kod shapefile i coverage formata

52

Prednosti geodatabase modela ...

3. Izrada topologije tijekom rada

- topološka pravila
 - osiguravaju cjelovitost podataka
 - omogućavaju posebne analize
- primjenjive na značajke unutar klase značajke ili između dvije ili više sudjelujuće klase značajki
- korisnik tijekom rada ima mogućnost odabira primjeni prikladne topologije

53

Prednosti geodatabase modela ...

4. Mogućnost razvoja vlastitih aplikacija korištenjem klasa, objekata, obilježja i metoda

- s ciljem
 - smanjenja rutinskog rada
 - npr. kod zadavanja i računanja projekcija koordinatnih sustava na skupovima podataka
 - usmjeravanja radnih tokova
 - zadavanje i računanje projekcija u jednom koraku
 - izrade funkcionalnosti koje nisu prisutne u osnovnom GIS-u

54

Prednosti geodatabase modela

5. ArcObjects

- predložci za razvoj vlastitih objekata za različite aplikacije
 - objekti u stvarnosti imaju različita obilježja i ponašanja
 - obilježja i metode objekata usmjerenih na modeliranje prometnih procesa i sustava gotovo nemoguće primijeniti na modeliranje procesa i sustava u šumarstvu
 - postojanje posebnih modela za pojedina područja
 - www.support.esri.com/datamodels

55

Vektorski model prostornih podataka

- Uvod
- Prikaz jednostavnih prostornih značajki
- Topologija
- Georelacijski model podataka
- Objektno zasnovani model podataka
- Prikaz složenih prostornih značajki

56

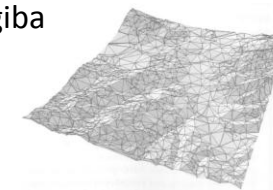
Prikaz složenih prostornih značajki ...

- Složene značajke
 - prostorne značajke prikazane spregnutim osnovnim geometrijskim objektima točkom, crtom i poligonom
 - nepravilna trokutna mreža
Triangulated Irregular Network – TIN
 - regija
 - rute
 - prikladnije koristiti u pojedinim primjenama od jednostavnih značajki

57

Nepravilna trokutna mreža ...

- Nepravilna trokutna mreža
 - aproksimira teren skupom nepreklapajućih trokuta
 - nagib pojedinog trokuta u mreži je stalan
 - ravni teren
 - manji broj trokuta veće površine
 - teren s većim promjenama nagiba
 - veći broj trokuta manje površine
 - koristi se kod
 - kartiranja i analize terena
 - 3D prikaz terena



58

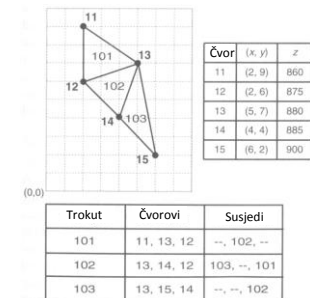
Nepravilna trokutna mreža ...

- Nepravilna trokutna mreža je sastavljena od točaka, crta i poligona
- Izgradnja mreže započinje zadavanjem
 - visinskih točaka i izohipsi
 - dopuna prostornim značajkama
 - linijskim – vodeni tokovi, linije grebena, ceste
 - poligonima – jezera, naselja

59

Nepravilna trokutna mreža ...

- Konačna mreža je sastavljena od tri tipa geometrijskih objekata
 - trokuta – plohe mreže
 - točaka – čvorovi mreže
 - crta – bridovi mreže
- Struktura podataka za prikaz i spremanje mreže
 - lista oznaka trokuta i njima susjednih trokuta
 - lista visinskih točaka
 - koordinate i visine



60

Nepravilna trokutna mreža

- U izgradnji i obnavljanju mreže coverage, shapefile i geodatabase modeli koriste jednake metode
- Novi format prikaza terena
 - u datoteku prostornih značajki uz linijske i poligonske klase sprema i visinske točke
 - mogućnost izgradnje mreže 'u letu'

61

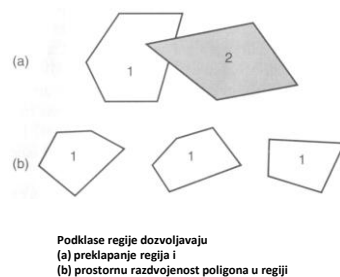
Regije ...

- Regija
 - zemljopisno područje sličnih karakteristika
 - hijerarhija regija
 - ustroj regija dobiven postupnom podjelom promatranog šireg područja u manja područja nepromjenjivih karakteristika
 - jedinice državne uprave, jedinice za održavanje prometne infrastrukture

62

Regija ...

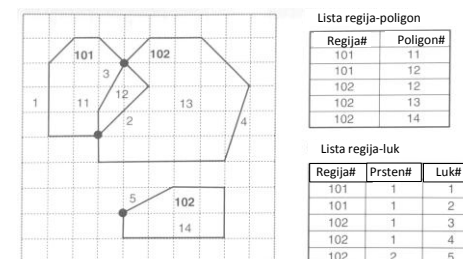
- Model podataka za prikaz i spremanje regije
 - pojedina područja u regiji mogu
 - biti spojena ili razdvojena
 - se preklapati ili pokrivati
 - regije se ustrojavaju u podklase
 - uz dodatne datoteke se uspostavljaju odnosi regija i podupirućih poligona i lukova



63

Regija ...

- Struktura datoteke podklasa regija uz postojanje dvije regije, četiri poligona i pet lukova



64

Regija

- Podklase regije moguće izgraditi na postojećim poligonima i lukovima
 - koriste se za konstrukciju i spremanje dodatnih podatkovnih slojeva za daljnju regionalizaciju
 - npr. podklase regije spremaju povijesne podatke o opsegu jezera – podklasa na godinu
- Sastavljeni poligon
 - poligon sa prostorno povezanim ili razdvojenim dijelovima koji se mogu prekrivati
 - prikaz prostornih značajki koje sličje regijama
 - olakšavaju uređivanje podataka, npr. kod operacije prekrivanja
 - podržavaju ga shapefile i geodatabase modeli, koji pak ne podržavaju podklase regije

65

Ruta ...

- Ruta
 - linearna prostorna značajka s mjernim sustavom koji omogućava linearna mjerenja u koordinatnom sustavu
 - npr. autocesta, biciklistička staza
 - lociranje linearnih atributa / pojava od poznate točke, npr.
 - mjesta nesreće od stacionaže
 - mosta od početka autoceste
 - duljine određenog stanja kolnika

66

Ruta ...

- Rute se spremaju kao podklase u linijskom coverage modelu
 - slično podklasama regije poligonskog coverage modela
- Podklasa rute
 - skupina odjeljaka / sekcija
- Sekcija se izravno odnosi na
 - linije (lukove) u linijskom sloju i
 - mjesta/lokacije/pozicije duž linije
 - linije su zadane nizovima točaka zapisanih (x, y) koordinatama u promatranom koordinatnom sustavu
 - sekcija se također mjeri u koordinatnom sustavu i njezina duljina se izvodi iz referentne linije

67

Ruta ...

- Primjer prikaza rute na linijskom coverage modelu



ID-rute = oznaka rute
 ID-sekcije = oznaka sekcije
 ID-luka = oznaka luka

Od-mj.toč. = udaljenost od mjerne točke
 Do-mj.točke = udaljenost do mjerne točke

Od-poz. = prekrivanje u % od pozicije
 Do-poz. = prekrivanje u % do pozicije

ID-rute	ID-sekcije	ID-luka	Od-mj.toč.	Do-mj.toč.	Od-poz.	Do-poz.
1	1	7	0	40	0	100
1	2	8	40	170	0	100
1	3	9	170	210	0	80

68

Ruta

- U GIS aplikacijama koje koriste shapefile i geodatabase modele podataka
 - podklase ruta se postavljaju na polilinije s mjernim vrijednostima (m)
 - objekt sa dinamičkom lokacijom na ruti (route dynamic location object)
 - umjesto rada sa sekcijama i lukovima za linearna mjerenja se koriste mjerne vrijednosti (m), koje se zajedno s (x, y) koordinatama, izravno spremaju u geometrijski atribut

	x	y	m
0	1,135,149	1,148,350	47.840
1	1,135,304	1,148,310	47.870
2	1,135,522	1,148,218	47.915



69

Ključni pojmovi i izrazi ...

- Arc objekti** (Arc objects) – skup objekata koje koristi program ArcGIS Desktop
- Coverage** (pokrivenost) – topološki zasnovani format vektorskih podataka korišten u ESRI programima
- Crta / luk / brid** (line) – značajka prostora predstavljena slijedom točaka i geometrijskim svojstvima lokacije i duljine
- Čvor** (node) – početna ili završna točka crte
- Datoteka značajki** (feature dataset) – zbirka klasa značajki u geodatabase koje dijele isti koordinatni sustav i veličinu područja razmatranja
- Pojava** (event) – atribut pridružen i prikazan zajedno s rutom
- Geodatabase** – objektno zasnovani model vektorskih podataka razvije od tvrtke ESRI
- Georelacijski model podataka** (georelational data model) – GIS model podataka koji sprema geometrije i attribute u dva razdvojena, ali odgovarajuća datotečna sustava
- Klasa** (class) – skup objekata sličnih karakteristika
- Klasa značajke** (feature class) – skup podataka koji sprema značajke iste geometrije u geodatabase
- Luk** (arc) – crta koja povezuje dvije krajnje točke
- Metoda** (method) – posebna akcija vezana uz objekt koji je izvodi
- Model vektorskih podataka** (vector data model) – model podataka koji u izradi, pohrani i prikazu prostornih značajki koristi točke i njihove koordinate

70

Ključni pojmovi i izrazi ...

- Nepravilna trokutna mreža** (Triangulated Irregular Network – TIN) – format vektorskih podataka koji aproksimira teren korištenjem skupa nepreklapajućih trokuta
- Obilježje** (property) – atribut ili karakteristika objekta
- Objekt** (object) – jedinka/entitet posebnih obilježja i metoda
- Objektno zasnovani modeli podataka** (object-based data model) – model vektorskih podataka koji za ustroj prostornih podataka koristi objekte
- Obuhvaćanje** (encapsulation) – načelo objektno zasnovane tehnologije kojim se prikrijuju obilježja i metode objekta na način da im se može pristupiti samo preko prethodno zadanih sučelja
- Poligon** / područje (polygon) – značajka prostora predstavljena slijedom točaka i geometrijskim svojstvima lokacije, duljine i opsega
- Povezanost** (connectivity) – topološka relacija, korištena u ESRI coverage formatu podataka, kojom se utvrđuje usmjerenost luka i poligoni s njegove lijeve i desne strane
- Regija** (region) – složena značajka prostorno razdvojenih dijelova koji se mogu preklapati
- Ruta** (route) – linearna značajka koja omogućava linearna mjerenja u projiciranom koordinatnom sustavu

71

Ključni pojmovi i izrazi

- Sekcija** / odjeljak (section) – dio rute izravno upućen na podupiruće lukove i pozicije duž lukova u coverage formatu podataka
- Shapefile** (oblik/obris) –format vektorskih podataka bez topologije korišten u ESRI i drugim programima
- Sučelje** (interface) – skup izvana vidljivih operacija na objektu
- Teorija grafova** (graph theory) – područje matematike koje uporabom dijagrama ili grafova istražuje raspored objekata i odnose objekata
- Točka** (point) – značajka prostora predstavljena parom koordinata i geometrijskim svojstvom lokacije. Naziva se lukom ili bridom
- Topologija** (topology) – područje matematike koje istražuje obilježja geometrijskih objekata koja ostaju nepromjenjiva kod određenih prostornih pretvorbi, npr. rastezanja i savijanja
- Zadavanje područja** (area definition) – topološka relacija, korištena u ESRI coverage formatu podataka, kojom se utvrđuje povezanost lukova na čvorovima

72